

DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONOMICOS Y SOCIALES INTERNACIONALES
OFICINA DE ESTADISTICA

ESTUDIOS DE METODOS

Serie **F** No. **29**

**CONCEPTOS Y METODOS
EN MATERIA DE ESTADISTICAS
DE LA ENERGIA,
CON ESPECIAL REFERENCIA
A LAS CUENTAS
Y BALANCES ENERGETICOS**

Informe técnico



NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1983

NOTA

Las signaturas de los documentos de las Naciones Unidas se componen de letras mayúsculas y cifras. La mención de una de tales signaturas indica que se hace referencia a un documento de las Naciones Unidas.

Descargo general de responsabilidad

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no entrañan, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

SI/ESA/STAT/SER.F/29

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Número de venta: S.82.XVII.13

01650

RESUMEN Y RECOMENDACIONES

En el presente informe se examina el carácter de las actuales prácticas nacionales e internacionales en la esfera de las estadísticas de la energía, habida cuenta del importante cambio ocurrido, después de los acontecimientos de 1973, en cuanto al principal sector de interés, que pasó a ser el de consumo, cuando anteriormente era el de producción. En el informe se presta especial atención a los problemas estadísticos que plantean las fuentes no comerciales de energía y a las necesidades de estadísticas de los países menos desarrollados. En los siete capítulos del informe se estudian, sucesivamente, la naturaleza de las estadísticas de la energía y el tipo de problemas de política para el cual se requieren; las cuestiones conceptuales y metodológicas a que dan lugar esos problemas; la diversidad de las posibles normas que podrían adoptarse para hacer frente a algunas de esas cuestiones; el papel clave que desempeñan los balances energéticos cuantitativos globales; las características apropiadas de esos balances, según se utilicen para analizar la evolución en el pasado o para un estudio razonado del futuro; los problemas de clasificación que plantean las estadísticas de la energía, y la relación existente entre esos datos y otros marcos estadísticos y contables.

El capítulo I se refiere a las similitudes y diferencias que existen entre las estadísticas de la energía y otros tipos de estadísticas, y en él se trazan algunos paralelos con la agricultura. En ambos campos de estudio, la crisis en el sector de suministro promovió la innovación estadística, sobre todo en lo concerniente a la elaboración de marcos contables en que pudieran expresarse, en función de una unidad de cuenta común, las diversas formas de la energía nutricional u otros tipos de energía. La variación de la tendencia, que pasó de la esfera de los suministros a los usos a que se destinaban los que había disponibles, y la posibilidad de nuevas fuentes de energía plantearon nuevos problemas a los estadísticos especializados en la esfera energética. En el capítulo se citan modelos y análisis energéticos, así como encuestas sobre la utilización de combustibles, como ejemplos de los nuevos enfoques analíticos de los problemas que plantea la economía de la energía.

En el capítulo II se esboza la naturaleza de la energía y la diversidad de las formas físicas en que puede acumularse a fin de suministrarla para su uso como fuente de calor, luz o fuerza motriz. Después se examinan los distintos niveles de medición desde la energía primaria en la fase de producción, pasando por la energía secundaria en la fase de transformación, hasta la "energía suministrada" en la de uso final, así como las características esenciales que debe tener un balance energético global. También se examina la necesidad de tener presentes los costos y beneficios de la reunión de datos, así como la cuestión de la calidad de éstos.

En el capítulo III se analizan los dos tipos de problemas de delimitación existentes. El primero se refiere al sistema energético acerca del cual hay que reunir y analizar estadísticas, e incluye los límites entre los productos energéticos y no energéticos, entre las corrientes de energía comerciales y no comerciales, y entre las industrias energéticas y no energéticas. El segundo tipo de problemas está relacionado con los límites entre ciertas corrientes y existencias, en particular entre la producción y los desechos (con posibles descubrimientos en relación con la tecnología del aprovechamiento de combustibles sólidos y teniendo en cuenta la quema de gas en los yacimientos petrolíferos), entre la producción y las existencias (teniendo presente la reinyección de gas), y entre el consumo, los desechos y las existencias (tomando en consideración la fisión parcial de los combustibles nucleares).

En el capítulo IV se examinan en detalle algunos problemas relativos a los niveles contables y las unidades de cuenta, en particular la aplicación del concepto "equivalente en energía primaria" a los entes "uso final", energía nuclear e hidroeléctrica, fuentes renovables de energía (eólica, geotérmica y de biomasa), y comercio exterior de formas de energía visibles e invisibles. En el capítulo se estudia la cuestión de si las distintas fuentes de energía deberían expresarse en una unidad común de cuenta sobre la base de valores caloríficos brutos o netos; después se analizan el carácter y las limitaciones de la conversión de diferentes tipos de fuentes de energía (carbón, petróleo, gas, electricidad) a una sola unidad de cuenta (por ejemplo el equivalente en toneladas de petróleo o el julio), y se examinan brevemente las diversas unidades de cuenta y de presentación actualmente utilizadas.

En el capítulo V se analizan 30 balances energéticos actualmente elaborados por los gobiernos y los institutos de investigación nacionales, las organizaciones y los organismos de investigación internacionales, y las principales empresas petroleras internacionales. La mayoría de esos balances se utilizan para analizar los datos correspondientes a años anteriores, pero algunos de ellos se usan como marco contable para hacer proyecciones para varios años o decenios. Pese a la gran diversidad de estructuras involucradas, todas esas cuentas tienen características comunes. En el capítulo se examinan las ventajas y limitaciones de las distintas estructuras, y se analiza la relación existente entre los marcos apropiados para estudios retrospectivos y para estudios futuros. Se propone, para su adopción en el plano internacional y, cuando sea posible, también en el nacional, un marco contable para fines múltiples. El marco recomendado puede implicar un gran desglose en el caso de los países más desarrollados, y también puede reducirse, para que tenga una forma más agregada, sin alterar su estructura básica, en el caso de los países menos desarrollados.

En el capítulo VI se examina la forma en que se trata la energía en las clasificaciones internacionales uniformes de los productos (CIBS, NIPRO), del comercio (CUCI, NIMEXE) y de las industrias (CIU, NACE), así como en las clasificaciones más agregadas de las categorías económicas (SCN y GCE). Se pone de relieve la necesidad de agrupar todas las industrias y productos energéticos, así como de una nomenclatura normalizada de los productos petrolíferos. Seguidamente se consideran en el capítulo las posibilidades de elaborar una clasificación de los usos finales de la energía, no solamente por usuarios, sino también por aplicaciones, como fase previa para medir una cuarta corriente energética, a saber, el "calor útil". A este respecto se propone un marco en el que se puedan tener en cuenta la recuperación del calor y el escalonamiento de temperaturas.

En el Capítulo VII se estudian las posibilidades de elaborar balances energéticos para períodos inferiores a un año y para zonas de una superficie inferior a la de todo un país, así como la conveniencia de publicar información complementaria, como desgloses de porcentajes, tasas de variación y gráficos de corrientes. Se analiza la relación existente entre los conceptos y la terminología de los balances energéticos, las tablas de insumo-producto y las cuentas nacionales, y se subraya que es necesario que exista claridad al respecto. El capítulo concluye con un llamamiento a todos los interesados, en calidad de generadores o de usuarios de estadísticas de la energía, para que realicen consultas constantes y mantengan una activa cooperación.

Por último, el informe contiene ocho anexos acerca de varios otros aspectos técnicos.

PREFACIO

En su 19° período de sesiones, la Comisión de Estadística propuso que se convocara "un grupo de expertos para estudiar la preparación de una clasificación internacional de la energía y la adopción de una unidad común de medición para las comparaciones entre combustibles". La Comisión propuso que se recabaran los servicios de un consultor para la labor preparatoria relativa al grupo de expertos propuesto. El Sr. W.N.T. Roberts, consultor de las Naciones Unidas, preparó un informe que presentó al Grupo de Expertos sobre clasificación y medidas en la esfera de las estadísticas de la energía, que se reunió en Nueva York del 6 al 14 de marzo de 1978. Posteriormente, la Comisión recomendó en su 20° período de sesiones "distribuir a las oficinas nacionales e internacionales de estadística y demás organismos pertinentes el informe del consultor, convenientemente enmendado a la luz de las deliberaciones del Grupo de Expertos". La presente publicación responde a esa solicitud.

El consultor introdujo adiciones al informe posteriormente a la Reunión del Grupo de Expertos con el fin de incluir información sobre las fuentes de energía nuevas y renovables.

* Documentos Oficiales del Consejo Económico y Social, 62° período de sesiones, Suplemento No. 2 (E/5910), párr. 12.

** Ibid., 1079, Suplemento No. 3 (E/1979/23), párr. 23 b) y ii).

RECOMENDACIONES

En el resumen que antecede se ha indicado que se formulan recomendaciones cuando el razonamiento que figura en el texto conduce lógicamente a ellas. En la lista que figura a continuación se ha alterado su orden a fin de agrupar las que se refieren al mismo sector general.

Conceptos y terminología

1) La Expresión "energía primaria" debería utilizarse para designar las fuentes que únicamente implican extracción o captación, con o sin separación del material contiguo, depuración o clasificación para que la energía contenida en la fuente respectiva pueda convertirse en calor o trabajo mecánico (párr. 29); véase también la recomendación 16) infra).

2) La expresión "energía secundaria" debería utilizarse para designar todas las fuentes energéticas resultantes de la transformación de fuentes primarias. El término "combustibles" sólo debería emplearse al describir las fuentes de energía, independientemente de que sean primarias o secundarias, que deben someterse a un proceso de combustión o fisión para liberar la energía contenida en ellas a fin de utilizarla (párr. 29).

3) Las importaciones, las exportaciones y las variaciones de las existencias de energía secundaria deberían tratarse en un balance energético de la misma manera que las variaciones del suministro y empleo de energía primaria. Estas corrientes de energía secundaria deberían expresarse en equivalente de energía primaria. Los depósitos de combustible deberían tratarse de la misma manera, como parte de las corrientes de "equivalente de energía primaria" (párr. 30).

29) Para evitar toda confusión acerca del significado "final" (y de "intermedio") en las cuentas nacionales, las tablas de insumo-producto y otros análisis económicos, por una parte, y en los balances energéticos, por otra, los cuadros y el texto correspondientes a las corrientes de las industrias de transformación de energía y/o los usuarios finales de ésta deben indicar siempre claramente lo que se quiere decir con el término "final" (y, si se utiliza, con el término "intermedio") (párr. 315).

Ambito de los balances energéticos

7. a) Un balance energético global debería abarcar todas las corrientes de energía inclusive las provenientes de las llamadas fuentes "no comerciales". El ámbito de estas fuentes debe ser lo más amplio posible. Cuando se sepa que son importantes pero se disponga de pocos datos al respecto deben realizarse encuestas por muestreo para aumentar la cantidad y calidad de la información;

b) La autogeneración de electricidad a partir de combustibles adquiridos, con o sin la producción simultánea de calor, debería tratarse como parte del sector de transformación;

c) La autogeneración a partir de la energía hidroeléctrica de la propia industria debería tratarse como producción primaria de electricidad;

d) El vapor o el agua caliente producidos mediante la combustión de desechos industriales (o urbanos), o por medio de calor exotérmico o de otro tipo recuperado por la industria, deberían registrarse como producción primaria;

e) A cada método de generación de electricidad que aportara un volumen significativo del abastecimiento total de energía eléctrica debería asignársele un renglón propio en el balance (párr. 62).

6) Los balances energéticos sólo deberían abarcar la oferta y consumo de fuentes de energía primaria y secundaria, con una clara indicación del empleo de esas fuentes para fines no energéticos (párr. 54; véase también la recomendación 8) infra).

8. a) Los balances energéticos sólo deberían incluir los hidrocarburos definidos en una lista incorporada en el cuadro del balance respectivo o adjunta al mismo (cap. V);

b) Deberían estudiarse más a fondo los problemas de la definición y obtención de datos más completos sobre las corrientes bruta y neta entre las refinerías de petróleo, por un lado, y las instalaciones de fabricación de productos petroquímicos, por otro. En cuadros auxiliares del balance energético global se deberían indicar, en forma apropiada y lo más cabalmente posible, al menos las corrientes más importantes de subproductos energéticos (así como el calor recuperado) de los principales sectores de la industria química (párr. 65; véase también b) supra).

13) En el balance energético deben figurar todas las corrientes a cada uno de los niveles que puedan registrarse debidamente con los datos disponibles, a fin de que puedan apreciarse claramente las relaciones entre los insumos de energía primaria que entran en la transformación, el producto de ésta en forma de energía secundaria y las pérdidas de transformación. Para ciertos fines y como dato complementario, resulta útil conocer el equivalente en insumos de combustible primario de las fuentes de energía secundaria suministradas a los usuarios finales, pero puede ser difícil calcularlo si no se dispone de suficientes datos (párr. 92).

27) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de publicar estimaciones de las cantidades de energía útil consumidas por cada uno de los sectores de uso final. Esas estimaciones deberían ir acompañadas por detalles de la metodología empleada (párr. 292).

Insumos de energía primaria para la generación de electricidad en las centrales nucleares e hidroeléctricas, y para las formas renovables de energía

14) El insumo de energía primaria para la generación de electricidad debería definirse, en principio, como el calor emitido por los reactores durante el período contable. En la práctica, tal vez sea necesario utilizar un valor que lo reemplace, a saber, la cifra que se obtenga dividiendo la generación de electricidad nuclear por la eficiencia media de todas las centrales nucleares (párr. 99).

15. El insumo de energía primaria que entra en la producción de hidroelectricidad debería definirse como el valor energético de la electricidad misma. El equivalente en energía de los combustibles fósiles debería registrarse como dato estadístico adicional, utilizando, para simplificar, la eficiencia térmica media de todas las centrales termoeléctricas clásicas del país involucrado o una eficiencia estándar de, por ejemplo, un 35% (párr. 105).

16) La energía primaria de las llamadas fuentes renovables debería definirse de la manera que se indica a continuación y aplicarse a la producción de la primera fase de un proceso de obtención de energía que permita conseguir un volumen cuatificable de energía calorífica, eléctrica o mecánica:

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| Solar: | Biomasa | Producción de calor del aparato de fermentación, destilación o combustión |
| | Célula fotovoltaica | Producción de energía eléctrica |
| | Otros dispositivos colectores | Producción de calor del aparato |
| Hídrica y eólica: | | Producción de energía mecánica, térmica o eléctrica del aparato |
| Geotérmica y térmica de los océanos: | | Calor de la producción de la instalación de captación |

Tal vez los economistas e ingenieros que se ocupan de la eficiencia de conversión de estas técnicas tengan que evaluar también la "energía potencialmente recuperable" que está esperando ser captada (párr. 114).

Importaciones y exportaciones

17) A los efectos de un balance energético global, las importaciones y exportaciones de fuentes secundarias de energía deben registrarse en función del contenido de energía de los combustibles (o electricidad) que pasa efectivamente a través de las fronteras nacionales. Si se requiere un análisis más detallado de los insumos de energía primaria que entran en el comercio exterior, puede hacerse, pero debe ser complementario del balance y no formar parte de él. El comercio de productos no energéticos obtenidos con fuentes de energía primaria (por ejemplo, lubricantes, negro de humo o electrodos) debería registrarse en el balance principal (párr. 127).

18) El comercio internacional de "energía incorporada" es un tema apropiado de estudio en el marco de una evaluación detallada de los problemas energéticos. No obstante, un balance energético global debería elaborarse, en primer lugar, sobre la base, entre otras corrientes, del comercio visible de fuentes de energía únicamente (párr. 130).

Unidades de cuenta y coeficientes de conversión

25) En los balances energéticos debería figurar, en los títulos de las columnas correspondientes a cada fuente de energía, el coeficiente medio de conversión apropiado para expresar las unidades originales o básicas de la columna respectiva en función de la unidad común de cuenta que se utilice. Esos coeficientes deberían complementarse, en notas o en el texto correspondiente, con una clara descripción de las operaciones y fases de cualesquiera conversiones que no estén debidamente definidos en ellos (párr. 268).

5) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística, y los organismos que las asesoran o que realizan trabajos para ellas, deberían definir claramente en todos los casos las unidades de cuenta o de presentación utilizadas en los análisis que publicaran. También deberían indicarse los coeficientes de conversión y las operaciones realizadas para convertir las unidades físicas originales en la unidad o unidades de cuenta comunes, o bien deberían citarse las fuentes publicadas de fácil acceso donde pudieran encontrarse. También debería aclararse si las unidades de energía se definen en función del poder calorífico bruto o neto (párr. 48; véanse también las recomendaciones 19) y 20) infra).

19) Cuando el contenido energético de las fuentes de energía fósil primarias y secundarias se exprese en una unidad de cuenta común, debe utilizarse el poder calorífico neto (PCN) con preferencia al bruto (PCB). Cuando la recuperación de una parte importante de la diferencia entre el PCB y el PCN de los gases de emisión se convierta en una posibilidad práctica y parezca probable que llegue a ser realidad, tal vez haya que reconsiderar el método que se recomienda para expresar el contenido de energía (párr. 135).

20) Habida cuenta de que el julio (1 julio = 0,239 calorías) - y los múltiplos de él elevándolo a potencias de 10^3 - es la única unidad de energía del SI, las oficinas internacionales y nacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de adoptarlo como unidad de cuenta para los balances energéticos. La tonelada de equivalente en petróleo (TEP) (1 TEP = 10^7 kcal. PCN y/o la tonelada de equivalente en carbón (TEC) (1 TEC = 7×10^6 kcal. PCN) pueden utilizarse como unidades suplementarias de presentación. Cuando se empleen, deben definirse claramente en función del julio, y describirse adecuadamente las operaciones para convertir los datos iniciales en TEP o TEC (párr. 157).

Exactitud de los datos

4) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística deberían considerar seriamente la posibilidad de evaluar la sensibilidad que tienen cada una de las principales cifras agregadas que publiquen en sus estadísticas de la energía a los errores de, por ejemplo, más y menos 5% o 10% respecto de los componentes menos fiables de tales cifras (párr. 43).

24) Debería aclararse siempre la relación entre los datos expresados en las unidades originales utilizados para la elaboración de un balance energético y los publicados en las estadísticas habituales acerca de las distintas industrias energéticas (párr. 267).

Estructura y clasificaciones de los balances energéticos

21) Los balances energéticos globales deben elaborarse en forma de matriz y reunir las siguientes características:

Las columnas indican las fuentes de energía (productos energéticos);

Los renglones indican las corrientes desde el origen hasta la utilización de la energía (transacciones energéticas);

Las distintas submatrices indican, respectivamente:

a) La oferta de fuentes primarias y equivalentes;

b) Los insumos (con signo negativo) y el producto (con signo positivo) de transformación; las pérdidas durante la transformación en la columna del total (con signo negativo); el consumo propio de las industrias energéticas; las pérdidas de transmisión y de otra índole;

c) Los usos finales (párr. 253).

26) Deberían examinarse las actuales clasificaciones y definiciones de los hidrocarburos crudos y de los productos derivados de ellos a fin de elaborar un conjunto internacional convenido de denominaciones, grupos y definiciones (párr. 286).

28) Las oficinas nacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de realizar análisis de los usos finales del tipo que se indica en el cuadro que figura a continuación del párrafo 306.

Alcance de determinadas corrientes

9) En los balances energéticos que se publicaran, bien en relación con determinadas fuentes de energía, bien respecto de todas ellas en un solo cuadro, se debería aclarar siempre si las corrientes representaban producción, entregas, recepción o consumo, y al indicar la magnitud de los cambios en las existencias (y el volumen de ellas) se debería indicar con claridad si abarcaban o no las correspondientes a los productores, importadores, transformadores, distribuidores y usuarios finales (párr. 69).

10) La producción de carbón debería definirse como la extracción del subsuelo menos los desechos y las granzas más la recuperación de la escombrera (párr. 76).

11) Toda la producción de gas asociado debería considerarse parte de la de gas, y la proporción de gas que se queme debe describirse como tal. De esta forma, los cambios en la producción de petróleo y gas no serían súbitos cuando variase el uso de parte del gas. Por analogía, en todo balance energético debería registrarse la producción de gas de horno de coque y de alto horno, haciendo figurar como pérdidas las cantidades de gas purgado como desecho (párr. 78).

12) Toda la producción de gas, independientemente de que esté asociado con petróleo crudo, debería registrarse deduciendo la inyección de gas en los yacimientos de petróleo o gas. Si se extrajera por segunda vez el gas inyectado, debería considerarse como producido por primera vez (párr. 80).

22) Al compilar un balance energético no debería agregarse la producción de electricidad del almacenamiento por bombeo a la producida con otros sistemas (porque ésta ya incluye la electricidad que se redistribuye con el tiempo mediante ese almacenamiento). La diferencia entre el insumo que entra en el bombeo y el producto de éste debería considerarse parte del consumo propio de la industria eléctrica (párr. 264).

23) Los materiales devueltos a las refinerías de petróleo deberían incluirse como insumos del proceso de refinación, aun cuando ya hubieran figurado anteriormente en la producción de las refinerías. El combustible de éstas debería también incluirse, a la vez, como parte de la producción y del consumo propio (párr. 265).

INDICE

| | <u>Párrafos</u> | <u>Página</u> |
|---|-----------------|---------------|
| RESUMEN Y RECOMENDACIONES | | i |
| NOTAS ACLARATORIAS | | xii |
| I. ESTADISTICAS DE LA ENERGIA Y OTRAS ESTADISTICAS | | |
| A. Algunas diferencias importantes | 1 - 4 | 1 |
| B. El cambio en la tendencia principal desde 1973 | 5 - 7 | 2 |
| C. Análisis energético: un nuevo campo de estudio | 8 - 9 | 4 |
| D. Encuestas sobre la utilización de combustibles | 10 | 5 |
| E. Nuevas fuentes de energía | 11 | 5 |
| F. Modelos energéticos | 12 | 5 |
| G. El problema de la totalización | 13- 15 | 6 |
| H. Balances energéticos | 16- 19 | 7 |
| I. Objetivos y alcance del presente manual | 20- 25 | 8 |
| II. IDEAS BASICAS | | |
| A. Significado de "energía" | 26- 33 | 10 |
| B. Significado de "estadísticas" | 34- 35 | 12 |
| C. Razones por las que se necesitan estadísticas de la energía | 36- 38 | 13 |
| D. Costo y beneficios de los datos estadísticos | 39- 40 | 15 |
| E. Calidad de los datos | 41- 43 | 15 |
| F. Características esenciales de los balances energéticos | 44- 49 | 16 |
| III. PROBLEMAS DE DELIMITACION | | |
| A. Generalidades | 50- 51 | 19 |
| B. Los límites del sistema | 52- 69 | 19 |
| 1. Corrientes energéticas y no energéticas | 52- 54 | 19 |
| 2. Fuentes comerciales y no comerciales de energía | 55- 62 | 20 |
| 3. Industrias energéticas y otros sectores industriales | 63- 65 | 23 |
| 4. Producción y distribución de energía | 66- 69 | 24 |
| C. Límites entre corrientes y existencias | 70- 85 | 25 |
| 1. Producción y desechos | 70- 78 | 25 |
| 2. Producción y existencias | 79- 80 | 27 |
| 3. Existencias, consumo y desechos | 81- 85 | 27 |
| IV. NIVELES CONTABLES Y UNIDADES DE CUENTA | | |
| A. Generalidades | 86- 87 | 29 |
| B. Insumo de energía primaria para la demanda final | 88- 92 | 29 |

INDICE (continuación)

| | <u>Párrafos</u> | <u>Página</u> |
|--|-----------------|---------------|
| C. Insumos de energía primaria que entra en la electricidad nuclear y la hidroelectricidad . . . | 93-105 | 31 |
| 1. Electricidad nuclear | 93- 99 | 31 |
| 2. Fuerza hidromecánica | 100-105 | 33 |
| D. Insumos de energía primaria que entran en las fuentes renovables de energía | 106-115 | 35 |
| E. Energía animal y humana | 116-121 | 37 |
| F. Insumos de combustibles primarios que entran en el comercio | 122-130 | 38 |
| 1. Comercio visible de energía | 123-127 | 39 |
| 2. Comercio invisible de energía | 128-130 | 40 |
| G. Poder calorífico bruto y neto | 131-135 | 41 |
| H. Unidades de cuenta | 136-157 | 43 |
| 1. Generalidades. | 136-142 | 43 |
| 2. Toneladas de equivalente en carbón (TEC) . . . | 143-146 | 44 |
| 3. Toneladas de equivalente en petróleo (TEP) . . | 147-152 | 45 |
| 4. Otras unidades de cuenta | 153-157 | 46 |
| V. BALANCES ENERGETICOS | | |
| A. Generalidades | 158-160 | 48 |
| B. Otros formatos posibles del balance | 161-169 | 49 |
| C. El examen retrospectivo: balances descendentes | 170-237 | 53 |
| 1. Existencias | 171-178 | 54 |
| 2. Exportaciones y depósitos de combustible . . . | 179-181 | 56 |
| 3. Transformación | 182-187 | 57 |
| 4. Generación conjunta de calor y electricidad (CFC) | 188-192 | 58 |
| 5. Usos no energéticos | 193-194 | 60 |
| 6. Usuarios finales | 195-196 | 60 |
| 7. Unidades originales y unidades comunes de cuenta | 197-202 | 61 |
| 8. Poder calorífico de los combustibles | 203 | 62 |
| 9. Agregación de las fuentes energéticas | 204-217 | 62 |
| 10. Energía nuclear | 218-223 | 73 |
| 11. Energía hidromecánica y geotérmica | 224-230 | 75 |
| 12. Tratamiento de la electricidad primaria . . . | 231-237 | 76 |
| D. Examen del futuro: balances ascendentes | 238-250 | 81 |
| E. Balance para fines múltiples | 251-259 | 86 |
| F. Otros problemas que plantean los balances . . . | 260-274 | 90 |
| 1. Doble registro | 260 | 90 |
| 2. Generación mediante el almacenamiento por bombeo | 261-264 | 91 |
| 3. Aceites devueltos a las refinerías | 265 | 93 |
| 4. Unidades originales y unidades comunes . . . | 266-267 | 94 |

INDICE (continuación)

| | <u>Párrafos</u> | <u>Página</u> |
|--|-----------------|---------------|
| 5. Coeficientes de conversión | 268 | 94 |
| 6. Número de dígitos | 269-270 | 95 |
| 7. Matrices y series cronológicas | 271-273 | 95 |
| | | |
| VI. CLASIFICACIONES | | |
| A. Generalidades | 274-278 | 96 |
| B. Enfoque actual de la "energía" | 279-286 | 96 |
| C. Usos finales de la energía | 287-306 | 100 |
| 1. Energía útil | 288-292 | 100 |
| 2. Consumo final por fines | 293-306 | 101 |
| | | |
| VII. OTRAS ESTADISTICAS DE LA ENERGIA | | |
| A. Generalidades. | 307-308 | 106 |
| B. Balances para períodos más breves y balances regionales | 309-310 | 106 |
| C. Balances energéticos e insumo-producto | 311-313 | 107 |
| D. Terminología de las cuentas nacionales | 314-315 | 107 |
| E. Estadísticas derivadas | 316-317 | 108 |
| F. Diagramas de flujo | 318-321 | 108 |
| G. La energía y el medio ambiente | 322 | 109 |
| H. Colaboración interdisciplinaria | 323 | 110 |
| | | |
| ANEXOS | | |
| I. Calor y fuerza combinados, y problemas de medición | | 111 |
| II. Ciclo del combustible nuclear | | 116 |
| III. Contabilidad nuclear | | 120 |
| IV. Principales clasificaciones internacionales | | 126 |
| V. La energía en la NACE/NIPRO | | 127 |
| VI. Obtención de los datos básicos | | 152 |
| VII. Relación entre algunos términos y expresiones energéticos | | 156 |
| VIII. Balances energéticos de países en desarrollo | | 158 |
| | | |
| REFERENCIAS | | 162 |

NOTAS ACLARATORIAS

Salvo indicación en contrario, se entenderá que toda referencia a toneladas (t.) lo es a toneladas métricas.

Además de las siglas correspondientes a los sistemas de clasificación consignadas en el anexo IV, se han utilizado las siguientes:

| | |
|---------|--|
| CAEM | Consejo de Ayuda Económica Mutua |
| CBI | Confederación de la Industria Británica |
| CEE | Comunidad Económica Europea |
| CEPE | Comisión Económica para Europa |
| CEREN | Centre D'etudes regionales sur l'économie de l'énergie (Francia) |
| CME | Conferencia Mundial sobre la Energía |
| ENI | Ente Nazionale Idrocarburi |
| GIE | Grupo de Investigación sobre la Energía |
| IEE | Instituto de Economía Energética (Japón) |
| IEJE | Institut économique et juridique de l'énergie (Francia) |
| IFIAS | Federación Internacional de Institutos de Estudios Superiores |
| MIC | Ministerio de Industria y Comercio (Italia) |
| NEDO | Oficina de Desarrollo Económico Nacional (Reino Unido) |
| OCDE | Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos |
| OECE | Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas |
| OFE | Oficina Federal de la Energía (Estados Unidos de América) |
| OIE | Organismo Internacional de la Energía |
| OIW | Oesterreichisches Institut fuer Wirtschaft |
| OSZ | Oesterreichisches Statistisches Zentralamt |
| SI | Sistema Internacional de Unidades |
| UNIPEDA | Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica |

Se han utilizado las siguientes abreviaturas técnicas y especiales:

| | |
|-------------------------|---|
| BTU | unidad térmica británica |
| CFC | calor y fuerza combinados |
| Gj. | gigajulio |
| Gw/h. | gigavatio hora |
| Hj. | hexajulio |
| j. | julio |
| kcal. | kilocaloría |
| kg. | kilogramo |
| kw/h. | kilovatio hora |
| m ³ | metro cúbico |
| m ³ + kcal. | metro cúbico o kilocaloría |
| Mj. | megajulio |
| n.e.p. (en los cuadros) | no especificado en otra partida |
| PCB | poder calorífico bruto |
| PCN | poder calorífico neto |
| Pu | plutonio |
| RMAO | reactor con moderador de agua ordinaria |
| RMAP | reactor con moderador de agua pesada |
| RRR | reactor reproductor rápido |
| t. | tonelada |
| Tcal. | teracaloría |
| Tj. | Terajulio |
| TBC | toneladas de equivalente en carbón |
| TEP | toneladas de equivalente en petróleo |
| Th | Torio |
| U | Uranio |

I. ESTADISTICAS DE LA ENERGIA Y OTRAS ESTADISTICAS

A. Algunas diferencias importantes

1. A primera vista las estadísticas de la energía pueden parecer una rama como cualquier otra de la amplia esfera de los datos económicos, habiendo otras ramas que se ocupan de las estadísticas de sectores como la agricultura, el hierro y el acero, los transportes, la distribución y la fuerza de trabajo. De hecho, las estadísticas de la energía tienen sus características distintivas propias que sólo comparten en parte algunas otras ramas de los datos económicos. En tanto que muchas otras industrias suministran su producción a casi todos los demás sectores industriales de la economía, solamente algunas de ellas, como la de productos químicos, la de productos metalúrgicos, la del papel e impresión, y las industrias energéticas en conjunto, proporcionan la parte principal de su producción a todas las demás industrias, así como a todas las categorías de consumidores finales en el sentido que éstos tienen en las cuentas nacionales (véase el capítulo II). Las características de la producción de la industria energética son más heterogéneas que las de los componentes de la producción de cualquier otra industria, salvo la de productos químicos; la producción de la industria energética incluye sustancias sólidas, líquidos, gases y electricidad, y el único rasgo común es que todos ellos pueden producir calor. Difieren en alto grado entre sí en lo tocante a la facilidad con que pueden utilizarse para producir, no solamente calor, sino también luz o fuerza motriz. También difieren mucho en cuanto a la facilidad con que pueden ser almacenados, transportados, controlados y utilizados. Pueden transformarse de uno a otro en ciertos sentidos, pero únicamente a un costo considerable. Pueden sustituirse entre sí por breve tiempo y en distinto grado, según los usos a que se destinen y las existencias de equipo que permita aprovecharlos. La cantidad de energía existente en una determinada fuente energética que es convertida efectivamente en calor o trabajo útil depende de la eficiencia del dispositivo, máquina o proceso con el que se hace la conversión, y esa eficiencia varía mucho según los usos y puede diferir, en el caso del mismo uso, entre distintos usuarios. En cierto modo, el sector de la energía, en sus aspectos de producción y utilización, es más análogo a la agricultura que a otras actividades económicas. En ambos sectores de muchos países en desarrollo, la producción y el uso propio fuera del mercado son más importantes que las corrientes que pasan por éste. Los productos energéticos (por ejemplo, la leña y la energía hidráulica) pueden no ser típicos en economías predominantemente de mercado, pero la energía obtenida, por lo común en forma de calor o potencia mecánica, podrían haberse obtenido, en circunstancias diferentes, de, por ejemplo, el carbón o el petróleo. Al estudiar las industrias generadoras de energía también deben tenerse en cuenta los productos no energéticos que también fabrican.

2. En el sector manufacturero considerado en conjunto, la producción de un artículo determinado suele estar concentrada en un pequeño número de industrias; es más, las industrias se definen, por lo común, en función de las características de su producto principal. El sector energético genera un tipo especial de producto (electricidad) como "producto secundario", en escala significativa, en una amplia gama de industrias ajenas a aquélla de la cual constituye el "producto principal" (es decir, la industria del abastecimiento público de electricidad). Gran parte de esa electricidad de "producción propia" la utilizan las industrias que la generan, pero una parte de ella se vende también al sector de abastecimiento público. Además, gran parte de esta autogeneración por las industrias se realiza mediante sistemas mixtos de calor y energía (que suministran electricidad y recuperan al mismo tiempo vapor de agua). La mayor parte del vapor lo utiliza la industria que lo produce, pero una pequeña cantidad puede venderse a los establecimientos cercanos

de otras industrias o para la calefacción de distritos urbanos. A veces, el propio insumo de vapor para un proceso industrial se obtiene del calor emitido en un proceso de alta temperatura del mismo establecimiento, y de esta forma se reduce la cantidad total de energía que debe adquirirse. En algunas industrias, tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo, el vapor o el calor se genera mediante la combustión de los productos de desecho del proceso de fabricación (por ejemplo, residuos de la madera o bagazo). Estas actividades generadoras de energía fuera de las industrias energéticas (tal como se entienden éstas en sentido restringido) plantean problemas cuando se trata de definir los límites del sistema que deben abarcar las estadísticas de la energía. El problema lo complica aún más el hecho de que el calor generado en la industria de productos químicos mediante reacciones exotérmicas puede recuperarse y utilizarse para la generación de vapor, o para otros fines. Ese calor es un producto energético secundario derivado de insumos de materias primas químicas no energéticas.

3. Las estadísticas de la energía ilustran más claramente que muchos otros sectores de los datos económicos una amplia gama de problemas conceptuales, de los cuales solamente algunos se presentan en la mayoría de los demás sectores. Esas estadísticas tienen mucho en común con las cuentas nacionales. Con frecuencia, como se verá en el examen subsiguiente que se hace en el presente trabajo, no hay una respuesta evidente - ni una que sea la única correcta - a la cuestión de cómo medir una cantidad o sumar dos o más tipos de existencias o corrientes. Muchas veces es necesario aceptar una norma aceptable acerca de la manera de resolver un problema. A veces distan mucho de ser evidentes las ventajas entre dos o más soluciones posibles. En ocasiones puede incluso ser conveniente adoptar dos normas al mismo tiempo, aun cuando este procedimiento produzca dos totales o subtotales distintos que entrañen dos bases diferentes para tratar, en el análisis, una o varias cifras.

4. Otro rasgo más significativo que surge al examinar los fundamentos de las estadísticas de la energía es la importancia de tratar de comprender los principios conceptuales que deberían aplicarse en determinados casos, a fin de que haya siempre coherencia, y de reconocer al mismo tiempo - como en otras esferas analíticas - que puede ser insignificante la importancia cuantitativa de no aplicar estrictamente el principio requerido. Con todo, es importante reconocer en tales casos que se está optando decididamente por no aplicar un principio.

B. El cambio en la tendencia principal desde 1973

5. La estructura cambiante del suministro de distintas fuentes de energía - en particular, el petróleo y el gas natural - en los últimos 25 años y la variación inducida de las modalidades de utilización de esas diversas fuentes, unidas a la interacción de la oferta y la demanda, han dado lugar a grandes cambios en las dimensiones y la conformación de las industrias energéticas nacionales y del comercio internacional de distintos tipos de combustibles. Por ello, no es sorprendente que hayan diferido en alto grado, entre los distintos países, el ámbito, el alcance y la calidad de las estadísticas de la energía. Estas suelen partir de conjuntos independientes de los datos necesarios para la explotación de determinadas industrias generadoras de energía. Las estadísticas sobre la electricidad y, hasta fecha reciente, las relativas al gas producido por las fábricas de gas condujeron necesariamente a que se rebasaran en cierto grado los límites de los distintos combustibles, ya que cada uno de esos sectores dependía de dos o varios insumos

para generar el producto correspondiente. No obstante, y a causa del largo tiempo requerido para construir una nueva central eléctrica, o una nueva refinería, por un lado, y para la producción de más electricidad o más productos petrolíferos por otro, y también a causa de la relativamente larga vida útil de esas instalaciones una vez construidas, las decisiones para realizar las inversiones correspondientes exigían al mismo tiempo hacer proyecciones de la demanda futura total de energía y pronosticar la parte del mercado que correspondería a la producción de la industria en la que se consideraba la posibilidad de invertir. Sin embargo, aparte de esas decisiones de inversión, antes de que ocurriera la crisis energética de 1973 se sentía relativamente poco interés, en los planos nacional o internacional 1/, por otras estadísticas detalladas en las que se relacionaran entre sí las distintas formas de energía y se siguiera la trayectoria de los suministros desde su origen en la producción interna o las importaciones, pasando por la transformación en formas derivadas de energía, hasta el consumo final de las formas primarias o derivadas de ella.

6. Los acontecimientos de 1973, con la reducción de los suministros de petróleo y la decuplicación del precio de los crudos despertaron de repeten nuevo interés por este combustible, en el contexto de la energía en conjunto. Las preguntas que exigían una respuesta eran las siguientes: ¿Qué importancia tenía el petróleo? ¿Cuáles eran los efectos directos e indirectos del aumento del precio de ese combustible sobre los precios de los distintos productos industriales? 2/ ¿En qué medida podrían utilizarse mejor los combustibles de todo tipo o emplearse en menor proporción, para que se requiriera, entre otros combustibles, menos petróleo importado? ¿Cuáles eran las perspectivas futuras de las reservas de petróleo en las zonas tradicionales donde se producía éste, y qué posibilidades económicas ofrecía la exploración y producción en las zonas que hasta entonces no se consideraban fuente probable de crudos? ¿Qué efectos probables sobre los mercados de capital y la estructura empresarial tendría la realización del gran volumen de inversiones requerido? ¿Qué tipo de actividades de investigación y desarrollo sería más conveniente realizar para conseguir otras fuentes posibles de energía que no fueran petrolíferas? ¿Cuáles eran los obstáculos económicos y tecnológicos con que se tropezaba para aprovechar parte de la energía eólica, de las olas, de las mareas y de los rayos solares? ¿A qué ritmo deberían utilizarse las reservas de petróleo recién descubiertas en la plataforma continental de la parte noroccidental de Europa? ¿A qué ritmo deberían explotarse las actuales minas de carbón y excavar nuevos pozos? ¿Qué aportación al abastecimiento total de energía podría o debería hacer la electricidad nuclear?

7. A causa de la creciente preocupación por el número de años o decenios durante los cuales se podrá depender de las actuales fuentes no renovables de energía, y de la atención cada vez mayor que se presta a la cuestión de la necesidad de encontrar fuentes alternativas de energía y de estudiar los medios para utilizar mejor las fuentes actualmente disponibles, los analistas de cuestiones energéticas y los que se ocupan de la política en materia de energía han dejado de interesarse por los problemas de determinadas industrias energéticas para concentrarse en el que plantea

1/ Una excepción a este respecto fue el interés demostrado por la OECE (Luxemburgo) y, en fecha más reciente, por la OCDE, cuando prepararon el trabajo titulado "Energy prospects to 1985" (1975) (Perspectivas energéticas hasta 1985).

2/ Véase, por ejemplo, NEDO (1974a y 1975).

la evaluación de las posibilidades futuras de suministro y utilización de todos los tipos de energía en conjunto. Este menor interés por los distintos combustibles para pasar a considerar a la totalidad de ellos ha ido acompañado por una pérdida del interés que se sentía principalmente por la oferta, para preocuparse sobre todo de los usos a que se destinan los combustibles.

C. Análisis energético: un nuevo campo de estudio

8. Desde hace algún tiempo, algunos países (por ejemplo, los Países Bajos, Noruega y Polonia) se han interesado especialmente por el contenido energético de las manufacturas como insumo estadístico para la adopción de decisiones en relación con la gestión del sector industrial. La situación reinante desde 1973 en el sector energético mundial ha hecho que se sienta un renovado interés por lo que ha venido en llamarse el "análisis energético". Tan intensa fue la actividad de los economistas, ingenieros, físicos y estadísticos en esta esfera que, en 1974, la Federación Internacional de Institutos de Estudios Superiores (IFIAS) organizó un seminario especial 3/ para tratar de llegar a un acuerdo acerca de los conceptos y la terminología. Un año más tarde se convocó a un segundo seminario 4/ para estudiar más a fondo los puntos de contacto entre el análisis y la economía de la energía y, en particular, las cuestiones de la evaluación de la eficiencia y de la integración de los datos "energéticos" en la información económica sobre las relaciones de comportamiento.

9. Con el análisis energético se trata de determinar y cuantificar, no solamente los insumos directos de energía identificables y mensurables para un proceso o un producto, sino también los de carácter indirecto efectuados en etapas anteriores. Estos últimos pueden definirse dentro de un ámbito cada vez más amplio, partiendo de la energía utilizada para extraer, transportar y elaborar las fuentes energéticas utilizadas en el proceso de que se trate. Ese ámbito puede expandirse para que abarque los insumos energéticos que se necesitan para hacer llegar las materias primas u otros insumos no energéticos al proceso. El ámbito puede ampliarse aún más para que incluya los insumos de energía para el equipo esencial empleado en el proceso y en las industrias de las fases anteriores de producción proveedoras de bienes de capital, así como el contenido de energía de los bienes importados y exportados. Este tipo de análisis puede comenzar con la delimitación de los insumos de toda la cadena que entran en un producto o proceso dado 5/, o con la conversión en términos cuantitativos de las estimaciones del valor monetario de los insumos energéticos directos e indirectos para una amplia gama de productos o industrias, utilizando como punto de partida los datos básicos de las tablas de insumo-producto 6/. Se ha discutido mucho el valor práctico de este tipo de análisis 7/, pero no es probable que disminuya el interés por él.

3/ Véase IFIAS (1974).

4/ Ibid. (1975).

5/ Véase, por ejemplo, NEDO (1974), Chapman, Leach y Slessor (1974), y Sroczyński y Szpilewicz (1977).

6/ Véase Wright (1974) y (1975), Bullard y Herendeen (1975), CEPE (1976), Oficina Central de Estadística de los Países Bajos (1976) y Longva (1977).

7/ Véase Leach (1975), Webb y Pearce (1975), y Common (1975).

D. Encuestas sobre la utilización de combustibles

10. Un segundo sector de intensa actividad analítica y estadística es la investigación al nivel de la fábrica o establecimiento, inclusive los edificios comerciales, residenciales y del sector público, del empleo de energía según los fines (por ejemplo, calor, luz, fuerza motriz). Las industrias energéticas de algunos países estaban por supuesto interesadas en hacer proyecciones acerca de las posibilidades de aumentar las ventas de aparatos electrodomésticos que aseguraran el empleo de su propio medio energético. En algunos países se realizan encuestas periódicas entre los propietarios de aparatos electrodomésticos, pero han sido raras las encuestas sistemáticas de la utilización de combustibles según los fines. Hasta la fecha se ha tratado pocas veces de realizar encuestas sobre la utilización de combustibles o "inspecciones" energéticas de este tipo, a causa del alto costo de la reunión de datos, frente a la limitada magnitud (en términos monetarios) de las economías de combustible que se habrían conseguido, y del escaso interés por ese ahorro de gastos antes de 1975. Sin embargo, en la actualidad esas encuestas revisten considerable importancia en varios países 8/.

E. Nuevas fuentes de energía.

11. Tal vez el acontecimiento más importante de los ocurridos como consecuencia de la crisis petrolera de 1973 sea la atención que ahora se presta a las fuentes nuevas y renovables de energía. Históricamente, esas fuentes - los rayos del sol, el viento, las mareas y las olas, y las rocas calientes situadas bajo la superficie de la tierra - son más antiguas que los combustibles fósiles (pero quizás sean contemporáneas de los átomos que el hombre descompone actualmente mediante la fisión nuclear y aspira a crear merced a la fusión nuclear). Se han desplegado muchos esfuerzos en un afán por encontrar medios para reducir la ulterior destrucción de los bosques a fin de obtener leña. El estiércol podría utilizarse mejor como fertilizante que como combustible seco para cocinar y para fines de calefacción. Otras fuentes energéticas podrían ser más eficientes que las cocinas y estufas de leña y carbón vegetal. Las operaciones de secado de ciertos cultivos y de elaboración de alimentos pueden realizarse cada vez más mediante el calor y la fuerza mecánica de dispositivos movidos por la energía solar, hidráulica o eólica, con o sin electricidad como fase intermedia. El Brasil tiene un programa para el cultivo de la caña de azúcar y la mandioca como base para obtener alcohol a fin de utilizarlo en el combustible para el transporte. Fiji ha estado estudiando la posibilidad de emplear aceite tratado de coco como sustitutivo del gasóleo. México proyecta utilizar bombas movidas por energía solar para regar zonas que en la actualidad no sirven para fines agrícolas. Desde el punto de vista estadístico, estas nuevas fuentes plantean varios problemas conceptuales y prácticos que examinaremos más adelante en el presente trabajo.

F. Modelos energéticos

12. En los últimos diez años más o menos, un creciente número de organismos nacionales e internacionales, y otras organizaciones, han venido elaborando y aplicando modelos matemáticos del sistema de abastecimiento y utilización de energía como base para evaluar los probables efectos de distintas hipótesis energéticas sobre la oferta, la demanda y los precios de cada una de las principales fuentes de energía, así como el alcance y las consecuencias probables de distintas formas de generación de electricidad para otras formas de suministro y uso de energía. Cada vez es más

8/ Véase Confederation of British Industry (CBI) (1975) y Departamento de Energía del Reino Unido (1976 y 1977).

importante para los gobiernos, y para otras entidades y personas que se ocupan de estos problemas, poder comparar los resultados de distintas investigaciones y evaluaciones, especialmente en el plano internacional. Es lógico que difieran las hipótesis de los distintos investigadores, pero en principio, los datos y las normas básicos deben ser comunes a todas esas actividades. Este acuerdo acerca de los datos básicos se refiere, no sólo a la coherencia interna de cualquier cuenta de suministro y utilización de una fuente de energía determinada, sino también a la coherencia entre las distintas cuentas de combustibles de un país (de manera que, por ejemplo, el empleo de productos del carbón y el petróleo para generar electricidad esté en consonancia con los insumos de estos dos tipos de combustible utilizados por la industria de producción eléctrica durante el período contable de que se trate). En segundo lugar, es necesario que haya una coherencia cronológica en los datos correspondientes a cualquier país, y además debe haberla entre los países, tanto en un momento determinado como con el transcurso del tiempo. Esta necesidad de coherencia interna y externa se aplica, por supuesto, a las estadísticas que abarquen más de una fuente de energía, a todos los efectos analíticos y no solamente en el caso de modelos del tipo general mencionado más arriba.

G. El problema de la totalización

13. Pese a las distintas características de las fuentes de energía sólidas, líquidas, gaseosas y eléctricas, todas ellas son sustituibles en cierta medida en relación con una amplia gama de aplicaciones. Por consiguiente, es lógicamente permisible y económicamente necesario disponer de un marco contable general en el cual se puedan expresar todas esas fuentes - o al menos las que revistan importancia para el análisis - en una sola unidad de cuenta, a fin de poder seguir la trayectoria de la corriente de cada una de ellas desde su origen en el sector de producción o importación, pasando por la transformación, hasta la entrega (con esa transformación o sin ella) para la exportación o a los usuarios internos finales de la energía.

14. Es posible que el problema de la totalización sólo se plantee en forma tan compleja, fuera del sector de las estadísticas de la energía, en las esferas de la agricultura y la alimentación. En ambos terrenos - la energía y la agricultura - la solución tradicional de utilizar precios y valores no es satisfactoria para todos los fines, ya que los precios están influidos por las fuerzas del mercado y por políticas sociales y fiscales que no reflejan necesariamente los valores energéticos y otros rasgos intrínsecos de los productos involucrados. Los precios de la misma fuente de energía pueden ser diferentes para distintos usuarios o aplicaciones; también varían con el tiempo, aunque las características energéticas de los combustibles se mantienen constantes o cambian con gran lentitud. Es interesante observar que, como los sectores energético y agrícola (y alimentario) guardan relación con la energía, no es sorprendente que en ambas esferas estadísticas se haya utilizado, para algunos fines, una unidad de energía - kilocaloría - como una de las principales unidades no monetarias de cuenta.

15. También es interesante observar que fue la crisis de los suministros de energía (causada por la interferencia, durante la segunda guerra mundial, en la distribución internacional de productos agrícolas, y no en la producción) la que dio un gran impulso a la elaboración de estadísticas agregadas sobre productos agrícolas. Esa crisis dio lugar a innovaciones estadísticas; de repente, revistió gran importancia considerar todas las estadísticas alimentarias como conjuntos interrelacionados de existencias y corrientes en las cuales podía evaluarse cada tipo de alimentos en

términos absolutos, así como en relación con todos los alimentos en conjunto (en América del Norte y el Reino Unido se elaboraron, en esa época difícil, balances alimentarios globales como base para la distribución de alimentos y la programación de importaciones, y se introdujeron las encuestas por hogares como medio para vigilar los usos finales de los productos alimentarios primarios y elaborados).

H. Balances energéticos

16. En un balance energético global se consignan, en un marco contable coherente, las existencias y corrientes de todas las formas de energía, desde su origen hasta los usos finales. Ese balance proporciona una base para un análisis y una síntesis rigurosos que pueden asegurar precisamente los tipos de coherencia mencionados más arriba. La compilación de un balance energético global, aun cuando no puede reemplazar las estadísticas detalladas sobre las distintas formas de energía primaria y secundaria (véase más adelante), constituye una prueba clave de la coherencia interna y externa de los diferentes balances de productos energéticos, así como entre ellos. Ese balance es, al mismo tiempo, un marco básico para realizar análisis más amplios, cuando éstos tienen que ser más detallados, que se pueden incorporar fácilmente en el propio balance básico.
17. En el caso de los países con una economía relativamente elemental y con sistemas estadísticos poco complejos, una forma condensada del balance energético global constituye una valiosa guía de los tipos y gama de datos básicos, de los cuales hay que tratar de conseguir al menos algunos al crear un sistema de estadísticas nacionales de la energía. Al mismo tiempo, los países y los institutos económicos más avanzados pueden utilizar, y utilizan, balances energéticos simplificados para presentar los resultados de sus análisis más detallados.
18. Algunos países han publicado durante muchos años balances energéticos de un tipo u otro. Otros países sólo han introducido en fecha reciente una cuenta global de suministro y utilización de esa índole; varios de esos balances se examinan más adelante. Durante más de 20 años, la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (OECE) (Luxemburgo) ha elaborado, en relación con cada uno de los seis miembros iniciales de la Comunidad Económica Europea (CEE), balances energéticos globales bastante detallados. Desde que el Reino Unido, Dinamarca e Irlanda pasaron a formar parte de la CEE, la OECE ha hecho lo mismo respecto de estos últimos países. La Oficina de Estadística de las Naciones Unidas ha publicado durante muchos años un sencillo balance global de los combustibles primarios. En 1974, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) produjo por primera vez un balance energético global de cada uno de sus países miembros que era más sencillo que el elaborado por la OECE.
19. Casi todos esos balances energéticos nacionales e internacionales podían haberse usado como fundamento para un análisis, en los planos nacional, regional o mundial, de las tendencias pasadas y de las posibilidades futuras en cuanto al abastecimiento y utilización de energía, pero los resultados hubieran sido diferentes en cada caso, debido al número de importantes diferencias en las unidades de cuenta, los coeficientes de conversión, la clasificación y las formas adoptadas para registrar las múltiples corrientes de energía de diferentes tipos para distintos usos.

I. Objetivos y alcance del presente manual

20. Evidentemente era necesario examinar todas estas prácticas nacionales e internacionales diferentes, y ello se hizo como parte de la preparación del presente manual. El objetivo inmediato de éste es promover el estudio de los principales problemas, ofrecer directrices acerca de diversas normas y conceptos, e identificar ciertas esferas que no pueden delimitarse cabalmente, a fin de lograr unas normas armonizadas hasta que se sepa más acerca de la probable evolución futura de la tecnología energética.

21. Se reconoce que muchos compiladores y usuarios de balances energéticos pueden estar poco dispuestos a introducir cambios en sus prácticas actuales, ya que, con ello, las innovaciones estadísticas pueden significar, aunque no necesariamente, cierta discontinuidad. Esa renuencia no debe disuadir a los usuarios y elaboradores de estadísticas de la energía de adoptar, de común acuerdo, el máximo de normas, prácticas, marcos, clasificaciones y unidades de cuenta, para su utilización en las comparaciones de carácter internacional y para su publicación por las organizaciones internacionales.

22. La adopción de un sistema internacional uniforme convenido no impediría que los países se desviaran de las normas de tal sistema en sus propias estadísticas nacionales, por razones apropiadas y suficientes, pero permitiría lograr que hubiera una base internacional comúnmente aceptada para hacer comparaciones de las estadísticas nacionales con muchos fines. En el sector de la energía probablemente más que en cualquier otro contexto, ningún país es ya una isla - suponiendo que lo fuera alguna vez - y las comparaciones internacionales forman parte inevitable de los estudios nacionales e internacionales sobre el insumo tal vez más importante, aparte del esfuerzo humano, que entra en la actividad económica.

23. En el presente manual se considera, no solamente lo que es conveniente en términos estadísticos respecto de las fuentes de energía que en la actualidad revisten importancia, sino también la forma en que pueden adaptarse las fuentes nuevas y renovables de ella en el marco contable propuesto. Como ya se ha indicado, en el manual se examina la forma en que podría simplificarse un marco contable normalizado sin afectar su estructura esencial, para que pueda ser utilizado por los países cuya economía energética y cuyo sistema estadístico siguen siendo relativamente sencillos.

24. El presente manual se ocupa fundamentalmente de los problemas conceptuales, de clasificación, de cuentas y de medición, en materia de producción, conversión y utilización de energía, en unidades físicas o energéticas de algún tipo. No se consideran en él los problemas estadísticos que plantean la definición y medición de las reservas y recursos de energía, así como de sus precios o valores monetarios, salvo en la medida en que tales problemas se plantean en los puntos de contacto entre las cuestiones de que se ocupa el manual y las demás esferas conexas de estudio.

25. Una ventaja bastante importante de adoptar un marco o modelo para los balances de productos energéticos y para los balances energéticos globales sería que se llegaría a un acuerdo entre las principales organizaciones internacionales acerca de un conjunto armonizado de cuestionarios sobre la energía, de manera que los países sólo tendrían que llenar ese conjunto una sola vez. Así, los miembros de la CEE proporcionarían información una sola vez a la OECE (Luxemburgo), y los mismos datos

se enviarían a la OCDE (París) y a la Comisión Económica para Europa (CEPE) en Ginebra, la cual también recibiría del Consejo de Asistencia Económica Mutua (CAEM) (Moscú) las cifras correspondientes a los países miembros de esta organización; la CEPE transmitiría a la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas (Nueva York) las cifras relativas a todos los países miembros, y esta Oficina recibiría a su vez cifras análogas de sus otras oficinas regionales en relación con los países miembros de las respectivas regiones. Ello no solamente permitiría evitar la situación actual, en la cual el escaso personal estadístico y los demás recursos limitados se dedican a las tareas relacionadas con la contestación por la mayoría de los países de dos o más cuestionarios diferentes con distintas unidades y normas, sino que también aseguraría la coherencia entre los datos publicados por diferentes organizaciones internacionales con arreglo al sistema internacionalmente convenido de cuentas energéticas. No cabe duda de que ello redundaría en beneficio de todos los que se ocupan del análisis y los problemas de política energéticos en los planos nacional e internacional.

II. IDEAS BASICAS

A. Significado de "energía"

26. El término "energía" y la expresión "estadística de la energía" se han utilizado sin haber sido definidos. Antes de seguir adelante, tal vez convenga tratar de ser más preciso acerca de su significado. Por "energía" se entiende la capacidad para realizar trabajo o producir calor; se puede considerar que la energía es "trabajo almacenado". El calor producido puede ser tan intenso que emita luz. A los efectos de la presente sección, el calor, la luz, la fuerza motriz y las transformaciones químicas inducidas por la electricidad, o que producen ésta, abarcan en medida suficiente la gama de las manifestaciones de la "energía". Las fuentes combustibles energéticas pueden convertirse en energía mecánica (o fuerza motriz) ^{9/}, con o sin transformación subsiguiente en electricidad. La energía mecánica y la electricidad pueden derivarse también de la energía cinética de una masa de agua que pasa de un lugar a otro (de una presa, en un río, entre mareas o entre olas), o de una masa de aire que pasa de una zona de altas presiones a una de bajas. El calor puede producirse mediante la combustión o la fisión de un combustible adecuado, la compresión de un medio líquido o gaseoso adecuado, el paso de la electricidad a través de un material apropiado o la captura de los rayos del sol, y obtenerse también de las rocas calientes situadas bajo la superficie de la tierra, o de ciertos procesos químicos exotérmicos distintos de la combustión (un proceso exotérmico es uno que produce calor. Un proceso endotérmico es uno que lo absorbe).

27. Cada una de las fuentes de energía tiene ventajas y desventajas propias. Los combustibles fósiles y fisionables, así como el agua, pueden ser almacenados con bastante facilidad. Por su naturaleza, la energía geotérmica está acumulada en su lugar de origen subterráneo, hasta que es liberada. La energía solar, eólica y undimotriz no puede ser almacenada, pero - dejando de lado la fotosíntesis de la luz solar - todas las fuentes energéticas pueden transformarse en una forma que sea almacenable, como el agua bombeada hasta una altura desde la cual puede fluir posteriormente a través de una turbina, a fin de poder extraer, al menos cierta proporción de la energía inicial. Las fuentes líquidas y gaseosas de energía son particularmente fáciles de transportar (por oleoductos o gaseoductos, o con tanques transportables), y, por supuesto, los combustibles sólidos también pueden transportarse con facilidad en camiones (y, si se pueden fluidificar en alguna forma apropiada, también por oleoducto). La electricidad es la fuente de energía que ofrece menos dificultades de todas para transportarla, controlarla y utilizarla para una gran diversidad de fines, pero, al menos en la actualidad, no puede almacenarse fácil y económicamente como tal en grandes cantidades.

28. Se ha solido hacer referencia a las fuentes de energía que se encuentran en forma natural, como el carbón, el petróleo bruto y el gas natural, con el nombre de "combustibles primarios", y a los derivados de ellos, como el coque, los productos petrolíferos y el gas fabricado industrialmente, con el de "combustibles secundarios" (actualmente cabe agregar a la lista de combustibles primarios las materias fisionables). En una definición más formal se indicaría que los combustibles primarios no se derivan de ninguna fuente de energía. Tanto los combustibles primarios como los secundarios pueden convertirse en electricidad, y cabría argüir que, por lo tanto, ésta debería recibir el nombre de "combustible terciario". Toda esta terminología parece ser complicada en exceso y se plantea la dificultad de que la electricidad como tal no es un combustible, sino una forma de energía que puede producirse por diversos medios, aparte de la combustión de los carburantes fósiles (por ejemplo, a partir de la energía hidráulica o la luz solar).

^{9/} En sentido estricto, "fuerza" es la tasa por unidad de tiempo a la cual se suministra energía o se realiza trabajo.

29. Una alternativa sería hacer una distinción entre "portadores de energía" o "fuentes de energía", por una parte, y "energía", por otra. Con esta terminología, la electricidad constituye una forma de energía y todas las demás formas - calor, luz, fuerza motriz - se obtienen de la combustión, la fisión o la captura de fuentes energéticas. La designación "fuente de energía" podría aplicarse perfectamente, no sólo a las materias fósiles y fisionables, sino también a las rocas calientes y a las fuentes renovables (las radiaciones solares, el viento, el agua corriente o retenida en un lugar apropiado, y la biomasa). Sin embargo, las estadísticas sobre el suministro y la utilización de energía se refieren en general a las cantidades de ésta que pueden obtenerse de cada fuente, y, por lo tanto, conviene definir la energía obtenida de fuentes primarias como energía primaria y todos los demás tipos de ella como secundaria. Sin embargo, cabe señalar que "secundaria" no significa que sea de "menor calidad", pues, por el contrario, es en muchos casos mucho más útil que la energía primaria de la cual se deriva.

RECOMENDACIONES:

- 1) La expresión "energía primaria" debería utilizarse para designar las fuentes que únicamente implican extracción o captación, con o sin separación del material contiguo, depuración, o clasificación para que la energía contenida en la fuente respectiva pueda convertirse en calor o trabajo mecánico.
- 2) La expresión "energía secundaria" debería utilizarse para designar todas las fuentes energéticas resultantes de la transformación de fuentes primarias. El término "combustibles" sólo debería emplearse al describir las fuentes de energía, independientemente de que sean primarias o secundarias que deben someterse a un proceso de combustión o fisión para liberar la energía contenida en ellas a fin de utilizarla.

30. A fin de completar el cuadro, se mencionan en esta etapa otros dos conceptos, aunque algunos aspectos de ellos se tratan con más detalle más adelante. Por extensión de la idea de que la energía primaria no se deriva de ninguna otra forma de energía (y, por definición, pasamos por alto los insumos directos e indirectos energéticos que entran en los procesos de extracción, preparación y transporte de las fuentes de energía primaria), las importaciones y la reducción de existencias destinadas a las fuentes secundarias equivalen, en relación con cualquier país, a un aumento de la energía primaria a disposición de éste. El aumento de las exportaciones (y de los depósitos de combustible), así como de las existencias es un "incremento negativo". Así pues, el comercio neto y las variaciones de las existencias de energía secundaria son equivalentes, en general, a los cambios en los suministros de energía "primaria" desde el punto de vista del país interesado y pueden designarse apropiadamente como "equivalentes de energía primaria".

RECOMENDACION:

- 3) Las importaciones, las exportaciones y las variaciones de las existencias de energía secundaria deberían tratarse en un balance energético de la misma manera que las variaciones del suministro y empleo de energía primaria. Estas corrientes de energía secundaria deberían expresarse en equivalente de energía primaria. Los depósitos de combustible deberían tratarse de la misma manera, como parte de las corrientes de "equivalente de energía primaria".

31. El segundo concepto surge de las consideraciones que se formulan a continuación. Cuando se mejoran las fuentes primarias (por ejemplo, carbón, petróleo o gas natural) para convertirlas en fuentes secundarias más adecuadas o, para muchos fines, más útiles (por ejemplo, coque, gasolina o electricidad) en las industrias de transformación de energía (hornos de coque, refinerías de petróleo o centrales eléctricas), se utilizan o pierden en el proceso importantes cantidades de la energía primaria. En el caso de la generación de electricidad que no sea hidráulica, esa pérdida representa alrededor de dos terceras partes de las fuentes primarias que entran en el proceso y es descargada en la atmósfera como calor residual. Estas emisiones son significativas para los estadísticos del sector del medio ambiente, para quienes constituye una forma de contaminación atmosférica, así como para los economistas especializados en energía, para quienes representa una fuente de calor de baja temperatura potencialmente recuperable.

32. Independientemente de lo que ocurra con este calor no aprovechado, la energía que contiene representa el costo energético 10/ de obtener la cantidad deseada de energía secundaria. Aun cuando únicamente el coque, los productos derivados del petróleo o la electricidad son suministrados a un usuario final y consumidos por éste, su demanda sólo puede atenderse proporcionándole, como insumos para la industria de transformación, la energía primaria y secundaria requerida por ella. Esta cantidad representa el valor energético total de una o varias fuentes derivadas de energía en función de un insumo de energía primaria (o su equivalente en combustibles fósiles). Indica también el volumen de energía que se necesitaría (de hecho, o a partir de una hipótesis dada) como insumo energético directo, para el proceso de transformación a fin de producir una cantidad dada de energía secundaria. Más adelante nos referiremos a la cuestión de las hipótesis.

33. Definido de este modo, el costo de la energía directa es relativamente reducido en el caso de la producción de combustibles sólidos, productos petrolíferos y gases manufacturados, y se hace caso omiso de él en algunos balances energéticos ascendentes 11/, pero lo que reviste más importancia desde el punto de vista conceptual es el equivalente en combustibles fósiles de la electricidad nuclear, y geotérmica, así como de la hidroelectricidad 12/.

B. Significado de "estadísticas"

34. La expresión "estadísticas de la energía" parece implicar, con excesiva simplicidad que las cifras que abarcan representan, en todos los casos, hechos bastante objetivos y fácilmente determinables. Ello no es así. La producción de carbón y la generación de electricidad, expresadas en sus propias unidades naturales (por ejemplo toneladas métricas en el caso del carbón y kilovatios hora en el caso de la electricidad), pueden ser hechos fácilmente cuantificables. Sin embargo, la finalidad de un balance energético global es presentar en una sola cuenta de suministro y utilización las existencias y corrientes de las distintas formas de energía. Ello significa que es necesario seleccionar alguna unidad común de cuenta, y ello a su vez plantea

10/ En términos estrictos este calor sólo contiene el costo energético directo. Existen también todos los insumos indirectos de energía para los procesos de extracción, preparación, transporte y transformación. Véase el capítulo I, sección C.

11/ Véase el capítulo V, sección D. El Organismo Internacional de la Energía utiliza el equivalente en petróleo bruto de los productos petrolíferos como concepto operacional al aplicar las disposiciones relativas a las reservas y asignaciones de emergencia del Acuerdo Internacional sobre la Energía.

12/ Véanse los capítulos IV, sección C, y V, sección C, párrs. 11 y 12.

las cuestiones de los coeficientes de conversión y los métodos que hay que utilizar para expresar una unidad natural de cada tipo de combustible en función de la unidad de cuenta común.

35. Aun cuando la cantidad de carbón producida es un hecho poco ambiguo cuando se expresa en toneladas, puede convertirse en un dato estadístico muy subjetivo cuando se expresa en términos de su equivalente en petróleo (e incluso cuando se expresa en términos de su equivalente en carbón), según la norma que se adopte al hacer la conversión. Incluso cuando se exprese en función de unidades aparentemente más objetivas, como teracalorías o, con arreglo al SI 13/, terajulios, la objetividad aparente puede ser más subjetiva que lo que cabría esperar a primera vista. El carbón dista mucho de ser un producto homogéneo en ningún país, y el contenido energético de una tonelada de este combustible puede variar considerablemente de una capa a otra, e, indudablemente, de una mina a otra. Para ciertos fines, como por ejemplo, para dar una idea general de la situación o las perspectivas energéticas, tal vez no haya razón para desviarse de la sencilla proposición aritmética de que todas las toneladas de carbón tienen igual valor energético. Si, para expresar éstas en términos de terajulios, el método que se toma consiste en utilizar una sola cifra media para el contenido energético de una tonelada de carbón, las operaciones aritméticas no ofrecen dificultades, pero, por supuesto, el verdadero contenido energético del carbón dependerá de las distintas calidades del combustible dentro del volumen total. Este total expresado en terajulios no es un dato estadístico tan objetivo como el tonelaje inicial de carbón. Se trata en este caso de un ejemplo particular de la distinción entre una unidad de cuenta, por un lado, y el procedimiento para llegar a esa unidad, por otro. Más adelante volveremos a examinar la cuestión de las unidades, los coeficientes de conversión y los métodos.

C. Razones por las que se necesitan estadísticas de la energía

36. Ya se han puesto de relieve los cambios en las tendencias principales seguidas por los analistas de la energía que han tenido lugar, en general, desde el comienzo del decenio de 1970, y los nuevos sectores de interés para los que se ocupan de la política energética. Antes de seguir adelante conviene examinar una vez más algunas de las repercusiones estadísticas de varios de los problemas económicos y de política que son ahora objeto especial de debate público. Estas pueden resumirse de la manera siguiente:

| <u>Tema</u> | <u>Problemas estadísticos</u> |
|--|---|
| a) Agotamiento de las reservas de combustibles fósiles | Coherencia entre los conceptos utilizados para definir los términos "reservas" y "producción" Relación entre los usos energéticos y no energéticos |
| b) Demanda futura de energía | Significado de "demanda" Relación entre combustibles comerciales y no comerciales Autogeneración industrial |

13/ Système International d'Unités (Sistema Internacional de Unidades).

| | | |
|----|--|---|
| | | Comparabilidad de los usos de la energía y la producción industrial. Sustitución de la energía animada por combustibles fósiles y otras fuentes en los transportes, el bombeo y otros usos |
| c) | Papel que desempeña la generación nuclear de electricidad | Tratamiento de los combustibles y la energía nucleares en un balance energético |
| d) | Posibilidades para economizar energía | Medición de la energía efectivamente utilizada para distintos fines, procesos y productos |
| e) | Efectos directos e indirectos de los cambios en los precios sobre las fuentes de energía | Relación entre los datos relativos al valor de la energía (y otros bienes y servicios) en las tablas de insumo-producto y los datos físicos sobre las corrientes de energía en los balances energéticos |
| f) | Protección ambiental | Forma de tratar las emisiones térmicas |
| g) | Generación de calor y fuerza combinados | Relación entre los insumos energéticos y la producción conjunta |
| h) | Repercusiones de las fuentes renovables de energía | Medición del insumo en equivalente de energía primaria |
| i) | Dependencia de las importaciones | Distintos conceptos posibles del consumo y de la dependencia de las importaciones Comercio visible e invisible de energía |

37. Esta lista podría ampliarse, pero, en su forma actual, sirve para concentrar la atención en una serie de problemas estadísticos que hay que resolver al establecer un sistema integrado de estadísticas de la energía. Cabe incluso preguntarse si un solo sistema es capaz de satisfacer estas distintas necesidades, así como muchas otras. Una respuesta negativa sería muy poco oportuna, ya que es precisamente la proliferación de sistemas de datos energéticos, normas contables, unidades y clasificaciones la que ha creado la confusión que ahora surge tan fácilmente al tratar de establecer una relación entre las evaluaciones de diferentes analistas de la energía, o entre las recomendaciones de distintos asesores de política.

38. Por supuesto, será necesario disponer de otros tipos de datos energéticos para hacer un análisis especial y para otros fines, que no encontrarán perfecta cabida en un sistema de datos básicos global, pero, en principio, la información que se utilice en tal análisis debería ser compatible con los datos del sistema básico de cuentas, balances y cuadros auxiliares relativos a la energía, y - si la información de que se trata se refiere a corrientes o existencias de energía - poder derivarse de dichos datos.

D. Costo y beneficios de los datos estadísticos

39. Por supuesto, debe haber un equilibrio (en el sentido de la relación costo-beneficio) entre el carácter completo, exacto y oportuno de un sistema de datos, así como el costo de establecerlo y mantenerlo en funcionamiento, por un lado, y el costo de los errores en las decisiones de política que se basen en un sistema que no sea totalmente perfecto. Como podrá observarse más adelante cuando se considere la "energía útil" (es decir, la energía efectivamente convertida en calor, luz o fuerza motriz útil por los usuarios finales de ella), es fácil prever renglones y columnas en un balance energético global que proporcionen, cuando se completen, información de gran interés para una categoría importante de analistas, pero puede ser muy elevado el costo de reunir la información requerida de todas las categorías de usuarios finales de energía con la exactitud necesaria, si se quiere que los datos tengan la misma precisión que la demás información del mismo balance. Hay que hacer una distinción entre los datos absolutamente necesarios y aquéllos de que convendría disponer.

40. El costo de la reunión, verificación y análisis de los datos no debería exceder de los beneficios derivados de la diferencia entre las decisiones adoptadas con esos datos y las que se tomarían sin contar con ellos. Es más fácil proclamar este principio que aplicarlo. Es difícil especificar todas las decisiones que se ven, o se verán, considerablemente influidas por la existencia o ausencia de un conjunto determinado de datos estadísticos. Es aún más difícil evaluar los beneficios o costos a largo plazo de determinadas decisiones. Este problema se ve complicado por la amplia gama de posibles límites espaciales, institucionales y sociales que cabe definir, más allá de los cuales se haría caso omiso de los costos y beneficios. Pese a todas estas dificultades prácticas, debe tenerse presente el principio básico.

E. Calidad de los datos

41. Otro desiderátum que es más fácil expresar que lograr es la determinación de la calidad de las estadísticas de la energía y de otra índole. Este problema ha sido estudiado de cuando en cuando en distintos sectores estadísticos. Es relativamente fácil asignar márgenes de error y valores conexos de probabilidad a las estimaciones hechas a partir de encuestas por muestreo debidamente diseñadas, y se puede hacer algo bastante análogo, aunque, por necesidad, menos satisfactorio, con las estimaciones obtenidas mediante encuestas especiales y censos parciales (inclusive las respuestas incompletas a lo que se proyectaba que fuera un censo total).

42. En principio, las cifras registradas de las existencias o corrientes de insumos para las propias industrias energéticas y sus principales clientes industriales (como el sector siderúrgico o el de productos químicos), y de la producción de ambas categorías de industrias, deben ser bastantes exactas, pero, como se verá en el capítulo siguiente, mucho depende de la definición que se dé a una corriente o unas existencias determinadas. Dos conjuntos de datos estadísticos sobre la misma cuestión pueden obtener una alta puntuación en cuanto a exactitud, pero una baja en cuanto a comparabilidad.

43. La verdadera dificultad se presenta al elaborar una cuenta completa de la oferta y consumo de cualquier fuente de energía y, a fortiori, cuando se incorporan dos o varias de esas cuentas en un balance energético global. Este tipo de balance, independientemente de que se refiera a las distintas fuentes energéticas por separado o a todas las fuentes de un sistema determinado, incluye elementos interdependientes

de muy distinto grado de fiabilidad y puede resultar casi imposible asignar márgenes de confianza a los datos agregados. Con todo, no debe considerarse que esas dificultades son barreras insuperables al progreso, sino obstáculos que hay que superar. Incluso si no se pueden evaluar los distintos márgenes de confianza de cada componente de un agregado, vale la pena estudiar la sensibilidad que tienen las cifras agregadas a los errores hipotéticos de sus principales componentes. Tal estudio podría aclarar en alto grado la fiabilidad de las tasas estimadas de variación y las proporciones porcentuales respecto de las cifras totales.

RECOMENDACION:

- 4) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística deberían considerar seriamente la posibilidad de evaluar la sensibilidad que tiene cada una de las principales cifras agregadas que publiquen en sus estadísticas de la energía a los errores de, por ejemplo, más y menos 5% o 10% respecto de los componentes menos fiables de tales cifras.

F. Características esenciales de los balances energéticos

44. Todo sistema de cuentas de la energía debe basarse en la primera ley de la termodinámica, que dice que la cantidad de energía de cualquier sistema cerrado es fija, y que no puede aumentarse ni disminuirse a menos que se introduzca o se haga salir energía de él. Todo balance de una fuente de energía (por ejemplo, carbón), o de un conjunto de ellas que estén estrechamente relacionadas entre sí (por ejemplo, los productos derivados del petróleo), constituye un balance de productos energéticos. En éste figurarán el origen (producción, importaciones, disminución de las existencias) y los usos (exportaciones, aumento de las existencias, insumos que entran en la transformación en otra fuente de energía, usos no energéticos, consumo final), medidos, como mínimo, en las unidades originales (por ejemplo, toneladas) correspondientes a la fuente de que se trate. Puede basarse también, o alternativamente, en una unidad energética (por ejemplo, la kilocaloría o el terajulio). Sin embargo, un balance de productos energéticos no indicará la producción de energía secundaria (por ejemplo, electricidad) resultante de la transformación de la fuente a la que se refiera ese balance concreto. Por lo que se refiere a ese balance, la transformación no es sino uno de los diversos usos de la fuente energética en cuestión. En el capítulo V se examina el orden de colocación más conveniente de los diversos elementos del balance. En el anexo VI se considera, en forma más detallada, la cuestión de la compilación de los datos básicos.

45. Un balance energético global es una cuenta de la oferta y el consumo que indica (idealmente en un solo cuadro) el origen y las aplicaciones de todas las fuentes de energía empleadas en un país determinado durante el año (también puede tratarse de otro intervalo de tiempo). En el balance deben figurar necesariamente todas las formas de energía en una unidad común de cuenta, y se ha de indicar también la relación existente entre los insumos que entran en las industrias de transformación de energía y la producción de éstas. En el capítulo V se mostrará que el orden más conveniente de los distintos renglones no es exactamente el mismo que el más apropiado para un balance de productos energéticos. En ese capítulo se examinan otras unidades de cuenta posibles.

46. El sistema debe ser lo más completo posible dentro de los límites externos que se hayan definido. En principio deben figurar en él todas las reservas y corrientes de las formas de energía que existan, y debe ser posible registrar, sin alterar las normas aplicables, las fuentes energéticas futuras conocidas, como la solar, la

mareal, la undimotriz, la eólica y la de biomasa. No obstante, para fines de política, puede ser mejor disponer de un balance incompleto que carecer absolutamente de balance. En principio, el sistema no debe entrañar duplicaciones, pero sí indicar todos los tipos importantes de suministro y uso de la energía. En él deben figurar explícitamente las corrientes de calor no aprovechado que entren en el medio ambiente. Oportunamente, el sistema debe ser capaz de mostrar las corrientes de energía que procedan del medio ambiente como consecuencia de la introducción y el uso generalizado de bombas de calor. En principio, también debe ser compatible desde el punto de vista conceptual con otros análisis económicos, como las cuentas nacionales y, en particular, las tablas de insumo-producto.

47. En cierta medida, en estas consideraciones se simplifica excesivamente el cuadro. Aun cuando hay que evitar las duplicaciones porque conducen a interpretaciones erróneas y a confusión, deben buscarse en la medida en que ayuden a comprender mejor las corrientes de diferentes tipos de energía en distintas partes de la economía, o entre ellas (por ejemplo, las corrientes en ambos sentidos entre las refinerías y las fábricas de productos químicos relacionadas con ellas, y la reutilización por las refinerías de petróleo de los lubricantes recuperados). Aunque tal vez no sea siempre posible una plena comparabilidad conceptual entre las estadísticas de la energía y otras estadísticas económicas, porque ambos tipos de datos pueden necesitarse para fines muy diferentes, es necesario aclarar la relación conceptual entre los dos tipos de información (por ejemplo, mediante algún tipo de cuadro de transición).

48. Se pueden utilizar una o varias unidades de cuenta - y volveremos a referirnos a este aspecto más adelante -, pero se puede crear gran confusión y hacer perder mucho tiempo a los lectores si, en las estadísticas de la energía que se publiquen, se proporciona insuficiente información acerca de las unidades que se utilizan.

RECOMENDACION:

- 5) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística, y los organismos que las asesoran o que realizan trabajos para ellas, deberían definir claramente en todos los casos las unidades de cuenta o de presentación utilizadas en los análisis que publicaran. También deberían indicarse los coeficientes de conversión y las operaciones realizadas para convertir las unidades físicas originales en la unidad o unidades de cuenta comunes, o bien deberían citarse las fuentes publicadas de fácil acceso donde pudieran encontrarse. También debería aclararse si las unidades de energía se definen en función del poder calorífico bruto o neto (véase también el capítulo IV, sección G).

49. Sea cual fuere la forma de presentación (en el sentido del orden en que se hacen figurar determinadas existencias, corrientes, origen y usos de la energía), en un balance energético global se deben indicar, como mínimo, dos (e idealmente tres) niveles de medición. En primer lugar están las fuentes de energía primaria, que pueden suministrarse a las industrias de transformación energética (por ejemplo, refinerías de petróleo, centrales eléctricas, fabricantes de gas y fabricantes de combustibles sólidos) o a los usuarios finales de la energía (dentro o fuera del país de que se trate). Tradicionalmente se suele denominar a esas fuentes y corrientes

"insumos de combustible primario" 14/. En segundo lugar están las fuentes de energía, independientemente de que sea primaria o secundaria, que se suministran a los usuarios finales de ella (la expresión "usuarios finales de energía" significa todos los que la utilizan, aparte de las industrias que producen o transforman fuentes primarias de energía; se denomina colectivamente a éstas "industrias energéticas", ya que su principal actividad es la producción de fuentes primarias o secundarias de energía) 15/. Estas corrientes reciben colectivamente el nombre de "calor suministrado". Una expresión de carácter más general sería "energía suministrada". Esta última corriente no indica qué cantidad de calor, luz o potencia mecánica obtienen los usuarios finales de energía de ese suministro. Este tercer nivel de medición representa la "energía útil", pero es difícil medirla con suficiente exactitud para su inclusión como una sección normal de un balance energético global (volveremos a referirnos a este problema en el capítulo VI) 16/.

14/ De acuerdo con la terminología recomendada anteriormente, deberían denominarse "insumos de energía primaria".

15/ Los "usuarios finales de energía" incluyen la industria, los servicios de distribución y otros servicios (todos los cuales son "consumidores intermedios" en el sentido de las cuentas nacionales), así como los "usuarios domésticos" y otros "consumidores finales" en el sentido de las cuentas nacionales. La autogeneración de electricidad por la industria y la producción de gas de alto horno podrían considerarse parte de las actividades de las industrias energéticas, o una aplicación, entre muchas otras, de la energía suministrada a los usuarios finales. Este aspecto se examina más a fondo en capítulos posteriores.

16/ LA OECE (Luxemburgo) ha publicado, en relación con 1975, 1978 y 1980, balances globales de energía útil, que terminan con los usos finales de ella, indicados, a la vez, sobre la base de energía suministrada y energía útil.

III. PROBLEMAS DE DELIMITACION

A. Generalidades

50. En el capítulo II (párr. 36) se han enumerado varios temas de política y análisis energéticos, así como cierto número de problemas estadísticos que surgen al examinar esos temas. En el presente capítulo examinaremos más detenidamente esos problemas, las opciones que ofrecen y la interdependencia entre las soluciones posibles y las cuestiones prácticas para las cuales son necesarios los datos estadísticos. Como ya se ha señalado, con frecuencia no hay un único método estadístico que permita satisfacer todas las necesidades. Al mismo tiempo, es menester tratar de llegar a un acuerdo acerca de un marco contable básico y bastante completo que sirva como modelo, que tal vez haya que complementar, o bien desviarse de él, en forma claramente reconocida y para fines concretos y claramente aceptados.

51. En las secciones siguientes se consideran dos amplias categorías de problemas de delimitación. En primer lugar están los límites posibles del sistema de datos energéticos en conjunto. En segundo lugar, hay algunos problemas de delimitación entre varias existencias y corrientes dentro del sistema global de datos. En la sección F del capítulo IV se estudia la relación entre el comercio visible e invisible de energía.

B. Los límites del sistema

1. Corrientes energéticas y no energéticas

52. Algunas fuentes de energía primaria (por ejemplo, el carbón y el gas natural) y algunas derivadas de ellas (por ejemplo, la nafta) pueden utilizarse como combustibles o como materias primas para fabricar productos petroquímicos. Algunos productos petrolíferos (por ejemplo el asfalto, los lubricantes y las ceras) no se usan de ordinario como combustibles. El coque de petróleo se suele utilizar como materia prima no energética para la industria, pero en algunos países también se emplea como combustible para refinerías. Normalmente, en la mayoría de los balances energéticos actuales (véase el capítulo V) la utilización para fines no energéticos de los productos petrolíferos (y, a veces, el gas natural) se registra explícitamente y se distingue del uso energético de fuentes primarias y secundarias de energía.

53. Por desgracia, este método no soluciona del todo el problema. La mayoría de los procesos químicos en los cuales sirven como materia prima los hidrocarburos permiten obtener subproductos combustibles y la mayor parte de éstos se emplean para producir parte del calor requerido para esos procesos. Además, en otros sectores de la industria de productos químicos, como por ejemplo, el de fabricación de ácido sulfúrico y ácido nítrico, los procesos químicos exotérmicos, que no tienen ningún insumo calorífico, producen calor. Parte de este calor, que tiene el carácter de subproducto, se aprovecha para producir vapor a fin de generar fuerza motriz para su uso directo, o, mediante la generación de electricidad, como medio para distribuir esa fuerza a otros lugares de la fábrica; también se puede utilizar para suministrar vapor como medio para distribuir calor para los procesos o para la calefacción de locales en las instalaciones. Parte del coque de los altos hornos sirve como materia prima química y no como combustible. También cabe afirmar que la electricidad utilizada para la electrolisis constituye una aplicación no energética de una fuente de energía, a menos que se amplíe el concepto de energía para que incluya toda la de origen químico.

54. Si se quiere que un balance abarque todos los tipos de suministro y utilización de energía, cabe argüir que hay que tratar entonces de incluir todas las formas de energía que se deriven de lo que habitualmente se consideran usos no energéticos de fuentes de energía, o fuentes no energéticas. Si por el contrario, se desea que un balance registre únicamente los usos de las fuentes primarias y secundarias de energía, hay que hacer caso omiso de la consumida en usos que no sean los de fuentes energéticas que aparezcan registrados; cuando se emplea el marco contable constituido por un balance energético como base para hacer previsiones, o como medio para presentar los resultados de las que se hayan hecho, las cifras estrictamente "energéticas" reflejarán implícitamente las variaciones cronológicas de la oferta y consumo de las fuentes de energías no registradas.

RECOMENDACION:

- 6) Los balances energéticos sólo deberían abarcar la oferta y consumo de fuentes de energía primaria y secundaria, con una clara indicación del empleo de esas fuentes para fines no energéticos.

2. Fuentes comerciales y no comerciales de energía

55. Se considera de ordinario que las fuentes no comerciales de energía abarcan sobre todo productos como la leña, los desechos de la caña de azúcar (bagazo) y el estiércol seco. Estos productos - algunos de los cuales son, de hecho, objeto de comercio en las ciudades y pueblos de algunos países en desarrollo -, junto con la fuerza motriz proporcionada por los animales de tiro y por el esfuerzo del hombre, revisten importancia a los efectos de los balances energéticos porque representan, no sólo una gran parte del consumo total de energía de esos países, sino también una demanda potencial de combustibles fósiles o electricidad del sistema de abastecimiento comercial en el futuro. Sin embargo, si se aplica ese criterio, hay otras importantes fuentes no comerciales de energía (no comerciales en el sentido de que no pasan por el mercado), que son más significativas en las regiones más desarrolladas que en las menos desarrolladas del mundo.

56. Un ejemplo de este tipo es el calor autoproducido, independientemente de que provenga de subproductos combustibles de los procesos petroquímicos o que consista en el calor exotérmico obtenido y empleado en otros sectores de la industria química. Otro ejemplo lo constituye la utilización de desechos de las industrias de la madera y el papel, y el calor recuperado de los hornos de coque y los altos hornos. Si se quiere que un balance energético registre todas las corrientes de energía, cabe argüir que debería incluir las que acaban de citarse. En cambio, como esas corrientes de energía recuperada son productos que se obtienen junto con la producción principal de las industrias en cuestión, dicha energía sólo representa una reducción de la demanda de combustibles comerciales (o un aumento de su oferta) en la medida en que el calor recuperado se suministra a usuarios ajenos a la industria que lo produce.

57. Otro caso lo constituye la energía obtenida por la industria, el comercio o los particulares con colectores solares, motores eólicos y bombas térmicas. En la medida en que esa energía desplace la adquirida anteriormente en el mercado, representará una importante reducción de las proyecciones de la demanda futura. Por otra parte, en la medida en que constituya un suministro adicional para el usuario, cabe argüir que representa un incremento "condicional" de la demanda futura en el mercado; si el usuario se acostumbra a consumir una mayor cantidad de energía, tal vez pida que se le suministre cuando no funcione el aparato de autoproducción que utilice. Al mismo tiempo, esos fenómenos se reflejarán (una vez transcurrido cierto plazo) en la tendencia cronológica de la demanda y no tienen necesariamente que cuantificarse por separado.

58. Podría avanzarse un paso más en esta línea de argumento, que se basa en la reducción de la demanda futura de energía comercial. La instalación de un mejor aislamiento en los techos, muros y ventanas de los edificios conduce a una disminución de la demanda de fuentes energéticas del sistema de abastecimiento comercial. No obstante, se seguiría demasiado estrictamente un principio si se registrara la energía nacional no obtenida del mercado en el sentido de que representaba la energía conseguida con un mejor aislamiento. Con todo, es cierto que, sin ese mejor aislamiento, o sin los colectores solares, los motores eólicos y las bombas de calor, sería mayor la demanda de combustibles comerciales.

59. Hay dos casos en que se aplica en algunos balances el principio de sustitución (es decir la inclusión de la energía autoproducida como una compra que se efectuaría en el mercado si no hubiera autoproducción). Uno de ellos es la producción de metano, u otros gases de baja calidad, a partir de los desechos y la combustión de las basuras urbanas para producir calor y/o electricidad. Otro es el caso en que la industria manufacturera genera su propia electricidad, muchas veces junto con la producción de calor para los distintos procesos. La forma más sencilla de tratar este caso sería registrar como "uso final de energía" los combustibles adquiridos por las industrias de que se trate, y considerar la utilización de esos combustibles como totalmente interna respecto de la industria respectiva. Otro tratamiento posible sería considerar únicamente la electricidad autoproducida que es efectivamente vendida por la industria que la genera. Un caso más problemático es aquel en que una industria produce grandes cantidades de energía hidroeléctrica para consumo propio, como fuente principal o única de energía. Si esa electricidad no se registra en el balance en el caso de un país como Noruega, la producción de algunas industrias importantes (por ejemplo, las de aluminio y fertilizantes) figurará como carente de insumos energéticos, aun cuando los bienes que producen entrañan, por su propia naturaleza, una gran densidad de energía. Análogamente, los ingenios pueden obtener todo el calor y vapor que necesitan para sus procesos industriales mediante la combustión de bagazo. En el capítulo VI se examina la cuestión de los datos de que puede ser conveniente disponer acerca de toda la gama de fines para los que se utiliza la energía en los sectores de uso final, y una forma de tratar la hidroelectricidad autoproducida sería incluir en el balance energético global, o en un cuadro auxiliar de éste, un análisis detallado de la autoproducción (y recuperación) de energía en los sectores de uso final de ésta.

60. Sin embargo, en la mayoría de los balances nacionales e internacionales, toda la electricidad autoproducida se trata como si hubiera sido comprada, y los insumos estimados de combustible para su generación se deducen de la utilización de combustibles industriales y se asignan a una industria ampliada de generación de energía eléctrica, haciéndose por lo común una distinción entre las centrales eléctricas industriales y las de abastecimiento público. Este tratamiento está justificado por el hecho de que la electricidad generada podría ser suministrada en su totalidad por las centrales eléctricas industriales al sistema de distribución de abastecimiento público. La evaluación de los insumos de combustible para la producción de electricidad de las centrales combinadas de calor y fuerza (que es un caso particular de la asignación de los insumos de combustible entre dos productos obtenidos conjuntamente plantea un difícil problema que se estudia más detenidamente en el capítulo V.

61. Este tratamiento de la autogeneración industrial produce el efecto de reducir el volumen total de energía suministrado al sector industrial que figura en la sección del consumo energético final de un balance; los insumos de combustible

primario para la generación de electricidad (con o sin la producción simultánea de calor para procesos) son reemplazados por el valor energético de la electricidad generada (se trata del caso opuesto a la sustitución más común, desde el punto de vista estadístico, de la producción de electricidad por los insumos de combustible primario teóricamente necesarios para generarla en el caso de centrales nucleares hidroeléctricas (véase el capítulo IV).

62. Tal vez haya opciones teóricas en el caso de las fuentes de energía que no pasan explícitamente por el mercado en los países más desarrollados. Sin embargo, en el caso de los países menos desarrollados, la exclusión de los combustibles no comerciales supondría prescindir hasta la mitad o más del consumo estimado total de energía inanimada. La energía proporcionada por los animales y el hombre (energía animada), para el transporte, el cultivo, recolección y elaboración de alimentos, y la obtención de combustible -es decir, para las tareas que en los países más desarrollados se realizarían en gran parte, o totalmente, con la ayuda de aparatos accionados por fuerza mecánica, eléctrica o de otra índole - representa otro sector, probablemente aún más importante, del suministro y utilización de energía en los países en desarrollo. Son escasos los datos relativos a esas fuentes energéticas no comerciales, incluso en el caso de las que pasan (por ejemplo, la leña), en cantidades significativas, a través de los mercados dispersos, pero todas esas corrientes, independientemente de que sean comerciales en el sentido ordinario de la palabra deben incluirse, en principio, al confeccionar balances energéticos en el caso de los países en desarrollo. Como ya se ha señalado, esas corrientes representan una demanda potencial de fuentes energéticas tradicionales de carácter comercial y/o de fuentes no tradicionales, como el biogás, la energía eólica o la hidroenergía.

RECOMENDACION:

- 7) a) Un balance energético global debería abarcar todas las corrientes de energía, inclusive la proveniente de las llamadas fuentes "no comerciales". El ámbito de estas fuentes debe ser lo más amplio posible. Cuando se sepa que son importantes, pero se disponga de pocos datos al respecto, deben realizarse encuestas por muestreo para aumentar la cantidad y calidad de la información;
- b) La autogeneración de electricidad a partir de combustibles adquiridos con o sin la producción simultánea de calor, debería tratarse como parte del sector de transformación;
- c) La autogeneración a partir de la energía hidroeléctrica de la propia industria debería tratarse como producción primaria de electricidad;
- d) El vapor y el agua caliente producidos mediante la combustión de desechos industriales (o urbanos), o por medio de calor exotérmico o de otro tipo recuperado por la industria, deberían registrarse como producción primaria;
- e) A cada método de generación de electricidad que aportara un volumen significativo del abastecimiento total de energía eléctrica debería asignársele un renglón propio en el balance.

3. Industrias energéticas y otros sectores industriales

63. En el examen y las recomendaciones que anteceden acerca de los usos energéticos y no energéticos de las fuentes comerciales y de otra índole ya se han abordado algunos aspectos de este problema de delimitación. Así, la generación de energía calorífica por la industria química, de gas en los altos hornos o de electricidad y calor en otros sectores industriales, no requiere necesariamente que, en la sección de transformación de un balance, se incluya toda la gama de actividades que producen energía derivada. Un enfoque posible sería considerar en un balance global, como parte del sector de transformación, únicamente la energía derivada que se venda fuera de la industria que la produce. Ello sería bastante restrictivo, en tanto que las recomendaciones precedentes se basan en un criterio más amplio de la oferta y consumo de energía.

64. Se plantea un problema ligeramente distinto de delimitación en el caso de refinerías de petróleo y la industria de productos petroquímicos. No es raro que las grandes empresas realicen actividades en ambos campos y traten de lograr economías y flexibilidad técnicas, con fábricas integradas que incluyen toda la gama de actividades, desde la refinación de crudos hasta la producción de materiales plásticos terminados. Las corrientes de productos basados en hidrocarburos y sus derivados en tales instalaciones pueden ser sumamente complejas y tal vez no sea fácil clasificar ni cuantificar ciertas corrientes netas. Según un sector de opinión, como la tecnología petroquímica es la base de esa completa gama de actividades, toda subdivisión en refinación de petróleo, por un lado, y productos petroquímicos, por otro, es artificial y causa más problemas estadísticos que los que resuelve.

65. Por una parte, existe una clara distinción, por lo que respecta a la producción, entre los productos petrolíferos que constituyen fuentes de energía y los numerosos artículos plásticos y otros productos químicos que no se utilizan como tales fuentes. Las actuales clasificaciones económicas internacionales se basan en diferencias reconocibles entre los productos característicos de distintas actividades industriales. Pese a los auténticos problemas que a veces se plantean para obtener una información completa sobre todas las corrientes realmente energéticas que se recomienda sean incluidas en un balance, no es convincente el argumento de considerar, no solamente la refinación, sino también las demás actividades de la industria petrolera y de productos químicos conexos como parte de la industria de la energía. La mejor forma de delimitar las actividades industriales que hay que incluir en un balance es indicar los productos que deben abarcarse.

RECOMENDACION:

- 8) a) Los balances energéticos sólo deberían incluir los hidrocarburos definidos en una lista incorporada en el cuadro del balance respectivo o adjunta al mismo (cap. V);
- b) Deberían estudiarse más a fondo los problemas de la definición y obtención de datos más completos sobre las corrientes bruta y neta entre las refinerías de petróleo, por un lado, y las instalaciones de fabricación de productos petroquímicos, por otro. En cuadros auxiliares del balance energético global se deberían indicar, en forma apropiada y lo más cabalmente posible, al menos las corrientes más importantes de subproductos energéticos (así como el calor recuperado) de los principales sectores de la industria química.

4. Producción y distribución de energía

66. A los efectos del presente trabajo se puede definir la producción de energía (o, en términos estrictos, la producción de una fuente de energía) de la manera siguiente:

a) En el caso de las fuentes de energía primaria, la separación de una de ellas de su reserva o depósito básico, cuando se trate de combustibles fósiles y fisiónables o de calor geotérmico, y la captura de la energía de "flujo" de las corrientes energéticas solares y de la energía cinética de los vientos y el agua en movimiento. La energía nuclear se puede considerar en tres formas diferentes, a las cuales se hará referencia más adelante. Para completar la presente definición de trabajo, los combustibles nucleares son en general análogos a los fósiles;

b) En el caso de las fuentes secundarias de energía, la provisión de un producto de esas fuentes después de su transformación a partir de una o varias fuentes primarias y/o secundarias. La distribución de energía es el transporte o la transmisión, dentro de un país, por carretera, ferrocarril, o vías de navegación (o menos frecuentemente, por vía aérea), o por oleoducto, gasoducto o cable eléctrico, desde el lugar de producción hasta el de transformación u otras aplicaciones.

67. Estas distinciones parecerán académicas y demasiado obvias, pero es importante conocerlas a causa de su importancia para la coherencia (o falta de ella) ^{17/} de la definición de los límites dentro de los cuales se han de medir, o se pueden medir fácilmente, las existencias, y a través de los cuales hay que evaluar todas las corrientes en un sistema amplio de estadísticas de la energía (las distinciones son también muy importantes para el examen de las definiciones de algunas corrientes concretas y para determinar si esas corrientes deben incluirse o no en un sistema de datos energéticos. Esta parte del estudio se abordará en la sección siguiente).

68. A veces es casi inevitable la falta de coherencia al hacer una distinción entre producción y distribución, porque la naturaleza de cada fuente energética impone limitaciones al almacenamiento y a la utilización de determinados sistemas de distribución. Los combustibles sólidos pueden transportarse por tubería, pero raras veces lo son; el petróleo bruto suele transportarse por oleoducto o en buques tanque, y lo mismo sucede con los productos petrolíferos, aunque los camiones o vagones cisterna también se utilizan para envíos pequeños; los gases se suelen transportar por gasoducto, pero en algunos casos son acarreados en forma líquida, en buques tanque, o en camiones o vagones cisterna; la electricidad siempre es transmitida por cable. De ello se deduce que los usuarios, independientemente de que sean intermedios (en el sentido energético, es decir, las industrias transformadoras) o finales (también en el mismo sentido, o sea, los usuarios finales de los sectores agrícola, manufacturero, del transporte, de la distribución y de otros servicios, o bien los hogares), están relacionados en forma concreta con los proveedores de fuentes de energía transportadas por oleoducto, o transmitidas por cable, pero pueden estar aislados por un servicio independiente de distribución, de sus propios medios de transporte e instalaciones de almacenamiento en el caso de los combustibles sólidos, de algunos gases y de la mayoría de los productos derivados del petróleo.

^{17/} Véase, por ejemplo, Slesser (1978).

69. De ello, y del hecho de que la electricidad y la mayor parte del gas no se pueden almacenar sino en las propias industrias que los producen, se desprende que las corrientes hacia los usuarios finales pueden registrarse más fácilmente como entregas que como consumo, y las cifras relativas a las variaciones de las existencias se obtienen con mayor facilidad en relación con las industrias energéticas que respecto de los usuarios finales. Las variaciones de las existencias de los combustibles almacenables pueden producirse en dos o más etapas entre la producción y el uso final, de manera que la producción, las entregas, las cantidades recibidas y el consumo pueden diferir entre sí, en todos los casos.

RECOMENDACION:

- 9) En los balances energéticos que se publicaran, bien en relación con determinadas fuentes de energía, bien respecto de todas ellas en un solo cuadro, se debería aclarar siempre si las corrientes representaban producción, entregas, recepción o consumo, y al indicar la magnitud de los cambios en las existencias (y el volumen de ellas) se debería indicar con claridad si abarcaban o no las correspondientes a los productores, importadores, transformadores, distribuidores y usuarios finales.

C. Límites entre corrientes y existencias

1. Producción y desechos

70. La definición "producción" que figura en la sección precedente es independiente de lo que suceda con lo que se produce. El concepto de producción existe por derecho propio. Refleja (cuando se expresa por unidad de tiempo) la tasa a la cual se está agotando una reserva o recurso finito, y, al mismo tiempo, la corriente física directamente atribuible, entre otros factores, al capital de inversión fijo en la maquinaria y equipo instalados concretamente para hacer posible esa producción.

71. Se trata de dos aspectos importantes de la producción, y no cabe duda de que, para relacionarla con las reservas de fuentes de energía o con las inversiones en equipo para la obtención de ella, debe definirse la producción en la forma purista que figura más arriba. Con todo, al registrar la producción en un balance completo, debe haber coherencia en el ámbito correspondiente al suministro y la utilización de energía. Ello significa que si, como se ha recomendado más arriba, un balance energético global sólo abarca las formas comerciales de la energía, la producción debería definirse de manera que incluyera únicamente la que fuera vendible.

72. El carbón, el petróleo bruto o el gas natural producido durante las etapas de exploración para preparar la producción comercial a escala completa puede ser comercializable en lo que se refiere a calidad y otras características. Evidentemente, la electricidad generada durante la etapa anterior a la entrada en funcionamiento de una central eléctrica recientemente terminada es producción comercializable. Sin embargo, tal vez no se suministre toda ella a los usuarios que han de incluirse en un balance energético.

73. Se plantean otros problemas. Después de extraerlo del pozo, el carbón se clasifica ya limpio. Según su tamaño y otras características que actualmente permiten considerarlo comercialmente vendible, se determinará la cantidad rechazada como no comercializable y se la destinará a la escombrera. En ese momento, y tal vez durante muchos

años, será válida esta opción. En alguna fecha futura, cuando el carbón y otros combustibles se hagan más escasos (o si los ingresos de los consumidores se reducen mucho en una gran depresión económica), puede suceder que se considere comercializable el carbón que hasta entonces era rechazado por no serlo.

74. Si, cuando fue extraído, se excluyó de las estadísticas de producción y, por consiguiente, de la oferta, el carbón no comercializable, es evidente que el que se echó a la escombrera y que más tarde se consideró comercializable debe tratarse como si hubiera sido producido por primera vez, y no como una retirada de las existencias.

75. En este ejemplo, es presumible que el cambio en la situación de comerciabilidad del carbón no podía haberse previsto con seguridad y, si se hubiera asignado a ese cambio una probabilidad cuando se produjo el carbón, hubiera sido sumamente baja. En la actualidad, al comienzo del decenio de 1980, se puede asignar una mayor probabilidad de utilización económica futura como combustible de algún tipo al carbón que se rechaza ahora como no comercializable.

76. Sin embargo, la definición de la producción para que incluya el carbón de desecho conduciría a unas existencias cada vez mayores del que no se utiliza actualmente. Con todo, cabe señalar que al definir la producción de esa manera podría haber una incongruencia entre la producción (considerada como la tasa de agotamiento de las reservas) y el volumen de éstas, en la medida en que el contenido medio efectivo de carbón utilizable por tonelada de material extraído difiere del que se ha supuesto al estimar el volumen de las reservas.

RECOMENDACION:

10) La producción de carbón debería definirse como la extracción del subsuelo menos los desechos y las granzas más la recuperación de la escombrera.

77. Se plantea un problema conceptual bastante análogo en el caso de la combustión del metano asociado con el petróleo bruto. Desde el punto de vista estadístico, se trata de un problema de carácter más inmediato. Aunque esa combustión ha tenido lugar en escala significativa en el Oriente Medio y en otros lugares durante varios decenios, sólo desde los acontecimientos de 1973 han pasado a ser una posibilidad económica otros usos posibles de los gases que son quemados. En el caso del petróleo de la plataforma continental del noroeste de Europa y del gas asociado a él, se presentaba la opción, por una parte, de aumentar al máximo la producción de crudos, junto con la parte del gas asociado que podía transportarse con seguridad a tierra a través de un gasoducto o en buque tanque (a saber, el etano, el propano, el butano y los condensados de C⁵ y valores superiores), lo cual significaba que había que quemar el metano en las plataformas de producción, y, por otra, de aplazar el transporte del petróleo crudo a tierra hasta que se hubiera tendido un sistema de gasoductos para recoger el gas. El Gobierno del Reino Unido decidió optar inicialmente por el procedimiento mencionado en primer lugar.

78. Ello ha significado dos cosas. En primer lugar, se está quemando, o se ha quemado, un gas sumamente comercializable. En segundo lugar, desde el comienzo la intención ha sido transportar en el futuro el metano a tierra por gasoducto, si ello era posible. En contraste con el caso del carbón de desecho, los proyectos acerca del gas

residual se conocían desde que comenzó a producirse petróleo en el Mar del Norte. Por consiguiente, la producción de gas asociado forma parte de la que es comercializable, aun cuando no ha sido ni comercializada ni almacenada. Ese gas ha sido quemado, y con ello se han descargado pequeñísimas cantidades de calor en el medio ambiente (véase más adelante).

RECOMENDACION:

- 11) Toda la producción de gas asociado debería considerarse parte de la de gas, y la proporción de gas que se quema debe describirse como tal. De esta forma, los cambios en la producción de petróleo y gas no serían súbitos cuando variase el uso de parte del gas. Por analogía, en todo balance energético debería registrarse la producción de gas de horno de coque y de alto horno, haciendo figurar como pérdidas las cantidades de gas purgado como desecho.

2. Producción y existencias

79. Como alternativa a transportar a tierra o quemar el gas asociado al petróleo, puede volverse a inyectar en el yacimiento de donde proviene. Lo mismo podrá hacerse con el gas no asociado al petróleo. En el primer caso, el objetivo puede ser mantener la presión a que está sometido el petróleo en el yacimiento para poder extraer una mayor proporción del mismo. La intención puede ser también volver a extraer el gas posteriormente para utilizarlo en tierra. En el caso del gas reinyectado en los yacimientos de este combustible, el objetivo es retener ese gas para extraerlo más adelante y utilizarlo en tierra.

80. En cuanto a esta reinyección, se trata evidentemente de la creación de existencias en los yacimientos que contienen exclusiva o principalmente gas. En el caso del gas asociado al petróleo en los yacimientos de este último combustible, no hay seguridad de que vuelva a extraerse, y por ello el gas reinyectado puede tratarse estadísticamente como una creación de existencias o como "inyección" para "producción", aunque también puede ser excluido de la "producción". El enfoque más informativo y menos complicado sería el segundo. En suma, la norma más sencilla para los balances energéticos sería excluir todo el gas reinyectado (como veremos más adelante, puede haber buenos motivos para incluir la reinyección en las estadísticas detalladas de la propia industria del petróleo y gas).

RECOMENDACION:

- 12) Toda la producción de gas, independientemente de que esté asociado con petróleo crudo, debería registrarse deduciendo la inyección de gas en los yacimientos de petróleo o gas. Si se extrajera por segunda vez el gas inyectado, debe considerarse como producido por primera vez.

3. Existencias, consumo y desechos

81. Los combustibles nucleares y los productos derivados de ellos plantean problemas muy análogos a los que presentaría el carbón si en todas las calderas comerciales, a causa, por ejemplo, de los materiales utilizados para su construcción, sólo se pudiera quemar una parte del combustible utilizado en ellas; si el carbón parcialmente quemado fuera recuperado de las cenizas y reelaborado para alimentar la misma

u otra caldera posteriormente, y si esta reutilización se repitiera tres o más veces. Ese método correspondería a lo que sucede, en general, con la mayoría de los actuales reactores nucleares (denominados reactores "térmicos"). La analogía puede ampliarse suponiendo que las cenizas tratadas, de las cuales no puede recuperarse más combustible para cualquiera de las calderas comerciales que existen, pudiera utilizarse como fuente de calor en un nuevo proceso que se supiera era efectivo pero que ún no fuera comercialmente operacional; los desechos obtenidos con la tecnología actual serían el combustible para una nueva tecnología. La nueva generación de reactores nucleares que un día puede hacer esto realidad son los reactores rápidos o reproductores 18/.

82. Estos procesos nucleares plantean dos problemas estadísticos en el terreno de los conceptos. En primer lugar, tenemos un insumo para un proceso de transformación que sólo es consumido en parte durante un período contable, por lo cual la diferencia entre el insumo de fuente primaria de energía (combustible nuclear) y el producto de la fuente energética derivada (calor o electricidad, o ambos) no representa una pérdida durante el proceso salvo en una medida sumamente pequeña en comparación con la cantidad de energía que contiene el insumo. En segundo lugar, como componente de esa diferencia hay un residuo que no puede ser utilizado en ese proceso concreto de transformación, ni mediante ningún otro proceso de los que ahora funcionan comercialmente. Así pues, por lo que se refiere al actual proceso de transformación, ese residuo representa un desecho. Sin embargo, es bastante seguro (o, al menos, sumamente probable) que ese desecho se convertirá en un insumo para un nuevo proceso en los próximos cinco a diez años.

83. Es evidente que el marco de las cuentas de un balance energético debería permitir que se indicara por separado la parte del insumo de combustible nuclear que se utiliza durante el año, la parte recuperable para su reutilización en los períodos contables subsiguientes y la parte que es recuperable pero que no puede reutilizarse para obtener calor con los actuales procesos nucleares comerciales. Más adelante volveremos a referirnos a la cuestión de cómo puede hacerse esto en un balance energético global.

84. La energía nuclear plantea un tercer problema estadístico. Una consecuencia de la bajísima relación que existe entre la energía producida durante un año y la que contiene el combustible nuclear que pasa por un reactor durante ese tiempo es que la cantidad total de energía del combustible del núcleo de un reactor es enorme en comparación con la cantidad de calor que produce anualmente.

85. Esta gran acumulación de energía, de la cual sólo una mínima parte es utilizada durante un solo período contable, representa más un "capital de explotación" que una simple reserva de combustible. Además, durante los varios años que dura el desarrollo de un programa de energía nuclear, la cantidad de energía acumulada que representa la carga inicial de combustible de los núcleos de los reactores de las nuevas centrales es muy grande frente a la cantidad de energía del combustible parcialmente utilizado que se saca de los reactores operacionales. Por consiguiente, en un balance energético global es necesario prever subdivisiones apropiadas de la categoría que abarca las variaciones de las existencias. Volveremos a referirnos a esta cuestión más adelante.

18/ Véase el anexo II para una reseña más completa de la naturaleza de la energía nuclear.

IV. NIVELES CONTABLES Y UNIDADES DE CUENTA

A. Generalidades

86. El capítulo II concluyó con una breve descripción de los tres niveles de medición que, idealmente, figurarían en un balance energético global. Para recapitular, se trata de lo siguiente:

a) Energía primaria y equivalentes: la oferta derivada de la producción, la utilización de existencias o las importaciones netas de energía primaria, y el suministro - que no sea de la producción - de sus equivalentes (por "equivalentes de energía primaria" se entienden las corrientes del comercio neto de fuentes secundarias de energía o de las existencias de éstas. Estas dos últimas corrientes, que pueden ser negativas en ambos casos, son equivalentes a las corrientes de energía primaria por lo que se refiere a un país concreto);

b) Energía suministrada: las entregas a los usuarios finales de la energía primaria derivada de la producción, las existencias o las importaciones netas, más la energía secundaria procedente de la transformación, las existencias o las importaciones netas;

c) Energía útil: la energía que se convierte efectivamente en calor o fuerza útil, obtenida por los usuarios finales de las fuentes primarias y secundarias de energía entregadas a ellos, con una cantidad dada de equipo, aparatos y procesos que consumen energía y un modo concreto de funcionamiento de estas instalaciones.

87. En el mismo capítulo se definió el "insumo de energía primaria" o "equivalente en combustibles fósiles" de una fuente secundaria de energía como la cantidad de energía primaria necesaria de hecho, o a partir de una hipótesis especificada, como insumo energético directo para el proceso de transformación cuya producción es una fuente determinada de energía secundaria (por ejemplo, electricidad). En el presente capítulo se estudian en más detalle algunos casos concretos de la aplicación e interpretación de este concepto.

B. Insumo de energía primaria para la demanda final

88. Este concepto es fácilmente aplicable a las industrias clásicas de transformación, es decir, las centrales termoeléctricas, las refinerías de petróleo, los hornos de coque y las fábricas de gas, aunque (como se ha señalado en el capítulo II) el concepto se suele aplicar únicamente a la electricidad e ilustra el hecho de que los usuarios finales de energía representan, en realidad, la demanda de las fuentes primarias de energía requeridas para satisfacer sus necesidades de fuentes secundarias (con lo cual se tienen automáticamente en cuenta las pérdidas registradas en los procesos de las industrias de transformación y distribución de energía).

89. A veces se ha argüido que la demanda final de energía sólo debería registrarse de este modo o como energía útil ^{19/}. Según este razonamiento, todo análisis del uso final de energía en función de la que se suministra, particularmente si se emplea para hacer o presentar previsiones, da a entender, erróneamente, que x unidades de electricidad pueden sustituir a x unidades de cualquier otra fuente energética, y que

^{19/} Véase La Revue de l'énergie (enero de 1976).

esa sustitución aritmética no alterará el volumen total del consumo de energía del sector de que se trate (por ejemplo, las industrias manufactureras), ni el de la economía en conjunto. Los que aducen ese argumento señalan que sustituir la electricidad por cualquier otra fuente de energía, o viceversa, supone en realidad el intercambio de una unidad de electricidad por unas tres unidades de cualquier otra fuente en términos de insumos de energía primaria, y sostienen que solamente registrando el consumo de electricidad en función de su insumo de combustible primario puede evitarse toda sustitución errónea cuando se examine, por ejemplo, cualquier modificación posible de una previsión.

90. Este argumento no es muy convincente porque un análisis del uso final de energía sobre esta base puede inducir a interpretaciones erróneas. Tal vez el lector confiado crea equivocadamente que la sustitución entre la electricidad y otras fuentes energéticas en una relación de 1:1 hace que los usuarios finales dispongan de la misma cantidad total de energía. Una objeción más seria a expresar el uso final de energía en función solamente del insumo de combustibles primarios es que sustrae todo el calor de exhaustación producido al generar electricidad y lo imputa a los sectores que utilizan ésta; si las centrales eléctricas recuperan el calor residual, mediante la generación conjunta de calor y fuerza, y si hay que registrar ese calor como fuente energética en la parte del balance correspondiente a la oferta, tendremos una producción de calor pero no un insumo correspondiente imputable al mismo 20/. Incluso cuando no se recupera el calor - y, de hecho, cuando su recuperación es inferior al 100% - cabe argüir que la descarga de calor residual al medio ambiente debería atribuirse en todo caso a la industria de donde procede 21/.

91. Los usuarios finales exigen de hecho la energía útil que su equipo y sus procesos extraen en forma de calor, fuerza o luz útil de las fuentes que les suministran las industrias energéticas. Esos usuarios sustituirán una fuente de energía por otra a razón de 1:1, sobre la base del costo o la conveniencia, si disponen de la misma cantidad de energía útil (se trata de una simplificación de los hechos, pero básicamente es cierta). Si se dispusiera de datos completos sobre la energía útil - y actualmente ello es un gran interrogante - este nivel concreto de las cuentas sería el más importante para analizar las tendencias anteriores del uso de energía y para tratar de pronosticar o estudiar las consecuencias de las modalidades futuras del consumo de ella.

92. La falta de suficientes datos sobre la energía útil que permitan hacer un balance energético global que incluya este nivel de consumo significa que, por el momento, la energía suministrada es el nivel mínimo al que puede llegar en general un balance de esa índole 22/. Un efecto de alcanzar únicamente ese nivel es que las pérdidas de

20/ Véase Ramain (1977).

21/ La descarga de calor residual no solamente tiene lugar en las centrales eléctricas. En definitiva, toda la energía utilizada vuelve al medio ambiente en forma de calor; véase Nebbia (1975), quien expresa el deseo de que se dé cuenta de todas las descargas que van a parar al medio ambiente.

22/ Esta es la situación que suele existir en los países desarrollados. En contraste, durante diez o más años, la India ha basado sus estadísticas de la energía en una unidad de cuenta (la tonelada de carbón de sustitución) que refleja la energía útil que puede obtenerse actualmente de cada una de las fuentes. Véase Chatterjee (1971).

energía registradas se concentran en las industrias transformadoras, sin indicar las grandes pérdidas que ocurren cuando los suministros energéticos se convierten en energía útil (con una eficiencia del 80% o más en el caso de la electricidad, y de menos del 50% en muchos otros usos). Con todo, de ello no cabe deducir que un balance energético deba indicar solamente los insumos de combustible primario suministrados a los usuarios finales 23/.

RECOMENDACION:

- 13) En el balance energético deben figurar todas las corrientes a cada uno de los niveles que puedan registrarse debidamente con los datos disponibles, a fin de que puedan apreciarse claramente las relaciones entre los insumos de energía primaria que entran en la transformación, el producto de ésta en forma de energía secundaria y las pérdidas de transformación. Para ciertos fines y como dato complementario, resulta útil conocer el equivalente en insumos de combustible primario de las fuentes de energía secundaria suministradas a los usuarios finales, pero puede ser difícil calcularlo si no se dispone de suficientes datos.

C. Insumos de energía primaria que entra en la electricidad nuclear y la hidroelectricidad

1. Electricidad nuclear

93. En el anexo II se describen las principales características físicas del proceso de fisión nuclear. En todas las centrales nucleares comerciales existentes el calor emitido se convierte en vapor y, posteriormente, mediante las turbinas, en electricidad. Tal vez en el futuro se pueda aplicar en forma más directa el calor nuclear a una gama limitada de procesos industriales de elevada temperatura (como la extracción de metal de los minerales), seguido posiblemente por la recuperación del calor para usos que requieren temperaturas bajas. Habida cuenta del estado actual de la tecnología nuclear, el problema estadístico que se plantea es cómo tratar la electricidad nuclear en un balance energético.

94. Hay tres enfoques posibles. El más directo es registrar la producción de electricidad como tal, prescindiendo de los insumos energéticos que entran en esa producción. El enfoque más común es expresar la electricidad producida 24/ en función del contenido energético de los combustibles fósiles que serían necesarios para generar la misma cantidad de electricidad en una central termoeléctrica tradicional. El tercer enfoque sería cuantificar la cantidad de calor emitido por los reactores de las centrales nucleares durante el mismo período.

23/ Véase P. Romain "Equivalences entre électricité et combustibles - éléments pour une discussion critique", Revue de l'énergie, 1976. Romain expone más detenidamente su punto de vista en su libro (1977).

24/ Hay, al menos, tres niveles diferentes de medición de la producción de electricidad, a saber: generación menos electricidad consumida por las centrales eléctricas = electricidad disponible (o transmitida fuera de la central) menos la utilizada en el almacenamiento por bombeo = potencia neta agregada.

95. El segundo enfoque se basa en la noción de un modelo de sustitución parcial 25/, en el cual se ofrecen las opciones de invertir en una central termoeléctrica clásica o en una central nuclear, y se supone que la opción que se haga dependerá básicamente del combustible fósil que dejará de utilizarse si se construye una central nuclear y no una que quemese ese combustible. Esta es la formulación del problema hecha por un economista en función del "costo de oportunidad" de una central nuclear.

96. Hay muchos argumentos en favor de este enfoque, en el contexto limitado de una decisión que se vaya a adoptar sobre inversiones, especialmente en una situación de un menor suministro de petróleo alrededor del año 2000. Sin embargo, una vez adoptada, cuanto más tiempo transcurra menos justificación podría haber para mantener posteriormente el criterio del costo histórico de oportunidad. Independientemente de que se siga aplicando este criterio después de adoptar la decisión, quedan varios interrogantes sin contestar: ¿Qué centrales alimentadas con combustibles fósiles deberían constituir la base para definir el coeficiente de eficiencia que habría que aplicar a la cantidad supuesta o proyectada de electricidad nuclear? Y deberían ser

¿Todas las centrales termoeléctricas clásicas actuales?

¿Las centrales existentes de carga fundamental? 26/

¿Las nuevas centrales clásicas que se construirían si no se instala la central nuclear?

¿Las centrales existentes que serán cerradas permanentemente después de la construcción de la central nuclear (y a las cuales puede decirse que reemplaza)?

¿La central clásica más reciente que quemara combustibles fósiles?

Los dos procedimientos que se siguen actualmente son utilizar, bien (por mor de la sencillez) la eficiencia térmica media de todas las centrales existentes que queman combustibles fósiles (la OECDE sigue este procedimiento), bien la de las centrales que operan con estos combustibles construidas el mismo año que cada una de las centrales nucleares (el Reino Unido aplica este procedimiento).

97. Cualquiera de estos métodos ilustra la subjetividad de la hipótesis a partir de la cual se definen los insumos de combustible primario que entran en la producción de una cantidad objetivamente mensurable de energía. Es conveniente disponer de un concepto más objetivo de tales insumos para evitar esa arbitrariedad, y para otros fines.

98. Hay tres razones para tratar de lograr un tratamiento más estricto de los insumos directos de energía que entran en la producción de fuerza nuclear, a saber: la necesidad de mostrar la dependencia de un país respecto de las fuentes energéticas importadas; la necesidad de prever la posibilidad futura del consumo industrial

25/ Véase OCDE (1977).

26/ Una vez que un reactor entre en funcionamiento, la emisión de calor no puede detenerse por completo y reiniciarse después con la misma facilidad que en caso de una central que quemara combustibles fósiles. En consecuencia, las centrales nucleares se utilizan como instalaciones continuas o de carga fundamental.

directo de calor nuclear, y la anomalía de tratar una determinada fuente energética primaria claramente definible (materias fisionables) de manera muy diferente a la de otras fuentes primarias que, en general, son análogas (combustibles fósiles). Sea cual fuere el marco contable que se adopte para el balance energético, debe ser lo suficientemente amplio para que incluya, sin comprometer ningún principio importante, la energía nuclear y otras formas energéticas nuevas o renovables en forma coherente. Volveremos a referirnos más adelante a la adaptación detallada de los actuales balances para que incluyan las existencias y corrientes de combustibles nucleares. Esa adaptación es tanto más necesaria cuanto que va en aumento el comercio exterior de elementos combustibles nucleares y de combustibles irradiados.

99. Sin entrar en más detalles en la presente etapa acerca de las cuentas de los combustibles nucleares, es evidente que el insumo energético primario que entra en la producción de electricidad nuclear es el calor, es decir, el que emite el combustible en el núcleo del reactor. Ese calor puede alimentar a grupos electrógenos de propulsión turboeléctrica o, tal vez dentro de diez años, a procesos industriales que requieren altas temperaturas. La cantidad de calor emitido puede medirse directamente o calcularse a partir de la eficiencia térmica conocida o hipotética de las centrales generadoras de energía nuclear. Los Estados Unidos de América y Suecia aplican este último criterio.

RECOMENDACION:

- 14) El insumo de energía primaria para la generación de electricidad nuclear debería definirse, en principio, como el calor emitido por los reactores durante el período contable. En la práctica, tal vez sea necesario utilizar un valor que lo reemplace, a saber la cifra que se obtenga dividiendo la generación de electricidad nuclear por la eficiencia media de todas las centrales nucleares.

2. Fuerza hidromecánica

100. La fuerza hidromecánica ^{27/} reviste considerable importancia en varios de los países más desarrollados ^{28/} y tiene potencialmente gran importancia en muchos de los países menos desarrollados. A causa de las grandes distancias que existen frecuentemente entre los buenos emplazamientos para la producción de energía hidroeléctrica y los mercados de los productos de las industrias que la pueden utilizar directamente, esa energía se suele convertir en electricidad mediante turbinas hidráulicas, en lugar de conectarla más directamente a los dispositivos mecánicos de las máquinas (en los países menos desarrollados se podrían construir pequeñas instalaciones hidroeléctricas en lugares dispersos que no son aptos para la construcción de grandes centrales eléctricas).

101. Así pues, hasta ahora la energía hidroeléctrica y la nuclear tienen la misma característica de ser utilizadas casi completamente para su conversión en electricidad antes del consumo subsiguiente como fuente energética. Como consecuencia de ello, la hidroelectricidad ha sido tratada estadísticamente de la misma manera que la nuclear

^{27/} Esta útil denominación general la utiliza Guyol (1977).

^{28/} Austria, el Canadá, España, los Estados Unidos de América, Islandia, Noruega, Nueva Zelanda, Portugal, Suecia, Suiza y Turquía están clasificados por la OCDE como "países hidroeléctricos".

en muchos, sino en la mayoría, de los balances energéticos que la incluyen, mediante el registro del valor calorífico de la producción eléctrica o del insumo de combustible fósil requerido para producir la misma cantidad de electricidad en una central térmica clásica. Algunos países hidroeléctricos imputan a la hidroelectricidad un insumo de energía primaria teórico sobre la base de la eficiencia mecánica de las turbinas hidráulicas.

102. Como sucede con la electricidad nuclear, el modelo de sustitución parcial está justificado en el caso de la hidroelectricidad, en el contexto de las decisiones de política que suponen una elección efectiva entre una central generadora de electricidad que funcione con combustibles fósiles, con combustibles fisionables o con fuerza hidromecánica. Pero, también como en el caso de la electricidad nuclear, este tratamiento estadístico tiene dudoso valor fuera del marco de esos problemas. Si se utiliza este criterio, se plantea nuevamente la cuestión de qué clase de centrales alimentadas con combustibles fósiles deberían considerarse como alternativa a una central hidroeléctrica. En el caso de la hidroelectricidad, la lista de posibilidades consignada en el párrafo 96 tiene que ampliarse con la adición de las centrales de carga máxima (que podrían ser centrales con turbinas de gas) ya que - a diferencia de las centrales nucleares - la fuerza hidroeléctrica puede ponerse en marcha y detenerse fácilmente.

103. En los países donde el actual volumen de energía hidroeléctrica, o de potencial para obtenerla, es grande, la opción nuclear puede no ser muy válida e, incluso si lo es, cabría argüir en favor de expresar el equivalente en combustibles primarios de la electricidad nuclear en función del costo de oportunidad de la hidroelectricidad, y no en términos de combustibles fósiles. Al menos en tres de esos países (el Canadá, Noruega y Nueva Zelandia) se tiene la firme opinión de que la alternativa a la hidroelectricidad barata no la constituyen las centrales eléctricas que operan con combustibles fósiles o fisionables, sino la combustión directa de carburantes sólidos o líquidos para suministrar la mayor parte de la calefacción y producir cierta cantidad de calor para procesos. Hay otra objeción a la aplicación del concepto de "insumo de combustibles fósiles" a la hidroelectricidad. Ello se debe a que en esa producción teórica se imputa a la hidroelectricidad cierto calor de emisión recuperable que no existe. Esta tergiversación no es aceptable en el contexto de la conservación de energía.

104. En rigor, el insumo de energía primaria que entra en la producción de hidroelectricidad es la energía cinética obtenida del agua al caer. Sin embargo, la energía hidroeléctrica producida comercialmente adopta siempre la forma de electricidad y, en el contexto de los balances energéticos, no se sirve ningún propósito útil insistiendo en una pureza conceptual que llegue al extremo de cuantificar una corriente energética a la que no se tiene comercialmente acceso directo para otro fin que no sea la generación de fuerza eléctrica.

105. Sin embargo, el registro de la energía hidroeléctrica en un balance como electricidad únicamente puede complicar la interpretación de las comparaciones de la energía primaria total de los distintos países, o las cronológicas, ya que en ellas se suelen expresar los insumos primarios teóricos que entran en la producción de hidroelectricidad en función de su equivalente en insumos de combustibles fósiles. Con todo, es importante reconocer que ese procedimiento constituye un medio estadístico para eliminar una causa de variabilidad en las comparaciones, y no un ajuste realista a un enfoque tecnológico uniforme.

RECOMENDACION:

- 15) El insumo de energía primaria que entra en la producción de hidroelectricidad debería definirse como el valor energético de la electricidad misma. El equivalente en energía de los combustibles fósiles debería registrarse como dato estadístico suplementario, utilizando, para simplificar, la eficiencia térmica media de todas las centrales termoeléctricas clásicas del país involucrado o una eficiencia estándar de, por ejemplo, un 35%.

D. Insumos de energía primaria que entran en las fuentes renovables de energía

106. La expresión "fuentes renovables de energía" es muy apropiada para la energía que se puede obtener de la biomasa, de las diferencias de temperatura de las radiaciones solares que producen corrientes en los océanos profundos o que existen en las rocas subterráneas, de las diferencias de presión de aire que dan lugar a los vientos y de las diferencias naturales o artificiales del nivel del agua.

107. La biomasa está compuesta por la vegetación terrestre y acuática y sus residuos (por ejemplo, leños, ramas, hojas secas y cáscaras de las nueces silvestres), junto con los cultivos agrícolas y sus residuos (por ejemplo, la paja de los cereales y las cáscaras de sus semillas, los tallos del yute y el bagazo). El término abarca también los productos y residuos de la ganadería (por ejemplo, el sebo y el estiércol), pero no la fuerza animal y humana utilizada en la agricultura o en otras actividades productivas (la energía animada se examina en la sección siguiente). Puede considerarse que la biomasa es una forma transformada de la energía solar.

108. No toda la biomasa es necesariamente renovable. La leña puede recogerse en bosques o montes que, muy a menudo, sufren daños irreparables o son totalmente destruidos a causa de esa actividad. Por otra parte, la leña puede recogerse en zonas de bosques bien ordenadas que han sido plantadas especialmente con árboles o arbustos de rápido crecimiento, los cuales son apropiados para ese fin. También la energía geotérmica puede o no ser renovable según la profundidad a que se llegue al delimitar la fuente térmica y la exactitud con que se conozcan los límites de las masas de rocas calientes; también depende de que el ritmo al cual se extrae calor de una masa relativamente aislada de rocas exceda de la tasa a la cual esa masa reciba calor de una fuente geotérmica más importante con la cual esté conectada, o sea inferior a ella.

109. Las radiaciones solares pueden utilizarse de diversas maneras. Como ya se ha indicado, pueden convertirse en materia orgánica mediante el cultivo en gran escala de vegetación terrestre o marina, y esa materia puede después fermentarse o destilarse para producir alcohol, para someterla a un proceso de digestión a fin de obtener gas o para secarla para la combustión directa. Las radiaciones solares pueden también convertirse directamente en electricidad mediante las células solares, o puede ser capturada como calor en una colectora solar y almacenarla o emplearla en forma de agua caliente. Con un equipo apropiado se pueden concentrar ópticamente los rayos solares para producir temperaturas lo bastante altas para evaporar sustancias especiales, como el freón, o para convertir el agua en vapor a fin de utilizarla en motores térmicos e incluso, a temperaturas aún más elevadas, aplicarlos directamente a procesos industriales como la extracción del metal de los minerales.

110. Las diferencias de presión en el agua o en el aire pueden aprovecharse mediante un equipo adecuado que permita capturar la energía de los saltos de agua, los ríos y las mareas, o responder al movimiento de las olas y de los vientos. La fuerza mecánica capturada puede convertirse en electricidad o, más sencillamente, utilizarla para calentar un medio apropiado mediante la compresión. A diferencia de la electricidad, este calor puede ser almacenado con bastante facilidad.

111. Por analogía con el tratamiento teórico que podría darse (pero que, de hecho, no se recomienda) a la fuerza hidromecánica, el insumo de combustible primario para los nuevos dispositivos mecánicos podría ser la energía capturada por ellos. Cabría argüir que de esta forma no se podría demostrar la eficiencia del dispositivo para capturar toda la energía primaria teóricamente accesible; la fricción y otras deficiencias inevitables - y tal vez evitables - ocasionan una pérdida de parte de la energía cinética de las corrientes de agua y aire a que está sometido todo dispositivo colector.

112. Haciendo extensiva esta noción a los colectores solares, cabría sostener que la energía teóricamente disponible está contenida en las radiaciones que llegan a la atmósfera terrestre, y que se podría reducir, al menos, la contaminación causada por el hombre y tal vez ir más allá y dispersar, como mínimo, algunas de las nubes naturales para aumentar la cantidad de energía que llega a la superficie de la Tierra. Sin embargo, ese argumento sería algo pedante e inútil. Parece suficiente considerar el calor solar capturado como una medida de la energía primaria obtenida de las radiaciones solares.

113. En el caso de materias fermentables, digeribles y combustibles, y de la electricidad producida en forma más directa de las radiaciones solares, el contenido energético de las materias, o de la electricidad, parece constituir una medida suficiente del insumo de energía primaria obtenido con estos métodos de captación de la energía solar.

114. Por supuesto, todas estas propuestas se formulan con sujeción a lo que se ha recomendado en el capítulo III, en relación con los límites entre las formas energéticas comerciales y no comerciales.

RECOMENDACION:

16) La energía primaria de las llamadas fuentes renovables debería definirse de la manera que se indica a continuación y aplicarse a la producción de la primera fase de un proceso de obtención de energía que permita conseguir un volumen cuantificable de energía calorífica, eléctrica o mecánica:

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| Solar: | Biomasa | Producción de calor del aparato de fermentación, destilación o combustión |
| | Célula fotovoltaica | Producción de energía eléctrica |
| | Otros dispositivos colectores | Producción de calor del aparato |
| Hídrica y eólica: | | Producción de energía mecánica, térmica o eléctrica del aparato |
| Geotérmica y térmica de los océanos: | | Calor de la producción de la instalación de captación |

Tal vez los economistas e ingenieros que se ocupan de la eficiencia de conversión de estas técnicas tengan que evaluar también la "energía potencialmente recuperable" que está esperando ser captada. En el caso de las fuentes primarias básicas de energía renovable (leña y productos análogos, y residuos agrícolas y animales), el volumen correspondiente de energía primaria es el contenido energético estimado de cada una de ellas.

115. Antes de terminar esta parte del examen, cabe señalar que hay otras dicotomías de clasificación además de las ya estudiadas (por ejemplo, comerciales/no comerciales y renovables/no renovables). Una de ellas es la dicotomía tradicional/no tradicional, en la que la primera consiste en los combustibles fósiles, la energía hidroeléctrica en gran escala y la energía geotérmica; y, desde el punto de vista de un país desarrollado, la expresión "no tradicionales" abarca todas las fuentes renovables mencionadas más arriba, además, al menos en principio, de las fuentes de energía animada. Ya no resulta evidente en qué lugar debería clasificarse ahora la energía nuclear; tenía carácter no tradicional hasta que su uso se hizo bastante generalizado. Tal vez algunos países consideren ahora, al menos en su propio contexto, que es tradicional. Además, desde el punto de vista de los países en desarrollo, difícilmente pueden considerarse no tradicionales la leña, el carbón vegetal y los residuos agrícolas. En la otra dicotomía importante, que a veces se aplica dentro del grupo de fuentes renovables, se hace una distinción entre las tradicionales y las no tradicionales. Las fuentes renovables tradicionales son las de biomasa y, en principio, las de energía animada, y las no tradicionales (también llamadas a veces nuevas) son el biogás, la energía solar, la eólica, la de las mareas, las minicentrales hidroeléctricas, la energía térmica oceánica y el alcohol combustible. Una clasificación cuádruple que abarca todos los tipos de combustibles es la siguiente: comercial/tradicional/no tradicional/animada (ésta se expone en el anexo VII. Cualquier clasificación de este tipo tendrá que revisarse en un plazo de cinco a diez años, cuando tal vez hayan cambiado las ideas acerca de lo que es no tradicional).

E. Energía animal y humana

116. En algunas partes del mundo (por ejemplo, en el Asia meridional) los carros de bueyes y otros medios de tracción animal permiten realizar una gran proporción de todo el transporte terrestre, no sólo de productos agrícolas, sino también de pasajeros y de mercancías en general. En las zonas más montañosas de la región (por ejemplo, el Nepal), las mercancías son acarreadas, en gran parte, en la cabeza, espalda y hombros de las mujeres, los hombres y los niños. En algunas de las regiones llanas (por ejemplo, Bangladesh), una gran parte del transporte de pasajeros y mercancías, incluso en las zonas urbanas, se realiza con triciclos no motorizados y carrillos de mano.

117. También en otras regiones (por ejemplo, Africa), el acarrero de agua y el transporte de mercancías al mercado, y desde éste, son efectuados por las mujeres y los animales. En los países en desarrollo de todo el mundo, las faenas agrícolas las llevan a cabo los hombres y mujeres, con o sin la ayuda de búfalos u otros animales. De todas estas observaciones se desprende que toda cuenta general del suministro y utilización de energía en la mayoría de esos países sería incompleta si no incluyera estimaciones de la contribución de la fuerza humana y la tracción animal a la actividad económica.

118. Antes de seguir adelante, hay que considerar un problema conceptual. El componente de fuerza humana del insumo energético que entra en la actividad económica representa evidentemente una demanda potencial de combustibles fósiles y/o electricidad, pero al mismo tiempo esa fuerza es la manifestación física del trabajo como factor de producción. En las cuentas nacionales, el trabajo se cuantifica como una parte de los ingresos que representa el valor agregado (siendo las demás la renta, las utilidades y los intereses). En ese contexto particular, el insumo de energía humana - independientemente de que adopte la forma de fuerza muscular o de capacidad intelectual - no puede tratarse como insumo energético, salvo si se considera que las cifras inalteradas ya representan el valor monetario de la energía humana.

119. Con todo, no cabe duda de que la fuerza muscular humana es una fuente importante de energía, sobre todo en los países en desarrollo, y que no puede hacerse caso omiso de ella, al menos cuando se evalúa el probable alcance futuro de la demanda de fuentes energéticas, fósiles y de otro tipo, de un país en desarrollo. También es instructivo indicar el grado estimado de dependencia de un país respecto de esta forma concreta de energía animada. La tracción animal no plantea el mismo problema conceptual y la cantidad estimada de ella debe también incluirse en las cuentas energéticas de un país en desarrollo.

120. En principio, debe hacerse figurar asimismo en ellas la capacidad intelectual humana que absorben las actividades económicas incluidas en las cuentas nacionales, al menos en la medida en que esa energía (y parte del esfuerzo puramente físico conexo) puede ser reemplazada por dispositivos electrónicos que consumen electricidad (y por tanto, energía primaria). En la práctica, no parece que merezca la pena tratar de cuantificar por separado este elemento concreto de la demanda energética.

121. La cuantificación efectiva del volumen de la energía muscular humana y de la tracción animal pertinentes podría basarse en una estimación de los caballos de fuerza hora (expresados en julios) del trabajo realizado para acarrear, arrastrar o empujar cargas de distinto tamaño a lo largo de varias distancias, en terrenos de distinto tipo y pendiente, durante un año. Si las mediciones necesarias para aplicar este enfoque pueden realizarse en forma satisfactoria, se sugiere que una base más útil para las estimaciones sería expresar las tareas que hay que realizar en función del volumen calculado de combustibles fósiles que se requeriría si hubiera que hacerlas con vehículos y equipo de propulsión mecánica. Al hacer proyecciones habría que realizar, por supuesto, hipótesis realistas acerca de los probables cambios en la naturaleza, así como en el volumen, de al menos algunos de esos diversos trabajos (por ejemplo, la probabilidad de que el abastecimiento de agua por tubería reemplace el acarreo de agua por caminos o senderos). El dato estadístico de más valor práctico a los efectos de la política energética sería el equivalente en combustibles fósiles de la utilización actual y futura de energía animada.

F. Insumos de combustibles primarios que entran en el comercio

122. En relación con el comercio exterior se plantean dos tipos de problemas. Uno se refiere al comercio visible de fuentes de energía (inclusive el comercio de productos no energéticos de las industrias de la energía). El otro problema está relacionado con la cuestión más amplia del comercio invisible, o energía incorporada, es decir la que llevan consigo los productos que son patentemente no energéticos.

1. Comercio visible de energía

123. La norma generalmente aplicada en los balances energéticos es registrar las importaciones y exportaciones de fuentes energéticas derivadas en la forma en que tiene lugar el comercio. Esto es algo claro y directo, pero cabría argüir que con ese procedimiento se tratan de modo diferente las exportaciones, por un lado, y el consumo interno, por otro. En el presente capítulo ya se ha dejado sentado que el insumo de energía primaria que entra en la generación de electricidad puede ser un dato estadístico útil, ya que pone de manifiesto los recursos energéticos primarios requeridos para satisfacer una demanda dada de electricidad. Esa demanda puede corresponder al mercado interno o al mercado de exportación. Los insumos de combustibles primarios requeridos son independientes del mercado que utiliza efectivamente la electricidad. Por consiguiente, cabe sostener que, si la demanda interna de los usuarios finales de energía puede expresarse adecuadamente en función de los insumos de combustibles primarios, también puede expresarse de manera análoga la demanda de exportación.

124. Si se acepta este principio, se plantea la cuestión de si por mor de la coherencia, no habría también que expresar las importaciones de electricidad en función de los insumos de combustibles primarios. En definitiva, la electricidad importada permite al país importador disponer de la energía de alta calidad que de otro modo tendría que producir con alrededor de tres veces más de insumos de energía primaria ^{29/}. De la misma manera, cabría argüir que, si el país exportador de electricidad expresa las exportaciones en términos de insumos de energía primaria, para que haya coherencia en el plano internacional el país importador debería registrar sus compras de electricidad sobre la misma base. En cambio, si se utilizaran los insumos de energía primaria en el caso de la electricidad importada se imputaría al país importador cierta proporción de calor residual recuperable, y al emplear esos insumos de energía primaria para la electricidad exportada se reduciría la cantidad de calor residual teóricamente recuperable por el país exportador.

125. La aplicación del mismo principio al comercio exterior de productos petrolíferos plantea una cuestión más difícil, y, en el plano conceptual, no es posible descartarla con el argumento que se adujo anteriormente en el presente manual para justificar la no aplicación del concepto de insumos de combustibles primarios a las entregas de tales productos (a saber, que la pérdida total de energía en el proceso de refinación es sumamente pequeña en comparación con la producción de la refinería, y es aún mucho más reducida frente al 65%, aproximadamente, de la pérdida de las centrales eléctricas). La dificultad surge porque, mientras que en el caso del consumo interno total éste incluirá probablemente toda la gama de productos petrolíferos en las mismas proporciones, más o menos, que las correspondientes a la producción de las refinerías, es probable que las importaciones comprendan una gama limitada diferente de tales productos.

126. Por consiguiente, no es fácil relacionar las dos corrientes del comercio con la cantidad de combustible primario (a saber, petróleo crudo) requerida para las exportaciones o para fabricar los productos importados si éstos no fueran adquiridos en el exterior, sino producidos en el país importador. No es posible imputar simplemente

^{29/} El "insumo de energía primaria" o "equivalente en combustibles fósiles" puede incluir las fuentes de energía secundaria (por ejemplo, el fuel oil) utilizadas por las industrias transformadoras.

a cada producto la cantidad total de petróleo crudo que sería necesaria para fabricarlo porque, al tomar sólo uno de ellos (que probablemente representará únicamente alrededor del 10% de la cantidad total de crudo), el petróleo imputado representaría diez veces la cantidad de dicho producto. Procediendo de esta manera en relación con los distintos productos (que en cada caso representarían proporciones algo diferentes del rendimiento total de ellos que corresponde al petróleo, se contaría varias veces el mismo crudo básico, y ni siquiera en ese caso la corriente de comercio de importación y exportación del país en cuestión incluiría todos los productos que normalmente se obtienen de esa cantidad de petróleo, y es probable que las diversas cantidades derivadas del crudo básico no coincidan por lo que respecta a cantidad 30/.

127. Surgirá un tipo análogo de dificultad en el caso de las importaciones de coque u otros combustibles sólidos, así como con los productos no energéticos de otras fuentes de energía primaria. La conclusión que se desprende de todas estas consideraciones es que la forma más sencilla y apropiada de dar cuenta de las corrientes del comercio es registrarlas en función del contenido energético de las fuentes de energía o la electricidad que efectivamente pasa a través de las fronteras.

RECOMENDACION:

- 17) A los efectos de un balance energético global las importaciones y exportaciones de fuentes secundarias de energía deben registrarse en función del contenido de energía de los combustibles (o electricidad) que pasa efectivamente a través de las fronteras nacionales. Si se requiere un análisis más detallado de los insumos de energía primaria que entran en el comercio exterior, puede hacerse, pero debe ser complementario del balance y no formar parte de él. El comercio de productos no energéticos obtenidos con fuentes de energía primaria (por ejemplo, lubricantes, negro de humo o electrodos) debería registrarse en el balance principal.

2. Comercio invisible de energía

128. Una medición estadística de la dependencia, o independencia, de un país respecto del suministro de energía del exterior es la relación entre sus importaciones energéticas y la utilización interna de energía. Esa relación puede definirse de distintos modos según como se traten las variaciones de las existencias energéticas, las exportaciones de energía, los depósitos de combustible y los productos no energéticos. El aspecto que debe señalarse en esta fase del examen es que es probable que cualquier relación de ese género que se defina exclusivamente en función de existencias y corrientes de energía visible dará un resultado considerablemente diferente del de una relación en la que también se tengan en cuenta las corrientes del comercio invisible de energía, es decir, la existente en todas las mercancías importadas o exportadas.

129. Para poner esto de relieve, considérese un país que importa grandes cantidades de minerales metálicos y exporta aluminio y otros productos de metal. Ese país necesitará también un gran volumen de calor de alta temperatura y, a menos que disponga de un abastecimiento suficiente de energía hidroeléctrica, debe producir o importar

30/ Ya se ha mencionado la norma del OIE que prevé la imputación a cada uno de los productos derivados del petróleo de la tasa media de utilización de combustibles de la refinería y de pérdida en ésta. Todos los productos se multiplican por 1,065 para obtener el equivalente en petróleo crudo.

cantidades considerables de fuentes primarias o secundarias de energía. Si ese mismo país reemplaza ahora sus importaciones de mineral por importaciones de productos semi-elaborados de metal, pero mantiene inalterados el volumen y la composición de sus exportaciones, puede reducir considerablemente su consumo aparente de energía de fuentes internas o importadas. Esta disminución de la relación entre sus importaciones visibles y el consumo total de energía no pone de manifiesto el hecho de que sigue dependiendo de energía importada, porque sus importaciones incluyen ahora la energía incorporada en los productos semielaborados de metal.

130. Para hacer una evaluación detallada de la oferta y el consumo energéticos globales de cualquier país, es preciso tener en cuenta el comercio invisible y también el visible, pero tal análisis rebasa los límites de los balances globales energéticos previstos en el presente manual 31/.

RECOMENDACION:

- 18) El comercio internacional de "energía incorporada" es un tema apropiado de estudio en el marco de una evaluación detallada de los problemas energéticos. No obstante, un balance energético global debería elaborarse, en primer lugar, sobre la base, entre otras corrientes, del comercio visible de fuentes de energía únicamente.

G. Poder calorífico bruto y neto

131. La energía acumulada en los combustibles fósiles puede medirse a uno o dos niveles. El poder calorífico bruto (PCB) representa la cantidad total de calor que se producirá por combustión, pero parte de él permanecerá en el calor latente de evaporación (o condensación, según se considere la energía inicialmente absorbida o la emitida posteriormente) del agua que exista en el carburante antes de la combustión, junto con la producida por el propio proceso de combustión. El poder calorífico neto (PCN) no incluye ese calor latente y se puede determinar fácilmente en el proceso de combustión para su aprovechamiento y utilización. La diferencia entre el PCB y el PCN es del orden del 2,5% en el caso de la antracita, del 3% al 7% en el de los carbones bituminosos y sub-bituminosos, del 9% al 10% en el del lignito, del 7% al 9% en el caso de los combustibles líquidos y del 10% en el de los gases.

132. Un enfoque estrictamente termodinámico de las cuentas energéticas exigiría la evaluación del PCB de todos los combustibles hasta la etapa de la energía suministrada a los usuarios finales de ella 32/. Teniendo presente el interés por los datos sobre la conservación, ya se ha recomendado que la cantidad de calor residual descargado a la atmósfera por las centrales eléctricas y otros transformadores de energía se indique explícitamente en un balance energético 33/. De ello se deduce lógicamente que, en principio, el PCB debe utilizarse como base para evaluar el contenido energético de los combustibles fósiles 34/.

31/ Véase Nebbia (1975) y Longva (1977).

32/ IFIAS (1974) recomienda este enfoque. Sólo el PCB puede evaluarse directamente.

33/ Véase también la nota 21/.

34/ También puede argüirse que el PCB es la única base apropiada para evaluar el contenido energético de las materias primas para los procesos petroquímicos que no producen vapor de agua, con la pérdida consiguiente del calor latente de condensación de los gases emitidos.

133. Sin embargo, en la práctica el director de la sección de energía de una fábrica no es responsable de la pérdida de una energía a la cual no tiene acceso. Aun cuando debe recibir el PCB para tener acceso al PCN (de la misma manera que ordinariamente no se pueden obtener huevos sin la cáscara, aun cuando ésta se descarte), sólo se le puede pedir que rinda cuentas del buen o mal uso del PCN. Con la tecnología actual, no se puede recuperar de los gases emitidos el calor latente de la condensación del vapor; si esos gases fueran enfriados por debajo de una cierta temperatura, no saldrían de la chimenea de la caldera y la menor corriente de aire disminuiría la eficiencia de la caldera o exigiría utilizar energía para el funcionamiento de un ventilador a fin de expulsar los gases de la chimenea. La condensación del agua planteará problemas de corrosión debido al SO_2 y otros residuos, y requerirá materiales de acero inoxidable o resistentes a la corrosión más costosos. Con todo, otra consideración práctica es que el contenido de humedad natural de los combustibles sólidos depende en alto grado de las lluvias que puedan producirse durante el transporte y el almacenamiento, de tal modo que el PCN constituye una mejor indicación de la energía que se puede obtener efectivamente de los combustibles al hacer comparaciones cronológicas y entre países (a menos que el contenido de humedad de esos combustibles se reduzca a un nivel estándar antes de medir el PCB).

134. En un enfoque más pragmático se parte de la base de que la diferencia entre el PCB y el PCN es relativamente pequeña en los datos corrientes y en los relativos a períodos anteriores, y es sumamente reducida en comparación con los errores en las proyecciones futuras. Además, esa diferencia constituye una pequeña parte de la cantidad total de calor residual descargado a la atmósfera y, por razones prácticas, sólo se puede recuperar una parte de esa pérdida térmica total. En principio, sería posible atender las necesidades de los especialistas en termodinámica y los estadísticos de la esfera ambiental, así como la de los estadísticos del sector de la energía y otros analistas, incorporando un rubro especial en el balance energético para indicar esta causa concreta de pérdidas de transformación. El balance podría entonces indicar las corrientes evaluadas en función del PCB del suministro de combustibles fósiles, hasta la fase, y con inclusión de ella, de los insumos que entran en las industrias de transformación, y en función del PCN de las entregas de todas las fuentes de energía a los usuarios finales, registrándose la diferencia entre el PCB y el PCN de los combustibles en el nuevo rubro de "pérdidas". No obstante, ese procedimiento supondría una complicación desproporcionada en relación con la mayor información que se lograría en un balance energético, y la exactitud con que se miden los poderes caloríficos y se asignan a cada fuente energética tal vez no justifique esa mejora en la presentación.

135. El procedimiento que se acostumbra a seguir en varios países de medir el valor energético de los gases en términos del PCB no significa necesariamente que tengan que registrarse sobre la misma base en un balance energético global. La OEEC (Luxemburgo) ha publicado durante largo tiempo los cuadros relativos a los gases en términos del PCB, al tiempo que, en sus balances energéticos globales, expresaba los gases en función del PCN. En definitiva, éste parece ser el método más satisfactorio para agregar el contenido energético potencialmente utilizable de todas las fuentes de energía en conjunto.

RECOMENDACION:

- 19) Cuando el contenido energético de las fuentes de energía fósil primarias y secundarias se exprese en una unidad de cuenta común debe utilizarse el poder calorífico neto (PCN) con preferencia al bruto (PCB). Cuando la recuperación de una parte importante de la diferencia entre el PCB y el PCN de los gases de emisión se convierta en una posibilidad práctica y parezca probable que llegue a ser realidad, tal vez haya que reconsiderar el método que se recomienda para expresar el contenido de energía.

H. Unidades de cuenta

1. Generalidades

136. Las cuatro fuentes principales de energía - el carbón, el petróleo, el gas y la electricidad - constituyen un buen ejemplo del problema que se presente reiteradamente en la esfera de las estadísticas de sumar datos significativos con datos que no lo son. Cuando se tienen en cuenta los productos derivados del carbón (coque, gas de hornos de coque y de altos hornos, combustibles especiales, etc.), las diferentes formas del gas (gas natural y gas de fábrica, para mencionar los dos principales), los diversos productos petrolíferos de distintas características y las diferentes formas en que puede generarse la electricidad (centrales hidroeléctricas, nucleares o térmicas tradicionales), se aprecia más claramente la complejidad del problema de la adición. Esa complejidad aumenta si se incluyen también las fuentes renovables de energía (eólica, undimotriz, geotérmica y solar).
137. Las unidades en que resulta más natural medir los combustibles y la electricidad (toneladas en el caso del carbón; toneladas, barriles o barriles por día en el caso del petróleo; kilovatios hora en el caso de la electricidad, y unidades térmicas, calorías, julios, metros cúbicos o pies cúbicos en el caso del gas) son muy dispares. No obstante, cualquiera de ellas puede emplearse como base para registrar los demás combustibles, si se dispone de coeficientes apropiados de conversión. Esos coeficientes podrían derivarse de los precios, o podrían utilizarse éstos directamente para expresar las unidades originales en términos de valores monetarios. Esto es lo que se hace cuando se determinan los renglones y columnas relativos a la energía de las tablas de insumo-producto. Con todo, como ya se ha señalado, los precios son un rasgo bastante inestable de las fuentes de energía, tanto en el tiempo como entre las distintas categorías de usos de cualesquiera de esas fuentes. Una base más estable, y a muchos efectos, más útil es la energía que se puede obtener de una unidad natural de cada fuente energética. Ello plantea el doble problema de qué unidad de cuenta elegir y qué método aplicar para expresar las unidades de un combustible en función de una unidad común convenida.
138. Antes de seguir estudiando estas dos cuestiones, cabe señalar que la conversión de un combustible o fuente en su equivalente energético en función de otra no significa necesariamente que una unidad de la "fuente energética A" pueda sustituir en realidad a x unidades de la "fuente energética B" ^{35/}. Por ejemplo, una tonelada de productos petrolíferos puede contener la misma cantidad de energía acumulada que 1,7 toneladas de carbón, pero no se puede reemplazar directamente una tonelada de gasolina o gasóleo por 1,7 toneladas de carbón. Si queremos conocer la cantidad de un combustible que sería necesaria para reemplazar las cantidades efectivamente existentes (o previstas) de otros combustibles, debemos tener en cuenta los usos a que se destinan actualmente determinados combustibles, el equipo que los convierte en calor, luz o fuerza motriz, y las posibilidades - que pueden ser limitadas o inexistentes - para utilizar ese equipo, en su forma actual, o después de ser adaptado, con un combustible alternativo.
139. Esta consideración da lugar a otras dos. La primera se refiere a la distinta eficiencia con que puede extraerse la energía útil de la tonelada de productos petrolíferos o de las 1,7 toneladas de carbón. La cantidad de este último combustible

^{35/} Para un examen más detenido de este problema véase Leading (1960) y Romain (1977).

requerida para producir una cantidad dada de fuerza de tracción en los medios de transporte depende, no solamente del contenido energético relativo del carbón y el petróleo, sino también de la eficiencia relativa de las máquinas de vapor, por un lado, y de los motores de combustión interna, por otro. La equivalencia en combustible de esta sustitución puede ser aún más indirecta si los motores que funcionan con gasolina son reemplazados por trenes eléctricos, al tiempo que las centrales eléctricas utilizan calderas alimentadas con carbón.

140. La segunda complicación se debe a que el nivel y la composición actuales del consumo energético refleja la oferta y la composición de las fuentes de energía, así como los precios y las inversiones hechas en el pasado en aparatos que utilizan combustible. Si la composición de los combustibles disponibles fuera básicamente diferente, también sería evidentemente muy distinto el volumen de su consumo. Existe una sustitución de unas fuentes energéticas por otras, pero está influida por otros factores además del contenido de energía de cada una de las fuentes disponibles.

141. Todo esto significa que la tasa de equivalencia entre distintas fuentes de energía sólo depende en parte de sus propiedades físicas intrínsecas, y, en parte, de los usos a que se destinan. La calidad o la composición del carbón cuyo contenido calorífico puede considerarse equivalente a un metro cúbico de gas natural depende de los usos del carbón que pueden ser atendidos indistintamente con gas. La equivalencia entre la electricidad y el carbón o el petróleo depende de los tipos de estos combustibles que pueden desplazar a la electricidad para determinados usos. Sin embargo, el limitado alcance de la sustitución que existe en la práctica entre fuentes de energía no resta validez a la expresión de todas las fuentes energéticas en función de una o varias unidades comunes de cuenta. Tal procedimiento es perfectamente válido, y, de hecho, indispensable, para poder estudiar las modalidades pasadas y actuales del suministro y la utilización de energía, y para proporcionar una base para hacer conjeturas bien fundadas acerca del futuro.

142. Con el presente manual no se trata de abarcar toda la gama de unidades de cuenta posibles y sus numerosos coeficientes cruzados para la conversión recíproca. Este amplio campo ha sido estudiado a fondo y sintetizado por Guyol (1977). Sin embargo, vale la pena señalar algunos ejemplos de diferencias entre unidades de cuenta - incluso cuando reciben el mismo nombre - y los métodos utilizados para expresar las unidades iniciales de masa en términos de cada una de las unidades de cuenta.

2. Toneladas de equivalente en carbón (TEC)

143. La OECE (Luxemburgo), la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas y el Reino Unido han estado utilizando la tonelada de equivalente en carbón (TEC) como unidad común de cuenta, pero los tres parecen diferir en cuanto a definición y métodos. En el caso de la OECE, la TEC solía definirse en el sentido de que producía 7 Gcal. de poder calorífico neto 36/; en el caso de la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, el mismo contenido de energía solía definirse como el poder calorífico bruto 37/. En el caso del Reino Unido, la TEC se define implícitamente como

36/ La OECE (1976) dejó de utilizar la TEC en 1978 (véase el párr. 151).
1 Gcal. = 10^6 kcal. = 4,19 gigajulios (Gj), de manera que 7 Gcal. = 29,3 Gj.

37/ Oficina de Estadística de las Naciones Unidas (1977).

el poder calorífico bruto medio registrado por todas las calidades de carbón en los últimos años (hasta marzo de 1978, el Reino Unido, utilizaba para el carbón la tonelada larga) 38/. La TEC también es utilizada por varios países del CAEM.

144. El procedimiento utilizado por la OEEC para convertir el carbón en TEC era sumamente complicado y consistía en ajustar cada una de las calidades del combustible por separado, según el contenido de agua y cenizas, a una calidad estándar del poder calorífico especificado. En el caso de las Naciones Unidas, el método es sencillo: se supone que todo el carbón bituminoso (y la antracita) tiene el poder calorífico ya definido (neto, siempre que es posible). Ello equivale a considerar las toneladas materiales del combustible como si ya estuvieran expresadas en equivalente en carbón. El Reino Unido sigue la misma práctica 39/. En los tres casos, los demás combustibles sólidos y fuentes de energía se convierten en toneladas de equivalente en carbón, utilizando coeficientes que reflejan los valores energéticos relativos de la calidad definida de carbón y la fuente energética de que se trate. Hasta 1977 inclusive, la OEEC consideraba en conjunto todos los productos petrolíferos, sin hacer ninguna distinción entre los diferentes valores energéticos de cada producto.

145. La electricidad primaria (es decir, la nuclear, la hidroeléctrica y la geotérmica) se trata de forma diferente en los tres casos. La OEEC la expresa en función del combustible fósil - equivalente en carbón y, desde 1978, equivalente en petróleo - que se requeriría para generar la misma cantidad de electricidad en las centrales termoeléctricas clásicas, sobre la base de la eficiencia media de todas ellas. En el Reino Unido el procedimiento es el mismo, pero la eficiencia media hipotética es la de las centrales termoeléctricas clásicas contemporáneas. En las Naciones Unidas, la electricidad nuclear, la geotérmica y la hidroelectricidad se expresan directamente en función de la cantidad de carbón (de 7 Gcal. PCN/tonelada) que tendría el mismo poder calorífico que la electricidad; así pues, las Naciones Unidas no aplican el criterio de los insumos de combustibles primarios.

146. La tonelada de sustitución de carbón que utiliza la India se define como la cantidad de carbón que rinde la misma cantidad de energía útil que 1 unidad de cada una de las demás fuentes de energía cuando se utiliza para un fin determinado (por ejemplo, para cocinar) 40/.

3. Toneladas de equivalente en petróleo (TEP)

147. La OCDE/OIE y el Reino Unido utilizan la tonelada de equivalente en petróleo (TEP) como unidad común de cuenta, pero, también en este caso, la definición de la unidad y el método para llegar a ella difieren en ambos casos. La OCDE/OIE define la TEP en el sentido de que tiene un PCN de 10 Gcal. (= 41,9 G) en tanto que, en el caso del Reino Unido, no está formalmente definida la unidad en función del poder calorífico pero, como en el caso de la TEC, está definida implícitamente en función del promedio ponderado del PCB de todos los productos petrolíferos en los últimos años.

38/ Reino Unido (1977).

39/ El Reino Unido describe sus cifras de TEC en el sentido de que indican toneladas de carbón o de equivalente en carbón.

40/ Véase Chatterjee (1971).

148. El método que sigue la OCDE/OIE para calcular 1.000 TEP es expresar primero todas las fuentes de energía en función de su PCN en teracalorías y dividir después las cifras resultantes por diez. En la práctica estas dos operaciones se combinan en una sola mediante los coeficientes apropiados. En contraste con el ajuste detallado que hace la OECE de cada calidad de carbón a una calidad uniforme teórica y el enfoque agregado de los productos petrolíferos al convertir las unidades originales en TEC, la OCDE/OIE emplea el método agregado en el caso del carbón, y un enfoque producto por producto en el caso de los derivados del petróleo para convertir las unidades originales en TEP. Los demás combustibles sólidos y otras fuentes de energía se convierten en TEP aplicando los coeficientes respectivos.

149. El Reino Unido no reajusta las cifras correspondientes a los productos petrolíferos y describe las de TEP como "toneladas de petróleo o equivalente en petróleo". Las cifras relativas a otras fuentes de energía se convierten en TEP aplicando coeficientes sencillos.

150. Tanto la OCDE/OIE como el Reino Unido expresan la electricidad primaria en función de los insumos de combustibles primarios que se requerirían para producirla. Como ya se ha indicado, el Reino Unido utiliza la eficiencia media de las centrales eléctricas contemporáneas que queman combustibles fósiles. La OCDE/OIE utiliza la misma base que la OECE, es decir, la eficiencia media de todas las centrales alimentadas con esos combustibles.

151. El 1º de enero de 1978, la OECE dejó de utilizar la TEC y adoptó la TEP como unidad de presentación, al tiempo que utilizaba el julio como unidad de cuenta (véase más adelante). A partir de la misma fecha, ha convertido las unidades originales de productos petrolíferos en julios en el caso de cada tipo principal de producto. En 1979, la OECE publicó su balance energético global utilizando los terajulios para expresar las cifras correspondientes (véase más adelante).

152. Se han descrito en primer lugar la TEC y la TEP porque son dos de las unidades de cuenta más comunes; también se emplean como unidades de presentación para complementar las unidades de cuenta más estrictas y fundamentales.

4. Otras unidades de cuenta

153. En el Canadá y los Estados Unidos de América se utiliza la unidad térmica británica (BTU). Se trata de una unidad muy pequeña (1 BTU = 0,252 Kcal. = 1,055 julios) y, de los dos países que la utilizan, el Canadá registra hasta 9 o más dígitos en el balance energético que publica y los Estados Unidos emplean 10^{12} como multiplicador en el suyo. Los cuadros con tantos dígitos no son apropiados para una rápida referencia visual por las personas que no están habituadas a ellos.

154. El Reino Unido utiliza el "termo" (1 "termo" = $BTU \times 10^5 = 25.200 \text{ kcal} = 105,5$ megajulios) como unidad estricta de cuenta y convierte cada una de las calidades del carbón (y de otros combustibles sólidos), cada producto petrolífero (y otros combustibles líquidos y gaseosos), así como la electricidad, en forma bastante detallada, en "termos" en relación con los datos básicos de su balance energético global (este país utiliza principalmente la TEC y la TEP para presentar, sobre la base de los insumos de combustibles primarios balances simplificados, en los cuales no se requieren muchos detalles acerca del carbón y los productos petrolíferos).

155. Muchos países han utilizado la teracaloría (Tcal.) (o algún submúltiplo de ella), pero hay cinco definiciones distintas de la caloría, que van de un valor energético de 4,184 a 4,205 julios. La Tcal. (equivalente a 4,186 Tj) fue la unidad de cuenta de la OECE, hasta que, en 1971, el Consejo de Ministros decidió abandonarla en favor del terajulio, a partir de 1978. Sin embargo, la OCDE no prevé abandonar la Tcal., habida cuenta de la cómoda relación de 10:1 existente entre ella y el millar de TEP.

156. Unos pocos países (véase el capítulo V) utilizan un múltiplo de gran magnitud del julio (1 terajulio = 10^{12} julios = 0,239 teracalorías). Como ya se ha indicado, los miembros de la CEE adoptaron el julio en 1978. La CEPE (Ginebra) adoptó el julio como unidad de cuenta para el balance energético global que decidió incluir como suplemento a sus estadísticas generales de la energía, a partir de 1978. La CEPE también decidió utilizar la TEC y la TEP como otras unidades posibles de presentación, para que sirvieran como vínculo con las unidades retenidas por el momento por algunos de sus países miembros.

157. El julio es la única unidad de energía reconocida por el Sistema Internacional de Unidades (SI), habiendo sido adoptada en 1946 por la Conferencia General sobre Pesos y Medidas como unidad de energía del Sistema, y, en 1948, como su unidad térmica. Tras examinar los méritos y limitaciones de otras unidades posibles, Laading (1960) recomendó que, en los balances energéticos, se utilizara el julio. Los analistas del sector de la energía con amplios conocimientos de física han acogido favorablemente esta unidad, pero en algunos países se opone cierta resistencia a su adopción universal. La principal objeción es su reducida magnitud y la necesidad consiguiente de los países de cierta importancia como productores o consumidores de energía de emplear como multiplicador una potencia muy alta de 10. No obstante en el SI se han incorporado prefijos apropiados, y con ellos puede evitarse el empleo de un gran número de dígitos. La mejor manera de recordar esos prefijos, así como el orden inferior de ellos ya utilizados ampliamente en las estadísticas de electricidad, es considerar que denotan potencias sucesivamente más altas de 10^3 :

$(10^3)^1$ kilo, $(10^3)^2$ mega, $(10^3)^3$ giga, $(10^3)^4$ tera, $(10^3)^5$ peta, $(10^3)^6$ hexa.

RECOMENDACION:

- 20) Habida cuenta de que el julio (1 julio = 0,239 calorías) - y los múltiplos de él elevándolo a potencias de 10^3 - es la única unidad de energía del SI, las oficinas internacionales y nacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de adoptarlo como unidad de cuenta para los balances energéticos. La tonelada de equivalente en petróleo (TEP) (1 TEP = 10^7 kcal. PCN) y/o la tonelada de equivalente en carbón (TEC) (1 TEC = 7×10^6 kcal. PCN) pueden utilizarse como unidades suplementarias de presentación. Cuando se empleen, deben definirse claramente en función del julio y describirse adecuadamente las operaciones para convertir los datos iniciales en TEP o TEC.

V. BALANCES ENERGETICOS

A. Generalidades

158. Anteriormente se ha indicado en el presente manual que, como base para las comparaciones internacionales, se podría adoptar cualquiera de los diversos formatos o estructuras de los balances energéticos. Ninguna estructura es óptima, ni son deficientes todas las demás. Sin embargo, es más fácil utilizar algunas y más difícil otras. Algunas de ellas tienen características poco adecuadas y otras permiten exponer la misma información de manera más concisa. Ciertas estructuras reflejan temas por los que sentían interés los analistas de la energía cuando se idearon por primera vez los balances, y otras son más aptas para atender simultáneamente las necesidades del análisis histórico y las conjeturas acerca del futuro. En el presente capítulo se examinan los formatos de más de 30 balances que actualmente se utilizan ^{41/}, para identificar las características que deben tenerse en cuenta en cualquier recomendación sobre un formato uniforme internacional.

159. Las distintas finalidades para las que se necesita un balance energético pueden resumirse indicando que es menester conocer la evolución anterior (el examen retrospectivo) y saber, o más bien tratar de evaluar, lo que pasará en el futuro (el análisis de las perspectivas). Un marco contable energético debe ser apropiado para satisfacer ambos tipos de necesidades, pero hay importantes diferencias entre ellas. Por lo común se dispone de muchos más datos acerca de la evolución pasada que de información que permita evaluar el futuro. No obstante, la forma más resumida de análisis que es posible o necesaria cuando se mira cinco o más años hacia el futuro debe ser conceptualmente coherente con el análisis más completo que puede realizarse en relación con los años pasados. Esta compatibilidad no es una mera cuestión de pureza estadística, sino una necesidad práctica. Para no tomar sino un ejemplo, el volumen proyectado futuro de la demanda de energía primaria debe ajustarse a los niveles previstos de consumo de fuentes primarias y secundarias de energía. Las fuentes secundarias consistirán básicamente en productos petrolíferos y electricidad. El volumen de los primeros sólo difiere ligeramente (en alrededor del 6%) de la cantidad de petróleo bruto requerida para producirlos (bien en el país consumidor, bien en los países de los cuales importa productos petrolíferos). La producción de electricidad requerirá un volumen tres veces mayor, aproximadamente, de fuentes primarias o secundarias de energía.

^{41/} Se trata de los balances oficiales de veinte países (la Argentina, Austria, el Brasil, el Canadá, los Estados Unidos de América, Finlandia, Francia, Hungría, la India, Italia, el Japón, México, Noruega, Nueva Zelandia, los Países Bajos, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y Suecia); de los cinco balances producidos por los institutos nacionales de investigaciones económicas de Austria (Oesterreichisches Institut fuer Wirtschaft (OIW)), Francia (Centre d'Etudes Regionales sur l'Economie de l'Energie (CEREN) (París) e Institut Economique et Juridique de l'Energie (IEJE)), Italia (Bari) y el Japón (Instituto de Economía Energética (IEE)); de los cinco elaborados por organizaciones internacionales, a saber, las Naciones Unidas (Nueva York), la CEPE (Ginebra), la OCDE (París), la CEE (Bruselas) y la OECE (Luxemburgo); de uno elaborado conjuntamente por dos institutos dedicados a los análisis internacionales (Brookhaven National Laboratory (Estados Unidos de América) y Kern-Forschungs Anlage (KFA) Julich (República Federal de Alemania)); de dos utilizados por organismos internacionales, a saber, el Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) y la Conferencia Mundial sobre la Energía, y de 4 utilizados por importantes compañías petroleras internacionales. En la República Federal de Alemania, el balance lo publica el Grupo de trabajo de balances energéticos, que incluye representantes del Gobierno, las universidades y las industrias energéticas. Salvo indicación en contrario, las referencias a los balances de la OECE corresponden a los publicados antes de 1978.

160. Así pues, es necesario que haya una relación entre la oferta de fuentes primarias de energía (y de sus equivalentes) ^{42/}, las entregas de esas fuentes para la generación de electricidad (y para otros procesos de transformación) y a los usuarios finales, y el abastecimiento de electricidad (y de otras fuentes secundarias de energía) a los usuarios finales de ella. Estas diversas corrientes entre los sectores de aprovisionamiento de energía primaria, de transformación energética y de uso final de energía pueden ser muy complejas, y si se quieren hacer proyecciones válidas acerca del futuro, es indispensable haber cuantificado adecuadamente, en relación con los períodos anteriores, el carácter y la importancia relativa de los muchos tipos de interdependencia existentes. Un balance energético debidamente estructurado permite realizar este análisis.

B. Otros formatos posibles del balance

161. El tipo de análisis requerido respecto de los datos de años anteriores y para evaluar los años futuros puede diferir en más aspectos que el concerniente al grado de detalle necesario o posible. Al analizar el pasado, es lógico comenzar con la oferta de las distintas fuentes de energía y determinar después la forma en que cada una de ellas ha sido utilizada, acumulada o tal vez perdida prematuramente ^{43/} como calor residual. Esta sucesión lógica conduce a lo que cabe denominar un balance energético "de arriba abajo" o "descendente", cuya forma general es la siguiente:

Producción
+ Importaciones
- Exportaciones
+ Reducción de las existencias
- Aumento de las existencias
= Consumo

162. En cambio, cuando se evalúa la evolución futura, es conveniente a veces proyectar la demanda (o el consumo) relacionándola de alguna manera con la cifra del producto interno bruto, con la estructura y distribución de éste, con la cantidad total de equipo que consume energía y con la probable evolución de la tecnología de la utilización de energía, y calcular el nivel de la oferta de ella necesario para satisfacer el volumen y la composición proyectados de la demanda (es probable que, si no es autosuficiente en una o varias de las fuentes energéticas que considere que necesitará, cualquier país estime que podrá obtener a cierto costo la cantidad requerida de energía, importándola). Esta sucesión analítica igualmente lógica lleva a lo que a veces se denomina un balance energético "de abajo arriba" o "ascendente", con la siguiente forma general:

Consumo
+ Exportaciones
- Reducción de las existencias
+ Aumento de las existencias
- Producción
= Importaciones

^{42/} Véase el párrafo 29.

^{43/} Como ya se ha señalado, en un sentido termodinámico estricto no se pierde energía, sino que toda la liberada por la naturaleza o por el hombre, de su fuente termodinámica desciende en la escala de temperatura hasta que el calor remanente tiene una temperatura demasiado baja para servir algún propósito útil.

163. Cualquiera de estos dos criterios se pueden aplicar al elaborar un balance de productos energéticos (véase el capítulo II) o un balance energético global. El presente capítulo se concentra en este último tipo de balance, pero, por supuesto, antes de preparar una cuenta de ese género que abarque la oferta y el consumo globales, se debe disponer, en las unidades originales de medición, de todos los datos necesarios sobre el suministro y los usos de cada uno de los tipos de energía primaria y secundaria. Posteriormente, se examina en el capítulo el problema de la agregación en función de una unidad común de cuenta para todas las fuentes de energía. En los párrafos siguientes se deja de lado este problema concreto.

164. En la práctica actual se hace otra distinción entre los balances parciales, en los que únicamente se registran las fuentes de energía primaria, y los balances completos, que abarcan el suministro de fuentes primarias, la transformación de fuentes energéticas primarias en secundarias y los usos finales de ambas fuentes. Un balance parcial del tipo de "arriba abajo" sería el siguiente:

| Fuente Corriente | Carbón | Petróleo crudo | Gas natural | Electricidad primaria* | Total de energía primaria |
|--|--------|-------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Producción Importaciones (+) Exportaciones (-) Variación de las existencias (aumento (-); disminución (+)) | | | | | |
| Total de la oferta interna = consumo o demanda aparente | | | | | |

* Electricidad nuclear, hídrica, geotérmica y eólica.

165. El último renglón de este cuadro indica las entregas internas aparentes (o el consumo, si se conocen y pueden incluirse en el renglón "variación de las existencias" los cambios en ellas correspondientes a los consumidores y los productores). En la práctica, es improbable que las entregas aparentes, o el consumo, calculados a partir de las estadísticas sobre los suministros correspondan exactamente al total de las cantidades que los consumidores comuniquen haber recibido, y es necesario otro renglón, con el título de "diferencias estadísticas", si se considera que merece la pena consignar en el cuadro las entregas, o el consumo, registrados. Estos datos registrados acerca de las entregas internas guardarán relación con las entregas de las fuentes de energía primaria (y sus equivalentes), con las industrias de transformación, o directamente con los usos energéticos finales. Cabe señalar que la demanda aparente de energía primaria comprende los usos para fines energéticos y no energéticos, sin hacer distinción entre ellos. Este análisis adicional se suele hacer en los balances completos cuando ello es posible.

166. También puede ser parcial un balance "de abajo arriba", si solamente contiene las fuentes de energía primaria (como en el caso del balance parcial "de arriba abajo ya mencionado), pero aquél suele requerir hipótesis implícitas o explícitas acerca de la forma en que el consumo final de fuentes energéticas secundarias es atendido con la oferta hipotética o prevista de fuentes primarias (véase más adelante). Tal balance tendría la forma siguiente:

| Corriente \ Fuente | Carbón | Petróleo crudo | Gas natural | Electricidad primaria* | Total de energía primaria |
|--|--------|----------------|-------------|------------------------|---------------------------|
| Entregas internas Exportaciones (+) | | | | | |
| Demanda total | | | | | |
| Producción Variación de las existencias (aumento (-); disminución (+)) Importaciones (+) | | | | | |
| Oferta total | | | | | |

* Electricidad nuclear, hídrica, geotérmica y eólica.

167. Un balance completo de tipo descendente tendría la forma general siguiente:

| Fuente Corriente | Carbón | Petróleo crudo | Gas natural | Productos petrolíferos | Otros combustibles secundarios | Electricidad Primaria secundaria | Total |
|--|--------|-------------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------|--|-------|
| Producción Importaciones Exportaciones Variación de las existencias (aumento (-); disminución (+)) | | | | | | | |
| Total de la oferta de fuentes primarias y equivalentes | | | | | | | |
| Refinación de petróleo | | | | | | | |
| Generación de electricidad | | | | | | | |
| Otras industrias transformadoras | | | | | | | |
| Uso final | | | | | | | |

168. Un balance energético completo puede ser agregado o desagregado. Esta distinción se refiere primordialmente al número de fuentes de energía que se indican por separado en las columnas, pero un balance sumamente desagregado en este sentido será también bastante detallado en lo tocante a los renglones correspondientes a los productores de energía secundaria. Sin embargo, un balance que contenga el mismo grado de detalle en estos renglones puede ser más o menos agregado en cuanto al desglose de las fuentes secundarias que figuran en las distintas columnas. Los múltiples balances energéticos examinados para preparar el presente manual pusieron de manifiesto que existían grandes variaciones en cuanto a los detalles consignados en sus renglones y columnas.

169. En suma, el orden y el alcance exactos de los distintos renglones y columnas de un balance pueden diferir ampliamente, y de hecho difieren, en la práctica actual y lo mismo sucede con los métodos empleados para indicar en un balance energético global las corrientes efectivas o proyectadas de fuentes primarias y secundarias de energía. El aspecto esencial que cabe destacar ahora es que los criterios ascendente y descendente son - o deberían ser - coherentes entre sí. Sea cual fuere el orden de los conceptos y el grado de desagregación (en relación con el pasado) o de agregación (en el caso de las proyecciones), debe ser posible relacionar estrechamente entre sí los diversos elementos correspondientes a corrientes, existencias, fuentes energéticas, transformaciones y usos de la energía en un balance que esté tan articulado que su estructura básica se preste a ser reducida o ampliada sin que sus características fundamentales se vean afectadas.

C. El examen retrospectivo: balances descendentes

170. Ya se han expuesto más arriba los rasgos fundamentales de un balance descendente. Hay otras corrientes básicas que deben incluirse, incluso antes de considerar la cuestión de cuántas industrias transformadoras hay que distinguir. Para mayor comodidad, en el resto de la presente sección se utilizarán renglones para las corrientes y columnas para las fuentes de energía. Es ésta la práctica más común, pero algunos países (Austria 44/, los Estados Unidos de América 45/, el Japón 46/ y Polonia) utilizan el procedimiento opuesto, es decir renglones para las fuentes y columnas para las corrientes. A continuación figura una lista más detallada de las partidas que debe incluir un balance completo:

Producción
Importaciones
Exportaciones
Depósitos de combustible
Transformación
 Insumos
 Productos
Consumo propio del sector energético

44/ En las matrices básicas expresadas en las unidades originales, se utilizan las columnas para las fuentes de energía.

45/ Ello se refiere al nuevo formato propuesto por el Organismo Federal de la Energía (OFE), y no al balance publicado por la Dirección de Minas. Este último se examina en la sección siguiente.

46/ El Instituto de Economía Energética (IEE), de Tokio, también ha publicado balances en relación con el Japón, en la forma más común de "Arriba abajo".

Pérdidas en la distribución
Uso no energético
Diferencia estadística
Uso final de energía
Variaciones de las existencias
Productores
Importadores
Transformadores
Usuarios finales

Esta lista no es exhaustiva, ni figura en ella el orden más común, ni tampoco el único o el más conveniente, de las partidas. A continuación se estudian en forma más detallada varias partidas concretas.

1. Existencias

171. Las variaciones de las existencias podrían complementarse con el volumen de ellas al comienzo del período contable (en general el año civil), o ser reemplazadas por él. La CEE registra, pero no publica, el volumen de las existencias, así como las variaciones de ellas. El Japón indica su volumen, pero no sus variaciones, y considera las existencias iniciales como parte de la oferta, y las de final de período como parte de la demanda o, si se quiere expresar más exactamente, como una categoría del uso de los suministros disponibles ^{47/}. En algunos balances se registran por separado las variaciones de las existencias correspondientes a los productores y los consumidores (Austria, Italia), pero no se aprecia claramente donde figuran, o si figuran en absoluto, los cambios en las existencias de los importadores y las industrias de transformación de energía. Otros balances son más claros a este respecto y en ellos se distingue entre las existencias de productores e importadores y las correspondientes a las industrias de transformación y a otros usuarios (CEPE y la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas). El balance de la OECE es aún más preciso en cuanto a distinguir cada una de estas cuatro categorías de existencias. En los demás balances examinados sólo se consigna una sola cifra para los cambios totales en las existencias de cada una de las fuentes energéticas.

172. En algunos balances se utilizan las variaciones de las existencias como partida compensadora entre la oferta y el consumo totales de cada fuente de energía (Italia, Portugal, Suecia), en tanto que en la mayoría de los demás balances examinados se prevé una partida separada a estos efectos. No aparece totalmente claro el tratamiento exacto a este respecto en los casos de Austria y Polonia. Al parecer, en el balance de Austria (OSZ) se emplea como partida remanente la utilización y pérdida de los sectores energéticos. En principio, es muy conveniente registrar por separado las variaciones cuantificables de las existencias, pero se reconoce que, en la práctica, a los países les suele resultar difícil obtener de los usuarios de energía datos apropiados sobre esas variaciones para su incorporación en los balances energéticos que se publican. Ese problema es especialmente complicado en el caso de los usuarios finales no industriales, que son muy numerosos y, por consiguiente, resulta costoso incluir las variaciones correspondientes en cualquier encuesta periódica sobre las existencias.

^{47/} El Japón es el único de los países que se han examinado que confecciona los balances exclusivamente sobre la base del ejercicio fiscal.

173. El caso más importante en el que deben evaluarse adecuadamente dichas variaciones es el de las industrias de transformación, a causa de la necesidad de relacionar su producción con el uso efectivo de insumos energéticos; en un balance, la partida correspondiente a los insumos que entran en esas industrias debe representar el uso, y no las cantidades que, según los registros, les han sido entregadas o han sido recibidas por ellas.

174. El distinto enfoque de las variaciones de las existencias (es decir, considerar esas variaciones totalmente en función de la oferta, o, en parte, en función de ésta y, en parte, de la demanda, o totalmente por el lado de la demanda) es uno de varios ejemplos de diferencias de criterio que llevan al empleo de expresiones idénticas o análogas a las de "oferta total", "oferta bruta" y "oferta disponible", las cuales tienen distintos significados inciertos en diferentes balances (inciertos porque la designación que se utiliza para caracterizar a un nivel de la oferta no da de por sí ninguna indicación acerca de si denota una corriente que ha sido medida en sentido ascendente o descendente respecto de una variación de las existencias. Sin embargo, cabe señalar que la subdivisión de una de esas variaciones en dos o más componentes no significa necesariamente que los componentes relacionados con el consumo estén situados en la mitad del balance que corresponde a la demanda). Como ya se ha indicado, el balance de la OCEC es el único que trata de distinguir entre los cuatro componentes de las variaciones de las existencias, y, no obstante, todos ellos están situados en la mitad del balance correspondiente a la oferta.

175. Tal vez no parezca muy importante el hecho de que el aumento de las existencias se indique siempre con signo "+" (que, a primera vista, aparece claramente como la única manera lógica de representar un aumento de ellas) o con el signo "-" (que, cabe sostener también en buena lógica, es la única forma clara de denotar una disminución de las mismas. Sin embargo, este razonamiento es incompleto. Todo cambio en las existencias supone una corriente; y los signos "+" y "-" indican efectivamente, un aumento o una reducción de ella. El sentido del signo que se utilice depende del lugar del balance en que se produzca ese cambio. Si se produce en la parte correspondiente a la oferta, un aumento de las existencias representa una disminución de la disponible para otros usos, y en tal caso el signo "-" sería apropiado (con un signo "+" en el caso de una reducción de las existencias). Si, por el contrario, el cambio se produce en la parte del balance correspondiente a la demanda, un incremento de las existencias representa un aumento de la demanda, y sería apropiado un signo "+" (con un signo "-" en el caso de una disminución de las existencias).

176. De los veinte balances, aproximadamente, que se examinan en la presente sección, en ocho se utiliza el signo "+" y en 11 el signo "-" para denotar un aumento de las existencias (y un "-" o un "+", respectivamente, para denotar una reducción de ellas). Este aspecto aparentemente trivial puede dar lugar a errores, en el peor de los casos, y a una irritación evitable, en el mejor de ellos. En uno de los balances de Italia 48/ se agrega una nota para indicar al lector que invierta mentalmente el signo en la parte del balance correspondiente a la oferta, al leer las columnas del cuadro, pero que interprete el signo relativo a las variaciones de las existencias de los consumidores tal como figura en el balance. En el otro balance de Italia 49/ se utiliza un signo negativo en la parte de la oferta, pero uno positivo en la de la demanda, para denotar un aumento de las existencias.

48/ Ministerio de Industria y Comercio (MIC).

49/ Ente Nazionale Idrocarburi (ENI).

177. El balance de la República Federal de Alemania y el utilizado por el grupo Brookhaven/Julich contienen renglones distintos para la utilización de existencias y la formación de ellas. En el balance provisional de la OFE, el único renglón (que, de hecho, es una columna) relativo a los cambios en las existencias se titula "reducción de existencias", y en el de Nueva Zelandia el renglón correspondiente se denomina "aumento de las existencias". Estas designaciones aclaran perfectamente el sentido de un signo negativo o positivo.

178. Sea cual fuere el signo que se emplee para indicar el sentido de los cambios en las existencias en un renglón que sólo lleva la designación ambigua de "variaciones de las existencias", en el cuadro se debe indicar claramente el sentido que tienen (esta práctica es rara en los balances que se publican en el plano nacional, pero es seguida por las organizaciones internacionales). Más adelante nos referiremos de nuevo a la cuestión del significado que tienen de hecho esas variaciones.

2. Exportaciones y depósitos de combustible

179. Las exportaciones y los depósitos de combustible se consideran en general, pero no en todos los casos, esencialmente análogos, es decir, partidas que disminuyen la oferta antes de determinar las disponibilidades para uso final con anterioridad a la transformación de la energía primaria en formas energéticas secundarias, o después de esa transformación. En los dos balances de Austria, en los dos de Italia, en el balance oficial del Japón y en el balance del IEJE de Francia, las exportaciones y los depósitos de combustible se consideran componentes de la demanda ^{50/}. En todos los balances objeto de examen se han considerado las exportaciones y los depósitos de combustible dos corrientes distintas, como de hecho lo son. Los depósitos de combustible son necesarios para toda la gama de actividades del transporte marítimo internacional y no están tan directamente relacionados con el comercio de petróleo de un país como sus importaciones o exportaciones de otros productos petrolíferos.

180. Casi sin excepción, los depósitos de combustible se refieren al destinado a los buques, independientemente del pabellón o matrícula, y no incluyen el combustible para las aeronaves que participan en el tráfico internacional, ni para los vehículos del transporte internacional de mercancías por carretera a larga distancia. La única excepción a este respecto es el nuevo cuestionario de las Naciones Unidas que trata de abarcar los depósitos de combustible para las aeronaves que realizan vuelos internacionales.

181. Existe en este terreno una doble incongruencia. En primer lugar, únicamente se tienen en cuenta los depósitos de combustible (queda por ver el éxito que tengan las Naciones Unidas en cuanto a reunir datos sobre los depósitos de combustible para la aviación internacional) como corriente separada, quedando fuera de las entregas internas los depósitos de combustibles destinados a la aviación y los camiones del tráfico internacional para fines de transporte aéreo y por carretera. En segundo lugar, no se hace ninguna distinción entre las entregas de fuel oil (u otros productos) destinadas a los depósitos para nacionales del país informante, por un lado, y a nacionales de otros países, por otro. Con arreglo a las normas de las cuentas nacionales, las entregas a nacionales del país informante deben considerarse una actividad interna y únicamente las que se hagan a buques de matrícula extranjera

^{50/} Este tratamiento es especialmente apropiado en el caso de los balances energéticos de los principales países exportadores de energía.

deben tratarse como si fueran análogas a las exportaciones (igualmente, la adquisición por huques propiedad de nacionales del país informante de combustible en otros países debe tratarse como importaciones. Tales entregas serán consideradas depósitos de combustible por el país que las realiza). Por razones comprensibles, estos aspectos de la práctica actual constituyen obstáculos lamentables para una armonización más estrecha, en un futuro próximo, de los balances energéticos y las normas de las tablas de insumo-producto relativas a las transacciones interindustriales.

3. Transformación

182. El tratamiento de las industrias de transformación en un balance energético plantea problemas distintos de los que se han estudiado hasta ahora. No se trata simplemente de examinar la cuestión de la mejor ubicación y el orden en que deben aparecer esas industrias y sus insumos y productos. El grado de desglose (es decir, cuántas industrias diferentes hay que distinguir, además de las de refinación de petróleo y de generación de electricidad) depende del número de fuentes de energía secundaria que pueden o deben distinguirse en las columnas de un balance. Esas otras industrias o actividades de transformación podrían incluir la autogeneración de electricidad, la producción combinada de calor y electricidad en la industria, la producción de calor en las centrales que lo generan para la calefacción de distritos urbanos, así como la fabricación de briquetas, la producción o mezcla de gas, los hornos de coque y los altos hornos. También hay varias opciones para presentar las pérdidas, bien explícita, bien implícitamente. Esas diversas opciones se pueden considerar mejor después de haber examinado otras facetas de toda esta amplia cuestión.

183. La mayoría de los balances examinados para preparar el presente manual abarcan los hornos de coque, la elaboración de combustibles sólidos (para fabricar los de tipo fumífero o para aglomerar los trozos pequeños en briquetas más manejables) y la fabricación de gas, además de la generación de electricidad y la refinación de petróleo. La razón de que se omitan una o varias de estas industrias en un balance es que su finalidad es concentrarse en las principales fuentes de energía; otra causa es la poca importancia de la industria o el hecho de que no exista. Así, en el balance de la OCDE se registra la fabricación de gas, pero se agregan el carbón y sus productos en las columnas de mercancías y, paralelamente, en los renglones relativos a la transformación no aparece ninguna actividad de elaboración de combustibles sólidos (las pérdidas registradas en la fabricación de coque y en la elaboración de otros combustibles sólidos se asientan en la columna de "combustibles sólidos", en un renglón subsiguiente para el consumo propio y las pérdidas del sector de la energía). En el balance de los Países Bajos no se incluye la fabricación de gas, porque no existe esta actividad. En los balances de Francia (CEREN), de Polonia y del Canadá también se engloban todos los tipos de elaboración de combustibles sólidos.

184. El gas de alto horno es claramente una fuente energética derivada, pero los altos hornos forman parte de la industria siderúrgica, y frecuentemente sucede lo mismo con los hornos de coque (sin embargo, dado que éstos suelen formar parte de la industria de fabricación de combustibles sólidos, la producción de gas de horno de coque se trata en los balances energéticos como parte del sector de la energía). Además, la mayor parte del gas de alto horno se utiliza en la industria en que se produce, bien para alimentar los hornos de coque, bien para obtener calor para la combustión o para producir vapor para la generación de electricidad, y parte de él se emite como desecho. Ello plantea la cuestión - ya examinada en el contexto de las fuentes energéticas no comerciales (véase el capítulo III, sección B,3) - de si se debe distinguir entre la producción de energía secundaria y el uso de energía, cuando esa producción tiene lugar en el sector de uso final.

185. En las matrices de "producción" y "absorción" adjuntas al balance oficial de Austria figura un análisis más detallado de la producción de energía y de su utilización por cada uno de los sectores de consumo final ^{51/}. En el balance no se indican por separado los altos hornos como tales, porque en la matriz se utiliza la clasificación uniforme austríaca de industrias. La producción de gas de alto horno (así como la de coque y la de gas de horno de coque) se registra en el renglón correspondiente a la industria siderúrgica. En ninguno de los demás balances energéticos examinados se hace ese análisis justificativo detallado de los usuarios finales de energía, pero en los balances correspondientes a Italia, Noruega, Portugal, la República Federal de Alemania y Suecia, así como en los de carácter internacional de la CEE, la OCEC, la CEPE (Ginebra) y el Brookhaven/Julich, así como en el cuestionario de la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas (Nueva York), los altos hornos se consideran parte del sector energético. Otros países estiman que, como la producción y utilización de gas de alto horno corresponden al ámbito interno de la industria siderúrgica (con la rara excepción de las ventas a las industrias vecinas), no es necesario, ni tiene valor alguno, tratar de indicar las corrientes por separado en un balance energético.

186. Se plantea igualmente el mismo tipo de problema en el caso de la generación de electricidad dentro de la industria a partir de fuentes energéticas adquiridas fuera de ella. Este problema se ve complicado en el caso de la producción conjunta de electricidad y calor (CFC) (en realidad, sucede lo mismo en el caso de, al menos, cierta producción de electricidad a partir del vapor producido con calor de gas de alto horno). Este calor se utiliza casi exclusivamente en la industria donde es producido y requeriría la compra de cantidades adicionales de combustible si fuera producido en unas instalaciones que sólo fabricaran calor. En los balances del Canadá, Francia (CEREN), el Japón, los Países Bajos, la República Federal de Alemania y Suecia, así como en los de algunos organismos internacionales, se registra la autogeneración de electricidad en un renglón separado.

187. En el propio cuerpo de la mayoría de los balances figuran detalles acerca de los insumos y productos de las industrias de transformación. Sin embargo, tres países (Austria, Italia y Suecia) sólo usan en el balance principal renglones separados para los insumos y productos, respectivamente, del sector de transformación, pero los complementan con cuadros más detallados acerca de los insumos y productos de cada una de las industrias transformadoras. El balance oficial de Italia va aún más allá e imputa las pérdidas en los procesos de las industrias de transformación a cada uno de los insumos de combustible (ello se hace dividiendo, en el caso de cada fábrica, el insumo total de energía en proporción a la producción y las pérdidas de energía secundaria, y sumando después, en relación con todas las fábricas, primero la energía y después los componentes de pérdida de los insumos).

4. Generación conjunta de calor y electricidad (CFC)

188. Esto nos lleva al problema de saber si, cuando la generación de electricidad por la industria (con o sin la producción conjunta de calor) figura por separado en un balance, la electricidad y el calor deben abarcar la producción y el consumo totales, o solamente las cantidades vendidas y utilizadas fuera de la industria en que se producen. Este problema ya se ha examinado en el capítulo III.

^{51/} La matriz de "producción" indica las cantidades de cada mercancía energética elaboradas por cada una de las industrias productoras, importadas o procedentes de las existencias. La matriz de "absorción" indica las cantidades de cada mercancía entregadas a cada uno de los usuarios internos, o destinadas a la exportación o la formación de existencias.

189. Una actividad conexas, pero diferente, es la producción, en instalaciones dedicadas exclusivamente a ella, de calor de mediana o baja temperatura para la calefacción de distritos urbanos. Los balances que contienen un renglón a este efecto (Austria, la República Federal de Alemania y Suecia, así como los balances internacionales de la CEPE de Brookhaven/Julich) tienen también una columna para la producción de calor, la cual se utiliza para registrar también el generado junto con la electricidad en centrales eléctricas para el abastecimiento público y las de autogeneración del sector industrial. En el balance de los Países Bajos no figura ningún renglón para la producción de calor, pero tiene una columna a este efecto. En ella figura una cifra elevada de producción primaria; se trata del contenido calorífico del vapor producido por las centrales nucleares más el obtenido al quemar los desechos municipales e industriales. También figuran partidas para el calor generado en las refinerías de petróleo y en las centrales eléctricas de abastecimiento público. Existe una contrapartida para los insumos de calor que entran en la generación de electricidad, pero la mayor parte de este suministro total de calor aparece como consumido por la industria como usuario final.

190. Una cuestión más difícil es la de dónde asentar los insumos de combustible que entran en la producción conjunta de calor y electricidad. En el balance de Suecia figuran renglones separados para la electricidad, el calor y las instalaciones que producen ambos a la vez, y el balance de la CEPE 52/ sigue el mismo procedimiento para los distintos combustibles. Se trata de una excelente solución, ya que evita la necesidad de dividir los insumos de combustible entre el calor y la electricidad, cuando se producen conjuntamente. En el caso de los balances que contienen renglones para las instalaciones de producción de calor y las centrales eléctricas (pero no para las empresas que producen CFC) - a saber, Austria, la República Federal de Alemania y Brookhaven/Julich - el calor producido efectivamente por las instalaciones industriales de CFC se registra, al parecer, en el renglón correspondiente a la calefacción de distritos, aunque la mayor parte de este calor lo utiliza la industria que lo genera, y el combustible para producirlo se hace figurar en el renglón relativo al sector que genera la electricidad. De ello se desprende - si es ésta en realidad la norma que se sigue en esos balances - que los insumos imputados a la producción de calor son demasiado exigüos, y cabe argüir que los imputados a la autogeneración de electricidad son demasiado elevados en relación con ella.

191. Se utiliza deliberadamente la expresión "cabe argüir", porque, por el momento, sigue sin resolverse la cuestión de si los insumos correspondientes a los productos generados conjuntamente deben asignarse entre éstos. Por un lado, algunos sostienen que esa asignación no puede ser sino artificial y tiene que basarse en una norma más o menos arbitraria y, por lo tanto, no debería aplicarse. Por otra parte, hay otros que sostienen que un balance energético (véase el capítulo I, sección C) sólo puede confeccionarse si se pueden seguir todos los insumos de energía anteriores para un producto o proceso, y que, si uno de ellos es electricidad producida en régimen de CFC, la sola opción posible es asignar de alguna manera los insumos energéticos que entran en esa generación entre ambos productos. Este problema se examina más detenidamente en el anexo I 53/. Independientemente de que se prevea en un balance un renglón separado para CFC, y de que la autogeneración de electricidad se registre como parte de la transformación o del consumo final, no es absolutamente necesario

52/ Annual Bulletin of Energy Statistics (Boletín anual de estadísticas de la energía).

53/ Véanse también las recomendaciones de la IFIAS (ya citadas) y UNIPEDE (1976).

dividir los insumos que entran en la producción de CFC entre diferentes renglones (es decir, entre distintas producciones). La forma más neutral de presentar la información es asentar los insumos y los dos productos en un solo renglón.

192. En algunos balances que no contienen un rubro concreto para la producción de calor, bien sea el proveniente de instalaciones dedicadas exclusivamente a generarlo, bien como un producto de las instalaciones de CFC, se prevé no obstante el registro del calor residual recuperado, junto con el producido al quemar materiales de desecho urbanos o industriales, sea en una columna especial (Italia, los Países Bajos y Polonia), sea incluyendo en el balance la electricidad generada con el calor recuperado de los desechos (Portugal, CEE y OECE).

5. Usos no energéticos

193. Esta corriente es más compleja de lo que parece; abarca dos elementos relativamente sencillos, a saber, el uso para fines no energéticos de productos que por su naturaleza constituyen fuentes de energía (por ejemplo, carbón, gas natural, gas licuado de petróleo y nafta) y el uso de productos que, hasta la fecha, raras veces o nunca son considerados fuentes de energía (por ejemplo, lubricantes, ceras, trementina mineral). En los balances de Italia se hace una clara distinción entre estos dos elementos. En los demás balances se distingue el uso pero no los dos grupos de productos.

194. La causa de las complicaciones que se presentan es que, como ya se ha indicado, parte del coque utilizado en los altos hornos puede considerarse una materia prima y no un combustible. En el balance de los Países Bajos hay una columna para las importaciones del petróleo que sirve como materia prima para la fabricación de negro de humo, todo el cual se dedica a usos no energéticos (principalmente como carga para la fabricación de caucho). Cabría argüir que también deberían incluirse las importaciones y exportaciones de electrodos, porque constituyen una alternativa a la importación o exportación de coque de petróleo (que se emplea en gran parte para fabricarlos). También en este caso hay una relación conceptual entre los renglones correspondientes a actividades o usos, y las columnas de productos, y debe aclararse en todos los casos el ámbito exacto de los productos que abarca un balance energético.

6. Usuarios finales

195. Varía mucho el desglose que figura en esta parte de los balances actuales. En todos ellos se hace una cierta distinción entre los usuarios finales de la industria, los transportes y otros sectores. El número de industrias que figuran por separado es de 30 en Austria, de unas 20 en la República Federal de Alemania, de alrededor de 15 en Francia (CEREN) y el Japón (IEE), de unas 10 en la Argentina, Italia (Ministerio de Industria y Comercio), los Países Bajos y Brookhaven/Julich, y de sólo cinco o menos en los demás balances examinados. Algunos países (por ejemplo el Reino Unido, consignan únicamente un resumen del consumo industrial de energía en el propio balance energético, y facilitan un número considerablemente mayor de detalles en cuadros auxiliares. El número de modos de transporte varía de uno a cinco. También difiere según los casos el tratamiento de los restantes sectores, en particular cuando se indican por separado los usuarios domésticos o residenciales. En el balance de Polonia, el consumo propio de las industrias energéticas se considera un componente del uso final.

196. Se considerará más adelante la cuestión del grado apropiado de desglose en lo concerniente a los usuarios y a los fines para los cuales se utiliza la energía.

En el balance del Brookhaven/Julich se ha reducido el número de categorías de usuarios a fin de disponer de espacio para dividir los renglones del sector doméstico y, por separado, del comercial entre calor/agua para locales y calor/otros fines, así como para repartir el transporte por carretera entre autobuses, camiones y automóviles. Es posible hacer otras divisiones, y en uno de los balances ascendentes que se examinan más adelante en el presente capítulo se utilizan varias de ellas.

7. Unidades originales y unidades comunes de cuenta

197. Muchos de los balances examinados se publican en dos ejemplares con la misma estructura, utilizando en uno de ellos las unidades originales y consignando en el otro los mismos datos, pero expresados en la unidad común de cuenta elegida (véase más adelante). Este método lo aplican el Canadá, Italia, Noruega, los Países Bajos, Portugal, la República Federal de Alemania y Suecia. En el caso de Austria, el balance expresado en la unidad común de cuenta no contiene ningún detalle acerca de las industrias de transformación, ni respecto de la composición del sector de uso final, pero las matrices adjuntas de "elaboración" y "absorción", que sólo contienen datos en las unidades originales, son, como ya se ha indicado, sumamente detallados. El Reino Unido ha publicado, en relación con cada uno de los nueve grupos de industrias, datos separados expresados en las unidades originales y en unidades comunes de cuenta acerca de las entregas de cada tipo principal de combustible.
198. En el balance de Francia (CEREN), que se publica en un solo ejemplar, se consignan en detalle las unidades originales correspondientes a cada una de las amplias categorías de fuentes energéticas (combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, y electricidad), y, después figuran varias columnas con las cifras totales de los renglones de cada categoría de fuente y para cada uno de los elementos del balance, expresadas en la unidad común de cuenta. En el balance de Polonia, que no se publica, se emplean dos columnas para cada una de las fuentes de energía, figurando en la primera de ellas las unidades originales y en la otra las unidades comunes de cuenta.
199. Hasta 1978, en los balances de la OEEC figuraban por separado las cuentas correspondientes a las distintas fuentes de energía y las totales para el conjunto de ellas, a fin de poder tabular más fácilmente las series cronológicas. Así pues, los datos originales en que se basaba el balance global figuraban en los cuadros de series cronológicas relativos a cada fuente energética. En 1979, la OEEC adoptó en sus balances la estructura matricial y publicó los cuadros en pares, uno con las unidades originales y otro con las comunes de cuenta.
200. Por lo que se refiere a la unidad común de cuenta, ya en 1977 cinco países (Noruega, Nueva Zelandia, Portugal, el Reino Unido y Suecia) utilizaban el terajulio (o algún múltiplo de él), y en 1978 lo adoptaron los demás países miembros de la Comunidad Económica Europea (Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos y la República Federal de Alemania). Austria proyecta hacerlo, y Polonia y Hungría se proponen adoptarlo en 1980. Esta unidad también se utiliza en el Anuario Nórdico de Estadísticas y en el nuevo balance energético de la Comisión Económica para Europa (CEPE), en los trabajos de la Comisión de Conservación de la CME y de Nebbia. En el nuevo balance introducido por la OEEC en 1979 también se emplea el Tj.
201. Al menos seis países (la Argentina, Austria (OSZ), Hungría, el Japón, México y Polonia) hacen uso en la actualidad de la teracaloría (o algún múltiplo de ella), y también se emplea en el balance provisional de la OFE de los Estados Unidos de América. La tonelada de equivalente en petróleo (TEP) la utilizan al presente

la OCDE, el Brasil, Finlandia, Francia (CEREN), la CEE (Bruselas) y la OECE (Luxemburgo), así como, al menos, dos importantes compañías petroleras. En la actualidad, la tonelada de equivalente en carbón (TEC) la emplean Austria (OIW), Francia (IEJE) y las Naciones Unidas (serie J). Como se ha señalado en la sección H del capítulo IV, el uso de la misma denominación, como, por ejemplo, TEP o TEC, para designar una unidad de cuenta no significa que el método para obtenerla sea el mismo, aun cuando sea idéntica la definición de la unidad en función de su contenido energético.

202. En los balances energéticos de algunas compañías petroleras se emplea el barril estándar de petróleo por día. La unidad térmica británica (BTU) la utilizan el Canadá y los Estados Unidos de América en los balances que publican, y el Reino Unido sigue utilizando el "termo" (además del Tj.). Este último país también emplea, como unidad de presentación, la TEP y la TEC.

8. Poder calorífico de los combustibles

203. Todos los países, salvo el Canadá, los Estados Unidos de América, el Japón, Nueva Zelandia y el Reino Unido, utilizan el PCN.

9. Agregación de las fuentes energéticas

204. Cuando se examinaron los distintos criterios que se aplicaban a los renglones correspondientes a las industrias de transformación, se señaló que las opciones tenían que considerarse en relación con el tratamiento, en las columnas relativas a los productos energéticos de un balance, de los insumos y producciones de esas industrias. Se trata de un caso especial del problema de la agregación de las fuentes de energía, que ahora pasaremos a examinar en términos generales.

205. Para simplificar las cosas, se estudiará en la presente sección el caso de un país hipotético cuyas distintas corrientes energéticas tengan la estructura indicada en el cuadro que figura a continuación. Cada una de las columnas representa un balance simplificado de productos energéticos, en el cual se supone inicialmente que cada cifra representa cantidades medidas en la unidad de cuenta más comúnmente utilizada para cada fuente energética (toneladas en el caso de los combustibles sólidos y líquidos, y kw/h. en el caso de la electricidad). En esta etapa no se puede incluir la columna correspondiente a las cifras totales.

Balances de productos energéticos

| Corriente \ Fuente | Carbón (C) | Petróleo crudo (P) | Productos refinados (PR) | Electricidad (E) |
|---|------------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Producción | 100 | - | 95 | 30 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - |
| Exportaciones | - | - | 1 | - |
| Oferta total | 110 | 100 | 94 | 30 |
| Insumos que entran en la transformación | | 100 | 90 | - |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 |
| Demanda total | 110 | 100 | 94 | 30 |

Se hace caso omiso deliberadamente del consumo propio de las industrias energéticas, de los depósitos de combustible, de las pérdidas en la distribución y de los usos no energéticos, ya que no afectan el caso que se plantea. Con esta simplificación, los veinte balances "de arriba abajo" que se examinan en la presente sección puede reducirse a seis formas básicas. Para simplificar aun más las cosas, no se repetirán los títulos completos de los renglones ni columnas, sino que se indicarán con las letras que figuran en el cuadro que antecede (posteriormente presentaremos otros enfoques posibles de la electricidad, que reflejan toda la gama de las prácticas actuales).

206. Supongamos ahora que las cifras del cuadro ya se han convertido en una sola unidad de cuenta (por ejemplo, el terajulio). El cuadro indicará así que el país produjo 100 Tj., importó 10 Tj. y consumió 110 Tj. de carbón, sin utilizar nada de este combustible para convertirlo en coque, otros productos combustibles sólidos, gas ni electricidad; importó 100 Tj. de petróleo crudo y de él obtuvo 95 Tj. de productos refinados, de los cuales se exportó una cantidad equivalente a 1 Tj., y 4 Tj. correspondieron al consumo final. Los restantes 90 Tj. se utilizaron como insumo para la generación de electricidad, con una producción de 30 Tj., toda la cual fue consumida por los usuarios finales.

207. Añadamos ahora una columna para las cifras totales, a fin de convertir los cuatro balances separados en un balance energético global:

Balance energético global (tipo I)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | O | R | E | Total |
|---|-----|-----|----|----|-------|
| Producción | 100 | - | 95 | 30 | 225 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | 1 |
| Oferta total | 110 | 100 | 94 | 30 | 334 |
| Insumos que entran en la transformación | - | 100 | 90 | - | 190 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 114 |
| Demanda total | 110 | 100 | 94 | 30 | 334 |

Las operaciones aritméticas son sencillas y ésta es la forma básica de los balances de Italia (Ministerio de Industria y Comercio), Noruega, Polonia y Portugal (aunque el tratamiento de la electricidad difiere en cada uno de estos casos).

208. Una deficiencia de esta estructura es que, en la cifra total del primer renglón, y, en consecuencia, en la oferta total, se cuentan dos veces las fuentes de energía primaria utilizadas para transformación, ya que en el renglón correspondiente a la producción, los 95 Tj. de productos petrolíferos refinados contienen los 30 Tj. de electricidad, y, en el renglón correspondiente a la oferta total, los 100 Tj. de petróleo crudo contienen los 95 de productos refinados (de los cuales un Tj. fue exportado), cifra que a su vez incluye los 30 Tj. de electricidad (por lo cual cabe argüir que la energía eléctrica se cuenta incluso tres veces). Esta duplicación se elimina en el renglón correspondiente a los insumos para transformación, pero queda el hecho de que en la cifra relativa a la oferta hay un doble registro.

209. Una manera de evitar este problema es incluir en el total del renglón de producción únicamente la fuente o fuentes de energía primaria de ese renglón. Si se hace esto, el asiento correspondiente al total del renglón de transformación sólo puede incluir las pérdidas de transformación; estas pérdidas más las cantidades totales de energía secundaria (y primaria) suministradas a los usuarios finales representan el uso total de la oferta energética disponible. Esta es la forma básica del balance de Italia (ENI):

Balance energético global (tipo II)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | E | Total |
|---|-----|-------|------|------|-------|
| Producción | 100 | - | (95) | (30) | 100 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | 1 |
| Oferta total | 110 | 100 | 94 | 30 | 209 |
| Insumos que entran en la transformación | - | (100) | (90) | - | 65 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 144 |
| Demanda total | 110 | 100 | 94 | 30 | 209 |

Aunque con este procedimiento se elimina el doble registro, es más difícil la lectura del balance, y, cuando hay muchas columnas, puede resultar ambigua la relación entre las cifras de los renglones y los totales correspondientes. Se pueden tabular los insumos reales de transformación (que se indican entre paréntesis), pero el total del renglón de transformación sólo refleja las pérdidas a ese respecto (es decir la diferencia entre el insumo de 190 Tj. y el producto de transformación de 125 Tj.).

210. Algunos países (Austria (OSZ), los Países Bajos hasta 1976, inclusive, si bien ahora ha cambiado el procedimiento, Francia (CEREN) y Nueva Zelandia) hacen una distinción entre el renglón correspondiente a las fuentes primarias de energía y el relativo a la producción de fuentes secundarias, en la sección de la oferta, con lo cual indican claramente los insumos y los productos de transformación, pero al mismo tiempo vuelve a producirse un registro doble en el renglón correspondiente al total de la oferta. En el cuadro que figura a continuación, el renglón relativo a la producción secundaria tiene como título "producto de la transformación".

Balance energético global (tipo III)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | E | Total |
|---|-----|-----|----|----|-------|
| Producción primaria | 100 | - | - | - | 100 |
| Producto de la transformación | - | - | 95 | 30 | 125 |
| Importación | 10 | 100 | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | 1 |
| Oferta total | 110 | 100 | 94 | 30 | 334 |
| Insumos que entran en la transformación | - | 100 | 90 | - | 190 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 144 |
| Demanda total | 110 | 100 | 94 | 30 | 334 |

En los cuatro balances nacionales consignados más arriba se sigue, de hecho, el orden siguiente: producción primaria... importaciones... producción de fuentes secundarias. En el balance del CEREN se incluye un subtotal - "oferta primaria total" - antes de deducir las exportaciones. En el balance de Nueva Zelanda se hace una distinción entre "oferta bruta", inclusive el doble registro, y "oferta neta", que figura en un renglón incluido después del correspondiente a los insumos que entran en la transformación. En el balance de Austria (OSZ) se tratan las exportaciones como un componente de la demanda y no como una reducción de la oferta (en el balance del Japón (SOGO) se aplica la misma norma a las exportaciones, pero la estructura básica de los dos balances del Japón es diferente; véase más adelante). Ello produce el efecto de alterar las cifras efectivas de la oferta y la demanda totales, lo cual constituye uno de muchos ejemplos de cómo el mismo concepto puede tener significados considerablemente distintos.

211. En otros siete balances se utiliza un marco más preciso ^{54/}; ello se aprecia más claramente en los balances de la República Federal de Alemania y del grupo Brookhaven/Julich, así como en el más reciente de la OECE. En todos ellos se registra por separado la producción de fuentes primarias de energía, por un lado, y la de fuentes secundarias, por otro. El balance está dividido en tres partes (oferta primaria, transformación y uso final) y no las dos habituales (oferta y usos):

^{54/} Austria (OIW), los Estados Unidos de América (OFE), los Países Bajos (desde 1977), la República Federal de Alemania, Suecia, el grupo Brookhaven/Julich y la OECE.

Balance energético global (tipo IV)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | E | Total |
|---|-----|------|----|-----|-------|
| Producción | 100 | - | - | - | 100 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | - |
| Oferta total | 110 | 100 | -1 | - | 209 |
| Insumos que entran en la transformación | - | 100 | 90 | - | 190 |
| Producto de la transformación | - | - | 95 | 30 | 125 |
| Diferencia | - | -100 | +5 | +30 | +65 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 144 |

Se ha agregado el renglón correspondiente a la diferencia para indicar el producto neto del sector de transformación. Este renglón no figura explícitamente en los balances publicados y puede parecer anómalo ya que indica, aparentemente, un aumento en el proceso de transformación del petróleo crudo en productos refinados. Al mismo tiempo, con esta estructura se ha recuperado la pérdida global del sector de transformación (65 Tj.), pero sin la característica poco práctica del balance del tipo II.

212. La anomalía aparente del aumento en el proceso desaparece cuando los renglones correspondientes a los insumos y el producto de la transformación se dividen entre las industrias energéticas que los integran:

Balancé energético global (tipo IV)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | E | Total |
|--|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Producción | 100 | - | - | - | 100 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | 1 |
| Oferta total | 110 | 100 | -1 | - | 209 |
| Insumos) Refinerías para) transfor-) Centrales mación) eléctricas | - | 100 | - | - | 100 |
| Producto) Refinerías de la) transfor-) Centrales mación) eléctricas | - | - | 90 | - | 90 |
| | - | - | 95 | - | 95 |
| | - | - | - | 30 | 30 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 144 |

En el balance global de Austria (OIW) no se dividen los insumos que entran en las distintas industrias de transformación, y ni este balance ni el provisional de la OFE indican si el producto de cualquier fuente derivada de energía procede de una o varias industrias de transformación. Ello no importa a condición de que se indique el mismo número de tipos de producción energética que de industrias de transformación, con una sola clase de producción por cada industria. No obstante, si el producto proviene de dos o más fuentes o industrias energéticas, es conveniente subdividir éstas para indicar claramente la relación entre los insumos que entran en cada forma de energía derivada.

213. Considérese el caso de un producto que puede obtenerse del carbón o del petróleo crudo (por ejemplo, un gas con características especiales). En tal caso, es conveniente introducir un nuevo renglón, así como una nueva columna.

Balancé energético global (tipo IV, ligeramente ampliado)

(en terajulios)

| Fuente | | C | P | PR | G* | E | Total |
|---|-----------------------|-----|-----|----|----|----|-------|
| Corriente | | | | | | | |
| Producción | | 100 | - | - | - | - | 100 |
| Importaciones | | 10 | 100 | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Oferta total | | 110 | 100 | 1 | - | - | 209 |
| Insumos que entran en la transformación |)Refinerías | - | 100 | - | - | - | 100 |
| |)Centrales eléctricas | - | - | 90 | - | - | 90 |
| |)Fábricas de gas | 10 | - | 4 | - | - | 14 |
| Producto de la transformación |)Refinerías | - | - | 95 | - | - | 95 |
| |)Centrales eléctricas | - | - | - | - | 30 | 30 |
| |)Fábricas de gas | - | - | - | 12 | - | 12 |
| Uso final | | 100 | - | - | 12 | 30 | 142 |

* Gas de fábrica.

Como ya se ha indicado, en los balances de Alemania y de Brookhaven/Julich se consignan por separado doce actividades de transformación. En los balances de los Estados Unidos (OFE), Suecia y la OECDE figura un número menor de ellas. Hasta 1978, el balance de esta última difería bastante de la forma consignada más arriba, porque, como ya se ha señalado, se tabulaban en él los balances de las distintas fuentes de energía, aparte del balance global correspondiente a todas las fuentes, y los datos correspondientes a cada una de esas fuentes se hacían figurar renglones indicados más arriba, a los efectos de la publicación de las series cronológicas, de la siguiente manera:

Producción

Carbón

Petróleo crudo

.

.

.

Importaciones

Carbón

Petróleo crudo

.

.

.

214. En el balance del Canadá se recurre a una solución muy diferente para el problema del doble registro. Se confeccionan dos balances análogos, uno para las fuentes primarias de energía y otro para las secundarias, y después se suma la oferta neta de cada una de ellas de la manera siguiente:

Balace energético global (tipo V)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | E | Total |
|---|-----|-----|----|----|-------|
| <u>Fuentes primarias</u> | | | | | |
| Producción | 100 | - | - | - | 100 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | 10 |
| Exportaciones | - | - | - | - | - |
| Insumos para transformación | - | 100 | - | - | 100 |
| Oferta de fuentes primarias (O ₁) | 110 | - | - | - | 110 |
| <u>Fuentes secundarias</u> | | | | | |
| Producción | - | - | 95 | 30 | 125 |
| Insumos | - | - | - | - | - |
| Energía | - | - | 1 | - | 1 |
| Insumos para transformación | - | - | 90 | - | 90 |
| Oferta de productos secundarios (O ₂) | - | - | 4 | 30 | 34 |
| Total de O ₁ + O ₂ | 110 | - | 4 | 30 | 144 |
| Uso final | 110 | - | 4 | 30 | 144 |

Ello permite evitar el doble registro, pero supone un gran número de cuadros en blanco, especialmente en la primera parte del balance. En los balances oficiales de Francia ^{55/} se aplica un criterio análogo, pero se va aún más allá y se consigna un minibalance para cada una de las fuentes energéticas por separado. No es fácil interpretar estos balances franceses ya que las cifras correspondientes a las distintas fuentes de energía sólo se indican en las unidades originales, y únicamente el total de la energía se expresa en una sola unidad de cuenta (la TEP); por otra

^{55/} Publicados por el Comité Nacional de Francia para la Conferencia Mundial sobre la Energía.

parte, a veces no aparece clara la relación entre las cifras individuales y los totales respectivos (cuando figuran) de los renglones.

215. De los balances examinados hasta ahora en la presente sección, los más claros e informativos son el utilizado por la República Federal de Alemania y por Brookhaven/Julich, así como el adoptado en 1979 por la OECE, en gran parte a causa del volumen de detalles que contienen acerca de los insumos que entran en cada una de las industrias de transformación, y de las producciones de ellas. Aún así, sigue produciéndose cierta duplicación en los asientos (como se indica en las notas al balance alemán), porque hay renglones separados para las cifras totales correspondientes a los insumos y las producciones de transformación, respectivamente. El total correspondiente a los insumos incluye los crudos destinados a las refinerías y el fuel oil destinado a las centrales eléctricas. El total de las producciones comprende los productos petrolíferos y la electricidad. Sin embargo, esta parte del balance ocupa mucho espacio, que podría utilizarse mejor, por ejemplo, adoptando un tipo de letra de un tamaño que permitiera leer más fácilmente todo el cuadro, o ampliando la sección correspondiente al uso final con objeto de dar alguna información sobre los principales fines (calefacción de locales, calor, calor para procesos, fuerza motriz, luz...) a que se destina la energía dentro de cada una de las categorías del consumo final 56/.

216. Muy pocos de los cuadros de la sección del balance correspondiente a la transformación tienen, a la vez, asientos para los insumos y productos. En consecuencia, se prescinde de poca o ninguna información al agregar en forma matricial (es decir, recuadro por recuadro, o mediante una superposición) las submatrices de insumos y productos del balance. Este procedimiento tiene la ventaja, no sólo de proporcionar más espacio para nueva información (por ejemplo, un análisis más detallado del uso final), sino también de indicar explícitamente las pérdidas de calor que se producen en cada proceso de transformación. En este caso, deben indicarse en el mismo renglón, los insumos con un signo negativo y los productos con uno positivo, y de esta forma la pérdida de calor aparece con un signo negativo en la columna del total, como se indica a continuación:

56/ La Argentina solía publicar un balance energético global detallado, pero en los últimos diez años, más o menos, ha publicado cuadros en los que figuran respectivamente, el suministro de energía primaria y secundaria, los insumos y productos de transformación, y los usuarios finales. Brasil publica un balance energético global relativamente sencillo, en el cual sólo figuran las cantidades de los insumos de energía primaria.

Balance energético global (tipo VI)

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | PR | G | E | Total |
|----------------------|-----|------|-----|-----|-----|-------|
| Producción | 100 | - | - | - | - | 100 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | -1 | - | - | -1 |
| Oferta disponible | 110 | 100 | -1 | - | - | 209 |
| Fábricas de gas | -10 | - | -4 | +12 | - | -2 |
| Refinerías | - | -100 | +95 | - | - | -5 |
| Centrales eléctricas | - | - | -90 | - | +30 | -60 |
| Uso final | 100 | - | - | 12 | 30 | 142 |

Esta estructura la utilizan Finlandia, el Japón, el Reino Unido y la OCDE, y también se emplea en el nuevo balance energético de la CEPE (Ginebra). Las exportaciones se han hecho figurar con signo negativo, pero el título del renglón se considera normalmente una clara indicación de la necesidad de restar las cifras consignadas en él al sumar las de cualquier columna 57/.

217. Este balance no ocupa mucho espacio y, sin embargo, es claro una vez que uno se habitúa a interpretar el sentido de los signos de la sección de transformación. Por ejemplo, al leer el renglón correspondiente a las refinerías, observamos que los insumos de 100 Tj. de petróleo crudo permiten obtener 95 Tj. de productos petrolíferos, con una pérdida en la refinería de 5 Tj. Al leer la columna de productos refinados, observamos que la producción de 95 Tj. se utilizó de la manera siguiente: 90 se destinaron a las centrales eléctricas para la generación de electricidad, 4 a las fábricas de gas como uno de los insumos para la producción de éste (el otro insumo fue 10 Tj. de carbón) y 1 Tj. fue exportado. No es necesario prescindir de ninguna información, ya que cualquier renglón o columna puede dividirse siempre en dos (o más) si, en el caso de algún país, cualquiera de los cuadros de transformación contuviera, con el actual número de renglones y columnas, datos sobre los insumos y los productos. Al mismo tiempo, puede reducirse fácilmente cualquier balance detallado, para lograr un nivel más alto de agregación. Un último aspecto importante es que se elimina todo registro por duplicado.

57/ Una lectura apresurada del renglón "exportaciones" podría inducir al lector a interpretar una cifra negativa como importaciones netas.

10. Energía nuclear

218. Las fuentes de energía nuclear, hidromecánica y geotérmica (y otras fuentes renovables) plantean un problema que ya se ha examinado, desde otro punto de vista, en las secciones C y D del capítulo IV. Esas fuentes se convierten en electricidad, pero no tienen cabida en los marcos contables que hemos estado estudiando, salvo si se hace un nuevo tipo de medición o se adopta alguna norma a fin de poder expresarlas en las unidades de cuenta elegidas. El problema tiene dos facetas en el caso de los países que confeccionan balances en las unidades originales y en una unidad común de cuenta. En la presente sección consideraremos únicamente la energía nuclear.

219. En el anexo II figura una reseña sumaria de lo que es la fisión nuclear y de la manera en que se utiliza para generar electricidad. Los dos aspectos esenciales que revisten importancia para el presente examen son, en primer lugar, que la cantidad de energía que puede obtenerse de un volumen dado de combustible nuclear depende del tipo de reactor en el que tiene lugar la fisión y, en segundo, que la cantidad de energía obtenida durante un año del combustible nuclear existente en el núcleo de cualquier tipo de reactor no constituye sino una pequeña fracción del volumen total de energía recuperable, con la tecnología actual, durante la vida útil de un reactor. De ello se desprende que, si se quieren incluir en un balance energético las existencias y corrientes de combustible nuclear, así como la electricidad producida por el calor de fisión, es necesario relacionar el valor energético de las existencias de combustible con el número de reactores y con la tecnología actual para la preparación y reutilización del combustible nuclear. En términos estrictos, ello significaría que, cuando cambiara la tecnología, habría que valorar de nuevo la energía que representa el combustible contenido en los núcleos de los reactores existentes. Como ya se ha indicado ^{58/}, se trata de un problema análogo al que se presentaría si sólo se pudiera obtener una parte del calor que lleva en sí el carbón de las centrales eléctricas y se dispusiera de residuos almacenables parcialmente quemados cuya energía recuperable dependiera de la tecnología actual y futura en materia de combustión del carbón.

220. En el anexo III se estudia más a fondo este serio problema. En los balances energéticos examinados al preparar el presente manual, ninguno de los países con centrales nucleares trata de cuantificar las variaciones de las existencias de combustible nuclear. Cuatro de ellos se esfuerzan por cuantificar el consumo de ese combustible, bien en función del volumen (Italia y los Países Bajos), bien en una unidad energética como la TEC (República Federal de Alemania) o la TEP (Suecia). No aparece completamente claro el método que utiliza Italia para hacer las estimaciones. Los Países Bajos indican la producción de calor de los núcleos de reactores en función de la cantidad de vapor empleada como insumo para la generación nuclear de electricidad. Las cifras de Alemania y Suecia se obtienen partiendo del supuesto de que la eficiencia de esa generación es algo menor que la correspondiente a las centrales termoeléctricas clásicas (Suecia) o idéntica a la registrada por las centrales eléctricas clásicas (República Federal de Alemania). En el balance del grupo Brookhaven/Julich se emplea también el procedimiento que sigue Alemania. Ninguno de los demás países, ni tampoco las organizaciones internacionales, hacen figurar el combustible nuclear como fuente energética, sino que se limitan a indicar la electricidad nuclear (aunque, en algunos balances, se denomina "energía nuclear").

^{58/} Capítulo III, sección C.

221. En los balances expresados en una unidad común de cuenta, la práctica casi universal es registrar la energía nuclear en función del equivalente en combustibles fósiles de la electricidad generada por las centrales nucleares. Solamente el Canadá, Nueva Zelandia y las Naciones Unidas (serie J) asientan la electricidad nuclear en función de su poder calorífico (y no de su equivalente en combustibles fósiles). El porcentaje de eficiencia de la generación utilizado varía considerablemente de un balance a otro y, por consiguiente, se plantea el problema de la comparabilidad entre los distintos países 59/.

222. Todos los países que disponen de electricidad nuclear, salvo Alemania, y los balances internacionales de la CEE, la OECE (hasta 1978) y la OCDE, registran la producción de esa electricidad como una actividad exclusivamente interna, sin hacerla depender de las importaciones. En el balance de la República Federal de Alemania dicha electricidad figura como importada. En 1979, la OECE adoptó el mismo principio, pero registra la importación nacional de calor y no de equivalente en carbón (en el caso de Francia, que tiene algún uranio, la OECE consigna en su balance el calor primario, a la vez como importado y como producido internamente).

223. En el anexo III se examina más detenidamente la base conceptual de un balance completo para la energía nuclear. Un procedimiento más realista para pasar de la práctica actual a una contabilidad completa sería adoptar en los balances energéticos nacionales los principios siguientes:

a) En el balance energético principal la "generación de electricidad nuclear" debería figurar en un renglón aparte. También se debería agregar una nueva columna para el "combustible nuclear". En el espacio común a los dos se debería asentar la emisión registrada o estimada de calor del reactor, o bien el combustible quemado en éste (con signo negativo). Esta misma cifra debería figurar también en esa columna y repetirse (con signo positivo) en el renglón correspondiente a la producción o en el relativo a las importaciones, según que el país de que se trate sea un productor o un importador de mineral de uranio. Por mor de la simplificación en el balance principal, no debe tratarse de distinguir si el mineral importado fue enriquecido o fabricado en el país que lo utilizó, ni registrar la exportación de ninguna materia nuclear. En principio sería necesario introducir un nuevo renglón para la elaboración del combustible, en particular en las instalaciones de separación isotópica, para que el balance pueda registrar la corriente de electricidad hacia esta industria de gran densidad energética. Idealmente, el renglón debería ubicarse en las secciones de transformación o de uso final del balance, pero si por razones confidenciales esto no es posible, debería incluirse en el renglón "otras industrias", del sector de uso final, al menos la electricidad consumida por la industria de elaboración nuclear.

b) En un cuadro auxiliar deberían incorporarse renglones y columnas para consignar las corrientes hacia los reactores térmicos, y desde éstos (como se ilustra en el diagrama I del anexo III). En ese cuadro deberían constar los datos

59/ Se sostiene que en los balances se hace figurar el calor emitido por los reactores, pero, en la práctica, en todos ellos se calcula esta cantidad a partir de la eficiencia de la generación, o se supone un porcentaje de eficiencia, a fin de determinar el costo de oportunidad de la electricidad nuclear en términos de combustibles fósiles.

disponibles, al menos en las unidades originales (toneladas). Si fuera posible, en un segundo cuadro que tuviera la misma estructura, se deberían indicar las mismas corrientes en terajulios. Para la conversión en esta última unidad, el coeficiente debería reflejar la actual tecnología nuclear (a saber, RMAO con tres reutilizaciones de combustible irradiado o RMAP sin reutilización. Estas dos tecnologías tienen el mismo coeficiente de conversión, aproximadamente.

11. Energía hidromecánica y geotérmica

224. Estas dos fuentes energéticas no plantean los problemas de existencias que presenta la energía nuclear; para mayor comodidad, las existencias de agua y calor geotérmico se consideran reservas, o recursos, y, por consiguiente, caen fuera del ámbito del presente manual. Con todo, queda el problema de cómo cuantificar los insumos primarios para la electricidad generada a partir de la energía hídrica o geotérmica.
225. Como se ha señalado en el capítulo IV, hay tres criterios para hacer frente a este aspecto. Los países para los cuales la energía hidroeléctrica es importante, por disponer de ella en abundancia, y por consiguiente, a un costo reducido, han desarrollado modalidades de consumo energético que dependen en alto grado de la disponibilidad de electricidad barata. En el caso de estos países sería ilógico expresar la hidroelectricidad en función del contenido energético del combustible fósil necesario para producirla porque, como sostienen con mucha razón, no utilizarían tanta electricidad si no pudieran generarla a bajo costo a partir de la abundante fuerza hidromecánica de que disponen. Los suecos, los austríacos y los italianos (MIC) emplean la eficiencia media de las centrales hidroeléctricas (del 80 al 85%) para expresar la hidroelectricidad en función de los insumos de energía primaria teóricos que entran en su producción.
226. En los balances del Canadá, los Estados Unidos de América (OFE), Francia, Noruega y Nueva Zelandia se considera que la hidroelectricidad representa energía primaria; éste es el segundo criterio, que se basa en la proposición de que, a excepción de un número reducido y relativamente poco importante de casos de aprovechamiento directo de la fuerza hidromecánica para la propulsión de máquinas, la energía hídrica debe convertirse en electricidad para que pueda utilizarse en forma generalizada.
227. El tercer criterio es hacer lo mismo que en el caso de la energía nuclear y utilizar el modelo energético de sustitución parcial o el costo de oportunidad. Este es el criterio aplicado en el balance de la ENI, en el caso de Italia, y en los de Portugal, la República Federal de Alemania, la OEEC y la OCDE, pero los porcentajes efectivos de eficiencia varían considerablemente de un balance a otro.
228. La electricidad geotérmica se expresa como energía calorífica en el balance de Nueva Zelandia, en equivalente en combustibles fósiles en el balance de Italia (ENI), pero sobre una base teórica de energía física (empleando una eficiencia de alrededor del 10%) en los balances del Ministerio de Industria y Comercio italiano y de Nebbia.
229. A causa de los resultados radicalmente diferentes que se obtienen con el método del costo de oportunidad, por un lado (empleando una eficiencia de alrededor del 35%), y con el criterio de los insumos teóricos de energía primaria, por otro (utilizando una eficiencia del 85%, aproximadamente, en el caso de la hidroelectricidad, y de alrededor del 10% en el caso de la energía geotérmica), los nuevos balances de la CEPE (Ginebra) y de la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas prevén la incorporación, en el mismo cuadro, de datos calculados con ambos métodos. Darmstadter (1971) adopta la misma solución en algunos análisis.

230. Sin embargo, se recordará que ya se han formulado recomendaciones para registrar la hidroelectricidad como electricidad, pero con la inclusión del equivalente en insumos de combustibles fósiles como dato estadístico adicional (párr. 105) y para hacer figurar el calor geotérmico como tal (párr. 114). Los ejemplos que figuran a continuación demuestran cómo pueden aplicarse estos diversos métodos para tratar en un balance energético global la electricidad hídrica, geotérmica y nuclear.

12. Tratamiento de la electricidad primaria

231. Se agregan columnas para la electricidad nuclear, hídrica y geotérmica, y se introduce el mismo número de renglones en la sección del balance correspondiente a la transformación. Los tres balances que se consignan a continuación también ilustran los efectos de variar la eficiencia de generación utilizada para evaluar los insumos de energía primaria, del 33 al 100% en el caso de la electricidad nuclear (ello equivale a tratar esta electricidad como energía primaria), del 33 al 75% ^{60/} y al 100% en el caso de la hidroelectricidad (y también en este caso la cifra del 100% equivale a considerar la electricidad como energía primaria), y del 33 al 10 y al 100%, en el caso de la electricidad geotérmica (con la misma interpretación que anteriormente en relación con la cifra del 100%). Los distintos casos se pueden resumir así:

Eficiencia hipotética de generación
(en porcentaje)

| Caso | Electricidad nuclear | Hidroelectricidad | Electricidad geotérmica |
|------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| A | 33 | 33 | 33 |
| B | 33 | 75 | 10 |
| C | 100 | 100 | 100 |

^{60/} Para simplificar, se utiliza este porcentaje en lugar del 85%.

Efectos de distintos supuestos acerca de la eficiencia de
Generación de electricidad primaria: tres balances
 (en terajulios)

CASO A

| Fuente Corriente | Carbón | Petróleo | Productos refinados | Nuclear | Hídrica | Geotérmica | Eléctricidad | Total |
|------------------------|--------|----------|------------------------|---------|---------|------------|--------------|-------|
| Producción | 100 | - | - | 10 | 10 | 10 | - | 130 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Oferta primaria | 110 | 100 | -1 | 10 | 10 | 10 | - | 239 |
| Generación: nuclear | - | - | - | -10 | - | - | +3 | -7 |
| hidroeléctrica | - | - | - | - | -10 | - | +3 | -7 |
| geotérmica | - | - | - | - | - | -10 | +3 | -7 |
| clásica | - | - | -90 | - | - | - | +30 | -60 |
| Total | - | - | -90 | -10 | -10 | -10 | +39 | -81 |
| Refinerías | - | -100 | +95 | - | - | - | - | -5 |
| Uso final | 110 | - | 4 | - | - | - | 39 | 153 |

CASO B

| Fuente | | Carbón | Petróleo | Productos refinados | Nuclear | Hídrica | Geotérmica | Electricidad | Total |
|-----------------|--|--------|----------|---------------------|---------|---------|------------|--------------|-------|
| Corriente | | | | | | | | | |
| Producción | | 100 | - | - | 10 | 4 | 30 | - | 144 |
| Importaciones | | 10 | 100 | - | - | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Oferta primaria | | 110 | 100 | -1 | 10 | 4 | 30 | - | 253 |
| Generación: | | | | | | | | | |
| nuclear | | - | - | - | -10 | - | - | +3 | -7 |
| hidroeléctrica | | - | - | - | - | -4 | - | +3 | -1 |
| geotérmica | | - | - | - | - | - | -30 | +3 | -27 |
| clásica | | - | - | -90 | - | - | - | +30 | -60 |
| Total | | - | - | -90 | -10 | -4 | -30 | +39 | -95 |
| Refinerías | | - | -100 | +95 | - | - | - | - | -5 |
| Uso final | | 110 | - | +4 | - | - | - | +39 | 153 |

CASO C

| Fuente | | Carbón | Petróleo | Productos refinados | Nuclear | Hídrica | Geotérmica | Electricidad | Total |
|-----------------|-----|--------|----------|---------------------|---------|---------|------------|--------------|-------|
| Corriente | | | | | | | | | |
| Producción | 100 | - | - | - | 3 | 3 | 3 | - | 109 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | - | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Oferta primaria | 110 | 100 | 100 | -1 | 3 | 3 | 3 | - | 218 |
| Generación: | | | | | | | | | |
| nuclear | - | - | - | - | -3 | - | - | +3 | - |
| hidroeléctrica | - | - | - | - | - | -3 | - | +3 | - |
| geotérmica | - | - | - | - | - | - | -3 | +3 | - |
| clásica | - | - | - | -90 | - | - | - | +30 | -60 |
| Total | - | - | - | -90 | -3 | -3 | -3 | +39 | -60 |
| Refinerías | - | - | -100 | +95 | - | - | - | - | -5 |
| Uso final | 110 | - | - | 4 | - | - | - | 39 | 153 |

232. Se observará que las variaciones de la eficiencia hipotética de la generación de electricidad alteran el total de la energía primaria requerida y las pérdidas de conversión, pero no el volumen del uso final de energía:

Relación entre energía primaria y uso final
(en terajulios)

| Caso | Energía primaria | Pérdida en la transformación | Uso final de energía |
|------|------------------|------------------------------|----------------------|
| A | 239 | 86 | 153 |
| B | 253 | 100 | 153 |
| C | 218 | 65 | 153 |

Este cuadro es otro ejemplo de cómo el mismo epígrafe puede significar cantidades muy diferentes, y de la gran importancia de definir claramente el método utilizado para convertir las unidades originales de medición en la unidad común de cuenta, así como las hipótesis en que se basan los asientos en un balance energético.

233. En los tres casos, la electricidad primaria ha sido transferida - en la sección de transformación del balance - de la columna de origen a la columna principal de electricidad. Ello se hace, en parte, porque las columnas "nuclear", "hídrica" y "geotérmica" representan, en principio, insumos energéticos que entran en la actividad de generación de electricidad, y también porque raras veces es posible saber, suponiendo que lo sea en absoluto, si la electricidad consumida por una categoría determinada de usuarios proviene inicialmente de centrales eléctricas de un tipo concreto; en la práctica no sería posible asignar a los 39 Tj. de electricidad del renglón "uso final" entre las columnas "nuclear", "hídrica" y "geotérmica".

234. Antes de concluir este estudio de las diversas formas de enfocar la electricidad en los balances energéticos, cabe señalar que en los balances de Francia y, hasta la fecha, de la CEE y la OECE, sólo se trata la electricidad, inclusive la producida en centrales eléctricas que queman combustibles fósiles, en función de sus insumos efectivos o imputados de tales combustibles.

235. Otro método menos corriente es expresar las importaciones y exportaciones de electricidad en función del equivalente en combustibles fósiles (Francia (CEREN), Portugal, Brookhaven/Julich y la OECE hasta que, en 1979, modificó el criterio que utilizaba). Este método plantea un pequeño problema en los balances que no utilizan, en todos los casos, el equivalente en combustibles fósiles (es decir, los de la República Federal de Alemania y de Brookhaven/Julich), porque después debe justificarse en el balance el calor no aprovechado imputado a las importaciones netas. Esa justificación podría hacerse canalizando la electricidad importada a través de la industria eléctrica nacional (como se hace en el balance del ENI), con lo cual se incluye dicho calor en la pérdida global de calor registrada en la generación interna, si el comercio exterior de electricidad se registra en una de las columnas correspondientes a la electricidad primaria. Sin embargo, si ese comercio se hace figurar en la columna correspondiente a la electricidad secundaria (que indica el producto de la generación), no es posible aplicar ese procedimiento. En los balances de la República Federal de Alemania y de Brookhaven/Julich se resuelve el problema mediante la inclusión del calor no aprovechado imputado en el renglón relativo a las pérdidas, como una diferencia de valoración.

236. Se pueden incorporar las fuentes energéticas renovables, como la energía solar, de biogás, eólica, undimotriz y mareal, agregando una o varias columnas. La energía convertida en electricidad puede canalizarse a través del sector de transformación de la misma manera que en los ejemplos consignados más arriba. La energía convertida directamente en calor puede registrarse en Tj. en el recuadro correspondiente del renglón de producción, y después incluirlo más abajo en su columna, como destinado a la transformación (por ejemplo, electricidad) o imputarlo directamente a uno o varios usuarios finales.

237. A excepción de uno, todos los balances examinados que se utilizan para analizar la evolución pasada son del tipo descendente. Consideraremos ahora un enfoque alternativo, así como su utilidad y la relación entre él y los balances de ese tipo.

D. Examen del futuro: balances ascendentes

238. El balance que publican los Estados Unidos de América (Dirección de Minas) es del tipo ascendente o de "Abajo arriba", y en él se indica el uso final de la energía de cada fuente importante de ella por sectores básicos de consumo final y por centrales eléctricas; no obstante, es incompleto porque no indica el origen (es decir, producción, comercio exterior o variación de las existencias) de dichas fuentes. Sin embargo, los datos del balance se complementan con cuadros, en los cuales figuran más promeriores acerca de los componentes de cada una de las principales fuentes energéticas, y se indican el origen en los sectores de la producción y el comercio, el destino y los usos. La forma general del balance es la siguiente, con las cantidades expresadas en hexajulios (Hj.), es decir, Tj. x 10⁶:

| Fuente Corriente | Combustibles sólidos | Gas natural | Productos petrolíferos | Energía hidro-eléctrica | Energía nuclear | Total | Electricidad | Total |
|--------------------------------------|----------------------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------|--------------|--------|
| Industria | 4 | 9 | 6 | - | - | 19 | 3 | 22 |
| Transporte | - | - | 18 | - | - | 18 | - | 18 |
| Usuarios domésticos y otros usuarios | - | 7 | 6 | - | - | 13 | 4 | 17 |
| Total de la demanda final a/ | 4 | 16 | 30 | - | - | 50 | 7 | 57 |
| Generación | 9 | 3 | 3 | 3 | 2 | 20 | -7 b/ | (13)c/ |
| Total de la demanda primaria | 13 | 19 | 33 | 3 | 2 | 70 | - | (70)d/ |

a/ El renglón del total no figura en el balance original, pero se agrega para mayor claridad.

b/ En el original figura un signo positivo.

c/ En el original no figura ningún asiento en este recuadro.

d/ En el cuadro publicado se repite en este recuadro el total de la demanda final de energía (57 Hj.).

239. Como se indica en las notas del cuadro que antecede, se han introducido cambios en algunas cifras totales para poner más claramente de relieve las características de su estructura básica. Por la misma razón, se han redondeado las cifras en billones de BTU (BTU x 10¹²), y se han vuelto a definir como exajulios (julios x 10¹⁸). Este cuadro se utiliza para publicar los datos relativos a años anteriores.

240. Se suele emplear la misma estructura, complementada por lo común con renglones para la producción y el comercio, como marco para indicar las proyecciones futuras, y también puede emplearse como base para hacer proyecciones de carácter muy general. Los cuadros subsiguientes de la presente sección reflejan y sintetizan la práctica de dos importantes compañías petroleras (la Shell International y la BP Oil); los trabajos realizados por el Grupo de Investigaciones Energéticas de la Universidad de Cambridge (Inglaterra) para la Comisión de Conservación de la Conferencia Mundial sobre la Energía; la labor estadística del Seminario sobre las distintas estrategias energéticas posibles (patrocinado por el Massachusetts Institute of Technology), y el marco contable utilizado por la Comisión de Energía de la Comisaría General del Plan de Francia (Commissariat général du plan).

241. Ya se ha señalado que las proyecciones se suelen realizar evaluando el probable volumen del consumo de las fuentes de energía respectivas por cada uno de los principales sectores de uso final y estimando después, con juicios e hipótesis apropiados acerca de los insumos que es probable requerirán las industrias de transformación para hacer frente al nivel proyectado del consumo final, las cantidades necesarias de energía primaria de fuentes nacionales o importadas. El balance ascendente completo - cuyas cifras están, empero, bastante agregadas - que figura a continuación ilustra ese planteamiento.

Balance energético ascendente adaptado para la realización de previsiones energéticas

(en terajulios)

| Fuente | C | P | M | N | H | E | Total |
|--------------------------------------|-----|----|----|----|----|-----|-------|
| Corriente | | | | | | | |
| Industria | 10 | - | 5 | - | - | 20 | 35 |
| Transporte | - | 5 | - | - | - | 5 | 10 |
| Usuarios domésticos y otros usuarios | 100 | - | 5 | - | - | 15 | 120 |
| Total de la demanda final | 110 | 5 | 10 | - | - | 40 | 165 |
| Generación | - | 90 | - | 15 | 15 | -40 | 80 |
| Total de la demanda primaria | 110 | 95 | 10 | 15 | 15 | - | 245 |
| Producción interna | 100 | - | 10 | 15 | 15 | - | 140 |
| Importaciones | 10 | 95 | - | - | - | - | 105 |

Clave: C, carbón; P, petróleo crudo; M, metano o gas natural; N, nuclear; H, hídrica; E, electricidad.

242. En este balance se registra la demanda, por sectores de uso final, de los distintos combustibles fósiles y de electricidad (en cifras totales), pero no es posible dividir la de electricidad entre la generación nuclear, hidroeléctrica y clásica, sencillamente porque todas las centrales eléctricas alimentan normalmente un sistema unitario de distribución. El paso siguiente es asignar la demanda total de electricidad de los sectores de uso final en conjunto entre las centrales nucleares, hidroeléctricas y las que queman combustibles fósiles. Ello puede hacerse sobre la base de la capacidad y el aprovisionamiento de combustible, actuales y proyectados, de cada tipo de central (junto con la producción hipotética futura, por tipo de central, si las proyecciones se refieren a un período que rebase el correspondiente a los planes actuales de construcción de centrales), y de una eficiencia supuesta de generación.

243. En el cuadro que figura más arriba se utiliza el costo de oportunidad para evaluar el equivalente en combustibles primarios de la electricidad nuclear y la hidroelectricidad, y se ha aplicado a éstas el coeficiente de eficiencia de las centrales clásicas (que, para simplificar, se ha considerado que es del 33%). En este caso el procedimiento es sencillo. En el renglón correspondiente a la generación se hace figurar, en la columna del total, el doble de la cifra de electricidad ($2 \times 40 \text{ Tj.} = 80 \text{ Tj.}$). Esta última cifra representa el calor residual perdido en la generación. La suma de las dos últimas cifras ($40 + 80 = 120 \text{ Tj.}$) es pues la cantidad total de energía primaria requerida - a partir de los supuestos indicados - para generar los 40 Tj. de electricidad.

244. Para el siguiente paso es necesario partir de uno de dos supuestos. Se determina la parte hipotética correspondiente a la generación de electricidad nuclear e hídrica o la correspondiente a la generación con combustibles fósiles, y después se asigna el resto de la demanda total de electricidad al otro tipo de generación (sobre la base de los insumos de energía primaria). Para simplificar este ejemplo, se parte de la hipótesis de que todas las centrales que utilizan combustibles fósiles queman petróleo.

245. Los insumos de energía derivada que entran en la generación se suman después a la demanda total para consumo final, con objeto de determinar la demanda total de energía primaria. Lo único que hay que añadir a los 165 Tj. de uso final total de energía es la cifra de 80 Tj., que figura en el recuadro del total del renglón correspondiente a la generación, porque la primera de las dos cifras mencionadas ya incluye la producción de electricidad relacionada con la pérdida de 80 Tj. sufrida en la generación. La última operación es restar el renglón de producción interna para obtener el volumen y la composición energética de la demanda de importaciones (en la presente serie de ejemplos).

246. En la práctica, el procedimiento para hacer previsiones es mucho más complejo, sobre todo al hacer las proyecciones relativas al consumo de cada uno de los sectores de uso final, y el presente manual no es el lugar apropiado para describir o examinar los detalles ni la complejidad de la cuestión. La finalidad de la descripción simplificada que antecede es demostrar cómo el balance "de abajo arriba" constituye un marco coherente y claro para exponer los resultados de unas proyecciones a largo plazo mejor fundadas, así como para hacer previsiones a corto plazo 61/. Las grandes

61/ Para una relación detallada de algunos métodos para hacer previsiones, véase, por ejemplo, Proceedings of the IEA/OECD Workshop on Energy Data of Developing Countries, vol. I (París, 1978); véase también, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Departamento de Energía, Energy forecasting methodology (1979).

compañías petroleras que amablemente facilitaron copia de sus balances operacionales de provisiones emplean marcos con esta estructura básica, pero con muchos más pormenores acerca de los distintos productos derivados del petróleo y los tipos de usos o usuarios de especial importancia para el mercado de ese combustible.

247. El balance de una de esas compañías permite más flexibilidad al ilustrar los supuestos relativos a la eficiencia de la generación de electricidad de las centrales nucleares, hidroeléctricas y clásicas, ya que comprende dos renglones para la generación. Uno de ellos se emplea para distribuir el total de la demanda final de electricidad (pero no, en esa etapa, las necesidades estimadas totales de energía primaria para producirla) entre las fuentes energéticas; el segundo renglón sirve para imputar a cada fuente una pérdida que refleja la eficiencia hipotética de generación. Los porcentajes de eficiencia empleados pueden reflejar los distintos criterios para cuantificar el equivalente en energía primaria de la electricidad nuclear, por un lado, y de la hidroelectricidad, por otro, y también la mayor eficiencia de la producción de calor y fuerza combinados de las centrales térmicas, cuando esto es importante. A continuación figura esta variante del balance. La eficiencia empleada es del 37% en el caso de la generación clásica, del 33% en el de la nuclear y del 83% en el de la hidroeléctrica. Para simplificar, el balance comienza con el renglón correspondiente a la demanda final, ya que se considera que no varía en los distintos supuestos sobre la eficiencia de las centrales eléctricas.

Variante del balance energético para la realización de provisiones
(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | M | N | H | E | Total |
|------------------------------|-----|----|----|----|---|-----|-------|
| Demanda final | 110 | 5 | 10 | - | - | 40 | 165 |
| Generación: | | | | | | | |
| Producto | - | 30 | - | 5 | 5 | -40 | - |
| Pérdida | - | 50 | - | 10 | 1 | - | 61 |
| Total de la demanda primaria | 110 | 85 | 10 | 15 | 6 | - | 226 |
| Producción | 100 | - | 10 | 15 | 6 | - | 131 |
| Importaciones netas | 10 | 85 | - | - | - | - | 95 |

Clave: Véase el cuadro que figura a continuación del párrafo 241.

248. En los balances que anteceden se ha hecho caso omiso de las pérdidas experimentadas al refinar el petróleo o se han dejado de lado por insignificantes en comparación con la incertidumbre que implican las proyecciones, que tienen carácter hipotético. Si las proyecciones sólo abarcan unos pocos años, es probable que las cifras sean más fiables y no se pueda prescindir de esas pérdidas, ni tampoco de las registradas en la distribución, en la fabricación de combustibles sólidos (con inclusión del coque) y en la utilización de éstos en el equipo auxiliar, por las industrias energéticas. Se pueden añadir uno o varios renglones para abarcar estas corrientes. En las proyecciones a corto plazo es conceptualmente importante incluir el combustible y las pérdidas de las refinerías, para poner el consumo de productos petrolíferos sobre una base estricta de insumos de energía primaria (por ejemplo, petróleo crudo).

249. Por otra parte, se pueden introducir renglones para las refinerías y para cualquier otra industria importante de transformación. Se sigue después el mismo procedimiento, registrando, con signo negativo, la demanda final de una fuente derivada de energía en el renglón de la industria transformadora correspondiente, y haciendo figurar, con signo positivo, los insumos apropiados de combustibles primarios de esa industria en la columna adecuada, así como la pérdida de transformación pertinente en la columna del total. En el balance que aparece a continuación, se han añadido la refinación de petróleo (R) y la fabricación de gas (F), así como un renglón para las exportaciones. La producción del sector de transformación debe ser ahora suficiente para proveer el volumen de exportación y satisfacer la demanda de los mercados internos. Para cada una de las industrias transformadoras se ha utilizado un solo renglón y se ha supuesto una eficiencia uniforme del 33% en relación con todas las formas de generación de electricidad.

Balance energético ampliado, para la realización de previsiones
(en terajulios)

| Fuente | C | P | R | M | F | N | H | E | Total |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-------|
| Corriente | | | | | | | | | |
| Demanda final | 100 | - | - | 10 | 12 | - | - | 40 | 162 |
| Generación | - | - | 90 | - | - | 15 | 15 | -40 | 80 |
| Refinerías | - | 100 | -95 | - | - | - | - | - | 5 |
| Fábricas de gas | 10 | - | 4 | - | -12 | - | - | - | 2 |
| Total de la demanda primaria interna | 110 | 100 | -1 | 10 | - | 15 | 15 | - | 249 |
| Demanda de exportación | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Producción primaria interna | 100 | - | - | 10 | - | 15 | 15 | - | 140 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | - | - | - | - | 110 |

Clave: Véase el cuadro que aparece a continuación del párrafo 241; además, R, refinación de petróleo, y F, fabricación de gas.

250. En el balance precedente, la demanda final de carbón se ha reducido en 10 Tj., y la de productos derivados del petróleo en 5, pero se ha satisfecho la de energía con una oferta adicional de 12 Tj. de gas manufacturado (que, casi con toda seguridad, será utilizado más eficientemente por los usuarios finales que el combustible sólido que consumían con anterioridad); por otra parte, existe ahora una exportación de productos petrolíferos de 1 Tj. Para simplificar la ilustración no se ha añadido ningún renglón para el consumo propio de las industrias energéticas, ni para las pérdidas en la distribución. En principio, también debería haber un renglón para las variaciones de las existencias, pero, en la práctica, no se suele incluir en los balances destinados a hacer previsiones a menos que abarquen varios años a partir del que sirve como base.

E. Balance para fines múltiples

251. Si el balance ascendente para el examen de la evolución futura tiene renglones para la producción interna, las exportaciones, las variaciones de las existencias y las importaciones, y si se invierte (no en el sentido formal del álgebra matricial, que no es posible ni apropiado) y se cambian los signos de la sección de transformación, tendremos un balance del tipo VI, como el que figura en el párrafo 216. El cuadro que figura a continuación es el inverso (en el sentido aritmético) del consignado en el párrafo 249, con los renglones correspondientes a las importaciones y la producción intercambiadas, y los signos modificados.

Balance energético inverso del utilizado para las previsiones

(en terajulios)

| Corriente \ Fuente | C | P | R | M | F | N | H | E | Total |
|---|-----|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Producción primaria | 100 | - | - | 10 | - | 15 | 15 | - | 140 |
| Importaciones | 10 | 100 | - | - | - | - | - | - | 110 |
| Exportaciones | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Total de la oferta de fuentes primarias | 110 | 100 | -1 | 10 | - | 15 | 15 | - | 249 |
| Fábricas de gas | -10 | - | -4 | - | +12 | - | - | - | -2 |
| Refinerías | - | -100 | +95 | - | - | - | - | - | -5 |
| Centrales eléctricas | - | - | -90 | - | - | -15 | -15 | +40 | -80 |
| Total del uso final | 100 | - | - | 10 | 12 | - | - | 40 | 162 |

Clave: Véanse los cuadros que figuran a continuación de los párrafos 241 y 249.

252. Como ya se ha indicado, deben añadirse renglones para el consumo propio de las industrias de la energía, las pérdidas en la distribución y las variaciones de las existencias, y también es conveniente dividir el total del uso final según se destine a fines energéticos o no energéticos. El balance del Reino Unido constituye un ejemplo de un balance bastante desagregado de este tipo y esta estructura. Hasta 1977, todos los productos derivados del petróleo figuraban en una sola columna, pero, a partir de 1978, se incluyeron cuatro amplios grupos para ellos. En ese balance sólo se sigue haciendo un análisis limitado de los sectores de uso final, pero se dan más pormenores al respecto (tanto en las unidades originales como en las de cuenta) en los cuadros básicos. El nuevo balance propuesto de la CEPE (Ginebra) es un ejemplo de un marco más detallado con la misma estructura y con la división de las actividades de generación según los tipos de ésta.

253. Los balances del tipo de matriz, en los cuales los insumos y las producciones de las industrias transformadoras se registran, con signos opuestos, en un renglón para cada una de ellas, tienen la doble ventaja de ser, no sólo concisos y parcos en cuanto a la presentación de los datos sobre períodos anteriores, sino también directamente apropiados (cuando están invertidos) para la presentación de proyecciones. Se puede variar el número de industrias transformadoras y el de columnas de fuentes energéticas según la disponibilidad de datos, la importancia relativa de las fuentes e industrias

del país de que se trate, y del nivel de agregación o desagregación requerido para un análisis determinado 62/. A cualquier nivel de desagregación, se puede confeccionar fácilmente, a partir del balance completo, uno mucho más agregado. A continuación figura una versión reducida del balance que figura más arriba, indicando solamente los combustibles fósiles, la electricidad primaria y la total.

Balance energético reducido
(en terajulios)

| Fuente Corriente | Combustibles fósiles | Electricidad | | Energía total |
|---|-------------------------|--------------|-------|------------------|
| | | Primaria | Total | |
| Producción primaria | 110 | 30 | - | 140 |
| Comercio neto | +109 | - | - | +109 |
| Oferta primaria total | 219 | 30 | - | 249 |
| Centrales eléctricas | -90 | -30 | +40 | -80 |
| Consumo propio de otras industrias energéticas y todas las pérdidas | -7 | - | - | -7 |
| Uso final total | 122 | - | 40 | 162 |

RECOMENDACION:

- 21) Los balances energéticos globales deben elaborarse en forma de matriz y reunir las siguientes características:

Las columnas indican las fuentes de energía (productos energéticos);

Los renglones indican las corrientes desde el origen hasta la utilización de la energía (transacciones energéticas);

Las distintas submatrices indican, respectivamente:

- a) La oferta de fuentes primarias y equivalentes;
- b) Los insumos (con signo negativo) y el producto (con signo positivo) de transformación; las pérdidas durante la transformación en la columna del total (con signo negativo); el consumo propio de las industrias energéticas; las pérdidas de transmisión y de otra índole;
- c) Los usos finales.

62/ Las bombas de calor pueden incluirse muy fácilmente. Tienen insumos negativos de electricidad y calor ambiental (en la columna del total), y un producto positivo en la correspondiente al calor.

254. El número de columnas y renglones que hay que incluir depende de si está preparado un balance sinóptico para fines administrativos o una para presentarlo a fin de analizar la política energética o para cualquier otro propósito. Al nivel administrativo, el número de renglones y columnas debe ser suficiente para elaborar una exposición estadística completa de todas las corrientes económicamente significativas desde las fuentes de energía hasta los usuarios finales de ella, incluso si no se puede disponer fácilmente de todos los datos requeridos. De esta forma, se puede evaluar la necesidad de colmar las lagunas identificadas, o la aceptabilidad de mantenerlas. Por lo menos a corto plazo, la no disponibilidad de datos puede dejar únicamente la opción de aceptar un mayor nivel de agregación que el que se deseaba inicialmente. Si, cuando se dispone de toda la información apetecida, el balance completo desagregado es más detallado que lo preciso para algunos fines, siempre es posible, como ya se ha indicado, una mayor agregación a niveles más altos, pero no lo es la desagregación - que puede requerirse para otros propósitos - a menos que se reúnan y compilen datos más pormenorizados.

255. Tras determinar todos los renglones y columnas requeridos para un balance energético global nacional, deben registrarse los datos disponibles - inicialmente en las unidades originales naturales de medición - en las columnas respectivas del balance sinóptico general. Esta fase equivale a compilar balances de productos energéticos, utilizando el conjunto estándar de conceptos que se haya decidido utilizar para el balance global. En esta etapa de compilación, se puede descubrir la existencia de insumos de un tipo concreto de energía para una industria transformadora, así como de un producto del mismo tipo derivado de ella. Si ello sucede, la magnitud de una u otra de las corrientes, o de ambas, puede ser tan pequeña que sea posible registrarla debidamente en una nota de pie de página, al tiempo que se registra únicamente el insumo o el producto neto en el espacio correspondiente al producto/industria involucrado. Si la magnitud de una u otra de las corrientes es tal que ambas deben aparecer explícitamente en el balance principal, ello se puede hacer fácilmente dividiendo el renglón y/o la columna donde figura el espacio relativo a ambas corrientes, a fin de hacer figurar por separado cada una de ellas.

256. En el caso de los países menos desarrollados, los balances deberían estructurarse, en todo lo posible, conforme a los principios recomendados y podrían contener, como mínimo, en sus columnas las fuentes de energía siguientes:

- Carbón
- Leña
- Carbón vegetal
- Bagazo
- Otros desechos vegetales
- Otras fuentes de energía (por ejemplo, estiércol seco)
- Petróleo crudo (si procede)
- Gas natural (si procede)
- Productos petrolíferos
- Otras fuentes (por ejemplo, calor de fuentes renovables, que se especificarán por separado o, al menos, se enumerarán en una nota
- Hidroelectricidad
- Otros tipos de electricidad (indíquese la de origen nuclear, si es importante, y consígnense otras fuentes en una nota).

Los renglones de esos balances deberían contener, por lo menos, los conceptos siguientes:

- Producción primaria
- Importaciones
- Exportaciones

Oferta total de fuentes primarias y equivalentes

Transformación:

- Refinerías (si procede)
- Centrales eléctricas
- Otros conceptos (especificuense)

Uso final de energía:

- Agricultura) indíquense por separado los sectores "comercial" y
- Industria) "tradicional", si procede
- Transporte
- Usos domésticos y otros usos

El sector de la industria podría dividirse, por ejemplo, en fabricación de azúcar, otros alimentos y bebidas, cemento, productos petroquímicos y de otra clase, como resulte apropiado para cada país.

257. Si se dispone de datos sobre las existencias, como por ejemplo, las de petróleo crudo o de productos petrolíferos, después de "exportaciones" debería insertarse un renglón para la variación de las existencias. Como ya se ha indicado, los principales países productores de petróleo que exportan gran parte de su producción pueden consignar las exportaciones, al menos en sus balances nacionales, como uno de los usos finales de la energía. Además, a causa de la dificultad de dividir los depósitos de combustible entre los buques de matrícula nacional y extranjera, por lo cual no se pueden separar claramente las exportaciones auténticas de las ventas internas, tal vez algunos países consideren que, por lo menos en su balance nacional, deben clasificar esos depósitos como parte de los usos finales.

258. En el caso de los países desarrollados, en las columnas se deberían indicar por separado todas las fuentes primarias y secundarias de energía que revistan importancia en cada país, bien para el comercio, bien para la producción interna. Debería incluirse el mayor número posible de renglones siguientes que sean apropiados para el país de que se trate:

- Producción primaria
- Importaciones
- Exportaciones
- Depósitos de combustibles
- Variación de las existencias (aumento (-); disminución (+))
- Diferencia estadística
- Suministro total disponible internamente

Transformación:

- Hornos de coque
- Altos hornos
- Fábricas de gas
- Otros procesos que utilizan combustibles sólidos
- Centrales eléctricas:
 - De abastecimiento público
 - De otra índole
- Producción de calor y fuerza combinados
- Producción de calor
- Refinerías
- Otros productores de energía (deben especificarse o, al menos, enumerarse en una nota)

Total

Consumo y pérdidas de los sectores energéticos:

- Minas de carbón
- Hornos de coque
- Fábricas de gas
- Otras instalaciones de elaboración de combustibles sólidos
- Centrales eléctricas
- Instalaciones de producción de calor
- Productores de crudos y gas natural
- Refinerías
- Otras estructuras energéticas (véase la nota que figura más arriba entre paréntesis)
- Total

- Pérdidas en la distribución
- Uso no energético
- Uso interno final

Las subdivisiones del uso final se examinan en el capítulo VI.

259. La Oficina de Estadística de las Naciones Unidas proyecta publicar un balance energético global con el grado de detalle que figura en el cuadro consignado a continuación. Este balance tiene dos características que hasta ahora no han sido consideradas en el presente manual, pero que pueden ayudar a familiarizarse con la estructura matricial de ese balance. En el renglón "Energía convertida" se registra el insumo neto que entra en las industrias de transformación energética, o el producto neto de ellas. Un insumo neto lleva un signo negativo y un producto neto uno positivo. La finalidad del renglón "Transferencias" es registrar los cambios meramente institucionales en el canal de distribución a través del cual se suministra una fuente energética determinada a los usuarios finales (por ejemplo, el gas sintético puede ser un producto de la industria de refinación de petróleo, pero puede distribuirse a través de un gasoducto ya existente para gas natural, de manera que puede ser necesario transferir - sin ninguna pérdida de proceso - la corriente que comienza en la columna correspondiente al gas de petróleo a la columna de gas natural).

Para los países en desarrollo bastaría con una versión mucho más sencilla de este balance y, si se deseara, se podría confeccionar un balance separado para las fuentes tradicionales y no tradicionales de energía. En el anexo VIII se dan ejemplos de tales balances.

F. Otros problemas que plantean los balances

1. Doble registro

260. A primera vista podría parecer que el doble registro debería evitarse a toda costa, y uno de los principales objetivos al examinar distintas estructuras posibles de un balance global era la eliminación del doble registro de las fuentes energéticas primarias y secundarias. Pero el doble registro es un concepto un tanto ambiguo. Para ciertos fines puede estar justificado registrar dos veces, en un total determinado, dos componentes, uno de los cuales ya incluya al otro. Por ejemplo, al relacionar la capacidad de una industria con su producción, es perfectamente correcto considerar su producción total, aun cuando parte de ella puede representar una reutilización. Como lo ilustran los dos casos siguientes, este principio requiere una interpretación cuidadosa en el contexto de los balances energéticos.

2. Generación mediante el almacenamiento por bombeo

261. Los países que disponen de energía hidroeléctrica resuelven el problema de la imposibilidad de acumular la electricidad mediante el ingenioso procedimiento de utilizar la generada a bajo costo con un combustible fósil o nuclear en horas de poco consumo para hacer funcionar con propulsión inversa centrales hidroeléctricas especialmente construidas, con lo cual se bombea agua, durante la noche, de un nivel a otro más alto. Al día siguiente, el agua almacenada fluye corriente abajo y mueve los alternadores. De hecho, el agua se utiliza como medio para almacenar la electricidad.

OFICINA DE ESTADÍSTICA DE LAS NACIONES UNIDAS
BALANCE ENERGÉTICO GLOBAL (continuado)

Año: 1961

| Transacciones | Productos | Atracción, carbonos bituminosos, lignito y hulla | Briquetas y coque | Otras fuentes sólidas de energía (no coque) | Petróleo crudo, otros líquidos de refinación, gas natural | Productos petrolíferos ligeros | Otros productos petrolíferos | Gases licuados de petróleo y otros gases de este grupo | Gases de síntesis y otros gases de síntesis | Electricidad nuclear | Electricidad hidroeléctrica | Electricidad geotérmica | TOTAL DE LA ENERGÍA | Equivalente en combustibles tradicionales |
|-------------------------------------|-----------|--|-------------------|---|---|--------------------------------|------------------------------|--|---|----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|---|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 15. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 16. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 18. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 19. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 20. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 21. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 22. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 23. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 24. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 25. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 26. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 27. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 28. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 29. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 30. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 31. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 32. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 33. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 34. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 35. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 36. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 37. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 38. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 39. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 40. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 41. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 42. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 43. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 44. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 45. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 46. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 47. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 48. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 49. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 50. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 51. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 52. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 53. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 54. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 55. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 56. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 57. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 58. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 59. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 60. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 61. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 62. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 63. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 64. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 65. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 66. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 67. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 68. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 69. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 70. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 71. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 72. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 73. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 74. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 75. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 76. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 77. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 78. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 79. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 80. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 81. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 82. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 83. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 84. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 85. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 86. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 87. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 88. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 89. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 90. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 91. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 92. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 93. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 94. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 95. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 96. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 97. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 98. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 99. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |
| 100. Producción de energía primaria | | | | | | | | | | | | | | |

Unidad: toneladas

4. Consumo bruto de energía primaria y equivalentes.
 4A. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y centrales de autoproducción.
 4B. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado.
 4C. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4D. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4E. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4F. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4G. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4H. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4I. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4J. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4K. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4L. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4M. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4N. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4O. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4P. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4Q. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4R. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4S. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4T. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4U. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4V. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4W. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4X. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.
 4Y. Centrales eléctricas para el abastecimiento público y central de autoproducción.
 4Z. Centrales eléctricas para el abastecimiento privado y central de autoproducción.

5. Aceites pesados destilados, fuel oil residual.
 5A. Aceite, lubricantes, cera de petróleo, coque de petróleo, materias primas para la industria petroquímica, combustible para refinerías n.e.p., otros productos petrolíferos n.e.p.
 5B. Gases licuados de petróleo, gas de refinerías, etano.
 5C. Gas natural, metano de hulla.
 5D. Gas de fábrica, de horno de coque y de alto horno. La partida incluye la producción de gas natural sustitutivo.
 5E. Con inclusión del calor geotérmico distribuido como tal a los consumidores.

6. Turba, leña, carbón vegetal, bagazo, estiracol, alquitrán, residuos de la madera, vegetales y de la pasta y el papel, desechos municipales y de otra índole n.e.p.
 6A. Gasolina de aviaci6n, carburante para motores, asfalto de petróleo, alcohol industrial, asfaltos, combustibles para motores de poposit6n a chorro, keroseno.

262. Cabría argüir que esta operación debería tratarse en un balance energético como una variación de las existencias. Ello no sería posible en un balance anual porque la diferencia de nivel de agua entre el comienzo y el final del año se vería influida por las precipitaciones atmosféricas, la evaporación y otros factores, aparte de la actividad de almacenamiento por bombeo. Aun cuando no existieran esas influencias, la diferencia anual de nivel de agua no daría ninguna indicación acerca del alcance de la redistribución cronológica de la producción de electricidad para uso final.

263. El almacenamiento por bombeo puede tratarse de otras dos maneras. La primera es registrar la producción correspondiente como parte de la oferta de electricidad y consignar los insumos que entran en el bombeo como parte del consumo propio de la industria energética. La segunda es excluir el producto de la generación (ya que se trata simplemente de una producción anterior que se suministra después para uso final) y registrar solamente los insumos netos del almacenamiento por bombeo (o las pérdidas relacionadas con él) como parte del consumo propio de la industria energética. En suma, es preferible este último método.

264. De los países en cuyo balance figura el almacenamiento por bombeo, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y Suecia, junto con la OEEC y la CEPE (ABGES), registran dos veces la producción; Austria, Francia (CEREN) y Portugal no lo hacen.

RECOMENDACION:

- 22) Al compilar un balance energético no debería agregarse la producción de electricidad del almacenamiento por bombeo a la producida con otros sistemas (porque ésta ya incluye la electricidad que se redistribuye con el tiempo mediante ese almacenamiento). La diferencia entre el insumo que entra en el bombeo y el producto de éste debería considerarse parte del consumo propio de la industria eléctrica.

3. Aceites devueltos a las refinerías

265. Los productos contaminados y los lubricantes usados que se devuelven para su depuración y/o para utilizarlos en mezclas forman parte de los insumos que entran en la actividad de refinación, aun cuando corresponden a la producción de un período contable anterior. Lo mismo sucede con la nafta y otros productos que son devueltos por la industria petroquímica. Se trata de otro caso en que se puede confeccionar un balance energético internamente coherente con la exclusión, o inclusión (por ejemplo, en el caso del doble registro), de esos productos devueltos. En contraste con el almacenamiento por bombeo (en el cual un sector determinado de la central bombea agua o genera electricidad), la capacidad de refinación se utiliza para realizar a la vez los procesos iniciales y los de reelaboración y durante el período contable, se dispone para el consumo de la producción de ambos tipos de procesos. Por ello, en el presente caso es preferible el método del registro doble. Para lograr un registro completo, el combustible de las refinerías también debería considerarse, a la vez, parte de la producción y del consumo propio de la industria del petróleo.

RECOMENDACION:

- 23) Los materiales devueltos a las refinerías de petróleo deberían incluirse como insumos del proceso de refinación, aun cuando ya hubieran figurado anteriormente en la producción de las refinerías. El combustible de éstas debería también incluirse, a la vez, como parte de la producción y del consumo propio.

4. Unidades originales y unidades comunes

266. Muchas veces es difícil relacionar la información contenida en un balance energético con los datos brutos publicados en cuadros detallados sobre las distintas industrias energéticas. Es muy conveniente publicar los balances en duplicado, consignando en uno de ellos los datos en las unidades originales y en el otro en la unidad común de cuenta. Sin embargo, incluso en este caso, puede no aparecer clara la relación entre los datos originales del balance y los mismos datos de la industria. A este respecto, el balance francés de la Conferencia Mundial sobre la Energía (CME), y los anteriores balances de Francia (CEREN), son sumamente útiles, porque aparecen sin datos, pero en todos, o en casi todos los recuadros figura un número, y en una lista separada se consigna la definición o fuente de cada cifra que figura en el balance completado.

267. Otra forma de indicar esa relación sería incluir, entre los cuadros estadísticos de las industrias energéticas, uno para cada industria, en el que figurara el método de derivación de los datos utilizados en el balance a partir de la información publicada normalmente acerca de la industria.

RECOMENDACION:

- 24) Debería aclararse siempre la relación entre los datos expresados en las unidades originales utilizados para la elaboración de un balance energético y los publicados en las estadísticas habituales acerca de las distintas industrias energéticas.

5. Coefficientes de conversión

268. En una recomendación anterior (20) se exhorta a que se indiquen claramente los coeficientes de conversión utilizados y se describan los métodos aplicados para expresar las cantidades en unidades originales en función de la unidad común de cuenta. En la parte superior de cada columna (o al final de cada uno de los renglones, cuando en un cuadro se utilizan éstos para consignar las fuentes de energía) de los balances de Austria (OSZ) e Italia (MIC) se indican los coeficientes de conversión empleados. Esto es sumamente útil para vincular las unidades originales a las comunes de cuenta, cuando, por ejemplo, se expresa la electricidad como energía calorífica en un cuadro y en función de insumos de energía primaria en otros. En el balance de Italia figuran notas para aclarar las desviaciones respecto del coeficiente medio, en el caso de determinadas corrientes. Otros balances (Reino Unido, República Federal de Alemania, Suecia, CEPE, OCDE y OECE) van acompañados por listas detalladas de coeficientes de conversión.

RECOMENDACION:

- 25) En los balances energéticos debería figurar, en los títulos de las columnas correspondientes a cada fuente de energía, el coeficiente medio de conversión apropiado para expresar las unidades originales o básicas de la columna respectiva en función de la unidad común de cuenta que se utilice. Esos coeficientes deberían complementarse, en notas o en el texto correspondiente, con una clara descripción de las operaciones y fases de cualesquiera conversiones que no estén debidamente definidas en ellos.

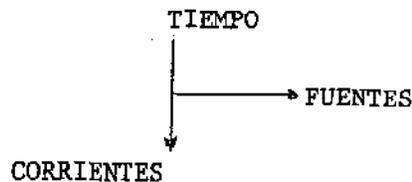
6. Número de dígitos

269. La finalidad de los balances energéticos es hacer una descripción visual coherente de las muchas corrientes relacionadas entre sí del sector de suministro de energía. Los balances pueden contener hasta mil recuadros con cifras (alrededor de 25 columnas y hasta 50 renglones, inclusive los tipos de usuarios finales). Incluso cuando contienen muchos menos recuadros con datos, no se gana nada con consignar cifras de más de seis dígitos y, en general, de más de cuatro o cinco, en cada uno de ellos (inclusive los destinados a los totales). En unos pocos balances se publican cifras con más dígitos de los que son necesarios para los fines perseguidos, y, posiblemente, más de los que justifica la calidad de los datos brutos. En principio sólo se deben incluir, en general, cifras de hasta cuatro o cinco dígitos, con seis como excepción.

270. Quedan por examinar los detalles que hay que incluir y la nomenclatura que hay que utilizar en los títulos de renglones y columnas. Estas cuestiones se tratan en el capítulo VI.

7. Matrices y series cronológicas

271. La matriz de un balance energético global que contenga las fuentes de energía en las columnas y sus corrientes en los renglones es apropiada para dar una idea bastante completa de la oferta, transformación y utilización de la energía en un período dado, que normalmente es de un año. En el caso de una serie cronológica, se requiere un conjunto de tales balances, a razón de uno por año. Así pues, el conjunto completo de datos para varios años puede considerarse que forma una figura tridimensional cuya magnitud indica las fuentes de energía, las corrientes energéticas y el tiempo, respectivamente, de la siguiente manera:



272. A partir de ese conjunto de datos es fácil confeccionar cuadros de series cronológicas bidimensionales, haciendo cortes verticales u horizontales en él. Un corte vertical pondrá de manifiesto el balance de productos energéticos en el caso de una fuente determinada de energía (por ejemplo, el gas natural) en cada uno de los años para los cuales se han reunido datos en las unidades originales, en la unidad común de cuenta o en ambas. Un corte horizontal indicará, en relación con cada uno de los años, las cantidades de las distintas fuentes energéticas por separado y, si se expresan en la unidad común de cuenta, de todas las fuentes en conjunto respecto de la corriente seleccionada (por ejemplo, la de importaciones).

273. Por supuesto, esos cuadros de series cronológicas expresados en las unidades originales pueden haber proporcionado, al menos, algunos de los datos básicos a partir de los cuales se compilaban los balances uniformes de productos respecto de cada fuente de energía. Sin embargo, no es probable que se dispusiera fácilmente de todos los datos de esos balances, para que se adaptaran, sin ningún reajuste, a los títulos uniformes. Los cuadros de series cronológicas normalizados plenamente compatibles con el balance energético global, por derivarse éste, son sumamente apropiados para muchos fines analíticos, como el estudio de los cambios en la composición de las distintas fuentes energéticas de una corriente total y las variaciones de las modalidades de consumo de una fuente energética dada.

VI. CLASIFICACIONES

A. Generalidades

274. Ya existen, o se prevén, clasificaciones uniformes internacionales de las mercancías (CIBS), las industrias (CIIU) y el comercio (NCCA) y (CUCI), y hay clasificaciones análogas en general, en el caso de los países de la CEE (NIPRO, NACE y NIMEXE, respectivamente) y de los que integran el CAEM (CGP) 63/. Un gran número de países, y probablemente la mayoría de ellos, tienen sus propias clasificaciones nacionales para satisfacer las necesidades internas, clasificaciones que difieren, en cierta medida, de las normas internacionales.

275. Las diversas clasificaciones internacionales actuales se elaboraron para atender la necesidad de un tratamiento coherente de las mercancías sujetas a derechos arancelarios (NCCA) y, posteriormente, para lograr, en general, una clasificación uniforme de todos los productos objeto de comercio internacional (CUCI), al tiempo que se disponía de una base para la comparación internacional de las estadísticas nacionales sobre las distintas industrias (CIIU). Este distinto origen condujo a enfoques diferentes de cada una de las clasificaciones. La NCCA y la CUCI tenían que basarse en las características físicas de las mercancías que los funcionarios de aduanas pudieran reconocer simplemente al examinar éstas. La finalidad de la CIIU era servir como marco para la reunión y el análisis de datos sobre los insumos para los establecimientos industriales, y sobre los productos de ellos, y, por consiguiente, se basa en una descripción de las distintas actividades.

276. A medida que se perfeccionó el análisis económico, se sintió la necesidad de poder relacionar la producción de mercancías de las industrias con las importaciones y exportaciones de ellas. Por consiguiente, fue preciso vincular las mercancías que figuraban en la CUCI (y la NCCA) con las industrias de la CIIU, y eso es lo que se intenta hacer con la CIBS. Sin embargo, la pormenorización resultante era excesiva para algunos fines, y en el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) se utilizó una versión sumamente simplificada de la CIIU, dejándose a los países la responsabilidad de asignar los productos a las industrias. La clasificación por grandes categorías económicas (GCE) es el intento más reciente para reagrupar las partidas de la CUCI en categorías para el análisis económico.

277. Además de estas clasificaciones internacionales para fines generales, existen clasificaciones especializadas de mercancías para las estadísticas del transporte (CSTE), de ocupaciones (CUIO) y de otras esferas más o menos relacionadas con la energía (como las actividades de investigación y desarrollo, y la educación).

278. La nueva importancia que ha cobrado la energía en los últimos cinco años, ha introducido una nueva faceta en este terreno ya complejo de las clasificaciones. En el presente manual se consideran algunos aspectos especiales de clasificación dimanadas directamente de los capítulos precedentes.

B. Enfoque actual de la "energía"

279. En la CUCI se agrupan todos los combustibles fósiles, lubricantes y productos análogos en su sección III (Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos), pero el amplio ámbito aparentemente abarcado es incompleto. El uranio y los minerales

63/ Para los títulos completos de éstas y otras clasificaciones citadas, véase el anexo IV.

análogos figuran en el capítulo 28 (Minerales metalíferos y chatarra metálica), los combustibles y residuos nucleares aparecen en el capítulo 52 (Productos químicos inorgánicos) y la leña en el capítulo 24 (Madera, tablas y corcho). Aparte de esta dispersión de las fuentes de energía en tres secciones distintas, existen deficiencias en cuanto a los detalles de la clasificación. Por tratarse de una clasificación elaborada para el comercio internacional, no figuran en ella las mercancías que no suelen ser objeto de ese comercio, y algunas que lo son no pueden subdividirse con arreglo a características que no son reconocibles visualmente. En la CUCI no figuran ni el vapor ni el agua caliente, y la electricidad no está subdividida por tipos de generación (nuclear, otra generación térmica, hídrica, etc.).

280. En la CIU, y también en la CIBS (en la cual se distribuyen las mercancías de la CUCI entre las industrias de la CIU), es aún más pronunciada la dispersión de las fuentes energéticas. La leña figura en la división 12 (Silvicultura y extracción de madera); la extracción de uranio aparece en la división 23 (Extracción de minerales metálicos); la turba, que forma parte de la sección 3 de la CUCI, figura en la división 29 (Extracción de otros minerales); los combustibles nucleares están comprendidos en la división 35 (Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos, derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plásticos). En esta última división, otras dos agrupaciones abarcan, respectivamente, las refinerías de petróleo (agrupación 353) y la fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón (agrupación 354). Esta última incluye el coque, las briquetas y los lubricantes. La extracción de carbón y petróleo crudo, junto con la producción de gas natural, figuran en su propia agrupación de la división 2 (Explotación de minas y canteras).

281. En contraste con la CUCI, en la CIBS se hace una distinción entre la electricidad producida por centrales térmicas tradicionales, nucleares, hidroeléctricas y de turbinas de gas, así como en instalaciones que funcionan con motores de combustión interna y en otros establecimientos (por ejemplo, de generación geotérmica). Es interesante observar que la CIBS sólo tiene una categoría para el suministro de vapor y agua caliente, pero que en ella se subdivide esta partida en vapor, agua caliente, y aire caliente y refrigerado.

282. La GCE es la única clasificación de las Naciones Unidas en la que al presente se agrupan todas, o casi todas, las formas de energía en una sola categoría. Esta clasificación se basa en tres grandes categorías económicas utilizadas en las cuentas nacionales y en las tablas de insumo-producto, a saber, bienes de capital, bienes intermedios y bienes de consumo; en relación con los bienes intermedios, tiene la categoría de "combustibles y lubricantes" y la divide en la misma forma que otros bienes del mismo tipo, a saber, primarios y elaborados. A continuación se resumen los distintos rubros:

Combustibles y lubricantes

Primarios

- Leña
- Carbón y lignito
- Petróleo crudo
- Gas natural

Elaborados

- Carbón vegetal
- Briquetas

Carburante para motores
Otros productos derivados del petróleo
Gas de fábrica
Electricidad

283. Al parecer, se han omitido de la GCE los combustibles nucleares, tanto en estado bruto como manufacturado. El vapor y el agua caliente no figuran en ella porque no son combustibles.

284. La NACE y la NIPRO difieren de las de las clasificaciones de las Naciones Unidas en dos aspectos básicos. Ambas contienen una categoría separada completa, la clase 1 (Energía y agua), y dentro de ella (y de las demás clases) la clasificación de productos de cada industria específica, sucesivamente, primero las formas no elaboradas de los distintos productos, y después las elaboradas. En forma muy simplificada, la estructura correspondiente es la siguiente:

Extracción de carbón

Carbón
Briquetas de carbón
Lignito
Briquetas de lignito

Hornos de coque

Coque metalúrgico
Otras clases de coque
Gas de horno de coque
Otros productos de horno de coque

Producción de petróleo crudo y gas natural

Petróleo crudo
Gas natural
Líquidos de gas natural
Rocas y esquistos bituminosos

Refinación de petróleo

Aceites ligeros
Aceites medianos
Aceites pesados
Lubricantes
Otros productos derivados del petróleo

Extracción y elaboración de combustibles nucleares

Mineral de uranio
Mineral de torio
Concentrados de uranio y torio
Isótopos radiactivos y reproductores
Elementos combustibles

Producción y distribución de electricidad

Para el abastecimiento público

- Térmica tradicional
- Geotérmica
- Hídrica
- Nuclear
- Elementos combustibles irradiados
- Calor

Autoproducción

- Térmica tradicional
- Hídrica
- Nuclear
- Elementos combustibles irradiados

Fábricas de gas

- Gas de fábrica
- Coque
- Otros productos

Producción de vapor, agua caliente y aire comprimido

Producción conjunta de dos o más tipos de energía

Los productos derivados del petróleo y las sustancias nucleares se enumeran en la NIPRO en forma muy detallada, y la electricidad se subdivide según el tipo de combustible fósil o fisiónable utilizado.

285. De las actuales clasificaciones internacionales examinadas, la NACE/NIPRO es la más adecuada para compilar un conjunto bastante completo y articulado de estadísticas sobre la producción y el consumo de energía, y merece ser estudiada más detenidamente a la luz de las recomendaciones formuladas en el presente informe acerca de las características apropiadas de las estadísticas de la energía. En el anexo V figuran las clasificaciones completas de la NACE y la NIPRO en relación con la energía y el agua.

286. Uno de los elementos requeridos en una clasificación uniforme de los productos energéticos es una nomenclatura convenida de las mercancías líquidas y gaseosas derivadas del petróleo. Todas las enumeraciones que figuran en los balances nacionales, internacionales e institucionales, así como en las clasificaciones uniformes internacionales, son análogas, pero, no obstante, entrañan diferencias en cuanto a la forma en que tratan, designan o definen determinados productos (por ejemplo, los líquidos de gas natural). La OECE ha publicado un folleto sumamente útil titulado "Definitions of oil and oil products" (Definiciones del petróleo y de los productos derivados de él) 64/

64/ Bulletin of Energy Statistics, No. 3/1976, suplemento.

RECOMENDACION;

- 26) Deberían examinarse las actuales clasificaciones y definiciones de los hidrocarburos crudos y de los productos derivados de ellos a fin de elaborar un conjunto internacional convenido de denominaciones, grupos y definiciones.

C. Usos finales de la energía

287. Ninguna de las clasificaciones de las Naciones Unidas ni de la OECE se adentra suficientemente en los orígenes para servir todos los fines de los balances energéticos. Al examinar éstos como marco para la realización de previsiones, se señaló que, por lo común, se utilizaba el balance ascendente, prestando considerable atención al análisis de los usos finales. Este análisis puede enfocarse de dos maneras. La primera es mediante el concepto de la energía útil, y la segunda mediante un análisis, por usos, de la energía suministrada.

1. Energía útil

288. La energía útil es la efectivamente transformada en trabajo útil, en el equipo y los procesos correspondientes a los distintos usos finales, como la potencia obtenida de un automóvil, la luz que da una bombilla o un tubo fluorescente, o el calor del vapor producido al quemar combustibles fósiles bajo una caldera. Estas cantidades de trabajo útil reflejan los efectos combinados de la eficiencia teórica del aparato, el equipo o el proceso, así como la intensidad de funcionamiento y la forma de utilización. Un aparato electrodoméstico que funcione en las condiciones que su fabricante consideraría óptimas tendrá una mayor eficiencia que el mismo aparato utilizado por una persona más exigente o más descuidada. Es igualmente difícil medir, e incluso definir, la eficiencia del equipo de calefacción, ya que ello dependerá en gran parte del aislamiento de los muros, las ventanas, el piso y el techo del local que hay que calentar, y del número de veces que se permita que el calor acumulado salga por aberturas como puertas y ventanas.

289. Con todo, hay que reconocer la existencia de eficiencias medias muy distintas, a las cuales se pueden convertir en trabajo útil diferentes fuentes de energía. Esas eficiencias reflejan la gama de usos para los cuales es más apropiada cada una de las fuentes, así como los coeficientes ya mencionados. No es éste el lugar apropiado para examinar estas cuestiones en detalle, pero, para dar una idea general de los órdenes de magnitud, las cifras siguientes indican esas distintas eficiencias ^{65/}:

| <u>Combustibles</u> | <u>Porcentaje de eficiencia</u> | |
|---------------------|---------------------------------|--------------|
| | <u>Gama</u> | <u>Media</u> |
| Sólidos | 20-80 | 55 |
| Líquidos | 15-19 | 45 |
| Gaseosos | 60-65 | 65 |
| Electricidad | 80-95 | 90 |

^{65/} Véase Roberts y Hawkins (1977). En el informe Naciones Unidas/CEPE (1976) figuran cifras más detalladas respecto de cada etapa de uso, desde la extracción, pasando por la transformación, hasta el consumo final de la energía. En ese informe se estudia también más detenidamente el problema de la evaluación de la eficiencia energética. Véase también Laading (1960), Guyol (1971) y Ramain (1977).

290. Es necesario tener en cuenta estas eficiencias tan diversas al hacer proyecciones sobre la demanda futura de energía, porque, en definitiva, los usuarios exigen energía útil y las posibilidades de sustitución de fuentes energéticas solamente existen al nivel de la energía útil (en el sentido de que únicamente a ese nivel, dentro de un uso dado, es posible sustituir un julio de un tipo de energía por uno de otro tipo de ella) 66/. Por supuesto, esa sustitución está limitada por el volumen, en un momento dado, de equipo que utiliza combustible.

291. No es fácil calcular la eficiencia global de cada combustible, salvo en forma aproximada. Las propias existencias de equipo no dan ninguna indicación de la intensidad de funcionamiento ni el modo de utilización, y la reunión de los datos necesarios al nivel de los usuarios puede ser una operación larga y costosa. Sin embargo, incluso una estimación aproximada modifica sustancialmente la importancia relativa de cada fuente energética dentro del sector de consumo final, en gran parte por la elevadísima eficiencia de la electricidad para los usos a que se destina, en comparación con la de los combustibles fósiles en los usos correspondientes.

292. El balance energético que publica Suecia va acompañado de un amplio análisis, sobre la base de la energía útil que representa la parte correspondiente a cada fuente en el consumo energético total. En el balance de Noruega se va aún más allá, pues se incorpora ese análisis al balance. Aunque el Reino Unido todavía no publica estadísticas periódicas sobre la energía útil, en el Energy paper 29 (1978) se consigna el consumo final de energía útil con un grado considerable de detalle. La OEECE ha publicado balances energéticos para 1977 y 1978, en los cuales figura el consumo energético final, por finalidades, sobre la base del calor (o la energía) suministrado y la energía útil. Jamaica proyecta incluir datos, en ambas formas, en su sistema de cuentas energéticas nacionales. La India publica estimaciones globales del consumo de energía, inclusive las fuentes no comerciales, en "toneladas de sustitución de carbón" (en las cuales se pondera cada fuente según el rendimiento estimado de energía útil que produce).

RECOMENDACION:

- 27) Las oficinas nacionales e internacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de publicar estimaciones de las cantidades de energía útil consumidas por cada uno de los sectores de uso final. Esas estimaciones deberían ir acompañadas por detalles de la metodología empleada.

2. Consumo final por fines

293. Una alternativa a obtener cifras sobre la energía útil - y, de hecho, una etapa necesaria para compilarlas en forma razonablemente fiable - es el análisis de las entregas de energía según la finalidad para la cual se utiliza cada tipo de ella en los distintos sectores de uso final. Ese análisis constituye asimismo un paso en el estudio del uso final para fines sustituibles y no sustituibles.

294. Ese análisis es más directo en el caso del sector que, con arreglo a las cuentas nacionales, tiene carácter final, es decir, los usuarios domésticos. El análisis que, en principio, se podría hacer en este sector es el siguiente:

66/ Véase, por ejemplo, Departamento de Energía del Reino Unido, Energy forecasting methodology, Energy paper 29 (Londres, 1978).

Calefacción y ventilación de viviendas
Calentamiento de agua
Preparación de alimentos
Fuerza motriz para fines domésticos (refrigeradoras, congeladores, aspiradores, encendedoras y pulidoras de pisos, licuadoras, herramientas de jardín y de otra índole, y otros aparatos con motor eléctrico)
Luz
Otros fines (por ejemplo, receptores de radio y televisión, y equipo de grabación y reproducción de sonido)

La obtención de este tipo de información puede tomar mucho tiempo y ser sumamente costosa.

295. El sector del transporte puede analizarse sencillamente según los distintos medios, es decir, terrestre, marítimo, aéreo y acuático, o en forma más detallada, como figura a continuación:

Carretera

Automóvil
Autobús
Taxi
Camión
Motocicleta

Ferrocarril

Pasajeros
Mercancías

Aéreo

Pasajeros
Mercancías

Acuático

Vías interiores de navegación
Cabotaje

Oleoducto y gasoducto

Se recordará que los buques que navegan en alta mar se incluyen por separado como "depósitos de combustible".

296. Se puede considerar la posibilidad de hacer subdivisiones más amplias del transporte, como por zonas internas o rurales, distancia recorrida, tipo de motor o capacidad de carga del medio de transporte de que se trate, y clase de carga acarreada. Este sector ya ha sido considerado una clasificación especial para la región de Europa (CSTE) y está siendo estudiado por el Grupo de expertos en estadística de transporte del Comité de Transporte Terrestre de la CEPE, cuya labor es preciso examinar más detenidamente en el contexto de los balances energéticos 67/.

67/ Véase también el análisis detallado hecho por el GIE (Cambridge, Inglaterra) para la CME (1977).

297. Se puede analizar el sector comercial en forma bastante análoga a la sugerida para el sector doméstico, pero distinguiendo sólo lo siguiente;

- Calefacción, refrigeración y ventilación de locales
- Calentamiento de agua
- Fuerza motriz (ascensores y máquinas y equipo de oficina)
- Luz
- Otros fines (en su caso)

298. El sector agrícola, que en la mayoría de los principales países industriales reviste relativamente poca importancia pero que tiene considerable significación en otros países, puede analizarse adecuadamente como sigue:

- Calefacción y ventilación de locales
 - Invernaderos
 - Otros locales (con inclusión de la vivienda)

- Maquinaria y equipo agrícolas
- Luz
- Otros fines

299. Esta clasificación es demasiado amplia en el caso de los países menos desarrollados cuya agricultura satisfará sus necesidades energéticas con ayuda de la tracción animal y el trabajo humano. Cuando haya maquinaria y equipo de fuerza motriz (por ejemplo tractores de tamaño pequeño y mediano, y bombas de riego y avenamiento), pueden utilizarse los títulos apropiados. La conveniencia de tratar de cuantificar en un balance energético el gran volumen de fuerza animada que se utiliza en la mayoría de los países menos adelantados debe decidirse sobre la base de la finalidad del mismo (por ejemplo para evaluar las probabilidades futuras de que la fuerza animada sea reemplazada por combustibles fósiles o electricidad).

300. El sector industrial plantea el mismo problema con que ya se tropezó al examinar en el capítulo V la cuestión de la agregación de los combustibles 68/. En relación con cualquier fuente energética, en principio sería posible analizar el consumo en la industria, con arreglo, por ejemplo, a la siguiente clasificación:

- Calefacción y ventilación de locales
- Calentamiento de agua
- Calor para procesos
- Fuerza motriz
- Luz
- Otros fines

301. Sin embargo, esta clasificación no es bastante precisa, porque no indica nada acerca de la temperatura a la cual se calienta el agua. Si ésta se convierte en vapor, éste puede utilizarse para la calefacción de locales o para suministrar calor para los procesos, o también para hacer funcionar un turbogenerador, y la electricidad resultante puede emplearse para cualquiera de las finalidades enumeradas. Sería útil diferenciar entre "producción de vapor" y "calentamiento de agua", a condición de que la

68/ Véase también Confederation of British Industry (1975) y Cheshire y Buckley (1976).

lista se considere estrictamente una enumeración de usos iniciales de fuentes de energía adquiridas.

302. Ese análisis sería instructivo, pero no pondría de manifiesto la cantidad total de energía utilizada para cada uno de los fines enumerados. Un análisis tan completo lleva directamente al problema del doble registro ya abordado en el capítulo V. Además, un análisis cabal requeriría la inclusión de tres tipos de energía no comercial, a saber, la electricidad autoproducida que se consume en el lugar de generación, el calor recuperado de la emisión del primer uso de la energía adquirida, y, cuando se produjera, el calor exotérmico de los procesos químicos.

303. Hay muchos argumentos en favor de hacer un análisis cabal de esta clase, pero lo mejor es llevarlo a cabo en un cuadro auxiliar del balance energético principal. En principio, un análisis semejante de los usos energéticos podría indicar el alcance de la recuperación del calor residual y, al mismo tiempo, dar una idea inicial de las posibilidades de tal recuperación en el sector industrial, mediante el "escalonamiento" de la energía. Esto significa el uso inicial de la energía adquirida para producir calor de alta temperatura y utilizar éste "escalonamiento" para los fines que lo requieren a una temperatura más baja que la correspondiente a la finalidad inmediatamente anterior (ello no significa que la fase de un proceso de fabricación pueda tener lugar únicamente con calor a una temperatura más baja que la de la fase precedente).

304. Ese escalonamiento permite que una cantidad dada de calor, medida en julios, se convierta en un mayor volumen total de trabajo, y constituye una advertencia de que la medición de la energía en julios (o en cualquier otra unidad) no da ninguna indicación acerca de la calidad de esa cantidad de energía. Los julios de energía calorífica no pueden sustituirse mutuamente, a menos que estén a la misma temperatura (no debe pasarse por alto el hecho de que la energía empleada para el alumbrado también produce calor).

305. El cuadro que figura más adelante contiene un análisis completo de los usos iniciales y subsiguientes del calor en una industria hipotética. En él se utiliza la estructura de los balances energéticos básicos, con columnas para las fuentes y renglones para los usos. Como anteriormente, un signo positivo indica la producción de energía, y uno negativo el uso de ella.

306. Se distingue entre la recuperación del vapor y calor y la producción inicial del primero. La autogeneración de calor y fuerza combinados sólo se distingue de la producción de electricidad. Se supone que el calor exotérmico se produce en un proceso químico, y se recupera de éste.

RECOMENDACION:

- 28) Las oficinas nacionales de estadística deberían considerar la posibilidad de realizar análisis de los usos finales del tipo que se indica en el cuadro que figura a continuación.

Análisis hipotético del uso de energía en una industria
(Insumo (-); producto (+))
(en terajulios)

| Fuentes | | Combustibles fósiles | Electricidad | Vapor inicial | Agua caliente | Vapor recuperado | Calor recuperado | Total neto | Recuperación |
|-----------------------------|--|-------------------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------|--------------|
| Corrientes | | | | | | | | | |
| <u>Suministro inicial</u> | | | | | | | | | |
| Comprado | | +100 | +20 | - | - | - | - | +120 | - |
| Calor exotérmico | | - | - | - | - | - | +10 | +10 | +10 |
| Total | | +100 | +20 | - | - | - | +10 | +130 | +10 |
| <u>Transformación</u> | | | | | | | | | |
| Calderas | | -100 | - | +90 | +8 | - | -10 | -12 | - |
| Grupos electrógenos: | | | | | | | | | |
| CFC | | - | +10 | -40 | - | +20 | - | -10 | +20 |
| Otros | | - | +15 | -40 | - | - | - | -25 | - |
| Total | | -100 | +25 | +10 | +8 | +20 | -10 | -47 | +20 |
| <u>Energía disponible</u> | | | | | | | | | |
| | | - | +45 | +10 | +8 | +20 | - | +83 | +20 |
| <u>Uso final</u> | | | | | | | | | |
| Hornos | | - | -10 | - | - | - | -5 | -5 | +5 |
| Calor para procesos | | - | -10 | -7 | - | -18 | +5 | -30 | +5 |
| Calefacción y agua caliente | | - | - | - | +8 | - | - | -1 | +8 |
| Fuerza motriz para máquinas | | - | -10 | - | - | - | - | -10 | - |
| Ventilación y refrigeración | | - | -5 | - | - | - | - | -5 | - |
| Luz | | - | -5 | - | - | - | - | -5 | - |
| Procesos químicos | | - | -5 | - | - | - | - | -5 | - |
| Otros fines | | - | - | - | -15 | - | - | -15 | - |
| Pérdidas | | - | - | -3 | -1 | -2 | -1 | -7 | - |
| Total | | - | -45 | -10 | -8 | -20 | -1 | -83 | +18 |

VII. OTRAS ESTADÍSTICAS DE LA ENERGÍA

A. Generalidades

307. Como se ha indicado al comienzo del presente informe, un balance energético es, o debería ser, la base de todo sistema coherente de estadísticas de la energía, aun cuando la mayoría de los sistemas hayan surgido de distintos conjuntos independientes de estadísticas energéticas industriales. Los países tendrán que mantener una gran parte, y probablemente la mayoría, de su acervo actual de datos estadísticos - que seguramente abarcará un ámbito mucho mayor que el necesario para los balances energéticos -, como información sobre las importaciones de fuentes de energía por origen geográfico; las exportaciones por destino; la capacidad de las refinerías de petróleo y las centrales generadoras de electricidad; otras características de las instalaciones, como el tipo de refinación, y las tasas de utilización, como los coeficientes de carga de las fábricas. Gran parte de este considerable volumen de información estadística se necesitará a intervalos inferiores a un año o en relación con sectores de la economía energética de gran interés para fines concretos, como los indicadores a corto plazo de la producción de combustibles fósiles, la productividad de la fuerza de trabajo del sector de la extracción del carbón o las existencias de productos derivados del petróleo de las centrales eléctricas. No obstante, los países y los organismos internacionales tendrán que volver a examinar sus actuales sistemas estadísticos globales para determinar, a la luz de las necesidades en materia de balances energéticos, qué series habrá que redefinir, descartar, combinar o introducir, y si, mediante la armonización de los conceptos y el ámbito de algunas de las series actuales, puede lograrse que un menor volumen de los datos originales sirva para una gama más amplia de fines analíticos.

308. Por su parte, los organismos internacionales tendrán que considerar asimismo en qué medida pueden armonizarse los actuales cuestionarios internacionales y, es de esperar, combinarlos en un número reducido de formularios para fines múltiples.

B. Balances para períodos más breves y balances regionales

309. Tal vez las oficinas nacionales e internacionales de estadística deseen considerar la posibilidad de elaborar, a intervalos menores de un año, al menos balances simplificados y balances para las regiones de los países y para zonas geográficamente más extensas. Los Países Bajos ya publican cada trimestre balances detallados, y la OCDE y el Reino Unido balances simplificados con la misma periodicidad. Francia (CEREN) y el Canadá ya confeccionan balances regionales pormenorizados y, al parecer, el CEREN está sumamente interesado en publicar balances globales mensuales.

310. Cuanto más breve sea el período abarcado, mayor serán los efectos de las condiciones meteorológicas sobre la demanda de energía para fines de calefacción o refrigeración, así como la producción de agua caliente. También puede verse afectada la demanda de calor para los procesos industriales en el caso de empresas que fabriquen productos sensibles a las condiciones atmosféricas, como algunos tipos de prendas y alimentos. Esas condiciones pueden influir asimismo en la demanda de combustibles para fines de transporte. Se trata de una esfera que no es tan fácil de analizar como parece, y el examen más detenido de ella cae fuera del alcance del presente informe.

C. Balances energéticos e insumo-producto

311. Ya se ha puesto de relieve el problema de la comparabilidad entre los conceptos y el ámbito de las corrientes y existencias que figuran en los balances energéticos, por un lado, y en las cuentas nacionales y las tablas de insumo-producto, por otro. Es preciso llevar a cabo trabajos ulteriores en esta esfera. Independientemente de que con ellos se logre una comparabilidad total en un futuro próximo, servirán para mejorar la de las estadísticas industriales relativas a los insumos de energía y a las producciones de bienes y servicios. Esa comparabilidad reviste gran importancia para los estudios actuales sobre el contenido energético de los bienes y servicios, como factor que debe tenerse en cuenta al formular propuestas para un uso más eficiente de la energía en los próximos decenios.

312. Una medida apropiada para identificar las incongruencias entre los datos energéticos presentados en un balance, por una parte, y en las tablas de insumo-producto, por otra, es elaborar una matriz de transacciones expresadas en términos cuantitativos; ello corresponde, en principio si no en la práctica, a los valores monetarios que figuran en las actuales matrices de las transacciones entre industrias, así como entre éstas y los consumidores finales (en el sentido de las cuentas nacionales). La medida siguiente es refundir, en el marco de un balance energético, los datos cuantitativos reunidos de esa manera ^{69/} (ya se han puesto de relieve los problemas planteados por los depósitos de combustibles y por el uso de energía para el transporte interno).

313. Esa operación no es en absoluto trivial, porque es probable que muchas de las cifras que figuran en los recuadros de una tabla de insumo-producto se basen en datos sobre valores cuyos componentes cuantitativos y de precios pueden no ser fácilmente accesibles. También es probable que otros datos de esa matriz provengan de fuentes que difieran, en alcance o en conceptos, de las utilizadas para compilar un balance energético. Este enfoque podría llevar, lo cual resultaría útil, a la elaboración de tres matrices, en las que figuraran las cantidades, los valores unitarios medios y los valores totales, respectivamente. En una matriz de transacciones (por ejemplo, impuestos o gastos de distribución) figurarán algunos valores monetarios sin que aparezcan las cantidades correspondientes.

D. Terminología de las cuentas nacionales

314. Es importante evitar toda confusión entre los conceptos de consumidor "intermedio" y "final", que figuran en las cuentas nacionales, y el de "uso final de la energía" en los balances energéticos. Idealmente se evitaría el riesgo de confusión si pudiera llegarse a un acuerdo acerca de una terminología satisfactoria, pero tal vez no sea fácil lograrlo.

315. En un documento de trabajo de la Reunión Especial sobre economía y eficiencia energéticas en la región de la CEPE (ECE/AC.3/R1/Add.1, de 28 de febrero de 1977, titulado "Some conceptual, statistical and methodological questions", se proponen, y ello es comprensible, las expresiones "demanda intermedia de energía" y "demanda final de energía", que tienen connotaciones apropiadas en las cuentas nacionales y, por consiguiente, en las tablas de insumo-producto. En el balance que publicó, el Reino Unido

^{69/} Laading (1960) recomendaba que se desplegaran esfuerzos para confeccionar un balance en valores, así como un balance energético, e ilustró la propuesta con cuadros para la región de la OCDE (la OCDE ha patrocinado en sus países miembros diversos trabajos en este sentido).

se abstuvo cuidadosamente de emplear las expresiones "consumidores finales", "consumo final" y "demanda final" confiando en que, al utilizar la expresión "consumo final de energía" se evitaría todo malentendido. En el presente informe era apropiado emplear la expresión "demanda final" en los balances simplificados ascendentes para la realización de previsiones. El término "intermedio" sería adecuado cuando se hiciera referencia a las industrias de transformación de energía, pero, hasta la fecha, se ha evitado su empleo en los balances energéticos.

RECOMENDACION:

- 29) Para evitar toda confusión acerca del significado de "final" (y de "intermedio") en las cuentas nacionales, las tablas de insumo-producto y otros análisis económicos, por una parte, y en los balances energéticos, por otra, los cuadros y el texto correspondientes a las corrientes de las industrias de transformación de energía y/o los usuarios finales de ésta deben indicar siempre claramente lo que se quiere decir con el término "final" (y, si se utiliza, con el término "intermedio").

E. Estadísticas derivadas

316. Los balances energéticos resultarán más útiles si van acompañados por cuadros en los que se indique, por ejemplo, la distribución porcentual del origen y los usos de cada una de las fuentes energéticas, y de todas ellas en conjunto, así como la proporción porcentual que corresponde a las distintas fuentes energéticas dentro de cada nivel importante de oferta y consumo que figure en los balances. Ello equivale a calcular, primero, los porcentajes correspondientes a las columnas y después, a los principales renglones del balance. Se pueden confeccionar entonces series cronológicas a partir de esa distribución porcentual, y calcular las tasas de variación en el tiempo para incluirlas en un tercer tipo de cuadro básico. En las estadísticas de la energía publicadas por Suecia, Noruega y algunos otros países figuran ejemplos de estos diversos tipos de cuadros derivados.

317. Algunos países (por ejemplo, Austria y Polonia) publican periódicamente estadísticas derivadas más detalladas - que rebasan algún tanto el marco del presente informe - acerca del contenido energético de la producción de las industrias o de las distintas mercancías. Esas tabulaciones pueden mostrar meramente la parte correspondiente a la adquisición de energía en las compras totales de cada industria, o los insumos directos de energía por unidad de valor de la producción de cada establecimiento; también pueden indicar - utilizando el análisis sistemático de insumo-producto - no solamente el contenido energético directo sino también el indirecto, desde el origen (y, por lo tanto, el contenido total), de la producción de cada industria, de cada categoría de productos o de cada sector de consumo final (utilizándose el término "final" en el sentido de las cuentas nacionales).

F. Diagramas de flujo

318. Ya se han reconocido los problemas que supone hacer comprensibles los balances energéticos para los no especialistas calificados al aceptar la utilización, además del terajulio, de una unidad de presentación como la TEP. Otra forma de presentar las distintas corrientes y tipos de interdependencia en la economía energética la constituye el diagrama de flujo. En su forma más sencilla, ello puede consistir simplemente en hacer una serie de recuadros que representen las distintas actividades (como la

refinación de petróleo, la generación de electricidad y el uso final de energía) y de flechas interconectadas que representen las corrientes de petróleo crudo, de otros combustibles fósiles, de electricidad y de otras fuentes de energía. Se pueden asignar números a las flechas para indicar la magnitud de cada corriente (la inclusión en un balance energético de las cifras correspondientes a los renglones y columnas expresadas en porcentajes equivale a hacer cortes verticales u horizontales en un diagrama de flujo).

319. Se puede elaborar un diagrama más ilustrativo si se hace que el grosor de las flechas sea proporcional a la magnitud de las corrientes. El diagrama será aun más eficaz si se utiliza un color diferente para representar cada fuente energética. Uno de los primeros diagramas en colores de ese género fue publicado, en 1956, en las actas de la Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos 70/. Otro apareció en el trabajo publicado por Laading en 1960 y en Guyol (1971). Entre los ejemplos actuales de diagramas de flujo bastante detallados se encuentran los elaborados para los países nórdicos por la Asociación de Técnicos de Calderas Escandinavos y los publicados por la Oficina Central de Estadística de los Países Bajos, el Departamento de Energía del Reino Unido y la OCDE. En su informe correspondiente a 1976, al cual ya se ha hecho referencia, la CEPE publicó diagramas de flujo regionales para un solo año.

320. También preparan tales diagramas al menos una de las grandes compañías petroleras internacionales y algunos de los organismos internacionales de investigación. El grupo de Brookhaven/Julich utiliza un diagrama detallado con flechas en blanco y negro para describir con precisión el sistema energético del considerable número de países que está estudiando, así como para ayudar a comprender los efectos que probablemente producirán los posibles cambios futuros en algunas partes de cada sistema (por ejemplo, las fuentes nuevas y renovables de energía).

321. En varios de esos diagramas publicados (por ejemplo, los de Laading, Guyol, la CEPE y la Asociación de Técnicos de Calderas Escandinavos) se registran pérdidas en la fase de los usuarios finales de la energía. En un diagrama de Noruega se indica además el contenido de energía de las importaciones y exportaciones no energéticas 71/.

G. La energía y el medio ambiente

322. Una de las ventajas del balance matricial cuyo empleo se recomienda en el capítulo V es que muestra explícitamente la emisión de calor de las industrias de transformación energética al medio ambiente. En otro lugar del presente informe se ha señalado que la pérdida de calor se produce en todas las fases del proceso de utilización de energía. En el capítulo VI se ha examinado la posibilidad de ampliar el balance energético para registrar la energía útil efectivamente utilizada por los usuarios finales. Nebbia (1975) y otros autores han señalado que, incluso la energía incorporada en las manufacturas (muebles, automóviles o edificios), vuelve al medio ambiente en algún posterior - tal vez mucho más adelante - cuando esos productos se desintegran de una u otra forma. La emisión de calor no es sino uno de los muchos

70/ Véase Actas de la Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con fines Pacíficos, Ginebra, 8 a 20 de agosto de 1955 (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta 56.IX.I).

71/ Longva (1977)

factores que influyen en la calidad del medio ambiente (por desgracia o, tal vez, en los climas fríos, por fortuna). La emisión o dispersión de varios productos químicos puede revestir mucha más importancia que el calor para los que se ocupan de analizar y vigilar diversos aspectos de la calidad del medio ambiente. No obstante, existen puntos de contacto entre las estadísticas de la energía y las del medio ambiente, y ello debe ser tenido en cuenta por los que realizan actividades en ambos lados de esta importante frontera.

H. Colaboración interdisciplinaria

323. Por último, pero igualmente importante, todo sistema estadístico de la energía se elaborará en forma más eficiente y se utilizará más ampliamente si es el resultado de consultas estrechas y constantes, y de una activa cooperación, entre el personal de los servicios estadísticos, económicos, técnicos y de política que se ocupa de las estadísticas, en calidad de compiladores o de usuarios de ellas, como base para la labor relativa a la formulación, aplicación y evaluación de la política energética, o como producto de ella.

Anexo I

CALOR Y FUERZA COMBINADOS, Y PROBLEMAS DE MEDICION

A. Generalidades

1. La producción de calor y fuerza combinados (CFC) puede adoptar una de dos formas. La primera consiste en recuperar la máxima cantidad del calor emitido por las turbinas de vapor de las centrales eléctricas de abastecimiento público. La segunda es la utilización, para generar electricidad, de parte del calor producido en forma de vapor por la industria, principalmente para fines de calentamiento de procesos o de calefacción. En ambos casos, la eficiencia global del empleo de combustible es mayor que si se produce la misma cantidad de calor y electricidad en sistemas separados que generen solamente calor o electricidad (pero las consideraciones de costo y de otra índole hacen que muchas veces sean más rentables las instalaciones de producción separadas que las de CFC).
2. La cantidad máxima de energía que puede obtenerse de un volumen dado de vapor es solamente de alrededor del 35% en el caso de la transformación del calor en trabajo mecánico. Ello es consecuencia de la segunda ley de termodinámica. La cantidad de trabajo que puede obtenerse de un volumen dado de calor depende de la reducción de su temperatura que pueda lograrse a/ y, con las calderas, turbinas, tuberías y materiales aislantes actuales, no es posible obtener una diferencia de temperatura entre el insumo y el producto de vapor superior a un 40%. Ello queda reducido al 35% a causa de la pequeña fricción y otras pérdidas en el grupo turbogenerador.

B. Centrales eléctricas de abastecimiento público

3. El gran volumen de calor no aprovechado, que representa un 65% del que contiene el insumo de vapor, es el costo energético directo del proceso de convertir el calor en electricidad, que es un medio sumamente adaptable. Sin embargo, la temperatura del calor no aprovechado es demasiado baja para una transmisión rentable a otros usuarios que, en general, se encuentran a gran distancia de las grandes centrales eléctricas de abastecimiento público, y, por consiguiente, la mayor parte del condensado es refrigerado hasta convertirlo en agua tibia antes de ser vertido a los ríos, los lagos o el mar.

a/ En teoría, la eficiencia de un motor térmico es $E = 1 - (T_2/T_1)$, en que T_1 es la temperatura del insumo y T_2 la del producto del calor empleado para propulsar el motor. Ambas temperaturas se miden en grados Kelvin ($0^\circ \text{C} = 273^\circ \text{K}$). La máxima temperatura técnicamente posible del vapor es de unos $600^\circ \text{C} = 873^\circ \text{K}$, y la mínima que puede alcanzarse en una turbina es de alrededor de $30^\circ \text{C} = 303^\circ \text{K}$. De ello se deduce que:

$$E = 1 - (303/873) = 0,653, \text{ es decir, alrededor de un } 65\%$$

En la práctica, sólo se puede alcanzar alrededor de la mitad de esta cifra teórica. Para una exposición más completa de las relaciones físicas, véase, por ejemplo, Fundamental concepts in technology: energy, Open University (1975).

4. Evidentemente, es conveniente recuperar al menos parte del calor no aprovechado de las centrales de abastecimiento público, y, en algunos países, ello se ha venido haciendo durante muchos años. Otros países han estado estudiando la posibilidad de recuperar ese calor mediante el emplazamiento de las nuevas centrales eléctricas y las nuevas zonas residenciales o comerciales en lugares más próximos entre sí. En general, esa recuperación no entrañará ninguna reducción de la electricidad generada con una determinada cantidad de combustible.

C. CFC industrial

5. En el caso de las instalaciones industriales que sólo producen calor, la eficiencia es del orden del 90%, ya que las pérdidas en la sala de calderas representan únicamente alrededor del 10%, por lo cual casi la totalidad del calor emitido por el combustible puede utilizarse como vapor para los procesos industriales y/o calefacción. Si las necesidades de electricidad de una industria (o de una fábrica determinada) se satisfacen comprándola a la red de abastecimiento público, puede ser rentable para esa industria o fábrica utilizar parte de la producción de calor de sus propias calderas para propulsar uno o varios turbogeneradores de vapor. El paso del abastecimiento público de electricidad a la autogeneración requerirá un aumento de la temperatura y presión del vapor producido en las calderas a fin de obtener la energía necesaria para propulsar la turbina y su generador, además de la requerida para el suministro de vapor a fin de proveer calor para los procesos industriales y la calefacción.

6. En este caso, puede utilizarse el vapor no aprovechado de la turbina, que se puede considerar, bien un producto asociado de la electricidad, bien un subproducto de la generación, cuyo valor energético puede restarse del insumo total de energía que entra en la turbina. Con cualquiera de los dos métodos, es decir, tratar el calor no aprovechado como un producto asociado o como un subproducto, el insumo energético para la generación puede definirse como la diferencia entre el calor del insumo de vapor y el calor no aprovechado de la turbina. Como la eficiencia electromecánica de un turboalternador es de un 95%, cabe considerar que la eficiencia global de la generación de electricidad con CFC es de alrededor del 85%.

7. Medida en relación con el insumo de calor que entra en la turbina, la eficiencia de la generación será muy inferior incluso a la del 35%, aproximadamente, que es típica de las centrales eléctricas de abastecimiento público, ya que sólo una pequeñísima fracción de calor del insumo de vapor tiene que ser extraída por la turbina para generar la cantidad relativamente reducida de electricidad requerida por un establecimiento industrial determinado.

D. Enfoque en un balance energético

8. Independientemente de que se emplee el insumo neto de energía, en lugar del insumo bruto, como base para definir el uso de energía para producir electricidad en régimen de CFC, el efecto de registrar esta electricidad por separado en un balance es que la tendencia cronológica de la generación total diferirá de la misma tendencia del insumo energético primario para obtener la electricidad, si varía con el tiempo la proporción que representa la electricidad del sistema CFC en el volumen de toda la generada. Este efecto negativo en el caso de la electricidad hídrica y térmica es lo que ha inducido a los partidarios del enfoque de "sustitución parcial" a propugnar la imputación a la hidroelectricidad de un insumo teórico de combustibles fósiles, empleando una eficiencia hipotética de generación de alrededor del 33%.

9. Ese criterio aplicado en el caso del sistema CFC parece ser sumamente artificial y constituir una excesiva simplificación de las relaciones entre la demanda de calor y la de electricidad. Esta consideración refuerza la recomendación formulada en el capítulo III, en el sentido de que el CFC industrial debería considerarse una forma distinta de uso de la energía suministrada a la industria.

10. En la subsección 4 de la sección C del capítulo V se señalaron las distintas prácticas de los países y se encomió la forma en que Suecia enfocaba la cuestión al registrar en un solo renglón los insumos para la producción del CFC, junto con los dos productos, es decir, la electricidad y el calor. En el mismo capítulo se indicó, no obstante, que, para ciertos fines (por ejemplo, el análisis energético), se consideraba necesaria la asignación de los insumos entre ambos productos. En la subsección 2 de la sección C del capítulo VI se propuso un marco en el que se podían analizar con cierto detalle las corrientes de energía adquirida, transformada y recuperada por un usuario industrial.

E. Métodos de asignación

11. Si se considera necesario registrar en distintos renglones las producciones de electricidad y calor del sistema CFC, asignando a cada una de ellas la parte que le corresponde en los insumos totales de combustible, hay varios métodos posibles para hacerlo, a saber:

a) Comparar dos sistemas, uno de los cuales produce solamente calor y otro que genera la misma cantidad de calor y, a la vez, electricidad, y definir después la diferencia en insumos totales de energía como imputable enteramente a la electricidad (este es el procedimiento utilizado en la industria cuando se examinan las consecuencias para el suministro de combustible de adoptar el sistema CFC en lugar de instalaciones que sólo produzcan calor);

b) Comparar los insumos totales de energía que entran en un sistema CFC con la cantidad total de calor recuperada de la turbina, después de extrapolar esa cantidad empleando la recíproca de la eficiencia de la caldera, y definir después la diferencia entre esos dos valores cuantitativos del calor como el insumo que entra en la generación de electricidad (este es el método que recomienda la UNIPEDE);

c) Registrar la cantidad de calor del insumo de vapor que entra en la turbina, y de la producción de calor recuperada de ésta, y definir después la diferencia como el insumo de energía para la electricidad (este método es casi idéntico al que figura en el inciso b), pero en él se hace caso omiso de las pérdidas sufridas en la caldera: el método está siendo aplicado en los Países Bajos);

d) Asignar los insumos totales de energía entre el calor y la electricidad, en proporción a la relación entre el contenido energético de la producción de calor y el de la generación de electricidad (este es el método que recomienda la IFIAS).

De hecho, como se demuestra en la notación que figura al final del presente anexo, los cuatro métodos son esencialmente análogos.

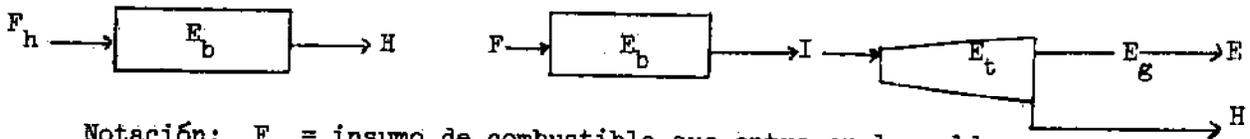
12. Si para registrar los insumos asignados a la electricidad y el calor se empleara el marco propuesto en la recomendación 28, las cifras correspondientes podrían ser las siguientes:

| | Combustible fósil | Electricidad | Calor | | Total neto |
|---------------------|----------------------|--------------|---------|------------|---------------|
| | | | Inicial | Recuperado | |
| Generación | -10 | +8 | - | - | -2 |
| Producción de calor | -90 | - | +77 | - | -13 |
| Suma | -100 | +8 | +77 | - | -15 |

13. Si se utilizara el mismo marco para mostrar la interdependencia entre ambas actividades, las cifras serían las siguientes:

| | Combustible fósil | Electricidad | Calor | | Total neto |
|---------------------|----------------------|--------------|---------|------------|---------------|
| | | | Inicial | Recuperado | |
| Generación | -100 | +8 | - | +77 | -15 |
| Producción de calor | - | - | +77 | -77 | - |
| Suma | -100 | +8 | +77 | - | -15 |

14. Conviene estudiar más a fondo la utilidad de estos dos enfoques. En su forma más sencilla, los dos cuadros ilustran un sistema de producción exclusiva de calor, integrado por una caldera con un insumo de combustible y una producción de vapor, y uno de CFC con una caldera y una turbina de contrapresión sin condensador que hace funcionar a un generador. En la práctica, pueden emplearse configuraciones CFC más complejas con puntos de toma de vapor entre los de entrada y salida existentes en la turbina, y con dos o varias turbinas de distintas características, a fin de poder variar las cantidades y proporciones de la producción de electricidad y calor.



- Notación:
- F_h = insumo de combustible que entra en la caldera para la producción de calor únicamente
 - F = insumo de combustible que entra en la caldera para la producción de CFC
 - F_e = insumo de combustible para generar electricidad
 - E_b = eficiencia de la caldera
 - I = insumo de calor que entra en la turbina
 - E_t = eficiencia de la turbina
 - E_g = eficiencia del generador
 - H = producción de calor
 - E = producción de electricidad

Estimación i): $F_e = F - F_h \dots \dots \dots i)$

Estimación ii): $F_e = F - \frac{H}{E_b} \dots \dots \dots ii)$

Estimación iii): $F_e = I - H \dots \dots \dots iii)$
 $= (E_b \cdot F) - (E_b \cdot F_h)$

Estimación iv): $F_e = \left(\frac{E}{E+H} \right) \cdot F$
 $= \frac{(I-H) E_g}{(I-H) E_g + H} \cdot F$

Supongamos que $(1 - E_g)$ es un valor muy pequeño en comparación con los errores de otros datos cuando se totalizan en el caso de un país, por lo cual se puede considerar que E_g se aproxima a 1.

Por tanto $F_e = \left(\frac{I - H}{I} \right) \cdot F = \frac{(E_o \cdot F) - (E_b \cdot F_h)}{E_b \cdot F} \cdot F$
 $= F - F_h \dots \dots \dots iv)$

Anexo II

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR*

Electricidad tradicional y nuclear

Los principios en que se basa la generación de electricidad en una central nuclear son básicamente idénticos a los aplicables a una central eléctrica tradicional que queme combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas). En ambos tipos de instalaciones, se obtiene energía de un combustible en forma de calor, a una tasa controlada. Ese calor se emplea para calentar agua bajo presión hasta el punto de ebullición, produciendo así vapor a alta presión.

La fuente de energía de las centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles se obtiene por reacción química. Se trata fundamentalmente de una reacción entre los átomos de oxígeno del aire con los átomos de carbono o hidrógeno (o sus compuestos) del carbón, el petróleo o el gas. La intensidad de la reacción, y, por lo tanto, la tasa a la cual se libera energía, se determina controlando el ritmo al cual se suministra combustible o aire. En un reactor nuclear tiene lugar un tipo totalmente distinto de reacción, que entraña la fisión de los núcleos atómicos.

El átomo

Aunque los átomos son sumamente pequeños, están compuestos de partículas aún más exiguas. Cada átomo contiene un núcleo, que tiene una carga eléctrica positiva. El átomo también contiene partículas mucho más ligeras - los electrones - con una carga negativa. Los electrones giran alrededor del núcleo en órbitas situadas a distintas distancias, que son relativamente inmensas (10.000 veces el diámetro del núcleo).

El propio núcleo está compuesto por dos tipos de partículas fundamentales, a saber, protones y neutrones. Cada protón tiene una carga positiva, igual pero opuesta a la del electrón (que gira alrededor del núcleo), y los neutrones carecen de carga. Todo átomo tiene un número de electrones orbitales equivalente exactamente al de protones, de forma que la carga eléctrica neta del átomo es cero. El núcleo de protones y neutrones está ligado por fuerzas inmensamente fuertes - las llamadas fuerzas nucleares - que contrarrestan las electrostáticas de repulsión que actúan entre los protones.

Energía nuclear

Algunos núcleos que existen en la naturaleza son inestables, y las fuerzas nucleares no hacen sino equilibrar las electrostáticas. En ese estado natural, los núcleos pueden desintegrarse espontáneamente, despidiendo fragmentos a gran velocidad. Aunque esa desintegración radiactiva tiene lugar en la naturaleza, la velocidad a la cual se libera energía en las sustancias radiactivas naturales es demasiado baja para poder aprovechar ese fenómeno como fuente energética.

* Este texto es una versión abreviada y ligeramente modificada de la excelente descripción del ciclo del combustible nuclear que figura en el Reino Unido, Departamento de Energía, Nuclear energy in the United Kingdom - power from the nucleus; Fact sheet No. 6 de la Dirección de Información (1977).

Sin embargo, algunos elementos tienen la propiedad de que se puede inducir la fisión de sus núcleos cuando se les suministra energía. Ello puede hacerse bombardeándolos, y uno de los métodos más eficaces es hacerlo con neutrones. Estos últimos son especialmente eficaces ya que no tienen carga eléctrica y pueden acercarse al núcleo sin ser repelidos por las fuerzas electrostáticas.

En principio, si se suministra suficiente energía de ese modo se pueden desintegrar los núcleos de todos los elementos, pero, en la mayoría de los casos, la cantidad requerida para lograrlo es mayor que la liberada. De hecho, sólo hay una sustancia natural que tiene la propiedad de producir un incremento neto de energía cuando es escindido, y, al mismo tiempo, de liberar más neutrones, que pueden utilizarse para fisiónar otros núcleos; se trata del isótopo a/ de uranio conocido con el nombre de U-235. Esta materia se denomina "fisionable".

El uranio y la fisión

El uranio natural está compuesto por una mezcla de dos isótopos, a saber: alrededor de 0,7% de uranio-235 fisionable y del 99,3% aproximadamente de uranio-238, que no es fácilmente fisionable. Se puede aumentar la concentración de uranio-235 con ciertas técnicas basadas en la diferencia de propiedades físicas de los isótopos. Se dice que ese uranio está "enriquecido". Aunque ésta es la única sustancia fisionable que existe en estado natural, hay otras dos sustancias de la misma índole que pueden sintetizarse a partir de elementos que existen en la naturaleza. Se trata del plutonio-239 (derivado del uranio-238) y el uranio-233 (derivado del torio-232).

Una característica crucial de la fisión del uranio-233, el uranio-235 o el plutonio-239 es que, con ella se liberan, además de energía, neutrones (entre dos y tres por fisión). En ciertas circunstancias, esos neutrones provocan nuevas reacciones de fisión en otros núcleos fisionables, lo cual conduce a su vez a la producción de más neutrones y más reacciones. De hecho da lugar a una reacción nuclear autosostenida análoga a la reacción química en cadena de la combustión.

Si por término medio, cada fisión provoca más de una fisión subsiguiente, aumentará el número de reacciones en intervalos sucesivos. En cambio, si cada fisión sólo induce por término medio menos de otra fisión, disminuirá la velocidad de la reacción y finalmente cesará. Un reactor nuclear es un aparato en el cual la reacción en cadena puede tener lugar a un ritmo uniforme, es decir, que puede controlarse de tal manera que, por término medio, una fisión provoque solamente otra. Aunque cada segundo pueden tener lugar miles de millones de fisiones, el número total de ellas que se producen en cada intervalo de esa duración permanece constante. Ese número - la tasa de fisión - determina el ritmo al cual se libera energía en el reactor.

Reactores nucleares

Los elementos indispensables de un reactor nuclear son los siguientes:

a) Un conjunto de material que contenga en el combustible un número suficiente de núcleos fisionables;

a/ En la naturaleza hay muchos núcleos con el mismo número de protones pero no de neutrones. Esos núcleos se consideran distintos isótopos del mismo elemento.

- b) En la mayoría de los casos, un material "moderador" para frenar la velocidad inicial a la cual se desprenden neutrones en la fisión;
- c) Un sistema para controlar el ritmo al cual se produce la fisión;
- d) Un refrigerante para eliminar el calor generado por el combustible y transferir una gran parte del mismo al agua para convertirla en vapor.

En estado natural, el uranio (que consiste en un átomo de uranio-235 fisiónable por cada 140 átomos de uranio-238, que no lo es) no producirá una reacción en cadena sostenida. Ello se debe a que los neutrones desprendidos en la fisión de uranio-235 se mueven a alta velocidad y es más probable que, en lugar de seguir produciendo nuevas fisiones, sean absorbidos por los núcleos mucho más numerosos de uranio-238.

Una forma de que haya más probabilidades de llegar a una reacción en cadena sostenida es utilizar combustible con una mayor concentración de núcleos de uranio-235 b/, para que se incremente también la probabilidad de que un neutrón bombardee a un átomo fisiónable y produzca una fisión. En otro procedimiento se aprovecha el hecho de que hay más probabilidades - con un factor de hasta 200 - de que los neutrones lentos escindan el uranio-235 que de que sean absorbidos por el uranio-238, que es más abundante. Ello se puede lograr utilizando el combustible (uranio natural o ligeramente enriquecido) con un moderador. Se trata de una sustancia compuesta por núcleos de elementos ligeros, es decir, el hidrógeno, su isótopo el deuterio (en agua ordinaria o agua pesada) o carbono (en grafito). Los neutrones que pasan a través de cualquiera de esas sustancias perderán energía al chocar con los núcleos ligeros y no serán absorbidos en grado apreciable por ellos. Los neutrones cuya velocidad se ha reducido se denominan "térmicos", y éste es el nombre que se da a todos los reactores que utilizan un moderador.

Si se quiere aprovechar el calor producido en la reacción de fisión, debe transferirse desde el núcleo del reactor. Ello se efectúa haciendo pasar un refrigerante por los elementos combustibles. Después de pasar por el reactor, el refrigerante puede bombearse en un circuito cerrado a través de un termointercambiador, donde desprende el calor que lleva incorporado para hacer hervir agua bajo presión, y transferirse después nuevamente al reactor. En algunos reactores, en los cuales se emplea agua ordinaria como refrigerante, se hace que ésta hierva y el vapor producido se transfiere directamente a una turbina, para después condensarlo y devolverlo al circuito.

El combustible de los reactores térmicos puede ser uranio natural enriquecido, o uranio con plutonio-239. Un elemento combustible suele consistir en varios tubos o depósitos cilíndricos que contienen el combustible, y en el núcleo de un reactor hay muchos de esos elementos, que están rodeados por el material moderador. A diferencia de una central eléctrica alimentada con combustibles fósiles, en cuya cámara de combustión se introducen grandes cantidades de carbón o petróleo, en un reactor nuclear el combustible se carga en su núcleo y permanece allí por varios años, por lo cual el rendimiento total anual medio es pequeño.

b/ Es decir, uranio enriquecido.

Conversión y reproducción

Los neutrones producidos en el proceso de fisión de un reactor pueden ser absorbidos por otro material fisionable y producir con ello más fisiones, o ser absorbidos por otras sustancias. Este último proceso puede emplearse para producir nuevo material fisionable, el cual puede utilizarse a su vez para alimentar un reactor. Por ejemplo, el uranio-238, que de por sí no es fisionable, puede convertirse, mediante la absorción de un neutrón, en plutonio-239, que sí lo es. Análogamente, el torio-232 puede convertirse en otro tipo fisionable de uranio, a saber, el uranio-233, pero, en la actualidad, este método alternativo para producir material fisionable no ha sido utilizado en gran medida. Los elementos que pueden convertirse de esta manera se denominan "fértiles".

La conversión de una sustancia fértil en materia fisionable tiene lugar en todos los reactores nucleares en mayor o menor medida. Pero, evidentemente, si la magnitud del proceso pudiera hacerse suficientemente grande, tal vez fuera posible producir más material fisionable (a partir de la sustancia fértil) que la cantidad consumida. En esa situación aumentaría la cantidad de material fisionable. El aparato que permite lograrlo se denomina un "reactor reproductor".

Reactores rápidos

En los reactores rápidos no se utiliza ningún moderador para disminuir la velocidad de los neutrones. En lugar de ello (y para aumentar las posibilidades de que los neutrones rápidos sean absorbidos por núcleos fisionables y produzcan nuevas fisiones), basta con emplear en ellos una alta concentración de material fisionable para sostener una reacción en cadena. Cuando el combustible del reactor rápido es plutonio-239, se dispone de un número considerable de neutrones libres, los cuales pueden utilizarse para generar nuevo plutonio a partir del uranio-238. El reactor puede convertir el uranio-238 en plutonio a un ritmo más rápido al que quema este elemento para generar energía, por lo cual aumenta la cantidad inicial de plutonio, o, dicho de otro modo, se "reproduce". Este nuevo combustible puede emplearse para volver a alimentar el reactor, para reactores térmicos o para proporcionar combustible a reactores rápidos.

Regeneración del combustible

El combustible nuclear puede permanecer en un reactor por varios años. Con todo, incluso después de este tiempo, no todos los átomos fisionables habrán sido consumidos. Sin embargo, es necesario retirar los elementos combustibles, aunque sólo se hayan consumido en parte, por dos razones. En primer lugar, los fragmentos de fisión formados en los elementos absorben neutrones y tienden a poner término a la reacción en cadena, y, en segundo, los elementos pueden alterarse físicamente tras una larga exposición a las radiaciones nucleares.

El combustible consumido, es decir, irradiado, puede ser valioso a causa del uranio-235 que queda en él, y también porque parte del uranio-238 se habrá convertido en plutonio. Por consiguiente, puede regenerarse el combustible irradiado para separar el material fisionable de los fragmentos radiactivos de fisión, y utilizarse aquél como nuevo combustible y éste para almacenarlo en forma segura.

Anexo III

CONTABILIDAD NUCLEAR

1. Las características distintivas de la energía nuclear, en comparación con la generación térmica tradicional de electricidad, pueden resumirse de la manera siguiente:

a) Aunque al presente la energía nuclear se convierte casi siempre en electricidad para utilizarla como fuente de calor y trabajo, el calor nuclear podrá emplearse en los años venideros directamente para fines industriales; así pues, en los balances energéticos futuros no bastará con la medición de la electricidad;

b) Aun cuando actualmente la conversión en electricidad es cosa corriente, los países que generan electricidad nuclear importan combustibles nucleares (elaborados o sin elaborar), pueden exportarlos después de su transformación en elementos combustibles para reactores, y también pueden importar o exportar combustibles irradiados para su regeneración; por lo tanto, hay un comercio exterior de combustibles nucleares, independientemente de que los países de que se trate también importen o exporten electricidad;

c) Sólo una pequeñísima fracción del calor que se puede obtener teóricamente de una cantidad dada de combustible nuclear en un reactor se produce efectivamente en un año; por consiguiente, la diferencia entre los insumos de combustible y la producción de electricidad no representa meramente la pérdida de transformación, sino que incluye también una gran cantidad de calor que es "accesible" durante más de uno de los años subsiguientes.

La cantidad de calor emitida por un reactor en un año y la recuperable de un volumen dado de combustible irradiado dependen de los tipos actuales y futuros de reactores que se utilicen y de la tecnología actual y futura de regeneración del combustible.

2. Así pues, es evidente que, en principio, en un balance energético se deberían registrar los combustibles nucleares como tales, y no meramente la electricidad en que se convierten. En la práctica, puede haber razones de seguridad o de otra índole para no llevar en los balances que se publican al presente una contabilidad completa de las existencias y corrientes, pero ello no es óbice para estudiar la posibilidad de que en la estructura de balance que se recomienda en el presente informe, tenga cabida toda la gama de transacciones del sector de los combustibles nucleares.

Tratamiento en un balance

3. En el formato del balance que se recomienda pueden tenerse fácilmente en cuenta las características peculiares de la energía nuclear. Todo lo que se necesita es un mayor número de renglones para las nuevas actividades de enriquecimiento del combustible, la elaboración de los elementos combustibles y la regeneración de los combustibles irradiados, y más columnas para los nuevos productos, como el uranio natural, enriquecido o empobrecido, el plutonio y el combustible irradiado. Cuando haya en funcionamiento un número significativo de reactores reproductores rápidos, tal vez convenga dividir la elaboración y regeneración, sobre la base de las relacionadas con los reactores térmicos, por una parte, y con los reproductores, por otra.

4. Los actuales renglones para importaciones y exportaciones se pueden emplear para el comercio exterior de combustibles nucleares en cualquiera de sus estados (natural, enriquecido, etc.), pero habrá que dividir el renglón de la variación de las existencias para distinguir la correspondiente a las instalaciones de elaboración, a las de enriquecimiento y a los núcleos de los reactores. Esta última categoría revestirá especial importancia durante el período en que se estén construyendo centrales nucleares.

5. El diagrama 1, que figura más adelante, ilustra los renglones y columnas pertinentes de un balance energético ampliado. Se han añadido fechas para indicar el carácter y la dirección de las diversas corrientes posibles. Las correspondientes a los reactores térmicos y los rápidos figuran por separado.

Medición

6. Resta el problema de cómo cuantificar en una unidad común de cuenta los combustibles nucleares en los diversos estados en que se presentan (un balance inicial expresado en las unidades originales (toneladas) no planteará grandes dificultades). El problema surge cuando se expresan en un múltiplo apropiado del julio - probablemente el petajulio (Pj.) - los tonelajes de combustible natural, enriquecido, empobrecido e irradiado.

7. Hay dos soluciones posibles a este respecto. En primer lugar, se puede suponer que, como todos los átomos de una tonelada de material fisiónable pueden ser teóricamente escindidos, el contenido energético de una tonelada de uranio es de 82 Pj. (y, en forma correspondiente, en el caso de una tonelada de plutonio u otra sustancia fisiónable, según su peso atómico). Sobre esta base, el contenido de energía de la carga de combustible del núcleo de un reactor equivale a una cifra elevada de Pj., y también es muy grande el contenido energético del combustible irradiado al final de un año, en tanto que, comparativamente, la cantidad de energía liberada como calor durante el año representará una cifra exigua de Pj.

8. La segunda solución sería imputar a cada tonelada de uranio natural el valor energético del calor que pudiera extraerse de ella durante un año en el tipo más común de reactor, es decir, el moderado con agua ordinaria. El diagrama 2, facilitado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, pone de manifiesto la relación entre las cantidades de uranio natural y enriquecido, y el volumen correspondiente de energía extraída como calor y convertida en electricidad. Sobre esta base, el valor energético por tonelada sólo sería de alrededor del 0,3 al 0,4 Pj.

9. Quedaría el problema del valor energético que habría que asignar al combustible irradiado (y al uranio empobrecido resultante del proceso de enriquecimiento). También en este caso hay dos métodos posibles. El primero es suponer que todos los átomos son fisiónables en algún momento futuro que aún no se conoce. El segundo es evaluar la cantidad de calor que podría obtenerse del material en cuestión con la tecnología actual. En el cuadro que figura a continuación del diagrama 2 se indica cómo la energía que puede obtenerse de una cantidad dada de uranio varía con arreglo a un coeficiente de hasta 2,5 con diferentes tipos de reactor térmico, y a uno de hasta casi 130 con reactores reproductores.

10. Si se considera realista elaborar un balance energético ampliado en el que figuren las sustancias fisiónables en sus diversos estados, habrá que estudiar más a fondo los valores energéticos que hay que asignar al plutonio y a los combustibles irradiados. Incluso si no se puede aún alcanzar este grado de detalle, es importante señalar que la estructura matricial del balance es bastante apropiada para incluir en ella datos más pormenorizados sobre los materiales nucleares, si se dispone de la información estadística bruta correspondiente y se llega a un acuerdo acerca de los coeficientes de conversión.

11. Aun cuando todavía no sea posible un desglose completo del balance, el comercio exterior de sustancias nucleares debería registrarse en cuadros suplementarios, al menos en las unidades originales de medida. Los tres métodos posibles para expresar ese comercio en julios serían los siguientes:

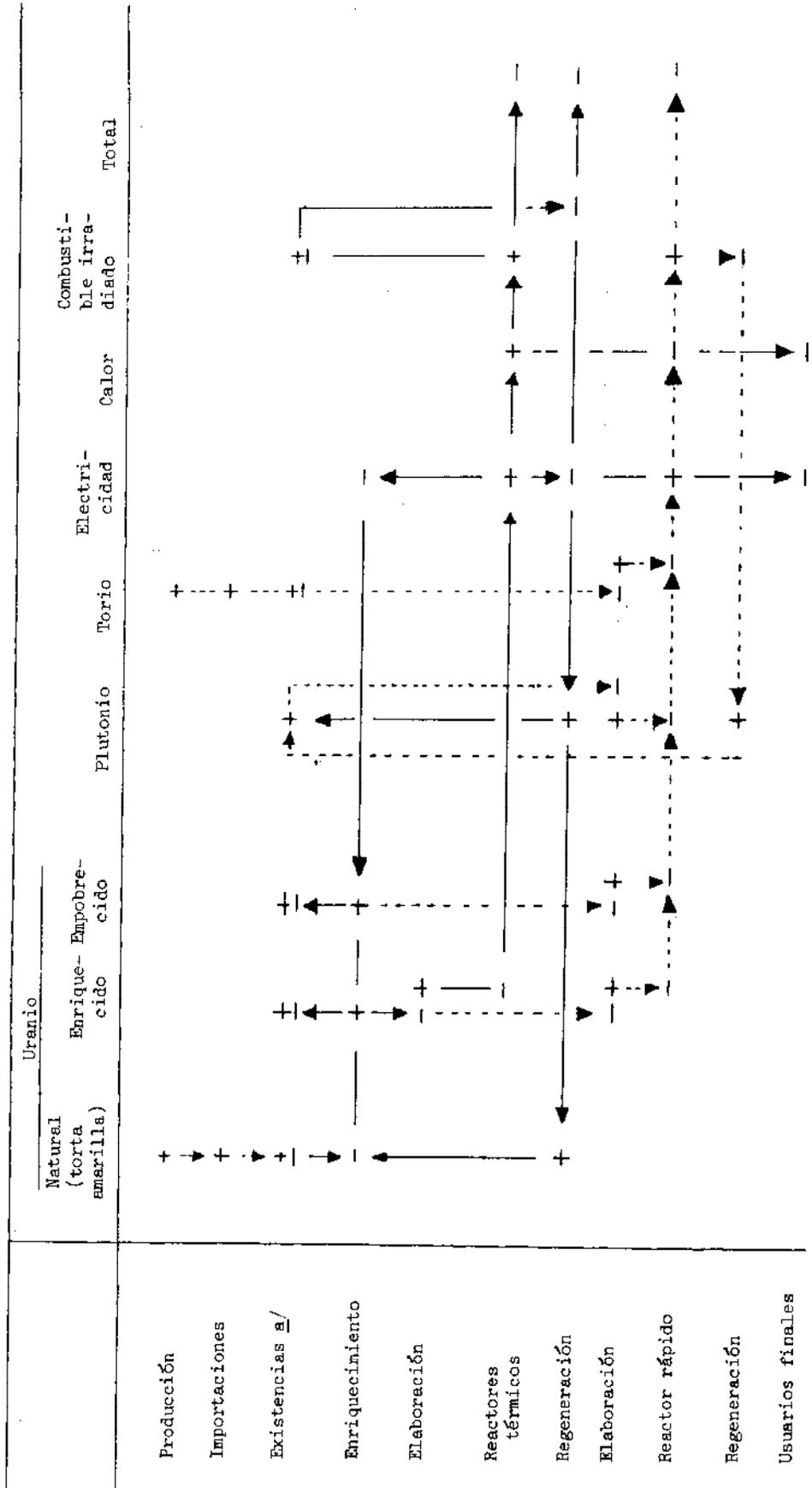
a) Valorar cada tonelada como si todos los átomos fisiónables pudieran ser escindidos en alguna fecha futura;

b) Valorar cada tonelada en función de la cantidad media de calor que pueda extraerse de ella con las actuales tecnologías de reactores y regeneración;

c) Registrar en el año de importación y, como importaciones, en cada año subsiguiente de la vida útil de dicha cantidad, el valor calculado en la forma que se indica en el inciso b) supra.

Diagrama 1.

Marco contable del balance energético y tratamiento de los ciclos nucleares



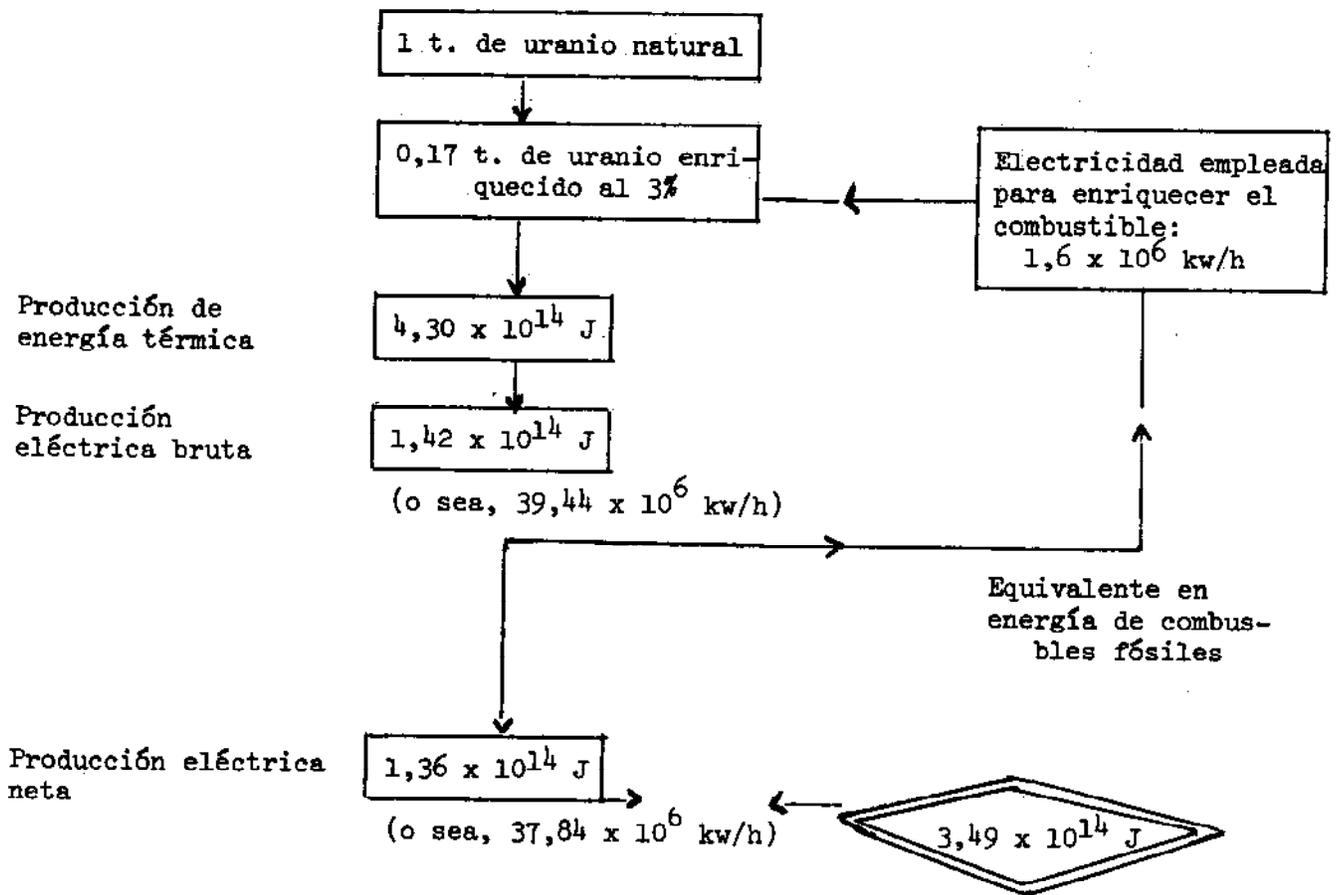
a/ Hay que subdividir las en las correspondientes a i) instalaciones de elaboración; ii) instalaciones de enriquecimiento; iii) reactores, y iv) otras existencias.

Diagrama 2

Equivalente energético de una tonelada de uranio natural

1. Hipótesis básica. Como la mayoría de los reactores nucleares se utilizan al presente para producir electricidad, el equivalente energético de una tonelada de uranio natural se calcula sobre la base del contenido de energía del combustible fósil requerido para obtener la misma cantidad de electricidad.

2. Diagrama de flujo del caso de referencia. Este gráfico indica la cantidad de energía neta que podría obtenerse con una tonelada de uranio natural y un reactor con moderador de agua ordinaria. Como este tipo de reactor es el más ampliamente utilizado al presente, puede tomarse como caso de referencia.



Caso de referencia: uranio utilizado en un reactor con moderador de agua ordinaria, sin reutilizar el uranio ni el plutonio.

1 t. de uranio natural = $3,5 \times 10^{14} \text{ J}$

Por otra parte, puede considerarse que una tonelada de uranio enriquecido al 3% es equivalente a $2,1 \times 10^{15} \text{ J}$.

3. Otros casos de utilización de uranio. Si se reutilizan en el reactor con moderador de agua ordinaria el uranio y el plutonio, o si se considera la posibilidad de otros tipos de reactor, el equivalente energético de una tonelada de uranio natural en el caso de referencia debe multiplicarse por los siguientes coeficientes:

| <u>Tipos de reactor y ciclos de combustible</u> | <u>Coefficiente de multiplicación</u> |
|---|---------------------------------------|
| 1. <u>Reactor con moderador de agua ordinaria (RMAO)</u> | |
| Sin reutilización de U ni Pu | 1,0 (referencia) |
| Con reutilización de U, pero no de Pu | 1,2 |
| Con reutilización de U y Pu | 1,5 |
| 2. <u>Reactor con moderador de agua pesada (RMAP)</u> | |
| Sin ninguna reutilización | 1,2 |
| Con reutilización de Pu | 2,5 |
| 3. <u>Reactor de alta temperatura refrigerado con gas</u> | |
| Ciclo de U y Th, con reutilización de U | 2,1 |
| 4. <u>Reactor reproductor rápido (RRR)</u> | |
| Con una serie infinita de reutilizaciones de U y Pu el RRR quema un 60% de uranio natural, en tanto que el RMAO sólo quema un 0,7%, | 129,0 |

Anexo IV

PRINCIPALES CLASIFICACIONES INTERNACIONALES

Naciones Unidas

| | |
|------|---|
| CIBS | Clasificación Internacional Uniforme de todos los bienes y servicios |
| CIIU | Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas |
| CUCI | Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional |
| GCE | Clasificación por grandes categorías económicas |
| SCN | Sistema de Cuentas Nacionales |

Consejo de Cooperación Aduanera, Bruselas

| | |
|------|--|
| NCCA | Nomenclatura del Consejo de Cooperación Aduanera (Nomenclatura Arancelaria de Bruselas) para la clasificación de las mercancías en los aranceles |
| SA | Sistema armonizado, que está siendo elaborado por el Consejo de Cooperación Aduanera |

Comunidades Europeas

| | |
|--------|--|
| NACE | <u>Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés européennes</u> (Clasificación Industrial General de Actividades Económicas en las Comunidades Europeas) |
| NIMEXE | Nomenclatura de mercancías para las estadísticas del comercio exterior de la Comunidad y del Comercio entre sus Estados Miembros |
| NIPRO | Nomenclatura común de productos industriales |

Otras organizaciones

| | |
|------|--|
| CGP | Clasificación general de productos industriales y agrícolas de los países miembros del Consejo de Asistencia Económica Mutua (CAEM), Moscú |
| CSTE | Clasificación de mercancías para las estadísticas de transporte en Europa |

Anexo V

LA ENERGIA EN LA NACE/NIPRO

1. Energía y agua

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|---|--------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------------|
| 11 | 111 | 111.1 | | | <u>Extracción de combustibles sólidos y fabricación de briquetas</u> | |
| | | | | | Extracción de carbón antracitoso y fabricación de briquetas y aglomerados | |
| | | | | | Extracción de carbón antracitoso (inclusive a cielo abierto) | |
| | | | | | Carbón | |
| | | | | | Carbón no aglomerado ni en forma de briquetas | 111.10 |
| | | | | | Carbón no aglomerado ni en forma de briquetas | 111.10 |
| | | | | | Carbón (por ejemplo, antracita, carbón magro, de forja, graso, de gas y largo), en trozos, granzas, de tamaño medio, en partículas, fino o en polvo | 101 |
| | | | | | Metano | 105 |
| | | | | | Fabricación de briquetas y aglomerados (inclusive combustibles sólidos fumíferos y similares fabricados con carbón) | |
| | | | | | Briquetas de carbón | 111.20 |
| Briquetas y otros aglomerados de carbón | 111.20 | | | | | |
| Briquetas y otros aglomerados de carbón | 10 | | | | | |
| Briquetas y combustibles sólidos análogos fabricados con carbón, de forma ovoide, y otros productos en forma de briquetas | 100 | | | | | |
| | | | | | t. | m ³ + kcal. |
| | | | | | t. | t. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| 112 | | 112.1 | | | Extracción de lignito y fabricación de briquetas de este combustible | kg. |
| | | | | | Extracción de lignito subbituminoso | |
| | | | | | Lignito bituminoso | |
| | | | | | Lignito bituminoso | |
| | | | | | Lignito bituminoso | |
| | | | | | Lignito bituminoso, incluso pulverizado, deshidratado o secado | |
| | | | | | Extracción de carbón bituminoso | |
| | | | | | Lignito en bruto (salvo lignito bituminoso) | |
| | | | | | Lignito en bruto, no aglomerado ni en briquetas | |
| | | | | | Lignito en bruto, no aglomerado ni en briquetas | |
| 112.2 | | | | | Lignito en bruto, incluso deshidratado o secado (con exclusión del azabache) | kg. |
| | | | | | Fabricación de briquetas de carbón bituminoso | |
| | | | | | Briquetas de lignito | |
| 112.3 | | | | | Briquetas y otros aglomerados de lignito | kg. |
| | | | | | Briquetas y otros aglomerados de lignito | |
| | | | | | Briquetas y otros aglomerados de lignito | |
| 120 | | 120.1 | | | Hornos de coque | kg. |
| | | | | | Hornos de coque de mina | |
| 12 | | | | | Coque y gas de hornos de coque de mina | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------------|
| | | | 120.10 | 1 | Coque y gas de hornos de coque de mina | |
| | | | | 10 | Coque y gas de hornos de coque de mina | |
| | | | | 101 | Coque de mina | |
| | | 120.2 | | | Gas de hornos de coque de mina | t. |
| | | | | | Hornos de coque de la industria del hierro y el acero | m ³ + kcal. |
| | | | 120.20 | | Coque metalúrgico y gas de hornos de coque | |
| | | | 120.20 | 1 | Coque metalúrgico y gas de hornos de coque | |
| | | | | 10 | Coque metalúrgico y gas de hornos de coque | |
| | | | | 101 | Coque metalúrgico | |
| | | 120.3 | | | Gas de hornos de coque metalúrgico | t. |
| | | | | | Fabricación de briquetas de carbón bituminoso | m ³ + kcal. |
| | | | 120.30 | | Otros tipos de coque y gas de hornos de coque (de establecimientos independientes) | |
| | | | 120.30 | 1 | Otros tipos de coque y gas de hornos de coque, así como coque elaborado a baja temperatura de carbón y lignito (de establecimientos independientes que explotan hornos de coque) (con exclusión del coque de brea de alquitrán de hulla y del coque de petróleo) | |
| | | | | 11 | Otros coques de horno de coque (inclusive coque elaborado a baja temperatura) de carbón (de establecimientos independientes que explotan hornos de coque) | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------------|
| | | | | 110 | Otros coques de horno de coque (inclusive coque elaborado a baja temperatura) de carbón (de establecimientos independientes) | t. |
| | | | | 12 | Otros tipos de gas de horno de coque (de establecimientos independientes que explotan hornos de coque) | |
| | | | | 120 | Otros tipos de gas de horno de coque (de establecimientos independientes) | |
| | | | | 13 | Coque de carbón, para la producción de electrodos | m ³ + kcal. |
| | | | | 130 | Coque de carbón, para la producción de electrodos (coque puro y de alto grado de pureza, con un contenido máximo de cenizas del 2%) | |
| | | | | 15 | Coque, inclusive el elaborado a baja temperatura, de lignito | t. |
| | | | | 150 | Coque, inclusive el elaborado a baja temperatura, de lignito | |
| | | | | 17 | Subproductos de la fabricación de coque de carbón y lignito | t. |
| | | | | 171 | Carbón de retorta (grafito de retorta), en trozos o pulverizado | kg. |
| | | | | 173 | Alquitrán en bruto obtenido de la fabricación de coque ordinario o a baja temperatura, de carbón y lignito, inclusive deshidratado | t. |
| | | | | 174 | Azufre en bruto recuperado como subproducto de los hornos de coque | t. |
| | | | | 175 | Benceno crudo | t. |
| | | | | 177 | Sulfato amónico | t. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|------------------|-------------|--|------------------------|
| 13 | 131 | 131.0 | 131.00 131.00 | 179 | Otros subproductos de la coquificación del carbón y el lignito (por ejemplo, el líquido amoniacal de la depuración del gas agotado) <u>Extracción de petróleo y gas natural</u> Extracción de petróleo Petróleo crudo (con inclusión del crudo de destilación primaria y el gas natural asociado) Petróleo crudo (con inclusión del crudo de destilación primaria y el gas asociado) Aceites y crudos, incluso de destilación primaria, de petróleo o minerales bituminosos, así como el gas natural asociado Petróleo crudo (inclusive el crudo de destilación primaria) Petróleo crudo (inclusive clarificado, deshidratado, estabilizado, demulsionado, desalado y tratado sencillamente de manera análoga, de tal modo que se mantenga el carácter esencial del petróleo) | t. |
| | | | | 13 | Petróleo crudo extraído de minerales bituminosos | t. |
| | | | | 130 | Petróleo crudo extraído de minerales bituminosos | t. |
| | | | | 15 | Gas natural asociado | |
| | | | | 150 | Gas natural asociado | m ³ + kcal. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida | |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|---|------------------------|
| 132 | | 132.0 | | | Extracción y depuración de gas natural | | |
| | | | | | Gas natural (no asociado) y líquidos de éste | | |
| | | | | 132.00 | 1 | Gas natural (no asociado) y líquidos de éste | |
| | | | | 132.00 | 10 | Gas natural (no asociado) | |
| | | | | | 101 | Gas natural (no asociado) | |
| | | | | | 104 | Gas natural bruto (no depurado) | m ³ + kcal. |
| | | | | | 107 | Gas natural, desazufrado o depurado de cualquier otra forma, en estado gaseoso | m ³ + kcal. |
| | | | | | 3 | Gas natural, desazufrado o depurado de cualquier otra forma, en estado líquido | t. + kcal. |
| | | | | | 30 | Líquidos de gas natural | |
| | | | | | 301 | Líquidos de gas natural | |
| 133 | | 133.0 | | | Gasolina natural | t. + kcal. | |
| | | | | | Gas natural licuado de petróleo | t. + kcal. | |
| | | | | | Otros líquidos de gas natural | t. + kcal. | |
| | | | | 132.00 | 5 | Azufre recuperado, sin refinar | |
| | | | | | 50 | Azufre recuperado, sin refinar | |
| | | | | | 500 | Azufre recuperado, sin refinar (subproducto del gas natural) | |
| | | | | | | Extracción de esquistos bituminosos | t. |
| | | | | | | Rocas bituminosas | |
| | | | | | | Rocas bituminosas | |
| | | | | | 1 | Rocas bituminosas (el petróleo crudo de los minerales bituminosos se clasifica en 131.00.130) | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | | 11 | Rocas bituminosas | t. |
| | | | | 110 | Esquistos, margas y arenas bituminosas, así como otras rocas bituminosas | t. |
| | | | | 15 | Petróleo bruto de esquistos bituminosos | |
| | 134 | | | 150 | Petróleo bruto de esquistos bituminosos (inclusive deshidratado) | t. |
| | | 134.0 | | | Exploración de petróleo y gas natural | |
| | | | | | Servicios de exploración de yacimientos petrolíferos y de gas | |
| | | | 134.00 | | Servicios de exploración de yacimientos petrolíferos y de gas | |
| | | | 134.00 | 0 | Servicios de exploración de yacimientos petrolíferos y de gas | |
| | | | | 00 | Servicios de exploración de yacimientos petrolíferos y de gas | |
| | | | | 000 | Servicios de exploración de yacimientos petrolíferos y de gas | |
| | | | | | Refinación de aceites minerales | |
| | | | | | Refinación de petróleo | |
| | | | | | Refinación de productos derivados del petróleo, sin distribución | |
| | | | 140.11 | | Refinación de productos derivados del petróleo, con distribución integrada | |
| | | | 140.12 | | Productos de la refinación del petróleo | |
| 14 | 140 | 140.1 | 140.10 | | | valor |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------|
| | | | | | <p><u>Nota:</u> Al nivel del quinto dígito, la NACE hace una distinción entre refinerías con (140.12) y sin (140.11) distribución integrada de los productos derivados del petróleo. En el presente cuadro se ha hecho caso omiso de esta diferencia. Los productos de ambas partidas de cinco dígitos se han clasificado en la NIPRO en el rubro 140.10.</p> | |
| | | | 140.10 | 1 | Aceites ligeros, medianos y pesados | |
| | | | | 11 | Naftas | |
| | | | | 110 | Naftas | t. |
| | | | | 12 | Gasolinas para motores | |
| | | | | 121 | Gasolina para motores, de calidad ordinaria | t. |
| | | | | 123 | Gasolina para motores, de calidad normal | t. |
| | | | | 125 | Gasolina para aviación | t. |
| | | | | 13 | Carburante para aviones de propulsión a chorro y otros kerosenos | |
| | | | | 131 | Petróleo para lámparas | t. |
| | | | | 133 | Keroseno de gran volatilidad | t. |
| | | | | 135 | Carburante del tipo de gasolina para aviones de propulsión a chorro | t. |
| | | | | 137 | Otros carburantes para aviones de propulsión a chorro | t. |
| | | | | 15 | Diesel oil, gasóleo y fuel oil | t. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------|
| | | | | 151 | Gasóleo y fuel oil ligeros para la calefacción de viviendas | t. |
| | | | | 155 | Diesel oil | t. |
| | | | | 16 | Fuel oil residual | t. |
| | | | | 160 | Fuel oil residual | t. |
| | | | | 17 | Espíritus especiales | t. |
| | | | | 171 | Espíritu de petróleo | t. |
| | | | | 175 | Otros espíritus especiales | t. |
| | | | 140.10 | 3 | Aceites lubricantes y otros aceites minerales, n.e.p. | t. |
| | | | | 31 | Aceites lubricantes para usos diversos | t. |
| | | | | 311 | Aceite para husos | t. |
| | | | | 314 | Aceite para máquinas | t. |
| | | | | 317 | Aceites blancos | t. |
| | | | | 33 | Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más en peso | t. |
| | | | | 330 | Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más en peso | t. |
| | | | | 35 | Preparados lubricantes con hasta un 70% de aceite mineral | t. |
| | | | | | 256.60.111 - Preparados lubricantes que sirven como productos auxiliares en la industria textil | |
| | | | | | .511 - Preparados lubricantes que sirven como productos auxiliares en la industria de las pieles y cueros | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | | | <u>259.20.109 - Otros productos para el cuidado del cuero</u> | |
| | | | | | <u>256.70.140 - Preparados lubricantes que sirven como productos auxiliares en la industria del caucho</u> | |
| | | | | | <u>.319 - Preparados lubricantes que sirven como productos de protección en la industria de la construcción</u> | |
| | | | | | <u>.550 - Preparados antioxidantes n.e.p.</u> | |
| | | | | | <u>.520 - Preparados lubricantes n.e.p. (lubricante para cuchillas, aceites para desmoldeo, y aceites y grasas para trefilado)</u> | |
| | | | | 37 | Otros lubricantes con base de aceites minerales | |
| | | | | 370 | Otros lubricantes con base de aceites minerales Aceite lubricante | t. |
| | | | | 39 | Otros aceites minerales no destinados a fines lubricantes | |
| | | | | 391 | Aceites para el tratamiento de metales | t. |
| | | | | 395 | Aceites aislantes | t. |
| | | | | 399 | Aceites minerales n.e.p., no destinados a fines de lubricación | t. |
| | | | 140.10 | 5 | Otros derivados de aceites minerales (con exclusión de los productos petroquímicos) | t. |
| | | | | 51 | Vaselina | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | | 511 | Vaselina cruda | t. |
| | | | | 519 | Otras vaselinas (con exclusión de los productos médicos y de tocador) | t. |
| | | | | 53 | Cera de parafina y residuos de ella. | t. |
| | | | | 531 | Cera de parafina en bruto | t. |
| | | | | 534 | Cera de parafina dura (punto de fusión superior a 45° centígrados) | t. |
| | | | | 537 | Parafina blanda (punto de fusión hasta de 45° centígrados) | t. |
| | | | | 539 | Residuos parafínicos | t. |
| | | | | 55 | Ozoquerita, cera bituminosa y cera de turba, purificadas | t. |
| | | | | 550 | Ozoquerita, cera bituminosa y cera de turba, purificadas | t. |
| | | | | 57 | Otros derivados de aceites minerales (con exclusión del gas y los productos petroquímicos) | t. |
| | | | | 571 | Asfalto | t. |
| | | | | 574 | Mezclas bituminosas con base de asfalto (por ejemplo, mastique) | t. |
| | | | | 577 | Coque de petróleo | t. |
| | | | 140.10 | 7 | Gas licuado de petróleo y gas de refinería | t. |
| | | | | 71 | Gas licuado de petróleo (producido en refineras) | t. |
| | | | | 710 | Gas licuado de petróleo (por ejemplo, mezclas de propano y butano) | t. + kcal. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------------|
| | | | | 75 | Gas de refinería (con exclusión del gas natural) | |
| | | | | 750 | Gases de refinería (con exclusión del gas natural) | |
| | | | 140.10 | 8 | Azufre sin refinar recuperado | m ³ + kcal. |
| | | | | 80 | Azufre sin refinar recuperado | |
| | | | | 800 | Azufre sin refinar recuperado (de la refinería del petróleo) | |
| | | | 140.10 | 9 | Residuos de la refinería del petróleo | t. |
| | | | | 90 | Productos extraídos en la refinería y otros residuos de la elaboración de aceites minerales (con exclusión de los extraídos en la refinería de aceites lubricantes) | |
| | | | | 900 | Productos extraídos en la refinería y otros residuos de la elaboración de aceites minerales (con exclusión de los extraídos en la refinería de aceites lubricantes) | |
| | 140.2 | | | | Elaboración de derivados del petróleo (a excepción de los productos petroquímicos) | t. |
| | | | 140.20 | | Productos derivados de aceites minerales, elaborados, o mezclas de ellos (con exclusión de los productos petroquímicos) | |
| | | | 140.20 | 1 | Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más | |
| | | | | 10 | Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más | |
| | | | | | <u>140.10.330 - Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más</u> | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------|
| | | | 140.20 | 5 | Otros productos derivados de aceites minerales, elaborados o mezclas de ellos | |
| | | | | 50 | Otros productos derivados de aceites minerales, elaborados, o mezclas de ellos | |
| | | | | 500 | Emulsiones de alquitrán | t. |
| | | | | | <u>140.10.311 - Aceite para husos</u> | |
| | | | | | <u>.314 - Aceite para máquinas</u> | |
| | | | | | <u>.317 - Aceites blancos</u> | |
| | | | | | <u>.330 - Grasas lubricantes con un contenido de aceite mineral del 70% o más</u> | |
| | | | | | <u>.370 - Otros aceites lubricantes con base de aceites minerales</u> | |
| | | | | | <u>.391 - Aceites para el tratamiento de metales</u> | |
| | | | | | <u>.395 - Aceites aislantes</u> | |
| | | | | | <u>.399 - Aceites minerales n.e.p.</u> | |
| | | | 140.20 | 9 | Residuos de productos derivados de aceites minerales, elaborados | |
| | | | | 90 | Productos extraídos de la refinación y otros residuos de los productos derivados de aceites minerales, elaborados | |
| | | | | 900 | Productos extraídos de la refinación y otros residuos derivados de aceites minerales, elaborados | t. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|--|--------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| 15 | 151 | 151.0 | 151.00 | | <u>Industria de combustibles nucleares</u> | |
| | | | | | Extracción de minerales que contienen materiales fisionables y fértiles | |
| | | | | | Minerales que contienen materiales fisionables y reproductores | |
| | | | | | Minerales que contienen materiales fisionables y reproductores | |
| | | | | | Minerales de uranio y peblenda | 1 |
| | | | | | Minerales de uranio y peblenda | 10 |
| | | | | | Minerales de uranio y peblenda, con un contenido de uranio de más del 5% en peso | 101 |
| | | | | | Minerales de uranio y peblenda, con un contenido de uranio de hasta un 5% en peso | 103 |
| | | | | | Minerales de torio | 5 |
| | | | | | Minerales de torio | 50 |
| | | | | | Monazita, uranotorianita y otros minerales de torio, con un contenido de éste de más del 20% en peso | 501 |
| | | | | | Otros minerales de torio | 509 |
| | | | | | Producción y elaboración de materiales fisionables y fértiles | |
| | | | | | Sustancias fisionables y reproductoras | |
| Sustancias fisionables y reproductoras | 152.00 | | | | | |
| Concentrados de uranio y torio | 152.00 | | | | | |
| Concentrados de uranio | 11 | | | | | |
| | 152 | | | | | t.-Th |
| | | | | | | t.-Th |
| | | | | | | t.-U |
| | | | | | | t.-U |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|-------------------|
| | | | | 110 | Concentrados de uranio (torta amarilla y solución de nitrato de uranilo) | kg.-U |
| | | | | 15 | Concentrados de torio | kg.-Th |
| | | | 152.00 | 150 | Concentrados de torio | |
| | | | | 3 | Elementos químicos e isótopos radiactivos y reproductores, sus compuestos, aleaciones, dispersiones y cerametales, con inclusión de sus mezclas | |
| | | | | 31 | Elementos químicos, isótopos radiactivos y reproductores, compuestos y aleaciones de uranio natural | |
| | | | | 311 | Tetrafluoruros de uranio | kg.-U |
| | | | | 312 | Hexafluoruros de uranio | kg.-U |
| | | | | 313 | Oxidos | kg.-U |
| | | | | 315 | Metal en bruto (con inclusión de chatarra) | kg.-U |
| | | | | 316 | Metal elaborado | kg.-U |
| | | | | 319 | Otros compuestos químicos de uranio natural | kg.-U |
| | | | | 32 | Elementos químicos, isótopos radiactivos y reproductores, compuestos y aleaciones de uranio enriquecido | |
| | | | | 321 | Tetrafluoruro de uranio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 322 | Hexafluoruro de uranio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 323 | Oxidos | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 326 | Metal y aleaciones | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 328 | Nitrato de uranilo | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 329 | Otros compuestos químicos de uranio enriquecido | kg.-U + kg.-U-235 |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|---------------------|
| | | | | 33 | Elementos químicos, isótopos radiactivos y reproductores, compuestos y aleaciones de plutonio | kg.-Pu + kg.-Pu-241 |
| | | | | 330 | Metal, aleaciones y otros compuestos químicos de plutonio | |
| | | | | 35 | Elementos químicos, isótopos, compuestos, aleaciones y mezclas de torio | |
| | | | | 353 | Oxidos | kg.-Th |
| | | | | 355 | Metal en bruto | kg.-Th |
| | | | | 356 | Metal elaborado | kg.-Th |
| | | | | 359 | Otros compuestos químicos de torio | kg.-Th |
| | | | | 36 | Elementos químicos, isótopos, compuestos y aleaciones de uranio empobrecido | |
| | | | | 361 | Tetrafluoruro de uranio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 362 | Hexafluoruro de uranio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 363 | Oxidos | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 366 | Metal y aleaciones | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 368 | Nitrato de uranio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 39 | Oxidos salinos, carburos, cerametales, dispersiones y aleaciones de uranio, plutonio y torio | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 390 | Oxidos salinos, carburos, cerametales, dispersiones, y aleaciones de uranio, plutonio y torio | |
| | | | 152:00 | 4 | Elementos combustibles no irradiados | kg. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|--------------------------|
| | | | | 41 | Elementos combustibles de uranio natural | |
| | | | | 410 | Elementos combustibles de uranio natural | kg.-U |
| | | | | 42 | Elementos combustibles de uranio enriquecido | |
| | | | | 421 | Elementos combustibles de uranio ligeramente enriquecido | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 422 | Elementos combustibles de uranio altamente enriquecido | kg.-U + kg.-U-235 |
| | | | | 43 | Elementos combustibles que contienen plutonio | |
| | | | | 430 | Elementos combustibles que contienen plutonio | kg.-Pu + kg.-Pu -239.241 |
| | | | | 46 | Elementos combustibles de uranio empobrecido | |
| | | | | 460 | Elementos combustibles de uranio empobrecido | |
| | | | | 49 | Elementos combustibles mixtos | |
| | | | | 490 | Elementos combustibles mixtos (uranio, plutonio, torio) de distinta composición química (óxidos, carburos, nitruros, etc.) | kg. |
| 16 | | | | | <u>Producción y distribución de electricidad, gas, vapor y agua caliente</u> | |
| | 161 | | | | Generación y distribución de energía eléctrica | |
| | | 161.1 | | | Generación de electricidad a partir de energía térmica (tradicional y geotérmica) | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | 161.10 | | Electricidad de centrales termoeléctricas (para el abastecimiento público) | |
| | | | 161.10 | 1 | Electricidad y subproductos de centrales termoeléctricas tradicionales | |
| | | | | 11 | Electricidad de centrales termoeléctricas tradicionales | |
| | | | | 111 | Electricidad producida con carbón antracitoso y sus derivados | Gw/h. |
| | | | | 112 | Electricidad producida con carbón bituminoso | Gw/h. |
| | | | | 113 | Electricidad generada con productos petrolíferos no gaseosos | Gw/h. |
| | | | | 114 | Electricidad producida con gas natural | Gw/h. |
| | | | | 115 | Electricidad producida con gases derivados | Gw/h. |
| | | | | 119 | Electricidad producida con otros combustibles | Gw/h. |
| | | | | 15 | Calor | |
| | | | | | <u>163.00.104 - Vapor distribuido comercialmente por tubería</u> | |
| | | | | | <u>.107 - Agua caliente distribuida comercialmente por tubería</u> | |
| | | | 161.10 | 2 | Electricidad geotérmica | |
| | | | | 20 | Electricidad geotérmica | |
| | | | | 200 | Electricidad geotérmica | |
| | | 161.2 | | | Generación de electricidad con energía hídrica | Gw/h. |
| | | | 161.20 | | Electricidad de centrales hidroeléctricas (para abastecimiento público) | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | 161.20 | 1 | Electricidad de centrales hidroeléctricas | Gw/h. |
| | | | | 10 | Electricidad de centrales hidroeléctricas | |
| | | | | 101 | Electricidad generada con corriente natural | |
| | | | | 105 | Electricidad de almacenamiento por bombeo | Gw/h. |
| | | 161.3 | | | Generación de electricidad con energía nuclear | |
| | | | 161.30 | | Electricidad de centrales nucleares (para abastecimiento público) | |
| | | | 161.30 | 1 | Electricidad y subproductos de centrales nucleares | |
| | | | | 11 | Electricidad de centrales nucleares | |
| | | | | 111 | Electricidad de reactores alimentados con uranio natural | Gw/h. |
| | | | | 114 | Electricidad de reactores alimentados con uranio enriquecido | |
| | | | | 117 | Electricidad de reactores reproductores | Gw/h. |
| | | | | 15 | Calor | |
| | | | | | <u>163.00.104 - Vapor distribuido comercialmente por tubería</u> | |
| | | | | | <u>.107 - Agua caliente distribuida comercialmente por tubería</u> | |
| | | | | 17 | Elementos combustibles irradiados | kg. |
| | | | | 171 | Elementos combustibles irradiados de uranio natural | |
| | | | | 172 | Elementos combustibles irradiados de uranio enriquecido | kg. |
| | | | | 173 | Elementos combustibles irradiados de plutonio | kg. |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | | 174 | Elementos combustibles irradiados de uranio empobrecido | kg. |
| | | | | 179 | Elementos combustibles irradiados de sustancias mixtas (uranio, plutonio, torio) | kg. |
| | 161.4 | | 161.40 | 1 | Distribución de electricidad Electricidad distribuida (para abastecimiento público) | |
| | | | 161.40 | 1 | Electricidad distribuida (para abastecimiento público) | |
| | | | | 10 | Electricidad distribuida (para el abastecimiento público) | |
| | | | | 100 | Electricidad distribuida (para el abastecimiento público) | |
| | 161.5 | | | | Generación de electricidad con energía térmica (tradicional) | Gw/h. |
| | | | 161.50 | | Electricidad de centrales térmicas tradicionales de autoproductores | |
| | | | 161.50 | 1 | Electricidad de centrales térmicas tradicionales de autoproductores | |
| | | | | 11 | Electricidad de centrales térmicas tradicionales de autoproductores | |
| | | | | | <u>161.10.111 - Electricidad producida con carbón antracitoso y sus derivados</u> | |
| | | | | | <u>.112 - Electricidad producida con carbón bituminoso</u> | |
| | | | | | <u>.113 - Electricidad generada con productos petrolíferos no gaseosos</u> | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| | | | | | .114 - <u>Electricidad producida con gas natural</u> | |
| | | | | | .115 - <u>Electricidad producida con gases derivados</u> | |
| | | | | | .119 - <u>Electricidad producida con otros combustibles</u> | |
| | | 161.6 | | | Generación de electricidad con energía hídrica | |
| | | | 161.60 | | Electricidad de centrales hidroeléctricas de autoproductores | |
| | | | 161.60 | 1 | Electricidad de centrales hidroeléctricas de autoproductores | |
| | | | | 10 | Electricidad de centrales hidroeléctricas de autoproductores | |
| | | | | | <u>161.20.101 - Electricidad generada con corriente natural</u> | |
| | | | | | <u>105 - Electricidad de almacenamiento por bombeo</u> | |
| | | 161.7 | | | Generación de electricidad con energía nuclear | |
| | | | 161.70 | | Electricidad de centrales nucleares de autoproductores | |
| | | | 161.70 | 1 | Electricidad de centrales nucleares de autoproductores | |
| | | | | 11 | Electricidad de centrales nucleares de autoproductores | |
| | | | | | <u>161.30.111 - Electricidad de reactores alimentados con uranio natural</u> | |
| | | | | | .114 - <u>Electricidad de reactores alimentados con uranio enriquecido</u> | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|---|------------------|
| | | | | 17 | <p><u>.117 - electricidad de reactores reproductores</u></p> <p>Elementos combustibles irradiados</p> <p><u>161.30.171 - Elementos combustibles irradiados de uranio natural</u></p> <p><u>.172 - Elementos combustibles irradiados de uranio enriquecido</u></p> <p><u>.173 - Elementos combustibles irradiados de plutonio</u></p> <p><u>.174 - Elementos combustibles irradiados de uranio empobrecido</u></p> <p><u>.179 - Elementos combustibles irradiados de sustancias mixtas (uranio, plutonio, torio)</u></p> <p>Fábricas de gas y distribución de gas</p> <p>Fábricas de gas</p> <p><u>Nota:</u> Los productos de esta partida incluyen los gases de establecimientos cuya principal actividad es la producción y distribución de gases derivados. También comprende los gases resultantes del termofraccionamiento y mezcla de otros tipos de gases</p> | |
| | 162 | 162.1 | 162.10 | 1 | Gas y coque de fábricas de gas | |
| | | | 162.10 | 10 | Gas y coque de fábricas de gas | |
| | | | | | Gas y coque de fábricas de gas | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------------|
| | | | | 101 | Gas de fábrica | m ³ + kcal. |
| | | | | 102 | Coque de fábricas de gas (incluso el producido a baja temperatura) | t. |
| | | | | | <u>120.30.173 - Alquitrán en bruto</u> | |
| | | | | | <u>.175 - Benceno crudo</u> | |
| | | | | | <u>.177 - Sulfato amónico</u> | |
| | | | | | <u>.179 - Otros subproductos de la coqueificación del carbón y el lignito (líquido amoniacal, sustancias de la depuración del gas agotado)</u> | |
| | | 162.2 | | | Distribución de todo tipo de combustibles gaseosos por tubería | |
| | | | 162.20 | | Combustibles gaseosos de todo tipo distribuidos localmente por tubería de baja presión | |
| | | | 162.20 | 1 | Combustibles gaseosos de todo tipo distribuidos localmente por tubería de baja presión | |
| | | | | 10 | Combustibles gaseosos de todo tipo distribuidos localmente por tuberías de baja presión | |
| | | | | 101 | Gas natural sin modificar (8.000 a 10.000 kcal/m ³ , aproximadamente) | m ³ + kcal. |
| | | | | 104 | Gas de fábrica (4.000 kcal/m ³ , aproximadamente) | m ³ + kcal. |
| | 163 | | | | Producción y distribución de vapor, agua caliente y aire comprimido; instalaciones de suministro de calefacción a distritos urbanos | |

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NI/PRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|--------------|---|------------------------|
| | | 163.0 | 163.00 | | Calefacción suministrada por tubería (vapor, agua caliente, calefacción de distritos); aire comprimido suministrado por tubería | |
| | | | 163.00 | 1 | Calefacción suministrada por tubería (vapor, agua caliente, calefacción de distritos); aire comprimido suministrado por tubería | |
| | | | | 10 | Calefacción suministrada por tubería (vapor, agua caliente, calefacción de distritos); aire comprimido suministrado por tubería | |
| | | | | 101 | Aire comprimido suministrado por tubería | m ³ |
| | | | | 104 | Vapor y calor (producidos en instalaciones de suministro de calefacción a distritos urbanos), distribuida por tubería | Tcal. |
| | | | | 107 | Agua caliente (producida en instalaciones de suministro de calefacción a distritos urbanos), distribuida por tubería | |
| | 169 | | | | Producción y distribución de varios tipos de energía conjuntamente | m ³ + Tcal. |

Nota: Como los productos de este grupo son idénticos a los de los grupos 161, 162 y 163, no se repiten aquí. Se consigna el rubro a los efectos de la clasificación de las empresas y las unidades locales

Anexo V (continuación)

| Clase | Grupo | Subgrupo y partida | Referencia NACE | Clave NIPRO | Descripción | Unidad de medida |
|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------|--|------------------|
| 17 | 170 | | | | Abastecimiento de agua: captación, depuración y distribución de agua | |
| | | | 170.00 | | Agua captada, depurada y distribuida | |
| | | | 170.00 | 1 | Agua captada, depurada y distribuida | |
| | | | | 10 | Agua captada, depurada y distribuida | |
| | | | | 100 | Agua captada, depurada y distribuida | t. |

Explicación de las abreviaturas

kg-U kilogramos de contenido de uranio activo

kg-Th kilogramos de contenido de torio activo

kg-U+kg-U235 kilogramos de contenido de uranio activo o uranio - 235 activo

kg-Pu+kg-Pu239,241 kilogramos de contenido de plutonio activo o plutonio 239, 241 activo

t+kcal tonelada o kilocaloría

t-U toneladas de contenido de uranio activo

t-Th toneladas de contenido de torio activo

OBTENCION DE LOS DATOS BASICOS

1. En el texto principal del manual se ha señalado que, para poder confeccionar un balance energético global, es necesario compilar uno de productos energéticos (o una cuenta de esos productos). Esta fase previa depende, a su vez, de la existencia de datos brutos, suficientes y apropiados, sobre la oferta, las existencias, la transformación, y los usos de todas las fuentes de energía de importancia económica para el país involucrado. La experiencia demuestra que no siempre se dispone de tales datos, y si bien la falta de ellos puede plantear un problema especial en los países en desarrollo, a veces tampoco otros países disponen fácilmente de toda la información estadística que debieran. Además, en varios países de ambos grupos, las estadísticas obtenidas de fuentes comerciales, fiscales o administrativas que, a juzgar por su descripción habitual (por ejemplo, ventas, importaciones), parecen adecuadas para los fines de las cuentas energéticas pueden, de hecho, ser sólo aceptables como punto de partida, pero no realmente adecuados para los fines que se persiguen. En los párrafos siguientes se examinan algunos de los problemas concretos que se plantean, y se sugieren soluciones para ellos.

2. Es casi seguro que los países que producen, importan o exportan petróleo crudo y/o productos derivados de este combustible dispondrán de datos estadísticos bastante amplios, reunidos por las empresas productoras, refinadoras o mercantiles, o por otras entidades. Lo mismo se aplica, mutatis mutandis, al carbón, el gas natural, la energía hidroeléctrica y la electricidad térmica. Tal vez haya problemas de compatibilidad entre las estadísticas disponibles; se pueden plantear porque, en las diferentes fases de la corriente que va desde la producción o importación de crudos (u otra energía primaria) hasta la venta de los productos terminados, cada empresa reunirá información sobre las existencias y las corrientes en la forma que mejor sirva sus propios fines comerciales.

3. Si, en el caso de los combustibles líquidos, el petróleo crudo y/o los productos derivados del petróleo se miden en función del volumen (barriles o algún múltiplo del barril), en una o varias etapas de la cadena que va de la oferta al consumo, la distinta densidad relativa de los diferentes productos supone un aumento volumétrico (en comparación con el volumen total de los insumos de crudos que entran en las refinerías) en el caso de aquéllos que son menos densos que el petróleo crudo, y una reducción en el de aquéllos que son más densos. Pueden producirse otros aumentos y reducciones aparentes si se registran los datos estadísticos volumétricos sobre la base de la temperatura efectiva en el momento de la medición, en tanto que otros datos se registran tras la conversión de los volúmenes efectivos en valores volumétricos uniformes a, por ejemplo 60°F. Incluso cuando todos los volúmenes se hagan constar sobre la base de la misma temperatura, las cantidades registradas, por ejemplo, por una refinería como entregadas a una empresa comercializadora pueden no ser idénticas a las que ésta asienta como recibidas de la refinería. Se pueden producir tales discrepancias porque - aparte del factor de temperatura - la empresa comercializadora tal vez cierre sus libros en una fecha del mes diferente a la de la refinería, o también porque puede excluir las pérdidas por derrame y evaporación. Las diferencias volumétricas pueden evitarse si en todas las fases de la cadena que va de la oferta al consumo se utiliza una unidad de masa (como la tonelada inglesa o la tonelada métrica) en lugar de una unidad volumétrica (por ejemplo, el barril).

4. Deberían estudiarse detenidamente todas las fuentes de datos, para determinar el significado y ámbito exacto de cada una de ellas. Deberían compararse las cifras obtenidas de distintas fuentes, y las que no concordasen tendrían que ser investigadas con los encargados de publicar las correspondientes a cada una de esas fuentes. Todas las aclaraciones deberían hacerse constar siempre por escrito, para fines de

referencia y para evitar una nueva investigación por alguien que no esté al tanto de los trabajos anteriores (aparte de las investigaciones especiales del tipo esbozado más arriba, toda la información debería verificarse lo antes posible después de recibirla, y cualquier error o incongruencia debería ponerse en conocimiento de la persona que se ocupe de facilitar los datos de que se trate).

5. Las estadísticas aduaneras son un subproducto de la documentación exigida para el cobro de los diversos impuestos sobre las importaciones y exportaciones de mercancías. En general, los funcionarios de aduanas no están interesados (porque no necesitan estarlo) en la medición de las corrientes físicas, ni en el traspaso del derecho de propiedad, que tienen lugar cada mes. Las estadísticas aduaneras se basan en el volumen o el valor de las mercancías respecto de las cuales se pagan derechos o se expiden certificados de despacho cada mes, y la cronología y formalidades de estos hechos fiscales serán posteriores - a veces muy posteriores - a la cronología de las corrientes económicas que revisten interés a los efectos de las cuentas energéticas.

6. También las estadísticas obtenidas de los productores y usuarios de energía pueden no reflejar a veces en la medida apetecida la cronología de las existencias y corrientes energéticas. Ello puede suceder si los datos son proporcionados por el departamento de contabilidad, y no por los de suministros, producción o comercialización de la empresa de que se trate. Como en el caso de los documentos de aduanas, también la cronología de las actividades financieras (como la expedición de facturas o la liquidación de cuentas) será posterior a los acontecimientos concretos a que se refieren.

7. Esa investigación de las cifras debería ir acompañada por un examen de la cuestión de si los actuales formularios de rutina presentados por los organismos comerciales, o los informes y tabulaciones habituales sobre la marcha de las distintas operaciones preparados por ellos, son satisfactorios en relación con los aspectos siguientes:

a) Claridad en cuanto a lo que cada asiento debe incluir o excluir, y a las fechas de comienzo y terminación del período al que se refiera el informe que contiene los datos;

b) Carácter completo, en el sentido de que el formulario debe ser autoverificador mediante la inclusión en él, siempre que sea posible, de un balance íntegro de la oferta y/o el consumo (por ejemplo, existencias iniciales + importaciones - pérdidas = utilización + existencias finales);

c) Coherencia entre los informes de datos conexos (por ejemplo, las clasificaciones de los sectores de uso final deberían ser en todo lo posible idénticas o mutuamente conciliables);

d) Ambito total en el sentido de que abarque todas las corrientes y usos de la energía (por ejemplo, no limitarse a los combustibles líquidos ni a las transacciones de las refinerías).

Si fuera necesario, deberían diseñarse de nuevo los actuales estados en que se presentan los datos para que incluyeran esas características y deberían introducirse nuevos estados para que comprendieran los suministros y usos de la energía que no figuraran en los estados periódicos actuales (por ejemplo, combustibles fósiles, desechos y energía hidroeléctrica utilizados para la autogeneración de electricidad en la industria).

8. Las cifras de los estados verificados y, si fuera necesario corregidos, deberían registrarse en balances sinópticos de trabajo debidamente diseñados que permitieran apreciar a primera vista la situación existente cada mes, en comparación con los meses anteriores. Esos balances deberían incluir cuadros en los que constaran las existencias y corrientes dentro y fuera de los principales sectores de producción o comercio (cuando, por ejemplo, las empresas comerciales del sector del petróleo, la industria de abastecimiento de electricidad o una o varias industrias del sector manufacturero realizan importaciones directas de productos petrolíferos). El diseño concreto de esos balances diferirán de un país a otro según las características de sus corrientes energéticas concretas.

9. La terminología que se utilice en los balances sinópticos de trabajo debe corresponder, al menos inicialmente, a la empleada en los estados correspondientes a industrias concretas de los cuales se obtienen las cifras básicas. En consecuencia, las corrientes que en general son análogas (por ejemplo, la producción, el comercio y el consumo) de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, así como de electricidad, pueden recibir distinto nombre en cada uno de los balances sinópticos de productos (por ejemplo, producción de refinerías, generación bruta, volumen neto recibido, entregas internas). Sin embargo, en la cuenta de productos energéticos se empleará un solo conjunto de designaciones para los renglones de todos ellos.

10. Este registro mensual permite descubrir las incongruencias que puedan surgir con el transcurso del tiempo en cifras que tal vez sean correctas desde el punto de vista aritmético, si se consideran aisladamente en relación con el mes al que se refieren. Los incrementos o reducciones repentinos de un mes a otro deben despertar recelos y ser objeto de una investigación inmediata. Otra ventaja de elaborar series mensuales es que pueden poner de manifiesto, con o sin el empleo del análisis estadístico formal, modalidades estacionales que tal vez sean importantes para fines de política.

11. Otra ventaja de la compilación de series cronológicas mensuales es que constituyen un banco de datos que puede utilizarse para preparar un boletín mensual de indicadores a corto plazo de la oferta y el consumo de energía. En ese boletín se podrían publicar, por ejemplo, estadísticas sobre el último trimestre y sobre el trimestre correspondiente del año anterior; la suma de cada uno de ellos y la variación porcentual entre el año corriente y el anterior; el total acumulativo para lo que vaya de año y la cifra correspondiente al año anterior, y la diferencia entre ambas cifras. Se podrían agregar observaciones y se deberían dar aclaraciones (en lugar de hacer exposiciones orales de lo que significan las cifras, como por ejemplo, "... A. aumentó en x y B. disminuyó en y ..."). Las cifras de que no se pueda disponer fácilmente cada mes pueden incluirse en una serie alterna de cuadros trimestrales o semestrales (acompañados también por un texto explicativo apropiado).

12. Cuando se confeccionan periódicamente balances energéticos globales, pueden prepararse trimestralmente balances con cifras muy agregadas y, si ello es posible, las cifras totales de los renglones de estos minibalances se pueden convertir en cuadros de series cronológicas para el boletín. Es probable que los productores (por ejemplo, las empresas de suministro de electricidad) y los distribuidores (por ejemplo, las compañías comerciales del sector del petróleo) sentirán interés

por los distintos tipos de clientes a quienes venden sus productos, como base para la fijación de precios y la promoción de las ventas. No obstante, en el caso de las fuentes líquidas y sólidas de energía (por ejemplo, productos derivados del petróleo, carbón y, en menor escala, carbón y leña) que pueda tener en existencia un comerciante que los adquieren del productor o de una gran empresa de comercialización, estos "vendedores" iniciales no sabrán a que tipo de usuario final venden sus productos los minoristas. Con todo, tal vez sea posible incluir en el boletín cuadros trimestrales con un amplio análisis sectorial de los compradores de energía.

13. Las estadísticas sobre la distribución de cada tipo de energía entre los usuarios finales de ésta son más difíciles de obtener que los datos sobre la oferta energética. Ello se debe a varias razones, pero sobre todo a que, cuanto más numerosos son los usuarios y menor la cantidad de energía que consumen, menos posibilidades hay de poder registrar periódicamente las cantidades que consumen. Pero incluso en el caso de usuarios más importantes (por ejemplo, pequeñas fábricas y talleres, y otras empresas) el costo efectivo en función del tiempo y el dinero necesarios para reunir los datos, puede ser excesivo en relación con las prioridades estadísticas generales de un gobierno.

14. El método más efectivo para determinar el volumen y las modalidades de consumo de energía cuando son numerosos los pequeños usuarios lo constituyen encuestas por muestreo debidamente ideadas y realizadas. Ello se aplica, en particular, al sector de los hogares. Esas encuestas también pueden ser adecuadas en el caso de los sectores comercial, del transporte y de hostelería, así como cuando se calcula la aportación a la economía de la leña, la energía animada (trabajo humano y tracción animal) y otros combustibles tradicionales. En otros casos (el sector público) se puede realizar en todos los ministerios y organismos conexos un estudio especial de tipo censal.

15. No es éste el lugar para examinar detenidamente los principios y procedimientos que deben aplicarse en las encuestas por muestreo. La metodología correspondiente es una materia especializada y, si se prevé utilizarlas, debe recabarse en la etapa inicial el asesoramiento de un estadístico experimentado y debidamente calificado.

16. Por supuesto, el enfoque general de la reunión y verificación de los datos estadísticos básicos sobre la energía expuesto en los párrafos que anteceden debe también adoptarse en el caso de otras fuentes secundarias, como el coque, el gas de horno de coque, las briquetas y el gas ciudad.

17. Como ya se ha señalado en el texto principal del presente manual, la elaboración de cuentas de productos energéticos y de balances globales no sólo constituye un método valioso para reunir un conjunto plenamente articulado de estadísticas de la energía, sino que también permite identificar las lagunas que haya en los datos actualmente disponibles y poner estrictamente a prueba la coherencia interna y externa de toda la información accesible y la que se obtenga especialmente, y sirve de ayuda para determinar las prioridades en lo concerniente a los trabajos ulteriores.

Anexo VII

RELACION ENTRE ALGUNOS TERMINOS Y EXPRESIONES ENERGETICOS

El cuadro que figura a continuación indica la relación existente entre las diversas denominaciones actualmente utilizadas al clasificar las fuentes de energía, así como las fuentes concretas que abarca cada designación. Al presente, la clasificación básica general más satisfactoria parece ser la siguiente: fuentes comerciales/tradicionales/no tradicionales/animadas.

Cualquier clasificación de este tipo tendrá que revisarse dentro de unos diez años, cuando tal vez hayan cambiado las ideas acerca de lo que es no tradicional. Quizás una clasificación más perdurable podría basarse en los estrechos vínculos que existen entre la energía solar y las distintas fuentes energéticas terrestres (por ejemplo, fuentes solares directas, como la térmica solar y la fotovoltaica; fuentes solares derivadas directamente, como la eólica, hídrica, undimotriz, de cultivos energéticos, leña y residuos vegetales; solares derivadas indirectamente, como el carbón vegetal, los residuos animales, el biogás y los alcoholes, y fuentes no solares, como las de energía fósil, fisiónable, geotérmica, mareal y animada). No es aparente de inmediato el grado de dependencia solar de algunas de esas fuentes, y no es probable que una clasificación que se base en esa dependencia sea fácilmente aceptada por muchos estadísticos que se ocupan del sector energético y otros analistas que ya están acostumbrados a la terminología que figura en el cuadro que aparece a continuación. Una necesidad prioritaria es tratar de lograr claridad y coherencia en el uso de esta terminología.

| RENOVABILIDAD: | | |
|----------------------------------|---|---|
| CARACTER TRADICIONAL | RENOVABLES | NO RENOVABLES |
| Comerciales . | Energía hidroeléctrica (en gran escala) Geotérmica | Combustibles fósiles Nuclear (otros tipos) |
| No comerciales/ tradicionales | Leña y carbón vegetal de bosques explotados racionalmente Ramas, hojas, astillas, etc. Residuos agrícolas Residuos animales Residuos industriales Energía hídrica (molinos de agua) Energía eólica (molinos y bombas eólicos) | Recogida de leña/ carbón vegetal |
| Nuevas | Otros cultivos energéticos (para producir alcohol, etc.) Biogás Energía solar Energía mareal y undimotriz Energía térmica oceánica Minicentrales hidroeléctricas Energía eólica (motores eólicos) | Petróleo de carbón |
| Animadas* | Tracción animal Energía humana | |

* Por otra parte, la energía animal podría clasificarse como "renovable tradicional".

Anexo VIII

BALANCES ENERGETICOS DE PAISES EN DESARROLLO

En los dos cuadros que figuran a continuación se indica, en primer lugar, la forma que tendría un balance energético simplificado de un país en desarrollo y, en segundo, cómo podría confeccionarse un balance separado para que incluyese las fuentes tradicionales de energía, así como las nuevas y renovables. Cuando existe un insumo de, por ejemplo, productos derivados del petróleo para la agricultura, a fin de producir cultivos energéticos, se debería incluir en el balance principal como parte del consumo propio de los sectores energéticos, con una nota apropiada, y agregarse otra nota a la columna pertinente del balance de fuentes renovables.

Balance energético global de un país en desarrollo

Julios x 10¹² (terajulios)
Toneladas de equivalente en petróleo (TE) x 10³
(suprímase uno de ellos)

Año:

| Fuente Corriente | Petró- leo crudo | Gasolina | Keroseno/com- bustible para motores de re- tropoluación | Diesel | Fuel oil | Asfalto | Gases licua- dos de petróleo | Gas corr. | Gas ref. | Electricidad Térmica | Hídrica | Bagazo | Leña | Carbón vegetal | Otros productos | Total |
|---|------------------------|----------|--|--------|-------------|---------|---------------------------------------|--------------|-------------|-------------------------|---------|--------|------|-------------------|--------------------|-------|
| 1. Producción primaria | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Importaciones | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Exportaciones | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Depósitos de combustible | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Variación de las existencias (aumento (-); disminución (+)) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Oferta interna (1+2-(3+4)+5) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. Transformación (insumo (-); producto (+)) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Refinerías | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generación de electricidad: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abastecimiento público | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azúcar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bauxita | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total sectores s/ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. Consumo propio y pérdidas de los sectores energéticos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Refinerías | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrales eléctricas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. Pérdidas en la distribución | | | | | | | | | | | | | | | | |

Balace energético global de un país en desarrollo

| Fuente Corriente | Petró- leo crudo | Gasolina | Keroseno/com- bustible para motores de re- trotropulsión | Diesel | Fuel oil | Asfalto | Gases licua- dos de petróleo | Gas corr. | Gas ref. | Electricidad | | Leña | Carbón vegetal | Otros productos | Total |
|---|------------------------|----------|---|--------|-------------|---------|---------------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------|------|-------------------|--------------------|-------|
| | | | | | | | | | | Térmica | Hídrica | | | | |
| 10. Usos no energéticos | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. Uso final de energía. (6+7-(8+9+10)) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultura | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bauxita | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otras actividades de explotación de minas y canteras | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azúcar, melazas y ron | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros alimentos, bebidas y tabaco | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productos químicos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otras actividades manufacturadas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por ferrocarril | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por carretera | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aéreo | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribución, comercio y finanzas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hogares | | | | | | | | | | | | | | | |
| Servicios del sector público | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hotels, etc. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros sectores | | | | | | | | | | | | | | | |

a/ Especificarse el ámbito e indíquese el componente o componentes principales, si es necesario en un cuadro auxiliar (por ejemplo, fuentes de energía solar, eólica, de biogás/ otras industrias).

Balace energético de fuentes renovables

| Fuente | Leña | Cultivos energéticos a. / de | | Residuos agropecuarios Agrícolas Ganaderos | Carbón vegetal | Alcohol | Biogás | Solar | | Eólica | Energía hidro- eléctrica | Electricidad Total |
|---------------------------------|------|---------------------------------|-------|--|-------------------|---------|--------|----------|-----|--------|--------------------------------|-----------------------|
| | | azúcar | Otros | | | | | Térmicas | Luz | | | |
| Corriente | | | | | | | | | | | | |
| Producción primaria | | | | | | | | | | | | |
| Variación de las existencias | | | | | | | | | | | | |
| Oferta primaria | | | | | | | | | | | | |
| Transformación | | | | | | | | | | | | |
| Producción de carbón vegetal | | | | | | | | | | | | |
| Destilación | | | | | | | | | | | | |
| Fermentación | | | | | | | | | | | | |
| Producción de gas | | | | | | | | | | | | |
| Generación de electricidad | | | | | | | | | | | | |
| Uso final de energía | | | | | | | | | | | | |
| Agricultura | | | | | | | | | | | | |
| Riego | | | | | | | | | | | | |
| Avenamiento | | | | | | | | | | | | |
| Secado y refrigeración | | | | | | | | | | | | |
| Potencia mecánica | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de alimentos | | | | | | | | | | | | |
| Secado | | | | | | | | | | | | |
| Calentamiento y refrigeración | | | | | | | | | | | | |
| Potencia mecánica | | | | | | | | | | | | |
| Luz | | | | | | | | | | | | |
| Transporte | | | | | | | | | | | | |
| Usos domésticos | | | | | | | | | | | | |
| Preparación de alimentos | | | | | | | | | | | | |
| Luz | | | | | | | | | | | | |
| Otros usos | | | | | | | | | | | | |
| Otros sectores (especificuense) | | | | | | | | | | | | |
| Cifra residual | | | | | | | | | | | | |

s/ Insumo final de combustible correspondiente a la producción y recolección de cultivos.

REFERENCIAS

Metodología de balances energéticos

- Chatterjee, M. (1971) Energy and power for development, Indian Planning Commission
- Guyol N. B. (1971) Energy in the perspective of geography (Englewood, N.J. (EE.UU.), Prentice Hall, Inc.)
- Laading, K.F. (1960) Methods for establishing overall energy balance sheets. Documento de la Conferencia Mundial sobre la Energía
- Nebbia, G. (1975) "An attempt to find an accounting method: energy", Rassegna Economica (Nápoles)
- Ramain, P. (1977) Reflexions critiques sur les bilans énergétiques, Institut économique et juridique de l'énergie (Grenoble)
- Roberts, W.N.T. y W.A. Hawkins (1977) Energy balances, some problems and recent developments. Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Departamento de Energía (Londres)
- OIE/OCDE (1979) Proceedings of the Workshop on Energy Data of Developing Countries, vol. I, Organismo Internacional de la Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (París)
- UNIPEDA (1976) Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica (París)

Equivalencias y coeficientes de conversión en la esfera de la energía

- Guyol, N.B. (1977) Energy interrelationships - A handbook of tables and conversion factors for combining and comparing international energy data. National Energy Information Centre of the Federal Energy Administration (Washington, D.C.)

Análisis energético

- Bullard, C.W. y R.A.
Herendeen (1975)
- Chapman, P., G. Leach y
M. Slessor (1974)
- Common, M. (1975)
- Leach, G. (1975)
- Longva, P. (1977)
- Sagaroff, S., W. Frank,
K. Schagginer y K. Turetschek
(1970)
- Sroczyński, W. y
A. Szpilewicz (1977)
- Webb, M. y D. Pearce (1975)
- Wright, D.J. (1974)
- _____ (1975)
- IFIAS (1974)
- _____ (1975)
- Oficina Central de Estadística de
los Países Bajos (1976)
- "The energy cost of goods and services",
Energy Policy (diciembre)
- "The energy cost of fuels", Energy
Policy (septiembre)
- "The economics of energy analysis
reconsidered", Energy Policy (diciembre)
- "Net energy analysis - is it any use?",
Energy Policy (diciembre)
- Energy use in Norway, Oficina Central de
Estadística (Oslo)
- Die energetische Struktur der
österreichischen Volkswirtschaft,
Instituto de Estadística de la
Universidad de Viena
- Accumulated energy consumption in the
production of construction materials and
large buildings, documento de la
Conferencia Mundial de la Energía
- "The Economics of energy analysis",
Energy Policy (diciembre)
- "Goods and services - an input/output
analysis of energy requirements",
Energy Policy (diciembre)
- "The natural resources requirements of
commodities", Applied Economics (julio)
- Energy analysis, informe del seminario
No. 6. Federación Internacional de
Institutos de Estudios Superiores
(Estocolmo)
- Energy analysis and economics, informe
del seminario No. 9. Federación
Internacional de Institutos de Estudios
Superiores (Estocolmo)
- Energy intensity of goods and services
(La Haya)

Balances energéticos

- OCDE (1977) Energy balances of OECD countries, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (París)
- OECE (1976) Energy statistics yearbook, Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (Luxemburgo)
- Oficina de Estadística de las Naciones Unidas (1977) World Energy Supplies, Infomes estadísticos, serie J, No. 20 (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta E.77.XVII.4)
- OIE/OCDE (1979) Energy Balances of Developing Countries. Organismo Internacional de la Energía/ Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (París)

Otras cuestiones

- CBI (1975) A statistical survey of industrial fuel and energy use, Confederation of British Industry (Londres)
- Cheshire, J. y C. Buckley (septiembre de 1976) "Energy use in UK industry", Energy Policy
- Darmstadter, J. et al (1971) Energy in the world economy, Resources for the Future, Inc. (Washington, D.C.)
- CEPE (1976) Increased energy economy and efficiency in the ECE region. Comisión Económica para Europa (Ginebra)
- NEDO (1974a) The increased cost of energy - implications for United Kingdom's industry. Oficina de Desarrollo Económico Nacional (Londres)
- _____ (1974b) Energy conservation in the UK - achievements, aims and options, Oficina de Desarrollo Económico Nacional (Londres)
- _____ (1975) Price propagation in an input/output model - determining the implications of higher energy costs for industrial prices. Oficina de Desarrollo Económico Nacional (Londres)

Open University (1972)

_____ (1975)

Reino Unido de Gran Bretaña e

Irlanda del Norte,

Departamento de Energía (1976)

_____ (1977)

_____ (1978)

Slessor, M. (1978)

Energy conversion, power and society

Fundamental concepts in technology:
energy

Energy audits (Londres)

Energy audits (Londres)

Energy forecasting methodology,

Energy paper No. 29 (Londres)

Energy in the economy.