



AGENCIA INTERNACIONAL
DE ENERGÍA

MANUAL

de Estadísticas Energéticas



La Agencia Internacional de Energía (AIE) es una entidad autónoma establecida en noviembre del 1974 dentro del marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para establecer un programa energético internacional.

Lleva a cabo un programa integral de cooperación energética entre veintiséis* países miembros de la OCDE. Los objetivos básicos de la AIE son:

- mantener y mejorar los sistemas que permiten hacer frente a las interrupciones del suministro petrolero;
- promover políticas energéticas racionales en un contexto mundial mediante las relaciones colaborativas con países que no sean miembros, con la industria y con organizaciones internacionales;
- operar un sistema permanente de información sobre el mercado petrolero internacional;
- mejorar la estructura mundial de oferta y demanda energéticas desarrollando fuentes alternativas de energía y aumentando la eficiencia de su utilización;
- apoyar en la integración de las políticas ambientales y energéticas.

* *Los países miembros de la AIE: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, la República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, la República de Corea, Luxemburgo, los Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Turquía, el Reino Unido, y los Estados Unidos. La Comisión Europea también participa del trabajo de la AIE.*

De conformidad con el Artículo 1º de la Convención suscrita en París el 14 de diciembre del 1960, y que entró en vigencia el 30 de septiembre del 1961, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) deberá promover políticas diseñadas para:

- alcanzar el máximo crecimiento sostenible y empleo y un creciente nivel de vida en los países miembros, manteniendo a la vez estabilidad económica, para así contribuir al desarrollo de la economía mundial;
- contribuir a una sólida expansión económica en los países miembros y también los que no sean miembros en el proceso del desarrollo económico; y
- contribuir a la expansión del comercio mundial sobre una base multilateral y no discriminatoria de conformidad con las obligaciones internacionales.

Los países miembros originales de la OCDE son Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Turquía, el Reino Unido y los Estados Unidos. Los siguientes países se hicieron Miembros posteriormente, ingresando en las fechas indicadas a continuación: Japón (28 abril 1964), Finlandia (28 enero 1969), Australia (7 junio 1971), Nueva Zelanda (29 mayo 1973), México (18 mayo 1994), la República Checa (21 diciembre 1995), Hungría (7 mayo 1996), Polonia (22 noviembre 1996), la República de Corea (12 diciembre 1996) y Eslovaquia (28 septiembre 2000). La Comisión de las Comunidades Europeas participa del trabajo de la OCDE (Artículo 13 de la Convención de la OCDE).

EUROSTAT, L - 2920 Luxemburgo

Eurostat es la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas. Su tarea es proporcionar estadísticas para toda la Unión Europea, a nivel del continente europeo, que permitan comparaciones entre los países y regiones. Eurostat consolida y armoniza los datos recogidos por los estados miembros. Para asegurar que la vasta cantidad de datos accesibles tengan una disponibilidad amplia y para ayudar a cada usuario/a a utilizar la información apropiadamente, Eurostat ha organizado un programa de publicaciones y servicios. Este programa diferencia claramente entre usuarios/as generales y especializados/as y se han desarrollado colecciones especiales para estos diferentes grupos. Para el usuario/a general, hay varias colecciones: comunicados de prensa, estadísticas enfocadas, Panorama de la Unión Europea, libros de bolsillo y catálogos. Brindan de inmediato la información clave mediante análisis, cuadros, gráficos y mapas. Las colecciones métodos y nomenclaturas y cuadros detallados satisfacen las necesidades de especialistas que pasarán más tiempo analizando y utilizando información y cuadros muy detallados. Como parte del nuevo programa, Eurostat ha desarrollado su sitio web. Incluye una amplia gama de información en línea sobre los productos y servicios de Eurostat, cartas noticiosas, catálogos, publicaciones en línea e indicadores sobre la zona europea.

Presentación

Las estadísticas detalladas, completas, oportunas y fiables son imprescindibles para poder hacer el monitoreo de la situación energética a nivel nacional e internacional. Las estadísticas energéticas sobre el suministro, comercio, inventarios, transformación y demanda son realmente la base para cualquier decisión bien fundamentada sobre política energética.

Por ejemplo, el mercado del petróleo – que es el recurso primario más importante en el comercio mundial – necesita controlarse muy estrechamente para que todo participante en el mercado sepa, en todo momento, qué se produce, se comercia, se almacena y se consume, y quiénes lo hacen.

A la luz del rol y la importancia de la energía en el desarrollo mundial, se esperaría que la información energética básica estuviera fácilmente disponible y fuese fiable. No es siempre así e incluso se puede observar un descenso en la calidad, cobertura y oportunidad de las estadísticas energéticas durante los últimos años.

Hay varias razones subyacentes al deterioro en la calidad de las estadísticas energéticas, incluida la liberalización del mercado, solicitudes adicionales de datos, recortes presupuestarios y decreciente experticia. Por ejemplo, la liberalización de los mercados energéticos ha tenido un doble impacto en las estadísticas; En primer lugar, en el pasado los estadígrafos/as podían obtener la información detallada sobre un combustible (gas o electricidad) de una sola empresa nacional de servicio público. Ahora, en cambio, tienen que encuestar a decenas y hasta cientos de empresas para conseguir una visión general del sector; En segundo lugar, un mercado competitivo suele implicar cuestiones de confidencialidad que dificultan la colección de información básica.

Se han solicitado cada vez más datos de las oficinas de estadísticas energéticas en años recientes. Éstos incluyen toda una gama de información desde las estadísticas sobre fuentes renovables hasta indicadores sobre la eficiencia energética y datos sobre las emisiones de gases con efecto invernadero. Esta carga de trabajo adicional ocurrió en un momento cuando las oficinas de estadísticas en muchos países experimentaban una reducción de sus recursos. Algunas reducciones han sido dramáticas, recortando el personal a la mitad.

No hay ninguna solución milagrosa para detener la actual erosión de la calidad de los datos, su cobertura y oportunidad. Sin embargo, está claro que las estadísticas y los estadígrafos/as deben integrarse plenamente en el proceso de decisiones sobre la política energética de un país.

Conociendo la importancia de un sistema sólido de información energética, la Agencia Internacional de Energía se ha embarcado en un programa de acción para revertir las tendencias actuales mediante el desarrollo de herramientas que faciliten la elaboración y diseminación de estadísticas fiables, así como para realzar el perfil de las estadísticas energéticas en los países.

Las prioridades esenciales incluyen fortalecer la experticia y experiencia de estadígrafos/as energéticos y reconstruir la memoria corporativa. Por esta razón la Agencia Internacional de Energía, en colaboración con la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat), ha elaborado este Manual de Estadísticas Energéticas. El Manual ayudará a novatos/as en el campo de las estadísticas energéticas a comprender mejor las definiciones, unidades y metodología.

El presente Manual servirá para estadígrafos/as y analistas en materia de energía en todos los países, aunque incluye en algunos lugares referencias a los cuestionarios conjuntos AIE/OCDE-Eurostat-UNECE con el fin de facilitar el llenado de dichas encuestas. Además, pronto será complementado por una guía más general sobre las estadísticas energéticas que deberá considerarse como un primer paso hacia una armonización mundial de las estadísticas energéticas.

La transparencia es prioritaria en la agenda de los ministros/as de energía – cualidad que comienza con datos transparentes y fiables. Es nuestra sincera esperanza que este Manual contribuya a mejorar el entendimiento de las definiciones, facilite el uso de unidades y factores de conversión, aclare la metodología y, finalmente, mejore la transparencia.

Claude Mandil

Director Ejecutivo

Agradecimientos

Este manual fue elaborado por la División de Estadísticas Energéticas (ESD) de la Agencia Internacional de Energía (AIE) en colaboración con la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat).

El manual fue diseñado y dirigido por Jean-Yves Garnier, Jefe de la División de Estadísticas Energéticas de la AIE. Otros miembros de la ESD que han hecho posible este manual son: Larry Metzroth (carbón mineral, electricidad, fuentes renovables), Mieke Reece (petróleo y gas natural), Karen Tréanton (fundamentos y balances energéticos), Jason Elliott, Bruno Castellano, Cintia Gavay, Vladimir Kubecek, Jan Kuchta y Olivier Lavagne d'Ortigue. Peter Tavoularidis, Nikolaos Roubanis y Pekka Loesoenen de Eurostat también contribuyeron a la elaboración del manual.

El manual se benefició en gran medida del trabajo realizado por el consultor Tim Simmons, quien aplicó su experticia y experiencia a la elaboración de un borrador íntegro.

Agradecimientos especiales para: Sharon Burghgraeve por la cantidad enorme de trabajo y la paciencia que demostró en el formateo, Bertrand Sadin por elaborar tan bien los gráficos y esquemas, Corinne Hayworth por la diagramación general del libro y por hacer bastante atrayente un tema tan técnico.

Quisiera agradecer especialmente a Ana Padilla, Erica Robin y Paul Tepes por sus valiosas contribuciones a esta nueva revisión del Manual, gracias a su conocimiento en el área de estadísticas energéticas.

Contenidos

Presentación	3
Agradecimientos	5
Introducción	13

1 Fundamentos 17

1. Introducción	17
2. ¿Qué entendemos por “combustibles” y “energía”?	17
3. ¿Cuáles son los productos energéticos primarios y secundarios?	18
4. ¿Cuáles son los combustibles fósiles y fuentes energéticas renovables de energía?	18
5. ¿Cómo medir cantidades y valores caloríficos?	19
6. ¿Cuál es la diferencia entre el valor calorífico bruto y neto?	20
7. ¿Qué es un “flujo de productos”?	21
8. ¿Cuáles son los principales flujos considerados en las estadísticas energéticas?	23
9. ¿Cómo se presentan los datos energéticos?	32

2 Electricidad y calor 41

1. ¿Qué son la electricidad y el calor?	41
2. ¿Qué unidades se utilizan para expresar electricidad y calor?	43
3. ¿Cómo realizar la conversión de volumen y masa a energía?	44
4. Flujos de electricidad y calor	45
5. Oferta de electricidad y calor	48
6. Consumo de electricidad y calor	53
7. Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre electricidad y calor	56

3 Gas natural 59

1. ¿Qué es el gas natural?	59
2. ¿Qué unidades se utilizan para expresar el gas natural?	60
3. ¿Cómo realizar la conversión de volumen a energía?	61
4. Flujos de gas natural	62
5. Oferta de gas natural	65
6. Consumo de gas natural	69
7. Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre gas natural	73

4 **Petróleo** **75**

1. ¿Qué es el petróleo? 75
2. ¿Qué unidades se utilizan para expresar el petróleo? 77
3. ¿Cómo realizar la conversión de volumen a masa? 78
4. Flujos de petróleo 80
5. Oferta de petróleo 82
6. Consumo de petróleo 94
7. Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre petróleo 99

5 **Combustibles fósiles sólidos y gases industriales** **101**

1. ¿Qué son los combustibles fósiles sólidos y los gases industriales? 101
2. ¿Qué unidades se utilizan para expresar combustibles fósiles sólidos y gases industriales? 104
3. ¿Cómo realizar la conversión de masa y volumen a energía? 105
4. Flujos de carbón mineral 107
5. Oferta de carbón mineral 109
6. Consumo de carbón mineral 113
7. Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre carbón mineral 119

6 **Fuentes renovables y desechos** **125**

1. ¿Qué son fuentes renovables y desechos? 125
2. ¿Qué unidades se utilizan para expresar fuentes renovables y desechos? 128
3. ¿Cómo realizar la conversión de masa y volumen a energía? 129
4. Flujos de fuentes renovables y desechos 130
5. Oferta de fuentes renovables y desechos 133
6. Consumo de fuentes renovables y desechos 138
7. Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre fuentes renovables y desechos 143

7 **Balances energéticos** **147**

1. ¿Por qué hacer balances? 147
2. Balances de productos 147
3. Balances energéticos 148
4. Diferencias entre los balances energéticos de Eurostat y la AIE 152

A Anexos **157**

Anexo 1 : Procesos de conversión de combustibles y producción de energía **157**

- 1. Generación de electricidad y calor 157
- 2. Manufactura de productos petroleros 168
- 3. Manufactura de combustibles derivados del carbón mineral 170
- 4. Gas natural 176

Anexo 2 : Características de los combustibles **181**

- 1. Combustibles fósiles sólidos y gases derivados 181
- 2. Petróleo crudo y productos petroleros 184
- 3. Gas natural 188
- 4. Biocombustibles 188

Anexo 3 : Unidades y coeficientes de conversión **191**

- 1. Introducción 191
- 2. Unidades y sus interrelaciones 191
- 3. Prefijos del sistema decimal 191
- 4. Coeficientes de conversión 192
- 5. Valores caloríficos típicos 194

G Glosario **199**

- 1. Definiciones de combustibles 199
- 2. Lista de abreviaturas 207

Lísta de Figuras.....

Figura 1.1	Terminología para los productos energéticos	19
Figura 1.2	Principales flujos de productos primarios	22
Figura 1.3	Estructura del balance de productos primarios	33
Figura 1.4	Fuentes de suministro	33
Figura 1.5	Industria	36
Figura 1.6	Otros sectores	37
Figura 1.7	Comparación entre los formatos Eurostat y AIE para el balance de gas natural	39
Figura 1.8	Comparación entre los formatos Eurostat y AIE para el balance de gasóleo / diesel	40
Figura 2.1	Flujograma simplificado para la electricidad	45
Figura 2.2	Flujograma simplificado para el calor	46
Figura 2.3	Relaciones entre los cuadros del cuestionario de electricidad y calor	47
Figura 2.4	Diagrama sencillo de relación entre el combustible utilizado y la electricidad y calor producidos en una unidad CHP	51
Figura 3.1	Flujograma simplificado para gas natural	63
Figura 3.2	Relaciones entre los cuadros del cuestionario de gas natural	64
Figura 3.3	Flujograma simplificado para la producción de gas natural	65
Figura 4.1	Flujograma simplificado para petróleo	80
Figura 4.2	Relaciones entre los cuadros del cuestionario de petróleo	81
Figura 4.3	Oferta de petróleo crudo, LGN, insumos de refinería, aditivos y otros hidrocarburos	83
Figura 4.4	Flujograma simplificado de producción interna	84
Figura 4.5	Oferta de productos terminados	86
Figura 4.6	Entregas al sector petroquímico	89
Figura 4.7	Consumo del petróleo por sector	94
Figura 5.1	Flujograma simplificado para carbón mineral	107
Figura 5.2	Relaciones entre los cuadros del cuestionario de carbón mineral	108
Figura 5.3	Diagrama esquemático de transformación de carbón mineral	114
Figura 5.4	Valores caloríficos	119
Figura 6.1	Fuentes renovables y desechos – clasificación en tres grupos	126
Figura 6.2	Flujograma simplificado para fuentes renovables y desechos	130
Figura 6.3	Relaciones entre los cuadros del cuestionario de fuentes renovables y desechos	132
Figura 6.4	Flujograma simplificado para el Grupo I de fuentes renovables y desechos	134

Figura 6.5	Flujograma simplificado para el Grupo II de fuentes renovables y desechos	135
Figura 6.6	Flujograma simplificado para el Grupo III de fuentes renovables y desechos	135
Figura 6.7	Fuentes renovables y desechos – consumo por sector	139
Figura 7.1	Construcción del balance energético	148
Figura A1.1	Centrales de contrapresión	161
Figura A1.2	Turbina de extracción-condensación	162
Figura A1.3	Turbina de gas con recuperación de calor	164
Figura A1.4	Motores de pistón	165
Figura A1.5	Ciclo combinado (gas/vapor) en co-generación	167
Figura A1.6	Funcionamiento de una refinería típica	169
Figura A1.7	Rendimientos típicos de horno coquificador	171
Figura A1.8	Elementos principales de un alto horno	174
Figura A2.1	Valores caloríficos de la leña	189

Lísta de Cuadros

Cuadro 3.1	Cómo calcular el valor calorífico promedio de las importaciones	62
Cuadro 4.1	Petróleo primario versus secundario	76
Cuadro 4.2	Conversión de volumen a masa – un ejemplo	79
Cuadro 5.1	Productos primarios y derivados del carbón mineral	102
Cuadro 5.2	Diferencia entre los valores caloríficos bruto y neto	105
Cuadro 7.1	Cuadro Eurostat del balance energético para España, 1999	154
Cuadro 7.2	Cuadro AIE del balance energético para España, 1999	156
Cuadro A2.1	Composición esquemática del carbón mineral	181
Cuadro A2.2	Productos sólidos primarios y derivados del carbón mineral	183
Cuadro A2.3	Productos petroleros primarios y secundarios	186
Cuadro A3.1	Prefijos más comunes para múltiplos y sub-múltiplos	191
Cuadro A3.2	Coefficientes de conversión entre unidades de volumen	192
Cuadro A3.3	Coefficientes de conversión entre unidades de masa	193
Cuadro A3.4	Coefficientes de conversión entre unidades de energía	193
Cuadro A3.5	Rango de valores caloríficos por tipo de carbón duro	194
Cuadro A3.6	Valores caloríficos por tipo de coque	194
Cuadro A3.7	Valores caloríficos típicos para gases derivados del carbón mineral	195

Cuadro A3.8	Valores caloríficos típicos para determinados productos petroleros	195
Cuadro A3.9	Factores de conversión de masa o volumen a calor (valor calorífico bruto)	196
Cuadro A3.10	Conversión entre metro cúbico estándar y metro cúbico normal	196
Cuadro A3.11	Conversión entre unidades de GNL y gas natural	197
Cuadro A3.12	Valor calorífico bruto versus neto del gas natural	197

1 Antecedentes

La energía siempre ha desempeñado un rol importante en el desarrollo humano y económico y en el bienestar de las sociedades. Por ejemplo, la leña se ha utilizado desde tiempos prehistóricos como combustible, y las primeras civilizaciones ya aprovechaban el viento para navegar por los mares.

Entonces la madera era abundante y gratuita. La gente vivía en pequeñas tribus y fue recién cuando surgieron las aldeas y ciudades pequeñas que la leña llegó a ser un bien transado. A medida que las ciudades crecieron, hubo mayor necesidad de energía, y los bosques comenzaron a sobre-explotarse al punto de evidenciar en algunas áreas la escasez. Así, se hizo necesario hacer un monitoreo de la oferta y demanda de la leña.

La situación es diferente para el viento; los veleros todavía lo aprovechan libremente. Todavía se continúa utilizando el viento ampliamente para moler los granos en molinos. Fue la aparición de las primeras turbinas eólicas que motivó a las empresas a medir el resultado de la fuerza del viento (o sea, la electricidad generada) antes que el viento mismo.

Sin el calor y la electricidad producidos por la quema de combustibles, la actividad económica sería limitada y restringida. La sociedad moderna usa cada vez más energía para la industria, los servicios, el consumo doméstico y transporte. Este es el caso especialmente del petróleo, que ha llegado a ser el producto primario principal del comercio mundial, y parte del crecimiento económico se relaciona con su precio.

Sin embargo, ni el petróleo ni ninguno de los otros combustibles fósiles, como el carbón mineral y el gas natural, son recursos ilimitados. El efecto combinado de la demanda creciente y los recursos que se agotan exige controlar de cerca la situación energética. Otras razones de necesitar un conocimiento profundo de la oferta y demanda de la energía son la dependencia, seguridad y eficiencia energéticas, así como los aspectos ambientales.

Por extraño que parezca, es precisamente en un momento cuando más energía se produce, comercia, transforma y consume, cuando la dependencia energética va en aumento, y cuando las emisiones de gases con efecto invernadero son prioritarias en la agenda internacional, que se hace cada vez más difícil crear una imagen oportuna y fiable de la situación energética en muchos países.

Contar con una imagen clara de la situación implica datos detallados y fiables sobre las diferentes partes de la cadena de producción y consumo. Esto implica la necesidad de mecanismos apropiados de información, procedimientos válidos de verificación y recursos adecuados – en otras palabras, estadísticas energéticas maduras y sostenidas. Sin embargo, la liberalización del mercado energético, los datos

adicionales que se exigen a los estadígrafos/as, los recortes presupuestarios y la escasez de personal experimentado han puesto en peligro la sustentabilidad de algunos sistemas estadísticos y, por lo tanto, la confiabilidad de las estadísticas.

Es urgente revertir esta tendencia. Los tomadores de decisiones tienen que ser conscientes de la gravedad de la situación y de su impacto en el proceso de decisión. Los usuarios/as necesitan ser conscientes de algunos de los aspectos de calidad al utilizar los datos. Los estadígrafos/as necesitan realizar todo esfuerzo por sostener y fortalecer los sistemas estadísticos y adaptarlos al entorno energético rápidamente cambiante.

De modo que nos queda por delante un vasto programa de acciones. Una prioridad debe ser de incrementar el nivel de experticia en las estadísticas energéticas básicas, para que las definiciones y la metodología puedan aplicarse. Por esta razón, la Agencia Internacional de Energía y la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) han tomado la iniciativa de elaborar este *Manual de Estadísticas Energéticas*.

El objetivo del Manual no es brindar respuestas a todos las interrogantes vinculadas con las estadísticas energéticas. Su propósito es proporcionar las bases para los que no son expertos en estadísticas energéticas.

2 Concepto general del Manual

De conformidad con la búsqueda de sencillez, el Manual se ha hecho con formato de preguntas y respuestas. Los puntos desarrollados se introducen con una pregunta básica, como: “¿Qué entendemos por ‘combustibles’ y ‘energía’?” “¿Cuáles unidades se utilizan para expresar el petróleo?” “¿Cómo se presentan los datos energéticos?”

Las respuestas se dan en términos sencillos y se ilustran mediante gráficos, cuadros y tablas. Se encuentran explicaciones más técnicas en los anexos.

El Manual contiene siete capítulos. El primero presenta los fundamentos de las estadísticas energéticas, cinco capítulos tratan de los cinco tipos de combustibles (electricidad y calor; gas natural; petróleo; combustibles sólidos y gases industriales; fuentes renovables y desechos) y el último capítulo explica el balance energético. También se incluyen tres anexos técnicos y un glosario.

Para los cinco capítulos dedicados a los combustibles, hay tres niveles de lectura: el primero contiene la información general sobre el tema, el segundo revisa los temas específicos de los cuestionarios conjuntos AIE/OCDE-Eurostat-UNECE y el tercero se enfoca en los elementos esenciales del tema.

3

El uso del Manual con los cuestionarios conjuntos AIE/OCDE-Eurostat-UNECE

Cada año, la AIE, Eurostat y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) recogen estadísticas anuales utilizando cinco cuestionarios conjuntos (petróleo, carbón mineral, gas, electricidad y fuentes renovables) en base a definiciones, unidades y metodología armonizadas.

Los países miembros reciben los cuestionarios que contienen definiciones, explicaciones y las tablas. El texto es conciso para no sobrecargar a los estadígrafos/as responsables de completar los cuestionarios.

El Manual debe considerarse, por lo tanto, como un complemento útil para los cuestionarios, ya que proporciona información de fondo y un conocimiento más profundo de algunos de los temas más difíciles.

4

Un uso más general del Manual

Aunque hay referencias a los cuestionarios conjuntos AIE/OCDE-Eurostat-UNECE en varios lugares, el Manual puede ser útil para estadígrafos/as y analistas energéticos/as de todos los países.

La mayor parte del texto es relevante para los conceptos generales de estadísticas energéticas, independiente del formato o el contenido del cuestionario. A fin de cuentas, la electricidad es la misma en todo el mundo. Lo mismo se aplica a los flujos como “centrales eléctricas” o “pérdidas por transmisión”, así como a las unidades como megavatios o gigavatio-horas.

La Agencia Internacional de Energía y Eurostat esperan que este Manual facilite la comprensión de los fundamentos de las estadísticas energéticas y que su mejor comprensión lleve a un aumento de la experticia y la calidad de las estadísticas energéticas.

Somos conscientes de que el Manual no dará respuestas a todas las interrogantes. Por eso damos la bienvenida a sus comentarios para que, en una edición futura, podamos seguir mejorando y complementando su contenido al abordar las inquietudes más frecuentes. Los comentarios pueden enviarse a la Agencia Internacional de Energía, por correo electrónico: stats@iea.org.

Fundamentos



1 Introducción

Como primer paso, el estadígrafo/a energético deberá poder utilizar cómodamente las unidades de medición para los combustibles y la energía y conocer los principales procesos para la conversión de los combustibles. Igualmente, el estadígrafo/a necesitará saber las convenciones y definiciones utilizadas para recolectar y presentar las estadísticas energéticas. Esto se conoce, en términos generales, como la metodología.

Los siguientes párrafos y los anexos al Manual ayudarán al estadígrafo/a que recién ingresa al campo de las estadísticas energéticas por primera vez a adquirir los antecedentes técnicos de los combustibles y la energía, y a comprender la metodología estadística.

Hay algunos conceptos básicos y términos que son imprescindibles ya que se emplean ampliamente para tratar sobre los combustibles y la energía. Este capítulo dará una introducción a estas nociones, y siempre que sea posible se usará la modalidad de preguntas y respuestas. Las preguntas incluyen: ¿Qué entendemos por “combustibles” y “energía”? ¿Cuáles son los productos energéticos primarios y secundarios? ¿Qué es un flujo de productos? ¿Cómo se presentan los datos energéticos?

Se mantienen las respuestas en un nivel sencillo intencionalmente para dar una buena base al estadígrafo/a. Entonces podrán completarse con información adicional de otros capítulos del Manual.

2 ¿Qué entendemos por “combustibles” y “energía”?

Un diccionario define un **combustible** como toda sustancia que se quema para producir calor o electricidad. El calor se deriva del proceso de combustión en el cual el carbono e hidrógeno contenidos en la sustancia combustible se combinan con el oxígeno, liberando calor. La provisión de calor o electricidad, ya sea en forma mecánica o eléctrica, es la principal razón para quemar los combustibles. El término “**energía**”, cuando se utiliza correctamente en las estadísticas energéticas, se refiere únicamente al calor y la electricidad, aunque muchas personas también incluyen los combustibles.

En este Manual, así como en los cuestionarios conjuntos AIE/OCDE-Eurostat-UNECE, el término “**producto energético**” se utilizará para referirse tanto a los combustibles como al calor y a la electricidad. Sin embargo, otros estadígrafos/as

podrán emplear sinónimos como “transportador de energía”, “vector energético” o “energyware”.

3 ¿Cuáles son los productos energéticos primarios y secundarios?

Los productos energéticos o bien se extraen o captan directamente de los recursos naturales (en cuyo caso se les dice **primarios**) como el petróleo crudo, carbón mineral duro, y gas natural, o son producidos a partir de los productos primarios. Todos los productos energéticos que no son primarios, sino producidos de los productos primarios, se clasifican como productos **secundarios**. La energía secundaria proviene de la transformación de la energía primaria o secundaria.

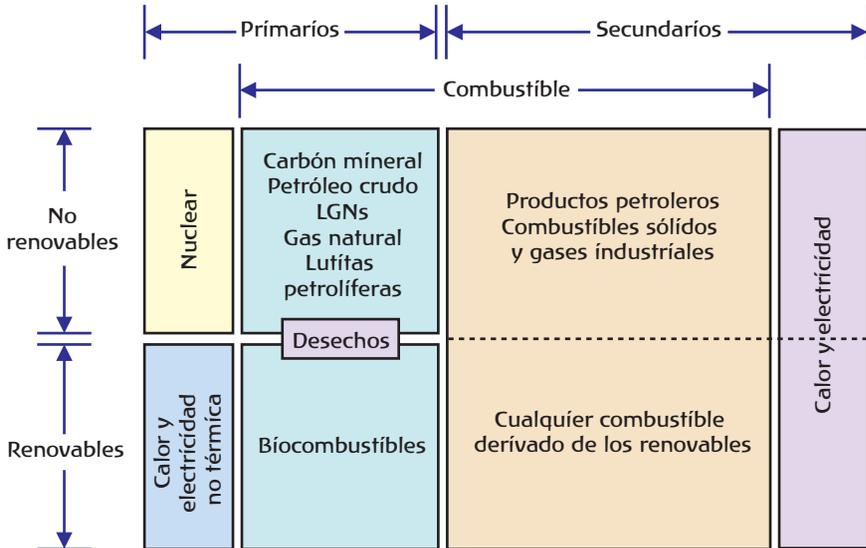
La generación de electricidad quemando combustóleo es un ejemplo. Otros ejemplos incluyen los productos petroleros (secundarios) producidos a partir de petróleo crudo (primario), el coque de coquería (secundario) a partir del carbón mineral (primario), el carbón vegetal (secundario) de la leña (primario), etc.

Tanto la electricidad como el calor pueden producirse como energéticos primarios o secundarios. La electricidad primaria se tratará más adelante en el capítulo sobre la electricidad. El calor primario es la captación del calor de fuentes naturales (paneles solares, yacimientos geotérmicos) y representa la llegada de energía “nueva” a las existencias nacionales de productos energéticos. El calor secundario se deriva del uso de los productos energéticos ya captados o producidos y registrados como parte de las existencias nacionales (calor de una central combinada de calor y electricidad, por ejemplo).

4 ¿Cuáles son los combustibles fósiles y fuentes renovables de energía?

Los productos energéticos primarios también pueden dividirse en combustibles de origen fósil y productos energéticos renovables. Los combustibles fósiles se extraen de los recursos naturales que se formaron a partir de biomasa en el pasado geológico. Se amplía este término para aplicarse también a cualquier combustible secundario producido en base a un combustible fósil. Los productos energéticos renovables, a excepción de la energía geotérmica, se obtienen directa o indirectamente de los flujos corrientes o recientes de la energía solar y gravitacional, constantemente disponibles. Por ejemplo, el valor energético de la biomasa se deriva de la luz solar utilizada por las plantas durante su crecimiento. Figura 1.1 da una ilustración esquemática de la energía renovable versus no renovable, y la energía primaria versus secundaria.

Figura 1.1 • Terminología para los productos energéticos



5

¿Cómo medir cantidades y valores caloríficos?

Los combustibles se miden con fines comerciales y para realizar el monitoreo de los procesos que los producen o utilizan. Las unidades de medición empleadas en el punto de medición del flujo del combustible son las más idóneas según su estado físico (sólido, líquido o gas) y requieren los instrumentos de medición más sencillos. Estas unidades se llaman **unidades naturales para ese combustible** (el término “unidad física” también se emplea). Ejemplos típicos son **unidades de masa** para los combustibles sólidos (kilogramos o toneladas) y **unidades de volumen** para líquidos y gases (litros o metros cúbicos). Por supuesto que hay excepciones: por ejemplo, la leña se puede medir en metros cúbicos o en una unidad de volumen local.

La energía eléctrica se mide en **unidad de energía**, el kilovatio-hora (kWh). Las cantidades de calor en los flujos de vapor se calculan midiendo la presión y la temperatura del vapor y pueden expresarse en calorías o julios. Excepto para medir el contenido calorífico del vapor, rara vez se miden los flujos térmicos sino que se deducen en base al combustible utilizado para producirlos.

También es común convertir los líquidos expresados en litros o galones a toneladas. Esto permite calcular la cantidad total de los diferentes productos líquidos. La conversión de volumen a masa requiere saber las densidades de los líquidos. En el Anexo 2 se presentan las densidades de los combustibles líquidos comunes.

Una cantidad de combustible expresada en su unidad natural puede convertirse en otra unidad. Existen varias razones para hacerlo: comparar las cantidades de combustible, estimar la eficiencia, etc. La unidad más usual es una unidad energética, porque es frecuente que por su poder calorífico compremos o utilizemos un combustible u otro. El uso de unidades energéticas también permite sumar el contenido energético de varios combustibles en diferentes estados físicos.

La conversión de una cantidad de combustible expresado en sus unidades naturales, o unidades intermedias (como masa), en unidades energéticas requiere un factor de conversión que exprese el calor obtenido a partir de una unidad del combustible. Este factor de conversión se conoce como el valor calorífico o poder calorífico del combustible. Una expresión típica de este valor sería 26 gigajulios/tonelada (GJ/t) para el carbón mineral ó 35,6 megajulios/metro cúbico (MJ/m³) para el gas. En este Manual se utilizará el término “valor calorífico” aunque el término “poder calorífico” también se use ampliamente.

El valor calorífico de un combustible se obtiene realizando mediciones en un laboratorio especializado en la determinación de la calidad de los combustibles. Los grandes productores de combustibles (empresas mineras, refinerías, etc.) miden el valor calorífico y otras cualidades de los combustibles que producen. Los métodos concretos empleados para medir el valor calorífico no son relevantes para este Manual, sin embargo la presencia de agua durante la combustión influirá en su valor calorífico. Este tema se trata en la siguiente sección.

6 ¿Cuál es la diferencia entre el valor calorífico bruto y neto?

La mayoría de los combustibles se componen de carbono e hidrógeno, que son los principales agentes caloríficos. Los combustibles pueden contener otros elementos que no contribuyen, o que contribuyen sólo ligeramente, al valor calorífico. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno se combinan con el oxígeno y esta reacción produce calor. Debido a la elevada temperatura de combustión, cuando el hidrógeno se combina con el oxígeno forman agua en estado gaseoso o vapor. En la mayoría de los casos, esta agua se expulsa del aparato (caldera, motor, horno, etc.) con los demás gases de la combustión.

Cuando las emisiones gaseosas se enfrían, el agua se condensa a estado líquido y libera calor, conocido como “calor latente”, que se pierde en la atmósfera. El valor calorífico de un combustible puede expresarse como valor bruto o neto. El **valor bruto** incluye todo el calor liberado del combustible, incluyendo el que se transporta en el agua formada durante la combustión. El **valor neto** excluye el calor latente del agua formada durante la combustión. Es importante, al obtener un valor calorífico, verificar si es neto o bruto. Las diferencias entre los valores netos y brutos típicamente son un 5% a 6% del valor bruto para los combustibles sólidos y líquidos, y un 10% para el gas natural.

Son raros los combustibles que tienen muy poco o nada de hidrógeno (por ejemplo, los gases de alto horno, los coques de alta temperatura y algunos coques de petróleo). Para estos casos, las diferencias entre los valores caloríficos brutos y netos son despreciables.

El cálculo de los valores caloríficos netos para los combustibles sólidos es aún más complicado, porque estos contienen frecuentemente agua atrapada, la cual se suma al agua que se forma a partir del hidrógeno que contienen. La reducción del valor calorífico neto como resultado del agua adicional es incierta, porque la humedad del combustible puede variar según las condiciones climáticas y su almacenamiento.

En resumen, el valor calorífico neto de un combustible es el calor total producido durante su combustión, menos el calor requerido para evaporar el agua presente en el combustible o producida durante su combustión. Los grandes usuarios de combustibles sólidos, como las centrales eléctricas, deberán poder proporcionar valores caloríficos netos en base al monitoreo de la generación eléctrica.

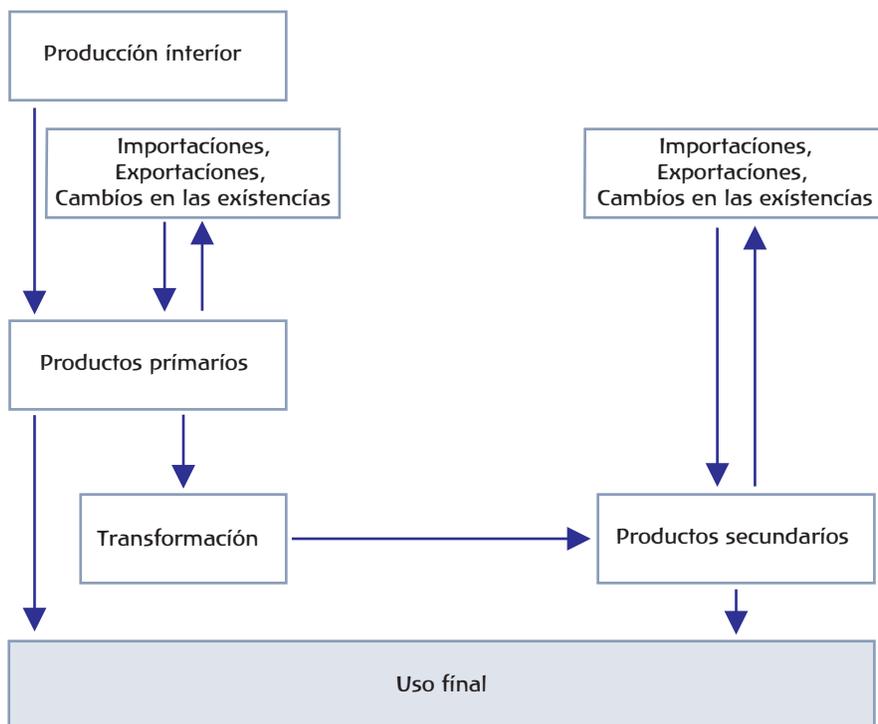
7 ¿Qué es un “flujo de productos”?

Los combustibles fósiles se extraen de las reservas naturales y los biocombustibles se toman de la biosfera, para utilizarlos directamente o convertirlos en otro producto combustible. Un país puede importar el producto que necesita o exportar un producto que excede a sus requisitos internos. La Figura 1.2 ilustra la forma general del flujo de un producto desde su primera aparición hasta que finalmente desaparece (uso final) de las estadísticas.

Un **flujo de productos** puede registrarse en los principales puntos entre su llegada y su desaparición. El criterio importante para el éxito al contabilizar el flujo es que el producto no debe cambiar sus características durante este proceso y que las cantidades deben expresarse en unidades idénticas para cada fuente de suministro y tipo de uso. Las características relevantes son las que afectan su capacidad de producir energía. Por ejemplo, el carbón mineral recién explotado contendrá minerales que no son carbón mineral y que se eliminan para poder venderlo. El carbón mineral “directo de la mina” no será igual que el carbón mineral que se consume. Por consiguiente, la cifra para la producción del carbón mineral que se utiliza en las estadísticas energéticas será la cantidad de carbón mineral una vez lavado y preparado para comercializarlo. Los productos que conservan sus principales cualidades energéticas en cada etapa del conteo estadístico se consideran homogéneos.

Existe un diagrama de flujo similar para el calor y para la energía eléctrica o mecánica. El análisis de estos productos energéticos debe realizarse con prudencia porque son de carácter abstracto y su tratamiento en las estadísticas energéticas es en parte un asunto de convención arbitraria. Estas convenciones influyen tanto en la naturaleza asumida de la energía primaria como en el valor asignado a su producción.

Figura 1.2 • Principales flujos de productos primarios



Consideremos la energía obtenida de cualquier aparato impulsado mecánicamente por el aire o el agua (energía eólica, hidroenergía, maremotriz, del oleaje, etc.). En casi todos los casos, la fuerza mecánica presente en las piezas móviles del aparato se utiliza para generar electricidad (existen algunas excepciones, como el bombeo de agua por medio de molinos de viento). Ya que no hay otra salida para la fuerza mecánica antes de que se utilice para generar electricidad, la forma de energía utilizada para representar la hidroenergía, eólica y maremotriz es la electricidad que generan. No se hace ningún intento de adoptar la energía mecánica como la forma primaria, ya que no tendría ninguna utilidad en las estadísticas energéticas. La electricidad primaria producida por estos aparatos se conoce a menudo como electricidad no térmica, ya que no se requiere calor alguno para su producción. La energía de celdas fotovoltaicas (PV) que convierten la luz del sol directamente en electricidad se considera como electricidad primaria y se la incluye dentro de las fuentes de electricidad no térmica. De todos modos, la eficiencia de una celda PV es relativamente baja.

El calor primario proviene de los yacimientos geotérmicos, reactores nucleares y paneles solares que convierten la radiación solar en calor.

La forma utilizada para la energía nuclear no es el valor calorífico del combustible nuclear, ya que esto sería difícil de establecer en términos que no sean ambiguos. En su lugar, se usa el contenido térmico del vapor que sale del reactor hacia la turbina como la forma de energía primaria.

8

¿Cuáles son los principales flujos considerados en las estadísticas energéticas?

Producción

Combustibles

Los combustibles pueden producirse de muy diversas maneras: una mina profunda para el **carbón mineral**, una plataforma marina para el **petróleo**, un bosque para la **leña**, etc.

La producción de **combustibles fósiles** primarios suele medirse cerca del punto de extracción de las reservas. Las cantidades producidas deben ser medidas cuando los combustibles están en estado comercializable. Cualquier cantidad que no se conserva para uso o venta debe excluirse de la cifra de producción. Por ejemplo, algunos de los gases extraídos de un campo petrolífero o gasífero pueden ser reinyectados para mantener su presión (gas reinyectado), quemados o liberados a la atmósfera (gas venteado). A continuación los gases restantes pueden ser tratados para eliminar algunos de los gases más pesados (líquidos de gas natural). La producción de **gas natural** comercializable debería medirse o calcularse después de eliminar el gas reinyectado, el gas desechado y los líquidos de gas natural (véase el capítulo sobre el gas natural).

Electricidad y calor primarios

La cuantificación de la producción de electricidad y calor primarios se relaciona estrechamente con la definición de estas dos formas de energía en las diferentes condiciones de su explotación. En general, el punto de producción estadística elegido es el más idóneo para la medición y el más alejado posible "corriente abajo" del punto de captura del flujo de energía antes de que se utilice. Por ejemplo, para la hidroelectricidad, este punto será la electricidad generada en los alternadores impulsados por las hidro-turbinas. Para los reactores nucleares, será el contenido calorífico del vapor que sale del reactor; en algunos casos se toma parte del vapor de los reactores para la calefacción urbana y generar electricidad. Si éste no es el caso, podemos medir el volumen de vapor a la entrada de la turbina.

A menudo el contenido calorífico del vapor que ingresa en la turbina no se conoce y debe estimarse. La estimación se realiza mediante un cálculo regresivo a partir de la producción eléctrica bruta, en base a la eficiencia térmica de la central. Se puede utilizar un enfoque idéntico para estimar el calor geotérmico que ingresa a

Producción de biocombustibles

Es difícil medir la producción de biocombustibles debido a la ausencia de puntos de producción claramente definidos; su utilización es difusa y generalizada, muchas veces se quema el combustible cerca de donde se recogió, sin implicar ninguna transacción comercial. Ciertos biocombustibles, notablemente la leña, se comercializan en algunos países, aunque estos constituyen tan solo una mínima parte del consumo total.

No es sencillo tampoco medir la producción de leña y otros biocombustibles porque son solo parte de una producción mucho mayor con fines no energéticos. La mayor parte de la producción maderera comercial se utiliza en el sector de la construcción y fabricación de muebles, y son relativamente pequeñas las cantidades empleadas como combustibles, junto a los desechos de la fabricación de productos de madera. Asimismo, el etanol, que puede combinarse con la gasolina, se produce de la fermentación de la biomasa principalmente para la industria alimentaria y de bebidas. Tan sólo una pequeña parte se utiliza como combustible.

En estos casos, la producción es estimada con un cálculo regresivo para llegar al total de los usos del biocombustible. La utilización es la que define a un producto como combustible. No se pretende evaluar la producción directamente ni incluir la producción que no se destina al uso como combustible. Puede ser necesario hacer excepciones a este procedimiento del retro-cálculo en el futuro si el estímulo del uso de los biocombustibles lleva al establecimiento de mercados específicos para los biocombustibles (por ejemplo el biodiesel). En tal caso, las actividades comerciales normales permitieran distinguir mejor los flujos del producto, desde su producción hasta su uso final. De este modo, el criterio para definir la producción de los combustibles fósiles también se aplicará a los biocombustibles.

En ciertos países los biocombustibles forman parte de sus importaciones y exportaciones. Si existe un mercado comercial para estos productos, entonces es posible medir la producción independientemente. Si no, se necesitará reajustar la cifra calculada de producción para tomar en cuenta el flujo de importación y exportación.

las turbinas cuando no se puede medir directamente el calor del flujo de vapor geotérmico. Sin embargo, en tal caso se emplea una eficiencia térmica determinada.

Comercio exterior.....

Las transacciones de combustibles entre compradores y vendedores de diferentes países plantean una serie de situaciones que conciernen a las estadísticas sobre **importaciones** y **exportaciones**. Es sobre todo fundamental asegurar que la

¿Cuál es el alcance nacional de las estadísticas energéticas?

El alcance territorial de la recolección de datos que respaldan a las estadísticas energéticas obviamente es importante para su aplicación y para asegurar su consistencia con las demás estadísticas económicas. El estadígrafo/a energético debe asegurar que este límite estadístico sea conocido y explícito en los boletines o resúmenes estadísticos. La definición del límite debe aclarar cuáles territorios distantes están bajo jurisdicción nacional y si se incluyen o no en los datos energéticos. En particular, ¿las islas distantes se consideran como parte del territorio nacional? ¿El consumo de combustibles en las islas y para las aeronaves desde el continente hasta las islas se incluye en las estadísticas energéticas nacionales como consumo interno de combustibles? De la misma manera, ¿el consumo y suministro de combustibles que ingresan y salen de cualquier zona de libre comercio del país se incluyen en los datos nacionales?

También influye en la cobertura de los datos del consumo nacional la manera en que se recogen los datos. Los datos del consumo suelen recolectarse mediante una mezcla de dos tipos de encuestas:

- Encuestas directas a clientes, o
- Encuestas a los proveedores de combustibles en las cuales el proveedor clasifica las entregas según la actividad económica o el tipo del cliente.

Es usual que las grandes plantas de combustión, como las centrales eléctricas, proporcionen detalles sobre su consumo directamente a la Oficina Estadística. Los datos sobre el consumo en las industrias manufactureras pueden recogerse de cualquiera de estos métodos, mientras que el consumo por el sector terciario se estima mediante encuestas sobre las entregas de los proveedores.

La diferencia entre el estimado del consumo de las entregas a un cliente y el consumo real equivale a los cambios en las existencias del consumidor. Por consiguiente, cuando las encuestas directas del consumo se realizan, es importante que se reporten los niveles de existencias de los consumidores, ya que deberán incluirse sus cambios de existencias en aquellos de nivel nacional.

definición de territorio nacional (véase el recuadro) esté clara y se aplique de manera idéntica a todos los productos energéticos. Si un país tiene “zonas de libre comercio”, entonces debe haber una política establecida sobre su inclusión o exclusión en las estadísticas, y sobre los efectos de esta decisión en la consistencia interna de las cuentas de productos primarios, en particular sobre las cifras de las existencias nacionales y el consumo.

Las importaciones y exportaciones de los bienes primarios son las cantidades que ingresan y salen de un determinado país como resultado de las compras y ventas

realizadas por las personas que viven en ese país. Se considera que se ha realizado la importación o exportación cuando el producto cruce la frontera nacional, sea o no que se haya desaduanizado según la autoridad aduanera. Con el fin de mantener la consistencia entre las cifras del comercio exterior para los combustibles y la energía con los principales indicadores económicos, las compras deben ser, al menos en parte, para consumo interno. Esto requiere que las cantidades que pasan por un país "de tránsito" no se incluyan en las cifras de importaciones ni exportaciones. Asimismo, la identificación correcta de los orígenes y destinos de los productos no sólo sirve para aislar el comercio en tránsito sino que además brinda información esencial sobre la dependencia del país del abastecimiento del exterior.

Los orígenes y destinos comerciales suelen estar disponibles para los combustibles embarcados como carga (combustibles que son fáciles de almacenar) pero es más difícil obtener esta información para los productos energéticos transportados por redes. Los medidores eléctricos o de gas darán cifras exactas para las cantidades físicas que atraviesan las fronteras nacionales pero sin información alguna sobre los orígenes ni los destinos finales. Además, en los mercados eléctricos más nuevos, el país de origen de la electricidad puede ser diferente del país en el cual esté inscrita la empresa vendedora. Por ejemplo, una empresa eléctrica española podría enviar electricidad a un consumidor belga y contratar para que se realice el abastecimiento desde Francia. Para las energías transportadas por redes en mercados abiertos, pueden surgir importantes diferencias entre el flujo comercial y el físico.

Para las estadísticas nacionales e internacionales, por lo tanto no es factible insistir en una identificación precisa de los orígenes y destinos para la electricidad. Más bien, los informes deben fundamentarse en los flujos físicos y los países de origen y destino serán los países vecinos. Por este motivo, para la electricidad, sí se incluirán las cantidades en tránsito.

Sin embargo, los informes de comercio exterior de gas natural deberían identificar los verdaderos orígenes y destinos para el gas. En el transcurso de los últimos dos decenios, el mercado internacional del gas se ha desarrollado de manera considerable con la introducción de nuevos gasoductos y el uso del transporte de gas natural licuado (GNL) cuando no son factibles los gasoductos. A diferencia de la producción de electricidad, la producción de gas natural depende de la existencia de reservas naturales, lo que introduce el aspecto de la dependencia, en materia del suministro de gas, de un país o región con respecto a otro. Para dar la información verdadera sobre los orígenes y destinos, los/as estadígrafos/as nacionales necesitarán colaborar estrechamente con las empresas que importan y exportan el gas.

Búnkeres marítimos internacionales

Los volúmenes de petróleo entregados a barcos para su consumo durante viajes internacionales (combustóleo) representan un caso especial de los flujos de petróleo de un país. El petróleo es utilizado como combustible por la embarcación y no constituye

parte de la carga. Toda embarcación, independiente a su país de registro, debe incluirse, siempre que estén embarcándose a viajes internacionales. Las estadísticas sobre búnkeres marítimos internacionales deben incluir el combustible entregado a las embarcaciones navales que emprenden en viajes internacionales. Debe tenerse cuidado para asegurar que los datos que representan el petróleo entregado para uso en búnkeres marítimos internacionales cumplan con la presente definición y en particular deben excluir el combustible utilizado por las embarcaciones pesqueras.

Los motores de grandes buques utilizan a veces combustibles diferentes en calidad de los combustibles llamados con los mismos nombres en tierra. Si es así, la naturaleza de las diferencias (en particular el valor calorífico) debe averiguarse y notarse como cálculos del balance energético, adicionalmente los inventarios de emisiones pueden requerir que las diferencias sean tomadas en cuenta.

Una de las razones por las que resulta esencial contar con un flujo especial de petróleo para los búnkeres marinos internacionales se relaciona con la manera en la que las emisiones de dichos búnkeres y de la aviación civil internacional se reportan en los inventarios nacionales para el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CCNUCC). Estas emisiones se excluyen, de hecho, de los inventarios nacionales.

Existencias

Las existencias de combustibles sirven para preservar el funcionamiento de la economía cuando la oferta o la demanda varían de manera que difieren una de la otra. Las existencias se reservan por los proveedores de combustibles para cubrir las fluctuaciones en la producción e/o importaciones, así como los pedidos de combustibles. Los clientes reservan existencias para cubrir las fluctuaciones en las entregas y el consumo del combustible. Las existencias mantenidas por los proveedores y generadores de electricidad siempre deben incluirse en las estadísticas nacionales sobre combustibles. Las existencias que tienen los demás consumidores se incluyen tan sólo si las cifras del consumo por los consumidores se basan en encuestas de consumo en las instalaciones del consumidor.

A diferencia de los demás flujos de contabilidad estadística (consumo, importaciones, producción, etc.) que se relacionan con el período completo analizado, las existencias tienen valores (niveles) que pueden medirse en momentos específicos. Los niveles de existencias al inicio y final del período de informe se conocen como **existencias de apertura** y **existencias de cierre**, respectivamente. Un flujo de combustible surge a partir de una **variación en las existencias** y es ese cambio el que se tiene en cuenta en las estadísticas. La variación de existencias resultantes de su incremento (existencias de cierre > existencias de apertura) o de su reducción (existencias de apertura > existencias de cierre) se conocen respectivamente **incremento y disminución en las existencias**.

Los niveles nacionales de existencias no deben incluir todas las existencias presentes en el territorio nacional. El criterio para decidir si unas existencias

determinadas se deben incluir o no es su disponibilidad para cubrir cualquier excedente en la demanda del combustible sobre su oferta o viceversa.

Hay una gran variedad de tipos de existencias, especialmente para los productos petroleros. Debe tenerse mucho cuidado al asignar las cantidades a las categorías de existencias correspondientes. Los tipos de existencias para petróleo crudo y productos petroleros incluyen, por ejemplo, los mantenidos por los gobiernos, los grandes consumidores, las organizaciones de almacenamiento, los volúmenes a bordo de naves marítimas que llegan al país, las existencias guardadas en zonas afianzadas, etc. El detalle por tipo debe realizarse según la necesidad y el uso de los datos (seguridad energética, emergencias, etc.).

Transformación de los combustibles

La **transformación** o **conversión** de un combustible consiste en cambiar un combustible primario, por medios físicos y/o químicos, en un producto energético secundario que satisface mejor que el primario el uso al que está destinado. Los principales procesos de conversión de los combustibles y producción de energía se describen detalladamente en el Anexo 1. Algunos ejemplos son la fabricación de coque a partir de carbón mineral en hornos de coque o la generación de electricidad a partir del vapor producido quemando combustibles.

Aunque ambos ejemplos son considerados por los estadígrafos/as energéticos como procesos de transformación, es importante notar que son fundamentalmente diferentes. La fabricación de coque, por ejemplo, es un verdadero proceso de conversión, esencialmente un proceso de separación. En este caso, la mayor parte del carbono del carbón mineral queda dentro del coque, y el hidrógeno del carbón mineral con algún carbono pasa al gas emitido y a algunos productos petroleros. Todas estas sustancias pueden considerarse como combustibles e idealmente no hay ninguna combustión durante el proceso. En cambio, la generación de electricidad quemando combustibles requiere la combustión de los combustibles. Una parte de la energía contenida en el calor (vapor) producido se convierte en electricidad. El carbono e el hidrógeno presentes en los combustibles originales se pierden y se emiten a la atmósfera como anhídrido carbónico (CO_2) y agua.

La producción de calor en las plantas térmicas también es el resultado directo de la combustión y es idéntica en su naturaleza a la generación de calor por los consumidores finales. Sin embargo, la producción de calor (vapor) para la venta se considera un proceso de transformación porque, al incluirlo en el sector de la transformación, el calor vendido aparecerá dentro de la oferta total de calor y se registrará su consumo por usuarios finales. El combustible usado para producir el calor vendido también debe ser incluido en el sector de la transformación. Si no se adoptara tal práctica, entonces el calor producido y vendido por las empresas fabriles no constaría en el balance, con la consecuencia de que el consumo de combustible por empresas se reportaría en exceso y el calor utilizado por los consumidores finales sería incompleto.

Consumo final

El consumo final de los combustibles cubre su uso para generar calor y para fines no energéticos. Los combustibles utilizados para producir electricidad y calor para la venta, así como las cantidades de energía producidas, se excluyen del consumo final porque se contabilizan bajo transformación.

Consumo energético final

El consumo energético final cubre las entregas de productos a consumidores para actividades que no sean la conversión de los combustibles ni actividades de transformación ya definidas en la estructura del balance. Se considera que los productos energéticos se consumen antes que transformarse en otros. En definitiva, desaparecen de la cuenta.

Las cantidades indicadas pretenden representar las necesidades energéticas de la actividad económica bajo la cual están clasificadas. Dentro del sector de la industria, por ejemplo, el consumo de productos energéticos será para uso final sin transformación a otros productos.

Las estadísticas contenidas dentro de esta parte del balance energético se toman principalmente de informes de entregas, realizadas por las industrias energéticas, a empresas clasificadas por su principal actividad económica o vienen de encuestas directas a los consumidores. La clasificación de las empresas se realiza a nivel local, sea por la compañía energética o por la administración nacional, usando el sistema nacional de clasificación para las actividades económicas. Dentro de la Unión Europea, este sistema será directamente comparable con la Nomenclatura General de las Actividades Económicas en las Comunidades Europeas (NACE rev. 1) y en otras regiones los países han adoptado o están adoptando clasificaciones nacionales en base a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU rev. 3). Los dos sistemas internacionales son idénticos hasta el nivel del tercer dígito. La amplia adopción de esquemas comunes de clasificación es esencial para una verdadera comparabilidad entre las estadísticas energéticas de los diferentes países. Pese a la gran comparabilidad que actualmente existe, los usuarios siempre deberán ser conscientes de que cualquier serie de datos puede incluir períodos en los cuales las clasificaciones nacionales en uso eran diferentes a las normas internacionales establecidas para la época.

Industria

Las empresas industriales usan productos energéticos para generar calor para su uso propio, para fines no energéticos, transporte, generación de electricidad, y producción de calor para la venta. Los combustibles usados para las últimas tres categorías no son parte del consumo energético final y usualmente se reportan en otra parte del cuestionario. El combustible usado para el transporte por empresas debe reportarse bajo el sector del transporte en el consumo final. Las estadísticas del uso de combustibles por empresas pueden obtenerse de las encuestas directas a las empresas o inferirse por las entregas de combustibles a éstas. En este caso,

suele ser difícil conseguir suficiente información para separar el uso de los combustibles para los diferentes propósitos enumerados. Usualmente el combustible específico que se utiliza definirá la actividad, pero a veces hay diferencias significativas en los impuestos sobre combustibles similares para fines diferentes que pueden dificultar la identificación de la categoría correcta de uso.

El sector de la industria se divide en doce ramas. Los códigos NACE que las definen constan en los cuestionarios anuales. Sólo dos ramas requieren comentarios.

Las cantidades registradas como consumo por la rama de la **industria química** representan el uso de combustibles para generar calor y como insumos, aunque las cantidades usadas como insumos normalmente constan en otra parte de los cuestionarios. El uso como insumos se analiza en la siguiente sección sobre los usos no energéticos de los combustibles.

Asimismo, las cifras para el consumo energético final por la **industria siderúrgica** cubren sólo los requisitos de combustión para calentar los hornos de coque, los altos hornos y los terminados de metales. Las cantidades de carbón mineral y coque que sufren transformación se reportan dentro del sector de la transformación.

Transporte

Se identifican cinco principales modos de transporte dentro de este sector. Las cifras se relacionan con el uso para la actividad de transporte en sí y no para el consumo por la empresa de transporte con fines ajenos al transporte. Usualmente el costo de los combustibles utilizados para el transporte inhibe su uso para otros fines. Sólo cuatro de los modos requieren comentarios:

- **Terrestre vial** Es común que todo combustible para el transporte vial conste como soporte de la actividad del transporte. Sin embargo, una parte será utilizada fuera de las vías, en actividades de excavación, izamiento y aplicaciones agropecuarias o forestales. Cantidades pequeñas pero significativas serán utilizadas en embarcaciones deportivas y equipos de jardinería a motor. El consumo para estos diversos usos puede averiguarse únicamente mediante las encuestas. Ninguna de estas cantidades ajenas al transporte vial deben incluirse bajo la categoría transporte terrestre vial.
- **Aéreo** Cuando se dispone de datos por separado para los combustibles entregados a aeronaves que emprenden vuelos internacionales, las cifras se muestran en aviación civil internacional (véase el análisis sobre los búnkeres marinos internacionales). En ausencia de datos desglosados, todas las entregas deben atribuirse al transporte aéreo interno.
- **Ductos** El uso de combustibles y electricidad en compresores y/o estaciones de bombeo, en gaseoductos, oleoductos y carboductos se reporta bajo este encabezamiento.

- **Navegación fluvial** Todo consumo de combustibles para el transporte de bienes o personas en vías acuáticas fluviales o para el transporte marino nacional debe incluirse. Un viaje marítimo nacional es uno que comienza y termina en el mismo país sin llegar a ningún puerto extranjero intermedio. Nótese que una parte extensa del viaje puede ser por aguas internacionales, por ejemplo desde El Havre hasta Marsella. El combustible consumido por las embarcaciones pesqueras de todo tipo (fluvial, costera o de alta mar) debe incluirse bajo el consumo para la agricultura.

Otros sectores: residencial, comercio, servicios públicos, etc.

- **Agricultura** El uso energético para las actividades forestales y pesqueras, incluyendo la pesca en alta mar, debe incluirse aquí. Sin embargo, los combustibles entregados para la pesca en alta mar a veces se omiten de este sector y se incluyen en las estadísticas de búnkeres marinos internacionales – éste es un error. Una mínima parte de las entregas de gas y diesel para el transporte vial se consume dentro de este sector, en el uso no-vial del combustible.
- **Residencial** Las estadísticas del consumo energético en los hogares se recogen de varias maneras en los diferentes países. Los datos sobre el consumo de gas y electricidad usualmente se derivan de las lecturas de medidores por las empresas respectivas. El consumo de los combustibles almacenables puede obtenerse calculando la diferencia entre la totalidad de las entregas y aquellas que se hacen a los sectores económicamente activos en los cuales se registran las entregas. Algunos países también realizan encuestas de consumo energético domiciliar que sirven para revelar cualquier sesgo en las estadísticas basadas en las entregas.

Usos no energéticos de combustibles

Varios combustibles pueden usarse para fines no energéticos. Estos son:

- Como materias primas para fabricar productos que no son combustibles (como insumos). El uso del contenido de hidrocarburos de los combustibles como materia prima es una actividad casi totalmente limitada a las refinerías y la industria petroquímica.
- Por sus propiedades físicas. Los lubricantes y grasas se utilizan en motores por ser resbalosos y el bitumen se usa en los techos y carreteras por sus cualidades como impermeabilizante y como recubrimiento resistente.
- Por sus propiedades como disolventes. El espíritu de gasolina (white spirit) y otros disolventes minerales industriales se utilizan como diluyentes en la fabricación de pinturas y para la limpieza industrial.

La industria petroquímica es el mayor consumidor de combustibles con fines no energéticos. Convierte combustibles fósiles (petróleo, gas natural y subproductos del horno de coque) y el carbono de la biomasa en productos orgánicos sintéticos.

El craqueo al vapor de productos petroleros de refinería o de líquidos de gas natural es el proceso esencial para la conversión petroquímica. Los insumos incluyen nafta, gasóleo, y gas licuado de petróleo (GLP). Etano, propano y butano del procesamiento del gas natural pueden utilizarse también si están disponibles.

El craqueo al vapor produce una variedad de químicos intermedios (etileno, propileno, butadieno, benceno, tolueno y xileno) y sub-productos (hidrógeno, metano y gasolina de pirólisis) utilizados como combustibles y/o devueltos a las refinerías. Las cantidades devueltas a las refinerías se conocen como **retroflujos**.

El carbono sólido, usualmente en forma de coque, se utiliza para varios procesos no energéticos en el sector de los productos químicos. Éstos incluyen la manufactura de carbonato de sodio calcinado, carburo de silicio y ánodos de carbono. Estos productos son usualmente fabricados a partir de coque de petróleo de alta calidad (calcinado) mientras que el coque de petróleo "verde" y el coque de coquería se utilizan con otros fines.

Uso de la electricidad

Casi la totalidad del consumo de electricidad es para energía, calefacción o para uso electrónico, con el resultado de que la energía eléctrica termina disipándose como calor. Por lo tanto, nunca debe reportarse la electricidad como uso no energético. Ciertas industrias utilizan la electricidad para electrólisis, pero las estadísticas que distinguen este uso de otros en las empresas usualmente no están disponibles. En consecuencia, todo consumo debe reportarse como uso energético.

9

¿Cómo se presentan los datos energéticos?

Recoger estadísticas fiables es una cosa. Difundir esta información de manera clara y completa es algo diferente.

Formato del balance de productos

El formato más común para presentar los datos sobre productos energéticos es el balance, en el cual se muestran las fuentes de suministro para cada producto y sus usos en una sola columna. El formato del balance es conceptualmente idéntico a una cuenta sencilla de gastos e ingresos, en la cual las fuentes de ingresos, al sumarse, deberán ser igual al total de egresos, después de haber tomado en cuenta los cambios en los depósitos de dinero.

Figura 1.3 • Estructura del balance de productos primarios

Fuentes de suministro (Fig. 1.4)
+ Transferencias entre productos
= OFERTA INTERIOR
Diferencia estadística
DEMANDA TOTAL =
Insumos para transformación
+ uso interno del sector energético
+ distribución y otras pérdidas
+ CONSUMO FINAL =
Uso no energético
+ Consumo energético final

El formato del balance es apropiado para los productos energéticos siempre que sean homogéneos en cada punto del balance. Este requisito se explica en la Sección 7 sobre los flujos de productos. Además, los productos energéticos deben expresarse, en lo posible, en unidades de masa o energía, ya que las unidades volumétricas (metros cúbicos) dependen de la presión o temperatura.

La Figura 1.3 representa la estructura principal de un balance de productos. El formato exacto del balance usado por diferentes países y organizaciones internacionales puede variar y siempre serán diferentes al formato simplificado de la Figura 1.3. Sin embargo, este modelo ilustrará los puntos principales y las diferencias entre las organizaciones.

Se analizarán a continuación las diferencias entre los balances de la AIE y Eurostat.

El balance se calcula según las reglas aritméticas indicadas en la Figura 1.3. Las fuentes de suministro se aumentan (o se reducen) con las transferencias entre productos, y el total representa la oferta interna que cubre las necesidades del país. La demanda total es la suma de los insumos para la transformación, el uso interno del sector energético para fines aparte de la transformación, pérdidas entre los puntos de producción y uso final de los productos energéticos, y el consumo final. Este consumo final es la suma de los fines no energéticos y energéticos.

Los principales encabezamientos de la Figura 1.3 se detallan más a continuación. Los **fuentes de suministro** se desglosan en sus principales elementos, como en la Figura 1.4.

Figura 1.4 • Fuentes de suministro

Producción
Otras fuentes
Importaciones
Exportaciones
Búnkeres marítimos internacionales
Cambio en las existencias

La producción incluye la producción interior y la fabricación de productos combustibles secundarios. La producción interior designa la extracción de combustibles primarios de reservas fósiles y fuentes de biocombustibles así como la captación de las energías renovables a partir del agua, el viento, la luz solar, etc. La producción interior se llama "producción primaria" según Eurostat.

Otras fuentes de producción son raras. Este encabezamiento abarca las fuentes de combustibles recuperadas de combustibles ya producidos pero que no se contaron

ni se almacenaron. Por ejemplo, los desechos del carbón mineral pueden recuperarse y aprovecharse posteriormente.

Las importaciones se trataron con las exportaciones en la sección sobre Comercio Exterior. Puede parecer extraño tratar las exportaciones como fuente de suministro, de hecho hay modelos de uso energético que tratan las exportaciones como parte de la demanda. Sin embargo, el balance energético trata de mostrar la oferta de combustibles utilizados dentro del país, de modo que las exportaciones se restan para calcular la oferta interior total. La convención del signo (para restar o sumar) en las importaciones y exportaciones depende de la fórmula utilizada para construir la cifra de la oferta total. Es normal darles un signo negativo a las exportaciones puesto que representan retiros de la oferta. La cantidad simplemente se suma con los demás elementos para producir el total.

Los búnkeres marítimos internacionales, véase la sección respectiva, también se incluyen como retiro de la oferta en esta parte del balance.

El cambio en las existencias es la diferencia entre los niveles de apertura y cierre de existencias. Una reducción en las existencias representa un aumento de la oferta y, por lo tanto, se asentará con un signo positivo. Lo contrario se aplica a un aumento en las existencias. En ambos casos, el cambio en las existencias es igual al nivel de existencias de apertura menos el nivel de cierre.

Las **transferencias entre productos** no son flujos importantes y surgen principalmente por la reclasificación de los productos. Un producto puede dejar de cumplir con sus especificaciones y se lo reclasifica como otro producto de menor calidad. La fila de "transferencias" también es práctica por reunir a diferentes productos bajo una misma categoría. Por ejemplo, en los balances Eurostat, los balances por separado de la hidroelectricidad y la generación eólica muestran transferencias de la producción al balance de la electricidad donde se muestra el destino de toda la electricidad. Está claro que los asientos en la fila de las transferencias pueden tener signos positivos o negativos, según sean aumentos o reducciones de la oferta del producto.

La **oferta interior** es el total de todas las fuentes de suministro y las transferencias entre productos.

Las cifras reportadas bajo **insumos para la transformación** son las cantidades de combustibles usadas para fabricar productos combustibles secundarios y las cantidades quemadas para generar electricidad y calor para la venta. Los encabezamientos en esta parte del balance son las diferentes plantas de combustibles y energéticas que se dedican a la producción de energía y combustibles secundarios. Pueden agruparse de la siguiente manera para simplificar la explicación de sus actividades:

- *Generación de electricidad y calor*

Éstas se dividen, a su vez, en plantas de sólo electricidad, plantas combinadas de calor y electricidad (CHP) y plantas que generan sólo calor. Estas centrales pueden

ser operadas por empresas que producen la electricidad y/o calor para la venta como su negocio principal o por empresas que no producen la energía como su fin primordial sino principalmente para su propio consumo. El primer grupo de empresas se llaman productoras públicas o principales de electricidad (MPPs) y las empresas del segundo grupo son autogeneradores o autoproductoras.

■ *Producción de combustibles sólidos y gas*

Se reconocen tres principales plantas de conversión en este grupo: la fabricación de coque a partir de carbón mineral calentándolo en coquerías, el uso del coque y otros combustibles en altos hornos, y la fabricación de aglomerados en base a varios tipos de carbón mineral. Las operaciones de coquificación y altos hornos usualmente tienen lugar en la industria siderúrgica. Los dos tipos de plantas producen gases que pueden usarse allí mismo o venderse a otros usuarios aparte. Un coque de menor calidad del usado en los altos hornos se produce en algunos países durante la fabricación del gas municipal. La fabricación del coque también produce aceites livianos y alquitranes.

Los altos hornos no están diseñados como plantas para convertir los combustibles sino para producir hierro y convertirlo, en su mayor parte, en acero. Sin embargo, para los fines de las estadísticas energéticas, se los considera como parte del sector de la transformación. De no incluirlos así, sería imposible controlar el combustible requerido para producir los gases de altos hornos que sí tienen fines energéticos.

La producción de aglomerados usualmente se ubica cerca de fuentes del carbón mineral (carbón duro, carbón marrón / lignito) ya que el proceso es esencialmente la agregación del carbón mineral molido en briquetas utilizables. Algunos de estos aglomerados se producen mediante la carbonización a baja temperatura del carbón mineral, similar a la coquificación en las plantas procesadoras de gas. Los diferentes procesos se describen más detalladamente en el Anexo 1.

■ *Refinerías de petróleo*

La producción de productos petroleros a partir de la refinación de petróleo crudo y el tratamiento de productos semi-terminados se realiza principalmente en las refinerías de petróleo. La cantidad de petróleo que ingresa a las refinerías para el proceso de conversión de combustible proporcionará la cantidad para la fabricación de los productos (incluso los no combustibles) y el consumo de combustible propio de la refinería.

■ *Otras transformaciones*

Este grupo cubre los procesos menos comunes para la conversión de los combustibles que no se identifican por separado.

Uso propio del sector energético: Esta parte del balance muestra las cantidades de productos energéticos consumidos dentro de las empresas productoras de energía y combustibles, en el sentido de que desaparecen de la cuenta en vez de aparecer como otro producto energético. Los productos se utilizan como apoyo de

las diferentes actividades de extracción, conversión de combustibles y producción de energía en la planta, sin embargo no entran en el proceso de transformación.

Es normal diferenciar el consumo final dentro del sector energético del consumo en otras actividades industriales, aunque, por su naturaleza, el sector energético es parte del sector industrial. La energía consumida por la empresa podrá comprarse directamente para el consumo o tomarse de los productos energéticos que extrae o produce.

Los encabezamientos usados para las actividades en esta parte del balance incluyen los utilizados en las industrias de transformación así como las de extracción y elaboración de combustibles (minería de carbón mineral, extracción de petróleo y gas, licuefacción de gas, procesamiento de combustible nuclear, etc.).

Distribución y otras pérdidas: las cantidades reportadas en esta parte del balance están separadas del sector energético y representan las pérdidas de productos energéticos durante su distribución a los puntos de utilización. Las pérdidas por transmisión y distribución asociadas con las redes de electricidad y gas ofrecen ejemplos sencillos, pero también hay casos relacionados con la distribución de gases de altos hornos y coquificación, así como de productos petroleros por ductos.

Uso no energético: La naturaleza del uso no energético se describe en la Sección 8 - Usos no energéticos de combustibles. La presentación de las cifras en

el balance hace una distinción muy limitada entre los diferentes sectores económicos en los que se da el uso. Normalmente, se identifica el uso no energético por la industria petroquímica. Sin embargo, en los balances de la AIE, se incluye los insumos de la industria petroquímica separadamente en el consumo energético final.

Consumo energético final: Se divide en tres grupos principales: Industria, Transporte y Otros sectores.

Industria: Las ramas del sector industrial para las cuales se requieren datos se enumeran en la Figura 1.5. Las definiciones de estas ramas en términos de actividades económicas se dan por referencia a la CIU (ISIC) rev. 3 y NACE rev. 1, véase la sección sobre Consumo energético final que antecede. El sector de la industria incluye la rama de la construcción pero no las industrias energéticas.

Figura 1.5 • Industria

Siderúrgica
 Químicos and petroquímicos
 Metales no ferrosos
 Minerales no metálicos
 Equipos de transporte
 Maquinaria
 Minas y canteras
 Alimentos, bebidas y tabaco
 Pulpa, papel e impresión
 Madera y productos
 Textiles y cueros
 Construcción
 No especificados en otro subsector

Las cifras de consumo de combustibles reportadas en el sector industrial por las empresas deberían excluir las cantidades utilizadas para generar electricidad y aquella parte del calor que es para la venta. Cuando sea factible, también deberían excluir los combustibles usados para el transporte de bienes en carreteras públicas. El consumo por el transporte vial debería reportarse bajo Transporte.

Transporte: Al menos se identifican cuatro modos de transporten: vial, ferroviario, aéreo y navegación nacional. La AIE también incluye el transporte por ductos (transporte de materiales por ductos); Eurostat trata este consumo como parte del uso propio del sector energético. Los volúmenes de combustibles incluidos bajo estos encabezamientos cubren el uso de combustibles únicamente para propulsión. El combustible usado por las empresas de transporte con otros fines no debe incluirse aquí sino bajo “Comercio y servicios públicos” (véase “Otros sectores” a continuación). Usualmente, las cantidades para el transporte son fáciles de identificar porque los combustibles para los vehículos automotores terrestres y aeronaves difieren de los combustibles para la calefacción, pero es posible alguna confusión cuando los motores usan gas o diesel. Por lo tanto, hay que tener cuidado para separar el consumo vehicular y empresarial. La energía utilizada por los ductos normalmente es electricidad. Una parte del gas transportado por los gasoductos se utiliza para impulsar los compresores. Es importante que este gas se reporte correctamente y no se considere como parte de las pérdidas por distribución.

Figura 1.6 • Otros sectores

Agricultura
Comercio y servicios públicos
Residencial
Otros

Otros sectores: Hay diferencias entre las organizaciones internacionales y países en su elección de encabezamientos bajo “Otros sectores”, aunque todas las actividades están incluidas en alguna categoría. La clasificación más común se muestra en la Figura 1.6.

El encabezamiento “Agricultura” cubre la agricultura, las actividades forestales y la pesca. El consumo por la pesca debe incluir todas las embarcaciones pesqueras, hasta las dedicadas a pescar en alta mar. Por lo tanto, es importante asegurar que el petróleo entregado a los barcos pesqueros no se incluye en las cantidades reportadas como “búnkeres marinos internacionales”.

Los/as estadígrafos/as nacionales deben analizar las **diferencias estadísticas importantes** para poder determinar qué datos son incorrectos o incompletos. Desafortunadamente, no siempre será posible corregir los datos y, en ese caso, la diferencia estadística no debe cambiarse, sino dejarse para ilustrar la dimensión del problema.

Decidir si es oportuno hacer un seguimiento de una diferencia estadística con las entidades informantes es cuestión de criterio. El porcentaje de diferencia que se podría considerar aceptable dependerá de la magnitud de la oferta del producto. Para los volúmenes grandes de oferta, como el gas natural o la electricidad, se deben hacer esfuerzos por mantener las diferencias estadísticas inferiores a 1%.

Por otro lado, para un producto de menor importancia, como los alquitranes y aceites de hornos coquificadores, se podría tolerar un error del 10%.

Cuando los balances de productos se construyen de los datos reportados al estadígrafo/a, también puede mostrarse una diferencia estadística de cero (un balance "cerrado"). Esta posición aparentemente ideal debe mirarse con desconfianza ya que, en casi todas las situaciones, indicaría que algún otro dato estadístico se ha estimado con el fin de equilibrar el balance. Esto normalmente ocurre cuando los datos vienen de un solo informante (por ejemplo una refinería o una siderúrgica) que cuenta con toda la información y por lo tanto puede manipular las cifras para cerrar el balance. Para poder identificar y evaluar los problemas encontrados por la empresa respectiva, el estadígrafo/a debe averiguar cuáles elementos han sido estimados para equilibrar el balance reportado.

Dos ejemplos de balance de productos: Eurostat y AIE

Las descripciones anteriores pueden ser ilustradas mostrando los formatos de balance de productos usados por Eurostat y por la AIE y comparándoles. La Figura 7 y Figura 8 son ejemplos de los formatos para Eurostat y la AIE para la oferta y el uso del gas natural y gas/diesel en Francia para el año 1999, y muestran la manera en la que cada organización presenta un combustible primario y secundario.

Los dos balances de productos difieren respecto a un elemento importante que influye en la presentación de los productos energéticos secundarios. En el balance de Eurostat, el sector de la transformación se divide en insumos y productos, mientras que la AIE sólo tiene la parte de insumos. La salida (producción) de los productos secundarios se muestra como "Producción" en el formato de la AIE y como "producto de la Transformación" por Eurostat. Eurostat se reserva la fila de producción para la producción primaria (interior) solamente (véase la Figura 1.7). La fila de producción de AIE muestra la producción interior o producción secundaria según el producto.

La diferencia de formato tiene consecuencias importantes para algunos de los principales agregados en los balances de productos. Nótese, por ejemplo, que las cifras en los balances de gas/diesel para "Consumo interior bruto" y "Oferta interna" no coinciden (véase la Figura 1.8). En Eurostat el "Consumo interior bruto" es esencialmente el consumo de la oferta neta por suministro externo. Podría ser un valor negativo si las exportaciones fueran suficientemente grandes. Para reproducir la cifra de la AIE para la "Oferta interna", es necesario sumar la producción en refinerías de gas/diesel del apartado "productos de transformación" del balance.

El uso de dos filas por separado para la producción permite que Eurostat diferencie entre la producción secundaria y primaria y por consiguiente adopte un formato idéntico para el balance de productos y el balance energético. Esto se hará más claro al tratar los balances energéticos en el Capítulo 7.

Hay muchas otras pequeñas diferencias entre los dos formatos, pero son principalmente cuestiones de los nombres elegidos y el orden de presentación antes que diferencias significativas.

Figura 1.7 • Comparación entre los formatos de Eurostat y AIE para el balance de gas natural

FRANCIA 1999		GAS NATURAL		terajulios (VCB)	
EUROSTAT-Formato		IEA-Formato			
Producción primaria	77 670	Producción	77 670		
Productos de recuperación	-	Otras fuentes	-		
Importaciones	1 649 710	Importaciones	1 649 710		
Cambio de stocks	-92 853	Exportaciones	-30 456		
Exportaciones	-30 456	Búnkeres marítimos internacionales	-		
Búnkeres	-	Cambio de stocks	-92 853		
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1 604 071	SUMINISTRO AL CONSUMO	1 604 071		
Insumo del sector de transformación	49 791	Transferencias	-		
Centrales térmicas públicas	1 805	Diferencias estadísticas	-20 440		
Centrales térmicas productoras para uso propio	47 986	SECT. TRANSFORMACION	49 791		
Centrales nucleares	-	Centrales eléctricas	49 791		
Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-	Centrales de cogeneración de calor y electricidad	-		
Coquerías	-	Centrales de calor	-		
Altos hornos	-	Altos hornos / Fabricas de gas	-		
Plantas de gas	-	Coquerías / Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-		
Refinerías	-	Refinerías de petróleo	-		
Centrales de calor	-	Industria petroquímica	-		
Productos de transformación	-	Licuefacción	-		
Centrales térmicas públicas	-	Otros sectores de transformación	-		
Centrales térmicas productoras para uso propio	-	SECTOR DE ENERGIA	17 320		
Centrales nucleares	-	Minas de carbón	-		
Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-	Extracción de petróleo y gas	9 715		
Coquerías	-	Refinerías de petróleo	-		
Altos hornos	-	Centrales eléctricas y de calor	-		
Plantas de gas	-	Bombeo (electricidad)	-		
Refinerías	-	Otros sectores energéticos	7 605		
Centrales de calor	-	Pérdidas de distribución	2 619		
Transferencias, intercambios	-	CONSUMO FINAL	1 513 901		
Intercambios de productos	-	SECTOR INDUSTRIAL	661 262		
Transferencias de productos	-	Siderúrgica	39 614		
Productos recuperados de la industria petroquímica	-	Químico y petroquímico	199 241		
Consumo del sector de energía	17 320	Incl.: prod. de alimentación	103 146		
Pérdidas de distribución	2 619	Metales no férreos	17 180		
CONSUMO FINAL	1 534 341	Minerales no metálicos	78 163		
Consumo final de procesos no energéticos	103 146	Equipos de transporte	-		
Industria química	103 146	Maquinaria	74 125		
Otros sectores	-	Extracción y minas	6 449		
Consumo final de procesos energéticos	1 410 755	Alimentación y tabaco	106 468		
Industria	558 116	Pastas papeleras, papel e impresión	66 401		
Siderúrgica	39 614	Industria de madera y corcho	-		
Metales no férreos	17 180	Construcción	2 371		
Industria química	96 095	Industria textil y cuero	19 183		
Porcelana, industria del vidrio y materiales de construcción	78 163	No especificado	52 067		
Extracción de mineral de hierro	6 449	SECTOR DE TRANSPORTE	28		
Alimentación, bebidas y tabaco	106 468	Transporte aéreo internacional	-		
Industria textil, confección, cuero y calzado	19 183	Transporte aéreo interno	-		
Pastas papeleras, papel, cartón, manipulados, impresión	66 401	Transporte por carretera	14		
Máquinas y transformados metálicos	74 125	Ferrocarril	-		
Otras industrias	54 438	Oleoducto	-		
Transporte	28	Navegación interna	-		
Ferrocarril	-	No especificado	14		
Transp. por carretera	14	OTROS SECTORES	852 611		
Transporte aéreo	-	Agricultura	11 729		
Navegación interna	-	Comercio y servicio públicos	399 324		
Comercio, administración y otros servicios públicos	852 611	Residencial	441 558		
Comercio y servicios públicos	441 558	No especificado	-		
Agricultura	11 729	USOS NO ENERGETICOS	-		
Diferencias estadísticas	20 440	En la industria/transformación/energía	-		
		En el transporte	-		
		En otros sectores	-		

Figura 1.8 • Comparación entre los formatos de Eurostat y AIE para el balance de gasóleo/diesel

FRANCIA 1999		GASÓLEO/DIESEL		kilotoneladas	
EUROSTAT-Formato		IEA-Formato			
Producción primaria	-	Producción	32 621		
Productos de recuperación	-	Otras fuentes	-		
Importaciones	11 668	Importaciones	11 668		
Cambio de stocks	1 213	Exportaciones	-2 230		
Exportaciones	-2 230	Búnkeres marítimos internacionales	-419		
Búnkeres	-419	Cambio de stocks	1 213		
CONSUMO INTERIOR BRUTO	10 232	SUMINISTRO AL CONSUMO	42 853		
Insumo del sector de transformación	48	Transferencias	-529		
Centrales térmicas públicas	18	Diferencias estadísticas	2 265		
Centrales térmicas productoras para uso propio	23	SECT. TRANSFORMACION	384		
Centrales nucleares	-	Centrales eléctricas	41		
Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-	Centrales de cogeneración de calor y electricidad	-		
Coquerías	-	Centrales de calor	-		
Altos hornos	-	Altos hornos / Fabricas de gas	-		
Plantas de gas	-	Coquerías / Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-		
Refinerías	-	Refinerías de petróleo	-		
Centrales de calor	-	Industria petroquímica	336		
Productos de transformación	32 621	Licuefacción	-		
Centrales térmicas públicas	-	Otros sectores de transformación	7		
Centrales térmicas productoras para uso propio	-	SECTOR DE ENERGIA	4		
Centrales nucleares	-	Minas de carbón	-		
Fabricas de aglomerados y de briquetas de lignito	-	Extracción de petróleo y gas	-		
Coquerías	-	Refinerías de petróleo	4		
Altos hornos	-	Centrales eléctricas y de calor	-		
Plantas de gas	-	Bombeo (electricidad)	-		
Refinerías	32 621	Otros sectores energéticos	-		
Centrales de calor	-	Pérdidas de distribución	-		
Transferencias, intercambios	-865	CONSUMO FINAL	44 201		
Intercambios de productos	0	SECTOR INDUSTRIAL	2 475		
Transferencias de productos	-529	Siderúrgica	35		
Productos recuperados de la industria petroquímica	-336	Químico y petroquímico	1 383		
Consumo del sector de energía	4	<i>Incl.: prod. de alimentación</i>	1 383		
Pérdidas de distribución	-	Metales no férreos	15		
CONSUMO FINAL	41 936	Minerales no metálicos	122		
Consumo final de procesos no energéticos	1 383	Equipos de transporte	48		
Industria química	1 383	Maquinaria	152		
Otros sectores	-	Extracción y minas	1		
Consumo final de procesos energéticos	42 818	Alimentación y tabaco	110		
Industria	1 092	Pastas papeleras, papel e impresión	14		
<i>Siderúrgica</i>	35	Industria de madera y corcho	-		
<i>Metales no férreos</i>	15	Construcción	409		
<i>Industria química</i>	0	Industria textil y cuero	38		
<i>Porcelana, industria del vidrio y materiales de construcción</i>	122	No especificado	148		
<i>Extracción de mineral de hierro</i>	1	SECTOR DE TRANSPORTE	26 801		
<i>Alimentación, bebidas y tabaco</i>	110	Transporte aéreo internacional	-		
<i>Industria textil, confección, cuero y calzado</i>	38	Transporte aéreo interno	-		
<i>Pastas papeleras, papel, cartón, manipulados, impresión</i>	14	Transporte por carretera	25 948		
<i>Máquinas y transformados metálicos</i>	200	Ferrocarril	368		
<i>Otras industrias</i>	557	Oleoducto	-		
Transporte	26 801	Navegación interna	485		
<i>Ferrocarril</i>	368	No especificado	-		
<i>Transp. por carretera</i>	25 948	OTROS SECTORES	14 925		
<i>Transporte aéreo</i>	-	Agricultura	2 026		
<i>Navegación interna</i>	485	Comercio y servicio públicos	4 450		
Comercio, administración y otros servicios públicos	14 925	Residencial	8 442		
<i>Comercio y servicios públicos</i>	8 442	No especificado	7		
<i>Agricultura</i>	2 026	USOS NO ENERGETICOS	-		
Diferencias estadísticas	-2 265	En la industria/transformación/energía	-		
		En el transporte	-		
		En otros sectores	-		

Electricidad y calor



1

¿Qué son la electricidad y el calor?

Información general

La **electricidad** es una forma de energía con una gama muy amplia de aplicaciones. Se utiliza en casi todos los tipos de actividad humana, que van desde la producción industrial, el uso doméstico, la agricultura, el comercio cuando requiere el trabajo de las máquinas, la iluminación y la calefacción.

Los primeros estudios de los fenómenos eléctricos fueron realizados al principio del Siglo XVII y continúan hasta el día de hoy. El uso industrial de la electricidad comenzó en el año 1879 cuando Thomas Alva Edison inventó y presentó públicamente el foco de luz. Desde entonces, el uso de la electricidad ha venido creciendo y aumentando su importancia para la vida cotidiana.

La electricidad se produce como energía primaria y también secundaria. La **electricidad primaria** se obtiene de fuentes naturales como la hidroelectricidad, eólica, solar, maremotriz y del oleaje. La **electricidad secundaria** se produce del calor de la fisión de los combustibles nucleares, del calor geotérmico y el calor térmico solar, así como quemando combustibles primarios como el carbón mineral, gas natural, petróleo, fuentes renovables y desechos. Una vez producida la electricidad, se distribuye a los consumidores finales a través de los sistemas nacionales o internacionales de transmisión y distribución.

El **calor**, así como la electricidad, es un portador de energía que principalmente se usa para calefacción de los espacios y en procesos industriales. La historia del calor es casi tan antigua como la historia de la propia humanidad, y comenzó con el descubrimiento del fuego.

El calor también se produce como energía primaria y secundaria. El **calor primario** se obtiene de fuentes naturales como la geotermia y el calor térmico solar. El calor secundario se obtiene de la fisión de los combustibles nucleares, y quemando combustibles primarios como el carbón mineral, gas natural, petróleo, fuentes renovables y desechos. El calor también se produce a partir de la electricidad en calderas eléctricas o bombas de calor. El calor puede producirse y utilizarse in situ, o distribuirse mediante un sistema de tubos hasta estructuras distantes del punto de producción.

Como ya se anotó, la electricidad se usa en casi toda actividad humana. Se utiliza en los hogares, para calefacción, iluminación y el funcionamiento de los aparatos electrodomésticos. Se utiliza en el trabajo, impulsando las máquinas en las fábricas, las computadoras en las oficinas, y los equipos en los hospitales. Se usa en el transporte, la agricultura y otros sectores de la economía.

Este amplio uso de la electricidad se refleja, por supuesto, en las estadísticas. La participación de la electricidad en el consumo final total mundial ha subido desde

un 9,6% en 1973 al 15,6% en 2001, siendo éste el mayor incremento entre todos los combustibles.

En años recientes, el sector eléctrico ha experimentado enormes cambios. El mercado de la electricidad se liberaliza, y hay que reducir las emisiones de gases con efecto invernadero; por lo tanto, el creciente rol de la electricidad hace que sea aún más necesario contar con datos precisos y confiables sobre su producción, capacidad de generación y consumo, para poder manejar su desarrollo futuro y asegurar su suministro de la manera más eficiente.

Los recientes apagones en varias partes del mundo (América Latina y del Norte, Europa, etc.) subrayan la necesidad de datos confiables, detallados y oportunos sobre la electricidad.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El cuestionario está diseñado para recoger datos sobre todas las fuentes de electricidad, producción pública de calor y calor de autoprodutores para la venta, su consumo y las cantidades de combustible usadas para producirlos. El cuestionario también prevé informes sobre la capacidad de generación eléctrica y carga eléctrica máxima anual.

Para completar los cuadros del cuestionario, es importante comprender que éste facilita la información de la producción de electricidad y calor a varios niveles. Refleja la **fuentes energética**, la **función** del productor y el **tipo de central**.

La **fuentes energética** hace referencia a la energía cinética (por ejemplo, hidroelectricidad, el viento), térmica (por ejemplo, nuclear, geotermia) o combustible utilizado como insumo para generar electricidad o calor.

Hay dos **funciones** para el productor: i) un productor público de electricidad o calor es una empresa que suministra la electricidad o el calor como su negocio principal. Este proveedor puede ser empresa pública o particular; ii) un autoprodutor de electricidad o calor es una empresa que produce electricidad y calor para su propio uso en apoyo a su negocio principal pero no como su giro central. El autoprodutor puede vender parte de su producción al suministro público.

Es importante anotar que a menudo existe confusión respecto a la terminología de "productor público". Un productor público puede tener como propietaria a una empresa privada, y viceversa – una empresa pública puede poseer una planta autoprodutora. En otras palabras, "público" no se aplica al régimen de propiedad sino a la función.

En cuanto al **tipo de central**, el cuestionario clasifica las centrales eléctricas y generadoras de calor en tres tipos:

- *Centrales sólo eléctricas* que solamente generan electricidad.
- *Centrales combinadas de calor y electricidad (CHP)* que generan calor y electricidad simultáneamente.
- *Plantas generadoras* que sólo producen calor.

Una planta CHP es aquella que contiene una unidad de producción combinada de electricidad y calor. Si la planta contiene, además, una unidad sólo eléctrica o sólo de calor, esa planta aun así debe considerarse CHP a menos que las estadísticas del uso de combustibles y producción estén disponibles para las unidades

individuales. En tal caso, el informe debe realizarse en base a las unidades antes que las plantas.

También se solicita información sobre la capacidad de la central eléctrica y las cargas máximas anuales.

Esencial

La información sobre la producción de electricidad y calor se analiza a varios niveles, los que reflejan la fuente energética, la función del productor, y el tipo de planta.

2

¿Qué unidades se utilizan para expresar electricidad y calor?

Información general

La producción, el consumo y comercio en electricidad se miden y expresan en múltiplos de vatios-hora. El múltiplo se elige (mega, giga, tera, etc.) según el tamaño de las cantidades producidas y consumidas.

Las cantidades de calor deben expresarse en unidades energéticas, usualmente en algún múltiplo de julios, calorías o unidades térmicas británicas (Btu).

Las cantidades de combustibles consumidas para producir la electricidad y el calor se expresan en unidades físicas como toneladas métricas, metros cúbicos, litros, etc., según el tipo de combustible. También deben expresarse en unidades energéticas para calcular la eficiencia.

La capacidad de generación eléctrica para las diferentes clases de centrales se mide y expresa en un múltiplo de kilovatios. La carga máxima anual y capacidad disponible en ese pico máximo se miden y expresan también como múltiplos de kilovatios.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las cantidades de combustibles consumidos para producir electricidad y calor se expresan en unidades físicas, en algunos casos según el tipo de combustible; y en unidades energéticas en todos los casos.

- Combustibles fósiles sólidos (carbón mineral, turba, etc.) se expresan en miles de toneladas.
- Gases industriales se expresan en terajulios (TJ).
- Los combustibles fósiles líquidos (petróleo, gas de refinería) se expresan en miles de toneladas.
- Gas natural y gas de planta procesadora de gas se expresan en terajulios (TJ).

- Fuentes renovables y desechos se expresan en terajulios (TJ).

Los datos para las capacidades de generación deben ser valores netos. La capacidad de generación neta es la capacidad bruta (o nominal) menos la capacidad requerida para operar los equipos auxiliares y transformadoras dentro de la planta.

Esencial

La electricidad se reporta en gigavatios-hora (GWh).

El calor se reporta en terajulios (TJ).

La capacidad de generación eléctrica se reporta en megavatios (MW).

3 ¿Cómo realizar la conversión de volumen y masa a energía?

Información general

Usualmente la producción de centrales eléctricas se expresa en unidades energéticas, en la mayoría de los casos en un múltiplo de kilovatios-hora. Sin embargo, los insumos de la central (carbón mineral, petróleo, etc.) suelen reportarse en unidades físicas, respectivamente toneladas para el carbón mineral y toneladas o litros para los productos petroleros.

Es importante que los datos sobre insumos combustibles también se reporten en unidades energéticas porque se utilizan para derivar las eficiencias de las centrales en el proceso de verificación de los datos.

Las conversiones específicas de volumen o masa a energía se explican en los capítulos relacionados con el petróleo, gas natural, combustibles fósiles sólidos y fuentes renovables, así como en el Anexo 3.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

En el Cuadro 6, todos los combustibles también se expresan en terajulios (TJ).

Para convertir desde las unidades físicas a terajulios (TJ), el valor calorífico por unidad se multiplica por las unidades físicas, y además se convierte a terajulios de ser necesario. Para más información sobre la conversión, favor referirse al Capítulo 1, *Fundamentos - Sección 5, Cómo medir las cantidades y valores caloríficos*, y al Anexo 3 – *Unidades y equivalentes para la conversión*.

El contenido energético de los combustibles fósiles sólidos y líquidos, y de las fuentes renovables y desechos, se expresa en el valor calorífico neto (NCV). El contenido energético del gas natural y los gases industriales se expresa en el valor calorífico bruto (GCV). Debe ponerse atención para seleccionar el factor de conversión correcto para cada combustible al convertir de unidades físicas a unidades energéticas.

Esencial

Los combustibles sólidos, las fuentes renovables y desechos deben reportarse en base al valor calorífico neto.

Los gases, excepto el biogás, deben reportarse en base a su valor calorífico bruto.

4 Flujos de electricidad y calor

Información general

Un flujograma de la producción al consumo para la electricidad se presenta en la Figura 2.1. Este flujograma se simplifica intencionalmente para dar una visión general de la cadena de suministro.

La producción, el comercio y el consumo son los principales elementos necesarios para lograr una visión completa del flujo de electricidad en un país. El nivel de detalle de los informes dependerá del uso al que van destinados.

Figura 2.1 • Flujograma simplificado para la electricidad

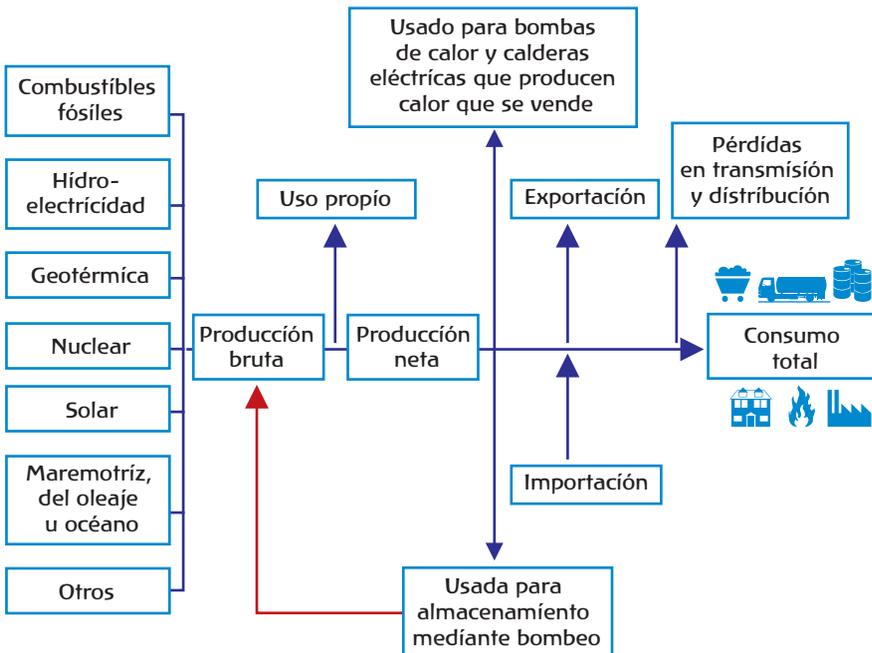
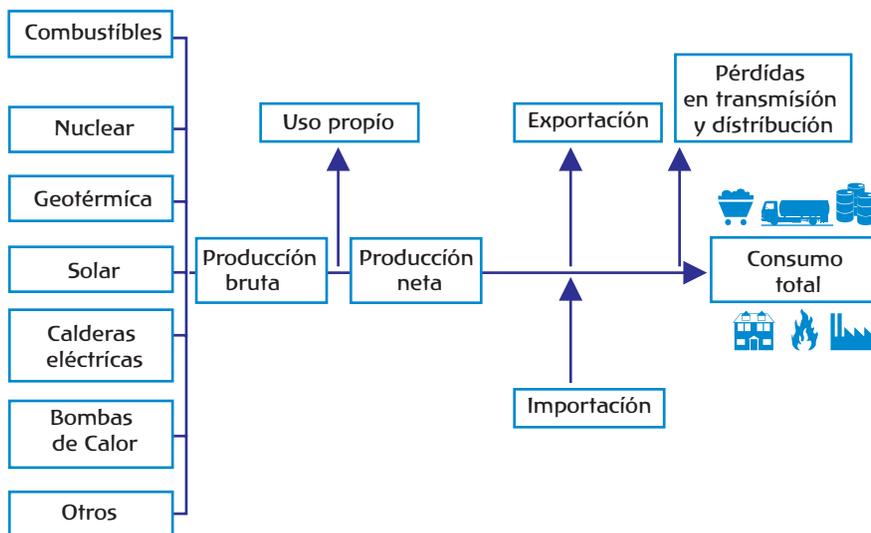


Figura 2.2 • Flujograma simplificado para el calor



La electricidad se genera como un producto primario o secundario en las centrales; la cantidad total de electricidad producida se llama la **producción eléctrica bruta**. Las centrales eléctricas consumen alguna cantidad de la electricidad para su propio uso. La **producción eléctrica neta** se obtiene deduciendo este monto de la producción bruta. Esta producción neta se distribuye a través de sistemas nacionales de transmisión y distribución hasta los consumidores finales, o se transforma en calor en calderas eléctricas o bombas de calor, o se almacena utilizando represas de almacenamiento por bombeo. Además, puede exportarse mediante interconexiones de transmisión internacional a otro país cuando exista un excedente de electricidad; o se puede importar cuando exista una escasez. Durante la transmisión y distribución, ocurren algunas pérdidas causadas por las características físicas de la red y del sistema de generación.

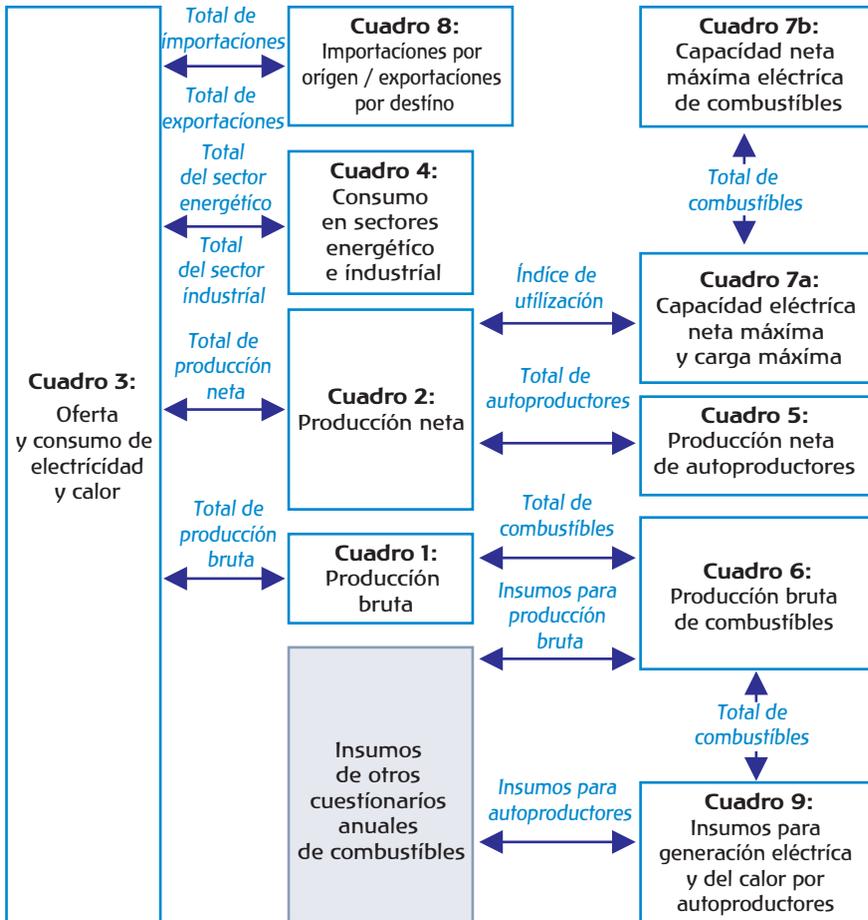
El flujo de calor es muy similar al de la electricidad con sólo dos excepciones: no hay realmente posibilidad de almacenar el calor, y el calor se transforma en electricidad (véase la Figura 2.2).

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El cuestionario de electricidad y calor consta de nueve cuadros, estando los primeros cuatro cuadros en un formato convencional de balance.

- Cuadro 1: Producción bruta de electricidad y calor.
- Cuadro 2: Producción neta de electricidad y calor.
- Cuadro 3: Suministro y consumo de electricidad y calor.
- Cuadro 4: Consumo de electricidad y calor en los sectores industrial y energético.

Figura 2.3 • Relaciones entre los cuadros del cuestionario de electricidad y calor



- Cuadro 5: Producción neta de electricidad y calor por autoprodutores.
- Cuadro 6: Producción bruta de electricidad y calor a partir de combustibles.
- Cuadro 7a: Capacidad eléctrica máxima neta y carga máxima.
- Cuadro 7b: Capacidad eléctrica máxima neta de centrales que usan combustibles.
- Cuadro 8: Importaciones por origen y exportaciones por destino de electricidad y calor.
- Cuadro 9: Combustible consumido para la autoproducción de electricidad y calor.

Estos cuadros serán presentados en los párrafos siguientes. Ciertos totales esenciales deberán preservarse entre los diferentes cuadros. Estos se ilustran en los diagramas que aparecen a continuación, Figuras 2.3 y 2.4.

Los siguientes totales deben ser consistentes entre los diferentes cuadros:

- La *producción de electricidad a partir de combustibles* en el Cuadro 1 debe ser igual a la suma de la *electricidad producida a partir de combustibles* en el Cuadro 6.
- La *producción neta de electricidad y calor* de centrales autoproductoras en el Cuadro 2 debe ser igual a las cifras totales correspondientes en las dos partes del Cuadro 5: *Producción neta de electricidad y calor*.
- Las cifras reportadas para las *importaciones y exportaciones* en el Cuadro 3 deben ser idénticas a los totales para las *importaciones y exportaciones* reportadas en el Cuadro 8.
- La *producción neta total reportada* en el Cuadro 5 debe ser igual al total reportado en el Cuadro 2.

Esencial

Favor recordar las relaciones entre los cuadros del cuestionario. Los totales esenciales deben ser consistentes.

5 Oferta de electricidad y calor

Ya que no hay existencias de electricidad y calor, el suministro incluye sólo su producción y comercio. Cada uno de estos dos componentes se describirá detalladamente a continuación.

Producción

Información general

La electricidad y el calor se producen a partir de varias fuentes en dos tipos básicos de plantas, por dos tipos de productores.

Para abarcar toda la información necesaria sobre la producción de la electricidad y el calor, la producción debe ser analizada desde la perspectiva descrita por las preguntas: "¿cómo, dónde y quiénes?".

La primera perspectiva concierne los combustibles a partir de los cuales se producen la electricidad y el calor, incluyendo el carbón mineral, los productos petroleros, gas natural, fuentes renovables, etc. La segunda perspectiva es el tipo de planta. Hay dos tipos que considerar: (1) centrales eléctricas solamente y plantas CHP para producir electricidad, y (2) plantas que solamente producen calor y plantas CHP para producir calor. La última perspectiva es el tipo de productor; hay dos tipos: productores públicos y autoproduedores.

Los datos se utilizan con varios fines: evaluar la seguridad del suministro, analizar cambios en los combustibles utilizados para generar la electricidad en el transcurso del tiempo, la evolución de las eficiencias para cada combustible, los impactos ambientales de la producción eléctrica, etc.

Las principales fuentes para la producción de electricidad y calor son carbón mineral (39% de la producción mundial de electricidad), seguido por el gas natural, nuclear, hidroelectricidad (cada uno de estos combustibles representa un 17% de la producción mundial) y petróleo (con apenas el 8%). Durante los últimos 30 años han surgido grandes cambios en los combustibles utilizados para generar la electricidad. Por ejemplo, la participación del petróleo se redujo del 25% al 8%, mientras que la participación de la energía nuclear se incrementó desde el 3% al 17%.

Durante este mismo periodo, la producción de electricidad, con un aumento del 250%, ha experimentado el crecimiento más rápido en comparación con el petróleo, carbón mineral y gas natural. Este gran incremento tuvo que acompañarse de una inversión considerable en capacidad nueva, especialmente de centrales nucleares en los años 1970s y 1980s.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La producción de electricidad se refleja en cinco cuadros del cuestionario:

El Cuadro 1 prevé información desglosada en tres niveles (combustible, función del productor y tipo de planta) sobre la **producción bruta de electricidad y calor**.

Para completar el cuadro, tienen que estar disponibles las estadísticas para la producción bruta de **electricidad** por separado para los productores públicos de electricidad y los autoproductores; además, la producción debe subdividirse según el tipo de planta. La producción bruta de electricidad es el total de la producción medida en el punto de salida de la máquina generadora (alternador) sin restar la electricidad utilizada en la central o perdida en otros equipos de la central.

La electricidad producida en las centrales hidroeléctricas debe incluir toda electricidad producida en las estaciones con almacenamiento por bombeo. La cantidad de electricidad producida en las estaciones hidroeléctricas con almacenamiento por bombeo siempre debe ser menor al total de electricidad producida por centrales hidroeléctricas, ya que este almacenamiento por bombeo aporta sólo una parte del total.

La producción bruta del **calor** es la cantidad producida y vendida. Es la cantidad de calor que sale de la planta para ser utilizada por personas no relacionadas con el productor. Se requieren detalles similares para el desglose de la producción bruta del calor. En este caso, la lista de fuentes energéticas es un poco diferente, lo que refleja el hecho de que el calor no se produce en instalaciones hidroeléctricas, ni a partir de energía maremotriz, del oleaje, ni marina, sino por bombas de calor y calderas eléctricas.

La producción bruta del calor geotérmico es la cantidad tomada del yacimiento de calor o vapor en la corteza terrestre. Esta puede estimarse a base de la producción de electricidad en las centrales eléctricas geotérmicas si la producción de electricidad es el único uso del calor y no están disponibles mediciones del calor utilizado. Cuando se usa el vapor geotérmico para generar electricidad, su temperatura o presión puede incrementarse calentando el vapor mediante la quema de combustible. Es esencial que el calor agregado no se incluya con la

producción de calor geotérmico ni con el calor geotérmico que se consume para generación de electricidad. El combustible utilizado debe reportarse dentro de su propio balance de productos como consumo para generar electricidad.

Las bombas de calor son dispositivos que permiten la transferencia de calor de áreas con temperatura ambiental baja a áreas con temperatura ambiental elevada y se usan, por ejemplo, para extraer el calor de un medio fuera de un edificio para calentar el interior del mismo. A menudo funcionan con motores eléctricos y proporcionan un medio eficiente de calefacción en algunas zonas. Sin embargo, no tienen un uso muy amplio y su aporte a la oferta energética nacional es mínimo.

Las calderas eléctricas se usan para proporcionar agua caliente y vapor para calefacción, u otros fines en países donde la electricidad (usualmente hidroelectricidad) está disponible a bajo costo.

El Cuadro 2 es idéntico en su formato con el Cuadro 1. La producción neta de electricidad y calor está constituida por las cantidades generadas en las centrales después de restarle la energía usada y perdida dentro de la planta.

Para el calor secundario (producido quemando combustibles), la producción neta es la cantidad vendida por la planta y es idéntica a la cantidad reportada para el calor en el Cuadro 1. En otras palabras, para el calor secundario las cifras de producción bruta y neta son idénticas.

Para el calor geotérmico, la producción neta diferirá de la producción bruta si parte de ese calor se utiliza en la central que produce y distribuye el calor.

El Cuadro 3 es un balance resumido de electricidad y calor con los principales elementos de la oferta y el consumo. Los datos reportados deben ser consistentes con otros cuadros donde exista una relación lógica (véase la Sección 4).

El Cuadro 5 prevé información sobre la producción neta de electricidad y calor por autoprodutores en los sectores energético, industrial y otros.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor se reportan en terajulios (TJ). Todos los valores deben redondearse a cero cifras decimales y no se permiten valores negativos.

Los Cuadros 6a, 6b y 6c prevén información sobre el consumo de combustibles para la producción bruta de electricidad. La producción del calor vendido se reporta según las categorías de los principales combustibles en un formato similar al que se utiliza en los Cuadros 1 y 2. Las cantidades correspondientes de electricidad producida y calor vendido también se reportan en el cuadro.

Para reportar por separado las cantidades de combustible utilizadas en una central CHP para producir electricidad y calor vendido, se requiere un método para dividir el uso total de combustible entre los dos productos energéticos. Esta división se requiere aunque no se venda calor, porque el combustible utilizado para producir electricidad debe reportarse en el sector de la transformación.

En las centrales CHP, el uso de combustible primero debe dividirse entre la producción de electricidad y calor. Entonces, la cantidad de combustible atribuida al calor se vuelve a dividir según la proporción de calor vendido y el calor total producido. Las instrucciones del cuestionario proponen un método (reproducido en

el recuadro a continuación) para asignar el uso de combustible en las plantas CHP entre la electricidad y el calor producido. El método se basa en una definición de UNIPEDE y debe usarse sólo si no hay ningún método nacional confiable para realizar esta asignación.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor se reportan en terajulios (TJ). Sin embargo, en el Cuadro 6, el combustible consumido debe reportarse en miles de toneladas (103t) y en terajulios para los combustibles sólidos y líquidos, y en terajulios para los combustibles gaseosos.

Metodología para asignar el uso de combustible en las centrales CHP entre la Electricidad y Calor producidos

La eficiencia general del proceso CHP, "e" se define como:

$$e = (H + E) / F$$

siendo:

E la cantidad de electricidad producida

H la cantidad de calor producida, y

F la cantidad de combustible consumida en el proceso de transformación.

La definición de UNIPEDE dice que "el consumo total de calor para producir energía eléctrica en una central combinada de calor y electricidad es el equivalente calórico del combustible consumido por la central menos el calor aportado para fines externos, con relación al aporte de combustible."

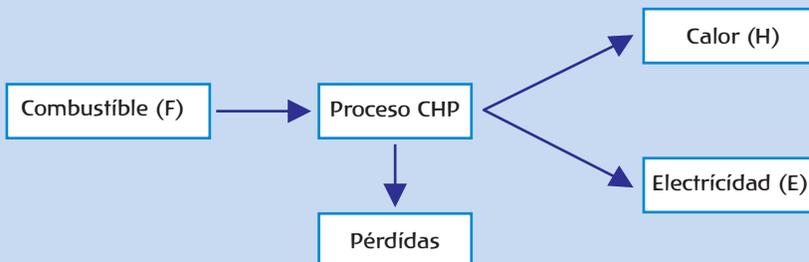
Esta definición propone que el combustible atribuido al uso para calor y electricidad sea:

$$F_h = H / e = F [H / (E + H)] \quad F_e = F - H / e = F [E / (E + H)]$$

En otras palabras, el aporte de combustible se divide entre la electricidad y el calor en proporción a sus participaciones en la producción.

Nota: La metodología se basa en una definición de UNIPEDE y debe usarse únicamente si no existe ningún método nacional confiable para realizar esta asignación.

Figura 2.4 • Diagrama sencillo de relación entre el combustible utilizado y la electricidad y calor producidos en una unidad CHP



Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

Todos los datos de producción se reportan desde las perspectivas del combustible, la función del productor y el tipo de planta.

La producción bruta del calor es la cantidad de calor producida y vendida.

Importaciones y exportaciones

Información general

Con la creciente globalización y apertura de las economías nacionales, ha crecido el intercambio comercial en electricidad. En todos los continentes, los países están interconectando sus sistemas para mejorar la seguridad de su suministro eléctrico y aprovechar las diferencias en costos de generación.

Por eso, es cada vez más importante recoger información sobre el comercio que esté desagregada por países de origen y destino. Estas estadísticas también ayudan a identificar la potencialidad de congestión en la transmisión y proporcionan el medio para lograr la operación más eficiente de un sistema internacional de transmisión que está en evolución.

La electricidad se transporta utilizando sistemas nacionales de transmisión a voltajes altos, que se interconectan en las fronteras. La capacidad de estos puntos de conexión limita la posibilidad de intercambio entre países. Es importante anotar que, ya que es imposible almacenar la electricidad, la oferta siempre debe ser igual a la demanda para que el sistema esté equilibrado. Esto crea una carga técnica adicional para los operadores de los sistemas de transmisión y estimula aún más la necesidad de flujos transfronterizos de electricidad.

La dinámica del comercio se refleja en las estadísticas mundiales de importaciones y exportaciones. El comercio mundial ha crecido más de cinco veces en los últimos 30 años. Además, el comercio – que antes se solía limitar a los países vecinos – ha comenzado a tener una dimensión mucho más amplia, como en Europa donde un cliente del sur puede comprar electricidad de un país del norte de Europa.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Se considera que las cantidades se han importado o exportado cuando crucen las fronteras nacionales del país. Las cantidades reportadas deben ser las cantidades físicas que crucen la frontera nacional, incluyendo las cantidades en tránsito cuando aplicables. Los orígenes y destinos, por lo tanto, serán los países vecinos.

Esto constituye una diferencia importante con la información sobre comercio para la mayoría de los demás combustibles.

Las importaciones y exportaciones de electricidad se reflejan en dos cuadros del cuestionario: en el Cuadro 8 se reportan las *importaciones por origen* y *exportaciones por destino*, el total de *importaciones* y *exportaciones* se reporta en el Cuadro 3.

En cuanto al calor, se aplica un principio similar para informar sobre su comercio. Sin embargo, el comercio de calor es poco usual, siendo poco probable que incluya cantidades en tránsito.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor se reportan en terajulios (TJ). Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

Nótese que la inclusión de cantidades en tránsito para electricidad y el calor es una excepción a la regla general para informar sobre importaciones y exportaciones.

6 Consumo de electricidad y calor

El consumo de electricidad y calor ocurre en varios sectores:

- En el sector de la transformación, y por la industria energética dentro del sector energético.
- En la transmisión y distribución de electricidad y calor.
- En los varios sectores y ramas del consumo final (industria, transporte, residencial, servicios, etc.).

Los siguientes párrafos ofrecen una breve descripción de estos sectores, resaltando el impacto en las estadísticas de la especificidad de cada sector de uso final.

Consumo de electricidad y calor en los sectores energético y de transformación

Información general

La electricidad se transforma sólo en calor mediante bombas de calor y calderas eléctricas. No existe un sector de transformación para el calor.

La electricidad y el calor también se usan en el sector energético para apoyar la extracción y producción de combustibles y las actividades de transformación. Las centrales con almacenamiento por bombeo también son parte de esta categoría. En estas centrales, la electricidad se utiliza para bombear el agua hasta los embalses durante los períodos de carga baja, mientras que durante los períodos de carga máxima los caudales de los embalses se utilizan para generar electricidad.

Los sectores energético y de transformación consumen un 10% de la oferta eléctrica mundial y un 9% de la oferta mundial del calor.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los sectores energético y de transformación se reflejan en los Cuadros 3 y 4 del cuestionario.

El consumo de electricidad y calor en la industria nuclear se refiere a la producción y enriquecimiento de combustibles nucleares. No incluye la electricidad y calor consumidos durante el funcionamiento de las centrales eléctricas nucleares. La electricidad y calor usados en las centrales eléctricas nucleares se reporta como *uso propio por planta* en el Cuadro 3.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor se reportan en terajulios (TJ). Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

El consumo de electricidad en el sector de transformación se limita a las bombas de calor y las calderas eléctricas. No hay dicho sector para el calor.

El consumo en la industria nuclear se refiere al enriquecimiento del combustible nuclear, no al uso propio en las centrales eléctricas nucleares.

Pérdidas de electricidad y calor en la transmisión y distribución

Información general

Todas las pérdidas en la transmisión y distribución se deben al transporte y la distribución de electricidad y calor. Para la electricidad, también se incluyen las pérdidas en los transformadores que no se consideran como parte integral de la central eléctrica.

Para la electricidad, las pérdidas por distribución representan del 7% al 15% de la oferta de electricidad. El volumen de las pérdidas depende principalmente del tamaño del país (la longitud de las líneas de transmisión), el voltaje de transmisión y distribución, así como la calidad de la red. En algunos países, el hurto puede ser una gran parte de las pérdidas; a veces esto se conoce como "pérdidas no técnicas".

Para el calor, las pérdidas por distribución representan un 15%. El calor usualmente se distribuye en distancias cortas, porque de otra manera es ineficiente.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las pérdidas en la transmisión y distribución se reflejan en el Cuadro 3.

Las pérdidas eléctricas en las líneas aéreas de transmisión y distribución se reportan en la fila de Pérdidas en la transmisión y distribución. Asimismo, las pérdidas del calor durante su distribución a los consumidores distantes deben reportarse en la misma fila.

Las cifras para las pérdidas eléctricas deben obtenerse de las empresas que operan los sistemas nacionales y las empresas distribuidoras. Las pérdidas del calor deben obtenerse de las empresas locales de calefacción y otros vendedores de calor. Las pérdidas de electricidad o calor no deben ser estimadas por los/as estadígrafos/as para igualar oferta y consumo.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor en terajulios (TJ). Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten los valores negativos.



Esencial



Todas las cantidades de electricidad y calor perdidas durante su transporte y distribución deben reportarse bajo las pérdidas de transmisión y distribución.

Consumo final

Información general

El consumo final de electricidad y calor es toda la electricidad y el calor consumidos en la industria, transporte, agricultura, comercio y servicios públicos, así como residencial. Estos sectores se desglosan de conformidad con la clasificación ISIC.

El consumo final es una parte grande del consumo de electricidad y calor, aproximadamente 80% del consumo total. Además, es la parte más dinámica del consumo. Buena parte del crecimiento en el consumo eléctrico desde 1973 ha tenido lugar en los sectores residencial, comercio y servicios públicos. La participación de los sectores residencial, comercio y servicios públicos en conjunto subió del 38% al 52% en los últimos 30 años.

Aunque la cantidad de electricidad consumida en el sector de la industria ha aumentado constantemente, el crecimiento ha sido más lento que en los sectores residencial, comercial y servicios públicos. Por consiguiente, la participación de la industria se ha reducido del 51% en 1973 a un 42% en la actualidad.

Los sectores de transporte (ferroviaria) y agricultura (principalmente para bombas de riego) son consumidores relativamente menores de la electricidad.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El número agregado para el sector de la industria se reporta en el Cuadro 3 así como para los otros sectores tales como residencial, comercial y servicios públicos, agricultura y otros. En cuanto al sector del transporte, el consumo debe reportarse para el total del transporte así como desglosado entre ferroviario, ductos y no especificado.

Por la importancia de la electricidad en el sector de la industria, el consumo de la electricidad se desagrega adicionalmente en sub-sectores en el Cuadro 4. No se prevé informes sobre la electricidad para uso no energético ya que se considera que todo consumo eléctrico es para fines energéticos.

Las estadísticas eléctricas se reportan en gigavatios-hora (GWh) y las estadísticas del calor en terajulios (TJ). Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

El consumo final de la electricidad y el calor es la suma de la electricidad y el calor consumidos en los sectores de la industria, transporte, agricultura, comercio / servicios públicos y residencial.

No se prevé información sobre algún uso no energético de electricidad y calor.

7 Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre electricidad y calor

Insumos para la autoproducción.....

Información general

Debido a la creciente importancia de la problemática ambiental, se hace imprescindible identificar el consumo total de combustibles en cada sector industrial y de consumo, para que puedan desarrollarse medidas de conservación de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero apropiadas para cada sector.

Para información general y definiciones sobre la autoproducción, favor referirse a la Sección 1, *Información específica relacionada con el cuestionario conjunto*.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos para la producción de electricidad y calor por autoproductores se reportan en las dos partes del Cuadro 5.

Este cuadro proporciona información sobre el combustible usado por los autoprodutores de electricidad y calor para la venta según su actividad económica principal. El cuadro se separa en columnas correspondientes a tres tipos reconocidos de planta generadora: *Electricidad-solamente*, *CHP*, y *Calor-solamente*. Los datos se utilizan para el seguimiento a los combustibles utilizados para la electricidad y el calor generados por autoprodutores como parte de los esfuerzos de Naciones Unidas por comprender las emisiones de CO₂.

En el caso de las centrales CHP, para reportar cifras de las cantidades de combustible usadas en la producción de electricidad y calor por separado se requiere un método que divida el total de combustible usado entre los dos productos energéticos. La división se requiere aunque no se venda calor, porque el combustible usado para producir electricidad debe reportarse en el sector de la transformación. El método propuesto se describe en el Anexo 1, Sección 1 y debe seguirse cuidadosamente.

Favor notar que los totales reportados en este cuadro deben ser iguales a los respectivos totales reportados en el Sector de la transformación (Cuadro 1). Además, nótese que un cuadro similar se incluye con los otros cuatro cuestionarios anuales. Para evitar informes inconsistentes, favor comunicarse con la persona responsable de completar los demás cuestionarios en su país.

Esencial

Los otros cuestionarios sobre combustibles (carbón mineral, petróleo, gas natural y fuentes renovables y desechos) contienen cuadros similares.

Capacidad eléctrica máxima neta y carga máxima ..

Información general

La capacidad eléctrica neta, carga máxima y fecha cuando ocurrió la carga máxima se monitorean para medir los factores relacionados con la seguridad, tales como el margen de reserva, la capacidad disponible durante los períodos de carga máxima, etc.

La capacidad máxima neta es la máxima que se puede suministrar continuamente, con toda la central en funcionamiento, al punto de salida a la red (es decir, después de tomar los suministros para todos los sistemas auxiliares de la central y tomar en cuenta las pérdidas en los transformadores considerados como parte integral de la central).

La **capacidad de generación eléctrica máxima** nacional se define como la suma de las capacidades máximas de todas las plantas individuales que están disponibles durante un período mínimo de 15 horas diarias. Las cifras reportadas deben relacionarse con las capacidades máximas el 31 de diciembre y expresarse en megavatios (MW).

Los datos sobre la capacidad de quemar combustibles son importantes para

planificar las respuestas a interrupciones nacionales e internacionales del suministro de combustibles.

La **carga máxima** equivale a la máxima demanda simultánea de electricidad que se pudo satisfacer durante el año. Nótese que el suministro de electricidad en el momento de pico máximo de demanda puede incluir demanda cubierta por electricidad importada o alternatively la demanda puede incluir exportaciones de electricidad.

La carga máxima total del sistema nacional no es la suma de las cargas máximas durante el año en cada central eléctrica, ya que éstas pueden ocurrir en momentos diferentes.

La capacidad en el momento del pico máximo equivale a la capacidad neta total disponible en aquel momento y puede diferir de la capacidad máxima disponible indicada anteriormente debido a una interrupción de la central por razones de mantenimiento u de otro tipo en el momento de la carga máxima.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Esta información se recoge en el Cuadro 7 del cuestionario, el que se divide en dos: Cuadros 7a y 7b.

- El Cuadro 7a recoge información sobre las *capacidades eléctricas máximas netas y la carga máxima*. El cuadro requiere que la capacidad nacional total se divida entre proveedores eléctricos públicos y autoproductores, así como según la fuente de energía. La capacidad reportada bajo los *combustibles* se detalla con más profundidad según la tecnología de la central generadora.
- El Cuadro 7b recoge información sobre *capacidades eléctricas máximas netas de centrales que usan combustibles*. La capacidad máxima neta total reportada bajo los *combustibles* en el Cuadro 7a, subdividida entre proveedores públicos y autoproductores, se subdivide de nuevo según la capacidad de quemar combustible en el Cuadro 7b. La capacidad de quema se separa en las categorías de “un solo combustible” y “múltiples combustibles”. Una central con capacidad de quema de múltiples combustibles es aquella que contiene unidades individuales que pueden quemar varios combustibles de forma continua.

Las capacidades eléctricas se reportan en megavatios (MW). Todos los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

Las cifras reportadas deben relacionarse con las capacidades máximas el 31 de diciembre y expresarse en megavatios (MW).

Gas natural



1 ¿Qué es el gas natural?

Información general

El gas natural consta de varios gases, pero en su mayor parte de **metano** (CH₄).

Como sugiere su nombre, el gas natural se extrae de reservas subterráneas naturales y no es un producto químicamente puro. Al extraerse del yacimiento gasífero o en asociación con petróleo crudo, constituye una mezcla de gases y líquidos (algunos de los cuales no serán productos energéticos). Sólo después de su procesamiento se convierte en uno de los gases comerciables que existían en su mezcla original. En esta etapa, el gas natural sigue siendo una mezcla de gases, pero predomina su contenido de metano (típicamente más del 85%).

El gas natural producido en asociación con el petróleo se llama **gas asociado**, y el producido en un yacimiento gasífero no asociado al petróleo se denomina **gas no asociado**.

Durante la minería subterránea de carbón se puede liberar algún gas del yacimiento. Este gas se llama "**gas grisú o gas metano**". Este gas debe eliminarse por motivos de seguridad, sin embargo si se utiliza como combustible las cantidades deben incluirse en la producción comercializada.

Los términos de **gas húmedo** y **gas seco** se suelen utilizar frecuentemente. Al gas que contiene una cantidad apreciable de butano e hidrocarburos más pesados (líquidos de gas natural – LGN) se le llama gas húmedo. El gas natural producido en asociación con el petróleo – el gas asociado –usualmente es **gas húmedo**. El **gas seco** consiste principalmente en metano con cantidades relativamente pequeñas de etano, propano, etc. El gas no asociado (producido de un pozo gasífero sin asociación con el petróleo) usualmente es gas seco.

Para facilitar el transporte por largas distancias, el gas natural puede convertirse a forma líquida reduciendo su temperatura a –160 grados Celsius bajo presión atmosférica. Cuando se licua el gas, se llama **gas natural licuado (GNL)**. La licuefacción cambia tan sólo el estado físico del gas natural a un líquido; sigue siendo principalmente metano, y por lo tanto debe incluirse en el *cuestionario de gas natural*. Para más información, véase el *Anexo 1, Sección 4*.

La oferta y demanda del gas natural están creciendo rápidamente. El gas natural representa hoy más del 21% de la oferta total mundial de energía primaria, a comparación del 16,2% en 1973.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

En el *cuestionario de gas natural* se debe reportar la producción del gas natural, desglosada en gas asociado y no asociado. Adicionalmente, el gas grisú recuperado

de las minas de carbón necesita incluirse. Los gases industriales, como los producidos por plantas procesadoras de gas, y los gases líquidos, como los líquidos de gas natural (LGN), así como los gases licuados de petróleo (GLP), no deben incluirse en el cuestionario de gas natural, sino reportarse respectivamente en el cuestionario de carbón mineral o petróleo.

Esencial

El gas natural se compone principalmente de metano.

El gas grisú debe incluirse en las estadísticas.

2 ¿Qué unidades se utilizan para expresar el gas natural?

Información general

El gas natural puede medirse en varias unidades: según su **contenido energético** (o calorífico) o su **volumen**.

Tanto en un caso como en el otro, en la industria del gas natural se utilizan varias unidades:

- Para medir la **energía**, es posible usar julios, calorías, kWh, unidades térmicas británicas (Btu), o termias.
- Para medir el **volumen**, la unidad más comúnmente utilizada es el metro cúbico o pie cúbico.

Cuando se usan mediciones de volumen para el gas natural, es importante saber a cuál temperatura y a cuál presión se ha medido el gas. De hecho, siendo muy comprimible el gas, los volúmenes de gas tienen significado sólo a una determinada temperatura y presión. Hay dos conjuntos de condiciones bajo las cuales se puede medir el gas:

- Condiciones normales: medidas a una temperatura de 0 grados Celsius y una presión de 760 mm Hg.
- Condiciones estándares: medidas a una temperatura de 15 grados Celsius y una presión de 760 mm Hg.

Para información más detallada, favor referirse al Anexo 1, Sección 4.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

En el cuestionario de gas natural, los datos del balance de oferta y los datos comerciales deben reportarse en unidades tanto energéticas como volumétricas. La unidad de energía empleada es el **terajulio** (TJ), y la unidad de volumen es el **millón de metros cúbicos** (Mm³). Las **condiciones** usadas son las **estándares** (a 15 grados Celsius y 760 mm Hg). Los datos se reportan en términos de valor calorífico bruto.

Además, deben reportarse los valores caloríficos bruto y neto para los flujos del balance de oferta.

Los datos de consumo y los insumos a autoproductores se reportan únicamente en unidades energéticas: terajulios (TJ).

Esencial

Los datos de gas natural se reportan en dos unidades:

- **una unidad de energía, el terajulio (TJ), y**
- **una unidad de volumen, el millón de metros cúbicos (Mm³).**

3 ¿Cómo realizar la conversión de volumen a energía?

Información general

El método más común para medir y contabilizar el gas es por volumen (por ejemplo, Mm³). Sin embargo, los precios de gas natural suelen determinarse en base al contenido calorífico por unidad de volumen, ya que el gas se compra por su valor como combustible.

El valor calorífico del gas natural es la cantidad de calor liberado durante la combustión completa de una unidad del mismo bajo condiciones específicas, como por ejemplo kcal/m³ o megajulios (MJ/ m³). Los valores pueden expresarse en **bruto** o **neto**. La diferencia entre el **valor calorífico bruto** y **valor calorífico neto** es el calor latente de vaporización del agua producida durante la combustión del gas. Para el gas natural, el valor calorífico neto es, en promedio, 10% menos que el valor bruto.

Para información general sobre la conversión, favor referirse al Capítulo 1, *Fundamentos – Cómo medir las cantidades y los valores caloríficos* (Sección 5), y el Anexo 3 – *Unidades y equivalentes de conversión*.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La **conversión a unidades energéticas** (TJ) debe hacerse usando el valor calorífico bruto del flujo respectivo. Cada uno de los flujos de gas puede tener un valor calorífico diferente, además dentro de cada flujo sus componentes pueden tener valores diferentes (por ejemplo, la producción de varios campos cuyos gases tienen cualidades distintas, o importaciones de diferentes fuentes). Los valores caloríficos también cambian en el transcurso del tiempo. Los valores caloríficos brutos respectivos pueden obtenerse de la industria proveedora del gas.

Para convertir el gas natural de unidades volumétricas a terajulios, use el valor calorífico bruto apropiado para cada uno de los componentes de los diferentes flujos. El volumen, en metros cúbicos, debe multiplicarse por el valor calorífico bruto para obtener el valor energético en terajulios.

Con relación a los datos de importación, debe aplicarse un promedio ponderado del valor calorífico bruto. En otras palabras, el total de las importaciones debe ser la suma de cada una de las fuentes que se convirtió individualmente. Por ejemplo, el país A importa 3.000 Mm³ de gas natural desde los Países Bajos y 5.000 Mm³ de Noruega, con valores caloríficos respectivos de 33,3 TJ/m³ y 41,0 TJ/m³. El valor calorífico medio de las importaciones se calcula en proporción a las cantidades importadas, con sus valores caloríficos, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 3.1 • Cómo calcular el valor calorífico promedio de las importaciones

De	Importaciones (Mm ³)	Valor calorífico (TJ/m ³)	Importaciones en Terajulios (m ³ x TJ/m ³)	Valor calorífico (TJ/m ³)
Países Bajos	3 000	33.3	3 000 x 33.3 = 99 900	
Noruega	5 000	41.0	5 000 x 41.0 = 205 000	
Total	8 000	?	99 900 + 205 000 = 304 900	304 900 / 8 000 = 38.113

De este cálculo se deriva que el factor promedio para la conversión de las importaciones del país A es 38,113 TJ/m³, que debe reportarse en el cuestionario como 38.113 KJ/m³.

Esencial

Reporte el gas natural en valores caloríficos brutos, usando los valores caloríficos específicos cuando estén disponibles.

4 Flujos de gas natural

Información general

Un flujograma desde la producción hasta el consumo para el gas natural se presenta mediante el siguiente diagrama, Figura 3.1. Este flujograma se simplifica intencionalmente para dar una visión general de la cadena de suministro.

La producción, el comercio, las existencias, el sector energético, la transformación y el consumo final son los principales elementos que hay que determinar para tener una imagen completa del flujo del gas en un país. Los detalles de los informes dependen de cómo se use la información.

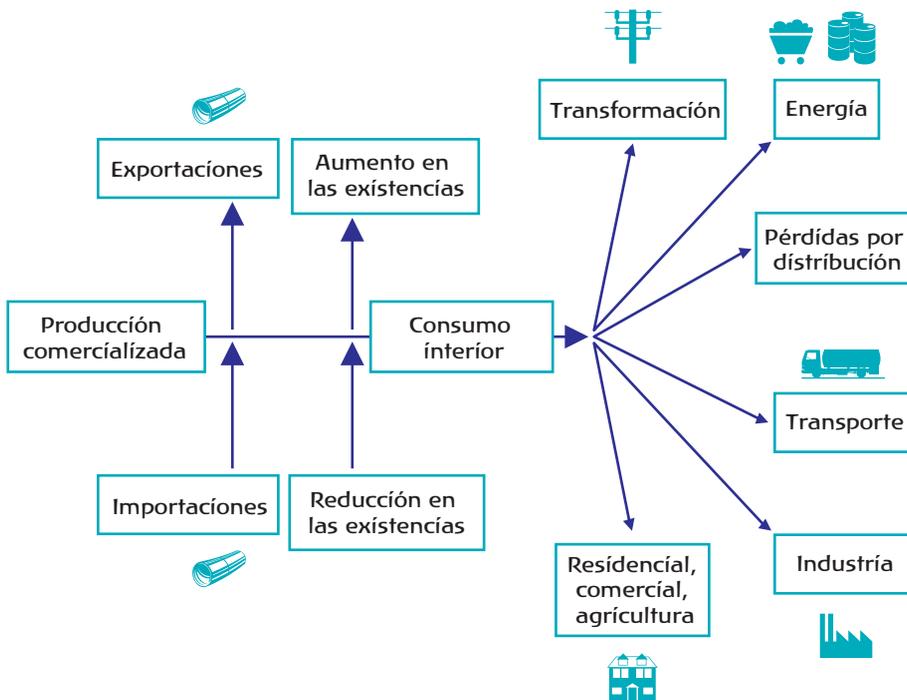
Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El cuestionario de gas natural se estructura como el flujograma de la Figura 3.1. El cuestionario contiene cinco cuadros:

- Cuadro 1 : Oferta del gas natural (véase la Sección 5).
- Cuadros 2a, 2b : Consumo por sector (véase la Sección 6).
- Cuadro 3 : Importaciones por origen (véase la Sección 5).
- Cuadro 4 : Exportaciones por destino (véase la Sección 5).
- Cuadro 5 : Insumos a la generación de electricidad y calor por Autoproductores (véase la Sección 7).

Cada uno de estos cuadros se presentará en los siguientes párrafos. Sin embargo, hay una serie de totales fundamentales que deberán preservarse entre varios cuadros, que se ilustran en la Figura 3.2.

Figura 3.1 • Flujograma simplificada para gas natural

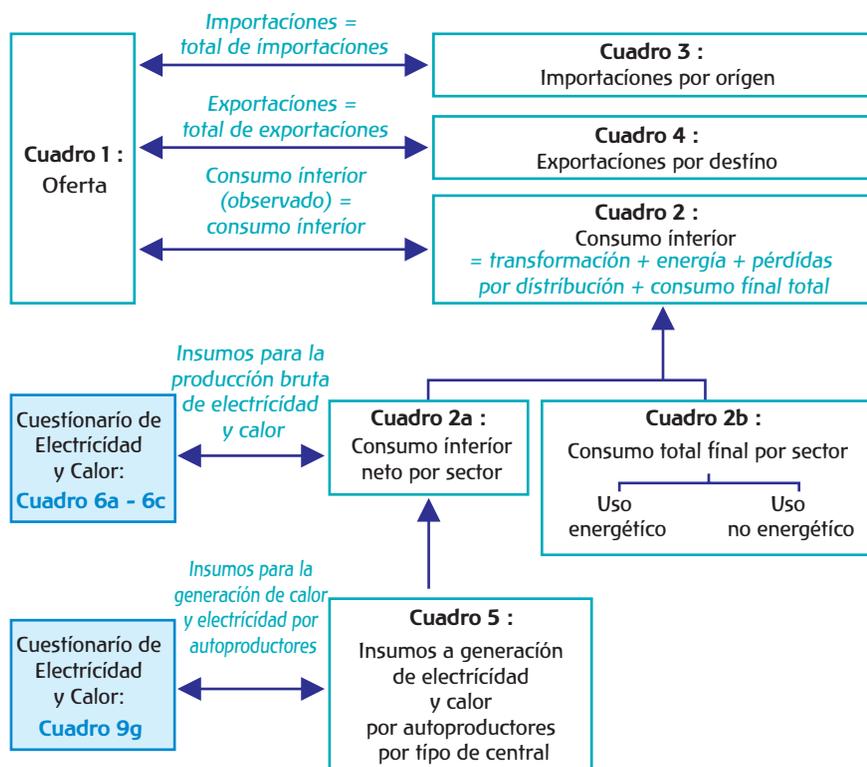


Los siguientes totales tienen que ser consistentes entre los cuadros:

- *Importaciones por origen* en el Cuadro 3 deben sumarse, y la sumatoria debe reportarse bajo *total de importaciones* en el Cuadro 1.
- *Exportaciones por destino* en el Cuadro 4 deben sumarse, y la sumatoria debe reportarse bajo *total de exportaciones* en el Cuadro 1.
- *Consumo interior (observado)* en terajulios en el Cuadro 1 debe corresponder con el consumo interior en terajulios en el Cuadro 2.
- *Consumo interior* en el Cuadro 2a es la suma del sector de la transformación, sector energético, pérdidas por distribución, más el consumo final total (uso energético + uso no energético) en el Cuadro 2b.

- Los datos sobre *centrales eléctricas autoproductoras* en el Cuadro 2a deben corresponder a los *insumos totales a centrales eléctricas autoproductoras* en el Cuadro 5.
- Los datos sobre *centrales CHP autoproductoras* en el Cuadro 2a deben corresponder a los *insumos totales de centrales CHP autoproductoras* en el Cuadro 5.
- Los datos sobre *plantas de calor autoproductoras* en el Cuadro 2a deben corresponder a los *insumos totales de plantas de calor autoproductoras* en el Cuadro 5.

Figura 3.2 • Relaciones entre los cuadros dentro del cuestionario de gas natural



Esencial

Favor recordar las interrelaciones entre los cuadros en el cuestionario. Los totales fundamentales deben ser consistentes.

5 Oferta de gas natural

Como se definió en el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 9, el suministro incluye la producción, el intercambio comercial y los cambios en las existencias. Cada uno de estos tres componentes se detallará a continuación.

Producción

Información general

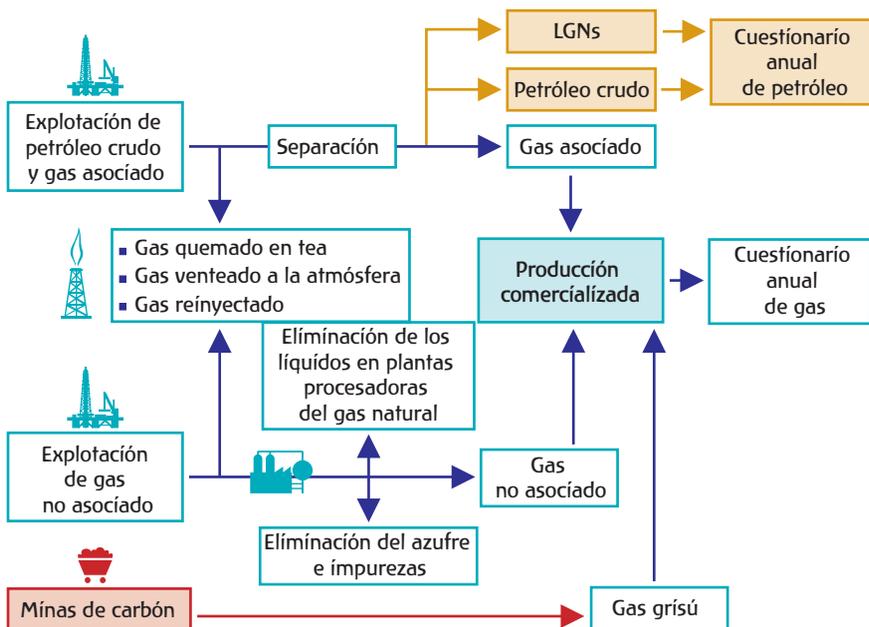
El gas natural, una vez extraído, se somete a varios tratamientos, según las circunstancias de su producción, antes de que sea comerciable. Los diferentes procesos se ilustran en la Figura 3.3. Los lectores interesados en obtener información más detallada sobre algunos de estos procesos pueden consultar el Anexo 1.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La *producción interior* debe reportarse en el Cuadro 1 (Oferta).

Del flujograma en la Figura 3.3 se puede deducir que no siempre es sencillo trazar un límite estadístico entre los flujos que deben incluirse en las estadísticas y los que no. Sin embargo, para los fines del *cuestionario de gas natural*, lo que se reporta como *producción interior* debe ser la **producción comercializada**, medida después de la purificación y extracción de los LGNs y azufre.

Figura 3.3 • Flujograma simplificado para la producción de gas natural



Sin embargo, es esencial recordar que:

- El gas asociado a la explotación del petróleo crudo debe reportarse en el cuestionario de gas natural (Cuadro 1).
- El gas venteado a la atmósfera, quemado en tea o reinyectado a la formación no debe incluirse. Sin embargo, las autoridades ambientales requieren cifras para el gas venteado y quemado para poder estimar las emisiones fugitivas de las actividades de petróleo y gas. Por esto deben reportarse por separado.
- Las cantidades de gas usadas dentro de la industria del gas natural (e menudo en estado no comerciable) en los diferentes procesos de separación y tratamiento deben incluirse en los datos de producción.

Los datos de producción deben reportarse tanto en unidades energéticas (TJ) como volumétricas (Mm³). Los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

La producción interna debe ser la producción comercializada y debe excluir el gas venteado, quemado o reinyectado, sin embargo debe incluir las cantidades utilizadas en las plantas procesadoras.

Importaciones y exportaciones

Información general

Existen dos medios principales para el transporte del gas natural: en estado gaseoso por gasoducto, y en forma líquida por tanqueros de GNL.

Por la relativa dificultad y alto costo de transportar el gas natural, el comercio de gas era limitado hasta hace pocos años. En 1971, tan sólo el 5,5% del total de gas natural consumido participaba en algún intercambio comercial internacional. Sin embargo, en las últimas décadas este comercio ha crecido rápidamente y ahora representa más de la cuarta parte del total consumido.

Además, aunque en el pasado el mercado del gas era esencialmente local, el desarrollo de tecnologías más eficientes para gasoductos ha hecho que el mercado sea más regional (por ejemplo, Europa, Norteamérica). El desarrollo de campos gasíferos distantes de las regiones de más consumo y la expansión del mercado spot pronto harán más mundial el mercado del gas.

En consecuencia, por el creciente rol del gas natural en el mercado energético, es esencial contar con datos detallados y confiables sobre las importaciones y exportaciones de gas. Sin embargo, a veces se complican los informes sobre los orígenes y destinos para el comercio de gas por el hecho de que el gas natural se suele transportar a través de gasoductos que atraviesan muchos límites territoriales.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El total de *importaciones* y *exportaciones* deben reportarse en el Cuadro 1. Las *importaciones por origen* y *exportaciones por destino* deben reportarse respectivamente en los Cuadros 3 y 4.

Con fines de seguridad energética, los orígenes y destinos del gas natural son una parte importante de los datos recolectados.

Para las importaciones del gas, es importante saber (y por lo tanto reportar) el origen inicial del gas (el país donde se produce), y para las exportaciones es esencial hacer constar el destino final (el país en el cual se consumirá el gas). Las empresas responsables de las transacciones comerciales deben poder proporcionar estos datos.

Las importaciones se relacionan con el gas que se ha de consumir dentro del país, y las exportaciones con el gas producido a nivel nacional. Por lo tanto, el comercio en tránsito y las re-exportaciones no deben incluirse en los intercambios comerciales reportados.

Los datos comerciales deben reportarse en unidades energéticas (TJ) y volumétricas (Mm³). Los valores deben redondearse a cero decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

Las importaciones deben cubrir el gas que ingresa al país para el consumo interno, y reportarse bajo el país donde el gas se produjo.

Las exportaciones deben cubrir el gas de producción interior que sale del país, y se reporta bajo el país donde será consumido.

Por lo tanto, el comercio en tránsito y las re-exportaciones no deben incluirse.

Niveles y cambios en las existencias

Información general

La demanda de gas natural es muy estacional en la mayoría de los países; en invierno, esta demanda puede ejercer presión sobre la capacidad de los sistemas de transmisión y distribución. Muchos países han comenzado a construir instalaciones de almacenamiento de gas para limitar la necesidad de transportarlo a largas distancias. Adicionalmente, las existencias de reservas estratégicas de gas mejoran la seguridad de su suministro.

Como en el caso del petróleo, los datos oportunos, detallados y exactos sobre los niveles y cambios de existencias se hacen imprescindibles para los tomadores de decisiones y analistas de mercado, especialmente en un momento cuando la participación del gas natural en la oferta energética total está incrementándose.

Las instalaciones de almacenamiento de gas se clasifican en dos categorías básicas: las instalaciones estacionales y aquellas reservadas a periodos de picos máximos. Los sitios de almacenamiento estacional, que también pueden cumplir un propósito estratégico, deben poder almacenar enormes volúmenes de gas acumulados durante las épocas de demanda baja, para su entrega gradual durante los periodos de demanda alta. Las instalaciones pico almacenan cantidades menores pero deben tener la capacidad de inyectar el gas rápidamente al sistema de transmisión para cubrir los aumentos súbitos en la demanda. Las diferentes instalaciones de almacenamiento pueden clasificarse según el tipo físico (para más información, véase el Anexo 1). Entre los más frecuentes están: acuíferos (incluyendo campos petroleros o gasíferos agotados), cavernas de sal, unidades para almacenar GNL en periodos de picos máximos, cavernas excavadas, minas en desuso y gasómetros.

El **almacenamiento** y las **existencias de gas** deben distinguirse de las **reservas**. Los primeros se refieren al gas ya explotado pero se usan con fines estratégicos, estacionales o para amortiguar las demandas pico. El término **reservas de gas** se refiere a las cantidades estimadas de gas que no se han explotado todavía, pero que el análisis de los datos geológicos demuestra con razonable certeza que será recuperable en años futuros de los yacimientos gasíferos y petrolíferos conocidos.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los niveles y cambios en las existencias de gas natural deben reportarse en el Cuadro 1 (Oferta).

Se debe informar tanto de los niveles iniciales como finales de existencias. Los de *apertura* son los niveles de existencias el primer día del período solicitado; los de *cierre* son los niveles al final del período. Por ejemplo, para un año calendario, las existencias de apertura son los niveles el 1º de enero y las de cierre se miden el 31 de diciembre.

El *cuestionario de gas natural* pide detalles sobre el almacenamiento de gas recuperable. Los cambios en las existencias se relacionan con los cambios en gas recuperable. (El cambio en las existencias es el resultado de restar los niveles al cierre de los niveles a la apertura; un número negativo indica que se acumuló más existencia, y un número positivo indica que se redujo.)

Los reservorios de almacenamiento subterráneos contienen gas grisú, que puede considerarse no disponible, pero que existe para mantener el rendimiento operativo del reservorio. En consecuencia, el nivel de existencias de gas grisú se solicita por separado con fines de información.

Los datos sobre los inventarios deben reportarse tanto en unidades energéticas (TJ) como volumétricas (Mm³).

Esencial

Reporte los niveles y los cambios en las existencias de gas recuperable en el cuadro principal de la oferta, y el gas grisú aparte, con fines informativos.

Los cambios en las existencias se calculan como el nivel de apertura menos el nivel de cierre.

6 Consumo de gas natural

El consumo de gas natural ocurre en varios sectores:

- En el sector de la transformación.
- Por la industria dentro del sector energético que produce la energía.
- En el transporte y la distribución del gas.
- En los diferentes sectores y ramas del consumo final (industria, transporte, residencial, servicios, etc.). Esto incluye los usos tanto energéticos como no energéticos del gas natural.

Los siguientes párrafos ofrecen una descripción breve de estos cuatro sectores, resaltando el impacto de la especificidad de cada sector de uso final sobre las estadísticas. Para información general, refiérase al Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 8.

Consumo del gas natural en el sector de la transformación.....

Información general

La percepción del gas natural hoy en día es radicalmente diferente a lo que era hace 10 o 20 años. En el pasado, el gas natural se percibía como un combustible noble, reservado para los usos de primera, y por lo tanto no solía consumirse en el sector de la transformación. Hoy en día se usa en toda una gama de sectores y aplicaciones, y experimenta un crecimiento significativo como combustible para la generación eléctrica. Los avances en la tecnología de turbinas a gas han mejorado substancialmente la posición del gas en la generación eléctrica, tanto para los generadores con turbinas de gas de ciclo combinado (TGCC) como para las centrales que generan una combinación de calor y electricidad (CHP). El gas ofrece muchas ventajas en este sector a comparación de otros combustibles fósiles: alta eficiencia, costos de capital relativamente bajos, y limpieza. El gas es el más limpio entre los combustibles fósiles y su demanda se favorecerá por motivos ambientales.

En los años recientes, el gas natural consumido para generar electricidad ha representado casi el 20% de la producción eléctrica mundial (que era sólo el 13% en 1973), y representa aproximadamente la mitad de la producción mundial del calor generado en las plantas CHP y las que sólo generan calor.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El sector de la transformación incluye estadísticas de generación eléctrica y de calor según el tipo de planta (electricidad-solamente, calor-solamente o una combinación de electricidad y calor) así como la separación entre el tipo de productor (público vs. autoprodutor). Para más información sobre las diferentes categorías, favor referirse al Anexo 1, Sección 1.

El gas natural utilizado como insumo para la conversión a líquidos, por ejemplo en la producción de metanol, debe reportarse en el sub-sector de la transformación: *conversión a líquidos* (Cuadro 2a). La producción de líquidos de gas natural debe reportarse en el cuestionario del petróleo (Cuadro 1) bajo *otras fuentes*.

Esencial

Se deben reportar en el sector de la transformación los insumos de energía que se transforman en otras formas de energía.

Consumo de gas natural en el sector energético

Información general

El consumo del sector energético incluye "uso propio". Esto incluye el gas natural consumido por la industria energética para apoyar las actividades de explotación (minería, explotación de petróleo y gas) o transformación (por ejemplo el gas natural consumido para calefacción o para operar bombas o compresores).

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los subsectores del sector energético se clasifican según las diferentes empresas que producen energía. Además, específicamente para el gas natural tenemos el sub-sector de las *plantas de licuefacción*.

En el subsector de las *plantas de licuefacción* se deben reportar las cantidades de gas utilizadas como "uso propio" para licuar el gas natural. Esto sólo puede medirse, en muchos casos, mediante la diferencia entre los insumos de gas natural a la planta de licuefacción y la producción de GNL (pero incluirá algunas pérdidas de energía). Aunque el gas se transforma de estado gaseoso a forma líquida enfriándolo (a -160 grados Celsius), no hay cambio en la composición del metano. Por esto, el proceso de licuefacción no se reporta en el sector de la

transformación. La energía utilizada para el proceso de licuefacción se reporta como consumo del sector *energético* (sub-sector plantas de licuefacción de gas).

Esencial

El sector energético incluye la energía usada en apoyo a las actividades de extracción y transformación.

Pérdidas de gas natural por transporte y distribución..

Información general

El gas natural suele transportarse a destinos distantes por gasoductos, lo que puede implicar pérdidas.

Al referirse a las pérdidas por transporte y distribución, se suele entender que las pérdidas por **transporte** son las que ocurren durante la transmisión del gas a largas distancias, mientras que las pérdidas por **distribución** son las que suceden en la cadena de suministro del gas a través de la red local de distribución.

Estas pérdidas pueden deberse a diferencias en la medición, como por ejemplo diferencias en las calibraciones de los medidores de caudales, o diferencias en la temperatura y presión al momento de la medición. Además, puede haber fugas mayores o menores de los ductos.

Todas estas diferencias pueden clasificarse como pérdidas durante el transporte y la distribución del gas natural desde su punto de producción hasta su punto de consumo, como pérdidas por transporte y distribución. Como información referencial, estas pérdidas representan menos del 1% en la oferta mundial del gas, aunque obviamente este porcentaje puede variar substancialmente de un país a otro.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La categoría de *pérdidas por distribución* (Cuadro 2a) debe incluir todas las pérdidas que ocurren durante el transporte y la distribución de gas, incluyendo las pérdidas durante su transporte por ductos.

El gas usado por los compresores de gasoductos para transportar el propio gas debe reportarse como parte del consumo del *sector de transporte* (Cuadro 2b).

Esencial

Las pérdidas que ocurren durante el transporte deben incluirse en las pérdidas por distribución.

El gas usado para operación de los gasoductos debe incluirse en el sector del transporte (transporte por gasoductos) y no en las pérdidas de gas por transporte y distribución.

Consumo final

Información general

El consumo final es toda la energía entregada a las/los consumidores finales en los sectores del **transporte, industria y otros**. Excluye el gas usado para transformación y/o uso propio de las empresas que producen energía. Las ramas de los tres principales sectores se tratan en el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 8.

En el sector del **transporte**, el gas natural es utilizado en forma comprimida (gas natural comprimido o GNC) o en forma licuada (GNL). El GNC es gas natural utilizado en vehículos especialmente adaptados para su uso, al que llevan en cilindros de alta presión. El uso de GNC se debe en parte a sus propiedades de combustión limpia, ya que produce menos emisiones contaminantes y con efecto invernadero que la gasolina automotriz o el diesel. Se usa más frecuentemente en los vehículos livianos de pasajeros, camionetas ligeras, camionetas de entrega medianas, así como en buses escolares de tránsito. Por otro lado, se prefiere el LGN para aplicaciones de servicio pesado, como los buses de línea, trenes locomotores y camiones de carga a larga distancia. La utilización de LGN en el transporte está más limitada debido a la necesidad de mantenerlo a muy baja temperatura, así como a su volatilidad.

Los datos se recogen para el uso energético y no energético (como insumos) del gas natural en los sectores y ramas del consumo final. El uso más importante como insumo será en **la industria química y petroquímica**.

El metano del gas natural es una fuente importante de carbono e hidrógeno para varios procesos industriales en la industria química. Su uso más conocido es el de la fabricación de amoníaco, el cual se utiliza para elaborar fertilizantes agrícolas. Sin embargo, el metano puede usarse también para elaborar metanol y negro de carbón. Cada uno de estos procesos tiene sus propias exigencias térmicas que podrán cubrirse quemando algo de gas natural.

Cuando se usa el metano como combustible para los procesos petroquímicos como el craqueo al vapor, la producción de amoníaco y metanol, entonces se considera uso energético.

Sin embargo, cuando se usa como insumo en los procesos como el craqueo y reformación con fines de producir etileno, propileno, butileno, aromáticos, butadieno y otras materias primas no energéticas en base a los hidrocarburos, entonces se considera que es un uso no energético.

Como dato referencial, el gas natural representa un 16% aproximadamente del consumo energético final mundial. Las participaciones del uso energético y no energético pueden variar significativamente de un país a otro, según la dimensión de sus actividades en la industria petroquímica.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

A menudo es difícil averiguar el volumen de gas natural suministrado con fines de combustible cuando se entrega a la industria petroquímica. Los proveedores del gas a la industria petroquímica pueden clasificar todo el gas entregado como insumo. En tal caso, podría ser mejor simplificar la información de la industria, y obtener datos más exactos de la rama química y petroquímica del sector. Ellos están en mejor posición para proporcionar la información sobre el uso del gas natural para producir calor o con otros fines como combustible.

Esencial

El gas puede usarse con fines energéticos y fines no energéticos. Estos dos usos deben indicarse en el sector apropiado.

7

Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre gas natural

Insumos para la autoproducción

Información general

Debido a la creciente importancia de la problemática ambiental, se hace imprescindible identificar el consumo total de combustibles en cada sector industrial y de consumo, para que puedan desarrollarse medidas de conservación de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero apropiadas para cada sector.

Para información general y definiciones para la autoproducción, favor referirse al Capítulo 2, *Electricidad y Calor*, Sección 1.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos para la *generación de electricidad y calor por autoproductores* se reportan en el Cuadro 5.

Este cuadro proporciona información sobre el combustible usado por los autoprodutores de electricidad y calor para la venta según su actividad económica principal. El cuadro se separa en columnas correspondientes a tres tipos reconocidos de plantas generadoras: *Electricidad-solamente*, *CHP*, y *Calor-solamente*. Los datos se utilizan para el seguimiento de los combustibles utilizados y la electricidad y el calor generados por los autoprodutores como parte de los esfuerzos de Naciones Unidas por comprender las emisiones del CO₂.

En el caso de las centrales CHP, para reportar cifras de las cantidades de combustible usadas en la producción de electricidad y calor por **separado** se requiere un método que divida el total de combustible usado entre los dos productos energéticos. La división se requiere aunque no se venda calor, porque el combustible usado para producir electricidad debe reportarse en el *sector de la transformación*. El método propuesto se describe en el *Anexo 1*, Sección 1 y debe seguirse cuidadosamente.

Favor notar que los totales reportados en este cuadro deben ser iguales a los respectivos totales reportados en el *Sector de la transformación* (Cuadro 1). Asimismo, nótese que un cuadro similar esta incluido con el cuestionario de electricidad y calor. Para evitar informes inconsistentes, favor comunicarse con la persona responsable del cuestionario sobre la electricidad en su país.

Esencial

Informe en sus respectivos sectores sobre el gas natural usado por autoprodutores como insumo para producir electricidad y calor.

Petróleo



1 ¿Qué es el petróleo?

Información general

El **petróleo** es una mezcla compleja de hidrocarburos líquidos, compuestos químicos que contienen hidrógeno y carbono, que se forma naturalmente en yacimientos subterráneos de roca sedimentaria. Sus raíces latinas son “petra”, que significa “roca” y “oleum”, que significa “aceite”. En términos amplios, incluye productos primarios (sin refinar) y secundarios (refinados).

El **petróleo crudo** es la materia prima más importante para la fabricación de **productos petroleros**. Hay toda una gama de productos petroleros elaborados en base al petróleo crudo. Muchos son para fines específicos, por ejemplo gasolina automotriz o lubricantes; otros son para las necesidades generales de calentamiento, como el gasóleo o el combustóleo.

Los nombres de los productos petroleros son aquellos de uso general en Europa Occidental y Norteamérica. Se utilizan comúnmente en el comercio internacional pero no siempre son idénticos a los nombres utilizados en los mercados locales. Además de estos productos, hay otros “sin terminar” que se procesarán posteriormente en refinerías u otras instalaciones.

La oferta y el uso del petróleo en las economías industrializadas son complejos e incluyen usos tanto energéticos como no energéticos. Como resultado, las indicaciones que se dan a continuación sobre su uso pueden ser tan sólo guías sobre la práctica general, antes que reglas rígidas. El Anexo 1 proporciona explicaciones completas de los procesos y actividades mencionados dentro del cuestionario.

El petróleo es el producto de mayor volumen comercial en el mundo, sea en términos de petróleo crudo o de productos refinados. Como consecuencia es esencial recoger datos que sean lo más completos, exactos y oportunos posible sobre todos los flujos y productos petroleros. Aunque la oferta del petróleo sigue creciendo en términos absolutos, su participación en la oferta total de energía en el mundo ha venido en descenso, desde más de 45% en 1973 hasta un 35% en años recientes.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El *cuestionario de petróleo* abarca el petróleo procesado en refinerías y los productos petroleros elaborados en base a éste. Todas las fuentes de suministro y los usos deben incluirse, así como sus valores caloríficos.

El petróleo crudo no es el único insumo de una refinería. Otros petróleos primarios o secundarios pueden servir de insumos: LGN, insumos de refinería, aditivos y oxigenados, así como otros hidrocarburos como las lutitas petrolíferas o el petróleo crudo sintético de las arenas bituminosas (véase Cuadro 4.1).

Toda una gama de productos petroleros se derivan del petróleo crudo, variando desde los productos livianos como el gas licuado de petróleo (GLP) y gasolina automotriz hasta los más pesados como el combustóleo.

Una descripción completa de estos productos petroleros primarios y secundarios y sus especificaciones se presenta en el Anexo 2. Estas especificaciones son importantes porque se usan distintos nombres para los productos petroleros diferentes partes del mundo. Si tuvieramos que clasificar “stove-oil” o “mazout”, se debería conseguir sus especificaciones de los proveedores para poder reportarlos utilizando los nombres de producto del cuestionario del petróleo.

Cuadro 4.1 • Petróleo primario versus secundario

PRODUCTOS PETROLEROS PRIMARIOS	Petróleo crudo	
	Líquidos de gas natural	
	Otros hidrocarburos	
PRODUCTOS SECUNDARIOS	Aditivos / componentes para mezclas	
INSUMOS A LA REFINERÍA	Insumos de refinería	
PRODUCTOS PETROLEROS SECUNDARIOS	Gas de refinería	Diesel de transporte
	Etano	Calefacción y otros gasoil
	Gas licuado de petróleo	Combustible residual: con bajo contenido de azufre
	Nafta	Combustible residual: con alto contenido de azufre
	Gasolina de aviación	Espíritu de petróleo + SBP
	Gasolina tipo jet fuel	Lubricantes
	Gasolina sin plomo	Asfalto (betún)
	Gasolina con plomo	Parafinas
	Queroseno tipo jet fuel	Coque de petróleo
	Otro queroseno	Otros productos

Esencial

El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos líquidos que se forman naturalmente en yacimientos subterráneos.

2 ¿Qué unidades se utilizan para expresar el petróleo?

Información general

Los combustibles líquidos pueden medirse según su **masa** o **volumen**. Dentro de cada una de estas mediciones se utilizan varias unidades en la industria petrolera:

- La unidad de **masa** (peso) más comúnmente usada es la tonelada métrica (o tonelada). Por ejemplo, los buques cisterna / tanqueros en la industria petrolera se suelen describir en términos de su capacidad en toneladas, mientras que un transporte ultra-grande de petróleo crudo (ULCC) se define como una nave con capacidad superior a las 320.000 toneladas.
- La unidad original para la mayoría de los combustibles líquidos y gaseosos es el **volumen**. Los líquidos pueden medirse por litro, barril o metro cúbico. Un ejemplo común del uso del volumen como unidad de medición es el precio del petróleo, que se expresa en dólares por barril.

Ya que los combustibles líquidos se miden por masa o volumen, es esencial poder convertir de una unidad a la otra. Para realizar la conversión, se necesita saber la **densidad** (gravedad específica) del líquido.

Ya que el petróleo crudo contiene una amplia gama de hidrocarburos, que van desde los más livianos hasta los más pesados, sus características, incluyendo la densidad, pueden ser muy variables. Asimismo, la densidad de los diferentes productos petroleros varía substancialmente.

La densidad puede utilizarse para clasificar los productos petroleros desde livianos hasta pesados. Por ejemplo, se considera que el GLP es liviano (a 520 kg/m³) mientras que el combustóleo es un producto pesado (con más de 900 kg/m³).

Favor notar que muchos países y organizaciones usan la **tonelada equivalente de petróleo** (tep) para publicar sus balances energéticos. La unidad “**tep**” se basa en las propiedades caloríficas y se usa para comparar el petróleo con otras formas de energía. No debe confundirse con la medida de masa en toneladas.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las unidades empleadas en el cuestionario son miles de toneladas métricas. Cuando otras unidades de masa se utilizan, los datos deben convertirse en toneladas métricas usando los factores de conversión expuestos en el Anexo 3.

Para la conversión de volumen a masa, deben usarse las densidades específicas (véase la Sección 3) para petróleo crudo y productos petroleros, incluidos los gases

(por ejemplo el gas de refinería); sin embargo, cuando no estén disponibles, favor usar el factor promedio que consta en el Anexo 3. Las cifras deben ser números enteros sin fracciones decimales.

Esencial

Los datos petroleros se reportan en miles de toneladas métricas en el cuestionario. Las cifras deben ser números enteros sin fracciones decimales.

3 ¿Cómo realizar la conversión de volumen a masa?

Información general

La industria petrolera en diferentes partes del mundo usa diferentes unidades de medición. Por ejemplo, en Europa la tonelada métrica se acepta comúnmente como la unidad de medición, mientras que en los Estados Unidos, la unidad de preferencia es volumétrica, el barril. En Japón, el volumen también se usa para medir la oferta y demanda petroleras; sin embargo, la unidad normal es el metro cúbico.

Como en el mundo se utilizan tantas unidades diferentes de volumen y de masa, es esencial poder convertirlas en una unidad común para compararlas. La industria petrolera internacional usa principalmente el **barril (bbl)** como su unidad referencial. Para ciertos flujos como la producción y demanda, se usan comúnmente **barriles por día (b/d)**.

Como ya se mencionó, para convertir de masa a volumen, o viceversa, hay que conocer la gravedad específica o densidad del petróleo. Sin entrar en demasiados detalles técnicos, hay que explicar ciertos términos para poder comprender los factores de conversión petroleros.

La **densidad** se define como la masa por unidad de volumen (por ejemplo, tonelada / barril). La **gravedad específica** es el peso relativo por unidad de volumen (o densidad) de una determinada sustancia en comparación al agua. La densidad del agua es 1g/cm^3 . La gasolina automotriz, por ejemplo, tiene una densidad menor porque es mucho más liviana que el mismo volumen de agua. La gravedad específica de la gasolina automotriz, por lo tanto, es menor a 1. Ya que el volumen cambia según los cambios de temperatura, los datos sobre la gravedad específica se reportan con referencia a una temperatura específica (para el petróleo, la referencia usualmente es 15 grados Celsius). Además, la gravedad específica se suele citar como un porcentaje, por ejemplo, la gravedad específica de 0,89 puede expresarse como 89.

El término de la **gravedad API** (norma adoptada por el Instituto Norteamericano de Petróleos - API) comúnmente se usa para expresar la gravedad específica del petróleo. Se define como: $(141,5 / 60^\circ \text{ gravedad específica a } 60^\circ \text{ F}) - 131,5$.

El resultado es una escala arbitraria para medir la gravedad, expresada en grados API, siendo que mientras más liviano sea un compuesto, más alto tiene el grado de gravedad API. Por ejemplo, los crudos que suelen considerarse como “livianos” generalmente tienen una gravedad superior a los 38 grados API, mientras que los que tienen menos de 22 grados API se conocen como petróleos crudos “pesados”.

La gravedad específica y la gravedad API se mueven en sentido contrario. La gravedad API sube a medida que sube el contenido energético por tonelada (es decir que, mientras mayor sea la gravedad API, más energía contiene cada tonelada), mientras que la gravedad específica se mueve en el mismo sentido que el contenido de energía por unidad de volumen.

Información específica

El *Cuestionario del Petróleo* requiere que los datos petroleros se reporten en toneladas métricas. Por lo tanto, muchas veces es necesario que los/las estadígrafos nacionales conviertan los datos a toneladas métricas.

Los estadígrafos nacionales deberían, en lo posible, conseguir información de las empresas informantes sobre cómo convertir las cantidades del petróleo crudo y los productos petroleros de unidades de volumen a toneladas métricas. Esto es especialmente importante para algunos de los productos en forma de gases (por ejemplo, gas de refinería, etano, GLP) que tienen que expresarse en términos de masa.

La densidad y los valores caloríficos brutos de algunos productos petroleros se encuentran en el Anexo 3.

El siguiente cuadro ofrece un ejemplo de conversión de volúmenes (en este caso, barriles por día) a masa (en toneladas métricas) para dos meses diferentes (enero y febrero).

Cuadro 4.2 • Conversión de volumen a masa – un ejemplo

Importaciones	Datos reportados en barriles por día (volumen)	Número de días / mes	Densidad masa / volumen (promedio)	Volumen/masa toneladas/barril factor de conversión	Datos convertidos en toneladas métricas (masa)
<i>Petróleo crudo</i>	1020	31	0.13569	$1/0.13569=7.37$	$(1020 \times 31)/7.37=4290$
<i>Gasolina automotriz</i>	546	28	0.11806	$1/0.11806=8.47$	$(546 \times 28)/8.47=1805$

Esencial

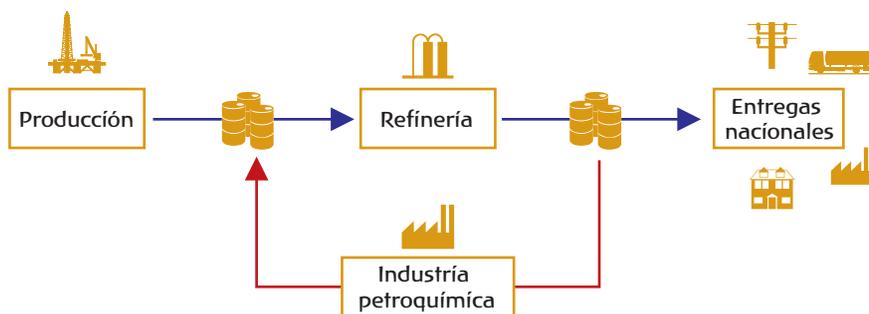
En el cuestionario favor convertir los combustibles líquidos de volumen a masa utilizando los factores de conversión apropiados en base a la densidad efectiva.

4 **Flujos de petróleo**

Información general

El flujo del petróleo desde la producción hasta el consumo final es complejo por la variedad de elementos en la cadena. El siguiente diagrama proporciona una visión simplificada de este flujo, con la oferta de insumos a la refinería, la oferta de productos terminados al usuario final, y los flujos petroquímicos que interactúan en el proceso. Estos eslabones principales en la cadena de la oferta serán tratados a continuación.

Figura 4.1 • Flujograma simplificado para petróleo



La elaboración de los productos primarios y secundarios, el comercio, las existencias, el sector energético, la transformación, y el consumo final son los principales elementos que hay que conocer para tener una visión completa del flujo del petróleo en un país.

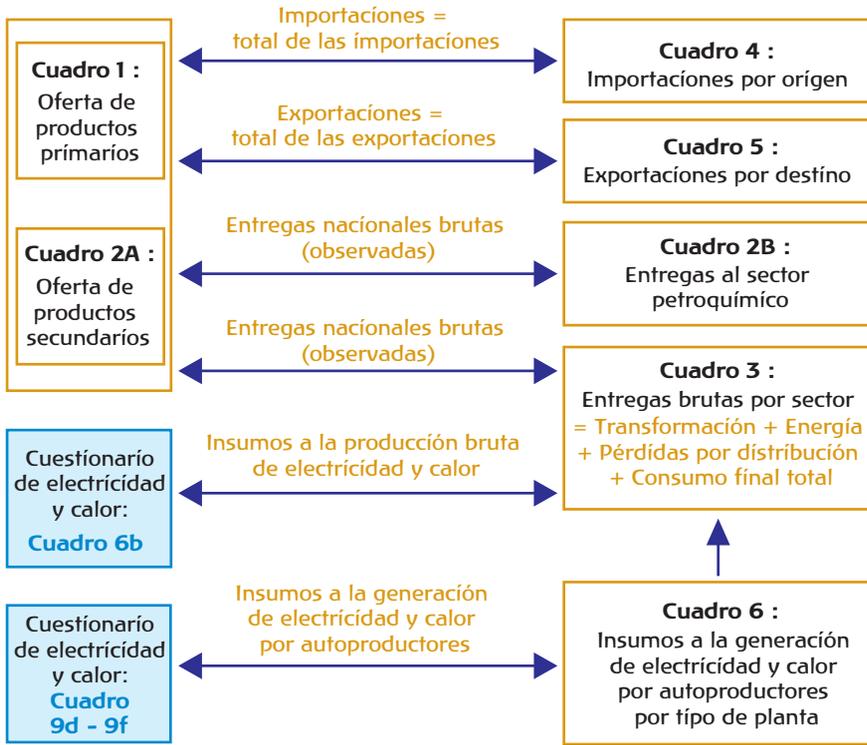
Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El Cuestionario del Petróleo consta de seis cuadros. La naturaleza de cada cuadro es la siguiente:

- Cuadro 1: Oferta de petróleo crudo, GNL, Insumos de refinería, aditivos y otros hidrocarburos
- Cuadro 2A: Oferta de productos terminados
- Cuadro 2B: Entregas al sector petroquímico
- Cuadro 3: Entregas brutas por sector
- Cuadro 4: Importaciones por (país de) origen
- Cuadro 5: Exportaciones por (país de) destino
- Cuadro 6: Insumos para la generación de electricidad y calor por autoprodutores.

Es esencial que las cifras reportadas en cada cuadro se totalicen correctamente y que los totales en los diferentes cuadros sean mutuamente consistentes cuando exista una relación lógica. Estas relaciones entre los cuadros se ilustran en el siguiente diagrama:

Figura 4.2 • Relaciones entre los cuadros del cuestionario de petróleo



Los siguientes totales tienen que ser consistentes entre los varios cuadros:

- *Productos transferidos* como Insumos de refinería en el Cuadro 1 debe corresponder al total de los *Productos transferidos* en el Cuadro 2A. El total del *uso directo* en el Cuadro 1 debe corresponder al total de los *Productos primarios recibidos* en el Cuadro 2A.
- *Importaciones por origen* en el Cuadro 4 deben sumarse, y la suma debe reportarse bajo *Total de importaciones* en el Cuadro 1 y Cuadro 2A.
- *Exportaciones por destino* en el Cuadro 5 deben sumarse, y la suma debe reportarse bajo *Total de exportaciones* en el Cuadro 1 y Cuadro 2A.
- El *Total de entregas nacionales brutas* en el Cuadro 2B debe corresponder a las *Entregas nacionales brutas (observadas)* en el Cuadro 2A. *Retroflujos del sector petroquímico a refinерías* en el Cuadro 2B debe corresponder a *Retroflujos de la industria petroquímica* en el Cuadro 1.
- *Entregas nacionales brutas* en el Cuadro 3 debe corresponder a *Entregas nacionales brutas (observadas)* en el Cuadro 2A.

Todo el petróleo que ingresa a la refinерía debe cuadrarse en el balance con el total de la producción bruta de productos elaborados más alguna pérdida declarada. Entonces, se puede aplicar la siguiente verificación:

$$\begin{aligned} \text{Insumos a la refinería observados (Cuadro 1)} = \\ \text{Producción bruta de la refinería (Cuadro 2A)} \\ + \text{Pérdidas en la refinería (Cuadro 1).} \end{aligned}$$

Además, dentro de los procesos y actividades petroleros, hay reclasificaciones de los productos petroleros en las cuales se cambia el nombre del producto. Por ejemplo, una cantidad de petróleo importado como gasóleo puede utilizarse como “insumo” y reportarse bajo cada uno de los nombres en los diferentes cuadros del cuestionario.

Las verificaciones correspondientes a la consistencia de los montos reportados se describen a continuación, así como los asuntos específicos que inciden en los informes y las definiciones de los flujos.

Esencial

Favor recordar las interrelaciones entre los cuadros en el cuestionario. Los totales fundamentales deben ser consistentes.

5 Oferta de petróleo

La cadena de oferta del petróleo es bastante compleja, ya que varios tipos de insumos ingresan a las refinerías, y la producción resultante es una amplia gama de productos con múltiples usos. Además, la industria petroquímica es un caso específico en el cual los productos petroleros se utilizan como insumos y sub-productos petroleros se devuelven para procesamiento adicional. Los siguientes párrafos describirán estas tres porciones de la cadena de la oferta, a saber: **oferta del petróleo crudo, oferta de productos terminados, y flujos de la industria petroquímica**. La información sobre el **intercambio comercial** y las **existencias** comunes en la oferta del petróleo crudo y los productos terminados sigue a las explicaciones sobre la industria petroquímica.

Oferta del petróleo crudo, LGN, insumos de refinería, aditivos y otros hidrocarburos

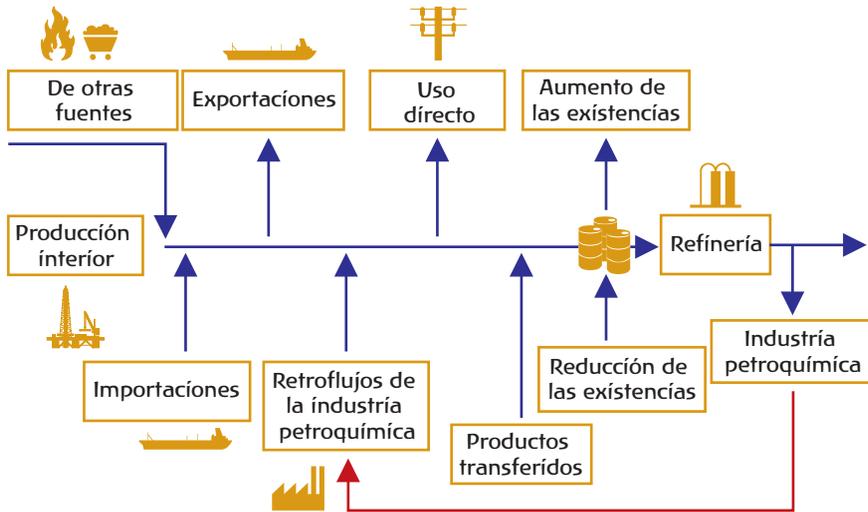
Información general

Un flujograma de los varios insumos desde la producción hasta la entrada a la refinería se muestra en el siguiente diagrama. Este flujograma se ha simplificado intencionalmente para dar una visión general de la cadena de oferta para el petróleo crudo, GNL, insumos de refinería y otros insumos.

Algunos de los flujos ilustrados requieren alguna explicación:

Producción interna: Antes de describir el proceso de producción del petróleo crudo, es necesario mencionar que la producción petrolera tiene dos significados, según se refiera a los productos primarios o secundarios. Para los productos primarios, la **producción interna** del petróleo crudo, líquidos de gas natural y líquidos

Figura 4.3 • Oferta de petróleo crudo, LGN, insumos de refinería, aditivos y otros hidrocarburos



condensados se refiere al proceso de extraer estos petróleos de la Tierra. En el caso de los productos secundarios, la **Producción de la refinería** hace referencia a la elaboración de productos terminados en una refinería o planta de mezclaje (véase la Sección a continuación sobre la *Oferta de los productos terminados*).

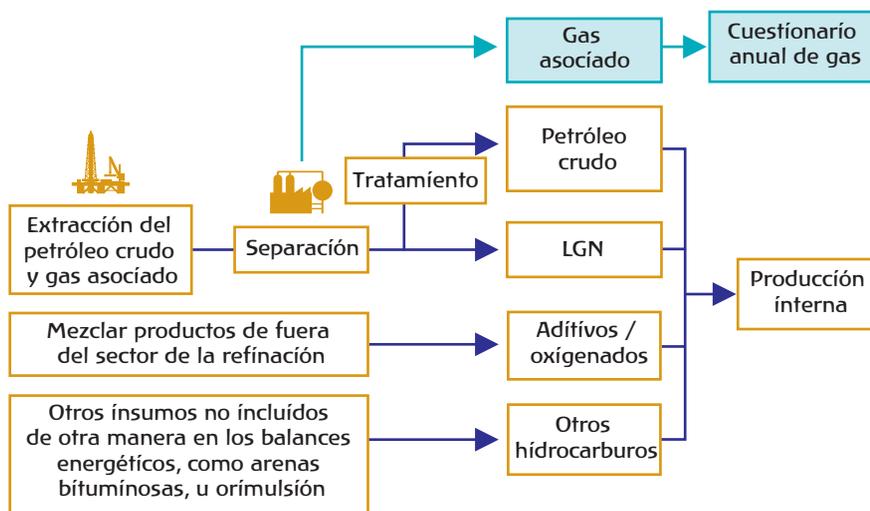
El petróleo crudo puede producirse en diferentes lugares, campos petrolíferos en tierra o en el mar, o en diferentes tipos de pozos, en asociación con gas natural o no. El gas que se extrae de los pozos petroleros puede quemarse, ventearse a la atmósfera, reinyectarse o formar parte de la producción del gas natural (véase el Capítulo 3 sobre el *Gas natural*).

Cuando el petróleo crudo se produce del pozo, es una mezcla de petróleo, agua, sedimento y gases disueltos (metano, etano, propano, butano y pentanos). En el primer caso, todos los gases se separan de la mezcla de petróleo y agua. Los gases se extraen por su mayor valor y facilidad de conversión a un estado comercial, como en el caso del propano y butano, que constituyen el gas licuado de petróleo (GLP). En una etapa posterior, se eliminan los sedimentos y otras sustancias no deseadas en las plantas de tratamiento.

Los gases se separan en una planta de separación en boca de pozo en los pozos continentales; en los pozos costa afuera, esto sucede en un separador en la plataforma. El metano formará la base del gas natural, y los demás componentes conformarán los **gases licuados de petróleo** (GLP). Sin embargo, también se pueden producir los líquidos de gas natural conjuntamente con el gas natural.

El petróleo crudo es muy diverso; sus características varían ampliamente. Económicamente, las características más importantes son su gravedad específica y su contenido de azufre, ya que serán los factores principales para determinar el precio del petróleo crudo.

Figura 4.4 • Flujo simplificado de producción interna



Para completar el balance de la oferta, otros insumos como aditivos, oxigenados y otros hidrocarburos también necesitan incluirse en los datos de la producción. Los aditivos y oxigenados son las sustancias (usualmente compuestos que no son hidrocarburos) que se agregan a los combustibles para mejorar sus propiedades, como por ejemplo los oxigenados para incrementar la cantidad de oxígeno en la gasolina automotriz.

En la categoría de Otros hidrocarburos se incluye la elaboración de productos como petróleos emulsionados (por ejemplo, orímulción) y el petróleo crudo sintético en base a las arenas bituminosas. Esta categoría de productos también incluye las lutitas petrolíferas, los líquidos producidos del proceso de licuefacción del carbón mineral, el hidrógeno y otros productos de ese tipo.

La *Entrada a la refinería* es el monto total de petróleo (incluyendo los aditivos, oxigenados y otros hidrocarburos) que han entrado al proceso de la refinería. El volumen de procesamiento de la refinería se refiere a esta entrada y la correspondiente salida de productos refinados, descritos a continuación como la producción bruta de la refinería en la sección de Oferta de productos terminados. La diferencia entre esta entrada y salida son las pérdidas que ocurren en el proceso de refinación, como la evaporación durante la destilación.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La *producción interna* en el Cuadro 1 del cuestionario debe incluir sólo la producción comerciable del petróleo crudo, LGN, y otros hidrocarburos.

Hay una serie de otras categorías que contribuyen a la producción en la oferta de productos a la refinería que se analizan a continuación. Para explicaciones sobre

el intercambio comercial y los niveles y cambios en las existencias, favor consultar las secciones apropiadas.

De *Otras fuentes*: Estos son los petróleos cuya producción ha sido cubierta en otros balances de combustibles. Por ejemplo, la conversión del gas natural en metanol para usarlo como un componente de gasolina, la producción de petróleo mediante la licuefacción del carbón mineral o la producción de petróleo de lutitas petrolíferas. Estos petróleos son insumos que deben reportarse de *Otras fuentes* si la producción de la forma de energía primaria ya está cubierta en otros balances de combustibles, por ejemplo, petróleo sintético de la licuefacción del carbón mineral: la producción del carbón mineral se cubre en el *Cuestionario del carbón mineral*, los insumos para la planta de licuefacción del carbón mineral están en el sector de la transformación del *Cuestionario del carbón mineral* (Cuadro 1), mientras que el petróleo sintético resultante de este proceso se reporta como de *Otras fuentes de otros hidrocarburos* en el *Cuestionario del petróleo*.

Los *Retroflujos de la Industria petroquímica* son petróleos que regresan a la refinería de procesos en la industria petroquímica. Son sub-productos del procesamiento de los insumos petroleros entregados a las empresas petroquímicas por la refinería. La refinería podrá usar los retroflujos como combustible o incluirlos en los productos terminados. El Total de *Retroflujos de la industria petroquímica* reportados en el Cuadro 1 debe ser idéntico con los retroflujos reportados en el Cuadro 2B.

Los *productos transferidos* son petróleos que se reclasifican bajo otro nombre. Hay una fila correspondiente en el Cuadro 2A en la cual se reportan los montos a transferirse. La necesidad de reclasificación surge cuando los productos semi-terminados se importan para usarlos como insumos en la refinería y aparecen por lo tanto en los datos de importaciones que constan en el Cuadro 2A. Los montos que deben usarse como insumos se muestran como cantidades negativas en la fila de *Productos transferidos* del Cuadro 2A y el total de todos los productos transferidos se reporta entonces como una cantidad positiva en la columna de *Insumos de refinería* del Cuadro 1.

Las *pérdidas en la refinería* son diferencias de masa que aparecen entre el volumen de procesamiento total de la refinería (reportado como la *Entrada observada a la refinería* en el Cuadro 1) y la producción bruta total de productos terminados (reportado en el Cuadro 2A). Las pérdidas surgen por verdaderas pérdidas de petróleo y la conversión de estadísticas usadas dentro de las refinerías a unidades de masa.

El *uso directo* incluye los montos que no ingresan a la refinería sino que ingresan directamente al consumo. El "uso directo" del petróleo crudo y/o LGN fuera de las refinerías también debe reportarse en el Cuadro 2A para que pueda contabilizarse su eliminación definitiva. En todo caso, cualquier cifra que se ingrese bajo *Uso directo* para el petróleo crudo y los LGN debe ser igual a los que se muestran en el Cuadro 2A, *Productos primarios recibidos*.

La fórmula para la *Entrada a la refinería (calculada)* es la suma de producción, insumos de *Otras Fuentes*, retroflujos, transferencias (como se mencionan individualmente supra), y los montos de importaciones y cambio de existencias, luego de deducir las exportaciones y el uso directo.

Esencial

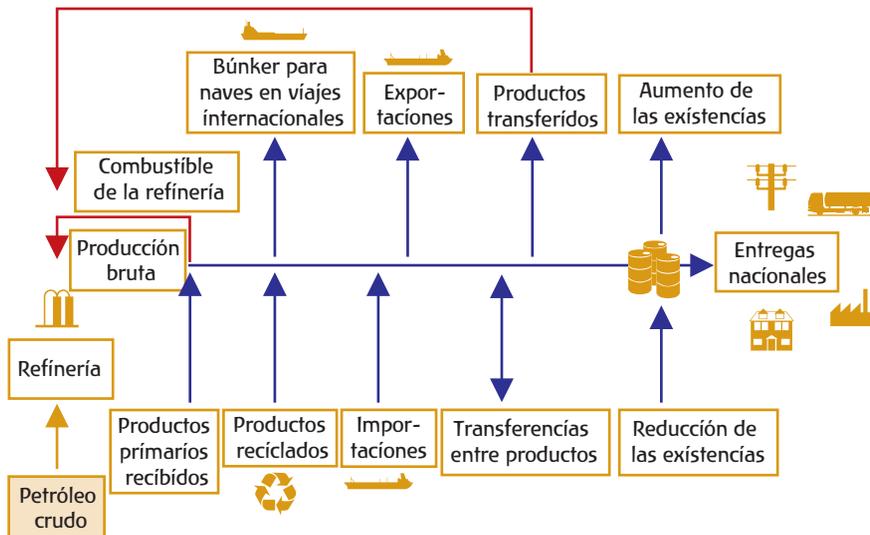
La producción interna comprende la producción comerciable dentro de los límites nacionales, incluyendo la producción marina costafuera.

La entrada a la Refinería es el total de petróleo que ingresó al proceso de la refinería.

Oferta de productos terminados.....**Información general**

Se presenta a continuación un flujograma simplificado de la cadena de la oferta desde la refinería hasta el usuario final.

Figura 4.5 • Oferta de productos terminados



El petróleo crudo, tal como sale del subsuelo, es una materia prima con usos limitados. Aunque se podría quemarlo como combustible, el verdadero potencial del petróleo crudo se alcanza cuando se lo refina, elaborando una gama de productos, que tienen utilidad para fines específicos de los consumidores finales (por ejemplo, gasolina para el transporte). El objetivo de la refinación es agregar valor a la materia prima, ya que el total de los productos refinados tiene que ser más valioso que el petróleo que sirve de insumo.

Hay muchos procesos de refinería usados para transformar el petróleo crudo. Sin embargo, la primera fase básica en el proceso de refinación es la destilación. El

petróleo crudo se calienta y se introduce en una columna de fraccionamiento a presión atmosférica, separando el petróleo crudo en 4-6 cortes amplios. Más allá de la unidad de destilación atmosférica están unidades más complejas, en las cuales cada flujo se vuelve a destilar para mejorar el rendimiento y proporcionar un corte más preciso de los productos finales. Para información más detallada, véase el Anexo 1, Sección 2.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La producción de la refinería se reporta en el Cuadro 2A. Hay una serie de otras categorías que contribuyen a la producción en la oferta de productos terminados. Estos se describen a continuación.

Los *productos primarios recibidos* son la fila que introduce el petróleo crudo y LGN al Cuadro 2A que fueron reportados como *Uso directo* en Cuadro 1 para que se puede mostrar su disposición. Los LGN deben constar en la columna de LNG sólo si se dispone de ellos como LGN. Los LGN pueden separarse en etano y GLP antes de su disposición. Si es así, los gases se reportan como productos primarios recibidos en las correspondientes columnas y sus disposiciones serán combinadas con las disposiciones de los gases producidos en las refinerías.

La *producción bruta de productos de la refinería* debe incluir cualquier uso de los productos como combustible dentro de la refinería (véase el *Combustible de la refinería*, a continuación). Si se dan cifras separadas para el Combustible de la refinería y sólo la producción neta de la refinería, entonces el Combustible de la refinería debe agregarse a la producción neta para obtener la cifra de producción bruta. Sin embargo, el problema más común es que las cifras de producción se dan pero las cifras para el Combustible de la refinería no están disponibles. En tal caso, lo más probable es que las cifras de la producción sean netas. El estadígrafo/a debe verificar, entonces, si todos los productos petroleros más comunes se han reportado y, si no, averiguar si los productos faltantes son combustibles utilizados por la refinería en apoyo a sus operaciones, y buscar estimados de sus montos. Un estimado de la magnitud de los productos faltantes y/o Combustible de la refinería puede hacerse comparando la *Entrada observada a la refinería* en el Cuadro 1 con la producción total reportada.

Los *Productos reciclados* son los que regresan luego de su uso a las plantas de reciclaje para su limpieza y reprocesamiento. Se agregan a la columna apropiada en la fila 3. Hay pocos productos en esta categoría. El producto más notable es el aceite lubricante usado que se purifica para reutilizarlo.

El *Combustible de la refinería* es el combustible usado para apoyar las operaciones de la refinería y no incluye el uso para el transporte de los productos hasta los consumidores. El uso de los combustibles para producir electricidad y calor para la venta debe incluirse en las cifras de Combustible de la refinería pero también debe reportarse en las últimas filas del Cuadro 2A y en los cuadros que componen el Cuadro 6.

Las *Transferencias entre productos* cubren los movimientos entre los productos que representan una reclasificación de los productos por cambios en su calidad y por lo tanto en su especificación. Por ejemplo, el combustible de turbinas aviatorias que

ha deteriorado o se ha dañado puede reclasificarse como keroseno para calefacción. La cantidad transferida consta como un valor negativo en la columna de producto que cede el petróleo y positivo en la columna de producto que lo recibe. Por lo tanto, la suma de todos los productos en esta fila debe ser cero.

Los *búnkeres marítimos internacionales* son entregas de petróleos a naves para su consumo durante viajes internacionales (combustibles búnker) y representan un caso especial de los flujos de petróleos del país. Los petróleos se usan como combustible por el barco y no como parte de la carga. Todos los barcos, independientemente del país de registro, deben incluirse, pero los buques deben estar haciendo viajes internacionales, siendo el primer puerto al que llegan en otro país. Las estadísticas de los búnkeres de viajes marítimos internacionales deben incluir el combustible entregado a las embarcaciones navales que emprenden viajes internacionales. Debe verificarse que los datos que representan el petróleo entregado para los búnkeres marítimos internacionales cumplan con la definición explicada aquí y, en particular, que excluyan el combustible usado por barcos pesqueros.

Esencial

La producción de la refinería debe reportarse como un valor bruto, incluyendo los combustibles usados por la refinería en apoyo a sus operaciones.

Flujos petroquímicos

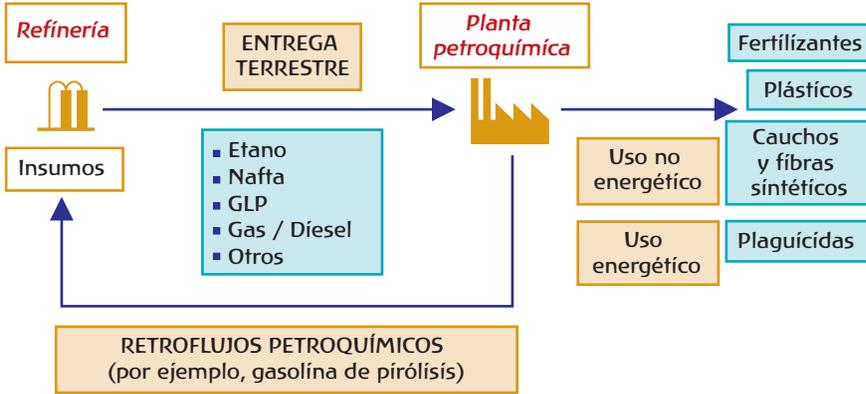
Información general

Aunque los principales usos de los productos petroleros se deben a sus propiedades energéticas, hay una serie de usos no energéticos del petróleo, más notablemente en la industria petroquímica. Los petroquímicos son sustancias químicas derivadas del petróleo, y usados como los elementos básicos para una variada gama de productos comerciales. Tuvo sus inicios a principios de los años 1920s, y la industria petroquímica actual es muy diversa, y suministra las materias primas para poder elaborar plásticos, fibras sintéticas y cauchos, fertilizantes, plaguicidas, detergentes y disolventes. Las industrias más diversas (textiles, alimentos, farmacéuticas, automotrices y elaboración de pinturas – todas usan petroquímicos. Los insumos petroquímicos se crean de una serie de productos petroleros, principalmente nafta, GLP y etano.

Sin embargo, la industria petroquímica no es solamente un gran consumidor de productos petroleros; también elabora productos petroleros ya que extrae los componentes necesarios para producir los petroquímicos y luego devuelve los sub-productos a las refinerías o al mercado.

El flujograma a continuación ilustra los flujos entre las refinerías y las plantas petroquímicas.

Figura 4.6 • Entregas al sector petroquímico



Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los flujos petroquímicos se reportan en el Cuadro 2B. Los detalles de estos flujos se explican a continuación.

Las *Entregas brutas* deben representar la cantidad total de cada producto petrolero que se entrega a las empresas petroquímicas para su uso como insumo. No debe ser un flujo “neto”, es decir que no se debe restar de las entregas algún petróleo que se devuelve a la refinería de las empresas petroquímicas. El insumo también puede cubrir algunos o todos los requisitos del proceso industrial en calidad de combustible. Sin embargo, no debe incluir los petróleos que se usan como combustibles en general, sin relación con el proceso.

El *uso energético en el sector petroquímico* debe ser la cantidad de petróleos entregados como insumos que se utilizan como combustibles durante su procesamiento. Los combustibles son algunos de los sub-productos gaseosos obtenidos de los petróleos insumos durante su procesamiento. La información sobre el uso de los combustibles debe llegar por las empresas petroquímicas que pueden proporcionarla a través de las refinerías si hay refinación y procesamiento petroquímico conjuntamente en el mismo sitio.

Los *Retroflujos del sector petroquímico* son petróleos que regresan a la refinería de procesos en la industria petroquímica. Son sub-productos del procesamiento del petróleo insumo a las empresas petroquímicas desde la refinería. La refinería puede usar los retroflujos como combustibles o incluirlos entre los productos terminados.

Esencial

Las entregas brutas al sector petroquímico son los productos petroleros que se utilizan como materia prima en la elaboración de petroquímicos.

Los productos que regresan a la refinería para más procesamiento o para mezclarse deben reportarse como retroflujos.

Importaciones y exportaciones**Información general**

Una de las realidades económicas básicas del petróleo es que a menudo se encuentra en lugares distantes de los mercados consumidores. Las dos terceras partes de las reservas del petróleo crudo están en el Medio Oriente y Rusia, mientras que casi el 90% del petróleo se consume en otras regiones.

Por eso se necesita transportar el petróleo desde las zonas productoras a las consumidoras. Siendo el petróleo una forma líquida y compacta de energía, su transporte es relativamente fácil. Puede transportarse en tanqueros, oleoductos, ferrocarriles y camiones, y existe un vasto sistema de transporte entre las regiones productoras y consumidoras.

La información requerida sobre los orígenes y destinos del petróleo que se importa y exporta es de suprema importancia. De hecho, es importante que un país sepa de cuál país exportador depende para sus suministros petroleros, ya que, en caso de una crisis en la oferta exportable, podrá determinar cuánto se importa de ese particular país. Similarmente, aunque un poco menos importante, es útil saber que destino tienen las exportaciones petroleras, para saber, en caso de alguna interrupción, cuáles países destinatarios de las exportaciones serían afectados.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las cifras de intercambios comerciales se reportan en varios cuadros del cuestionario. El total de las cifras de importación y exportación se reportan como totales en los cuadros de balance de oferta; los datos desagregados por origen y destino se solicitan en los otros cuadros.

La suma de todas las importaciones de todos los orígenes debe ser igual a las importaciones reportadas para cada producto en los cuadros de oferta. Asimismo, la suma de todas las exportaciones por destino debe ser igual a las exportaciones reportadas para cada producto en los cuadros de oferta.

La sección de definiciones geográficas de las instrucciones de información del cuestionario indican el alcance geográfico de los territorios nacionales de ciertos países cubiertos por el *Cuestionario del petróleo anual*.

Las cantidades se consideran importadas o exportadas cuando han cruzado las fronteras nacionales del país, que se hayan desaduanizado o no.

Deben incluirse las cantidades de petróleo crudo y productos importados o exportados bajo acuerdos de procesamiento (es decir, refinación por cuenta permanente). Las re-exportaciones del petróleo importado para procesamiento dentro de áreas afianzadas (o zonas de libre comercio) deben incluirse como exportación de producto al destino final.

Todos los líquidos de los gases (por ejemplo, GLP) extraídos durante la regasificación del gas natural licuado importado deben incluirse como importaciones en este cuestionario. También deben incluirse los productos petroleros importados o exportados directamente por la industria petroquímica.

Los orígenes de importaciones o destinos de exportaciones que no se enumeran individualmente en los cuadros de intercambios comerciales deben reportarse bajo la categoría apropiada de *Otros (Otros del África, Otros del Lejano Oriente, etc.)* como consta en el Anexo 1 del *Cuestionario del petróleo anual*. Cuando no puede reportarse ningún origen ni destino, debe usarse la categoría *"No se especifica en otra parte"*.

Diferencias estadísticas pueden surgir si las importaciones y exportaciones están disponibles sólo a nivel de totales (de encuestas en la aduana o refinería) y que el desglose geográfico se base en una fuente diferente de información. En este caso, reporte las diferencias en la categoría de *"No se especifica en otra parte"*.

El petróleo crudo y los LGN deben reportarse como provenientes del país de su origen inicial; los insumos de refinería y productos terminados deben reportarse como provenientes del país de su última consignación. En ambos casos, es el país donde se produjo el petróleo que debe reportarse como origen. Para los petróleos primarios (petróleo crudo y LGN) es el país donde se produjo originalmente; para los petróleos secundarios, es el país en el cual fueron refinados o procesados.

Los datos deben reportarse en miles de toneladas métricas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

El petróleo crudo y LGN deben reportarse como provenientes del país de origen inicial.

Los insumos de refinería y productos terminados deben reportarse como provenientes del país de su última consignación.

Niveles y cambios de existencias

Información general

Las existencias petroleras son un elemento crítico de información en un balance petrolero. La mayoría de las existencias petroleras son esenciales para que el sistema mundial de suministro siga operando. Las existencias permiten un equilibrio entre la oferta y la demanda; se reducen las existencias para ayudar a cubrir la demanda cuando la oferta no alcanza, mientras que un aumento de existencias da una salida para que puedan fluir los productos petroleros cuando la oferta excede de la demanda. No incluir los datos de existencias en el balance petrolero restaría transparencia al mercado. La tendencia en las existencias es importante para muchos analistas petroleros cuando hacen sus evaluaciones de la situación del mercado petrolero.

Las existencias son un indicador importante de los precios: el nivel de inventarios petroleros suele determinar el precio; por ejemplo, cuando están bajas las existencias, esto significa que podría haber una escasez o la necesidad de reponerlas, lo que indicaría que los precios podrían subir. Por otro lado, si la industria tiene un abastecimiento amplio del petróleo apropiado, puede preverse una reducción del precio. Por eso es importante contar con información sobre la situación de las existencias petroleras del mundo.

La información sobre las existencias de productos puede ser tan importante como las existencias de petróleo crudo. Por ejemplo, las existencias de petróleo crudo dan una indicación de la disponibilidad del crudo para las refinerías en cada país y por lo tanto evidencian qué tan bien las refinerías podrán abastecer al mercado nacional. Por otro lado, la información sobre bajas existencias en gasolina antes de la temporada de más viajes por carretera o bajas existencias de combustible de calefacción antes del invierno puede dar una alerta para advertir a las refinerías, empresas petroleras y gobiernos que no sólo podrían subir los precios sino que podrían ocurrir escaseces – como por ejemplo los problemas con combustible de calefacción experimentados en el Otoño del 2000.

Los datos sobre las existencias petroleras son de particular importancia para las decisiones estratégicas de los gobiernos o las empresas petroleras grandes. Se necesita información agregada y oportuna sobre las existencias para poder hacer la planificación a largo plazo y asegurar que la oferta sea adecuada para cubrir la demanda. Los gobiernos requieren extensa información sobre las existencias para que puedan reaccionar apropiadamente cuando ocurren interrupciones en el suministro petrolero (tanto nacional como internacionalmente). Las existencias petroleras son un elemento crítico de información en un balance petrolero.

Las **existencias primarias** están en manos de las varias empresas que abastecen a los mercados: productores, refinerías e importadores. Físicamente consisten en los tanques en las refinerías, terminales a granel, tanques de ductos, barcasas y tanqueros de cabotaje (si permanecen en un mismo país), buques cisterna en puertos (si han de descargarse en ese puerto) y las bodegas de búnker de los barcos fluviales. Adicionalmente, los inventarios estratégicos de los gobiernos (por ejemplo, La Reserva Estratégica de Petróleo de los EEUU) o por organizaciones dedicadas a mantener inventarios de reserva (por ejemplo, EBV en Alemania) se incluyen en la categoría de existencias primarias.

Las **existencias secundarias** están en las pequeñas plantas a granel (instalaciones de comercialización por debajo de una cierta capacidad, por ejemplo, 50.000 barriles en los Estados Unidos, que reciben sus productos por ferrocarril o camión) y establecimientos minoristas.

Las **existencias terciarias** están en manos de los consumidores finales; pueden ser centrales eléctricas, entidades industriales o consumidores en el sector residencial / comercial.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Favor notar que, al hacer referencia a los datos de inventarios, los términos “primario” y “secundario” pueden usarse en un contexto algo diferente a cuando se hable de los productos primarios y secundarios como en la Sección 1 ¿Qué es el petróleo?

El *Cuestionario del petróleo* anual recoge datos para los inventarios primarios en el territorio nacional. Los inventarios secundarios y terciarios, así como el almacenamiento de los oleoductos, no están incluidos. Las cantidades en oleoductos no se incluyen porque los montos no están disponibles para uso – el oleoducto no puede funcionar sin sus contenidos, los que estarían disponibles únicamente al vaciar el oleoducto.

Los inventarios petroleros y los cambios en las existencias deben reportarse en los cuadros del balance de oferta.

El nivel de apertura es la cantidad de existencias primarias en el territorio nacional, medida el primer día del año de información (el 1° de enero, a menos que se use algún otro año fiscal). El *nivel de cierre* es la cantidad de existencias primarias en el territorio nacional medida el último día del año de información (el 31 de diciembre, a menos que se use algún ejercicio económico distinto). El *cambio de existencias* se calcula como el nivel de apertura menos el nivel de cierre. Así, un aumento de existencias se mostraría como cifra negativa, y una reducción de existencias como un número positivo.

Esencial

Los cambios en las existencias deberían reflejar la diferencia entre el nivel de apertura y el nivel de cierre de las existencias primarias en el territorio nacional.

6 Consumo de petróleo

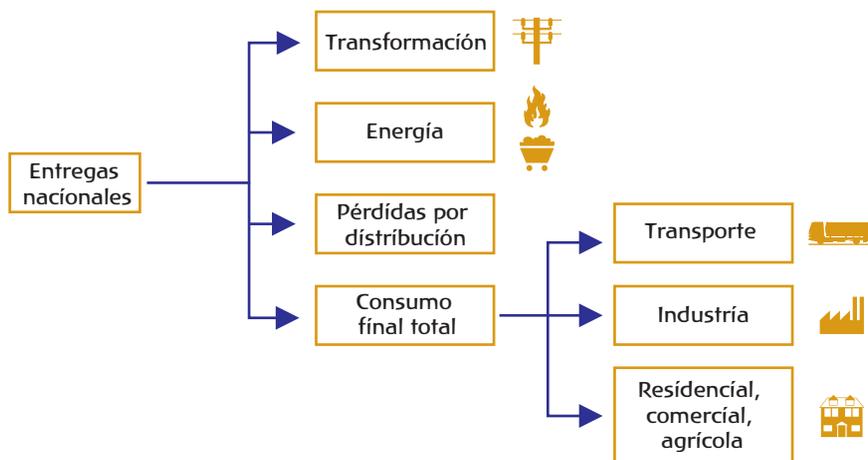
Los productos petroleros se consumen en muchos lugares. Se reconocen fácilmente en la gasolina usada como combustible automotor y el combustible de calefacción para los hogares. Menos obvios son los usos de componentes basados en el petróleo para los plásticos, medicinas, alimentos y una serie de otros productos.

Se consume el petróleo principalmente en los siguientes sectores:

- En el sector de la transformación.
- Por las industrias energéticas en el sector energético.
- En el transporte y la distribución del petróleo (aunque limitadamente).
- En los varios sectores y ramas del consumo final (industria, residencial, etc.), incluyendo los usos tanto energéticos como no energéticos del petróleo.

Los siguientes párrafos describen estos sectores brevemente, resaltando el impacto de la especificidad del sector de uso final en las estadísticas. Para información general, refiérase al Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 8.

Figura 4.7 • Consumo del petróleo por sector



Consumo del petróleo en el sector de la transformación

Información general

Las cantidades de petróleo usado en el proceso de su transformación en otra forma de energía deben reportarse en el sector de la **transformación**. Esto consta en gran medida de productos petroleros que se queman para producir electricidad o calor, pero cubre todos los casos de productos petroleros que se convierten en otra forma de energía. Ejemplos incluyen los productos petroleros que se usan en los hornos coqueadores, en altos hornos, el petróleo utilizado para producir gas en una planta de gasificación, o como materiales aglutinantes al hacer combustibles “patente”.

El uso de los productos petroleros para generar electricidad ha venido reduciéndose continuamente desde la década del 1970. Representando casi el 25% en 1973, los insumos de petróleo para generar electricidad se han reducido a un ritmo del 2,4% anual desde entonces, y actualmente representan menos del 8% de la generación de electricidad a nivel mundial.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Generación de electricidad y calor: Las centrales generadoras de electricidad y calor se dividen según su propósito principal (públicas o autoproductoras) y los tipos de energía que producen (electricidad, calor, o ambos).

Los montos totales de petróleos entregados a las centrales eléctricas para la generación de electricidad únicamente deben incluirse en el sector de la transformación. Las cantidades que se utilizan en estaciones que contienen unidades combinadas de calor y electricidad (CHP) deben representar sólo el combustible usado para generar electricidad y para generar calor para la venta. El combustible reportado como entregado a las plantas autoproductoras de calor-solamente debe ser la cantidad usada para producir calor para la venta. Las cantidades de combustible consumidas por las plantas autoproductoras para producir calor que no se vende permanecerán en las cifras para el consumo final de combustibles por los sectores pertinentes de actividad económica. Favor referirse al Capítulo 2 sobre la *electricidad y el calor* para más información.

Altos hornos: Se reportan sólo los petróleos que se inyectan en los altos hornos. El uso de petróleos en otra parte de la planta siderúrgica o para calentar el aire para los altos hornos se reportará como consumo final o uso por el sector energético. Véanse las notas sobre los Altos Hornos en el Anexo 1.

Industria petroquímica: Véase la sección respectiva sobre los *flujos petroquímicos*. Desde el punto de vista del estadígrafo/a energético, la conversión petroquímica de insumos en "retroflujos" devueltos a las refinerías es un proceso de conversión de combustibles. Los insumos al proceso, por lo tanto, deben reportarse en el sector de la transformación. La contribución de los diferentes tipos de insumos a los retroflujos no puede conocerse con certeza, de modo que se adopta el enfoque de un modelo sencillo para estimar las cantidades de insumos para la transformación.

Para asegurar cifras correctas sobre el uso total de combustibles y evitar su contabilidad doble, las cantidades reportadas en el sector de la transformación deben ser restadas del consumo final por la industria química y petroquímica que se reportan más adelante en el cuestionario.

Esencial

En el sector de la transformación, sólo se reportan el petróleo y los productos petroleros que se transforman en otras formas de energía.

Consumo del petróleo en el sector energético

Información general

A más de ser utilizados en el sector de la transformación como se detalló supra, los productos petroleros pueden ser utilizados por la industria energética en apoyo a la producción de la energía. Por ejemplo, se usa petróleo en una mina de carbón para apoyar su extracción y preparación dentro de la industria del carbón. Este consumo del petróleo para calefacción, u operación de un generador, bomba o compresor en el sector **energético**, apoya la extracción o la actividad de transformación.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

En el *sector energético*, se reportan las cantidades de petróleos consumidos dentro de las empresas de combustibles y energéticas en el sentido de que desaparecen de la cuenta, en vez de aparecer, luego de su transformación, como otro producto energético. Los productos se usan para apoyar las varias actividades dentro de la explotación, conversión o producción de la energía, pero no ingresan como parte del proceso de transformación.

Nótese que las cantidades de petróleo transformadas en otra forma de energía deben reportarse bajo el *sector de la transformación*. Debe tenerse cuidado de distinguir entre los petróleos usados para calefacción en la actividad y los usados para el transporte. Los combustibles para el transporte deben reportarse en el *sector del transporte*. Así, el petróleo consumido en apoyo a la operación de los oleoductos y gasoductos debe reportarse en el *sector del transporte*.

En el caso de los altos hornos, debe reportarse sólo la cantidad de petróleo (si es que lo hay) que se usa para calentar el aire para el horno. Los petróleos inyectados al alto horno deben reportarse como uso en la transformación.

Esencial

En el sector energético, debe reportarse únicamente el petróleo usado por las industrias energéticas en apoyo a la extracción o la actividad de transformación.

Pérdidas de petróleo por transporte y distribución ..

Información general

El transporte y la distribución de los productos petroleros suele implicar múltiples episodios de manejo y almacenamiento. Hay cuatro principales maneras de transportar el petróleo desde el cabezal del pozo hasta la refinería y de ahí hasta el consumidor final: por mar, por ducto, por vía férrea y por carretera. Las

instalaciones de almacenamiento por la ruta del transporte facilitan el movimiento de los productos. Suelen ubicarse entre los diferentes medios de transporte, como por ejemplo en los puertos donde se descargan los buques cisterna y los productos continúan por ducto.

En el transcurso de este transporte, hay varias maneras en que se pueden perder cantidades de petróleo de la oferta. El ejemplo más espectacular es cuando un tanquero sufre un derrame en alta mar, como en 1989 cuando casi 250.000 barriles de petróleo crudo fueron derramados por la costa de Alaska. Las fugas de oleoductos, los descarrilamientos de vagones del ferrocarril, y los accidentes de camiones tanqueros son otras posibles fuentes de pérdidas en la cadena de transporte y distribución.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La categoría *Pérdidas por distribución* (Cuadro 3) debe incluir todas las pérdidas que ocurren durante el transporte y distribución, incluyendo las pérdidas en los ductos.

Si no se han reportado pérdidas por distribución, hay que verificar con la entidad informante si las pérdidas se han reportado pero incluidas con la diferencia estadística. Si existen medidas independientes para determinar las pérdidas por transporte y distribución, entonces estos montos deben reportarse en la categoría apropiada y no deben incluirse con la diferencia estadística.

Las pérdidas deben reportarse en miles de toneladas; los valores reportados son números positivos.

Esencial

Todas las cantidades de productos petroleros perdidos durante el transporte y la distribución deben reportarse en pérdidas por distribución.

Consumo final

Información general

El consumo final es toda la energía utilizada por los consumidores finales en el **transporte**, la **industria**, y **otros sectores** (residencial, comercio, servicios públicos y agricultura). Excluye todo el petróleo utilizado para la transformación y/o uso propio de las empresas que producen energía.

Mientras que la participación del petróleo en la oferta energética total mundial se ha reducido en los últimos 30 años, el consumo mundial del petróleo siguió creciendo durante todo ese período. Este crecimiento se ha dado casi totalmente en la demanda energética del sector del transporte, ya que han resultado difíciles de desarrollar las alternativas al petróleo para aplicaciones en el transporte.

Actualmente en un 57%, el transporte constituye la mayor porción del consumo final total del petróleo. Esto representa un incremento con respecto a los niveles de 1973, cuando el sector del transporte consumía más del 42% del total mundial. La industria y “otros sectores” han reducido de un nivel del 26% y 25% respectivamente en 1973, hasta 20% y 17% actualmente.

Los datos se recogen para el uso energético y no energético (como insumo) del petróleo en los sectores y ramas del consumo final. El uso más importante como insumo está en la industria química y petroquímica.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Sector del transporte

Las cifras reportadas aquí deben relacionarse con el uso en la propia actividad del transporte y no con el consumo por la compañía de transporte para fines ajenos al transporte. Asimismo, los combustibles consumidos para el transporte en las industrias u otros sectores deben considerarse como consumo en el sector del transporte y no para la actividad industrial o de otro sector.

Aviación: Las cifras para las cantidades de combustibles de aviación entregados a las aeronaves deben dividirse entre vuelos internos e internacionales. El uso de combustibles en vuelos internos debe incluir las cantidades usadas para las aeronaves militares. Los vuelos internacionales se definen de manera similar a la definición de los viajes marítimos internacionales. Cualquier vuelo para el cual la siguiente escala sea un aeropuerto en otro país es un vuelo internacional. Todos los demás vuelos son internos.

Transporte vial: Deben reportarse las cantidades usadas por cualquier tipo de vehículo para el transporte en vías públicas. El uso fuera de carreteras debe excluirse.

Vía férrea: Deben incluirse todos los petróleos usados para los locomotores a diesel para carga, pasajeros y movimientos de los locomotores para manejo del equipo rodante.

Vías fluviales (navegación nacional): Debe reportarse el consumo de petróleo en las embarcaciones utilizadas en las vías acuáticas fluviales y para el cabotaje. Los combustibles petroleros usados en naves que comprenden viajes internacionales deben reportarse como búnkeres marítimos internacionales. Los combustibles consumidos por barcos pesqueros deben reportarse bajo Agricultura, actividades forestales y pesca.

Sector de la industria

Las definiciones de las ramas industriales que constan en el cuestionario en términos de las actividades económicas que implican son por referencia a la CIU rev. 3 y NACE rev. 1. Las definiciones se presentan en las notas que acompañan cada uno de los cuestionarios anuales. El sector de la industria incluye la rama de la construcción pero no las industrias energéticas.

Las cifras reportadas en el *sector de la industria* para el consumo de combustibles por empresas debe excluir las cantidades usadas para generar electricidad y calor

para la venta y para el transporte por vías públicas (véase la sección sobre el consumo del petróleo en el sector de la transformación y los párrafos que anteceden sobre el sector del transporte).

Las cantidades deben incluir los combustibles usados para todos los fines no energéticos pero las cantidades no energéticas también deben reportarse en el Cuadro 3 para poder identificarlas por separado.

Otros sectores

Las ramas de *Otros sectores* (Comercio y servicios públicos, residencial y agricultura) son comunes para los cuestionarios anuales, y se detallan en la Sección 8 del Capítulo 1: *Fundamentos - Consumo energético final*.

Uso no energético

Varios combustibles pueden usarse para fines no energéticos, como materias primas en los diferentes sectores. Estos productos no se consumen como combustibles ni se transforman en otro combustible. Para más información, favor referirse a la Sección 8 del Capítulo 1, *Fundamentos - Usos no energéticos de combustibles*.

Esencial

El consumo final es toda la energía entregada a los consumidores finales y no incluye la transformación ni los usos en empresas que producen energía.

7

Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre petróleo

Insumos para la autoproducción

Información general

Con la creciente importancia del debate ambiental, se ha hecho imprescindible identificar el consumo total de combustibles en cada sector industrial y de consumo, afin de desarrollar para cada sector medidas apropiadas de conservación de energía y reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.

Para información general y definiciones para la autoproducción, favor referirse al Capítulo 2, *Electricidad y calor*, Sección 1.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos para la generación de electricidad y calor por autoprodutores se reportan en el Cuadro 6.

Este cuadro proporciona información sobre el uso de combustibles por autoprodutores de electricidad y calor para la venta según su actividad económica principal. El cuadro se separa en tres partes, correspondientes a tres tipos reconocidos de planta de generación: *Electricidad-solamente*, *CHP*, y *Calor-solamente*. Los datos se usan para dar seguimiento a los combustibles consumidos y la generación de electricidad y calor por autoprodutores, esto como parte de los esfuerzos de las Naciones Unidas por comprender las emisiones de CO₂.

En el caso de las plantas CHP, reportar cifras por separado para las cantidades de combustible usadas en la producción de electricidad y calor requiere un método de división del uso total de los combustibles entre las dos formas de energía producida. La división se requiere aunque no se venda calor, porque el uso del combustible para producir electricidad debe reportarse en el sector de la transformación. El método propuesto se describe en el Anexo 1, Sección 1 del *Manual* y debe seguirse con cuidado.

Favor notar que los totales reportados en este cuadro deben ser iguales a los totales respectivos reportados en el sector de la transformación (Cuadro 3). Asimismo, nótese que un cuadro similar está incluido con el *Cuestionario de electricidad y calor*. Para evitar inconsistencias en la información, favor comunicarse con la persona responsable del cuestionario sobre la electricidad en su país.

Esencial

Se reporta el petróleo utilizado por los autoprodutores como insumo para generar electricidad y calor (para la venta) en los respectivos sectores.

Combustibles fósiles sólidos y gases industriales



1 ¿Qué son los combustibles fósiles sólidos y los gases industriales?

Información general

Los combustibles sólidos y gases industriales cubren varios tipos de carbón mineral y productos derivados del carbón mineral. Por convención, la mayoría de las organizaciones que trabajan con las estadísticas energéticas prefieren incluir las fuentes renovables combustibles sólidas, como la leña y el carbón vegetal, en la información y el procesamiento de las fuentes energéticas renovables. En consecuencia, los combustibles sólidos renovables no se incluirán en este capítulo sino en el Capítulo 6 sobre las Fuentes renovables y los desechos.

El **carbón mineral primario** es un combustible fósil, usualmente con la apariencia física de una roca negra o parda, y consiste de materia vegetal carbonizada. Mientras mayor sea el contenido de carbono en un carbón mineral, mejor será su valor o calidad. Los tipos de carbón mineral se distinguen por sus características físicas y químicas. Estas características determinan el precio e idoneidad del carbón mineral para varios usos. Todos los productos del carbón mineral primario cubiertos en este capítulo son combustibles sólidos. El capítulo también incluye la turba, que es otro combustible primario estrechamente relacionado con el carbón mineral.

Los **combustibles derivados** incluyen tanto los combustibles sólidos como los gases producidos durante el procesamiento del carbón mineral y por la transformación del carbón mineral. Información más detallada sobre los productos derivados del carbón mineral y los equipos utilizados para su producción está disponible en el Anexo 1 – *Conversión de los combustibles y procesos de producción energética*.

Hay tres principales categorías de carbón mineral: el carbón duro, el carbón sub-bituminoso y el carbón pardo (también llamado lignito). El carbón duro tiene un **valor calorífico bruto** (VCB) mayor a 23.865 kJ/kg; incluye dos sub-categorías: el carbón de coque (utilizado en los altos hornos), y otros tipos de carbón bituminoso y antracita utilizados para calefacción y generación de vapor (por eso a veces se llama esta categoría “carbón de vapor”). El lignito o carbón pardo es un carbón no aglomerado con un VCB menor a 17.435 kJ/kg. El carbón sub-bituminoso incluye el carbón no aglomerado con un VCB en el rango intermedio entre las otras dos categorías.

Los productos secundarios o derivados incluyen los combustibles “patente”, briquetas (BKB y briquetas de turba), coques de gas y de horno coquificador, gases de planta de gas, gas de altos hornos y gas básico del horno de acero al oxígeno.

Durante los últimos 30 años, la participación del carbón mineral en la oferta total mundial de energía primaria (TPES) se ha mantenido estable en un 25%, lo que en términos absolutos ha requerido un crecimiento del 56% sobre la oferta en 1973. Es interesante notar que el consumo de carbón mineral incrementó dramáticamente para la producción de electricidad de más de 250% pero que, por otro lado, el consumo del sector residencial disminuyó de un 65%. En otras palabras, el carbón mineral ahora se usa principalmente para producir electricidad y en menor grado por la industria.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El *Cuestionario de combustibles fósiles sólidos y gases industriales* suele llamarse el *Cuestionario del carbón mineral*, porque cubre varios tipos de carbón mineral y productos derivados del carbón mineral.

El cuestionario cubre los combustibles fósiles y gases industriales que se dividen en productos primarios y derivados. Además, ocurren en dos categorías físicas por separado, ilustrados en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.1 • Productos primarios y derivados del carbón mineral

PRODUCTOS PRIMARIOS DEL CARBÓN MINERAL	Carbón coquizable	COMBUSTIBLES FÓSILES SÓLIDOS
	Otro carbón bituminoso y antracita	
	Carbón sub-bituminoso	
	Lignito / carbón pardo	
	Turba	
COMBUSTIBLES DERIVADOS	Combustibles "patente"	
	Coque de horno	
	Coque de gas	
	Briquetas	
	Gas de planta de gas	
	Gas de horno de coquización	
	Gas de alto horno	
Gas de horno de acero al oxígeno		

Para definiciones detalladas y características de los combustibles, favor referirse a las definiciones de productos en el Anexo 2.

Debe notarse que el *Cuestionario del carbón mineral* cubre los tipos de carbón mineral producidos de minas superficiales y subterráneas, así como el carbón recuperado de los montones de desechos de las minas, las piscinas de lechada en plantas de preparación y otras acumulaciones de desechos. También incluye a la turba en operaciones de corte o cosecha de turba.

Ya que el carbón mineral se clasifica de muchas maneras diferentes, a menudo hay confusión en la clasificación de los carbones primarios, en particular con relación al lignito y el carbón sub-bituminoso. En términos de su contenido energético, el carbón sub-bituminoso es una categoría que traslapa sobre el límite entre el carbón duro y el lignito. El carbón no aglomerante y altamente volátil que cae dentro de un rango de contenido energético entre 17.435 kJ/kg (4.165 kcal/kg) y 23.865 kJ/kg (5.700 kcal/kg) debe reportarse como carbón sub-bituminoso aunque esa clasificación difiera de la norma aplicada a nivel nacional. Los tipos de carbón sub-bituminoso son asignados además a las categorías de “carbón duro” y “lignito” por los organismos internacionales que recogen las estadísticas. Generalmente, el carbón sub-bituminoso con un contenido energético sobre los 18.600 kJ/kg (4.440 kcal/kg) se considera carbón duro, mientras que los que tienen valores inferiores se consideran lignitos.

Aunque el *Cuestionario del carbón mineral* hace referencia a los combustibles “sólidos”, debe notarse que en este cuestionario se reportan solamente las estadísticas sobre los combustibles fósiles sólidos. La leña, y los combustibles y desechos biodegradables y no-biodegradables (como el combustible derivado de los neumáticos, los plásticos, los desechos de madera, el carbón vegetal y los cultivos para energía de biomasa) deben reportarse en el *Cuestionario de fuentes renovables y desechos*. Es esencial que los productos renovables y desechos que se queman conjuntamente con el carbón mineral y sus productos se reporten por separado en el *Cuestionario de fuentes renovables y desechos*. El estadígrafo/a debe estar consciente de que, en el sector de la transformación, tanto la energía de entrada como la energía de salida derivada de la fracción renovable / de desechos deben contabilizarse.

El *Cuestionario del carbón mineral* cubre el carbón y sus productos procesados en plantas para combustibles “patente” y BKB, hornos coquizantes, altos hornos, plantas procesadoras de gas y hornos de acero al oxígeno. Todos los insumos y la producción en cada cadena de productos deben reportarse en el *Cuestionario del carbón mineral* y otros cuestionarios relacionados. Por ejemplo, el carbón coquizable que se usa como insumo a los hornos coquizantes se relaciona directamente con la producción del coque del horno de coquización y el gas de horno de coquización en el *Cuestionario del carbón mineral*. Otro carbón

Esencial

El Cuestionario de combustibles fósiles sólidos y gases industriales incluye no sólo el carbón mineral primario, sino también los combustibles derivados sólidos y los gases industriales.

Los combustibles fósiles sólidos no incluyen la biomasa sólida y los desechos (leña, carbón vegetal y plásticos) que deben reportarse en el Cuestionario de Fuentes renovables y desechos.

Al reportar los combustibles derivados sólidos y gases industriales, es importante reportar la producción y el consumo en la cadena de productos derivados cuando los insumos del proceso se reportan en la cadena de productos primarios.

bituminoso y antracita, lignito y turba que son insumos para las plantas de combustibles “patente” y BKB deben reportarse además como la producción y el consumo de los combustibles derivados, “combustibles “patente”” y “BKB” en el Cuestionario del carbón mineral. Estas relaciones se aplican a todos los productos secundarios derivados de los insumos de energía primaria.

2 ¿Qué unidades se utilizan para expresar combustibles sólidos y gases industriales?

Información general

Los **combustibles sólidos** usualmente se miden en términos de su masa (toneladas, miles de toneladas, etc.). Las cantidades reportadas deben ser “tal como se recibió” – es decir, con el contenido de humedad y ceniza del producto en su punto de recepción.

En algunos informes técnicos, los datos del carbón mineral también pueden encontrarse en términos de **toneladas equivalentes de carbón** (tec). La tonelada de equivalente de carbón no es una unidad de masa sino de energía, que se utiliza más ampliamente en la industria internacional del carbón para realizar comparaciones entre varios combustibles. La tonelada equivalente de carbón se define como 7 millones de kilocalorías. La relación entre una tonelada equivalente de petróleo (tep) y la tonelada equivalente de carbón es: $1 \text{ tec} = 0.7 \text{ tep}$.

Los **gases industriales** pueden medirse en varias unidades: sea por su contenido energético (o de calor) o su volumen.

Dentro de cada una de estas mediciones, varias unidades se usan en la industria del gas natural:

- Para medir la **energía**, se pueden usar julios, calorías, kWh, Btu, o termias.
- Para medir **el volumen**, la unidad más frecuentemente usada es el metro cúbico o el pie cúbico.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las unidades empleadas en el cuestionario para los combustibles fósiles sólidos son miles de toneladas métricas. Cuando se usan otras unidades de masa, los datos han de convertirse en toneladas métricas usando los factores de conversión expuestos en el Anexo 3.

Las cantidades de gases deben expresarse en términos de su contenido energético (calorífico) y reportarse en terajulios (TJ). El contenido energético puede ser calculado de la medición volumétrica por la empresa que proporciona los datos o por el estadígrafo/a, usando el valor calorífico bruto del gas. El uso del valor calorífico bruto es particularmente importante para el gas de las plantas de gas y el gas del horno de coquización donde exista una diferencia entre los valores caloríficos brutos y netos. Hay muy poca diferencia entre los valores caloríficos brutos y netos para los gases de alto horno y del horno de acero al oxígeno, de

modo que se debe usar el valor calorífico bruto si está disponible, pero puede usarse el valor calorífico neto si el valor bruto no está disponible.

Es interesante saber que el contenido calorífico neto de los gases puede derivarse el contenido calorífico bruto usando los siguientes factores:

Cuadro 5.2 • Diferencias entre los valores caloríficos bruto y neto

Gas	Relación bruto a neto
Gas de planta de gas	0,9
Gas de horno de coquización	0,9
Gas de alto horno	1,0
Gas de horno de acero al oxígeno	1,0

Esencial

Los datos de los combustibles sólidos se reportan en miles de toneladas métricas.

Las cantidades de gases se expresan en términos de su contenido energético (calorífico) bruto y se reportan en terajulios (TJ).

3 ¿Cómo realizar la conversión de masa y volumen a energía?

Información general

Ya que los valores caloríficos para los respectivos combustibles fósiles sólidos pueden variar dramáticamente de producto a producto (por ejemplo, más de 23.865 kJ/kg para el carbón duro, y menos de 17.435 kJ/kg para el lignito), es esencial complementar la información sobre los varios combustibles sólidos en unidades de masa con sus respectivos valores caloríficos. Los valores caloríficos son cruciales porque se usan con varios fines: para crear el balance energético, para calcular el estimado de las emisiones del CO₂, y para verificar las eficiencias térmicas de las entradas y salidas reportadas en el sector de la transformación.

La conversión a unidades energéticas usualmente se hace usando el valor calorífico bruto de los respectivos productos. Cada producto puede tener un valor calorífico bruto diferente, y para cada producto, los diferentes flujos (por ejemplo, producción, importaciones, uso en la electricidad pública) pueden tener diferentes valores. Además, los valores caloríficos pueden cambiar con el tiempo por los cambios en procesos y/o tecnología. Es importante consultar con las entidades informantes y otros expertos sobre los productos de gases manufacturados del respectivo país para derivar los valores caloríficos.

En cuanto a los gases industriales, el método más común de medirlos y contabilizarlos es por volumen (por ejemplo, m³). Sin embargo, suele ser el contenido energético, y no el volumen, de los gases que es de interés para el usuario/a. En consecuencia, para el estudio energético, es más importante expresar los flujos de gases industriales en unidades energéticas que en volumétricas. El Capítulo 3 sobre el *Gas natural* describe más detalladamente cómo realizar la conversión de volumen a energía con relación al gas (Sección 2).

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

■ Combustibles fósiles sólidos

El *Cuestionario del carbón mineral* requiere que los datos de combustibles fósiles sólidos se reporten en toneladas métricas. De igual importancia, el cuestionario requiere tanto el valor calorífico bruto como el valor calorífico neto para cada tipo de combustible sólido reportado.

Los valores caloríficos tienen que reportarse en unidades de megajulios por tonelada (MJ/t). Idealmente, estos valores caloríficos son reportados por el informante de los datos. Como alternativa, pueden ser derivados por el estadígrafo/a en consulta con la fuente de los datos y con expertos/as en combustibles sólidos y gases industriales que conozcan bien la gama energética del país respectivo. Como última solución, el estadígrafo/a podrá consultar el *Anexo 3 – Unidades y equivalentes para la conversión* y usar los rangos de cada producto y derivar los valores caloríficos. Sin embargo, se debe consultar al proveedor de datos y a otros expertos/as sobre los productos de combustibles sólidos fósiles del respectivo país para que ayuden a derivar los valores caloríficos.

En los casos en que se proporcionan datos a la administración nacional en unidades energéticas, se pueden calcular las unidades de masa convirtiendo las unidades energéticas en unidades de gigajulios, para luego dividir las unidades energéticas entre el valor calorífico bruto proporcionado en megajulios por tonelada. El resultado es la masa, en miles de toneladas, del respectivo producto “tal como fue recibido” con su humedad incluida.

■ Gases industriales

Para convertir el gas manufacturado de unidades volumétricas a unidades energéticas (se usan terajulios en el *Cuestionario del carbón mineral*), use el valor calorífico bruto por unidad de volumen para cada flujo del producto. El valor calorífico bruto por unidad de volumen debe multiplicarse por el volumen total para llegar al contenido energético bruto total en terajulios (TJ).

Esencial

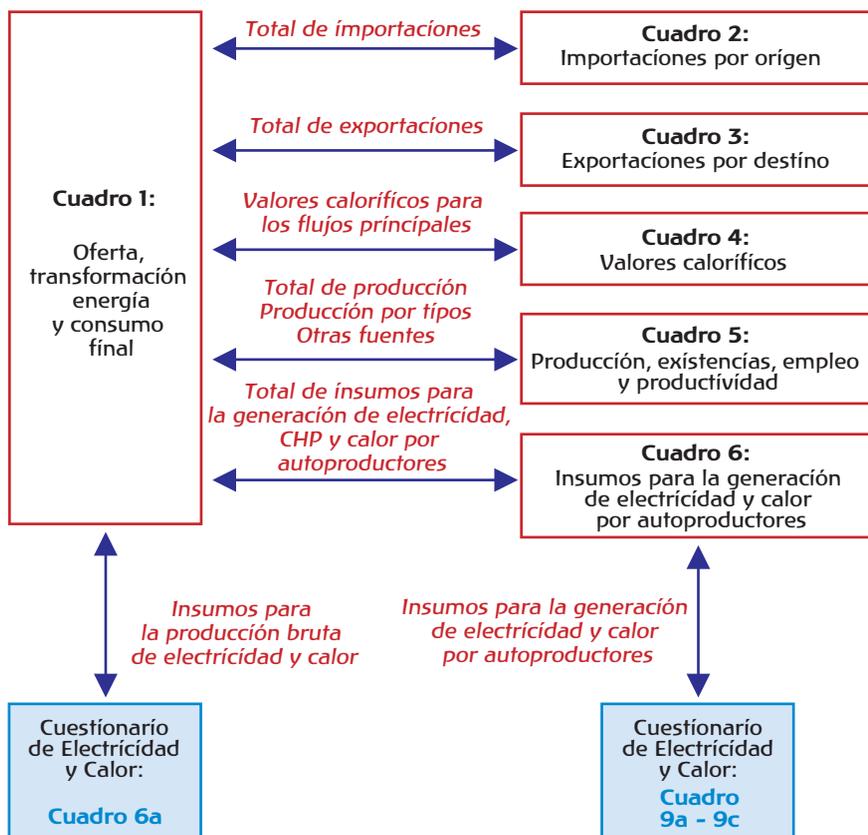
Deben reportarse tanto los valores caloríficos bruto como neto de los combustibles fósiles sólidos.

Deben reportarse los gases industriales en valores caloríficos brutos, usando los valores caloríficos específicos cuando están disponibles.

- Cuadro 6: Insumos para la generación de electricidad y calor por autoprodutores

Es esencial que las cifras reportadas en cada cuadro se totalicen correctamente y que los totales en los diferentes cuadros sean consistentes cuando exista una relación lógica. Las relaciones entre estos cuadros se ilustran en la Figura 5.2.

Figura 5.2 • Relaciones entre los cuadros del cuestionario de carbón mineral



Los siguientes totales tienen que ser consistentes entre los varios cuadros:

- *Importaciones por fuente* en el Cuadro 2 deben sumarse, y la suma debe ser igual al valor para el *Total de importaciones* en el Cuadro 1.
- *Exportaciones por destino* en el Cuadro 3 deben sumarse, y la suma debe ser igual al valor para el *Total de exportaciones* en el Cuadro 1.
- *Producción por tipo de producción* en el Cuadro 5 – subterránea, superficial y lechada recuperada (Otras fuentes) – para cada categoría de carbón mineral deben sumarse y la suma debe ser igual a la suma de los componentes de cada categoría de carbón mineral reportada en el Cuadro 1.

- *Insumos para la generación de electricidad y calor por autoprodutores en el Cuadro 6 debe ser igual a los insumos para cada categoría de planta autoprodutora (electricidad-solamente, CHP y calor-solamente) reportada en el sector de la transformación del Cuadro 1.*

Esencial

Favor recordar las interrelaciones internas entre los cuadros del cuestionario.

Los totales fundamentales deben ser consistentes.

5 Oferta de carbón mineral

Como se definió en la Sección 9 del Capítulo 1, *Fundamentos*, la oferta incluye la producción, el intercambio comercial y los cambios en las existencias. Cada uno de estos tres componentes será detallado en los siguientes párrafos.

Producción.....

Información general

La mayoría de la producción primaria del carbón mineral ocurre en **minas subterráneas** o **abiertas** (superficiales). Alguna producción puede ser también de la **recuperación** del carbón de los montones de desechos, las piscinas de lechada, y Otras Fuentes creadas por la minería convencional en los años anteriores.

En consecuencia, la producción primaria del carbón mineral usualmente se divide en tres sub-categorías: subterránea (minas profundas), superficial (cielo abierto) y recuperación. Esta última sub-categoría incluye las lechadas recuperadas, las mezclas intermedias y otros productos de carbón de bajo grado que no pueden clasificarse por tipo; también incluye al carbón recuperado de los montones de desechos y botaderos y que no fue incluido en la producción para los años anteriores.

La producción de turba debe ser la cantidad para fines de combustible solamente. Las cantidades usadas para otros propósitos deben excluirse.

La elaboración de productos derivados del carbón mineral (tanto sólidos como gaseosos) ocurre en varias instalaciones superficiales o puede ser el resultado de la transferencia de un producto de otro sitio. Por eso, la distinción entre "subterránea" y "superficial" no se aplica a los productos derivados del carbón mineral. Las instalaciones suelen ubicarse al lado de los sitios de producción primaria del carbón (plantas de combustibles "patente", de BKB y de gas), o se ubican al lado de siderúrgicas integradas que consumen carbón mineral (hornos coquizantes, altos hornos, etc.).

Las cantidades reportadas son los volúmenes explotados o producidos, luego de cualquier operación para eliminar la materia inerte. En la industria minera del carbón, esta producción generalmente se llama la "limpia" o "vendible". La producción incluye las cantidades consumidas por el productor en el proceso de producción (por ejemplo, para calefacción u operación de equipos y auxiliares) así como abastecimiento a otros productores de energía para fines de transformación u otros.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La producción debe reportarse en dos lugares: en el Cuadro 1 sobre la Oferta y en el Cuadro 5 sobre la Producción, existencias, empleo y productividad de la mano de obra en las minas de carbón.

En el Cuadro 1, para los productos primarios (excepto la turba) la producción interna debe reportarse por separado para la producción subterránea y para la producción superficial. No debe reportarse ningún desglose entre la producción superficial y subterránea para los combustibles derivados ni la turba.

Lechada recuperada (Otras fuentes) hace referencia a la recuperación de la producción de lechada para los productos primarios del carbón y a la producción de Otras Fuentes para los combustibles derivados. Si se producen gases industriales como una actividad principal de la planta, se los reporta como producción; si se producen gases industriales mezclando gases resultantes de otras actividades, o mediante el craqueo del gas natural o petróleo, deben reportarse como producción de Otras Fuentes.

Los datos deben reportarse en producción interna, producción subterránea, producción superficial o lechadas recuperadas (producción de Otras Fuentes) según el tipo de combustible y el método de producción.

En el Cuadro 5 deben reportarse los datos agregados sobre el *carbón duro* y el *lignito solamente*.

Los datos deben reportarse en miles de toneladas para todos los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para todos los gases industriales. Los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten valores negativos.

Esencial

Deben reportarse las cantidades de combustibles producidos, calculadas después de cualquier operación para eliminar la materia inerte.

Importaciones y exportaciones

Información general

A comparación de otros combustibles como el gas natural, el carbón mineral es un producto fácil de transportar largas distancias por buque o ferrocarril. Como

consecuencia, el comercio en carbón siempre se ha desarrollado de los países productores a los consumidores.

El comercio en carbón duro representa un 20% del consumo total mundial del carbón duro; esta participación asciende a un 35% o 40% del consumo del carbón coquizable.

Por los niveles significativos del comercio en carbón, es importante que un país no sólo sepa cuánto carbón se importa y exporta, sino también los orígenes y destinos de las importaciones y exportaciones. Este nivel de detalle debe estar disponible para los productos de mucho volumen comercial (carbón coquizable, otro carbón bituminoso y antracita, carbón sub-bituminoso, lignito, coque de coquería y BKB).

Para los demás productos del carbón (principalmente los gases industriales y la turba), las cantidades de importaciones y exportaciones usualmente están extremadamente limitadas; por lo tanto, realmente no hace falta desglosar los orígenes y destinos de estos productos.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El comercio total debe reportarse en el Cuadro 1. Las importaciones por origen y exportaciones por destino deben reportarse respectivamente en el Cuadro 2 y Cuadro 3.

Se considera que una cantidad se ha importado o exportado cuando cruce los límites nacionales del país, sea que se haya desaduanaizado o no.

Para las importaciones es importante saber (y por lo tanto reportar) el origen inicial del carbón mineral (el país en el cual se produjo), y para las exportaciones es esencial hacer constar el destino final (el país donde se consumirá) el carbón de producción interna. Las empresas responsables de los acuerdos comerciales han de poder proporcionar estos datos.

Las importaciones proporcionan carbón que se consumirá dentro del país, y las exportaciones son carbón explotado dentro del país. Por lo tanto, el comercio de tránsito y las reexportaciones no se incluirán en los volúmenes reportados.

Donde no se pueda reportar ningún origen o destino, o donde no se especifique el país en el cuadro, se puede utilizar la categoría Otros. Favor especificar el país si la información está disponible.

Esencial

Las importaciones deben constituir el carbón mineral que ingresa al país para consumo interno, reportado como originarios del país donde se explotó.

Las exportaciones deben ser carbón de producción interna que sale del país y se reporta en términos del país donde será consumido.

Por lo tanto, no se incluyen los embarques en tránsito ni las re-exportaciones.

Los datos deben reportarse en miles de toneladas para todos los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para todos los gases industriales. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Niveles y cambios de existencias.....

Información general

Los productos primarios de carbón mineral, por ser sólidos y relativamente inertes, pueden almacenarse para cubrir los períodos cuando la demanda supere a la producción o, más generalmente, la oferta. Hasta cierto punto, la producción primaria del carbón – y su consumo en algunos sectores (por ejemplo, la calefacción) – es estacional, y deben usarse las existencias para equilibrar los períodos de alta y baja disponibilidad contra los períodos de demanda alta y baja.

Aunque algunos productos sólidos derivados del carbón mineral (coque de coquería, combustibles “patente”, BKB) también se almacenan, rara vez es el caso de los gases industriales.

Así como en el caso del petróleo, los datos oportunos, detallados y exactos sobre los cambios en las existencias del carbón mineral son imprescindibles para formuladores/as de políticas y analistas del mercado.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los cambios en las existencias del carbón deben reportarse en el Cuadro 1 (Cuadro de oferta).

Debe reportarse la diferencia entre el nivel inicial de existencia y su nivel final para las existencias que están ubicadas en el territorio nacional. Los niveles de apertura son la existencia el primer día del período solicitado; los de cierre son la existencia al final del período. Por ejemplo, para un año calendario, la existencia de apertura es el nivel al 1º de enero, y la existencia de cierre se mide al 31 de diciembre.

Un aumento en las existencias consta como número negativo y una reducción aparece como cifra positiva.

Los datos deben reportarse en miles de toneladas para todos los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para todos los gases industriales. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales.

Esencial

Deben reportarse los cambios en las existencias para todos los productos primarios de carbón mineral y todos los combustibles derivados.

Se calculan los cambios en las existencias como el nivel de apertura menos el nivel de cierre.

6

Consumo de carbón mineral

El consumo de combustibles fósiles sólidos y gases industriales ocurre en varios sectores:

- En el sector de la transformación.
- Por la industria energética dentro del sector energético.
- En el transporte y la distribución de los combustibles (aunque muy limitado).
- En los varios sectores y ramas del consumo final (industria, residencial, etc.). Esto incluye los usos energéticos y no energéticos de los combustibles.

Los siguientes párrafos presentan una breve descripción de estos tres sectores. Para información general, refiérase a la Sección 8 del Capítulo 1, *Fundamentos*.

Consumo del carbón mineral en el sector de la transformación.....

Información general

Existe una amplia variedad de plantas de transformación que se utilizan para derivar los productos energéticos de los combustibles fósiles sólidos (principalmente del carbón mineral). Estas plantas energéticas incluyen plantas de combustibles "patente", hornos coquizantes, plantas de tratamiento de gas, altos hornos y centrales eléctricas, plantas generadoras de calor y centrales combinadas de electricidad y calor (CHP). También incluyen las plantas de licuefacción para producir el petróleo sintético.

En el 2001, un 84% del carbón mineral consumido en el mundo se transformó en algún producto. Un 82% del carbón duro y el 94% del lignito se usan para la transformación. El mayor uso de los productos primarios del carbón es para generar electricidad y calor – para lo cual el consumo es un 67% de carbón duro y 92% del lignito. Otro 12% del carbón duro se transforma en coque de coquería. Un 80% de este coque de coquería se utiliza para cargar los altos hornos, donde se transforma en gas de horno de coquización y hierro de la primera fusión.

El uso tradicional de los gases generados en las usinas siderúrgicas integradas (gas de alto horno, gas de horno de coquización, gas de horno de acero al oxígeno) es calentar la planta de transformación, lo que le asigna al sector energético. Sin embargo, el 38% del gas de horno de acero al oxígeno, un 33% del gas de alto horno y un 18% del gas de horno de coquización se usan para producir electricidad y calor.

Tomando en cuenta la gran cantidad del carbón mineral que se transforma, es esencial llevar la cuenta de las cantidades de combustibles transformados, así como de los productos energéticos derivados.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos de combustibles fósiles sólidos y gases industriales en procesos de transformación deben reportarse en la segunda parte del Cuadro 1.

Nótese la información de especificaciones para los altos hornos y el carbón mineral.

■ Altos hornos

Asegure que los combustibles reportados como usados en los altos hornos para apoyar las operaciones de los altos hornos sean reportados por separado en los sectores energético y de la transformación respectivamente. La descripción de los procesos de alto horno en el Anexo 1, Sección 3 nos da guía sobre cuáles combustibles ingresan al proceso de transformación y cuáles se usan para calentar el chorro de aire fuera del alto horno.

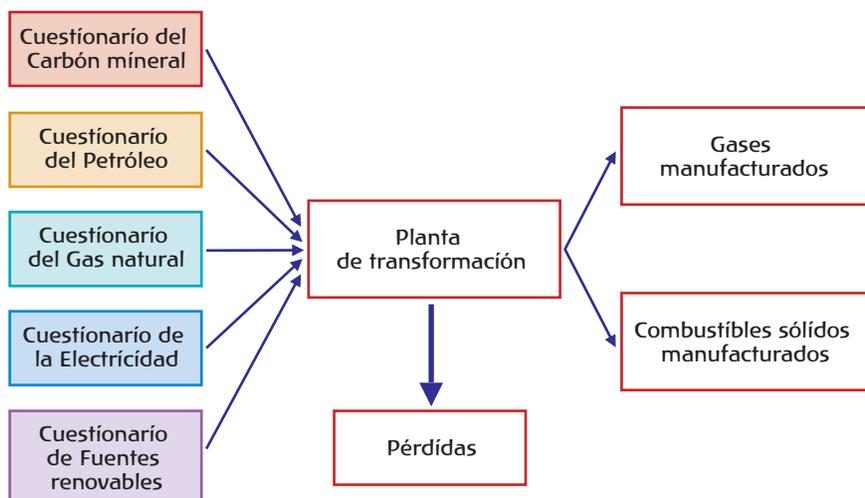
En la ausencia de información exacta de las empresa siderúrgicas, el estadígrafo/a debe asumir que todo el gas de alto horno y gas de horno de coquización usados en los altos hornos son para calentar el chorro de aire y deben considerarse como consumo del sector energético. Todos los coques, carbones o petróleos deben tratarse como uso de transformación en el alto horno. Ocasionalmente, el uso de gas natural puede reportarse, pero la naturaleza de su uso es menos clara, ya que se puede consumir para cualquiera de los dos propósitos (transformación o uso energético). Si se reporta sobre el gas natural, el estadígrafo/a deberá consultar con la fuente de los datos para poder averiguar si debe reportarse en el sector de la transformación o el sector energético.

Nunca reporte el uso del coque en los altos hornos como “uso no energético”.

■ Licuefacción

La licuefacción cubre la producción de aceites del carbón mineral, de lutitas petrolíferas y arenas bituminosas. El proceso tiene lugar sobre la tierra, de modo que los operadores de la planta deberían conocer las cantidades que ingresan al proceso. Asegure que la licuefacción *in situ* (subterránea) del carbón mineral y la extracción *in situ* del petróleo de las arenas bituminosas sean excluidas. El petróleo producido por los procesos *in situ* se reporta como producción interna bajo Otros hidrocarburos en el Cuestionario del Petróleo.

Figura 5.3 • Diagrama esquemático de transformación de carbón mineral



Esencial

Deben reportarse en el sector de la transformación los insumos de energía que se transforman en otras formas de energía.

Algunos procesos de transformación incluyen insumos energéticos que se reportan en los cuestionarios de otros combustibles.

Consumo del carbón mineral en el sector energético

Información general

A más de las plantas de transformación enumeradas, los combustibles fósiles sólidos y gases industriales pueden ser utilizados por la industria energética para apoyar la producción energética. Este es el caso, por ejemplo, para las minas de carbón que consumen carbón para apoyar la explotación y preparación del carbón dentro de la industria minera. El consumo del sector energético podría incluir el combustible usado para calefacción, iluminación u operación de bombas / compresores, o como insumo de combustible en los hornos. El consumo del sector energético incluye el "uso propio".

Los gases industriales también se usan ampliamente en apoyo a las actividades de transformación de la energía. Por ejemplo, a nivel mundial, un 20 a 25% del gas de horno de coquización se usa como insumo de combustible para los hornos coquizantes. El gas de alto horno se usa para calentar el alto horno, así como para calentar los hornos coquizantes, y el gas de planta de gas se usa en apoyo a la operación de la propia planta procesadora del gas.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos de combustibles fósiles y gases industriales en el sector energético para apoyar los procesos de transformación se reportan en la segunda parte del Cuadro 1.

Deben reportarse, en el sector energético, las cantidades de productos energéticos consumidos dentro de las empresas energéticas y de combustibles, ya que desaparecen de la cuenta, en vez de aparecer luego de la transformación, como otro producto energético. Los productos se usan para apoyar las varias actividades dentro de la planta de extracción, conversión o producción como combustibles, pero no entran en el proceso de transformación.

Las cantidades deben reportarse en miles de toneladas para los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para los gases industriales. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

En el sector energético, deben reportarse sólo los combustibles usados por la industria energética para apoyar la actividad de explotación o transformación.

Pérdidas de carbón mineral por transporte y distribución

Información general

El transporte y la distribución del carbón mineral y los productos de combustibles sólidos fósiles suelen incluir múltiples episodios de manejo y almacenamiento. En el transcurso de esta actividad, se pierden productos sólidos del flujo de oferta de varias maneras. Por ejemplo, el carbón mineral transportado por ferrocarril experimenta alguna pequeña pérdida durante su movimiento en los vagones abiertos. Los combustibles sólidos también pueden perderse durante los accidentes y descarrilamientos durante los viajes o en los patios ferroviarios. Durante su almacenamiento, el carbón mineral y los combustibles sólidos tienden a asentarse en los sitios de almacenamiento y queda un residuo del combustible en el suelo o las bases del sitio de almacenamiento. Pequeñas cantidades de combustibles sólidos también pueden perderse de los sitios de almacenamiento y bandas transportadoras como polvo "fugitivo".

Los gases industriales se pierden durante su distribución dentro de las instalaciones que los producen y consumen. Estas pérdidas son por fugas, y a veces por venteo accidental o intencional que ocurre en el transcurso normal de las operaciones. Por las cortas distancias de distribución de los gases industriales, estas pérdidas rara vez alcanzan la magnitud experimentada para el gas natural, que se transporta distancias largas.

Por la gran participación del carbón mineral en el total de los combustibles fósiles sólidos y gases industriales, y el uso de los buques para transportar el carbón mineral, las pérdidas por transporte y distribución son mucho más limitadas que en el caso del petróleo, el gas y electricidad, para los cuales ocurren grandes pérdidas en los oleoductos, gasoductos y líneas eléctricas. Con fines de comparación, las pérdidas a nivel mundial ascienden a menos del 0,04% de la oferta del carbón mineral, a comparación, por ejemplo, del 8,7% para la electricidad, el 1% para el gas natural.

Por consiguiente, las pérdidas por transporte y distribución probablemente serán mínimas para los combustibles sólidos, y se aplican principalmente a los gases industriales. Deberían ser estimadas independientemente por las empresas informantes y no calcularse simplemente para que la cuenta sume igual.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las pérdidas deben reportarse en la tercera parte del Cuadro 1 justo debajo de la sección del Sector energético.

Si la diferencia estadística para algún producto es cero, entonces verifique con la entidad informante para ver si las pérdidas reportadas efectivamente constituyen la diferencia estadística y confirmar que no existe ninguna medición independiente de las pérdidas.

Los gases industriales que se queman (antes que consumirse en otros sectores) deben reportarse en *Otros Sectores de uso energético*, no en las pérdidas por transporte y distribución. Sin embargo, los gases que se ventean deben reportarse in *Pérdidas por distribución*.

Las pérdidas deben reportarse en miles de toneladas para los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para los gases industriales. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Todas las cantidades de combustibles perdidas por el transporte y la distribución deben reportarse en pérdidas por distribución.

Los gases industriales que se queman deben reportarse en el sector energético.

Los gases que se ventean deben reportarse en pérdidas por distribución.

Consumo final

Información general

El consumo final consiste en todo el carbón mineral y todos los productos del carbón entregados a los consumidores finales en los sectores de la industria, transporte, otros y no energético. Excluye los combustibles fósiles sólidos y gases industriales usados para la transformación y/o uso propio en las empresas que producen energía.

El consumo energético final del carbón mineral y sus productos fuera del sector de la transformación se concentra principalmente en el sector de la industria. Alrededor del 15% del total de la oferta del carbón mineral se reporta como insumo energético para el sector industrial. El mayor uso del carbón mineral en el sector de la industria es para la manufactura del cemento, donde el carbón mineral se usa como fuente de energía para los hornos del cemento. Otros grandes sub-sectores industriales que consumen carbón mineral son el sector químico y petroquímico, el sector siderúrgico, el sector de alimentos y tabaco, y el sector de papel y celulosa.

En el pasado, gran cantidad de carbón mineral se consumía en el sector del transporte (por los buques y los locomotores del ferrocarril). Este consumo ha bajado a un nivel insignificante en la mayoría de los países. El transporte

representa tan sólo una participación del 0,2% en la demanda mundial del carbón mineral.

Otros sectores, principalmente los servicios y residencial, donde se usa el carbón mineral para calefacción, y también para cocinar en algunos países, representan el 0,5% de la demanda total del carbón mineral.

Los combustibles fósiles sólidos y gases industriales también tienen usos no energéticos (como insumos). Por ejemplo, pueden usarse para hacer metanol o amoníaco. El carbón mineral también se usa en el sector petroquímico como insumo para otros productos petroquímicos. Además, el coque finamente dividido se usa para la manufactura de productos de construcción, y como fuente de carbono para la manufactura de ánodos y algunos otros procesos químicos. Sin embargo, el uso del carbón mineral y sus productos con fines no energéticos es mínimo – representa menos del 0,1% del consumo del carbón mineral.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las cantidades del carbón mineral y sus productos usados con fines energéticos deben reportarse en el sector apropiado del Cuadro 1.

Los productos energéticos usados como materias primas no energéticas también deben reportarse en el Cuadro 1 bajo *Uso no energético*. Estos productos se consumen como insumos y no como combustibles o se transformados en otro combustible.

Las cifras reportadas en el *sector de la industria* para el consumo de combustibles por las empresas deben incluir el calor generado para uso propio, los combustibles para el vapor de proceso, los hornos e instalaciones similares. Las cifras reportadas para el consumo de combustibles por empresas deben excluir las cantidades usadas para generar electricidad y calor vendidos a terceros y cualquier carbón mineral y productos de carbón usados con fines no energéticos. Estas cantidades deben reportarse en las secciones de *Transformación y no energéticos*, respectivamente. En el caso de la siderúrgica, los combustibles usados en los altos hornos deben reportarse en el *sector de la transformación* para evitar su doble contabilidad.

El consumo energético final, el uso no energético y el uso como insumo deben reportarse en miles de toneladas para los combustibles fósiles sólidos y en terajulios para los gases industriales. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

El carbón mineral y sus productos pueden usarse para fines energéticos y no energéticos.

Deben reportarse ambos usos en el sector y sub-sector apropiados.

7 Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre carbón mineral

Valores caloríficos.....

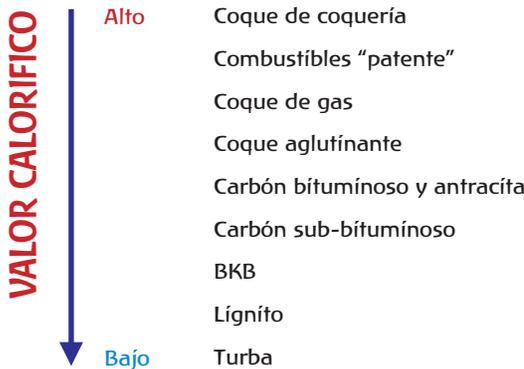
Información general

Cada combustible sólido fósil se caracteriza por su propio valor calorífico, que es la cantidad de energía disponible en una unidad de masa (Anexo 3, Sección 5). Por ejemplo, el carbón duro tiene un valor calorífico bruto mayor a 23.865 kJ/kg y el lignito es un carbón mineral no aglomerante con su valor calorífico bruto menor a 17.435 kJ/kg.

Los valores caloríficos exactos son imprescindibles para poder construir balances energéticos confiables, ya que los balances se establecen en base a unidades energéticas y no unidades físicas de los productos. Por consiguiente, es esencial que estén disponibles los valores caloríficos no sólo para los combustibles producidos, sino también para los combustibles sometidos a intercambios comerciales y utilizados para los varios propósitos principales. Los valores caloríficos también se usan en el proceso de estimar las emisiones del CO₂, y para verificar las eficiencias térmicas de los procesos de transformación.

Si resultara imposible recoger los valores caloríficos de cada mina, cada instalación que quema combustibles o de cada origen de importación y/o destino de exportación, entonces pueden considerarse promedios representativos (en base, por ejemplo, a las minas más grandes, o el total de la importaciones y/o exportaciones de una categoría de carbón mineral) como una opción apropiada para los informes.

Figura 5.4 • Valores caloríficos



Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El Cuadro 4 pide valores caloríficos tanto brutos como netos para los combustibles producidos, comercializados y utilizados para varios propósitos principales (véase

el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 6 para una descripción completa de los valores caloríficos netos y brutos).

En los casos en que los valores caloríficos para los suministros y usos individuales no estén disponibles, debe darse un valor promedio para todos los usos. Asimismo, si los valores caloríficos brutos para el carbón mineral no estuvieran disponibles, entonces se los puede estimar agregando un 5% al valor neto. Hay diferencias negligibles entre los valores caloríficos brutos y netos para coques y gases de alto horno. Sin embargo, para el gas de planta procesadora de gas y el gas de horno de coquización, los valores caloríficos netos son menores a los brutos en un 11% aproximadamente. (Véase el Anexo 3, Sección 5 para valores caloríficos típicos para combustibles sólidos y gases derivados.)

Los valores deben expresarse en megajulios por tonelada (MJ/t) y deben representar los valores caloríficos para los combustibles en sus condiciones tales como fueron suministrados o utilizados. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y los valores negativos no deben reportarse.

Esencial

Los valores caloríficos brutos y netos deben darse para cada combustible sólido reportado.

Los valores caloríficos brutos para el carbón mineral pueden estimarse de los valores netos agregando un 5% al valor calorífico neto.

Producción, empleo y productividad de la mano de obra en las minas de carbón.....

Información general

El sector del carbón mineral ha experimentado una reestructuración substancial en muchos países durante las últimas décadas. Esto se ha acompañado de una transición desde la minera subterránea a superficial y de la minería intensiva en mano de obra a una minería más mecanizada en las minas subterráneas y superficiales, y por un incremento rápido en la productividad. Para hacer un monitoreo de la evolución del sector del carbón mineral, hay que combinar los datos socioeconómicos sobre los tipos de minas, la productividad de la mano de obra y el empleo en las minas de carbón, con las estadísticas tradicionales de producción, intercambio comercial y consumo.

Aunque los datos sobre el empleo y la productividad no son necesarios para poder construir un balance tradicional del producto o un balance energético, sí son esenciales para poder entender completamente al sector del carbón mineral.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Producción: Las cantidades reportadas son las cantidades explotadas o

producidas, luego de cualquier operación para eliminar la materia inerte. En la industria de la minería del carbón, se suele llamar esto la producción "limpia" o "vendible". La producción incluye las cantidades consumidas por el productor en el proceso de la producción. La producción debe dividirse en subterránea y superficial, definidas de la siguiente manera:

- La **producción subterránea** de cada categoría de carbón mineral (carbón duro y lignito) debe ser igual a la *suma de los componentes* reportados en el Cuadro 1. Por ejemplo, la suma de *carbón coquizable*, y *Otro carbón bituminoso y antracita*, reportados en el Cuadro 1 "de lo cual subterránea" debe ser igual a la *Producción subterránea del carbón duro* reportado en el Cuadro 5.
- Asimismo, la **producción superficial** de cada categoría de carbón mineral (*carbón duro y lignito*) en el Cuadro 5 debe ser igual a la *suma de los componentes* reportados en el Cuadro 1. Por ejemplo, la suma de *Carbón sub-bituminoso y lignito* reportados en el Cuadro 1 "de lo cual superficial" debe ser igual a la *Producción superficial del lignito* reportado en el Cuadro 5.

La **lechada recuperada (otras fuentes)** de cada categoría de carbón mineral (*carbón duro y lignito*) en el Cuadro 5 debe ser igual a la *suma de los componentes apropiados* reportados en el Cuadro 1. Por ejemplo, la suma de *carbón coquizable*, y *otro carbón bituminoso y antracita*, reportados en el Cuadro 1 "Lechada recuperada (otras fuentes)", debe ser igual al *Carbón duro* reportado en *lechada recuperada (otras fuentes)* en el Cuadro 5.

Mina: Las actividades incluidas dentro de la "mina" usadas para calcular el consumo, empleo y productividad de la mina incorporan todas las operaciones conectadas con conseguir, levantar, manejar, preparar y transportar el carbón mineral desde el frente de excavación o las fosas de producción hasta el punto de despacho a terceros. Esto incluye actividades requeridas para mantener el entorno de la mina; actividades necesarias para el mantenimiento y reparación en el sitio de los equipos vinculados con las operaciones; y actividades conectadas con la eliminación de los desechos producidos por las operaciones mineras.

Se excluyen las actividades auxiliares, como los hornos coquizantes, plantas de combustibles "patente", fábricas de ladrillos y centrales eléctricas que suministran electricidad principalmente para la venta. Las centrales eléctricas que abastecen principalmente a la mina están incluidas, así como los talleres, bodegas y patios de almacenamiento ubicados en el sitio de la mina. Los talleres centralizados que atienden a grupos de minas quedan excluidos. Todas las plantas de preparación del carbón mineral, y su transporte terrestre (vías férreas, camiones, bandas transportadoras, tarabitas aéreas, etc.) que manejan el carbón mineral antes de que se cargue, trasladan y eliminan los desechos de la mina y transportan el carbón hasta una planta centralizada de preparación son parte de la mina. El transporte terrestre que maneja el carbón luego de que se haya preparado, como su traslado a depósitos centralizados, no es parte de la mina. Las maquinarias para movilizar el carbón (levantacargas, grúas, etc.) dentro de un patio de almacenaje o trasladan los materiales desde el patio hasta las operaciones mineras sí son parte de la mina, pero el transporte que trae materiales de proveedores externos no lo es.

Los servicios para el bienestar del personal como cafeterías, tiendas y comisariatos en las instalaciones, mantenimiento de las residencias del personal, instalaciones

deportivas y recreativas, y clínicas médicas no son parte de la mina, aunque una sala de primeros auxilios para tratamiento inmediato de lesiones sí se considera parte de la mina.

Los trabajadores en las minas (hombres en los libros del personal): Todo el personal dedicado a las actividades de las minas según se definió supra, pero excluyendo a las personas que realizan funciones puramente secretariales o administrativas. Los trabajadores son los empleados/as dedicados a ejecutar los procesos de producción o que prestan servicios auxiliares a los procesos productivos, como mantenimiento u oficios técnicos. En cambio, los trabajadores no manuales excluidos de estos datos son los empleados/as dedicados más al trabajo administrativo que al manual; comprenden a los gerentes, personal científico (incluyendo el personal de laboratorios), personal técnico (como ingenieros y agrimensores), personal comercial (contabilidad, ventas, etc.), personal administrativo (por ejemplo, oficiales de personal), oficinistas (secretarios/as, encargados/as del tiempo, dactilógrafos/as) y personal de computación. El personal y los funcionarios/as de supervisión sí están incluidos, aparte de quienes están encargados/as del personal dedicado puramente a funciones secretariales o administrativas. Sí están incluidos los empleados de contratistas dedicados a las operaciones de la mina.

Todos los trabajadores en la nómina de la mina están incluidos sean a tiempo completo a parcial. Las personas que no han llegado a trabajar durante más de seis meses por una enfermedad larga, servicio militar u otras razones no están incluidas.

Número anual promedio de trabajadores/as: Este promedio generalmente se calcula de los números al final de cada 13 meses (o 53 semanas) comenzando con el número al final del último mes (o la última semana) del año anterior al año que se examina.

Jornadas: Una jornada es el período normal de asistencia a la mina para un día de trabajo. La duración de una jornada varía entre y dentro de países según los contratos laborales y las reglamentaciones vigentes. Las cifras de jornadas comprenden todos los turnos trabajados por trabajadores de la nómina, definidos en términos de turnos normales, expresándose las horas extras en términos prorrateados, calculando en términos de las horas extras efectivamente trabajadas, no las pagadas.

Promedio anual de jornadas laboradas, por trabajador: Este promedio es el número total de jornadas laboradas por los trabajadores/as de la nómina durante el año, divididos por el número promedio anual de trabajadores/as.

Duración promedio de un turno: La duración de un turno no es el tiempo efectivo de trabajo en el lugar del trabajo, sino el tiempo total que el trabajador debe estar en la mina. El tiempo de trabajo incluye el tiempo de espera para ser despachado a realizar una tarea específica, los recesos para comer o descansar durante el período de la jornada, y también todo el tiempo dedicado a viajar o esperar los coches de transporte. La duración del tiempo de trabajo se calcula en horas decimales.

Productividad superficial y subterránea: La productividad se calcula de la producción del carbón mineral relacionada con la productividad, y de las jornadas trabajadas por los trabajadores en las minas, según las definiciones supra. Además, los **siguientes aspectos se excluyen** (de la producción y de las jornadas):

- **Recuperación del carbón de los botadores:** Comprende la recuperación del carbón duro de los montones de desechos y el dragado de la lechada de las piscinas antiguas de decantación. (Las lechadas del proceso de preparación del carbón actualmente producido de las minas profundas se incluyen en los resultados de la producción siempre que se vendan o se ocupen en la mina.)
- **Minas pequeñas:** Son minas que no son significativas en la economía del carbón mineral para las cuales el esfuerzo por recopilar los datos estaría fuera de proporción con el impacto en los resultados generales.
- **Trabajo en proyectos de inversión de capitales:** Esto cubre las actividades fuera de las requeridas para mantener las actividades existentes de producción.

Tanto las jornadas laboradas en los proyectos de inversión de capital como cualquier carbón mineral producido de tales operaciones se excluyen cuando se calcula la productividad.

Cualquier construcción posterior de vías de entrada, cortes transversales, equipamiento de un frente de excavación nuevo, o construcción de la vía para avanzar en la excavación son normales en las operaciones de la producción. En las minas superficiales, la extensión de las vías y otros medios de comunicación son parte de las operaciones y se incluyen en los cálculos de la productividad.

El cálculo de la productividad se relaciona con todos los trabajadores de la mina, sean empleados directamente por la empresa minera o por un contratista externo. También incluye el trabajo del personal de supervisión y el personal que esté recibiendo capacitación si sus esfuerzos contribuyen a las operaciones mineras regulares.

El trabajo minero regular para el cual todas las jornadas se incluyen en la productividad incluye:

- Extracción del carbón.
- Construcción de vías excepto cuando se clasifique como inversión de capital.
- Equipamiento y desmantelado de frentes de excavación.
- Operación de equipos en las fosas superficiales de producción.
- Acarreo y transporte, sea para carbón, materiales o personal.
- Mantenimiento y reparación de vías y otra infraestructura.
- Mantenimiento y reparación de equipos, in situ, subterránea y en las fosas superficiales de producción. Cuando una máquina requiere reparación importante, el desmantelado, transporte y reinstalación de la misma están todos incluidos en el cálculo de la productividad.
- Trabajo de seguridad, salud y ventilación, como muestreo de polvo, prevención de incendios en la mina, etc.

Esencial

Siga cuidadosamente la información específica para llenar el Cuadro 5 del cuestionario.

Insumos para la generación de electricidad y calor por autoproductores

Información general

Con la creciente importancia del debate ambiental, se ha hecho imprescindible identificar el consumo total de combustibles en cada sector industrial y de consumo, para poder desarrollar medidas apropiadas para cada sector para conservar energía y reducir las emisiones de gases con efecto invernadero.

Para información general y definiciones para la autoproducción, favor referirse al Capítulo 2, *Electricidad y calor*, Sección 1.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos para la producción de electricidad y calor por autoproductores se reportan en el Cuadro 6a a 6c.

Este cuadro proporciona información sobre el combustible usado por autoproductores de electricidad y calor para la venta según su actividad económica principal. El cuadro se divide en tres partes, correspondientes a los tres tipos de planta de generación reconocidas: *Electricidad-solamente*, *CHP*, y *Calor-solamente*. Los datos se usan para dar seguimiento a los insumos de combustibles y la producción de electricidad y calor por autoproductores como parte de los esfuerzos de las Naciones Unidas por comprender las emisiones de CO₂.

En el caso de plantas CHP, reportar separadamente las cantidades de combustible utilizadas en la producción de electricidad y calor requiere un método para dividir el uso total de combustibles entre las dos energías producidas. La división se requiere aunque no se venda calor, porque el combustible usado para producir electricidad debe reportarse en el sector de *la transformación*. El método propuesto se describe en el Anexo 1, Sección 1 del *Manual* y debe seguirse con cuidado.

Favor notar que los totales reportados en el Cuadro 6 deben ser iguales a los respectivos totales reportados en el sector de *la transformación*. Además, notar que un cuadro similar está incluido con el *Cuestionario de Electricidad y calor* (Cuadro 9). Para evitar informaciones inconsistentes, favor comunicarse con la persona responsable del *Cuestionario de Electricidad y calor* en su país.

Esencial

Deben reportarse el carbón mineral y sus productos utilizados por los autoproductores como insumos para producir electricidad y calor en los respectivos sectores.

Fuentes renovables y desechos



1 ¿Qué son fuentes renovables y desechos?

Información general

Se encuentran numerosas definiciones de las fuentes renovables en la bibliografía técnica, incluyendo la siguiente: la **energía renovable** es la que se deriva de procesos naturales que se reponen constantemente. Aunque esta definición conlleva ciertas dudas, como por ejemplo cuándo tiempo es necesario para reponerse, la utilizaremos como la referencia para este capítulo.

Hay varias formas de energía renovable, derivadas directa o indirectamente del sol, o del calor generado muy dentro de la Tierra. Incluyen la energía generada de los recursos solares, eólicos, de biomasa, geotermia, hidroenergía y recursos marinos, biomasa sólida, biogás y biocombustibles líquidos.

Los **desechos** son un combustible compuesto de muchos materiales que provienen de desechos combustibles industriales, institucionales, hospitalarios y familiares, como caucho, plásticos, aceites fósiles desechados y otros productos similares. Pueden estar en forma sólida o líquida, ser renovables o no-renovables, biodegradables o no biodegradables.

En el *Glosario* se presenta una lista detallada de las fuentes de energía renovables y los desechos, con las tecnologías asociadas que son económicamente viables o casi llegan a la viabilidad económica.

La biomasa sólida (principalmente la leña utilizada para cocción en los países en vías de desarrollo) es la más importante de todas las fuentes de energía renovable, y representa más del 10% de toda la oferta mundial de energía primaria (TPES), o tres cuartas partes de la oferta de fuentes renovables del mundo.

Desde 1990, las fuentes de energía renovable en el mundo han crecido a un ritmo anual promedio del 1,7%, que es ligeramente mayor al ritmo de crecimiento de la TPES. El crecimiento ha sido especialmente alto para las fuentes renovables "nuevas" (eólica, solar), que crecieron a un ritmo anual del 19%, y la mayor parte del incremento fue en los países de la OCDE, con grandes programas de energía eólica en los países como Dinamarca y Alemania.

Las conversaciones sobre el cambio climático indudablemente han estimulado el desarrollo de la energía renovable para poder reducir las emisiones de gases con efecto invernadero de los Países Signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) (Anexo 1); por lo tanto, es muy necesario realizar un mejor monitoreo de este desarrollo y, en consecuencia,

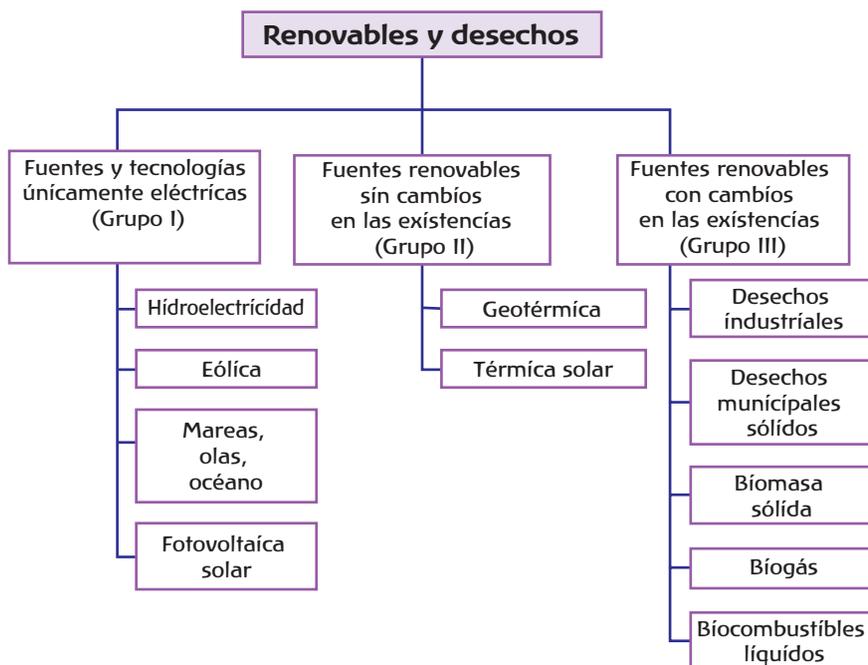
fortalecer los informes y la difusión de la información oportuna y confiable sobre las fuentes renovables y desechos. Este será un importante desafío, ya que una gran parte de la energía renovable no se promueve comercialmente (de leña, recolectores solares) y/o está ubicada en un lugar remoto.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El *Cuestionario de fuentes renovables y desechos* clasifica los productos renovables y desechos en tres grupos principales:

- Grupo I incluye los productos que necesitan transformarse en electricidad para captarse (como la hidroelectricidad o la solar fotovoltaica).
- Grupo II incluye los productos que, una vez que existen, pueden tener múltiples usos en los sectores de la transformación y consumo final (como la geotermia o la térmica solar); por su naturaleza, estos productos no pueden almacenarse en un sentido convencional y, por lo tanto, son productos para los cuales no se puedan reportar datos sobre cambios en las existencias.
- Grupo III incluye productos que existen y se usan para múltiples propósitos en los sectores de la transformación y consumo final (como los desechos, la leña, el biogás y los biocombustibles líquidos); por su naturaleza, sí pueden almacenarse en un sentido convencional, y sí son productos para los cuales se pueden reportar datos sobre los cambios en sus existencias.

Figura 6.1 • Fuentes renovables y desechos – clasificación en tres grupos



Otro punto es que los desechos industriales y desechos sólidos municipales no renovables deben reportarse en el *Cuestionario anual de fuentes renovables* y desechos pese a que las metodologías de la AIE y la Unión Europea excluyan estos tipos de desechos de su definición de energía renovable.

Debe ponerse atención especial en los siguientes elementos: **desechos sólidos municipales** y **energía solar pasiva**. Deben tratarse en el cuestionario según la siguiente descripción.

Desechos sólidos municipales (DSM): Existe alguna controversia en la definición de desechos sólidos municipales, ya que los desechos recogidos de hogares, establecimientos comerciales, hospitales y otras instituciones contienen componentes biodegradables y no-biodegradables. Las definiciones de fuentes renovables de la AIE y la Unión Europea excluyen los desechos sólidos municipales no biodegradables; sin embargo, algunos países miembros cuentan todos los DSM como renovables. En otros países miembros, encuestas están aplicándose para determinar cuál fracción de los DSM constituyen fuentes renovables. Finalmente, se prevé que la ejecución permanente de programas de reciclaje, de separación en el punto de combustión y otras técnicas reducirán la fracción de DSM no biodegradables.

Si no fuera posible distinguir entre los desechos sólidos municipales renovables y no renovables, entonces toda la cantidad deberá dividirse en partes iguales entre las dos categorías.

Energía solar pasiva: La energía solar pasiva se fomenta en muchos países, y sus aplicaciones se han generalizado. Sin embargo, ya que muchos países miembros no recogen datos sobre el diseño ni las instalaciones para la energía pasiva solar, y ya que en muchos casos es imposible recoger o estimar los flujos, la energía solar pasiva no se incluye como producto para el cuestionario.

Esencial

La energía renovable se deriva de procesos naturales que se reponen constantemente.

Los productos energéticos renovables y desechos se dividen en tres principales grupos: electricidad-solamente, fuentes sin cambios en sus existencias y fuentes cuyas existencias sí cambian.

El cuestionario también incluye desechos.

La energía solar pasiva no se incluye como producto para el cuestionario.

2 ¿Qué unidades se utilizan para expresar fuentes renovables y desechos?

Información general

Por su diversidad de formas, las fuentes renovables y los desechos han sido tradicionalmente medidos en varias unidades. Los productos sólidos como la leña y los desechos de la madera suelen medirse por su volumen (metros cúbicos, etc.) y masa (toneladas). Los biogases pueden medirse por su volumen (metros cúbicos) o su contenido energético (termias o kilovatio-horas), y los biolíquidos por su volumen (litros), masa (toneladas) y/o contenido energético (julios o megajulios).

Además, las fuentes y tecnologías renovables de electricidad-solamente (como la hidroelectricidad, fotovoltaica solar, de mareas, olas, el mar y el viento) pueden medirse únicamente en términos de su producción eléctrica (usualmente kilo-, mega- o gigavatios-hora).

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Un objetivo del *Cuestionario de fuentes renovables y desechos* es establecer unidades normalizadas para medir las fuentes renovables y desechos para facilitar el procesamiento y la comparabilidad de los datos.

Las unidades en las cuales deben expresarse las cantidades son las siguientes:

- *Para la electricidad:* La producción se expresa en gigavatios-hora (GWh) y la capacidad de generación en megavatios (MW). Sin embargo, en el caso de una central eléctrica solar, también hay que reportar la superficie de los colectores solares (en miles de m²), y en el caso de una planta de biocombustibles líquidos, también hay que reportar la capacidad de la planta (en toneladas/año).
- *Para el calor:* La producción se expresa en terajulios (TJ).
- *Para todos los demás flujos (Oferta, Transformación y Usos finales en el sector energético)* las unidades en las cuales se expresan las cantidades de los combustibles son terajulios (TJ) excepto para el *Carbón vegetal* y los *Biocombustibles líquidos* que se reportan por masa (en miles de toneladas).

El contenido energético total de los combustibles reportados en terajulios, debe calcularse usando el **valor calorífico neto** de los respectivos combustibles. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Los valores para la generación de electricidad se reportan en gigavatios-hora (GWh).

Los valores para la generación del calor se reportan en terajulios (TJ).

Los valores energéticos para la mayoría de los combustibles se reportan en terajulios (TJ).

El carbón vegetal y los biocombustibles líquidos son excepciones que se reportan en miles de toneladas.

3 **Cómo realizar la conversión de masa y volumen a energía**

Información general

La leña y otros combustibles sólidos derivados de materia vegetal pueden reportarse de muchas maneras diferentes, según el combustible, el uso y el país. Las unidades pueden ser muy generales, como fardos de leña, o más precisas cuando se vinculen con términos de volumen o masa, como “cuerdas”, metros cúbicos, y toneladas.

Sin embargo, para poder utilizar estos datos y compararlos con otros combustibles, se necesita convertirlos datos en unidades energéticas. Este no siempre es un proceso fácil, ya que varios factores, como la densidad y humedad (por ejemplo, para la leña) tienen un gran impacto en el factor de conversión a usar.

Lo mismo se aplica a los combustibles gaseosos, que suelen reportarse en términos volumétricos, como metros cúbicos o pies cúbicos. En estos casos, el valor volumétrico debe multiplicarse por un factor de energía por unidad volumétrica, para derivar el contenido energético total.

También es posible que los biocombustibles líquidos se reporten en litros, kilogramos o barriles. En tales casos, el volumen de biocombustible debe multiplicarse por un factor de masa por unidad volumétrica para derivar la masa total del producto.

Para información general sobre conversión y factores de conversión, favor referirse al Capítulo 1 - *Fundamentos*, Sección 5, *Cómo medir cantidades y valores caloríficos*, y Anexo 3 – *Unidades y equivalentes para la conversión*.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las conversiones deben realizarse antes de completar los cuadros del cuestionario, los valores para la generación de electricidad se reportan en gigavatios-hora (GWh); y los valores para la generación de calor y la mayoría de los combustibles se reportan en terajulios (TJ).

El contenido energético total de los combustibles reportados en terajulios debe calcularse usando el **valor calorífico neto** de los respectivos combustibles.

Las excepciones para esta regla general son para el *Carbón vegetal* y los *Biocombustibles líquidos*, que se reportan en miles de toneladas. Sin embargo, para estos dos combustibles hay que reportar valores caloríficos netos promedios en el Cuadro 4. Los valores caloríficos varían dramáticamente de un biocombustible a otro, así como en función del tipo de carbón vegetal, la densidad y humedad. Ya que no es posible disponer de valores caloríficos específicos para cada flujo y producto, los estadígrafos/as deberán promediar el valor en base a una gama representativa de biocombustibles y carbón vegetal.

Esencial

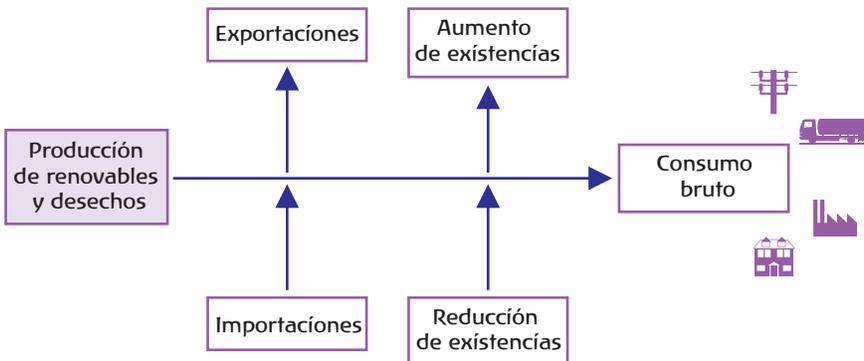
Deben reportarse los flujos de los productos en unidades energéticas: gigavatios-hora (GWh) para la electricidad y terajulios (TJ) usando valores caloríficos netos para otros, excepto para los biocombustibles y el carbón vegetal que deberán reportarse en términos de masa (miles de toneladas).

4 Flujos de fuentes renovables y desechos

Información general

La Figura 6.2 presenta un flujograma intencionalmente simplificado para los tres grupos de fuentes renovables y desechos, desde su producción hasta su consumo. Las diferencias en el flujo de la oferta entre los tres grupos de fuentes renovables y desechos serán tratadas en la Sección 5 a continuación.

Figura 6.2 • Flujograma simplificado para fuentes renovables y desechos



Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El *Cuestionario de fuentes renovables y desechos* consta de seis cuadros en los cuales se reportan los flujos. La naturaleza de cada cuadro es la siguiente:

- Cuadro 1: Producción bruta de electricidad y calor.
- Cuadro 2: Oferta, Transformación y Sector energético.
- Cuadro 3: Uso final de la energía (consumo final por sector).
- Cuadro 4: Características técnicas de las instalaciones.
- Cuadro 5: Insumos para la generación por Autoproductores de electricidad y calor.
- Cuadro 6: (Análisis de) Producción de Leña, Desechos de madera, Otros desechos sólidos.

Cada uno de estos cuadros será presentado en los siguientes párrafos. Sin embargo, hay una serie de datos y totales cruciales que deben preservarse entre los varios cuadros. Estos se ilustran en la Figura 6.3.

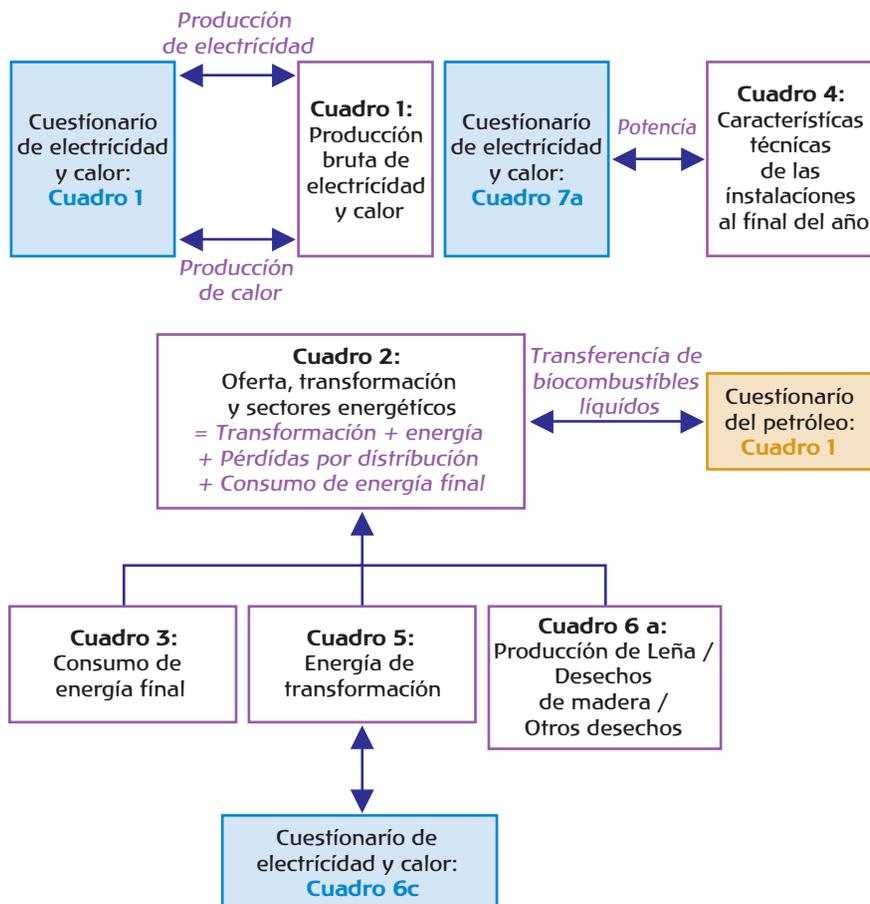
Es esencial que las cifras reportadas en cada cuadro se totalicen correctamente y que los totales en los diferentes cuadros sean consistentes cuando exista una relación lógica. Específicamente, los siguientes totales tienen que ser consistentes entre los varios cuadros:

- *Producción de Leña, Desechos de madera, Otros desechos sólidos* en el Cuadro 2 pueden detallarse más en el Cuadro 6. Cuando el Cuadro 6 se completa, la producción total debe ser igual a la producción en el Cuadro 2.
- La *suma de los datos reportados* en el Cuadro 5a - 5c debe ser consistente con los datos reportados en el sector de la transformación para cada producto en el Cuadro 2.

También es esencial que los datos individuales y totales que aparezcan en otros cuestionarios anuales sean consistentes cuando exista una relación lógica:

- *Estadísticas para la Producción bruta de electricidad y calor* reportadas en el Cuadro 1 deben coincidir con la producción bruta de electricidad y calor reportada para los mismos flujos en el *Cuestionario anual de electricidad y calor*.
- Las *Transferencias de productos a industrias* cubiertas por otros cuestionarios de combustibles (principalmente los biocombustibles líquidos) se reportan en el Cuadro 2 y deben ser consistentes con las transferencias reportadas en el Cuadro 1 del *Cuestionario del petróleo*.
- Los *insumos* reportados en el Sector de la transformación para la producción de electricidad y calor deben ser consistentes con insumos reportados en el Cuadro 6 del *Cuestionario de electricidad y calor*. Los *insumos a electricidad y calor* reportados en el Cuadro 2 también deben ser consistentes con los reportados para los autoproductores en el Cuadro 5a - 5c del *Cuestionario de Fuentes renovables y desechos*.
- Las capacidades eléctricas reportadas en el Cuadro 4 deben ser consistentes con las capacidades reportadas para cada tecnología en el Cuadro 7 del *Cuestionario de electricidad y calor*.

Figura 6.3 • Relaciones entre los cuadros del cuestionario de fuentes renovables y desechos



Esencial

Favor recordar las interrelaciones entre los cuadros en el cuestionario. Los totales fundamentales deben ser consistentes.

5 Oferta de fuentes renovables y desechos

Como se definió en la Sección 9 del Capítulo 1, *Fundamentos*, la oferta incluye la producción, el intercambio comercial y los cambios en las existencias. Cada uno de estos tres componentes será detallado en los siguientes párrafos.

Debido a las varias naturalezas de las fuentes renovables y los desechos, los flujos desde la producción hasta el consumo son ligeramente diferentes ya que, por ejemplo, las energías eólica y solar fotovoltaica se usan exclusivamente para producir electricidad, las energías geotérmica y solar térmica no sufren cambios en sus existencias, y en cambio los materiales sólidos, líquidos y de biogás sí pueden acumular existencias.

Producción.....

Información general

Como se resaltó en la definición de las fuentes renovables y desechos (Sección 1 de este capítulo), algunos de los productos (hidroelectricidad, solar fotovoltaica) necesitan transformarse en electricidad para captarse. Por consiguiente, la producción energética de estos productos, que constituyen el Grupo I, se limita exclusivamente en la actualidad a la producción de electricidad.

Por la diversidad de los productos, la producción de las fuentes renovables y desechos es muy diversa. Otras fuentes renovables y tecnologías de desechos, enumeradas como el Grupo II y Grupo III, se producen por separado y pueden usarse para generar electricidad y calor o consumirse directamente para otros propósitos energéticos.

La producción del Grupo II se basa en la captación de energía térmica de la corteza terrestre o de la radiación solar. La producción geotérmica utiliza la tecnología de recuperación del vapor o agua caliente. La producción térmica solar utiliza colectores solares para calentar un medio de transferencia, y ese calor se utiliza entonces con otros fines energéticos.

Los productos del Grupo III implican desviar los materiales, biodegradables o no biodegradables, de su trayecto como desechos industriales o municipales, de la producción de materiales de biomasa primaria, o su conversión de materiales primarios biodegradables (como la celulosa de la madera, los lodos de aguas residuales, o desechos de vertederos) en productos energéticos secundarios. Por ejemplo, la leña puede quemarse en una central eléctrica a vapor para producir electricidad y calor, transformarse en carbón vegetal, o consumirse en una fogata sencilla para cocinar la comida.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las estadísticas se recogen sobre la producción bruta de electricidad y calor para poder captar las estadísticas de producción del Grupo I, así como para separar esta actividad de los productos del Grupo II y Grupo III.

La producción del Grupo I se basa totalmente en la generación de electricidad y se reporta en el Cuadro 1 relacionado con la Producción bruta de electricidad y calor. Este es el caso de la hidroproducción de electricidad.

En cuanto a los productos del Grupo II y Grupo III, su producción se reporta en el Cuadro 2. Sin embargo, cuando estos productos se transforman en electricidad y calor, la cantidad de electricidad y calor generados por la transformación se reportan en el Cuadro 1.

La producción de la energía geotérmica se mide restando el calor del fluido reinyectado a la corteza terrestre del calor del fluido o corriente al extraerlo de la corteza terrestre. La producción térmica solar es el calor disponible al medio de transferencia térmica menos las pérdidas ópticas y de calor del colector.

La producción de biomasa sólida es el valor calorífico neto del material usado como combustible. La excepción en la biomasa sólida es el carbón vegetal, cuya producción es la masa del material luego de su carbonización.

Los desechos sólidos industriales y municipales se expresan como el valor calorífico neto del material usado como combustible.

La producción de biogás corresponde al valor calorífico neto del biogás, incluyendo los gases consumidos en la fermentación, pero excluyendo los gases quemados.

La producción de biocombustibles líquidos es la masa del producto terminado que sale del equipo de producción.

Los montos deben reportarse en gigavatios-hora (GWh) para la electricidad, terajulios (TJ) para el calor y miles de toneladas para el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Figura 6.4 • Flujograma simplificado para el Grupo I de fuentes renovables y desechos

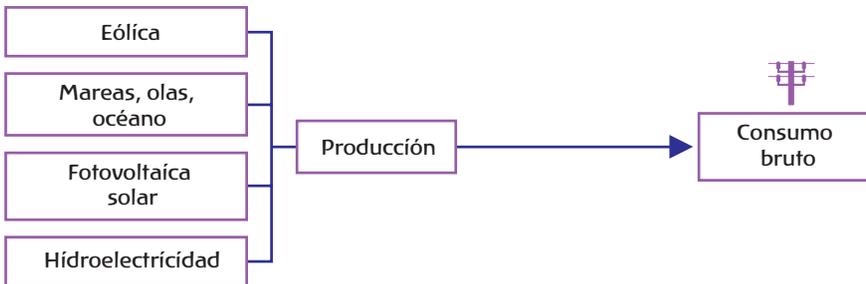


Figura 6.5 • Flujograma simplificado para el Grupo II de fuentes renovables y desechos

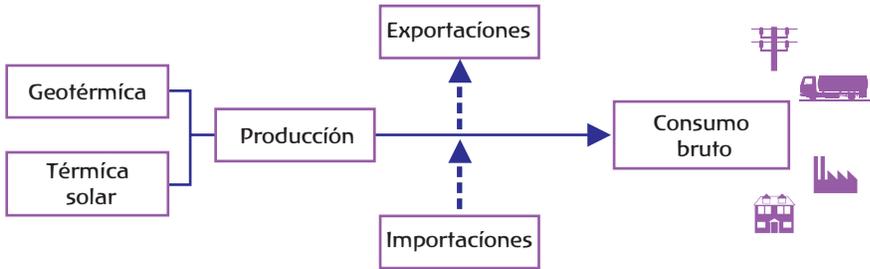
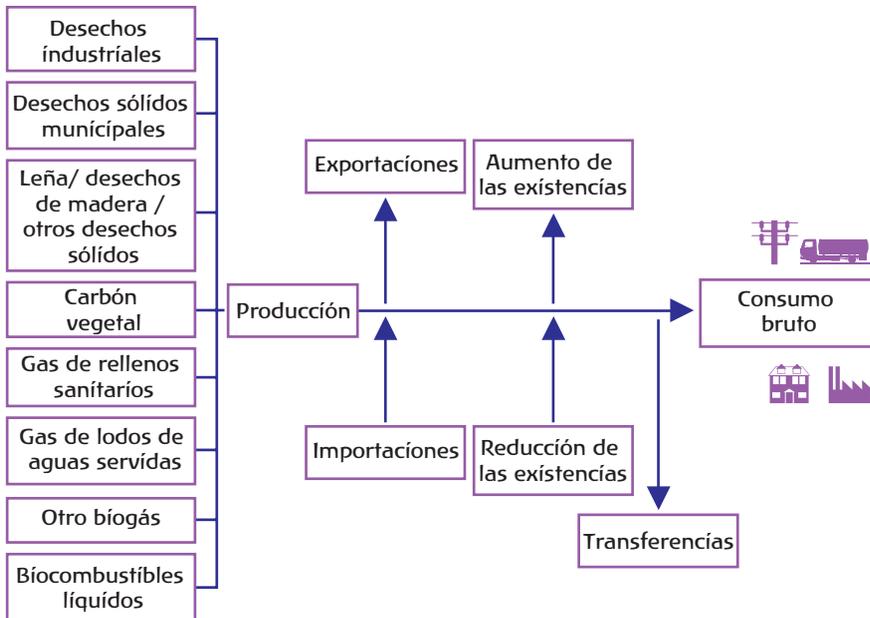


Figura 6.6 • Flujograma simplificado para el Grupo III de fuentes renovables y desechos



Esencial

La producción de los productos del Grupo I se reporta en el Cuadro 1.

La producción de los otros productos se reporta en el Cuadro 2.

Importaciones y exportaciones

Información general

Las importaciones y exportaciones de fuentes renovables y desechos todavía son bastante limitadas. Hay varias razones para el bajo desarrollo del comercio en fuentes renovables y desechos entre los países y a nivel mundial.

En primer lugar, porque la producción en el Grupo I se basa totalmente en la generación de electricidad y calor. Por consiguiente cualquier comercio relacionado con esta producción no sería de fuentes renovables y desechos como tal sino como electricidad y calor. Todavía es muy difícil (o imposible) identificar la fuente de la electricidad que se comercializa. Sin embargo, la apertura de mercados verdes para la electricidad podría crear la posibilidad de que los estadígrafos/as desglosen las importaciones y exportaciones de electricidad por fuente de producción.

En segundo lugar, la oferta de productos del Grupo II implica la explotación y aprovechamiento del calor derivado de la corteza terrestre o del sol; por consiguiente, las importaciones y exportaciones podrían consistir únicamente en el movimiento del producto (en este caso, en forma de calor) cruzando las fronteras nacionales – lo cual es improbable.

Las importaciones y exportaciones de los productos del Grupo III podrían constituir, por lo tanto, la única verdadera posibilidad para el comercio en fuentes renovables y desechos. Por ejemplo, la leña y los agro-residuos podrían cruzar las fronteras. Sin embargo, el bajo valor calorífico de la mayoría de estos productos hace que no sea económico transportarlos largas distancias. Por lo tanto, también está muy limitado el comercio de productos del Grupo III.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El total del intercambio comercial debe reportarse en el Cuadro 2. Para las fuentes renovables y desechos, ya que es limitado su comercio, no es necesario recoger y reportar las importaciones por origen y exportaciones por destino.

Las importaciones y exportaciones se refieren con la cantidad de combustible que cruza la frontera política del país. Un producto se considera importado o exportado independiente a su desaduanaización, si cruzó una frontera política nacional.

El comercio de electricidad generada a partir de fuentes renovables y desechos se reporta bajo electricidad como parte del comercio eléctrico total, y no bajo fuentes renovables y desechos.

Las cantidades deben reportarse en terajulios (TJ) para el calor y miles de toneladas para el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Las importaciones y exportaciones de las fuentes renovables son extremadamente limitadas; principalmente se trata de los productos del Grupo III.

Cambios en las existencias

Información general

Lo que se ha mencionado en cuanto al comercio también se aplica a las existencias. De hecho, las existencias (y cambios en las existencias) de las fuentes renovables y desechos todavía son sumamente limitadas por varias razones.

La producción del Grupo I se basa totalmente en la generación de electricidad y calor, lo que dificulta el almacenamiento de estas dos formas de energía. La hidroproducción potencial de electricidad por agua bombeada al embalse no debe considerarse como existencias.

El Grupo II incluye productos que pueden usarse como insumos con múltiples usos en los sectores de la transformación y el consumo final (como la geotermia o térmica solar); sin embargo, por su naturaleza, estos productos no pueden “almacenarse” en sentido convencional, y por lo tanto son productos para los cuales no se pueden reportar datos sobre cambios en las existencias.

El Grupo III incluye productos producidos y usados con múltiples fines en los sectores de la transformación y el consumo final (como desechos, leña, biogás y biocombustibles líquidos); por su naturaleza, sí pueden “almacenarse” en sentido convencional, y por lo tanto los únicos productos para los cuales sí se pueden reportar datos sobre cambios en las existencias.

Además, las existencias de leña y agro-residuos no son estables en el tiempo por varios fenómenos, como la producción del metano, y en consecuencia suelen ser estacionales y dependen de la cultura (caña de azúcar, aceite de palma, etc.).

Finalmente, ya que las cantidades de las existencias son muy limitadas y sus ubicaciones muy remotas, es extremadamente difícil cuantificar las existencias de fuentes renovables y desechos, y por lo tanto de cambios en las existencias.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Sólo deben reportarse cambios en las existencias en el Cuadro 2. Un cambio en las existencias es igual al nivel inicial menos el nivel al final del período: un número negativo indica un aumento en la existencia, y un número positivo indica una reducción.

Los niveles de apertura son la existencia el primer día del período solicitado; los de cierre son la existencia al final del período. Por ejemplo, para un año calendario, la existencia de apertura es el nivel al 1° de enero, y la existencia de cierre se mide al 31 de diciembre.

Las cantidades deben reportarse en terajulios (TJ) para el calor y en miles de toneladas para el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales.

Esencial

Los cambios en las existencias de fuentes renovables y desechos son sumamente limitados; implican principalmente los productos del Grupo III.

Productos transferidos

Información general

Las cantidades transferidas son las cantidades de biocombustibles líquidos que se transfieren a las refinerías, u otros tipos de instalaciones para los productos petroleros, y se usan para mezclar con los productos petroleros o como aditivos. Estos son combustibles que no se entregan para el consumo final, sino que se mezclan y se agregan antes del consumo final del producto petrolero.

Incluyen, por ejemplo, los biocombustibles que se usan para preparar el biodiesel.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Deben reportarse las cantidades de biocombustibles líquidos que no se entregan para el consumo final sino que se usan con otros productos petroleros reportados en el *Cuestionario del petróleo*.

Ya que las transferencias se aplican únicamente a los biocombustibles líquidos, las cantidades deben reportarse en miles de toneladas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Las transferencias se aplican únicamente a los biocombustibles líquidos.

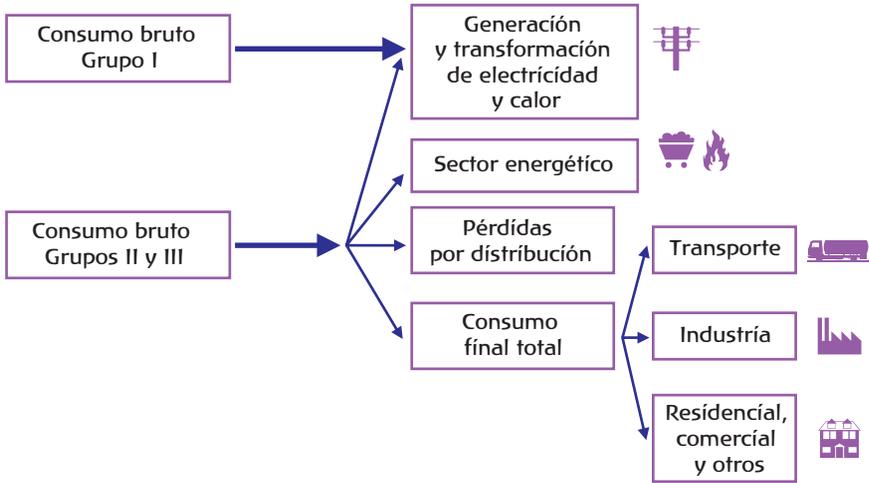
6 Consumo de fuentes renovables y desechos

Los productos del Grupo I llevan a la generación directa de electricidad y calor. Por consiguiente, el consumo de estos productos no cae bajo el análisis del consumo de las fuentes renovables y desechos sino bajo el análisis del consumo global de electricidad y calor.

En cuanto al consumo de las fuentes renovables y desechos del Grupo II y del Grupo III, esto ocurre en varios sectores:

- En el sector de la transformación.
- Por la industria energética dentro del sector energético.
- En los varios sectores y ramas del consumo final (industria, transporte, residencial, servicios, agricultura, etc.).

Figura 6.7 • Fuentes renovables y desechos – consumo por sector



Consumo de fuentes renovables y desechos en el sector de la transformación

Información general

La transformación implica el uso de un combustible primario para crear o generar un energético secundario. El ejemplo más obvio es la generación de la electricidad o calor con fuentes renovables y desechos.

Los combustibles renovables, principalmente la leña pero no exclusivamente (también pueden incluir cáscaras de coco, etc.) también se usan para elaborar carbón vegetal; el carbón vegetal se produce en plantas específicas o in situ cerca de la leña disponible de un bosque. Las plantas de carbón vegetal son instalaciones usadas para la destilación y pirólisis destructivas de la madera u otra materia vegetal para producir carbón vegetal. Dependiendo de la tecnología usada para producir el carbón vegetal, la eficiencia puede variar en una relación de 1 a 3. La eficiencia puede medir en términos de la relación de las masas (toneladas de carbón vegetal sobre toneladas de leña) o en términos de energía (contenido energético del carbón vegetal sobre el contenido energético de la leña).

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El consumo de la transformación se reporta en el Cuadro 2.

El sector de la transformación incluye estadísticas sobre la generación de electricidad y calor según el tipo de planta (electricidad-solamente, calor-solamente o combinación de electricidad y calor) así como la separación entre los tipos de productor (público o autoproducción). Para más información sobre estas varias categorías, favor referirse al Anexo 1, Sección 1.

El sector de la transformación también incluye los insumos de leña y materia vegetal usados para elaborar el carbón vegetal. Cuando no se conocen los insumos, el estadígrafo/a debe estimar estos insumos en base a una eficiencia entrada / salida razonable según la tecnología usada para la producción.

Las cantidades deben reportarse en terajulios, excepto el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos que deben reportarse en miles de toneladas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Se reportan en el sector de la transformación los insumos energéticos que se transforman en otras formas de energía.

Consumo de fuentes renovables y desechos en el sector energético

Información general

El consumo del sector energético incluye el “uso propio”. Esto incluye fuentes renovables y desechos que son utilizados por la industria energética para apoyar la producción energética. Algunos ejemplos de esto son el uso del carbón vegetal para calentar las instalaciones donde se elabora el carbón vegetal y el uso de biogases para calentar el lodo de aguas servidas u otros recipientes para la fermentación del biogás.

Las cantidades reportadas para las refinerías petroleras no deben incluir las cantidades transferidas a las refinerías para uso en mezclas o como aditivos.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El consumo del sector energético se reporta en el Cuadro 2.

Se reporta el consumo propio del biogás necesario para sostener las temperaturas requeridas para la fermentación anaeróbica en las instalaciones de biogás; y el consumo propio de las fuentes renovables y desechos para apoyar la operación de las plantas de carbón vegetal, así como, cuando sea pertinente, de las centrales eléctricas, de CHP y de calor.

Los biogases que son quemados en tea (quemados y no consumidos en otros sectores) deben reportarse en el sector energético en la categoría “No se especifica en otra parte”.

Las cantidades deben reportarse in terajulios, excepto el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos que deben reportarse en miles de toneladas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

El sector energético incluye la energía utilizada en apoyo a la actividad de transformación.

Las cantidades reportadas para las refinerías petroleras no deben incluir las cantidades transferidas a las refinerías para usarlas en mezclas o como aditivos.

Pérdidas de fuentes renovables y desechos por distribución

Información general

Las fuentes renovables y desechos de los Grupos II y III son susceptibles de pérdidas durante su almacenamiento y transporte. Por ejemplo, los materiales sólidos como pedazos de madera, desechos municipales y desechos agrícolas pueden ser dispersados por el viento y agua cuando están en un sitio de almacenamiento y/o se transportan. Asimismo, las instalaciones para transporte del biogás son susceptibles a fugas.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Las pérdidas por distribución se reportan en el Cuadro 2.

Se reportan las pérdidas que ocurren durante el transporte y la distribución.

Las cantidades deben reportarse en terajulios, excepto el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos, que deben reportarse en miles de toneladas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Los biogases que se ventean deben reportarse como pérdidas por distribución.

Los biogases que se queman no deben reportarse en pérdidas por distribución sino en el sector energético.

Consumo energético final de las fuentes renovables y desechos

Información general

El consumo energético final constituye todas las fuentes renovables y desechos combustibles de los Grupos II y III entregados a consumidores en los sectores de la industria, el transporte y otros. No incluye los combustibles utilizados para la transformación ni en las empresas que producen energía. Las ramas de los tres principales sectores se tratan en el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 8.

En el sector de la industria, la mayor parte del consumo ocurre en dos sub-sectores: celulosa y papel, y madera y productos madereros (Cuadro 3). Por ejemplo, estos dos sub-sectores representan un 80% del consumo final de las fuentes renovables y desechos de todos los países miembros de la OCDE.

El consumo de fuentes renovables y desechos en el sector del transporte aún está muy limitado, menos del 1% del consumo mundial para el transporte. Sin embargo, la participación de las fuentes renovables en el transporte varía dramáticamente de un país a otro. Por ejemplo, supera el 15% en el Brasil por su gran programa de metanol. Otros usos incluyen los vehículos eléctricos fotovoltaicos, pero todavía están en su fase de prototipos.

La mayor parte (más del 80%) del consumo final de las fuentes renovables y desechos ocurre en los otros sectores, principalmente en residencial y servicios. Además, más del 90% de este consumo ocurre en los países que no son de la OCDE. La biomasa y, en gran medida, la leña, representa la mayor parte de este consumo. La leña se usa principalmente para cocción, calefacción y calentamiento de agua para uso doméstico.

En muchos países, la leña es recogida por sus usuarios/as y, por lo tanto, es difícil contar con estadísticas confiables sobre el consumo final (o sobre la oferta). Ya que las encuestas son costosas, deberán organizarse con la frecuencia debida (cada cinco años, por ejemplo); debe usarse la extrapolación, en base a varios elementos, como el crecimiento demográfico y el ritmo de urbanización, para obtener un estimado intermedio cuando no se dispone de encuestas.

La producción de biomasa para el consumo final es aún más difícil cubrir ya que la mayor parte de la leña no se comercializa sino que se recoge personalmente. Como primer estimado, cuando la biomasa no se transforma (por ejemplo en carbón vegetal), podría considerarse que su producción es igual a su consumo. Sin embargo, cuando sea posible, se aconseja realizar una encuesta de consumo y una encuesta de oferta desde la producción hasta la venta.

Para que sea completa la explicación, debe agregarse que hay varios elementos (como el viento para los barcos veleros, o el calor gratuito del sol que calienta las casas) que no están considerados en el consumo final. Si fueran considerados, la participación general de fuentes renovables y desechos sería mucho mayor.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

El Consumo energético final, o Uso final de la energía, se reporta en el Cuadro 3.

Las cantidades reportadas incluyen combustibles usados por las entidades para generar calor para su uso propio, combustibles para el vapor de procesamiento, hornos e instalaciones similares. Las cifras reportadas para el consumo de los combustibles por empresas deben excluir las cantidades usadas para generar electricidad y calor que se venden a terceros. Estos montos deben reportarse en el sector de la transformación en el Cuadro 2.

Las cantidades deben reportarse en terajulios, excepto el carbón vegetal y los biocombustibles líquidos que deben reportarse en miles de toneladas. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

El consumo energético final no incluye los combustibles usados para la transformación ni en las industrias energéticas.

7

Requisitos adicionales para el cuestionario conjunto sobre fuentes renovables y desechos

Características técnicas de las instalaciones, valor calorífico neto medio, producción de madera/leña y otros desechos sólidos

Información general

Las conversaciones sobre el cambio climático indudablemente han estimulado el desarrollo de la energía renovable para poder reducir las emisiones de gases con efecto invernadero de los Países Signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) (Anexo 1); por lo tanto, es muy necesario realizar un mejor monitoreo de este desarrollo y, en consecuencia, fortalecer los informes y la difusión de la información oportuna y confiable sobre las fuentes renovables y desechos. Este es un desafío importante, ya que una gran parte de la energía renovable no se promueve comercialmente y/o está ubicada en un lugar remoto.

Por consiguiente, es necesario recoger más información específica sobre algunos de estos productos para controlar su desarrollo anual y realizar comparaciones con otros países.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

La información complementaria concierne algunas características técnicas de tres tipos de instalaciones (centrales eléctricas, colectores solares y plantas de biocombustibles líquidos), los valores caloríficos netos medios de los biocombustibles líquidos y el carbón vegetal, y la producción de la madera y otros desechos sólidos.

Las **características técnicas de las instalaciones** (capacidad de generación eléctrica, área superficial de los colectores solares, capacidad de planta de los biocombustibles líquidos y valores caloríficos netos promedio para los biocombustibles líquidos y el carbón vegetal) se reportan en el Cuadro 4.

La capacidad almacenada por bombeo para la hidroelectricidad debe incluirse en el total para *Hidroelectricidad – todas las centrales*. Para reportar los datos detallados de la hidroelectricidad, hay que reportar por separado el almacenamiento embalsado por bombeo. La capacidad hidroeléctrica se separa además en tres categorías según el tamaño. Debe asignarse la capacidad a una categoría de tamaño a nivel de la “central”. Los datos hidroeléctricos detallados, reportados por tamaño, más la capacidad embalsada por bombeo, deben sumar la cifra reportada para “Hidroelectricidad – todas las centrales”.

Los datos de capacidad reportados para las instalaciones de generación eléctrica en base a las fuentes renovables y desechos en el Cuadro 4 del *Cuestionario de fuentes renovables y desechos* deben ser iguales a la capacidad reportada en el anual *Cuestionario de electricidad y calor* (Cuadro 7). Favor coordinar con el personal responsable de completar este cuestionario cuando se derivan las estadísticas de capacidad.

Los **valores caloríficos** para los biocombustibles líquidos y el carbón vegetal dependen de los tipos de materiales usados para derivar estos productos, y del proceso utilizado para su derivación. Se debe consultar al informante de los datos, o a expertos/as en estos sectores energéticos, para determinar estas estadísticas.

Antes de iniciar los trabajos anuales para el *Cuestionario de fuentes renovables y desechos*, algunas estadísticas ya fueron recogidas sobre las fuentes renovables y desechos en el *Cuestionario anual del carbón mineral*. Estos datos, para la **leña, los desechos madereros y otros desechos sólidos** fueron desagregados más detalladamente que en el *Cuestionario actual de fuentes renovables y desechos*. Para que los países miembros puedan mantener las series de datos recolectados, se ha incluido el Cuadro 6 para recoger estadísticas más detalladas sobre estos productos.

La madera hace referencia a la leña únicamente. La madera producida para usos no energéticos no debe reportarse. “Otra materia vegetal” se refiere a cultivos producidos con fines energéticos, desechos agrícolas como cáscara de granos y recortes podados de árboles y trepadoras, y desechos sólidos de animales y material de los pisos de sus corrales. Los desechos madereros incluyen materiales como aserrín y corteza triturada. El licor negro es un medio líquido producido en el proceso de manufactura del papel; contiene lignina, celulosa y químicos digestores; se “quema” para recuperar los químicos y extraer energía.

Las características técnicas deben reportarse en MW para la capacidad de generación eléctrica, miles de m² para colectores solares, toneladas por año

(ton./año) para las plantas de biocombustibles líquidos y kilojulios por kilogramo (kJ/kg) para los valores caloríficos netos medios. La producción de Leña / Desechos Madereros / Otros desechos sólidos debe reportarse en terajulios netos. Todos los valores deben redondearse a cero casas decimales y no se permiten los valores negativos.

Esencial

Favor llenar el Cuadro 4 y el Cuadro 6 según la información específica mencionada.

Insumos para la generación de electricidad y calor por autoprodutores

Información general

Con la creciente importancia del debate ambiental, se ha hecho imprescindible identificar el consumo total de combustibles en cada sector industrial y de consumo, para poder desarrollar para cada sector medidas apropiadas de conservación de energía y reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.

Para información general y definiciones para la autoproducción, favor referirse al Capítulo 2, *Electricidad y calor*, Sección 1.

Información específica relacionada con el cuestionario conjunto

Los insumos para la producción de electricidad y calor por autoprodutores se reportan en el Cuadro 5a - 5c.

Este cuadro proporciona información sobre el uso de combustibles por autoprodutores de electricidad y calor para la venta según su actividad económica principal. El cuadro se separa en tres partes correspondientes a tres tipos reconocidos de central generadora: electricidad-solamente, CHP, y calor-solamente. Los datos se usan para controlar los insumos de combustibles y la producción de electricidad y calor por autoprodutores como parte de los esfuerzos de las Naciones Unidas por comprender las emisiones de CO₂ por sector específico.

En el caso de las plantas CHP, reportar separadamente cifras para las cantidades de combustible utilizadas en la producción de electricidad y calor vendida, requiere un método de división del uso total de combustible entre los dos productos energéticos. La división se requiere aunque no se venda calor, porque el combustible utilizado para producir electricidad debe reportarse en el sector de la transformación. El método propuesto se describe en el Anexo 1, Sección 1 del *Manual* y debe seguirse cuidadosamente.

Favor notar que los totales reportados en este cuadro deben ser iguales a los respectivos totales reportados en el Sector de la transformación. Además, nótese

que un cuadro similar se incluye con el *Cuestionario de electricidad y calor* (Cuadro 5). Para evitar informes inconsistentes, favor comunicarse con la persona responsable de completar el cuestionario de la electricidad en su país.

■ ***Esencial***

■ ***Deben reportarse las fuentes renovables y desechos utilizados por los autoprodutores como insumos para producir la electricidad y calor (vendidos) en los respectivos sectores.***

Balances energéticos



1 ¿Por qué hacer balances?

La presentación de estadísticas energéticas expresadas en unidades naturales en forma de **balances de productos** entre la oferta y el uso de los productos energéticos permite verificar que los datos esten completos y es una manera sencilla de reunir las estadísticas principales sobre cada producto para obtener fácilmente datos claves. Sin embargo, ya que los combustibles se compran principalmente por sus propiedades caloríficas y pueden convertirse en diferentes productos combustibles, también es útil presentar la oferta y usar los datos en unidades energéticas. El formato adoptado se llama “**balance energético**” y permite que sus usuarios/as vean las eficiencias de la conversión de los combustibles y la importancia relativa de los diferentes combustibles suministrados a la economía.

El balance energético también es el punto de partida natural para construir varios indicadores del consumo energético (por ejemplo el consumo per cápita o por unidad del PIB) y de la eficiencia energética. El estadígrafo/a también usa el balance energético como una verificación de alto nivel sobre la exactitud de los datos, ya que ganancias aparentes en la energía mediante los procesos de conversión o pérdidas grandes indicarán problemas con los datos.

2 Balances de productos

El balance de productos y sus partes principales han sido descritos en gran medida en el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 9, *¿Cómo se presentan los datos energéticos?* Los balances de productos deben construirse a nivel nacional para cada producto energético en uso, por insignificante que sea, e incluso cuando algunos productos se agregan para fines prácticos. Deben considerarse como el marco básico para las estadísticas energéticas nacionales y una valiosa herramienta contable utilizada para construir los balances energéticos, agregados de mayor nivel, para indicar la calidad de los datos mediante la fila de *Diferencia estadística*.

Los estadígrafos/as nacionales deben investigar las grandes diferencias estadísticas para establecer cuáles datos están incorrectos o incompletos. Desafortunadamente, no siempre será posible corregir los datos y, en tal caso, la diferencia estadística no debe cambiarse sino que debe dejarse para ilustrar la magnitud del problema.

Decidir si debe darse seguimiento con las entidades informantes a una diferencia estadística es cuestión de criterio. El porcentaje de diferencia que se podría considerar aceptable dependerá de la magnitud de la oferta del producto. Para los volúmenes de oferta grandes, como el gas natural o la electricidad, deben hacerse esfuerzos por mantener las diferencias estadísticas en menos del uno por ciento. Por otro lado, para un producto de menor importancia, como los alquitranes y aceites de los hornos coquificadores, se podría tolerar un error del 10%.

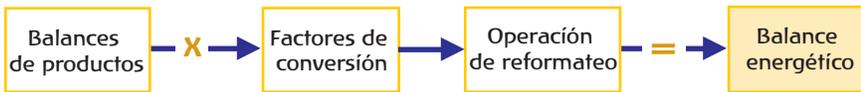
Cuando los balances de productos se construyen de los datos reportados al estadígrafo/a, también pueden mostrar una diferencia estadística de cero (un balance “cerrado”). Esta posición aparentemente ideal debe verse con desconfianza ya que, en casi todas las situaciones, indicaría que algún otro dato estadístico del balance se ha estimado con el fin de equilibrar las cuentas. Esto usualmente ocurre cuando los datos vienen de un solo informante (por ejemplo una refinería o una siderúrgica) que cuenta con todos los datos para el balance y por lo tanto puede manipular las cifras para cerrar el balance. Para más información y una apreciación de los problemas encontrados por la empresa respectiva, el estadígrafo/a debe averiguar cuáles elementos han sido estimados para equilibrar el balance reportado.

3 Balances energéticos

Es esencial construir balances energéticos en base a los balances de productos, tanto para verificar otra vez los datos como para permitir que los usuarios/as encuentren relaciones importantes en los datos que están ocultos en los balances de productos.

La transformación de los balances de productos en un balance energético se ilustra esquemáticamente en la Figura 7.1 a continuación.

Figura 7.1 • Construcción del balance energético



El primer paso es convertir las unidades naturales de los balances de productos en la unidad energética elegida multiplicando cada unidad natural por el factor de conversión equivalente apropiado. Las principales organizaciones internacionales de energía, como la AIE y Eurostat, usan unidades energéticas de toneladas equivalentes de petróleo para sus balances; se define una tonelada de equivalencia al petróleo (tep) como 41,868 gigajulios (véase el Anexo 3 para un análisis de las Unidades y Equivalentes para la Conversión). Muchos países usan el terajulio como la unidad para su balance energético nacional.

En la operación de reformato, se ubican los balances de producto convertidos uno al lado del otro, reordenando ciertas filas e introduciendo una convención de signos positivo o negativo en el sector de la transformación. Hay diferentes maneras en que una organización puede presentar sus balances energéticos, según las convenciones y el énfasis. Por ejemplo, las diferencias entre el formato de la AIE y el formato de Eurostat se explicarán más detenidamente al final de este capítulo.

Determinar un valor energético para la producción de energía primaria

Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 3 analiza el punto donde la producción energética primaria se mide con fines estadísticos y cómo esto define la forma de

la energía primaria para las cuentas energéticas. Por ejemplo, la producción bruta de electricidad de centrales hidroeléctricas se utiliza como la forma de energía primaria en lugar de la energía cinética del agua que cae porque no hay beneficio estadístico en adoptar la energía cinética como la forma de energía primaria. Pero no dice cómo se calcula la cantidad de energía que debe atribuirse a la forma de energía primaria pero en este caso es natural adoptar la cantidad de electricidad generada como la medida.

Método de sustitución parcial

En los primeros días de la metodología del balance energético, se usaba un método de **sustitución parcial** para valorar la producción energética primaria. Esto daba a la producción de electricidad un valor energético equivalente al monto hipotético del combustible requerido para generar una cantidad idéntica de electricidad en una central termoeléctrica usando combustibles.

La ventaja de este método era que limitaba las variaciones en la oferta energética nacional total por cambios en la producción eléctrica primaria en los países donde una cantidad significativa de la electricidad se producía en base a los combustibles. En los años con poca lluvia, por ejemplo, la hidroproducción de electricidad se reducía y se compensaba por una cantidad correspondiente de electricidad producida de combustibles que fueron producidos o importados para esa finalidad. Sin embargo, por la menor eficiencia de la generación termoeléctrica (típicamente un 36%), se requería una cantidad mucho mayor de energía en forma de combustibles para compensar por la electricidad perdida de las centrales hidroeléctricas. Este desequilibrio se superaba sustituyendo a la hidroproducción de electricidad un valor energético casi el triple (1/0,36) su contenido energético físico.

Este principio se abandonó porque significaba poco para los países en los cuales la hidrogenación de electricidad era la mayor oferta y porque los valores efectivos de sustitución eran difíciles de establecer, ya que dependían de las eficiencias marginales de la producción eléctrica. La sustitución parcial también tenía efectos irreales en el balance energético, ya que aparecían pérdidas por la transformación que no tenían ningún sustento físico.

Contenido energético físico

El principio ahora adoptado es el método del "contenido energético físico" en el cual el valor energético físico normal de la forma de energía primaria se usa como cifra de producción. Para la electricidad primaria, ésta es simplemente la cifra de generación bruta para la fuente. Se requiere tener cuidado al expresar las contribuciones porcentuales de las varias fuentes de la producción eléctrica nacional. Ya que no se reconoce ningún proceso de transformación dentro de los balances para la producción de electricidad primaria, no pueden calcularse las respectivas contribuciones porcentuales de la termoelectricidad y la electricidad primaria usando una base de "combustible utilizado". Más bien, las varias contribuciones deben calcularse en base a las cantidades de electricidad generada de las centrales eléctricas clasificadas por fuente de energía (carbón mineral, nuclear, hidroelectricidad, etc.). En el caso de la generación de electricidad del

calor primario (nuclear y geotermia), el calor es la forma de energía primaria. Ya que puede ser difícil obtener mediciones del flujo de calor hasta las turbinas, se suele usar un estimado del aporte calórico.

Aplicación del principio del contenido de "energía física"

Producción de calor nuclear

Se estima el contenido calórico del vapor del reactor tan sólo si no se dispone de valores reales. Los Estados Miembros de la Unión Europea reportan la generación de vapor de las centrales nucleares en forma mensual a Eurostat. En estos casos, no se requiere realizar un estimado. Los países que no son miembros de la UE pero que sí son miembros de la AIE y ECE generalmente no tienen información similar. Para esos países, la AIE estima el valor de la producción de calor primario para las centrales nucleares de la generación bruta de electricidad, usando una eficiencia térmica del 33%. Como se expuso en el Capítulo 1, *Fundamentos*, Sección 8, cuando una parte del vapor directamente del reactor se usa para otros fines que la generación de electricidad, hay que reajustar el valor estimado de producción primaria para incluir esto.

Producción de calor geotérmico

El calor primario de las fuentes geotérmicas también se usa en las centrales eléctricas geotérmicas y se suele usar un retro-cálculo similar del aporte calórico cuando no se miden las cantidades de vapor suministradas a la central. Sin embargo, en este caso, la eficiencia térmica usada es del 10%. La cifra es una aproximación y refleja la calidad generalmente menor del vapor disponible de las fuentes geotérmicas. Debe subrayarse que, si están disponibles datos para el aporte del vapor a las centrales eléctricas geotérmicas, deben usarse para determinar la producción del calor geotérmico.

El principio de usar el vapor de reactores nucleares como la forma de energía primaria para las estadísticas energéticas tiene un efecto importante para los indicadores de dependencia de la oferta energética. Bajo la presente convención, el calor nuclear primario aparece como recurso endógeno. Sin embargo, la mayoría de países que usan energía nuclear importan su combustible nuclear; si se pudiera tomar este hecho en cuenta, incrementaría su dependencia energética de otros países.

Producción y uso de electricidad en centrales con almacenamiento por bombeo

La hidroelectricidad puede producirse también por el caudal del agua desde reservorios especiales que se llenan bombeando el agua desde un río o lago que está en un menor nivel. En las centrales con este almacenamiento por bombeo, se usa la electricidad (tomada del sistema nacional) durante períodos de demanda baja (usualmente por la noche) para bombear agua hacia los reservorios, de donde se soltará durante períodos de demanda máxima de electricidad, cuando el costo

marginal de la generación eléctrica es mayor. Se produce menos electricidad que la que se utiliza para bombear el agua hasta el reservorio más arriba. Sin embargo, el procedimiento es económico cuando los costos evitados, al no usar las centrales termoeléctricas que son menos eficientes, para generar una cantidad similar de electricidad, exceden del costo del procedimiento de bombear el agua al reservorio.

Ya que la electricidad requerida para bombear el agua se genera usando combustibles registrados en la producción interna o importaciones en otra parte del balance, cualquier inclusión de generación usando agua bombeada en combinación con la hidroelectricidad por flujo natural haría una doble contabilidad del contenido energético de la generación en base al agua bombeada, en el Consumo interno bruto (Eurostat) o la TPES (AIE). Por lo tanto, se omite la generación por el agua bombeada de la hidrogenación eléctrica en el balance energético.

La energía perdida por el bombeo (es decir, la diferencia entre la cantidad de electricidad usada para bombear agua y la que se genera en la central con el agua bombeada) se incluye en el "Consumo de la rama energética" (Eurostat) bajo la columna de *Energía eléctrica*.

Producción de calor por bombas de calor.....

La recolección de datos sobre la electricidad utilizada por bombas de calor, y el calor producido, no suele plantear problemas con las definiciones de los flujos de energía. Cualquier problema con la recolección de datos surgiría cuando se trate de evaluar el uso de las bombas de calor e incorporarlas a los informes. La representación en el balance energético de la electricidad utilizada y el calor suministrado es, por otro lado, una tarea más difícil y se ha desarrollado un enfoque simplificado.

La energía contenida en la salida a mayor temperatura de la bomba de calor es la suma del calor extraído de una fuente más fría más la energía eléctrica requerida para que funcione la bomba. Se puede estimar el calor extraído restando la electricidad usada de la energía total a la salida. Se considera que el calor extraído es calor "nuevo" y se lo incluye en la producción interna del calor. La electricidad usada para operar la bomba se reporta como un insumo a un proceso de transformación bajo el encabezamiento *Bombas de calor*. La correspondiente producción de calor (transformación – igual a la electricidad aportada) será incluida en la producción total de las bombas de calor. De esta maneja, se identifica el uso energético de las bombas y sus producciones totales se incluyen en la oferta de calor. Nótese que el encabezamiento de "Bombas de calor" en el sector de la transformación no aparece en los balances publicados porque es demasiado pequeño para merecer identificarse, pero la electricidad usada y el calor producido por las bombas son parte de las cifras reportadas bajo *Otra transformación* en el balance de AIE.

Producción de gas de alto horno.....

El gas de alto horno, producido durante la manufactura de hierro en los altos hornos, es un sub-producto combustible del proceso y se consume en el alto horno, o en otro lugar en la siderúrgica, o se vende a otras empresas. El alto horno no

está diseñado como aparato para conversión de combustibles pero así resulta en la práctica. Para controlar y contabilizar los flujos de combustible y energía, hay que dividir las entradas y salidas del alto horno entre la matriz de transformación y el sector energético. El Anexo 1, Sección 3, describe los principios de las operaciones de altos hornos y proporciona guía sobre cómo reportar la producción y uso de combustibles en altos hornos.

La forma de reportar el uso de combustibles en altos hornos ha cambiado recientemente. Antes, todos los combustibles usados en los altos hornos eran reportados como insumos al proceso de transformación. Entonces, la AIE empleó un modelo para dividir los combustibles entre los sectores energético y de transformación. Esto se oculta en los formatos publicados del balance resumido, porque las entradas y salidas de los altos hornos están dentro de la columna del *Carbón mineral*.

4 Diferencias entre los balances energéticos de Eurostat y la AIE

La Sección 9 del Capítulo 1 ilustra y analiza las diferencias entre los **balances de productos** usados por la AIE y Eurostat. La diferencia principal está en la presentación de la producción de combustibles primarios y secundarios. El formato de Eurostat limita la fila de “producción” en los balances de productos a la producción primaria (o endógena) y coloca la producción de productos secundarios en una parte de los balances de “producción de la transformación”. Esto tiene la ventaja de no requerir ningún reformato de los balances. En otras palabras, el balance energético de Eurostat es idéntico en su apariencia al balance de productos pero se expresa en una unidad energética.

En cambio, el balance de productos de la AIE tiene la producción primaria y secundaria reportada en la fila de “producción” en sus balances de productos. Esto tiene la ventaja de presentar todos los productos de manera idéntica sin requerir que el usuario/a sepa que hay dos lugares donde se presenta la información de la producción. La desventaja es que los balances de productos necesitan reformatearse para poder elaborar el balance energético.

Las **diferencias entre los balances energéticos** se ilustran en el Cuadro 7.1 y el Cuadro 7.2 usando los balances energéticos resumidos para 1999 de España. Ambas organizaciones internacionales elaboran sus balances energéticos haciendo constar todos los productos, pero publican sólo balances resumidos para que la presentación sea manejable.

Como ya se anotó, el balance energético de Eurostat tiene un formato idéntico al del balance de productos con su parte de transformación (a veces le llaman la “matriz de transformación”) dividida entre entradas y salidas. Todas las cantidades son positivas en la matriz de transformación. Así como el balance de productos, la producción se limita a la producción primaria.

El balance energético de AIE coloca sólo la producción interna (producción primaria) en la fila de “producción”. La producción de algún producto energético secundario aparecerá como cantidad positiva en la matriz de transformación

contra el encabezamiento para la industria de transformación respectiva. Hay una sola matriz de transformación unificada que cubre las entradas y salidas. Esto se logra dando signo negativo a los insumos. En los ejemplos para España, la entrada del petróleo crudo (incluyendo los insumos que se transformarán) en las *Refinerías de petróleo* es $-62,44$ millones de toneladas de equivalencia al petróleo (Mtep) y la correspondiente salida de todos los productos petroleros es de $62,16$ Mtep. La pérdida por la transformación consta al lado derecho de la matriz bajo la columna del Total y es la suma algebraica de las entradas y salidas. Esta cifra de pérdida es una forma útil de verificar la exactitud de los datos básicos en los balances de productos y de los equivalentes para la conversión (principalmente los valores caloríficos) usados para elaborar el balance energético. Las pequeñas pérdidas de aproximadamente un $0,5\%$ son aceptables para la refinación. Si la cifra es mayor o es positiva (una ganancia por la transformación) entonces hay que revisar los datos. Las pérdidas por la transformación para la generación termoeléctrica son mucho mayores, ya que el proceso de hacer electricidad del calor es inherentemente ineficiente.

La correspondiente cifra de Eurostat para el petróleo crudo y su uso como insumo en las *Refinerías* es $60,95$ Mtep y la salida de todos los productos suma $60,50$ Mtep. En este caso, la pérdida por la transformación se obtiene restando la una cifra de la otra ($0,45$ Mtep).

Las dos organizaciones también difieren en su tratamiento de algunos aspectos menores de sus balances, uno de los cuales merece alguna explicación aquí.

El balance de cada organización debe transferir las cifras desde la columna para la electricidad primaria producida (por ejemplo, hidroelectricidad) en la columna de electricidad del balance para que su disposición, conjuntamente con toda la demás electricidad, pueda contabilizarse según los sectores del consumo. Una vez que la electricidad primaria ingrese al sistema nacional de transmisión, se hace imposible distinguirla de toda la electricidad producida de todas las Otras Fuentes. Usualmente no es posible saber que consumidores reciben su suministro de la electricidad primaria.

La AIE transfiere la electricidad primaria ingresándola en la matriz de transformación como entrada con signo negativo y un valor idéntico se incluye en la producción total de electricidad en la columna de *Electricidad*. En el ejemplo para España, la hidroelectricidad producida ($1,97$ Mtep) consta en la columna de *Hidroelectricidad* como $-1,97$ dentro del sector de la transformación y la producción total de electricidad de $15,30$ Mtep contendrá el $1,97$ Mtep de electricidad primaria.

Eurostat usa la fila de transferencias para realizar esta misma transferencia. La cantidad de -1.966 ktep se mostrará en la fila de *Transferencias* de la columna de *Hidroelectricidad* y $+1.966$ aparecerá en la fila de transferencias (interproductos) de la columna de *Electricidad* conjuntamente con cualquier otra electricidad primaria transferida de manera similar (en este caso, 236 ktep de centrales eólicas). La transferencia contribuirá entonces al total de electricidad disponible y su disposición será incluida en las cifras de consumo.

Cuadro 7.1 • Cuadro Eurostat del balance energético para España, 1999

Eurostat	(1000 tep)														
	Total de todos los productos	Carbón duro	Aglomerados de hulla	Carbón de lignito	Total de lignito	Carbón pardo/Briquetas	Alquitrán/Petróleo Benceno crudo	Insumos de productos refinieria/petroleros	Total Gas de refinerías	GLP	Espíritu/Queroseno de tipo petróleo jet fuel	Nafta			
Producción primaria	30305	7005	-	-	1561	-	-	297	-	-	-	-	-		
Productos de recuperación	83	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Importaciones	101063	12061	-	82	-	-	-	57665	876	16446	- 1381	931	436	2 160	
Cambio en las existencias	-1506	-385	-	10	12	-	-	480	67	-926	- 29	130	-27	40	
Exportaciones	7653	-	-	261	-	-	-	-	6855	- 133	1694	257	1610	-	
Búnkeres	5823	-	-	-	-	-	-	-	5823	-	-	-	-	-	
CONSUMO INTERNO BRUTO	117469	18 688	-	-169	1573	-	-	58422	945	2842	- 1220	-833	152	590	
Insumo del sector de transformación	105468	18 314	-	459	1510	-	-	58410	2639	5145	- 22	-	-	142	
Centrales térmicas públicas	21688	15 786	-	-	-	-	-	-	-	3379	-	-	-	-	
Centrales térm. prod. para uso propio	4545	45	-	-	-	-	-	-	-	1602	-	-	-	-	
Centrales nucleares	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabricas de agl. y de briquetas de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coquerías	2418	2 418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altos hornos	459	-	-	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Plantas de gas	164	-	-	-	-	-	-	-	164	- 22	-	-	-	142	
Refinerías	60949	-	-	-	-	-	-	58410	2539	-	-	-	-	-	
Centrales de calor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Productos de transformación	78574	-	-	1587	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4386	3260	
Centrales térmicas públicas	7947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Centrales térm. prod. para uso propio	2544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabricas de agl. y de briquetas de lignito	5080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coquerías	1959	-	-	1587	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altos hornos	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Plantas de gas	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Refinerías	60501	-	-	-	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4388	3260	
Centrales de calor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Transferencias, intercambios	258	-	-	-	-	-	-	1594	-1334	64	-152	117	-317	1081	
Transferencias entre productos	-201	-	-	-	-	-	-	-	-199	64	-152	117	-317	1113	
Productos transferidos	480	-	-	-	-	-	-	-	1583	-1103	-	-	-	-	
Prod. recup. de la industria petroquímica -1	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-32	-	-	-	-32	
Consumo del sector energético	5854	5	-	-	-	-	-	-	4288	1929	-	-	-	-	
Pérdidas por distribución	1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CONSUMO FINAL	83046	369	-	959	63	-	-	12	0	52576	0	2788	9402	4222	4789
Cons. fin. de proc. no energéticos	8436	-	-	-	-	-	-	-	-	8107	-	-	-	-	4493
Industria química	5347	-	-	-	-	-	-	-	-	5018	-	-	-	-	4493
Otros sectores	3089	-	-	-	-	-	-	-	-	3089	-	-	-	-	-
Cons. final de procesos energéticos	74297	738	-	959	-	-	-	11	-	43862	- 2784	9393	4207	-	-
Industria	22369	587	-	959	-	-	-	11	-	5170	-	427	-	-	-
Siderúrgica	3681	389	-	881	-	-	-	-	-	370	-	38	-	-	-
Metales no féreos	1090	4	-	41	-	-	-	-	-	140	-	11	-	-	-
Industria química	3224	45	-	15	-	-	-	-	-	749	-	224	-	-	-
Vidrio, cerámica y mat.de construcción	5279	145	-	-	-	-	-	-	-	1964	-	27	-	-	-
Extracción de mineral de hierro	335	1	-	-	-	-	-	-	-	125	-	7	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	2282	-	-	5	-	-	-	-	-	578	-	35	-	-	-
Ind. textil, confección, cuero y calzado	1059	-	-	-	-	-	-	-	-	182	-	3	-	-	-
Papel e impresión	2114	3	-	-	-	-	-	-	-	304	-	27	-	-	-
Máquinas y transformados metálicos	1683	3	-	17	-	-	-	-	-	361	-	41	-	-	-
Otras industrias	1616	-	-	-	-	-	-	-	-	397	-	13	-	-	-
Transporte	31890	-	-	-	-	-	-	-	-	31573	-	82	9393	4198	-
Ferrocarril	792	-	-	-	-	-	-	-	-	485	-	-	-	-	-
Transp. por carretera	25307	-	-	-	-	-	-	-	-	25297	-	82	9383	-	-
Transporte aéreo	4208	-	-	-	-	-	-	-	-	4208	-	-	11	4198	-
Navegación interna	1584	-	-	-	-	-	-	-	-	1584	-	-	-	-	-
Residencial, comercio, sector público	20038	151	-	-	-	-	-	-	-	7110	-	2274	-	9	-
Residencial	11794	141	-	-	-	-	-	-	-	3953	-	1989	-	-	-
Agricultura	2192	-	-	-	-	-	-	-	-	1712	-	77	-	9	-
Diferencias estadísticas	312	-368	-	0	63	-	-	1	0	616	- 4	8	15	296	-

Cuadro 7.1 • Cuadro Eurostat del balance energético para España, 1999 (continuación)

													(1000 tep)		
Gasóleo/ diesel	Combus- tóleo residual	Otros productos petroleros	Gas natural	Gas deri- vado	Calor nuclear	Total energías renovables	Calor solar	Energía geotér- mica	Biomasa	Énergía eólica	Énergía hidráu- lica	Otros combus- tibles	Calor deri- vado	Énergía eléctrica	Eurostat
-	-	-	131	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	-	-	-	Producción primaria
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Productos de recuperación
9819	2135	358	13903	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	1026	Importaciones
-572	-355	-57	-744	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cambio en las existencias
737	1338	289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	537	Exportaciones
1159	4653	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Búnkeres
4351	-4210	-11	13289	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	75	-	492	CONSUMO INTERNO BRUTO
363	4618	-	2963	372	15181	501	-	-	501	-	-	75	-	-	Insumo del sector de transformación
222	3157	-	576	291	-	145	-	-	145	-	-	-	-	-	Centrales térmicas públicas
140	1462	-	2387	80	-	355	-	-	355	-	-	75	-	-	Centrales térm. prod. para uso propio
-	-	-	-	-	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Centrales nucleares
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fabrics de agl. y de briquetas de lignito
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Coquerías
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Altos hornos
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Plantas de gas
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Refinerías
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Centrales de calor
20578	13496	1721	-	860	-	-	-	-	-	-	-	-	74	15552	Productos de transformación
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7947	Centrales térmicas públicas
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2544	Centrales térm. prod. para uso propio
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5080	Centrales nucleares
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fabrics de agl. y de briquetas de lignito
-	-	-	-	372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Coquerías
-	-	-	-	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Altos hornos
-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Plantas de gas
20578	13496	1721	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Refinerías
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Centrales de calor
-1497	-149	-550	-	-	-	-2203	-	-	-236	-1966	-	-	-	2202	Transferencias, intercambios
-1497	-149	553	-	-	-	-2203	-	-	-236	-1966	-	-	-	2202	Transferencias entre productos
-	-	-1103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Productos transferidos
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-Prod. recup. de la industria petroquímica
72	2061	114	18	226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1317	Consumo del sector energético
-	-	-	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1687	Pérdidas por distribución
22998	2457	1046	10063	262	-	3426	28	5	3394	-	-	-	74	15241	CONSUMO FINAL
-	-	776	322	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cons. fin. de proc. no energéticos
-	-	525	322	7	-	-	-	-	1401	-	-	-	-	-	Industria química
-	-	251	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Otros sectores
22965	2468	-	9740	255	-	3426	28	-	-	-	-	-	74	15241	Cons. final de procesos energéticos
935	1779	-	7368	225	-	1401	-	-	13	-	-	-	74	6574	Industria
51	119	-	676	225	-	-	-	-	130	-	-	-	-	1141	Siderúrgica
24	105	-	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	774	Metales no ferreos
86	356	-	1461	-	-	13	-	-	507	-	-	-	23	918	Industria química
57	192	-	2284	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	756	Vidrio, cerámica y mat. de construcción
76	43	-	77	-	-	-	-	-	487	-	-	-	-	132	Extracción de mineral de hierro
237	306	-	749	-	-	284	-	-	-	-	-	-	7	658	Alimentación, bebidas y tabaco
81	97	-	527	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	344	Industria textil, confección, cuero y calzado
33	244	-	829	-	-	507	-	-	-	-	-	-	-	471	Papel e impresión
106	115	-	559	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	742	Máquinas y transformados metálicos
182	202	-	76	-	-	487	-	-	-	-	-	-	38	638	Otras industrias
17681	220	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	Transporte
485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	Ferrocarril
15832	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Transp. por carretera
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Transporte aéreo
1364	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Navegación interna
4349	469	-	2362	30	-	2025	28	5	1992	-	-	-	-	8361	Residencial, comercio, sector público
1874	86	-	1752	21	-	2020	28	-	1992	-	-	-	-	3907	Residencial
1586	60	-	81	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	394	Agricultura
33	-11	270	0	0	-	0	1	-	0	-	-	-	-	0	Diferencias estadísticas

Cuadro 7.2 • Cuadro AIE del balance energético para España, 1999

Millions de tonnes-équivalent pétrole

APPROVISIONNEMENT ET CONSOMMATION	Carbón	Petróleo crudo	Productos petroleros	Gas	Nucleo	Hydro	Geotérm. solar, etc.	Energías renovables y desechos	Electricidad	Calor	Total
Producción	8,60	0,30	-	0,13	15,34	1,97	0,27	4,08e	-	-	30,70
Importaciones	11,30	60,01	16,85	13,90	-	-	-	-	1,03	-	103,09
Exportaciones	-0,28	-	-7,09	-	-	-	-	-	-0,54	-	-7,90
Búnkeres marítimos internacionales	-	-	-5,88	-	-	-	-	-	-	-	-5,88
Cambio de stocks	-0,36	0,54	-0,97	-0,74	-	-	-	-	-	-	-1,54
SUMINISTRO AL CONSUMO	19,26	60,85	2,91	13,29	15,34	1,97	0,27	4,08	0,49	-	118,46
Transferencias	-	-1,56	-1,52	-	-	-	-	-	-	-	0,05
Diferencias estadísticas	-0,35	-	-0,74	-	-	-	-	-	-	-	-1,08
Centrales eléctricas	-16,27	-	-3,44	-0,59	-15,34	-1,97	-0,24	-0,28	15,30	-	-22,82
Centr. de cogeneración de calor y el.	-0,04	-	-1,58	-2,37	-	-	-	-0,75e	2,44e	0,07	-2,22
Centrales de calor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos / Fabricas de gas	-	-	-0,14e	0,03	-	-	-	-	-	-	-0,11
Refinerías de petróleo	-	-62,44	62,16	-	-	-	-	-	-	-	-0,27
Industria petroquímica	-1,05 e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,05
Licuefacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros sectores de transformación	-	0,03	-0,03	-	-	-	-	-	-	-	-0,00
Usage propre	-0,23	-	-4,27	-0,02	-	-	-	-	-	-	-5,81
Pérdidas de distribución	-	-	-	-0,25	-	-	-	-0,00e	-1,71	-	-1,96
CONSUMO FINAL	1,32	0,01	53,37	10,09	-	-	0,03	3,04	15,24	0,07	83,18
SECTOR INDUSTRIAL	1,17	0,01	9,78	7,69	-	-	-0,00	1,02	6,57	0,07	26,33
Siderúrgica	0,89e	-	0,37	0,68	-	-	-	-	1,14	-	3,08
Químico y petroquímico	0,06	0,01	5,35	1,78	-	-	-	-	0,92	0,02	8,15
<i>Incl.: prod. de alimentación</i>	-	-	4,60	0,43	-	-	-	-	-	-	5,03
Metales no féreos	0,05	-	0,14	0,13	-	-	-	-	0,77	-	1,09
Minerales no metálicos	0,15	-	1,94	2,28	-	-	-	0,08e	0,76	-	5,21
Equipos de transporte	-	-	0,13	0,35	-	-	-	-	0,28	-	0,76
Maquinaria	0,02	-	0,23	0,21	-	-	-	-	0,46	-	0,93
Extracción y minas	0,00	-	0,13	0,08	-	-	-	-	0,13	-	0,34
Alimentación y tabaco	0,01	-	0,59	0,75	-	-	0,00	-	0,66	0,01	2,01
Pastas papeleras, papel e impresión	0,00	-	0,31	0,83	-	-	-	-	0,47	-	1,61
Industria de madera y corcho	-	-	0,04	0,07	-	-	-	-	0,12	-	0,23
Construcción	-	-	0,11	0,00	-	-	-	-	0,11	-	0,22
Industria textil y cuero	-	-	0,18	0,53	-	-	-	-	0,34	0,01	1,06
No especificado	-	-	0,25	0,01	-	-	0,00	0,94 e	0,40	0,04	1,65
SECTOR DE TRANSPORTE	-	-	32,33	0,01	-	-	-	-	0,31	-	32,65
Transporte aéreo internacional	-	-	2,62	-	-	-	-	-	-	-	2,62
Transporte aéreo interno	-	-	1,75	-	-	-	-	-	-	-	1,75
Transporte por carretera	-	-	25,86	0,01	-	-	-	-	-	-	25,87
Ferrocarril	-	-	0,50	-	-	-	-	-	0,21	-	0,70
Oleoducto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interna	-	-	1,62	-	-	-	-	-	-	-	1,62
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	0,10
OTROS SECTORES	0,14	-	7,28	2,39	-	-	0,03	2,02	8,36	-	20,23
Agricultura	-	-	1,75	0,08	-	-	0,00	0,00e	0,39	-	2,23
Comercio y servicio públicos	0,01	-	1,47	0,54	-	-	0,02	-	3,87	-	5,91
Residencial	0,13	-	4,06	1,77	-	-	0,01	2,00e	3,91	-	11,88
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	0,02e	0,19	-	0,21
USOS NO ENERGETICOS	0,01	-	3,97	-	-	-	-	-	-	-	3,97
En la industria/transformación/energía	0,01	-	3,64	-	-	-	-	-	-	-	3,65
En el transporte	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	0,31
En otros sectores	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,02
Électricité produite - GWh	75436	-	24445	19058	58852	22863	2761	2902e	-	-	206317
Centrales eléctricas	75071	-	14541	2643	58852	22863	2761	1161	-	-	177892
Centrales de cogeneración	365	-	9904	16415	-	-	-	1741e	-	-	28425
Chaleur produite - TJ	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	3101
Centrales de cogeneración	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	3101
Centrales de calor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

e = estimation

Anexo 1

Procesos de conversión de combustibles y producción de energía



1 Generación de electricidad y calor

Típos de plantas

Los cuestionarios anuales clasifican las centrales que generan electricidad y calor en tres grupos: **electricidad-solamente** – que generan sólo electricidad; **calor-solamente** – que generan sólo calor; y **de cogeneración (CHP)** – que generan calor y electricidad en un proceso combinado.

Los procesos técnicos más ampliamente utilizados para generar electricidad y calor se describen a continuación en la sección sobre procesos para producir electricidad y calor.

Plantas de electricidad-solamente

La mayor parte de la oferta de electricidad generada sin también producir calor se obtiene de alternadores impulsados por turbinas accionadas por el vapor producido quemando combustibles (incluyendo desechos) o calor nuclear. Las plantas más pequeñas de electricidad-solamente también usan turbinas de gas o motores de combustión interna.

El vapor también puede obtenerse directamente de yacimientos geotérmicos, aunque el vapor y/o agua caliente de la geotermia pueden requerir un refuerzo, calentándoles con combustibles fósiles para producir un vapor con características adecuadas (temperatura y presión) para operar las turbinas.

Las centrales hidroeléctricas, eólicas, e impulsadas por la marea u otras fuerzas del océano también usan turbinas para impulsar los alternadores y pertenecen a la categoría de electricidad-solamente. La energía cinética del medio que pasa por la turbina (agua o viento) impulsa a la turbina, haciendo girar el alternador.

Centrales de calor-solamente

El calor puede suministrarse a las/los consumidores mediante un sistema de tubería o mediante una caldera instalada en o cerca de un edificio que contiene las viviendas y presta servicio sólo a ese edificio. En todos los casos, el calor se vende al consumidor mediante un pago directo, o bien indirectamente como parte de su costo general de alojamiento. Cuando una central suministra el calor a un solo edificio o un grupo de edificios, sin uso de un sistema local o regional, debe

excluirse su oferta de la encuesta. Este uso energético se captará en las estadísticas de la oferta de combustibles para la caldera.

La mayoría de las plantas de calefacción se valen de sencillas calderas que queman combustibles o aprovechan el calor geotérmico. En unos pocos países donde la hidroelectricidad es abundante, puede resultar económico generar el vapor en calderas eléctricas. El calor geotérmico se usa donde esté disponible, bien sea directamente “tal como sale” o reforzándole, quemando combustibles para “agregar” calor al flujo geotérmico.

Cogeneración de calor y electricidad (CHP)

Los sistemas de cogeneración suministran simultáneamente electricidad y energía térmica útil (calor). Dependiendo de la relación entre la potencia eléctrica y la potencia térmica generada, se pueden distinguir las centrales de cogeneración de uno o las de dos grados de libertad. En una planta con un grado de libertad esta relación es constante para todas las condiciones de funcionamiento de la planta. Al contrario, se puede variar esta proporción en plantas con dos grados de libertad. Además, una planta con dos grados de libertad puede funcionar en modo de cogeneración pero también como central de tipo electricidad solamente (aprovechando solo del proceso de condensación). Cuando cesa la producción calórica de una unidad CHP y sólo produce electricidad, se convierte en unidad de electricidad-solamente y debe reportarse como tal.

Las condiciones de operación bajo las cuales la producción eléctrica de una unidad CHP puede clasificarse como electricidad CHP actualmente están siendo revisadas por Eurostat para asegurar que tan sólo se incluya la operación verdaderamente CHP. Por lo tanto, los estadígrafos/as podrán esperar que evolucionarán las definiciones para reportar esta actividad en el futuro cercano.

Las centrales de cogeneración CHP pueden dividirse en cinco tipos: contrapresión, extracción-condensación, de turbinas de gas con recuperación de calor, de motores de pistón y de ciclo combinado.

Centrales de contrapresión

La central de cogeneración más sencilla es la llamada central de contrapresión, que genera la electricidad CHP en una turbina de vapor. La expansión del vapor en la turbina resulta solo hasta una cierta presión llamada contrapresión. Este nivel de presión es superior a lo que se utiliza en centrales condensadoras que generan electricidad solamente. Así, en una central de contrapresión, al salir de la turbina el vapor se mantiene a una temperatura más alta y sirve para procesamiento o calefacción. La relación entre la electricidad generada y el calor producido es siempre igual, por lo cual este tipo de central es de un grado de libertad. La caldera que abastece de vapor a una configuración de turbina de contrapresión / calor puede diseñarse para quemar combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (véase la Figura A1.1).

Central de extracción-condensación

Las centrales extracción-condensación son concebidas para poder adaptar su capacidad de suministro de energía térmica útil a la demanda. Para este fin, parte del vapor se puede extraer de manera graduable entre la entrada en la turbina y el condensador para usos de procesamiento o calefacción. No obstante, muchas

Parámetros típicos de una central CHP

Hay una serie de parámetros que se utilizan para describir el desempeño de una central CHP.

La eficiencia global se define como la relación de la energía total producida por el sistema versus la energía que consume.

Si H_m denota el combustible consumido por la central y H y E denotan el calor y la electricidad suministrados por la central, respectivamente, entonces la eficiencia energética global, U , es:

$$U = (H + E)/H_m$$

La eficiencia en la producción de electricidad requiere un método para estimar la cantidad del calor utilizado para generar la electricidad. El método utilizado se conoce como el método "Ecabert".

En primer lugar, el calor útil producido, H , se convierte en su equivalente como insumo, dividiéndolo por la eficiencia de la caldera, R_c (es decir, o la eficiencia de la caldera sustituida por el sistema CHP, o de una caldera convencional). Entonces:

$$H_c = H/R_c$$

De modo que el calor asignado para producir electricidad, H_e , es:

$$H_e = H_m - H_c$$

Es decir que H_e es el calor remanente luego de restar el equivalente como insumo del calor útil.

Por lo tanto, la eficiencia implícita para la generación de electricidad es:

$$R_e = E/H_e$$

Nótese que esta eficiencia depende de la eficiencia de la caldera "sustituida" que se haya elegido.

El consumo específico asociado con la producción de electricidad es:

$$C_{se} = 1/R_e$$

El índice de ahorro energético (S) evalúa la cantidad de energía ahorrada porque no se utilizó una central convencional, con eficiencia R_p , para producir la electricidad.

$$S = (E/R_p) - [H_m - (H/R_c)]$$

centrales condensadoras generan sólo electricidad. La caldera que abastece de vapor a un sistema de extracción-condensación / calor puede diseñarse para quemar combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (véase la Figura A1.2). Este tipo de planta es de dos grados de libertad.

Central de turbinas de gas con recuperación del calor

En las centrales eléctricas a base de turbinas de gas, se quema el combustible fósil en la cámara de combustión de la turbina y se dirigen los candentes gases que salen

de la turbina a través de una caldera para recuperación de calor. En la mayoría de los casos se usa el gas natural, petróleo o una combinación de estos combustibles para la turbina. Las cámaras de combustión de las turbinas de gas pueden quemar un combustible sólido o líquido gasificado, pero se necesita ubicar una instalación apropiada de gasificación cerca de la turbina (véase la Figura A1.3).

Central de motor de pistón

En vez de una turbina de gas puede combinarse un motor de pistón (por ejemplo diesel) con una caldera para recuperar el calor, que en algunas aplicaciones suministra el vapor a una turbina de vapor para generar electricidad y calor. Como las centrales de turbinas de gas este tipo de planta es de un grado de libertad.

Central de ciclo combinado

Recientemente, se han hecho bastante comunes las centrales de ciclo combinado que utilizan el gas natural. Constan de una o más turbinas de gas, con calderas de recuperación de calor, y una turbina de vapor. Generalmente los gases de escape que provienen de la(s) turbina(s) de gas se utilizan para calentar el vapor que pasa por una turbina de vapor, siendo esta de contrapresión o bien de extracción-condensación.

Los procesos técnicos más ampliamente utilizados para proporcionar electricidad y calor se describen en la siguiente sección.

Procesos para producir electricidad y calor.....

Turbinas de vapor

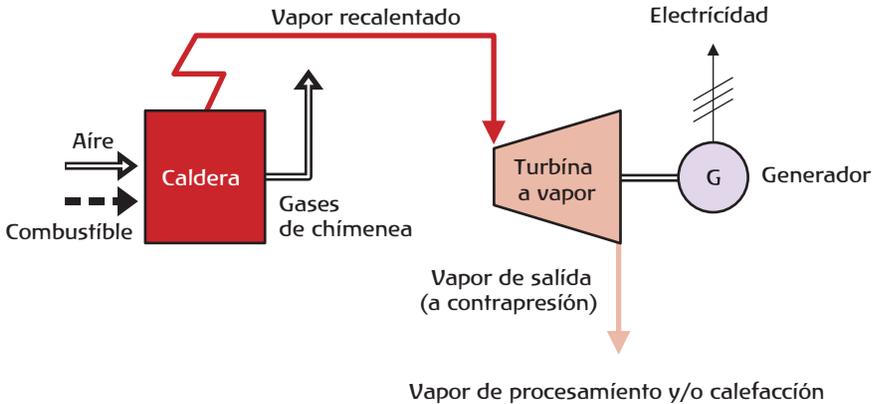
Aunque la tecnología está evolucionando hasta el punto de poder usar motores de pistón y turbinas de combustión en aplicaciones CHP, las centrales de turbinas de vapor siguen siendo el tipo más común utilizado para la producción combinada de electricidad y calor. Un sistema de vapor consta de una caldera adecuada para producir el vapor recalentado que pasa por una turbina de vapor que se puede utilizar en una configuración de tipo contrapresión, condensación (electricidad solamente) o combinado (condensación más extracción).

Turbinas de condensación

Las turbinas de condensación se usan generalmente en las centrales eléctricas convencionales de tipo electricidad-solamente. Se produce vapor de alta temperatura y alta presión en una caldera. Al pasar por las toberas de una turbina se reduce la presión del vapor (expansión) aumentando así su velocidad. A esta alta velocidad el vapor hace girar los alabes móviles alrededor del eje de la turbina al incidir sobre los mismos. La turbina esta acoplada con un alternador que, girando a su vez, genera la electricidad. Para maximizar la generación eléctrica es conveniente lograr la menor presión y temperatura posibles en la salida. Vapor de baja temperatura de escape contiene poca energía útil y la mayor parte del calor remanente se suele disipar en agua de refrigeración o al aire.

Turbinas de contrapresión

En las centrales eléctricas de contrapresión (Figura A1.1), el propósito no es maximizar la producción de electricidad, sino satisfacer la demanda de energía térmica útil de un

Figura A1.1 • Centrales de contrapresión

proceso industrial o un sistema de calefacción local. El contenido energético del vapor en la salida depende principalmente de su presión; cambiando la presión en la salida, se puede controlar la relación de calor-a-electricidad de la turbina de contrapresión. Incrementar la contrapresión reduce la generación de electricidad en favor de la producción del calor. A veces es posible extraer parte del vapor de la turbina a una presión intermedia, en cuyo caso se incrementa la producción de calor.

Cuando se requiere agua caliente, como típicamente en el caso de calefacción urbana, el vapor se condensa después de salir de la turbina en un "condensador caliente" donde se extrae el calor al pasar el agua de la red urbana.

La generación de electricidad por una turbina totalmente a contrapresión puede considerarse como producción completamente CHP.

Las turbinas de contrapresión son el tipo más común para la generación CHP en la industria. Pueden explotar cualquier tipo de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. A diferencia de los motores de combustión interna y turbinas de gas, que se eligen según las dimensiones disponibles en el mercado, con las turbinas de vapor es posible, dentro de sus límites, planificarlas según la demanda eléctrica de la central. Las unidades de turbina de vapor a contrapresión se caracterizan por altas eficiencias térmicas, que pueden alcanzar y hasta superar en algunos casos el 90%. La eficiencia de la generación eléctrica usualmente está en el rango del 15% al 25%.

Turbinas de extracción-condensación

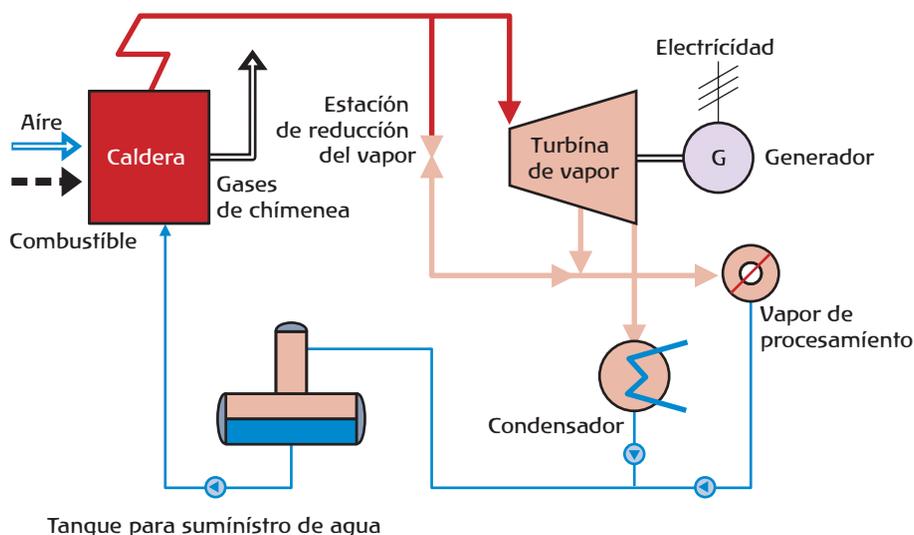
Si el vapor en la salida de una turbina está totalmente condensado y a baja presión, no se produce ningún calor útil. Sin embargo, el vapor puede extraerse de la turbina a una presión intermedia. Para considerarse funcional para una unidad CHP, las turbinas de vapor condensadoras deben tener la capacidad de extracción del vapor. En este tipo de unidad, una parte del vapor se expande plenamente al pasar por la turbina y salir a baja temperatura y baja presión, mientras que una porción del vapor se extrae del flujo en la turbina desde una etapa anterior.

La eficiencia térmica de las turbinas de extracción-condensación no es tan alta como para las centrales a contrapresión, porque no toda la energía del vapor de escape se extrae. Una parte (10% - 20%) se pierde en el condensador.

La eficiencia para generar electricidad de las centrales condensadoras con extracción del calor depende de la cantidad de calor producido. Si se condensa completamente, sin producir calor útil, la eficiencia puede alcanzar un máximo del 40%.

En las aplicaciones industriales, se usan turbinas extracción-condensación donde se combinan cargas eléctricas fuertes con requisitos variables de calor. La turbina extracción-condensación es muy flexible en su modulación de la producción de vapor para procesamiento y calefacción. En cambio, se usan las convencionales turbinas de contrapresión donde varía poco la carga térmica.

Figura A1.2 • Turbina de extracción-condensación



Las turbinas de extracción-condensación generalmente se usan en las centrales eléctricas grandes. Éste es el caso especialmente en el norte de Europa, donde pueden generar electricidad y calefacción domiciliar en el invierno y operar con condensación total en el verano, produciendo sólo electricidad. Esta electricidad, llamada "electricidad por condensación", no se considera generación CHP.

El término "electricidad por condensación" se usa también a veces para describir la generación de electricidad de otros tipos de ciclos, cuando la generación no cumple con la definición de una explotación simultánea de la energía térmica para producir electricidad y calor por cogeneración. Especialmente en las turbinas de vapor, incluso si una parte mínima del vapor se condensa, la porción de electricidad generada correspondiente a la cantidad de calor desperdiciado no debe considerarse como generación CHP.

En las centrales eléctricas de vapor, de tipo contrapresión o condensación, muchas veces es posible extraer vapor (para generar calor) antes de que pase por la turbina. Esta extracción se hace en una estación reductora del vapor. El calor obtenido por este método no es calor CHP, ya que el vapor no pasa por las turbinas y la energía térmica del vapor reducido no se usa para generar electricidad.

Una comparación inicial entre los dos tipos de central CHP presentadas permite las siguientes conclusiones:

- La turbina de contrapresión suministra amplia energía térmica a bajo costo, pero relativamente menos electricidad; y no puede adaptarse fácilmente a grandes variaciones en la relación de calor a electricidad.
- La turbina de extracción-condensación puede adaptarse instantáneamente a la demanda de calor o electricidad, pero al costo de una menor eficiencia energética a medida que se aumente la carga. Es decir que el costo unitario de la producción sube mientras más vapor pasa al condensador.

Turbinas de gas con recuperación de calor

Las turbinas de gas producidas en serie varían en tamaño de unos pocos cientos de kW hasta más de 100 MW. Su diseño también varía desde las turbinas “sencillas” derivadas de modelos aviatorios hasta los aparatos más robustos con instrumentación sofisticada y diseño especial de los alabes de la turbina. Mientras más avanzadas sean las características de diseño, mayor será la eficiencia del sistema. La eficiencia térmica de la turbina de combustión varía del 17% al 33%. Las turbinas de gas pueden usarse como unidades generadoras independientes o pueden combinarse con unidades de vapor o motores de combustión interna.

Se inyecta combustible gaseoso o líquido en una cámara que contiene aire a presión alta, donde ocurre la combustión. El gas candente pasa por la turbina y se expande, aprovechándose los gases del escape para generar calor útil. La temperatura de los gases de escape de la turbina de gas oscila entre 400°C y 600°C, lo que permite explotar el calor recuperado para calentar agua, recalentar vapor industrial o bien para producir vapor y generar electricidad con una turbina de vapor. Las características del vapor que puede producirse se relacionan directamente con la temperatura de los gases del escape. Los valores máximos se sitúan generalmente a 480°C y 65 atmósferas para recuperación directa de una típica turbina de gas.

Ya que el calor recuperado de las turbinas de gas está casi totalmente concentrado en sus gases de escape, la recuperación térmica se limita a un solo intercambiador de calor. Pese a esta sencillez operativa, el intercambiador debe ser grande, por el volumen del gas.

Ya que la calidad térmica del flujo de gases del escape es bastante alta, se presta para una gran recuperación del calor. Aun con las límites de los equipos y de los requerimientos del usuario, es posible alcanzar una eficiencia térmica total de 75% - 80% con los sistemas de turbinas de gas en plantas CHP.

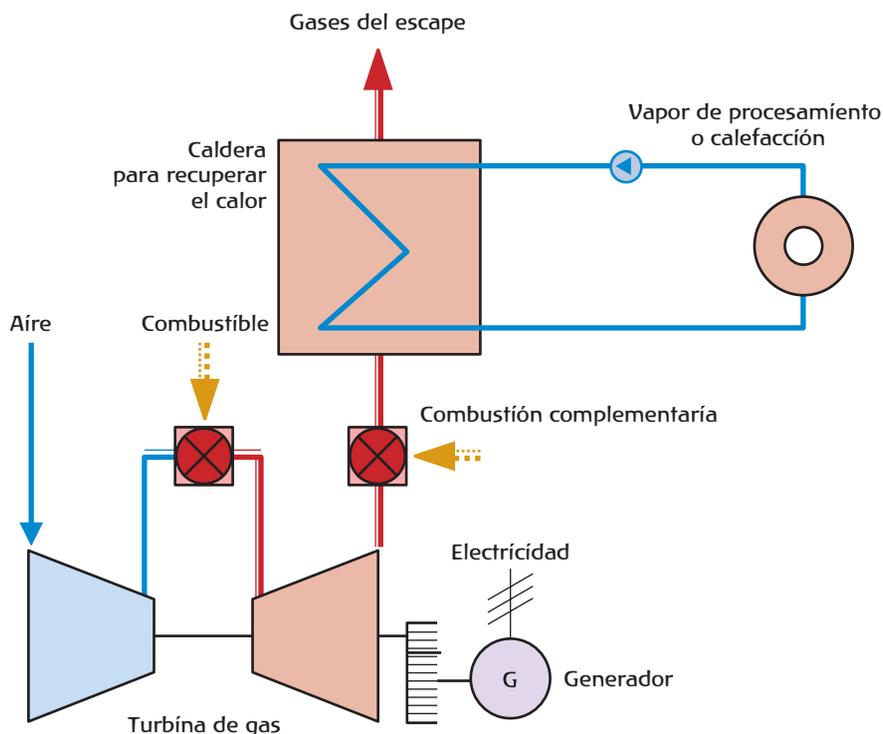
Una característica especial del flujo de escape de las turbinas de gas es que hay presencia de oxígeno en concentraciones de 16% - 17% al peso. Esto permite “post-combustión” – inyección de combustible complementario al flujo de escape (posterior a la combustión) sin agregar más aire. El resultado es un aumento

adicional de la calidad térmica de los gases de escape y por lo tanto un aumento de la recuperación de calor. La eficiencia térmica alcanzada por este enfoque se acerca al 100%, porque el calor perdido antes de la caldera que recupera el calor es prácticamente cero. Sin embargo, debe anotarse que el calor generado por la post-combustión no es calor CHP, y tanto el combustible consumido como el calor producido deben considerarse como un sistema de "calor-solamente".

Las turbinas de gas pueden operarse haciendo un desvío fuera de toda o parte del sistema de recuperación del calor. En este caso, la energía térmica restante en los gases del escape no se usa para producir calor, y la generación eléctrica correspondiente a los gases del escape desviados se considera como "electricidad por condensación" y no generación CHP.

La eficiencia de la generación eléctrica de una unidad sencilla e independiente de turbina de gas típicamente es menor a la de una unidad condensadora de vapor. Sin embargo, los costos de construcción para una sencilla central de turbina de gas por kW son relativamente modestos, actualmente tan sólo una fracción del costo de una central de condensación de vapor. Por ende, las unidades independientes de turbina de gas suelen usarse para cubrir la demanda de electricidad durante las condiciones de carga máxima porque pueden instalarse económicamente y pueden ponerse rápidamente en línea.

Figura A1.3 • Turbina de gas con recuperación de calor



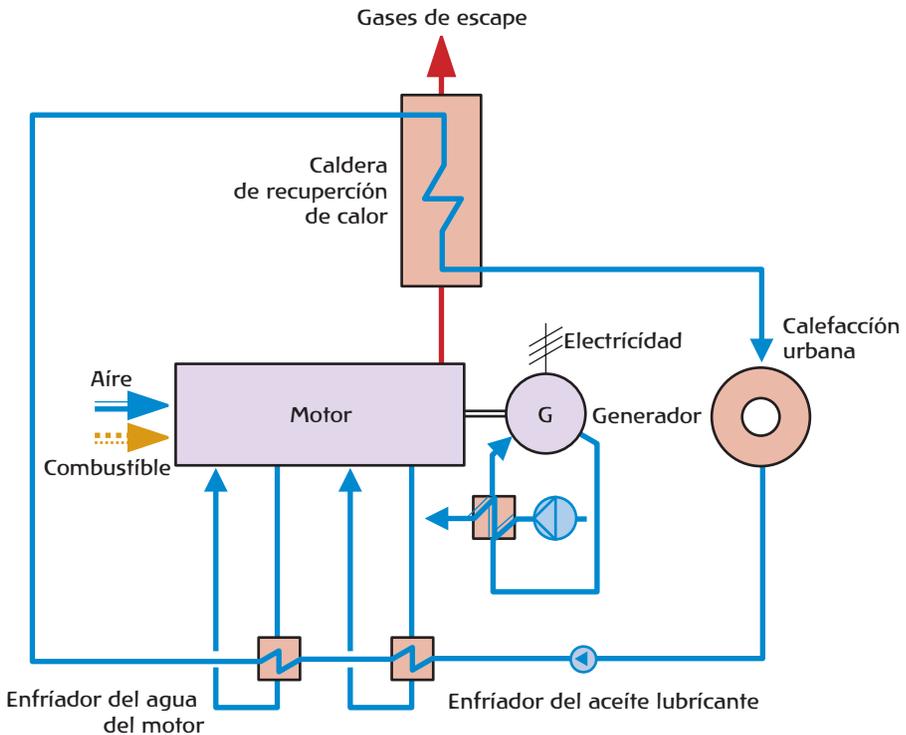
Motores de pistón

Los motores de pistón son motores de combustión interna utilizados para las aplicaciones CHP y van de unos pocos kW (generalmente motores de vehículos) hasta 20 MW. Los motores más utilizados para la co-generación caen dentro de dos categorías claramente diferenciadas:

- Motores tipo diesel, que queman gasoil, o (para los tamaños sobre los 800 - 1000 kW) el combustóleo pesado.
- Motores tipo gasolina que queman gas (gas natural, biogás, etc.).

La principal diferencia es con el encendido (motores tipo gasolina tienen bujías), así como la eficiencia eléctrica y el calor liberado en los gases de escape.

Figura A1.4 • Motores de pistón



Una importante característica de los motores de pistón de tipo diesel es su alta eficiencia para generar la electricidad, que oscila entre 35% y 41% (para los tamaños más pequeños y más grandes, respectivamente).

El calor se recupera explotando los gases de escape, el agua de enfriamiento, los lubricantes y, en los motores con supercargador, el calor disponible en el aire del supercargador.

Hay una gama en la calidad del calor recuperado en los sistemas con motor de combustión interna. Un 50% del calor se recupera de los gases del escape del motor, que son de temperatura alta y con alto valor térmico. Las temperaturas bajas caracterizan a otras fuentes, como el agua de enfriamiento y los lubricantes, que tienen por lo tanto un valor térmico bajo. Los generadores grandes y medianos pueden proporcionar agua caliente o recalentada, e incluso vapor a baja presión (6-7 atm). Con los pequeños motores a diesel, la recuperación media se limita a la producción de agua caliente en unos 90°C.

Los motores de combustión interna pueden combinarse con otros ciclos, por ejemplo con el vapor o con las turbinas de gas, y tienen varias aplicaciones. Son populares para asegurar la capacidad de reserva en los hospitales, centrales eléctricas nucleares, etc., y también se usan en la producción eléctrica regular. Pueden usarse los combustibles gaseosos y los líquidos tradicionales en los motores de pistón.

Ciclo combinado (gas/vapor) en la cogeneración

Actualmente las instalaciones de ciclo combinado usualmente configuran al menos dos tipos de sistemas, uno tras otro, para que el segundo sistema pueda explotar el calor residual del primero. En principio, cualquier combinación de los ciclos es posible, pero el más común es un sistema de turbina a gas seguido por un sistema convencional a vapor.

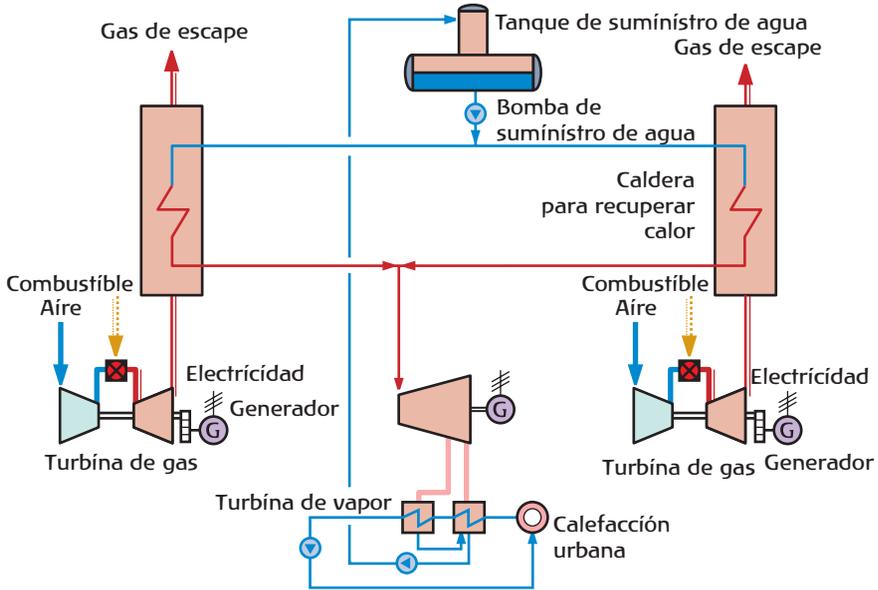
Así, el calor de los gases de escape de la turbina de gas suministra energía térmica al sistema de vapor. Como ya se anotó, el calor en estos gases puede reforzarse inyectando energía primaria adicional (combustible) en los gases calientes – práctica que se llama post-combustión. Si la unidad es de tipo condensación solamente (sin extracción de calor), la electricidad generada por todo el sistema no se considera producción CHP.

Pero si el sistema de vapor tiene capacidad de extracción del calor, la electricidad generada por el sistema de turbina de gas y el sistema de vapor es electricidad CHP cuando se recupera el calor para procesamiento o calefacción. Este tipo de planta puede alcanzar una alta eficiencia térmica cuando convierte la energía primaria en calor y energía eléctrica, ya que hay un cambio efectivo de la temperatura de casi 1000°C tomando en cuenta todo el sistema, a comparación de un cambio de 550°C - 600°C que logran los sistemas más modernos a vapor de turbina a gas cuando operan como centrales de electricidad-solamente.

La eficiencia térmica del segmento eléctrico es casi del 50% y, en las unidades más grandes y más recientes, más aún. Los beneficios de este sistema permiten aprovechar mejor el calor del escape que, de otro modo, se perdería.

Recientemente, el ciclo combinado de gas/vapor se ha generalizado, especialmente en algunos sectores de la industria y también en el sector eléctrico mediano a pequeño. La creciente disponibilidad de turbinas de gas eficientes y comprobadas debe estimular expansión adicional de esta tecnología.

Figura A1.5 • Ciclo combinado (gas/vapor) en co-generación



Hidroproducción de electricidad

Cuando se hace que agua fluya a través de una turbina especialmente diseñada que está conectada con un generador eléctrico, la energía del agua que fluye se convierte en electricidad.

El agua puede tomarse de un embalse construido para abastecer las turbinas. Estas centrales usualmente son unidades grandes de generación. Las pequeñas centrales hidroeléctricas aprovechan el caudal natural de los ríos y se conocen como esquemas "a filo de agua".

Almacenamiento por bombeo

La hidroelectricidad también puede producirse del caudal de agua tomada de reservorios especiales llenados bombeando agua desde un río o lago que está en un nivel más abajo. En las centrales con reservorio por bombeo, la electricidad del sistema nacional se usa durante los períodos de demanda baja (usualmente por la noche) para bombear el agua hasta los reservorios; se suelta esta agua durante los tiempos de demanda máxima, cuando el costo marginal de generar electricidad es más alto. Se utiliza más electricidad bombeando el agua que la que se produce. Sin embargo, este procedimiento resulta económico cuando el costo de bombeo es menor al costo que se ahorró, al no tener que usar las centrales termoeléctricas para generar la electricidad durante las horas pico. La metodología para incluir en el balance energético la generación de electricidad con almacenamiento por bombeo se trata en el Capítulo 7, Sección 3.

Bombas de calor

Las bombas de calor son aparatos para transferir el calor desde una fuente fría hacia una más caliente, y pueden usarse para extraer el calor de fuera del edificio para calentarlo por dentro. Usualmente son eléctricas y pueden ser una forma eficiente de calefacción. Sin embargo, no son muy difundidas, y su aporte a la oferta energética nacional es mínimo.

El calor producido de una bomba de calor comprende el calor extraído de la fuente más fría y el equivalente en calor de la electricidad utilizada para accionar a la bomba. En los casos cuando la bomba de calor extrae el calor de una fuente natural (por ejemplo el aire del ambiente o el agua freática) la producción del calor consta de una mezcla de calor primario y secundario.

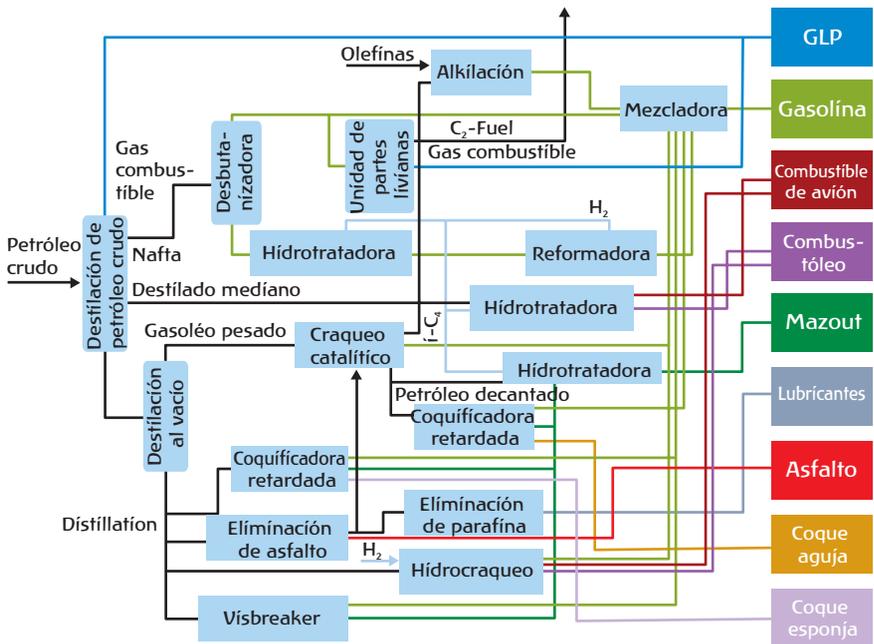
2 Manufactura de productos petroleros

Refinación

El petróleo crudo y el gas natural son mezclas de muchos diferentes hidrocarburos y pequeñas cantidades de impurezas. La composición de estas materias primas puede variar significativamente según su fuente. Las refinerías de petróleo son plantas complejas donde la combinación y secuencia de los procesos usualmente son muy específicas para las características de las materias primas (petróleo crudo) y los productos a elaborar. Una refinería toma el petróleo crudo y lo separa en diferentes fracciones, convierte dichas fracciones en productos utilizables, y finalmente mezcla estos productos para llegar a un producto terminado. Estos productos son los combustibles y químicos que utilizamos todos los días. En una refinería, porciones de los productos de algunos procesos se vuelven a introducir al mismo proceso, se introducen a nuevos procesos, se devuelven a un proceso anterior o se mezclan con otros productos para conformar los productos terminados. Un ejemplo de esto puede apreciarse en la Figura A1.6. Sin embargo, las refinerías son diferentes en cuanto a su configuración, integración de procesos, insumos, flexibilidad en cuanto a insumos, productos, combinación de productos, tamaño y diseño, y sistemas de control.

Además, las diferencias en la estrategia de sus propietarios, situación de mercado, ubicación y edad, desarrollo histórico, infraestructura disponible y reglamentación ambiental están entre las otras razones por la amplia variedad en conceptos, diseños y modalidades de operación de las refinerías. El comportamiento ambiental también puede variar de una refinería a otra.

La producción de un gran número de combustibles es la función más importante de todas las funciones de las refinerías y generalmente determinará la configuración y operación en general. No obstante, algunas refinerías pueden producir productos no combustibles valiosos como insumos para las industrias química y petroquímica. Algunos ejemplos incluyen la nafta para el craqueo al vapor, el propileno recuperado, el butileno para aplicaciones en polímeros, y la manufactura de aromáticos. Otros productos especializados de una refinería incluyen bitumen, aceites lubricantes, parafinas y coque. En los años recientes, las reglamentaciones

Figura A1.6 • Funcionamiento de una refinería típica

eléctricas en muchos países se han liberalizado, lo que permite que las refinерías entreguen su excedente de electricidad generada al sistema público.

Refinar el petróleo crudo para crear productos petroleros utilizables puede separarse en dos fases y varias operaciones de apoyo. La primera fase es la desalinización del petróleo crudo y su posterior destilación en varios componentes o "fracciones". Se realiza destilación adicional de los componentes más livianos y la nafta para recuperar el metano y etano para usarlos como combustible de la refinería, GLP (propano y butano), componentes para mezcla con la gasolina e insumos para la petroquímica. Esta separación de productos livianos se hace en toda refinería.

La segunda fase se compone de tres diferentes tipos de procesos "corriente abajo": combinar, quebrar y dar nueva forma a las fracciones. Estos procesos cambian la estructura molecular de las moléculas de los hidrocarburos, bien sea rompiéndolas en moléculas más pequeñas, uniéndolas para que formen moléculas más grandes, o dándoles otra forma para que sean moléculas de mayor calidad. El objetivo de estos procesos es convertir algunas de las fracciones de la destilación en productos petroleros comerciables mediante cualquier combinación de estos procesos "corriente abajo". Estos procesos definen los varios tipos de refinería, de los cuales el más sencillo es de "hidroskimming", que meramente quita el azufre y reforma catalíticamente ciertos productos de la unidad de destilación. Las cantidades de los varios productos se determinan casi totalmente por la composición del petróleo crudo. Si esta mezcla de los productos ya no coincide con los requisitos del mercado, habrá que agregar unidades de conversión para restaurar el equilibrio.

La demanda de mercado ha obligado, durante muchos años, que las refinerías conviertan las fracciones más pesadas en fracciones más livianas con mayor valor. Estas refinerías separan los residuos atmosféricos en gasoil al vacío y fracciones de residuos al vacío mediante su destilación bajo alto vacío, y luego alimentan uno o ambos productos a las unidades apropiadas de conversión. Así, por la inclusión de las unidades de conversión, se puede alterar el surtido de productos para coincidir con los requisitos del mercado, independiente al tipo de petróleo crudo. El número y las posibles combinaciones de las unidades de conversión son extensos.

La unidad de conversión más sencilla es el craqueo térmico mediante el cual los residuos se someten a temperaturas tan altas que las grandes moléculas de hidrocarburos en los residuos se convierten en más pequeñas. El craqueo térmico puede funcionar con virtualmente cualquier insumo, pero produce relativamente pequeñas cantidades de productos livianos. Una mejor clase de craqueo térmico se hace en la coquificadota, donde todos los residuos se convierten en destilados y un producto de coque. Para aumentar el grado de conversión y mejorar la calidad de los productos, se han evolucionado una serie de diferentes procesos de craqueo catalítico, de los cuales el craqueo catalítico de fluidos y el hidrocrqueo son los más prominentes. Recientemente, se han introducido procesos de gasificación de residuos dentro de las refinerías, lo que les permite eliminar los residuos pesados por completo y convertirlos en gas sintético limpio para uso en la refinería y para producción de hidrógeno, vapor y electricidad mediante las técnicas del ciclo combinado.

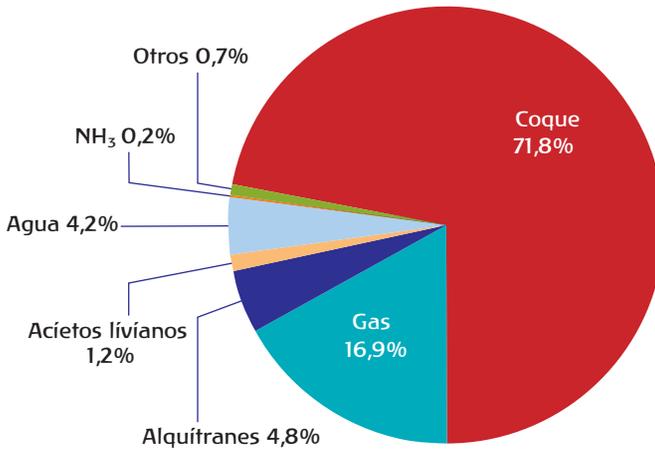
3 Manufactura de combustibles derivados del carbón mineral

Coques

Coque de alta temperatura

El coque se manufactura mediante la pirólisis del carbón. Esto significa calentar el carbón en una atmósfera libre de oxígeno para producir gases, líquidos y un residuo sólido (el coque). La pirólisis del carbón mineral a grandes temperaturas se llama carbonización. Durante la carbonización, suceden varios importantes cambios. Se elimina la humedad del carbón entre los 100°C y los 150°C. En el rango de temperatura de 400°C a 500°C, buena parte de los elementos volátiles se liberan como gases. Desde los 600°C hasta los 1 300°C, se pierde poco contenido volátil adicional y poco peso. A medida que se caliente el carbón, se hace muy plástico y poroso durante la liberación de los gases. Cuando se solidifica, tiene muchas fisuras y poros. En este proceso, la temperatura de los gases alcanza 1 150°C - 1 350°C, lo que indirectamente calienta el carbón hasta 1 000°C - 1 200°C durante 14 - 24 horas. Esto produce el coque, de los tipos de alto horno y de fundición.

Sólo ciertos carbones que tengan las propiedades plásticas apropiadas (por ejemplo el carbón bituminoso coquizable o semi-blando) pueden convertirse en coque. Pueden combinarse varios tipos de carbón para mejorar la productividad del alto horno, extender la vida útil del coque, etc.

Figura A1.7 • Rendimientos típicos de horno coquificador

El coque se hace en hornos que comprenden una batería de cámaras individuales – hasta 60 en total. Las cámaras individuales del horno coquificador se separan por paredes de calentamiento. Estas paredes consisten en chimeneas de calefacción con boquillas para surtir el combustible, y uno o más cajones para la entrada de aire, según la altura de la pared del horno. La temperatura media de la boquilla, característica de la operación de las chimeneas de calentamiento, usualmente se establecerá entre 1 150°C y 1 350°C. Usualmente, el gas de coquería se purifica para usarlo como combustible, pero otros gases, como el gas de alto horno enriquecido con gas natural, o gas natural mismo puede utilizarse también.

El proceso de carbonización comienza inmediatamente luego de cargar el horno con el carbón. Los gases volátiles y humedad que salen cuando se calienta representan un 8% - 11% del carbón original. El gas de coquería (COG) crudo escapa por tubos hasta un sistema de recolección. Por su valor calorífico relativamente alto, este gas, luego de su purificación, se utiliza como combustible (por ejemplo, para calentamiento de la batería del horno). El carbón se calienta mediante el sistema de chimeneas y quema, y permanece en el horno de coque hasta que el centro del carbón haya alcanzado una temperatura de 1 000°C - 1 100°C.

El coque de alto horno debe cumplir con ciertos requisitos en cuanto al tamaño y la resistencia física, para que pueda resistir una carga de mineral de óxido de hierro y fundentes (caliza o cal) en el alto horno. Proporciona el calor y el carbono para la reducción del mineral de hierro.

El coque de fundición suele utilizarse para fundir y colar hierro y otros metales.

Luego de enfriarse para poderlos manejar, los coques se tamizan por mallas para obtener los tamaños requeridos para su uso posterior. Los pequeños fragmentos de coque eliminados en este proceso se llaman cisco de coque y suelen utilizarse en las plantas de sinterización en la siderúrgica. La sinterización es un proceso en el cual los granos finos del mineral de hierro se calientan en una mezcla de fundentes para aglomerar las partículas en pedazos más grandes.

Productos de coquería

Las coquerías producen coque y gas de coquería que requiere tratamiento. El gas se “purifica” eliminando las partículas de polvo y otros productos valiosos. Estos incluyen alquitranes, aceites livianos (principalmente benceno, tolueno y xileno), amoníaco y azufre. El gas de coquería es un combustible de alta calidad, rico en hidrógeno (40% - 60% por volumen), y metano (30% - 40% por volumen).

Los rendimientos efectivos de los productos de coquería dependen del carbón utilizado y la duración de su calentamiento. Cifras típicas se ilustran en la Figura A1.7, con los porcentajes del carbón, en términos de masa, que representa cada producto.

Coques de temperatura baja (semí-coques)

Los residuos aglomerados del carbón que se carboniza a temperaturas por debajo de unos 850°C se llaman coques de temperatura baja. Usualmente tienen algún contenido volátil residual y principalmente se usan como combustibles sólidos que no hacen humo (véanse los combustibles “patente” y briquetas a continuación).

Combustibles “patente” y briquetas

Combustibles “patente”

Generalmente se reportan los combustibles sólidos manufacturados como dos tipos diferentes de productos. Uno es el combustible “patente”. Nominalmente es un combustible que no produce humo y se deriva de las partículas o polvo residual del carbón duro. Este carbón finamente dividido se moldea a presión para formar una briqueta, con o sin aglomerante. A veces los aglomerantes son otros combustibles como petróleo o productos aglomerantes renovables como pez betún. Además, el proceso puede requerir un calentamiento a temperaturas bajas o la carbonización de la briqueta durante su formación. Algunos combustibles “patente” constituyen realmente coques de temperatura baja.

BKB o briquetas de lignito y turba

También se fabrican briquetas de lignito o turba. Se conocen como “briquetas de lignito” o BKB (abreviatura del nombre en alemán: Braunkohlenbriketts), y pueden fabricarse con o sin un aglutinante. Las briquetas de lignito y turba suelen depender de la humedad residual del combustible para fusionar las partículas a presión alta.

En general, los combustibles “patente” tienen valores caloríficos netos similares al combustible del cual se derivan – pero ligeramente más altos. En algunos casos, esto se debe a los aglutinantes agregados (cuando sean necesarios) pero principalmente es resultado de la eliminación de impurezas y humedad de las partículas finas antes de procesarlas para hacer las briquetas. Cuando los insumos para manufactura de estos combustibles se reportan, es importante incluir los aglutinantes (si son productos energéticos) y el calor y la electricidad utilizados en el proceso de prensado y fusión

Producción y uso de combustibles en la siderúrgica.....

Las actividades siderúrgicas en algunos países se limitan al tratamiento y terminado del acero, sin manufactura de coque ni operación de altos hornos. Las usinas que combinan la producción de coque y manufactura del hierro, así como el tratamiento y terminado del acero, se conocen como siderúrgicas integradas.

La manufactura del coque y la producción de gas de coquería, alquitranes y aceites se describió en las secciones anteriores. El coque se tamiza luego de su producción y el cisco de coque se usa en las plantas de sinterización. El coque se carga en el alto horno.

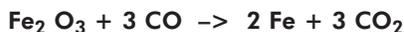
Plantas de sinterización

Una planta de sinterización prepara el mineral de hierro triturado y desechos reciclados del alto horno y sus propias operaciones, para luego cargarlos en el alto horno. La sinterización es necesaria porque buena parte del mineral de hierro que ahora está disponible tiene dimensiones menores a las ideales para poderlo usar directamente en el alto horno. Al agregar el cisco de coque y calor, el cisco se quema y ayuda a funcionar el lecho de materiales sueltos que necesitan concreción. Este lecho fusionado luego se quiebra en pedazos y se tamiza para seleccionar los tamaños requeridos para el alto horno. El cisco de coque consumido en la planta de sinterización se considera un uso de combustible que debe reportarse como consumo de la industria siderúrgica.

Altos hornos

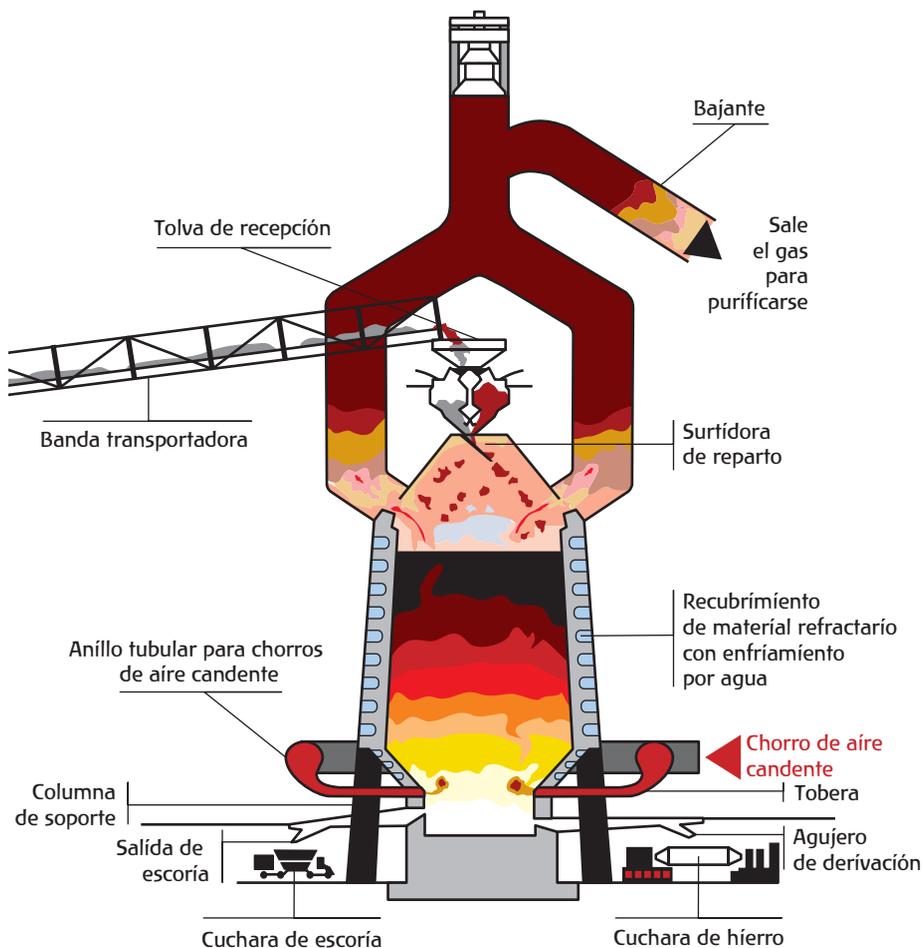
Los altos hornos se utilizan para fabricar hierro, el que en su mayor parte se convierte después en acero. Los insumos a los altos hornos son mineral de óxido de hierro, fundentes (caliza o cal) para ayudar al metal derretido a fluir a través del lecho de coque y eliminar la acidez, y coque para proporcionar calor, con una estructura matricial abierta para sostener el mineral y los fundentes y permitir que el hierro fundido pase hasta el fondo del horno. La Figura A1.8 bosqueja los elementos principales de un alto horno.

La química esencial del proceso es la reducción del mineral de hierro (óxido ferroso) con el carbono obtenido del coque:



No todo el monóxido de carbono (CO) se convierte en anhídrido carbónico (CO₂) en el proceso y el exceso sale del alto horno en el gas de alto horno. La presencia del monóxido de carbono en el gas de alto horno le da un valor calorífico tal como está. La temperatura del chorro de aire al ingresar al horno puede ser hasta de 900°C y éste proporciona la mayor parte del calor requerido. La combustión parcial de los combustibles en el horno y, cuando ocurre, de los combustibles inyectados dentro del chorro de aire proporcionan el calor restante. El gas de alto horno se depura y puede enriquecerse con el gas de coquería antes de usarlo para calentar el chorro de aire y para otros fines en la usina. Los precalentadores del chorro de aire (cowpers) están separados de los altos hornos y no constan en la Figura A1.8.

Figura A1.8 • Elementos principales de un alto horno



Otros materiales no se inyectan al chorro de aire en toda usina. El propósito de la inyección es aportar más carbono al proceso y reducir la necesidad de coque. La mayor parte – aunque no todo – de los materiales inyectados se reconocen en los cuestionarios como combustibles. Los materiales se oxidan parcialmente al entrar en contacto con el aire del chorro candente y el monóxido de carbono producido, conjuntamente con lo que produce el coque, filtra por el mineral para reducir el óxido de hierro.

La información sobre el uso de combustibles en los altos hornos depende de las estadísticas del proceso informadas por las siderúrgicas. Está claro, luego de este análisis del proceso, que las siderúrgicas integradas son grandes consumidoras de energía y elementos importantes de la economía energética. La naturaleza competitiva de la industria requiere esfuerzos considerables por reducir los costos, y el consumo energético representa una buena parte de los costos. En consecuencia, la mayoría de las empresas llevan cuentas detalladas del uso de

combustibles y energía, que son muy similares a los balances descritos en este Manual. Esto implica que las usinas grandes, al menos, deben poder reportar los combustibles usados para cada proceso, siempre que los formatos para recolección de los datos coincidan bien con sus datos operativos internos.

Bajo condiciones ideales de información, los estadígrafos/as contarían con cifras para diferentes tipos y cantidades de combustibles utilizados en los altos hornos, así como las cifras para el gas de alto horno producido. Sin embargo, es poco probable que las cantidades de combustibles usados para calentar el chorro de aire y como insumos para el alto horno sean identificados por separado. En ausencia de esta información, los informes deben suponer que todo el gas de alto horno y gas de coquería usado en los altos hornos es para calentar el chorro de aire y debe considerarse como consumo del sector energético. Todos los coques, formas de carbón mineral o petróleos deben tratarse como uso para transformación en el alto horno. Ocasionalmente, puede reportarse el uso del gas natural, pero la naturaleza de su uso está menos clara, ya que podría consumirse para cualquiera de los dos propósitos. Si se informa de gas natural, el estadígrafo/a debe consultar al informante de los datos.

Suponiendo que todos los datos están disponibles, ésta es una manera sencilla y pragmática para distinguir entre el uso de los combustibles para la transformación y para el sector energético.

Hornos de acero básico al oxígeno

Los hornos de acero básico al oxígeno y hornos de arco eléctrico son el medio primordial de manufacturar el acero del arrabio y la chatarra. El horno básico de acero al oxígeno (BOS) es de interés para el estadígrafo/a energético porque el proceso libera un gas similar en su composición al gas de alto horno, el que usualmente se recoge con este otro gas y se reporta como parte de la producción del gas de alto horno.

El horno BOS funciona con una carga de arrabio derretido con algo de chatarra. Se introduce un chorro de oxígeno a este metal fundido, para oxidar el carbono presente en el hierro (un 4%) reduciéndolo a los niveles requeridos para el acero (un 0,5%). El anhídrido carbónico y monóxido de carbono producidos se llevan en el sistema de recolección de gases y polvo. El proceso de oxidación calienta el metal fundido y ayuda a derretir también la chatarra de acero. De esta manera, la chatarra estabiliza la temperatura del proceso.

Una consideración del flujo de carbono a través del alto horno y del horno BOS revela que casi todo el carbono (≈99,5%) que entra al alto horno se lleva en el gas de escape del alto horno (incluyendo el BOS).

4 Gas natural

Gas natural licuado (GNL)

El GNL es gas natural que ha sido enfriado hasta una temperatura (aproximadamente -160°C) a la cual se convierte en líquido a presión atmosférica. Entonces ocupa 1/600vo del volumen que ocupa a temperaturas normales.

Licuar el gas natural reduce los costos de transportarlo a largas distancias y, en base a recientes reducciones en los costos de la licuefacción, el almacenamiento y posterior regasificación del GNL, la licuefacción ha hecho cada vez más económica la explotación de fuentes gasíferas remotas de los centros de demanda.

Proceso de licuefacción

El gas explotado se seca y se eliminan sus componentes ácidos antes de la licuefacción. El enfriamiento se logra mediante uno o varios procesos en los cuales se recircula el gas con la extracción sucesiva del componente líquido. Los gases comerciables más pesados (etano, propano, etc.) y gases inertes se eliminan durante la etapa de licuefacción. Como resultado, la composición del GNL usualmente es más rica en metano (típicamente 95%) que el gas natural comerciable pero que no fue licuado.

La licuefacción es un proceso intensivo en energía que requiere electricidad y calor. Ambas formas de energía usualmente se producen en el mismo sitio en base al gas natural recibido por la planta de licuefacción.

Cadena y transporte del GNL

La cadena de oferta para el GNL comprende cuatro etapas principales, de los cuales la primera no es exclusivamente para el GNL.

- Producción del gas natural.
- Licuefacción y almacenamiento.
- Transporte.
- Almacenamiento y regasificación.

Los métodos para almacenar el GNL en el sitio de licuefacción y en los terminales de recepción en los países de destino son similares y constituyen un diseño de "tanque dentro de otro tanque". El tanque interior usualmente es de acero al níquel y el exterior de acero al carbono u hormigón pre-tensionado. Los dos tanques se separan por materiales de aislamiento térmico.

El transporte del GNL por barco es por medio de buques especializados de casco doble que portan tanques aislados. El diseño más común de embarcación usa tanques esféricos de almacenamiento, partes de los cuales están claramente visibles sobre las cubiertas.

El buque puede utilizar el gas, a más del petróleo, como combustible para su propulsión.

Durante su almacenamiento y transporte, el GNL se mantiene a presión atmosférica.

El GNL se descarga del buque hacia tanques de almacenamiento en su destino, en preparación para su uso. El líquido se regasifica pasándolo por tubos que se calientan directamente por combustión o indirectamente por líquidos calentados. El gas se inyecta al sistema de transmisión del gas natural para su uso final. El GNL podrá usarse para satisfacer una parte de la demanda de la carga básica o para entrega rápida para amortiguar los picos de demanda máxima sobre la red de gas. Su almacenamiento relativamente sencillo es especialmente útil donde las formaciones geológicas en una región de alta demanda del gas no permiten almacenamiento subterráneo del gas natural.

Gas natural comprimido

El gas natural comprimido (GNC) se usa cada vez más como combustible limpio para los vehículos de transporte público. Se comprime el gas natural a presión alta (típicamente 220 atmósferas) y se lo almacena en cilindros especiales para vehículos. El diseño e inspección de los cilindros es riguroso porque deben resistir no sólo la presión alta sino también daños por eventuales accidentes o incendios. Los costos de instalación e inspección de los cilindros de GNC lo harán anti-económicos para vehículos pequeños, pero a menudo el uso de GNC sí resulta económico en los vehículos de transporte público.

Hay planes de transportar el GNC por barcos. Pese a las dificultades de diseño por la presión alta del almacenamiento, tal transporte permitiría explotar las fuentes de gas natural "aisladas" que son muy pequeñas para explotarlas mediante la licuefacción del gas.

Una embarcación de GNC también tiene la ventaja de poder descargar casi directamente al sistema de gas natural en su destino. A diferencia del GNL, no requiere tanques especiales de almacenamiento.

Almacenamiento del gas natural

Las existencias de gas natural cumplen un rol esencial para satisfacer la demanda cuando cambian rápidamente la demanda u oferta. La demanda de gas aumenta dramáticamente durante los meses fríos y es mucho más económico cubrir parte de la demanda mediante sitios de almacenamiento que construyendo sistemas de producción y transmisión para cubrir la demanda pico. El almacenamiento del gas se usa cada vez más como instrumento comercial para protegerse contra los incrementos súbitos en los precios durante la demanda máxima.

Las instalaciones para el almacenamiento del gas caen dentro de dos categorías básicas que definen sus características: estacional o pico. Los sitios de almacenamiento estacional, que también pueden servir para fines estratégicos, deben poder almacenar volúmenes enormes de gas que se acumulan durante los momentos de demanda baja para liberarse lentamente durante los períodos de demanda alta. Las instalaciones pico almacenan menores cantidades pero deben poder inyectar el gas rápidamente al sistema de transmisión para cubrir los aumentos súbitos de la demanda.

El almacenamiento del gas natural en estado gaseoso requiere espacios voluminosos y la opción obvia es aprovechar formaciones geológicas subterráneas

con características idóneas. Está claro que la cavidad subterránea debe poder contener el gas natural, pero también debe ser posible liberarlo según los caudales deseados. Hay tres principales tipos de almacenamiento que se utilizan.

Campos petroleros y gasíferos agotados

Son buenas opciones, ya que tienen la capacidad natural de contener el gas, así como instalaciones existentes para inyectarlo y retirarlo. Usualmente son la opción menos costosa, pero no siempre entregarán el gas a caudales altos.

Acuíferos

Pueden usarse como reservorios para almacenamiento siempre que sus características geológicas sean idóneas. La capa sedimentaria porosa tiene que tener una capa superior de roca impermeables.

Cavidades de sal

Las cavidades por depósitos de sal pueden existir naturalmente o formarse inyectando agua y sacando la salmuera. Generalmente son más pequeñas que los reservorios de campos petroleros o gasíferos agotados o acuíferos, pero ofrecen buenos caudales de retiro y son muy apropiadas para los requisitos de amortiguar picos de demanda.

La cantidad de gas en una cavidad se divide en dos partes: el “gas recuperable” y el “cojín de gas”.

El cojín (o base) de gas es el volumen que tiene que estar presente para mantener la presión y operabilidad. No puede retirarse durante la vida de operación de la cavidad. Es comparable al petróleo o gas de un oleoducto.

El gas recuperable (de trabajo) es el gas adicional al cojín.

Valores caloríficos

El valor calorífico de un gas natural varía según su composición, es decir las cantidades que contiene de sus gases constituyentes. La composición del gas depende del campo petrolero o gasífero de donde se extrajo y su tratamiento previo a la venta. Algunos constituyentes del gas pueden ser “inertes” sin valor calorífico (por ejemplo el anhídrido carbónico o nitrógeno). En general, el gas natural licuado tiene un contenido mayor de metano que el gas natural gaseoso, ya que algunos de los gases inertes o combustibles más pesados se eliminan durante la licuefacción.

A medida que se aumente el contenido del metano en el gas natural, disminuye su valor calorífico expresado en megajulios (MJ) por metro cúbico, pero incrementa al expresarse en MJ por kilogramo.

No es posible decir el valor calorífico del gas natural sin medirlo directamente o calcularlo de un análisis de sus gases. En general, los valores caloríficos dados en los contratos comerciales en los puntos de importación, exportación o ingreso al sistema nacional deben utilizarse en las estadísticas nacionales. Se ha cubierto la

cuestión de hacer un promedio de varios flujos importados con diferentes valores caloríficos, en el análisis del *Cuestionario de gas natural*.

El valor calorífico del gas natural usualmente se expresa en MJ por metro cúbico medido bajo condiciones específicas de temperatura y presión establecidas como norma por la industria nacional de gas o especificadas en el contrato de compraventa. La importancia de saber las condiciones de temperatura y presión bajo las cuales se midió el valor calorífico se ha tratado bajo el tema del cuestionario de gas natural. Es muy inusual, en el comercio del gas, encontrar un valor calorífico del gas natural en forma gaseosa expresado en MJ por kg o gigajulios (GJ) por tonelada. Sin embargo, para fines de referencia, el valor calorífico del metano puro a 25°C es 55,52 GJ/tonelada. Los valores observados, por lo tanto, serán menores a éste.

En cambio, el valor calorífico del GNL puede expresarse en MJ por metro cúbico del gas licuado o GJ por tonelada. La relación entre un metro cúbico de GNL y un metro cúbico de GNL regasificado depende de la composición del GNL y es aproximadamente 1:600. La densidad del GNL está entre 0,44 y 0,47 tonelada por metro cúbico, dependiendo también de su composición. Los valores caloríficos para el GNL regasificado van desde 37,6 MJ/m³ hasta 41,9 MJ/m³.

Anexo 2

Características de los combustibles



1 Combustibles fósiles sólidos y gases derivados

Carbón mineral.....

Hay muchos tipos de carbón mineral. Pueden diferenciarse por sus características físicas y químicas, las que determinan su idoneidad para varios usos.

El carbón mineral se compone principalmente de carbono (véase el Cuadro A2.1). El carbón también genera materia volátil cuando se calienta a temperaturas de descomposición. Además, el carbón contiene humedad y material mineral que forma cenizas. El carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y oxígeno están presentes en la materia del carbón. La combinación de estos elementos y las porciones de materia volátil, ceniza y agua varían considerablemente de un tipo de carbón a otro. El contenido de carbono fijo y de materia volátil determinan su valor energético y propiedades de coquización. Estos parámetros son determinantes para que el carbón sea un mineral valioso en los mercados del mundo. El contenido de carbono fijo generalmente influye el contenido energético del carbón. Mientras mayor sea el contenido de carbono fijo, mayor será el contenido energético del carbón mineral.

Cuadro A2.1 • Composición esquemática del carbón mineral

Materia aparte del carbón mismo	Materia propiamente del carbón mineral
Humedad	Carbono fijo
Ceniza	
	Materia volátil

- *Materia volátil* es la proporción de la muestra de carbón, disecada al aire, que se libera en forma de gas durante un ensayo normalizado de calentamiento. La materia volátil es un rasgo positivo para el carbón térmico pero puede ser negativo para el carbón coquizable.

- Ceniza es el residuo que queda luego de la combustión completa de toda la materia orgánica del carbón y la descomposición de la materia mineral que contiene el carbón. Mientras más alto el contenido de ceniza, menos es la calidad del carbón. Un alto contenido de ceniza significa un menor valor calorífico (un menor contenido energético por tonelada de carbón) y mayores costos para su transporte. La mayoría del carbón para exportación se lava para reducir su contenido de ceniza (beneficiación) y asegurar una calidad consistente.
- *Contenido de humedad* se refiere a la cantidad de agua presente en el carbón. Los costos del transporte se aumentan directamente con el contenido de humedad. Se puede eliminar la humedad excesiva luego de la beneficiación en las plantas de preparación, pero esto aumenta sus costos de manejo.
- *El contenido de azufre* aumenta los costos operativos y de mantenimiento para los usuarios finales. Altos contenidos de azufre causan corrosión y la emisión del dióxido de azufre para los productores de acero y las centrales eléctricas. El carbón con poco azufre hace que sea innecesario instalar equipos para eliminar el azufre con el fin de cumplir con las reglamentaciones sobre las emisiones atmosféricas. Los carbones del hemisferio sur generalmente contienen menos azufre que los del hemisferio norte.

En el sistema de valoración que se trata a continuación, los carbones que valen más tienen menos humedad y materia volátil. Los carbones de mayor valor también tienden a tener un mayor contenido de carbono fijo y mayor contenido energético.

Otras propiedades del carbón, como facilidad de triturarlo, reflectancia vidriosa y el número de expansión en el crisol, son importantes también para evaluar su calidad. En general, los carbones de mayor calidad son más adaptados para la coquización; son menos abundantes que los carbones térmicos, y cuestan más.

Clasificación del carbón

Ya que el carbón se distribuye y comercializa ampliamente, muchos sistemas nacionales han sido propuestos para clasificar estos recursos. Varios sistemas nacionales de clasificación han sido útiles para categorizar los recursos carboníferos de cada país y comparar el carbón de similar edad geológica y valoración. La valoración mide la cantidad de petrificación como carbón que ha sufrido el mineral en su formación. Se somete el carbón a etapas consecutivas y continuas, pasando de lignito a sub-bituminoso, hasta bituminoso y finalmente antracita. El carbón se evoluciona por estas etapas a medida que los aumentos en la temperatura y presión reducen su contenido de agua y aumentan su contenido de carbono. El carbón sub-bituminoso, carbón bituminoso y antracita se conocen colectivamente como carbón negro.

Las formas del carbón de menor valor, como lignito y sub-bituminoso, típicamente son más blandos y fáciles de romper, con una apariencia sin brillo, como tierra; se caracterizan de altos niveles de humedad y bajo contenido de carbono, y por ende un bajo contenido energético.

Las formas de carbón más valiosas típicamente son más duras y fuertes y a menudo tienen un brillo negro vidrioso (carbón brillante). La mayor valoración se acompaña de un aumento en los contenidos de carbono y energético y una disminución en el contenido de humedad. La antracita culmina la escala de valoración y tiene los mayores valores de carbono y energía y los menores niveles de humedad.

Desarrollar una sola clasificación sencilla para el carbón mineral que sea aplicable sin ambigüedades a todas las formas del carbón en todo el mundo y aceptable para la industria internacional del carbón, sigue siendo un desafío irresuelto. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) está intentando actualmente desarrollar un sistema ISO de clasificación que, aunque sea sencillo, se base en suficientes parámetros fundamentales para constituir una base útil para clasificar todos los recursos carboníferos de toda valoración a nivel mundial.

El Cuadro A2.2, reproducido del Cuadro 5.1, presenta un los detalles de los productos primarios del carbón mineral y los combustibles derivados, entre sólidos y gases industriales. Todos los productos se definen en el *Glosario*.

Cuadro A2.2 • Productos sólidos primarios y derivados del carbón mineral

PRODUCTOS PRIMARIOS DE CARBÓN	Carbón coquizable	COMBUSTIBLES FÓSILES SÓLIDOS
	Otro carbón bituminoso y antracita	
	Carbón sub-bituminoso	
	Lignito	
	Turba	
COMBUSTIBLES DERIVADOS	Combustibles "patente"	
	Coque de coquería	
	Gas de coque	
	Briquetas	
	Gas de planta de gas	
	Gas de coquería	
	Gas de alto horno	
	Gas de horno de acero al oxígeno	

2 Petróleo crudo y productos petroleros

Petróleo crudo

La composición química del petróleo crudo consiste principalmente en compuestos de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos.

Hay muchas variedades de petróleo crudo porque el petróleo crudo contiene una amplia gama de hidrocarburos, dependiendo del lugar donde se encuentre. Los hidrocarburos en el petróleo crudo varían de los más livianos hasta los más pesados, y estas características de los petróleos crudos individuales pueden determinar su precio.

Un petróleo crudo que contiene muchos hidrocarburos más pesados y pocos livianos se considera un petróleo crudo pesado; en el caso inverso, se le dice liviano. Un ejemplo de un crudo pesado es el petróleo Maya de México, mientras que el Bonny Light de Nigeria se considera liviano. Ya que la composición del petróleo crudo depende del lugar donde se encuentre, el petróleo usualmente recibe el nombre de la región o lugar de donde viene. Además, uno suele referirse al crudo producido de un mismo yacimiento, campo o región como un flujo de crudo.

Aparte de los hidrocarburos, el petróleo crudo cuando primero sale del subsuelo puede contener sales, algunas de las cuales serán corrosivas, más azufre. Las sales se eliminan mediante un proceso de desalación. El azufre puede también ser una característica indeseable para el procesamiento y la calidad que tiene que eliminarse. La concentración de azufre en el petróleo crudos varía desde menos del 0,05% hasta más del 5% en algunos crudos – en general, mientras más alta la densidad del petróleo crudo, más alto será su contenido de azufre. Los crudos con poco azufre se suelen llamar crudos “dulces” mientras que las variedades con mayor contenido de azufre son “agrias”. El azufre puede eliminarse mediante la desulfurización.

Para evaluar un petróleo crudo, se analizan varias propiedades:

- La densidad relativa (véase el Capítulo 4, Sección 3) proporciona una indicación de las fracciones livianas versus pesadas en el crudo.
- La viscosidad, o la resistencia del petróleo a fluir.
- El punto de fluidez, que es la temperatura más baja (en °F o °C) a la cual un líquido pueda verterse (es decir, que todavía se comporta como fluido).
- Contenido de agua.
- Contenido de azufre (véase supra).
- Contenido de parafina y asfaltenos (la cera como porcentaje de la masa).
- Presencia de contaminantes y metales pesados.

El precio del petróleo depende en gran medida de las indicadas propiedades, pues influyen su procesamiento y su producción. Así, no es sólo el rendimiento que influirá en el precio del petróleo crudo, sino también la complejidad del procesamiento que requiere para su refinación.

Líquidos de gas natural (LGN)

Los líquidos de gas natural son mezclas de hidrocarburos líquidos, que son gaseosos a las temperaturas y presiones del yacimiento, pero son recuperables por condensación y absorción.

Los líquidos de gas natural pueden clasificarse según su presión de vapor; ésta es la presión que ejerce un vapor al escaparse de un líquido y cuantifica la tendencia de las moléculas de entrar en fase gaseosa. Un líquido de gas natural con presión de vapor baja es un condensado; con una presión intermedia, es una gasolina natural, y con presión de vapor alta es un gas licuado de petróleo. Así, el gas licuado de petróleo (GLP) es gaseoso a temperatura y presión ambiental; consta de propano y butano. La gasolina natural incluye pentanos, hidrocarburos más pesados. Es líquido a temperatura y presión ambiental.

Los líquidos de gas natural incluyen el propano, butano, pentano, hexano y heptano, pero no el metano y etano, ya que estos hidrocarburos necesitan refrigeración para licuarse. El término se abrevia comúnmente como LGN.

Otros insumos a la refinería

Aparte del petróleo crudo y LGNs, se usan una serie de otros insumos para elaborar los productos petroleros. Entre estos insumos a la refinería están petróleos sin terminar, que han pasado por un proceso de refinación, así como petróleos crudos de producción sintética, por ejemplo de arenas bituminosas o licuefacción de carbón mineral, y otros componentes de mezcla, que se combinan principalmente con la gasolina para mejorar sus propiedades como combustible.

Estos otros insumos a la refinería provienen de varios orígenes, y cualitativamente pueden ser muy diferentes.

Productos petroleros

La función más importante de una refinería es producir lo más económicamente posible los productos petroleros requeridos por el mercado. Por lo tanto, los productos petroleros son una forma secundaria del petróleo crudo.

El proceso de destilación es el primero de la refinación que sufre el petróleo crudo, con el fin de dividirlo en varias fracciones. Una unidad de destilación calienta el petróleo crudo y los varios productos se obtienen y se recuperan a diferentes temperaturas. Los productos más livianos, GLP, nafta y gasolina, pueden recuperarse a las temperaturas más bajas, mientras que la gasolina de aviación, el queroseno y el gasóleo / diesel se recuperan a temperaturas medias. Por eso este segundo grupo se conoce como los destilados medios. Las fracciones más pesadas, como combustóleo, requieren temperaturas muy altas.

Las varias fracciones producidas por la unidad de destilación usualmente necesitan más refinación, no sólo porque los productos no tienen las propiedades requeridas, sino también porque más refinación mejorará sus resultados económicos. El mercado es cada vez más exigente, pidiendo productos más livianos y de mayor valor, y varios procesos de refinación pretenden producir un

mayor rendimiento de productos más livianos, por ejemplo los procesos de conversión como el craqueo catalítico.

A continuación examinamos algunas de las principales categorías de productos petroleros y sus usos:

- El gas licuado de petróleo (GLP) se usa con fines energéticos y no energéticos. Como combustible, suele usarse en la calefacción residencial y la cocción, con fines agropecuarios y cada vez más en el sector del transporte vial en motores de combustión interna. En su uso no energético, sirven como insumo para procesos petroquímicos, como el craqueo al vapor.
- La gasolina automotriz se usa principalmente como combustible de automóviles y camionetas. La demanda de gasolina automotriz ha subido muy

Cuadro A2.3 • Productos petroleros primarios y secundarios

PRODUCTOS PETROLEROS PRIMARIOS	Petróleo crudo	
	Líquidos de gas natural	
	Otros hidrocarburos	
PRODUCTOS SECUNDARIOS INSUMOS A LA REFINERÍA	Aditivos / componentes de mezcla	
	Insumos de refinería	
PRODUCTOS SECUNDARIOS	Gas de refinería	Diesel para transporte
	Etano	Gasóleo de calefacción y otro
	Gas licuado de petróleo	Residuos combustibles: bajo contenido de azufre
	Nafta	Residuos combustibles: alto contenido de azufre
	Gasolina de aviación	White spirit + SBP
	Gasolina tipo jet fuel	Lubricantes
	Gasolina sin plomo	Bitumen
	Gasolina con plomo	Parafinas
	Queroseno tipo jet fuel	Coque de petróleo
	Otro queroseno	Otros productos

rápidamente durante las últimas décadas, conjuntamente con la demanda de vehículos. Sin embargo, las preocupaciones ambientales han obligado a que se introduzcan mejoras en la composición de la gasolina. Por ejemplo, el plomo, que se usaba para aumentar el octanaje de la gasolina, ha sido casi eliminado en muchos países, y otros aditivos y oxigenados que mejoran la combustión se agregan ahora. Entre estos aditivos y oxigenados están el butano, aromáticos, alcoholes y éteres. Además, para reducir aún más la contaminación, los biocombustibles (por ejemplo, metanol producido de biomasa o etanol producido de cultivos agrícolas) están desarrollándose para mezclarse con la gasolina automotriz o sustituirla.

- Gosoléo / diesel incluye el diesel de transporte, el de calefacción y otros tipos de gosoléo. El diesel para el transporte se usa para los motores de buses, camiones, trenes y maquinarias industriales. El diesel de calefacción se usa para las residencias y los edificios comerciales, así como las calderas industriales. El gasoil también se usa para la generación eléctrica, aunque en mucho menor medida que el combustóleo. La principal diferencia entre el diesel y el combustible de calefacción es su contenido de azufre – por motivos ambientales, la especificación del contenido de azufre para el transporte es mucho más exigente que para la calefacción.

El combustóleo pesado se usa en las empresas eléctricas para generar la electricidad y el calor, en aplicaciones industriales para el calor de procesamiento y en el sector comercial para calefacción de sus edificios. La demanda de combustóleo pesado para la generación eléctrica se ha reducido rápidamente en los últimos 30 años, por preocupaciones ambientales y la necesidad de sustituir al petróleo. El combustóleo pesado también es el combustible más importante en búnkeres marítimos internacionales.

Productos petroleros no energéticos

Los productos petroleros no se usan exclusivamente para fines energéticos, como combustibles, sino también como materias primas en diferentes sectores. Unos pocos ejemplos de los productos petroleros utilizados con fines aparte de ser combustibles son:

- GLP y gasolina automotriz para la industria petroquímica.
- *Espíritu de petróleo* se usa como disolvente para pinturas y barnices.
- Lubricantes para motores y máquinas.
- Bitumen para construir carreteras.
- Parafinas para velas, pulimentas y fósforos.
- Coque de petróleo para manufactura de electrodos, carbono, grafito y otra producción química.

El Cuadro A2.3, reproducido del Cuadro 4.1, presenta una lista completa de los productos petroleros, divididos entre primarios y secundarios. Todos estos productos se definen en el Glosario.

3 Gas natural

Le gaz naturel n'est coEl gas natural se compone principalmente de metano (CH_4), que es la cadena más sencilla en los hidrocarburos. Es incoloro, inodoro, insípido y más liviano que el aire. Es gaseoso a cualquier temperatura superior a los $-107,2^\circ\text{C}$ y su gravedad específica de 0,6 es menos que el aire. La calidad y composición del gas natural varía grandemente según el yacimiento, campo o formación del cual se extrae. Cuando se produce el gas natural, contiene una serie de otros componentes, como CO_2 , helio, sulfuro de hidrógeno, nitrógeno, vapor de agua y otros contaminantes que pueden ser corrosivos o tóxicos.

Antes de que el gas natural pueda usarse comercialmente, necesita someterse a un proceso para eliminar los componentes indeseables. Sin embargo, es posible que este proceso de depuración no elimine todas las impurezas, ya que las cantidades de estos incluidos en el gas pueden ser demasiado mínimas.

El valor del gas natural se determina por su contenido energético, que depende en gran medida de la pureza del gas y del número de átomos de carbono por unidad de volumen. Un ejemplo de un gas natural con un valor calorífico alto es el gas del mayor campo gasífero de Argelia, Hassi-R'Mel (alrededor de 42.000 kJ/m^3), mientras que el gas del campo Groningen en los Países Bajos tiene un menor valor calorífico (alrededor de 35.000 kJ/m^3).

Cuando el gas natural se enfría a una temperatura por debajo de los -160°C a presión atmosférica, se condensa a líquido, y se conoce como gas natural licuado (GNL). La principal ventaja del GNL sobre el gas natural es que su volumen es 600 veces menor que lo del gas. Además, el GNL pesa apenas un 45% de su volumen equivalente en agua. La ventaja del GNL en volumen y peso hace que sea factible almacenarlo y transportarlo de las zonas productoras a las consumidoras.

El gas natural se considera un combustible limpio, porque el metano puro es altamente inflamable, se quema fácilmente y casi por completo, emitiendo muy pocos contaminantes atmosféricas. Además, no contiene azufre y por lo tanto no produce dióxido de azufre (SO_2). Con respecto a las emisiones de óxidos nitrosos (NO_x) y CO_2 , son menores que con otros combustibles fósiles.

4 Biocombustibles

Leña

La leña usualmente se refiere a madera rolliza, que se corta en troncos y puede partirse antes de utilizarla. La leña en otras formas se considera por separado a continuación (viruta de madera, aserrín y madera en pellas).

Toda la madera contiene un 50% de carbono, 44% de oxígeno y 6% de hidrógeno al medirse sin tomar en cuenta la ceniza ni la humedad. Usualmente la madera tiene el 1% de ceniza y esto no varía mucho entre especies. Entonces, son el carbono e hidrógeno que determinan el valor calorífico intrínseco, y un kilogramo de cualquier tipo de madera sin humedad proporciona aproximadamente la misma cantidad de calor.

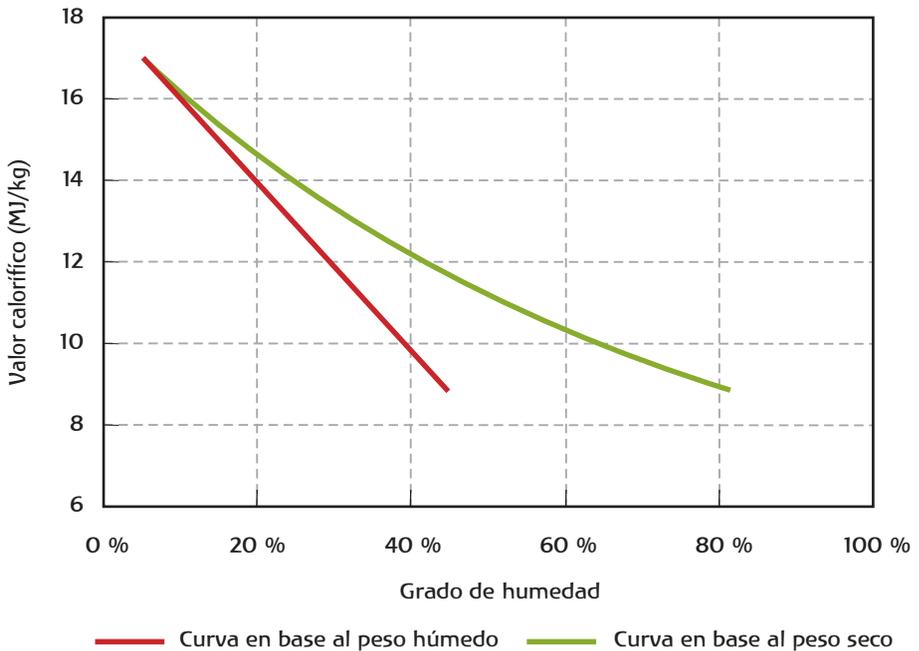
Los valores caloríficos de la leña se expresan de tres maneras comunes:

- a) Por kilogramo de leña.
- b) Por metro cúbico sólido.
- c) Por metro cúbico apilado ("estéreo").

a) es la medida más fundamental ya que b) y c) se relacionan con a) según la densidad de la madera y de su empaquetamiento.

La presencia de la humedad en un kilogramo de leña tiene dos efectos para su valor calorífico. El hecho de aumentar el grado de humedad mientras la masa permanece constante (un kilogramo) disminuye la cantidad de fibras de madera disponibles y por lo tanto la fuente de calor será reducida. Además el agua absorbe calor del fuego y lo aleja, reduciendo la cantidad de calor para fines útiles. Los valores caloríficos son afectados en gran medida, por lo tanto, por el grado de humedad. La leña verde recién cortada tiene un valor calorífico de aproximadamente 8,2 MJ/kg mientras que la leña secada al aire (10% - 20% contenido de humedad) tiene un valor calorífico de aproximadamente 16 MJ/kg. La leña completamente seca (al horno) tiene un valor calorífico de aproximadamente 18 MJ/kg.

Figura A2.1 • Valores caloríficos de la leña



Hay dos maneras de expresar el contenido de humedad y ambas usualmente se expresan como porcentajes:

- Grado de humedad, base seca = peso húmedo menos el peso seco dividido por el peso seco.
- Grado de humedad, base húmeda = peso húmedo menos peso seco dividido por el peso húmedo.

La Figura A2.1 da valores caloríficos para una gama de grados de humedad expresadas con ambas bases.

Sobre un 15% de grado de humedad, la diferencia entre las dos bases de medición es insignificante. Por lo tanto, es importante, al seleccionar un valor calorífico para la leña, saber tanto el grado de humedad como la base para su expresión.

Cuando hay que calcular el valor calorífico por metro cúbico sólido o por estéreo, debe especificarse la densidad de la leña así como su grado de humedad.

Leña en otras formas y desechos de madera

La viruta o la madera paletizada para combustible tienen aplicaciones cada vez mayores en las calderas grandes, ya que ofrecen condiciones más uniformes y controlables de combustión. La maquinaria para triturar la leña también puede utilizarse para su gasificación y distribución del combustible gasificado. El combustible paletizado se fabrica del aserrín, agregando aglutinantes de lignina. Tiene un bajo grado de humedad al momento de su manufactura ($\approx 10\%$). El grado de humedad y valor calorífico para la viruta o las pellas usualmente son especificados por sus proveedores.

Los desechos de madera pueden surgir en muchas condiciones industriales y comerciales y rara vez se comercializan sino que se utilizan en el propio sitio. La empresa informante podrá indicar o estimar la cantidad utilizada o cuánto calor obtuvo. Un caso especial de los desechos madereros es la producción y uso del licor negro.

Los desechos de los residuos agrícolas también son fuentes importantes de combustibles y pueden usarse en plantas especialmente diseñadas para aceptarlos, como calderas que queman paja.

Biocombustibles líquidos

Los biocombustibles líquidos se explican detalladamente en el *Glosario*.

Biocombustibles gaseosos

Los biocombustibles gaseosos se explican detalladamente en el *Glosario*.

Anexo 3

Unidades y coeficientes de conversión



1 Introducción

Las unidades más comunes empleadas para expresar las cantidades de combustibles y energía se relacionan con su volumen, masa y energía. Las unidades efectivas varían según cada país y las condiciones locales y reflejan la práctica histórica en el país, a veces adaptadas a las cambiantes condiciones de la oferta de combustibles.

Este anexo describirá primeramente las varias unidades que se utilizan y sus interrelaciones. Entonces presentará rangos referenciales para los valores caloríficos de los combustibles de uso común.

2 Unidades y sus interrelaciones

Las unidades internacionalmente reconocidas que abarcan así todas las mediciones de cantidades de combustibles y energía son el metro cúbico, la tonelada (tonelada métrica) y el julio. Se derivan del metro, kilogramo y segundo incluidos en el Sistema Internacional de Unidades (SI) y sirven como base internacional para la ciencia, la tecnología y el comercio. Éstas son las unidades del SI. Sin embargo, durante muchos años se han utilizado otras unidades y las siguientes secciones explicarán sus relaciones cuando estén bien definidas.

3 Prefijos del sistema decimal

Cuadro A3.1 • Prefijos más comunes para múltiplos y sub-múltiplos

Múltiplo		Sub-múltiplo	
10^1	deca (da)	10^{-1}	deci (d)
10^2	hecto (h)	10^{-2}	centi (c)
10^3	kilo (k)	10^{-3}	milli (m)
10^6	mega (M)	10^{-6}	micro (μ)
10^9	giga (G)	10^{-9}	nano (n)
10^{12}	tera (T)	10^{-12}	pico (p)
10^{15}	peta (P)	10^{-15}	femto (f)
10^{18}	exa (E)	10^{-18}	atto (a)

El siguiente cuadro da los prefijos más comunes de múltiplos y sub-múltiplos que se utilizan en las estadísticas energéticas. Nótese que los prefijos deben usarse exactamente como constan. En particular, los prefijos en minúscula no deben escribirse como mayúsculas. Por ejemplo, una cifra que expresa x kilovatios debe escribirse como x kW, nunca x KW.

4 Coeficientes de conversión

*Favor notar que un convertidor fácil de usar para las unidades eléctricas (Volumen, Masa y Energía) se ofrece en la página Web de la AIE: www.iaea.org. En el sitio, haga un clic en **Estadísticas** y luego en **Convertidor de Unidades** y siga las instrucciones.*

Unidades de volumen.....

La unidad de longitud subyace a la unidad de volumen (metro, centímetro, etc.).

El galón y litro originalmente fueron normas para la medición de líquidos pero ahora se definen formalmente en términos del metro cúbico.

El estéreo y la braza se utilizan exclusivamente para medir leña y representan un metro cúbico y 128 pies cúbicos de leña apilada, respectivamente. El volumen de leña sólida en cada una de estas unidades está definido inexactamente, ya que la densidad de apilamiento y la forma de los pedazos de leña pueden variar considerablemente.

Cuadro A3.2 • Coeficientes de conversión entre unidades de volumen

	En: Gal EEUU	gal R.U.	bbl	ft ³	l	m ³
Para convertir:	Multiplicar por:					
Galón EEUU (gal)	1	0,8327	0,02381	0,1337	3,785	0,0038
Galón Reino Unido (gal)	1,201	1	0,02859	0,1605	4,546	0,0045
Barril (bbl)	42,0	34,97	1	5,615	159,0	0,159
Pie cúbico (ft ³)	7,48	6,229	0,1781	1	28,3	0,0283
Litro (l)	0,2642	0,220	0,0063	0,0353	1	0,001
Metro cúbico (m ³)	264,2	220,0	6,289	35,3147	1 000,0	1

Unidades de masa

La unidad SI de masa es el kilogramo (kg); la tonelada (tonelada métrica), que es igual a 1000 kilogramos, se usa ampliamente como la unidad menor en las estadísticas energéticas. Para la mayoría de los países, los balances de productos nacionales usarán la kilotonelada (1000 toneladas) como unidad para presentar los productos en términos de masa.

Cuadro A3.3 • Coeficientes de conversión entre unidades de masa

En:	kg	t	Lt	st	Lb
De :	Multiplicar por:				
Kilogramo (kg)	1	0,001	$9,84 \times 10^{-4}$	$1,102 \times 10^{-3}$	2,2046
Tonelada (t)	1000	1	0,984	1,1023	2204,6
Tonelada larga (lt)	1016	1,016	1	1,120	2240,0
Tonelada corta (st)	907,2	0,9072	0,893	1	2000,0
Libra (lb)	0,454	$4,54 \times 10^{-4}$	$4,46 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	1

Unidades de energía

La unidad SI de energía es el julio (J). Muchas otras unidades de energía se utilizan como expresión práctica de las cantidades de energía, en parte por motivos históricos y en parte por el julio es tan pequeño que se requiere prefijos decimales que son poco comunes (para las personas que no sean científicas). Como resultado, las organizaciones internacionales han usado unidades de energía de un tamaño apropiado para expresar las ofertas nacionales de energía y con relación a los productos que se utilizan. Históricamente la tonelada equivalente de

Cuadro A3.4 • Coeficientes de conversión entre unidades de energía

De:	TJ	Gcal	Mtep	MBtu	GWh
Para convertir:	Multiplicar por:				
Terajulio (TJ)	1	238,8	$2,388 \times 10^{-5}$	947.8	0,2778
Gigacaloría	$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163 \times 10^{-3}$
Mtep*	$4,1868 \times 10^4$	10^7	1	$3,968 \times 10^7$	11630
Millón de Btu	$1,0551 \times 10^{-3}$	0,252	$2,52 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Gigavatio-hora	3.6	860	$8,6 \times 10^{-5}$	3412	1

*Millón de toneladas equivalente de petróleo

carbón se usaba pero, con la ascendencia del petróleo, se ha reemplazado en gran medida por la tonelada equivalente de petróleo (tep) que se define como 41,868 gigajulios. Muchos balances nacionales usan esta unidad, pero se usa el terajulio cada vez más, de conformidad con las recomendaciones de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

Hay varias definiciones de la caloría. El equivalente para la conversión entre la caloría y el julio que presentamos aquí es el valor del Cuadro Internacional del Vapor (IT) que se define como 4,1868 julios. Asimismo, el valor internacionalmente convenido para la unidad térmica británica (Btu) es ahora 1055,06 julios. La Btu es la base para el cuad (10¹⁵ Btu) y la termia (10⁵ Btu).

5 Valores caloríficos típicos

Carbón mineral

Cuadro A3.5 • Rango de valores caloríficos por tipo de carbón duro

Carbón duro	GCV (tal como usado) MJ/kg	NCV (tal como usado) MJ/kg	Contenido de carbono (tal como usado) kg/t	Contenido de humedad (tal como usado) %	Contenido de carbono* kg/t
Antracita	29,65 - 30,35	28,95 - 30,35	778 - 782	10 - 12	920 - 980
Carbón coquizable	27,80 - 30,80	26,60 - 29,80	674 - 771	7 - 9	845 - 920
Otros bituminosos	23,85 - 26,75	22,60 - 25,50	590 - 657	13 - 18	810 - 845

Coques

Cuadro A3.6 • Valores caloríficos por tipo de coque

Tipo de coque	GCV (tal como usado) MJ/kg	NCV (tal como usado) MJ/kg	Contenido de carbono (tal como usado) kg/t	Contenido de humedad (tal como usado) %	Contenido de carbono* kg/t
Coque de coquerías	27,90	27,45	820	8 - 12	965 - 970
Gas de coque	28,35	27,91	853	1 - 2	856
Semicoque	26,30	25,40	710	15	900
Coque de petróleo (verde)	30,5 - 35,8	30,0 - 35,3	875	1 - 2	890

* seco y libre de materia mineral.

Gases derivados del carbón

Cuadro A3.7 • Valores caloríficos típicos para gases derivados del carbón mineral

Tipo de gas	GCV (tal como usado) MJ/m ³	NCV (tal como usado) MJ/m ³	NCV (tal como usado) MJ/kg	Contenido de carbono (tal como usado) %
Gas de coquería	19,01	16,90	37,54	464
Gas de alto horno	2,89	2,89	2,24	179

Productos petroleros

Cuadro A3.8 • Valores caloríficos típicos para determinados productos petroleros

Producto	Densidad kg/m ³	Litros por tonelada	Valor calorífico bruto (GJ/t)	Valor calorífico neto (GJ/t) ⁽¹⁾
Etano	366,3	2730	51,90	47,51
Propano	507,6	1970	50,32	46,33
Butano	572,7	1746	49,51	45,72
GLP ⁽²⁾	522,2	1915	50,08	46,15
Nafta	690,6	1448	47,73	45,34
Gasolina de aviación	716,8	1395	47,40	45,03
Gasolina para automotores ⁽³⁾	740,7	1350	47,10	44,75
Queroseno	802,6	1246	46,23	43,92
Otro queroseno	802,6	1246	46,23	43,92
Gasóleo / diesel	843,9	1185	45,66	43,38
Combustóleo pesado con bajo contenido de azufre	925,1	1081	44,40	42,18
Combustóleo pesado con alto contenido de azufre	963,4	1038	43,76	41,57

(1) Para nafta y productos petroleros más pesados, el valor calorífico neto se estima como el 95% del bruto.

(2) Asume una mezcla de 70% propano y 30 % butano por masa.

(3) Un promedio para gasolinas automotrices con octanaje (RON) entre 91 y 95.

Gas natural.....

Los valores caloríficos para el metano son 55,52 MJ/kg (bruto) (37,652 MJ/m³) y 50,03 MJ/kg (neto) (33,939 MJ/m³). Sin embargo, el gas natural en su forma suministrada contiene gases a más del metano (usualmente etano y propano). Ya que los gases más pesados aumentan el valor calorífico por metro cúbico, los valores caloríficos brutos pueden variar ampliamente – entre 37,5 y 40,5 MJ/m³.

Cuadro A3.9 • Factores de conversión de masa o volumen a calor (valor calorífico bruto)

En :	GLN**		GAS							
			Noruega		Países Bajos		Rusia		Argelia	
	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu
Para convertir:	Multiplicar por:									
Metro cúbico*	40,00	37912	42,51	40290	35,40	33550	37,83	35855	39,17	37125
Kilo-gramo	54,40	51560	52,62	49870	45,19	45.19	42830	54,42	20,56	47920

* a 15°C.

** en estado gaseoso

Cuadro A3.10 • Conversión entre metro cúbico estándar y metro cúbico normal

En :	Metro cúbico estándar	Metro cúbico normal
Para convertir:	Multiplicar por:	
Metro cúbico estándar *	1	0,948
Metro cúbico normal**	1,055	1

*1 m³ estándar medido a 15°C y 760mm Hg.

**1 m³ normal medido a 0°C y 760 mm Hg.

Cuadro A3.11 • Conversión entre unidades de GNL y gas natural

En :	Tonelada métrica de GNL	m ³ de GNL	m ³ estándar*
Para convertir:	Multiplicar por:		
Tonelada métrica de GNL	1	0.948	1360
Metro cúbico (m ³) de GNL	0.45	1	615
m ³ estándar *	7,35*10 ⁻⁴	1,626*10 ⁻³	1

*1 m³ estándar = 40 MJ

Cuadro A3.12 • Valor calorífico de gas natural - bruto versus neto

$$1 \text{ PCN}^* = 0.9 \text{ PCB}^{**}$$

*PCN (VCN) = Valor calorífico neto

**PCB (VCB) = Valor calorífico bruto



1 Definiciones de combustibles

Aditivos/oxigenados: Los aditivos son compuestos que no son hidrocarburos y que agregan o se mezclan con un producto para modificar sus propiedades como combustible (octanaje, cetanaje, propiedades en frío, etc.):

- Oxigenados, como alcoholes (metanol, etanol), éteres como MTBE (éter butílico terciario metílico), ETBE (éter butílico terciario etílico), TAME (éter terciario metílico amílico).
- Ésteres (*por ejemplo*, aceite de canola o dimetilo-éster, etc.).
- Compuestos químicos (tales como tetrametilo de plomo, tetraetilo de plomo y detergentes).

Nota: Las cantidades de etanol reportadas en esta categoría deben relacionarse con las cantidades destinadas para uso como combustible.

Antracita: Véase Carbón duro.

Arenas bituminosas: Véase Lignito.

Biocombustibles: Los biocombustibles incluyen bioetanol, biodiesel, biometanol, biodimetiléter, bio-petróleo. Los biocombustibles líquidos son principalmente biodiesel y bioetanol/ETBE usados como combustibles para transporte. Pueden hacerse de aceites vegetales nuevos o usados y pueden mezclarse con o sustituir los combustibles en base al petróleo. El insumo vegetal natural incluye los aceites de soya, girasol y canola. Bajo algunas circunstancias, pueden utilizarse los aceites vegetales usados como insumo para el proceso también.

Biogás: Un gas compuesto principalmente de metano y anhídrido carbónico producidos por la digestión anaeróbica de la biomasa, e incluyendo:

- Gas de relleno sanitario, formado por la digestión de los desechos depositados.
- Gas de lodos de alcantarillado, producido por su fermentación anaeróbica.
- Otro biogás, tales como el biogás producido por la fermentación anaeróbica de lechadas y desechos de animales de mataderos, cervecerías y otras industrias agro-alimentarias.

Biomasa sólida: Cubre el material orgánico, no fósil de origen biológica que puede usarse como combustible para producir calor o generar electricidad. Comprende:

- Carbón vegetal: Cubre los residuos sólidos de la destilación destructiva y pirólisis de la madera u otra materia vegetal.
- Leña / desechos de madera / otros desechos sólidos: Cubre los cultivos intencionalmente para fines energéticos (álamo, sauce, etc.), muchos

materiales leñosos generados por procesos industriales (la industria maderera y de papel en particular) o proporcionado directamente por el desarrollo forestal y la agricultura (leña, viruta de madera, corteza, aserrín, retazos, licor negro, etc.) así como desechos tales como paja, cáscara de arroz y de nueces, material del piso de los corrales avícolas, restos vinícolas triturados, etc. La combustión es la tecnología preferida para estos desechos sólidos. La cantidad de combustible usada debe reportarse como valor calorífico neto.

Bitumen: El bitumen es un hidrocarburo sólido, semi-sólido o viscoso con estructura coloidal, pardo a negro en color, obtenido como residuo en la destilación del petróleo crudo, por destilación al vacío de los residuos petroleros de la destilación atmosférica. El bitumen suele llamarse también asfalto y se usa principalmente para construir carreteras e impermeabilizar los techos. Esta categoría incluye el bitumen fluidificado y recortado.

BKB (Braunkohlenbriketts) (incluye las briquetas de turba): Un combustible compuesto, hecho del lignito. El lignito se tritura, seca y moldea bajo alta presión en una briqueta uniforme sin agregar ningún aglutinante. La producción alemana de polvo de lignito se incluye en esta categoría.

Briquetas de turba: Véase BKB.

Carbón coquizable: Véase Carbón duro.

Carbón de vapor: Véase Carbón duro.

Carbón duro: El carbón duro se refiere al carbón mineral de valor calorífico bruto mayor a 23.865 kJ/kg (5700 kcal/kg) en términos sin ceniza pero con su contenido de humedad y con una reflectancia media aleatoria de vitrinita al menos de 0,6. El carbón duro comprende:

(i) **Carbón coquizable (o aglutinante):** Carbón con una cualidad que permite producir coque para alto horno. Los siguientes códigos para clasificación de carbón cubren los que caerían en esta categoría:

- Códigos de clasificación internacionales 323, 333, 334, 423, 433, 434, 435, 523, 533 (ONU, Ginebra, 1956) 534, 535, 623, 633, 634, 635, 723, 733, 823.
- Clasificación EEUU, Clase II Grupo 2 "Mediano Volátil Bituminoso".
- Clasificación británica Clases 202, 203, 204, 301, 302, 400, 500, 600.
- Clasificación polaca Clases 33, 34, 35.1, 35.2, 36, 37.
- Clasificación australiana Clases 4A, 4B, 5.

(ii) **Otro carbón bituminoso y antracita (carbón de vapor):** El carbón de vapor se usa para generar vapor de agua y para calefacción. Incluye todo carbón tipo antracita y bituminosos no incluidos bajo el carbón coquizable.

Carbón pardo: Véase Lignito.

Carbón sub-bituminoso: Carbón no aglomerante con un valor calorífico bruto entre 17.435 kJ/kg (4165 kcal/kg) y 23.865 kJ/kg (5700 kcal/kg) que contiene más del 31% materia volátil en términos secos y libres de materia mineral.

Carbón vegetal: Véase Biomasa sólida.

Combustibles “patente”: Un combustible compuesto de partículas del carbón duro, moldeado agregando un aglutinante. Nótese que la cantidad de combustibles “patente” producida puede ser ligeramente superior a la cantidad de carbón mineral consumido en el proceso de transformación por el aumento del aglutinante.

Combustóleo pesado: Este término incluye todos los petróleos residuales pesados (incluyendo los obtenidos mediante mezclas). Su viscosidad cinemática es superior a los 10 cSt a 80°C. Su punto de inflamación siempre es superior a 50°C y su densidad siempre es superior a 0,90 kg/l.

- Bajo contenido de azufre: combustóleo pesado con contenido de azufre menor al 1%.
- Alto contenido de azufre: combustóleo pesado con contenido de azufre de 1% o más.

Coque de coquería: El producto sólido obtenido de la carbonización del carbón mineral, principalmente carbón coquizable, a alta temperatura; tiene poca humedad y materia volátil. El coque de coquería se usa principalmente en la siderúrgica como fuente de energía y agente químico. El cisco de coque y coque de fundición están incluidos en esta categoría. El semicoque, que es el producto sólido obtenido de la carbonización del carbón mineral a baja temperatura debe incluirse en esta categoría. El semicoque se usa como combustible doméstico o por la propia planta de transformación. Este encabezamiento también incluye coque, cisco de coque y semicoque de lignito.

Coque de petróleo: El coque de petróleo es un subproducto negro y sólido, obtenido principalmente mediante el craqueo y la carbonización del insumo derivado del petróleo los residuos al vacío, alquitrán y pez betún en procesos tales como coquificación retardada o al fluido. Consiste principalmente en carbono (90% - 95%) y tiene un contenido bajo de ceniza. Se usa como insumo en coquería para la siderúrgica, para calefacción, para manufactura de electrodos y para producción química. Las dos clases más importantes son el “coque verde” y “coque calcinado”. Esta categoría también incluye “coque catalizador” depositado en el catalizador durante los procesos de refinación; este coque no es recuperable y usualmente se quema como combustible de la refinería.

Desechos:

- **Desechos industriales:** Desechos de origen industrial no renovable (sólidos o líquidos) quemados directamente para producir electricidad y/o calor. La cantidad de combustible usada debe reportarse en términos del valor calorífico neto. Los desechos industriales renovables deben reportarse en las categorías de biomasa sólida, biogás y/o biocombustibles líquidos.
- **Desechos sólidos municipales (fuentes renovables):** Desechos producidos por los hogares, la industria, los hospitales y el sector terciario que contienen materiales biodegradables que se incineran en instalaciones específicas. La cantidad de combustible usada debe reportarse como valor calorífico neto.
- **Desechos sólidos municipales (fuentes no renovables):** Desechos por los hogares, la industria, los hospitales y el sector terciario que contienen

materiales no biodegradables que se incineran en instalaciones específicas. La cantidad de combustible usada debe reportarse como valor calorífico neto.

Diesel: Véase Gasóleo / diesel

Energía de las mareas / olas / océano: Energía mecánica derivada del movimiento de las olas o las mareas y explotada para generar electricidad.

Energía eólica: Energía cinética del viento que se explota para generar electricidad en turbinas eólicas.

Energía geotérmica: Energía disponible como calor emitido desde el interior de la corteza terrestre, usualmente en forma de agua caliente o vapor. Se explota en los sitios apropiados:

- Para generar electricidad usando vapor seco o salmuera de alta entalpía luego de vaporizarse.
- Directamente como calor para calefacción domiciliar, agricultura, etc.

Energía solar: La radiación del sol, explotada para producir agua caliente y generar electricidad, usando:

- Colectores planos, principalmente de tipo termosifón, para calentar agua de uso residencial o piscinas.
- Celdas fotovoltaicas.
- Centrales termoeléctricas solares.

Nota: La energía solar pasiva para calefacción, enfriamiento e iluminación directas de las residencias u otros edificios no se incluye.

Espíritu de petróleo y espíritus con punto específico de ebullición (SBP): Espíritu de petróleo y SBP se definen como destilados intermedios refinados con una destilación en el rango de nafta / queroseno. Se subdividen como:

- **Industrial Spirit (SBP):** Petróleos livianos que se destilan entre 30°C y 200°C. Hay 7 u 8 grados de industrial spirit, dependiendo de la posición del corte en el rango de destilación. Los grados se definen según la diferencia de temperatura entre el 5% por volumen y el 90% por volumen de puntos de destilación (que no es más de 60°C).
- **Espíritu de petróleo:** Industrial spirit con un punto de inflamación superior a los 30°C. El rango de destilación del espíritu de petróleo es 135°C - 200°C.

Etano: Un hidrocarburo naturalmente gaseoso de cadena recta (C₂H₆) extraído del gas natural y las corrientes de gases en las refinerías.

Gas de alto horno: Obtenido como sub-producto en la operación de los altos hornos; se recupera al salir de los hornos y se usa en parte dentro de la planta y en parte para otros procesos siderúrgicos o en centrales eléctricas equipadas para quemarlo. La cantidad de combustible debe reportarse con su valor calorífico bruto.

Gas de coque: Sub-producto del carbón duro que se usa para producir gas municipal en las plantas de gas. El gas de coque se usa para la calefacción.

Gas de coquería: Obtenido como sub-producto de las operaciones de carbonización y gasificación de combustible sólido por los productores de coque y siderúrgicas que no se vinculan con plantas de gas, municipales u otras. La cantidad de combustible debe reportarse como valor calorífico bruto.

Gas de horno de acero al oxígeno: Obtenido como sub-producto de la producción de acero en un horno al oxígeno: se recupera al salir del horno. El gas también se conoce como gas de convertidor, gas BOS (básico oxígeno acero) o gas LD. La cantidad de combustible debe reportarse como valor calorífico bruto.

Gas de planta de gas: Cubre todo tipo de gases incluyendo el sustituto del gas natural producido en las plantas públicas o privadas, cuyo propósito principal es manufacturar, transportar y distribuir el gas. Incluye el gas producido por carbonización (incluyendo el gas producido por las coquerías y transferido a la planta de gas) reportados bajo la fila de "Producción", por gasificación total sin o con enriquecimiento por productos petroleros (GLP, combustóleo residual, etc.), por craqueo del gas natural, y por reformación y simple mezcla de gases y/o aire, reportados bajo la fila de "De Otras Fuentes".

Gas de refinería (no licuado): El gas de refinería incluye una mezcla de gases no condensables - hidrógeno, metano, etano y olefinas obtenidos durante la destilación del petróleo crudo o el tratamiento de productos petroleros (por ejemplo, craqueo) en las refinерías. Esto también incluye gases devueltos de la industria petroquímica.

Gas licuado de petróleo (GLP): Los GLP son hidrocarburos livianos y parafínicos derivados de los procesos de refinación, la estabilización del petróleo crudo y las plantas de procesamiento del gas natural. Consisten principalmente en propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}) o una combinación de los dos. También podrían incluir propileno, butileno, isobuteno e isobutileno. El GLP normalmente se licua bajo presión para el transporte y almacenamiento.

Gas natural: Comprende gases que ocurren en yacimientos subterráneos, licuado o gaseoso, y principalmente metano. Incluye tanto el gas "no asociado" que se origina en los campos que producen los hidrocarburos sólo en forma gaseosa y "asociado" producido conjuntamente con el petróleo crudo, así como el metano recuperado de las minas de carbón.

Gas natural comprimido (GNC): El GNC es gas natural para uso en vehículos especiales para el GNC, que lo llevan en cilindros a presión alta. El uso del GNC se radica en sus propiedades de quemarse con contaminar mucho, ya que produce menos emisiones de gases con efecto invernadero que la gasolina automotriz o el diesel. Se usa más frecuentemente en los vehículos de pasajeros livianos y camionetas, camiones de reparto medianos y buses escolares y de tránsito público.

Gas natural licuado (GNL): El gas natural, enfriado hasta aproximadamente $-160^{\circ}C$ bajo presión atmosférica se condensa a forma líquida y se llama GNL. El GNL es inodoro, incoloro, no corrosivo y no tóxico.

Gasoléo / diesel (destilado de combustóleo): El gasoléo/ diesel es principalmente un destilado medio que se produce entre $180^{\circ}C$ y $380^{\circ}C$. Varios grados están disponibles según sus usos:

- **Diesel de transporte:** para los motores de pistón de tipo diesel (automóviles, camiones, etc.), usualmente con bajo contenido de azufre.

■ **Calefacción y otros usos afines:**

- Calefacción para usos industriales y comerciales.
- Combustible marino y ferroviario.
- Otros gasoléos incluyendo los pesados que se destilan entre 380°C y 540°C y se usan como insumos petroquímicos.

Gasolina: Véase Gasolina para automotores o gasolina tipo combustible de aviación.

Gasolina con plomo para automotores: Véase Gasolina para automotores

Gasolina de aviación: Este es un destilado preparado especialmente para los motores de avión a pistón, con un octanaje especial para dichos motores, un punto de congelación de -60°C y un rango de destilación usualmente entre los límites de 30°C y 180°C.

Gasolina para automotores: La gasolina para automotores consta de una mezcla de hidrocarburos livianos que se destilan entre 35°C y 215°C. Se usa como combustible para motores a pistón con bujía de vehículos terrestres. La gasolina para automotores puede incluir aditivos, oxigenados y aumentos del octanaje, incluyendo compuestos de plomo como TEL (Tetraetilo de plomo) y TML (tetrametilo de plomo). La gasolina para automotores puede dividirse en dos grupos:

- **Gasolina sin plomo para automotores:** gasolina para automotores sin compuestos de plomo para reforzar su octanaje, aunque puede contener cantidades mínimas de plomo orgánico.
- **Gasolina con plomo para automotores:** gasolina para automotores con TEL (tetraetilo de plomo) y/o TML (tetrametilo de plomo) agregado para aumentar el octanaje. Esta categoría incluye los componentes para mezcla con la gasolina para automotores (excluyendo los aditivos/oxigenados), por ejemplo, alkilados, isomerados, reformados, gasolina craqueada destinada para uso como gasolina para automotores terminada.

Gasolina tipo combustible de aviación o tipo jet fuel (nafta tipo combustible de aviación o JP4): Esto incluye todos los hidrocarburos livianos para uso en las turbinas de aviación, que se destilan entre 100°C y 250°C. Se obtiene mezclando querosenos y gasolina o naftas de tal manera que el contenido aromático no exceda del 25% por volumen y la presión de vapor esté entre 13,7kPa y 20,6kPa.

Hidroenergía: Energía potencial y cinética del agua, convertida en electricidad en centrales hidroeléctricas. Debe incluirse el almacenamiento por bombeo. Deben reportarse los tamaños detallados de las centrales sin tomar en cuenta el almacenamiento por bombeo.

Leña / desechos de madera / otros desechos sólidos: Véase Biomasa sólida.

Licor negro: Este es un sub-producto reciclado formado durante la producción de celulosa de madera en la industria papelera. En este proceso, la lignina de la madera se separa de la celulosa, y ésta conforma las fibras del papel. El licor negro es la combinación del residuo de la lignina con agua y los químicos usados para extracción de la lignina; se quema en una caldera de recuperación. La caldera produce vapor y electricidad y recupera los químicos inorgánicos para reciclarlos en el proceso.

Lignito: Carbón no aglomerante con un valor calorífico bruto menor a 17.435 kJ/kg (4165 kcal/kg) y más de 31% materia volátil en términos secos y libres de materia mineral. Las lutitas petrolíferas y arenas bituminosas producidas y combustionadas directamente deben reportarse en esta categoría. Las lutitas petrolíferas y arenas bituminosas usadas como insumos para otros procesos de transformación también deben reportarse en esta categoría. Esto incluye la porción de las lutitas petrolíferas o arenas bituminosas que se consumen en el proceso de transformación.

Líquidos de gas natural (LGN): Los líquidos de gas natural son hidrocarburos líquidos o licuados que se recuperan del gas natural en instalaciones para separación o procesamiento. Los líquidos de gas natural incluyen etano, propano, butano (normal e iso-), (iso)pentano y otros pentanos (a veces llamados gasolina natural o condensado de planta).

El gas natural puede extraerse con el petróleo crudo (gas asociado) o de un campo gasífero sin petróleo crudo. Los LGN pueden sacarse del caudal de gas natural cerca del cabezal o transportarse a una planta distante de procesamiento. Cuando ocurren procesamiento de gas y también producción de petróleo crudo, es común que se inyecte parte de la fracción condensada de los LGNs en el caudal de petróleo crudo.

Lubricantes: Los lubricantes son hidrocarburos producidos de sub-productos destilados; se usan principalmente para reducir la fricción entre las superficies que se rozan. Esta categoría incluye todos los grados terminados de aceites lubricantes, desde el aceite para husillos hasta el aceite para cilindros, y los utilizados en grasas, incluyendo los aceites de motor y todos los gados de bases para aceite lubricante.

Lutitas petrolíferas: Véase Lignito.

Materia prima para refinerías o insumos de refinería: La materia prima para refinerías son petróleos procesados, destinados para procesamiento adicional (por ejemplo, combustóleo o gasóleo al vacío) excluyendo las mezclas. Con más procesamiento, se transformarán en otros componentes y/o productos terminados. Esta definición también cubre las devoluciones desde la industria petroquímica hasta la industria de refinación (por ejemplo, gasolina de pirólisis, fracciones C₄, gasóleo y combustóleo).

Nafta: La nafta es un insumo para la industria petroquímica (por ejemplo, manufactura de etileno o aromático). La nafta comprende material en el rango de destilación de los 30°C - 210°C o parte de este rango. Si se importa la nafta para mezclarla, se la reporta como importación de nafta y consta en la fila de transferencia entre productos, como asiento negativo para la nafta y positivo para el producto terminado correspondiente.

Orimulsión: Petróleo emulsionado entre agua y bitumen natural.

Otro carbón bituminoso y antracita: Véase Carbón duro.

Otro queroseno: El queroseno es un destinado refinado del petróleo que se usa en sectores aparte del transporte aéreo. Se destila entre 150°C y 300°C.

Otros hidrocarburos: Esta categoría incluye el petróleo crudo sintético de arenas bituminosas, lutitas petrolíferas, etc., líquidos de la licuefacción del carbón mineral,

líquidos de la conversión del gas natural en gasolina, hidrógeno y aceites emulsionados (por ejemplo, orimulsión).

Otros productos petroleros: Todos los productos no mencionados específicamente *supra*, ejemplo alquitrán y azufre. Esta categoría también incluye aromáticos (por ejemplo, BTX o benceno, tolueno y xileno) y olefinas (por ejemplo, propileno) producidos en las refinerías.

Parafinas: Son hidrocarburos saturados alifáticos. Estas ceras son residuos extraídos cuando se elimina la parafina de los aceites lubricantes. Tienen una estructura cristalina, más o menos fina según el grado. Sus principales características son: incoloras, inodoras y traslúcidas, con punto de fusión sobre los 45°C.

Petróleo crudo: El petróleo crudo es un aceite mineral de origen natural que comprende una mezcla de hidrocarburos e impurezas asociadas, como el azufre. Existe en fase líquida bajo temperatura y presión normales (ambientales) y sus características físicas (densidad, viscosidad, etc.) son altamente variables. Esta categoría incluye el líquido condensado en el campo petrolero que se recupera del gas asociado o no, cuando esté mezclado con el caudal comercial de petróleo crudo.

Queroseno: Este destilado se usa para las turbinas de aeronaves. Tiene las mismas características de destilación entre 150°C y 300°C (generalmente no sobre los 250°C) y punto de inflamación como el queroseno. Además, tiene especificaciones particulares (tales como su punto de congelación) establecidos por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Esta categoría incluye los componentes que se mezclan con el queroseno.

Sustituto de gas natural: Este es un gas de alto valor calorífico, elaborado por la conversión química de un hidrocarburo / combustible fósil. Es química y físicamente intercambiable con el gas natural y usualmente se distribuye mediante el sistema de gas natural. Las principales materias primas para producir el sustituto de gas natural son: carbón mineral, petróleo y lutitas petrolíferas. El sustituto de gas natural se diferencia de los demás gases industriales por su alto valor calorífico (sobre los 8000 kcal/m³) y por su alto contenido de metano (sobre el 85%). El sustituto de gas natural producido por síntesis de otros combustibles aparte de los basado en el carbón mineral debe clasificarse también bajo de otras fuentes. La cantidad de combustible debe reportarse como valor calorífico bruto.

Turba: Combustible blando, poroso o comprimido, de un depósito fósil sedimentario de origen vegetal con alto contenido de agua (hasta el 90% en estado original), fácil de cortar, de color pardo claro u oscuro. Sólo la turba usada con fines energéticos debe reportarse.

2**Lista de abreviaturas**

Bos	basic oxygen steel – acero básico al oxígeno
bbl	barril
bcm	mil millones (millardo) de metros cúbicos
b/d	barriles por día
Btu	British thermal unit – unidad térmica británica
CCGT	combined-cycle gas turbine – turbina de ciclo combinado
CHP	combined heat and power (plant) – central que combina la generación de calor y electricidad
CO	monóxido de carbono
CO ₂	anhídrido carbónico
COG	coke oven gas – gas de coquería
CV	calorific value – valor calorífico
DSM	desechos sólidos municipales
GCV	gross calorific value – poder calorífico bruto o valor calorífico bruto
GHG	greenhouse gas – gas con efecto invernadero
GJ	gigajulios, es decir un julio x 10 ⁹ (véase julio)
GJ/t	gigajulios por tonelada
GLP	gas licuado de petróleo; se refiere a propano, butano y sus isómeros, que son gases a presión atmosférica y temperatura normal
GNC	gas natural comprimido
GNL	gas natural licuado
J	julio
kWh	kilovatio/hora, es decir un vatio por una hora por 10 ³
MBtu	millón de unidades térmicas británicas
MJ/m ³	megajulios/metro cúbico
Mm ³	millón de metros cúbicos
MPP	main (public) power producer – productor principal (público) de electricidad
Mtec	millón de toneladas equivalente de carbón (1 Mtec=0.7 Mtep)
Mtep	millón de toneladas equivalente de petróleo
MW	megavatio, es decir un vatio x 10 ⁶
NCV	net calorific value – poder calorífico neto o valor calorífico neto
Nm ³	metro cúbico normal
NOx	óxidos nitrosos
PCN	poder calorífico neto o valor calorífico neto
PCB	poder calorífico bruto o valor calorífico bruto
PV	fotovoltaica
tec	tonelada equivalente de carbón = 0,7 tep

tep	tonelada equivalente de petróleo
TFC	consumo total final
TJ	terajulio, es decir un julio x 10 ¹²
TPES	total primary energy supply - oferta total de energía primaria
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change – Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UNIPED	International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy – Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica (en el 2002 se fusionó con Eurelectric, y actualmente es el European Grouping of Electricity Undertakings, EEIG – Agrupación Europea de Emprendimientos Eléctricos)
VOCs	volatile organic compounds – compuestos orgánicos volátiles

