



United Nations Statistics Division

Conceptos y prácticas relativas a la recolección de datos de energía

Leonardo Rocha Souza

Taller Regional para América Latina: Indicadores de Energía y Ambiente en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Economía verde

30 de enero al 1 de febrero de 2018

Ciudad de Guatemala



<http://unstats.un.org/unsd/greeneconomy>

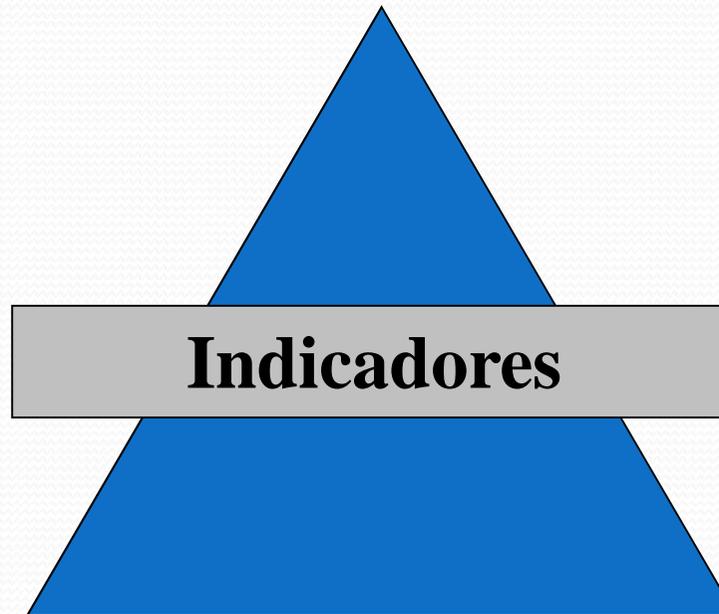
Resumen

- Indicadores de energía
- Necesidad de una metodología uniforme
- Recomendaciones internacionales (IRES)
- Indicadores de energía renovable
- Indicadores de eficiencia energética
- Cálculo de emisiones de CO₂
- Discusión

Indicadores

Análisis / Políticas de desarrollo

Forman bases para
análisis,
formulación de
políticas y su
evaluación



Pueden ser
incorporados en
modelos o pueden
ayudar en chequeos
y validación de
resultados

Estadísticas

Son derivados de
las estadísticas

Modelos

Indicadores de energía

- Indicadores de energía dependen de datos muy agregados, generalmente obtenidos en el **balance energético**
- La metodología según la cual se recolectan estadísticas y se construyen balances debe ser armonizada:
 - Para que se haya comparabilidad de resultados;
 - Para que estudios y análisis sean reproducibles y válidos en otros contextos;
 - Para que se disminuya la confusión de conceptos.
- Para estadísticas de energía (incluso indicadores), la referencia es: *Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas Energéticas* (IRES) de la ONU

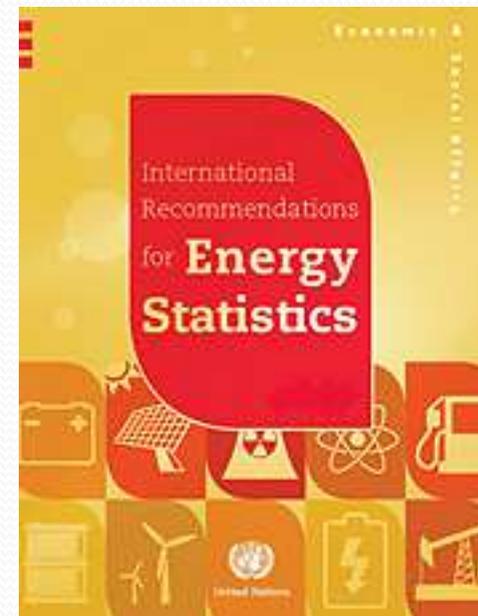
Grupo de Oslo & InterEnerStat

IRES es el resultado de las iniciativas de la Comisión Estadística de la ONU (CENU), a través de los grupos:

- Grupo de Oslo sobre Estadísticas Energéticas
 - Para “contribuir al desarrollo de métodos mejorados y uniformización internacional para estadísticas energéticas oficiales”.
 - Actores principales: países, bajo supervisión de la DENU
- Grupo de Trabajo Inter-secretariado en Estadísticas Energéticas (InterEnerStat).
 - Para armonizar definiciones entre organizaciones internacionales lo cuanto posible
 - Grupo de más de 20 organizaciones internacionales trabajando en el campo de estadísticas energéticas, lideradas por la AIE

Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas Energéticas

- Siguiendo el trabajo de armonización obtenido por InterEnerStat, el Grupo de Oslo ayudó a escribir el texto preliminar de las *Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas Energéticas* (IRES)
- Con el objetivo principal de proveer estándares y orientación para los países, incluyendo:
 - Conceptos y definiciones,
 - Clasificaciones,
 - Fuentes de datos y métodos de compilación,
 - Arreglos institucionales,
 - Y más.
- IRES fue endosada por la CENU en 2011.



Clasificación Uniforme Internacional de los Productos Energéticos (SIEC)

- Primer nivel:
 - 0 Carbón mineral
 - 1 Turba y derivados
 - 2 Esquisto bituminoso / arenas bituminosas
 - 3 Gas natural
 - 4 Petróleo y derivados
 - 5 Biocombustibles
 - 6 Residuos industriales
 - 7 Electricidad
 - 8 Vapor y agua caliente (calor)
 - 9 Combustibles nucleares y otros

Estructura de la SIEC

Ejemplo del detalle:

- **5 Biocombustibles**
 - **51 Biocombustibles sólidos**
 - 511 Leña, residuos y subproductos de madera
 - 5111 Aglomerados de madera
 - 5119 Otra leña, residuos y subproductos de madera
 - 512 Bagazo
 - 513 Desechos animales
 - 514 Licor negro
 - 515 Otros materiales y residuos vegetales
 - 516 Carbón vegetal
 - **52 Biocombustibles líquidos**
 - ...

Definiciones de la SIEC

- **4652 Gasolina de motor**
 - Una mistura de unos hidrocarburos aromáticos (e.g., benceno y tolueno) y alifáticos variando del C₅ al C₁₂. El rango de destilación va de 25°C a 220°C.
 - *Aclaración:* Aditivos son mezclados para mejorar la octanaje, aumentar el rendimiento de la combustión, reducir la oxidación mientras en inventario, mantener la limpieza del motor y aumentar la captura de contaminantes por conversores catalíticos en el sistema de escape. Gasolina de motor también puede contener biogasolina.

Table 3.1: Standard International Energy Product Classification (SIEC)

| SIEC Headings | | | Correspondences | |
|----------------------------------|-------|---|---|--|
| Section / Division / Group | Class | | CPC Ver.2 | HS 2007 |
| 0 | | Coal | | |
| 01 | | Hard coal | | |
| 011 | 0110 | Anthracite | 11010* | 2701.11 |
| 012 | | Bituminous coal | | |
| | 0121 | Coking coal | 11010* | 2701.19 |
| | 0129 | Other bituminous coal | 11010* | 2701.12 |
| 02 | | Brown coal | | |
| 021 | 0210 | Sub-bituminous coal | 11030* | 2702.10* |
| 022 | 0220 | Lignite | 11030* | 2702.10* |
| 03 | | Coal products | | |
| 031 | | Coal coke | | |
| | 0311 | Coke oven coke | 33100* | 2704* |
| | 0312 | Gas coke | 33100* | 2704* |
| | 0313 | Coke breeze | 33100* | 2704* |
| | 0314 | Semi cokes | 33100* | 2704* |
| 032 | 0320 | Patent fuel | 11020 | 2701.20 |
| 033 | 0330 | Brown coal briquettes (BKB) | 11040 | 2702.20 |
| 034 | 0340 | Coal tar | 33200* | 2706 |
| 035 | 0350 | Coke oven gas | 17200* | 2705* |
| 036 | 0360 | Gas works gas (and other manufactured gases for distribution) | 17200* | 2705* |
| 037 | | Recovered gases | | |
| | 0371 | Blast furnace gas | 17200* | 2705* |
| | 0372 | Basic oxygen steel furnace gas | 17200* | 2705* |
| | 0379 | Other recovered gases | 17200* | 2705* |
| 039 | 0390 | Other coal products | 33500*, 34540* | 2707, 2708.10*, .20*, 2712.90* |
| 1 | | Peat and peat products | | |
| 11 | | Peat | | |
| 111 | 1110 | Sod peat | 11050* | 2703* |
| 112 | 1120 | Milled peat | 11050* | 2703* |
| 12 | | Peat products | | |
| 121 | 1210 | Peat briquettes | 11050* | 2703* |
| 129 | 1290 | Other peat products | 11050*, 33100*, 33200*, 33500* | 2703*, 2704*, 2706*, 2712.90* |
| 2 | | Oil shale / oil sands | | |
| 20 | | Oil shale / oil sands | | |
| 200 | 2000 | Oil shale / oil sands | 12030 | 2714.10 |
| 3 | | Natural gas | | |
| 30 | | Natural gas | | |
| 300 | 3000 | Natural gas | 12020 | 2711.11, .21 |
| 4 | | Oil | | |
| 41 | | Conventional crude oil | | |
| 410 | 4100 | Conventional crude oil | 12010* | 2709* |
| 42 | | Natural gas liquids (NGL) | | |

Renovables

- IRES no ofrece definición de energía renovable
 - Difícil de producir una definición técnicamente correcta que incluya/excluya todo que queramos incluido/excluido
 - Difícil separar los conceptos de “renovabilidad” y sostenibilidad
- En su lugar, IRES presenta una lista de productos energéticos y fuentes de energía renovables.

Energía primaria y secundaria

- Qué producto energético es considerado primario y qué producto es considerado secundario se determina usando el principio de usos múltiples:
 - La forma de energía primaria debe ser la primera forma en el proceso de producción para la cual múltiples usos son prácticos.
- Para electricidad y calor, la aplicación de tal principio nos lleva a la siguiente adopción de formas primarias de energía:
 - Calor para las energías nuclear, geotérmica y térmica solar;
 - Electricidad para las energías hidroeléctrica, eólica, marina, y solar fotovoltaica.
- En la falta de mediciones del calor utilizado, se suponen eficiencias de 33.3% para electricidad de origen nuclear o térmica solar, y 10% para electricidad de origen geotérmica.

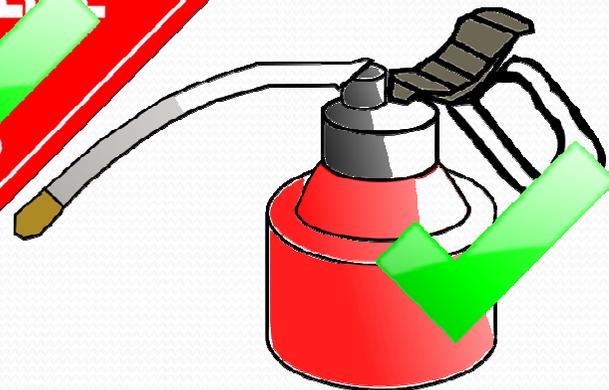
| | Productos primarios | Productos secundarios |
|----------------------|---|--|
| No renovables | <ul style="list-style-type: none"> - Carbón mineral - Turba - Esquistos/arenas bituminosos - Gas natural - Petróleo - Líquidos del gas natural (LGN) - Aditivos y oxigenados - Desechos industriales - Desechos municipales(parcialmente¹) - Calor oriundo de reacciones nucleares - Calor oriundo de procesos químicos | <ul style="list-style-type: none"> - Productos del carbón mineral - Productos de la turba - Materiales de alimentación (<i>feedstocks</i>) - Productos del petróleo - Calor y electricidad oriundos de la quema de combustibles fósiles - Electricidad derivada del calor oriundo de procesos químicos o reacciones nucleares - Cualquier otro producto derivado de productos energéticos no renovables primarios o secundarios |
| Renovables | <ul style="list-style-type: none"> - Biocombustibles (excepto el carbón veg.) - Desechos municipales(parcialmente¹) - Calor oriundo de fuentes renovables², excepto de la quema de biocombustibles - Electricidad oriunda de fuentes renovables², excepto de origen geotérmica, solar térmica o de la quema de biocombustibles | <ul style="list-style-type: none"> - Carbón vegetal - Calor y electricidad oriundos de la combustión de biocombustibles - Electricidad de origen geotérmica o solar térmica - Cualquier otro producto derivado de productos energéticos renovables primarios o secundarios |

2.9 “Productos energéticos” se refiere a productos utilizados exclusivamente o principalmente como fuentes de energía. Biomasa y desechos se incluyen solo cuando usados con propósitos energéticos

- Leña, alcohol excluidos cuando no utilizados como productos energéticos. Combustibles fósiles siempre incluidos por definición, aunque usados para propósitos no energéticos (e.g. lubricantes).
- 5.10: Producción primaria es la captura o extracción de combustibles o energía... dentro del territorio nacional en una forma apropiada para uso.
 - Materia inerte removida de los combustibles extraídos y cantidades reinyectadas, quemadas en antorcha o perdidas no se incluyen.

2.9 “Productos energéticos” se refiere a productos utilizados exclusivamente o principalmente como fuentes de energía. Biomasa y desechos se incluyen solo cuando usados con propósitos energéticos

- Leña, alcohol excluidos cuando no utilizados como productos energéticos.
- Combustibles fósiles siempre incluidos por definición, a menos que usados para propósitos no energéticos (e.g. lubricantes)



Ámbito de las estadísticas energéticas

- 2.18: es importante que datos sobre la producción de energía fuera de las industrias energéticas sean recolectados e incluidos en la producción total de energía.
 - Leña colectada y utilizada fuera de la esfera comercial (por los hogares) necesita ser tomada en cuenta apropiadamente;
 - Subproductos utilizados para fines energéticos (negro) también;
 - Pequeñas refinerías y sus producciones mediante “transformación”.



El concepto de Producción

- 5.10: Producción primaria es la captura o extracción de combustibles o energía... dentro del territorio nacional en una forma apropiada para uso. Materia inerte removida de los combustibles extraídos y cantidades reinyectadas, quemadas en antorcha o perdidas no se incluyen.

Datos de producción de petróleo y gas no deben incluir las cantidades reinyectadas, quemadas o perdidas (tampoco agua, arena, etc.)



Ámbito de las estadísticas energéticas

- 2.18: es importante que datos sobre la producción de energía fuera de las industrias energéticas sean recolectados e incluidos en la producción total de energía.
 - Leña colectada y utilizada fuera de la esfera comercial (por los hogares) necesita ser tomada en cuenta apropiadamente;
 - Subproductos utilizados por las industrias para fines energéticos (e.g., bagazo, licor negro) también;
 - Pequeñas refinerías informales deben tener sus producciones medidas y incluidas bajo “transformación”.

Datos para productos específicos: Carbón mineral y Electricidad

Para cada clase mayor de productos, IRES provee informaciones específicas para recolectar

| | Carbón mineral |
|------------------------|------------------------------|
| Número del Item | Item |
| 2.1 | Producción |
| 2.1.1 | Subterránea |
| 2.1.2 | Superficie |
| 2.2 | Producción de otras orígenes |

| | ELECTRICIDAD |
|------------|---|
| 5.1 | Producción bruta (por tipo de productor, tipo de planta y por proceso de producción) ^a |
| 5.2 | Uso propio |
| 5.3 | Producción neta (por tipo de productor, tipo de planta y por proceso de producción) ^a |
| 5.4 | Uso de productos energéticos (por producto y por tipo de transformación) |

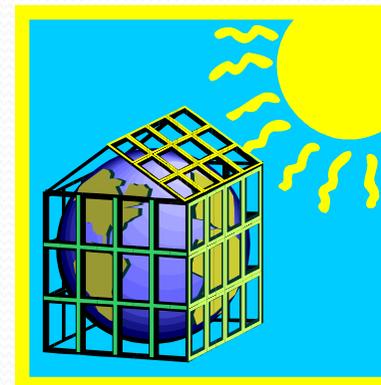
Datos para productos específicos: Gas natural y Petróleo

| Gas natural | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Item number | Data item |
| 3.1 | Production |
| 3.1.1 | Of which: Associated gas |
| 3.1.2 | Of which: Non-associated gas |
| 3.1.3 | Of which: Colliery and Coal Seam Gas |
| 3.2 | Production from other sources |
| 3.3 | Extraction losses ^a |
| 3.3.1 | Of which: gas flared |
| 3.3.2 | Of which: gas vented |
| 3.3.3 | Of which: gas re-injected |
| 3.4 | Gas flared (except during extraction) |
| 3.5 | Gas vented (except during extraction) |

| Petróleo y derivados | |
|-----------------------------|---|
| Item number | Data item |
| 4.1 | Backflows from petrochemical industry to refineries |
| 4.2 | Refinery intake (by products) |
| 4.3 | Refinery losses |
| 4.4 | Direct use (of crude oil, NGL, etc.) |

Bunkers y uso no energético

- IRES 5.14/5: Para propósito de estadísticas energéticas, exclúyense de las exportaciones y de la oferta energética suministros a barcos y aviones en rutas internacionales (Bunkers)
- IRES 5.5: Es importante identificar separadamente el uso no energético en el consumo final.
- ¿Por qué? Ambos son principios importantes en el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero



Valores caloríficos

- Unidades para diseminación: masa (kt) para carbón y petróleo, TJ (valor bruto) para gas natural, TJ (valor neto) para biocombustibles sólidos y desechos (IRES 4.29).
- Valores caloríficos netos (VCN) deben ser usados para recopilar balances in TJ (IRES 4.36), porque el interés está en la energía útil.
 - Además, TJ pertenece al Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Valores caloríficos específicos a cada país deben ser recopilados.
 - Valores caloríficos por defecto deben ser usados solo como un último recurso

Biomasa y desechos de acuerdo con SIEC

| | | | Primario (P) | Renovable (R) |
|---------------|------|--|----------------|-------------------|
| SIEC Headings | | | Secundario (S) | No Renovable (NR) |
| 5 | | Biocombustibles | | R |
| 51 | | Biocombustibles sólidos | | R |
| 511 | | Leña, residuos y subproductos de madera | P | R |
| | 5111 | Aglomerados de madera | P | R |
| | 5119 | Otra leña, residuos y subproductos de madera | P | R |
| 512 | 5120 | Bagazo | P | R |
| 513 | 5130 | Desechos animales | P | R |
| 514 | 5140 | Licor negro | P | R |
| 515 | 5150 | Otros materiales y residuos vegetales | P | R |
| 516 | 5160 | Carbón vegetal | S | R |
| 52 | | Biocombustibles líquidos | P | R |
| 521 | 5210 | Biogasolina | P | R |
| 522 | 5220 | Biodiesel | P | R |
| 523 | 5230 | Bioqueroseno de aviación | P | R |
| 529 | 5290 | Otros biocombustibles líquidos | P | R |
| 53 | | Biogases | P | R |
| 531 | | Biogases de la fermentación anaerobia | P | R |
| 532 | | Biogases oriundos de procesos térmicos | P | R |
| 6 | | Desechos | P | |
| 61 | | Desechos industriales | P | NR |
| 62 | | Desechos municipales | P | R/NR |

- 2.11 *Límites para productos energéticos*. La descripción de los límites del universo de productos energéticos no es siempre clara o simple.
- Por ejemplo, *mazorcas de maíz* pueden ser:
 - (1) quemadas directamente para producir calor;
 - (2) usadas en la producción de etanol como biocombustible,
 - (3) consumidas para alimentación, o
 - (4) echadas fuera como basura.
- De acuerdo con el ámbito de SIEC, tales mazorcas son consideradas productos energéticos para propósitos de las estadísticas energéticas solo en el caso (1) arriba, cuando son quemadas directamente para producir calor (c.f. párrafo 3.10).
- En todos otros casos, ellas o están fuera de los límites para estadísticas energéticas (cuando utilizadas como fuente de comida o echadas fuera), o entran los límites para estadísticas energéticas como otro producto diferente (e.g. etanol).

Oferta de energía renovable

[% de la oferta total de energía - TES]

- La contribución porcentual de los renovables en la oferta total de energía (TES) se define como la proporción entre la oferta renovable de energía y la TES
- TES representa la energía entrando en el territorio nacional por la primera vez, descontada de la energía que sale del territorio nacional (a través de bunkers y exportaciones) y cambios de inventarios. Pues,
- Oferta total de energía =
 - + Producción de energía primaria
 - + Importaciones de energía primaria y secundaria
 - Exportaciones de energía primaria y secundaria
 - Bunkers internacionales (de aviación y marítimos)
 - Cambios de inventarios

Oferta de energía renovable (% de la TES) del balance energético – bloco superior

País

Terajulios

| | Carbón y turba minimaria | Productos de carbon y turba | Petroleo | Derivados del petróleo | Gas natural | Biocomb. y desechos | Nuclear | Electricidad | Calor | Energía total | De la cual: renovable |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|--------------------------|
| 2016 | | | | | | | | | | | |
| Prod primaria | 3400 | | 1234 | | 345 | 4567 | 67 | 234 | 34 | 9881 | 4835 |
| Importaciones | 748 | 158 | 420 | 1024 | 180 | 10 | | 81 | | 2621 | 10 |
| Exportaciones | -319 | -265 | -101 | -873 | -40 | -6 | | -12 | | -1616 | -6 |
| Bunkers (mar) | | | | -28 | | | | | | -28 | |
| Bunkers (aereo) | | | | -78 | | | | | | -78 | |
| Var. invent. | -14 | | 170 | -81 | | | | | | 75 | |
| Oferta total TES | 3815 | -107 | 1723 | -36 | 485 | 4571 | 67 | 303 | 34 | 10855 | 4839 |

En este caso, el indicador sería $4839/10855 = 44.6\%$

Oferta de energía renovable (% de la TES)

Importancia de VCNs específicos

| | Carbón Primario | Biocomb. y desechos | Energía total | De la cual: renovable | VCN por defecto | | Indicador |
|-------------------------|-----------------|---------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------|
| | | | | | Carbón | Leña | |
| 2016 | | | | | | | |
| Prod primaria | 3400 | 4567 | 9881 | 4835 | 25.80 | 9.135 | |
| Importaciones | 748 | 10 | 2621 | 10 | 25.80 | 9.135 | |
| Exportaciones | -319 | -6 | -1616 | -6 | 25.80 | 9.135 | |
| Var. invent. | -14 | | 75 | | 25.80 | | |
| Oferta total TES | 3815 | 4571 | 10855 | 4839 | | | 44.6% |
| 2016 | | | | | VCN Específico | VCN por defecto | |
| Prod primaria | 2649 | 4567 | 9130 | 4835 | 20.10 | 9.135 | |
| Importaciones | 673 | 10 | 2546 | 10 | 23.20 | 9.135 | |
| Exportaciones | -349 | -6 | -1646 | -6 | 28.20 | 9.135 | |
| Var. invent. | -11 | | 78 | | 20.10 | | |
| Oferta total TES | 2962 | 4571 | 10002 | 4839 | | | 48.4% |
| 2016 | | | | | VCN Específico | VCN Específico | |
| Prod primaria | 2649 | 5749 | 10312 | 6017 | 20.10 | 11.50 | |
| Importaciones | 673 | 13 | 2548 | 13 | 23.20 | 11.50 | |
| Exportaciones | -349 | -8 | -1647 | -8 | 28.20 | 11.50 | |
| Var. invent. | -11 | | 78 | | 20.10 | | |
| Oferta total TES | 2962 | 5754 | 11185 | 6012 | | | 53.8% |

Suponiendo que el balance energético de la página anterior fue construido aplicándose VCNs por defecto a las cantidades físicas:

- 25.8 GJ/ton para carbón (otro carbón bituminoso)
- 9.135 GJ/m³ para leña (componiendo toda la biomasa)

Electricidad Renovable

[% del total generado]

- Este indicador se refiere a la porcentaje de la generación de electricidad oriunda de fuentes renovables, sin consideración si la electricidad es la forma primaria o una forma secundaria de energía.
- Fuentes renovables de electricidad: hidro, eólica, solar (fotovoltaica y solar térmica), geotérmica, marina, así como la combustión de biocombustibles y desechos renovables.
 - Se excluye la electricidad nuclear, pero hay un indicador relacionado en que ella estaría incluida (electricidad no basada en carbono)
- Un balance energético propiamente construido puede ser usado para derivar tal indicador (pero no es necesario)

Electricidad Renovable

[% del total generado] valor obtenido del balance

| | Carbón primario | Bio combustibles | Nuclear | Electricidad | Calor | Energía total | De la cual: renovable |
|-------------------------|-----------------|------------------|------------|--------------|------------|---------------|-----------------------|
| 2017 | | | | | | | |
| Prod primaria | 3400 | 4567 | 67 | 234 | 34 | 9881 | 4835 |
| Importaciones | 748 | 10 | | 81 | | 2621 | 10 |
| Exportaciones | -319 | -6 | | -12 | | -1616 | -6 |
| Bunkers (mar) | | | | | | -28 | |
| Bunkers (aereo) | | | | | | -78 | |
| Var. invent. | -14 | | | | | 75 | |
| Oferta total TES | 3815 | 4571 | 67 | 303 | 34 | 10855 | 4839 |
| Ajuste estadístico | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| Transferencias | | | | | | | |
| Transformación | -2201 | -780 | -67 | 870 | 587 | -1661 | -124 |
| Electricidad | -1601 | | -67 | 701 | | -1267 | |
| Cogeneración | -300 | -780 | | 169 | 587 | -324 | -124 |

No es siempre posible obtener. En este caso, se necesita separar la electricidad y el calor oriundos de los biocombustibles de aquellos oriundos del carbón en plantas de cogeneración. Sin embargo, datos de electricidad son en general suficientemente detallados para proveer tal info.²⁹

Proporción de bioenergía en el total de la producción (primaria) de energía renovable

- Bioenergía es la energía oriunda de biocombustibles, incluyendo tipos diferentes de desechos y subproductos, tal como el bagazo y el licor negro
- Proporción de bioenergía en el total de la producción (primaria) de energía renovable = $(\text{Producción primaria de biocombustibles} / \text{Producción primaria de energía renovable}) * 100$
 - Diferencia: producción primaria de electricidad y de calor (excluyendo el calor nuclear)
- Se tiene en cuenta solo la producción primaria para evitar que se cuente la misma energía dos veces (se excluye el carbón vegetal)
- Como solo se considera la producción primaria de energía, el indicador puede fácilmente ser derivado de un balance energético

Proporción de bioenergía en el total de la energía renovable (extraída de los balances)

país

Terajulios

| | Carbón y turba navaianas | Productos de carbon y turba | Petroleo | Derivados del petróleo | Gas natural | Biocomb. y desechos | Nuclear | Electricidad | Calor | Energía total | De la cual: renovable |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|---------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|-----------------------|
| 2012 | | | | | | | | | | | |
| Prod primaria | 3400 | | 1234 | | 345 | 4567 | 67 | 234 | 34 | 9881 | 4835 |
| Importaciones | 748 | 158 | 420 | 1024 | 180 | 10 | | 81 | | 2621 | 10 |
| Exportaciones | -319 | -265 | -101 | -873 | -40 | -6 | | -12 | | -1616 | -6 |
| Bunkers (mar) | | | | -28 | | | | | | -28 | |
| Bunkers (aereo) | | | | -78 | | | | | | -78 | |
| Var. invent. | -14 | | 170 | -81 | | | | | | 75 | |
| Oferta total TES | 3815 | -107 | 1723 | -36 | 485 | 4571 | 67 | 303 | 34 | 10855 | 4839 |

En este caso, el indicador sería $4567/4835 = 94.5\%$

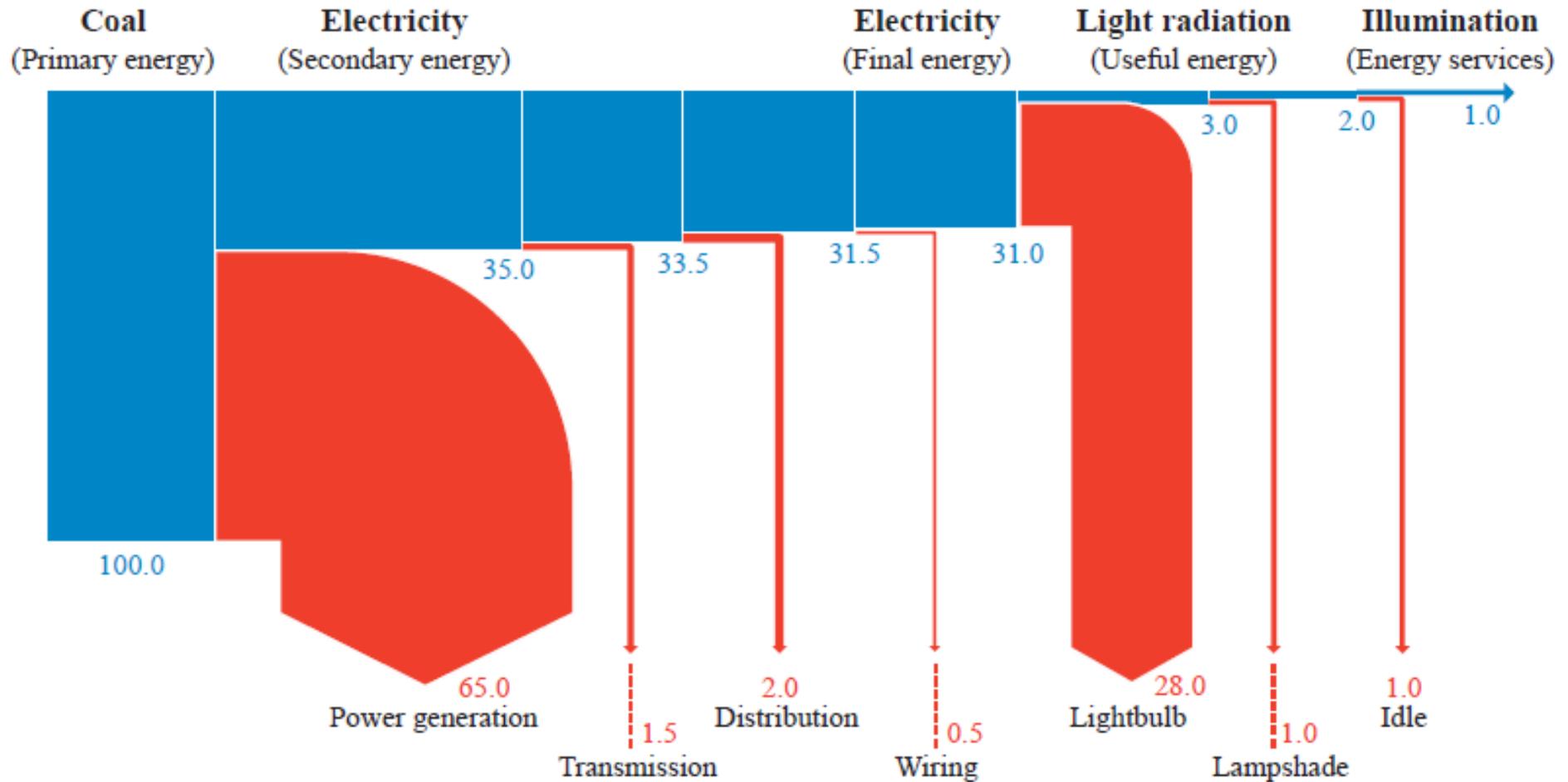
Proportion of bioenergy in total renewable energy production (specific NCVs)

| | Biofuels and waste | | Total energy | of which: renewable | default fuelwood NCVs | Indicator |
|----------------------------|--------------------|--|--------------|---------------------|-----------------------|-----------|
| 2012 | | | | | | |
| Primary production | 4567 | | 9881 | 4835 | 9.135 | 94.5% |
| Imports | 10 | | 2621 | 10 | 9.135 | |
| Exports | -6 | | -1616 | -6 | 9.135 | |
| Stock changes | | | 75 | | | |
| Total energy supply | 4571 | | 10855 | 4839 | | |
| 2012 | | | | | | |
| Primary production | 5749 | | 10312 | 6017 | 11.50 | 95.5% |
| Imports | 13 | | 2548 | 13 | 11.50 | |
| Exports | -8 | | -1647 | -8 | 11.50 | |
| Stock changes | | | 78 | | | |
| Total energy supply | 5754 | | 11185 | 6012 | | |

Based on an assumption that the energy balance in the previous page was based on applying default NCVs from physical quantities:

- 9.135 GJ/m³ for fuelwood (making all biomass)
- In this case, not a big difference because the indicator was already close to 100%

Eficiencia energética desde la generación al uso final



Eficiencia de centrales termoeléctricas

| Guatemala | | | | | | |
|--|-------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Item | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Combustible fuel input | Terajoules | | | | | |
| Hard Coal | 12668 | 12694 | 14939 | 22511 | 24345 | 34899 |
| Gas-diesel oil | 43 | 344 | 86 | 340 | 340 | 138 |
| Fuel oil | 17412 | 16524 | 15716 | 19080 | 11966 | 13537 |
| Bagasse | *46597 | *72189 | *75799 | 80657 | 80657 | 80221 |
| Total input | *76720 | *101750 | *106540 | 122587 | 117308 | 128795 |
| Total production | 17182 | 15754 | 16671 | 18548 | 19911 | 18583 |
| Estimated efficiency (% of production to input) | 22 | 15 | 16 | 15 | 17 | 14 |

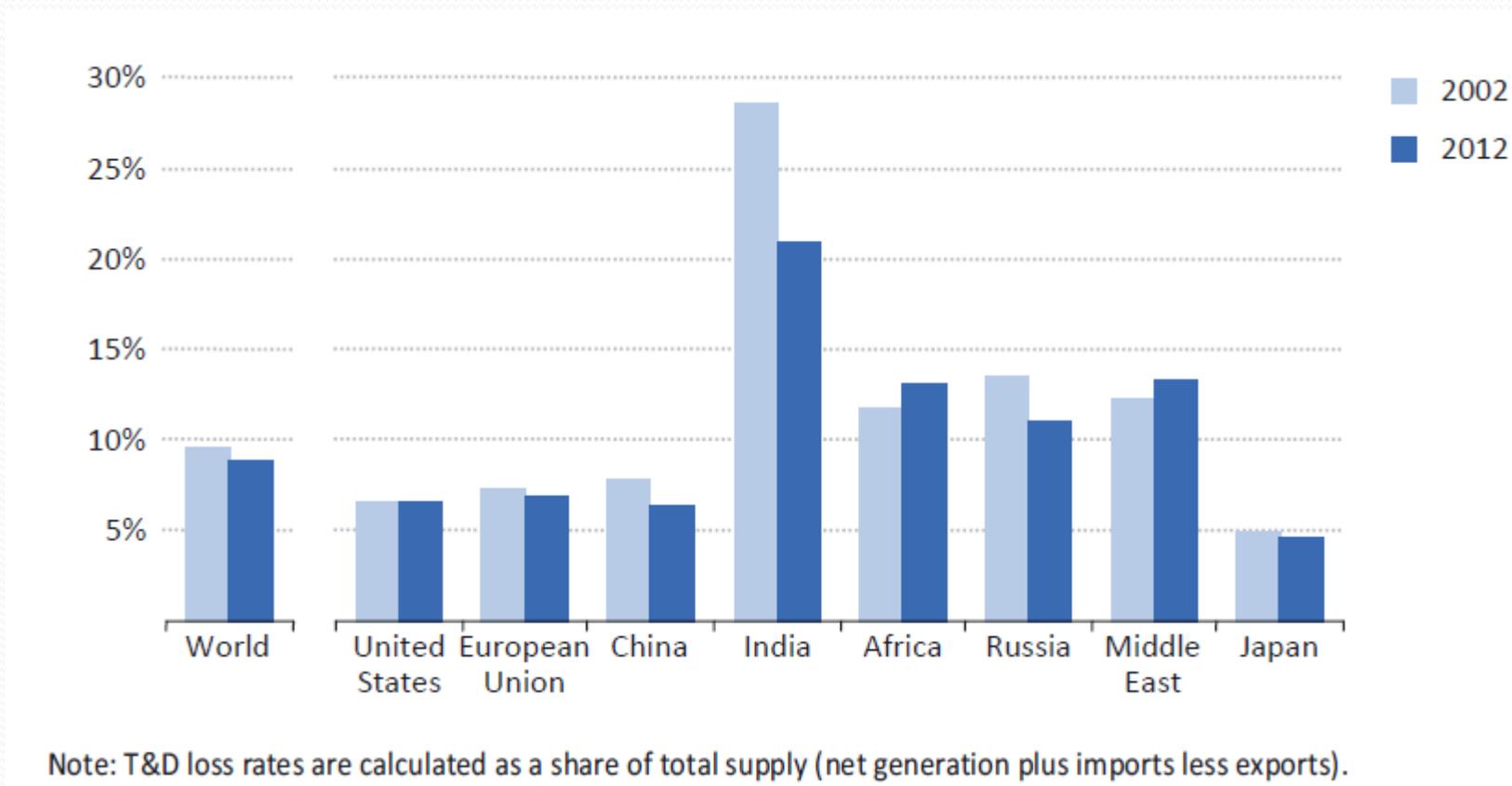
- Fuente: UNSD electricity profiles (perfiles de electricidad)

Eficiencia en la transformación de energía

| | Carbón y turba primarios | Productos de carbon y turba | Petroleo | Derivados del petróleo | Gas natural | Biocomb. y desechos | Nuclear | Electricidad | Calor | Energía total | De la cual: renovable |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|------------------------|-------------|---------------------|------------|--------------|-------------|---------------|-----------------------|
| Transformación | -2201 | 270 | -1680 | 1640 | -300 | -780 | -67 | 870 | 587 | -1661 | -124 |
| Centrales eléctricas | -1601 | | | | -300 | | -67 | 701 | | -1267 | |
| Cogeneración | -300 | | | | | -780 | | 169 | 587 | -324 | -124 |
| Centrales térmicas (calor) | | | | | | | | | | 0 | |
| Coquerías | -257 | 240 | | | | | | | | -17 | |
| Briquetas | -43 | 40 | | | | | | | | -3 | |
| Centrales de licuefacción | | | | | | | | | | 0 | |
| Plantas de gas | | | | | | | | | | 0 | |
| Altos hornos | | -10 | | | | | | | | -10 | |
| Procesamiento de gas | | | -200 | 190 | | | | | | -10 | |
| Refinerías | | | -1480 | 1450 | | | | | | -30 | |
| Otra transformación | | | | | | | | | | 0 | |
| Uso propio (inds. energ.) | -87 | -31 | -30 | | -43 | | | -89 | -124 | -404 | X |

- En nivel nacional se puede tener idea de las eficiencias de transformación por tipo mirando un balance energético
- Sin embargo, se necesitan estadísticas más detalladas para las conocer más precisamente (y VCNs específicos)
- Además, micro datos para conocer las eficiencias individuales de cada planta

Eficiencia de la transmisión y la distribución



- Pérdidas de transmisión y distribución (fuente: AIE)
- Tamaño del país, pérdidas no técnicas (hurto) y mantenimiento afectan tales números

Eficiencia de los electrodomésticos

Energía
Fabricante: ABC
Modelo: 123

Logo: ABC 123

Más eficiente

Ahorro 45%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

Ahorro 45-25%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

Ahorro 10-25%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

Consumo normal
10-25%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

gasto 0-10%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

gasto 10-25%
DE CONSUMO ENERGÉTICO

Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año
Sobre la base del resultado obtenido en 24 h, en condiciones de ensayo normalizadas.
El consumo real depende de las condiciones de utilización del aparato y de su localización: XYZ

Volumen alimentos frescos l: xyz
Volumen alimentos congelados l: xyz

Ruido dB(A) re 1 pW: xz

Ficha de información de los folletos del producto
Norma EN 60445 Directiva 95/12/CE etiquetado de re

Energy rating 1 to 5-star
Appliance energy rating (equals the number of stars)
Model information
Energy consumption (in kWh/year)
Energy savings is based on comparison with a three-star rated model

Singapore

United States

Viet Nam

Canada

European Union

South Africa

Hongkong, China

Australia

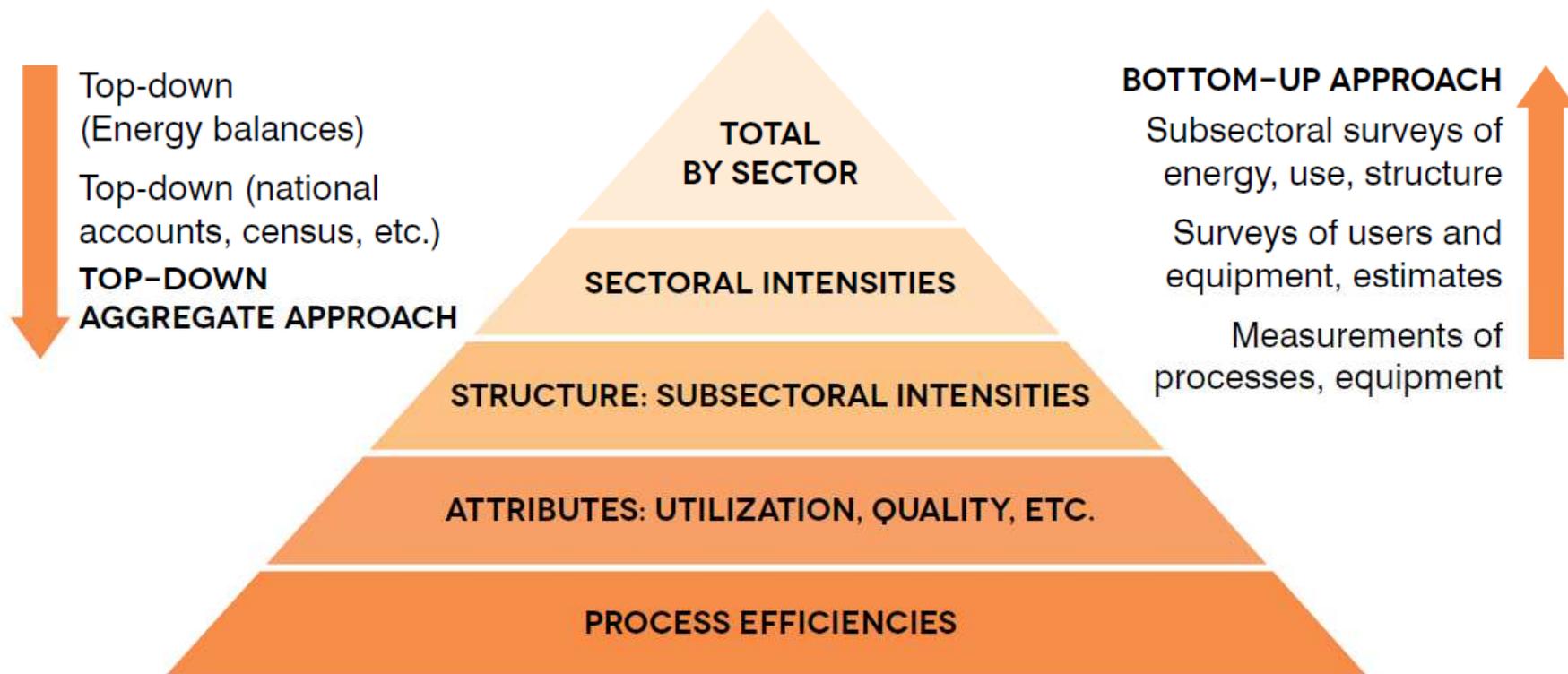


FIGURE 3.1 PYRAMID OF ENERGY EFFICIENCY INDICATORS

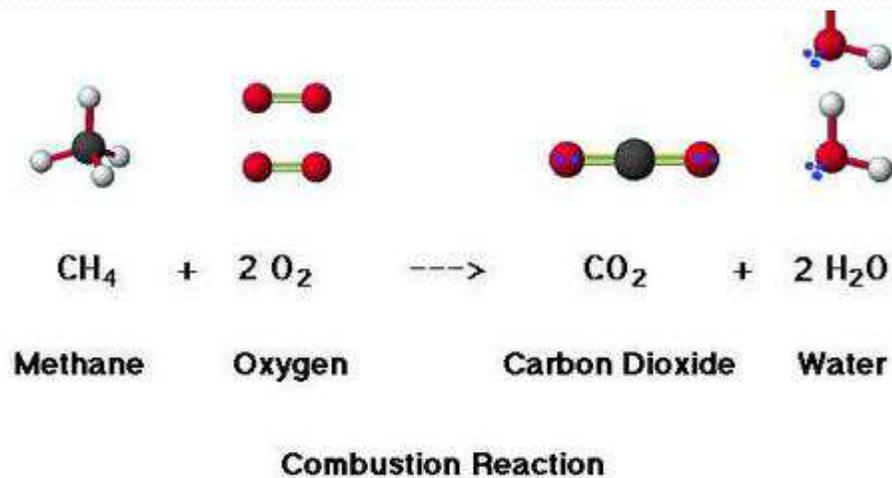
SOURCE: MARTIN AND OTHERS 1995; IEA 1997; PHYLIPSEN 2010.

Cálculo de las emisiones - Intro

- Sistemas energéticos son en parte dependientes de la quema de combustibles fósiles.
- Durante la combustión de los combustibles fósiles, el hidrogeno de los combustibles se combina con el oxigeno en dióxido de carbono (CO₂) y agua, liberando la energía química almacenada en forma de calor.



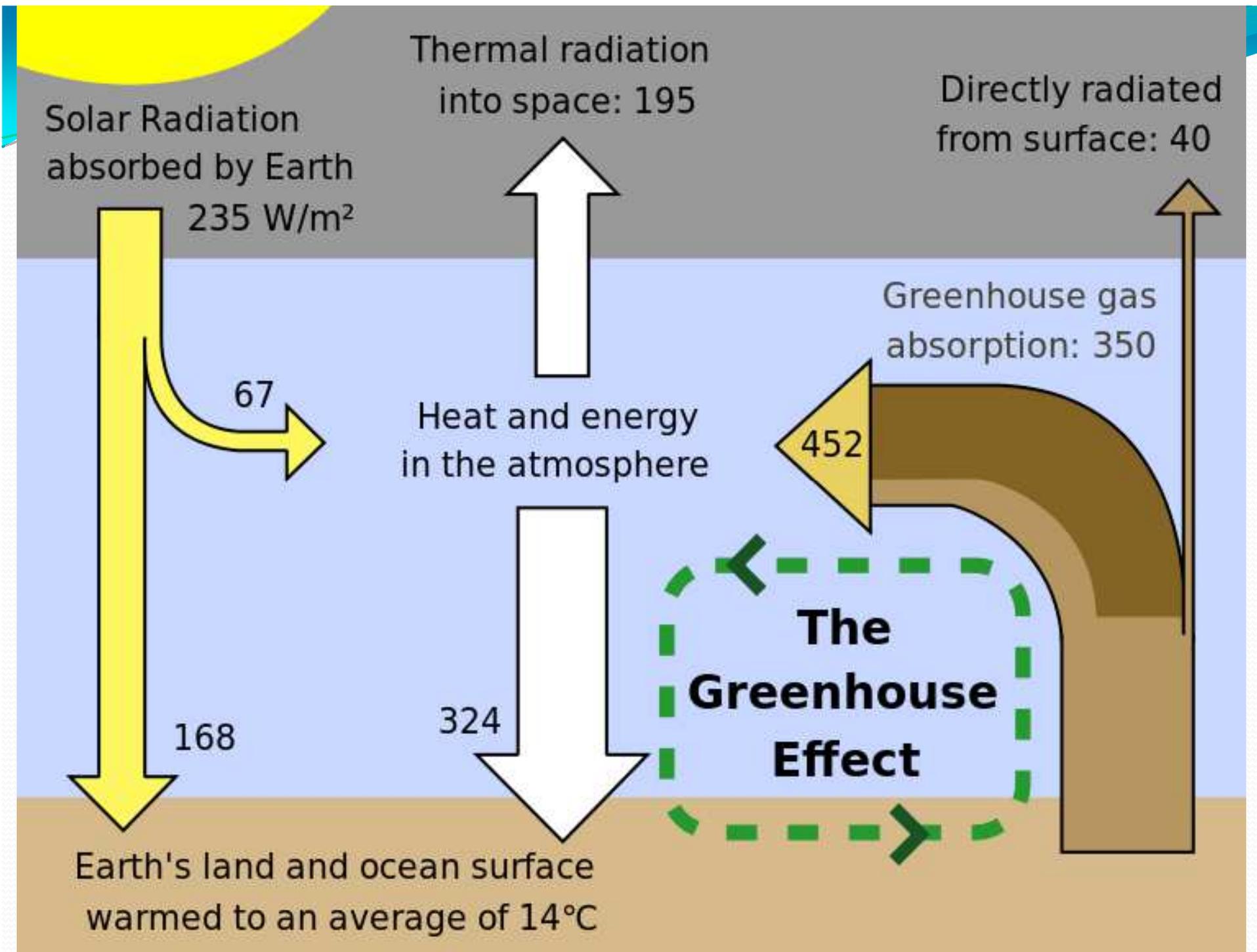
- Este calor es generado (con pérdidas) y usado para mover vehículos mecánicos, a través de motores de transporte.



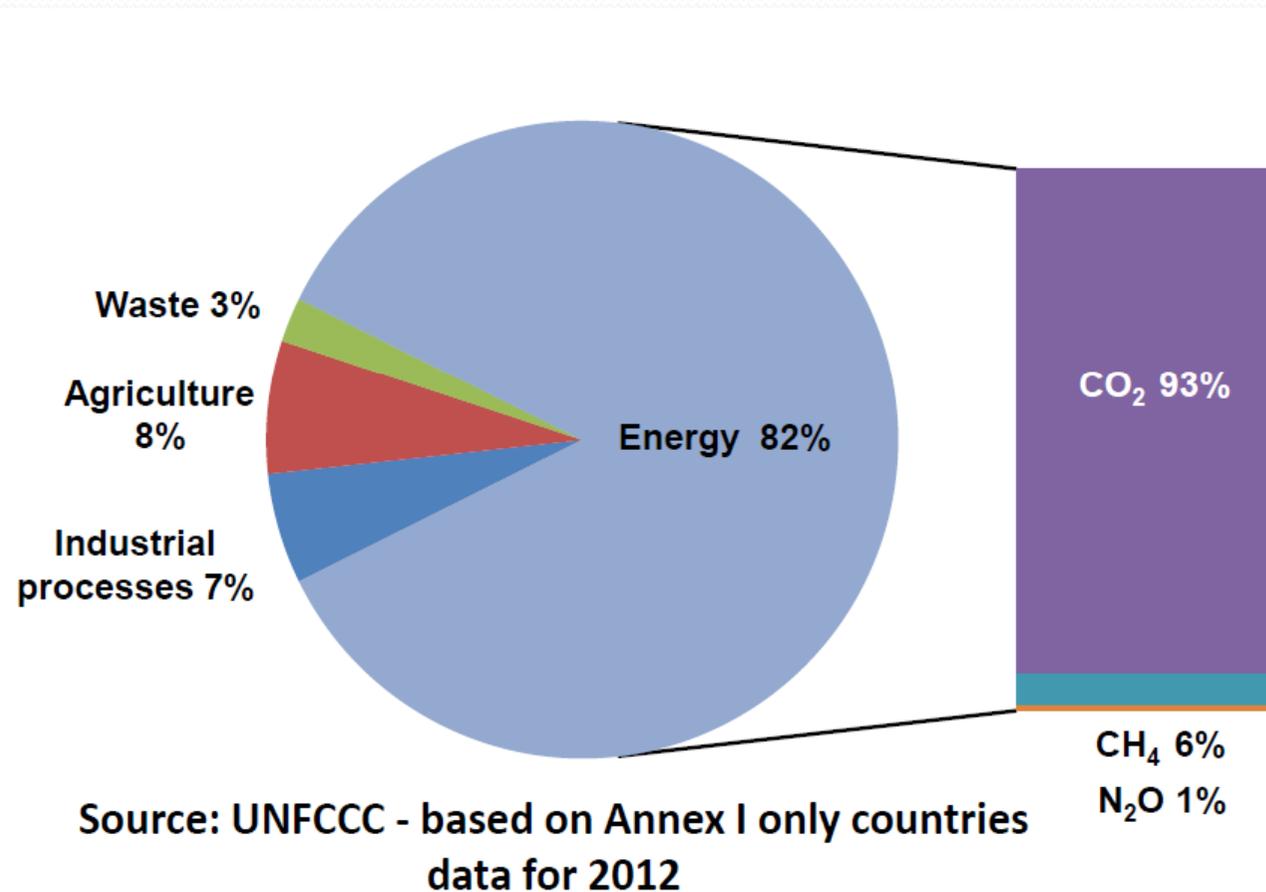
Este calor es generado o usado para mover vehículos mecánicos, a través de motores de transporte.

Cálculo de las emisiones - Intro

- Sistemas energéticos son por la mayor parte dependientes de la quema de combustibles fósiles
- Durante la combustión, el carbono y el hidrogeno de los combustibles fósiles son convertidos en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) principalmente, liberando la energía química del combustible en forma de calor.
- Este calor es generalmente o usado directamente o usado (con pérdidas de conversión) para producir energía mecánica, a menudo para generar electricidad o para transporte.

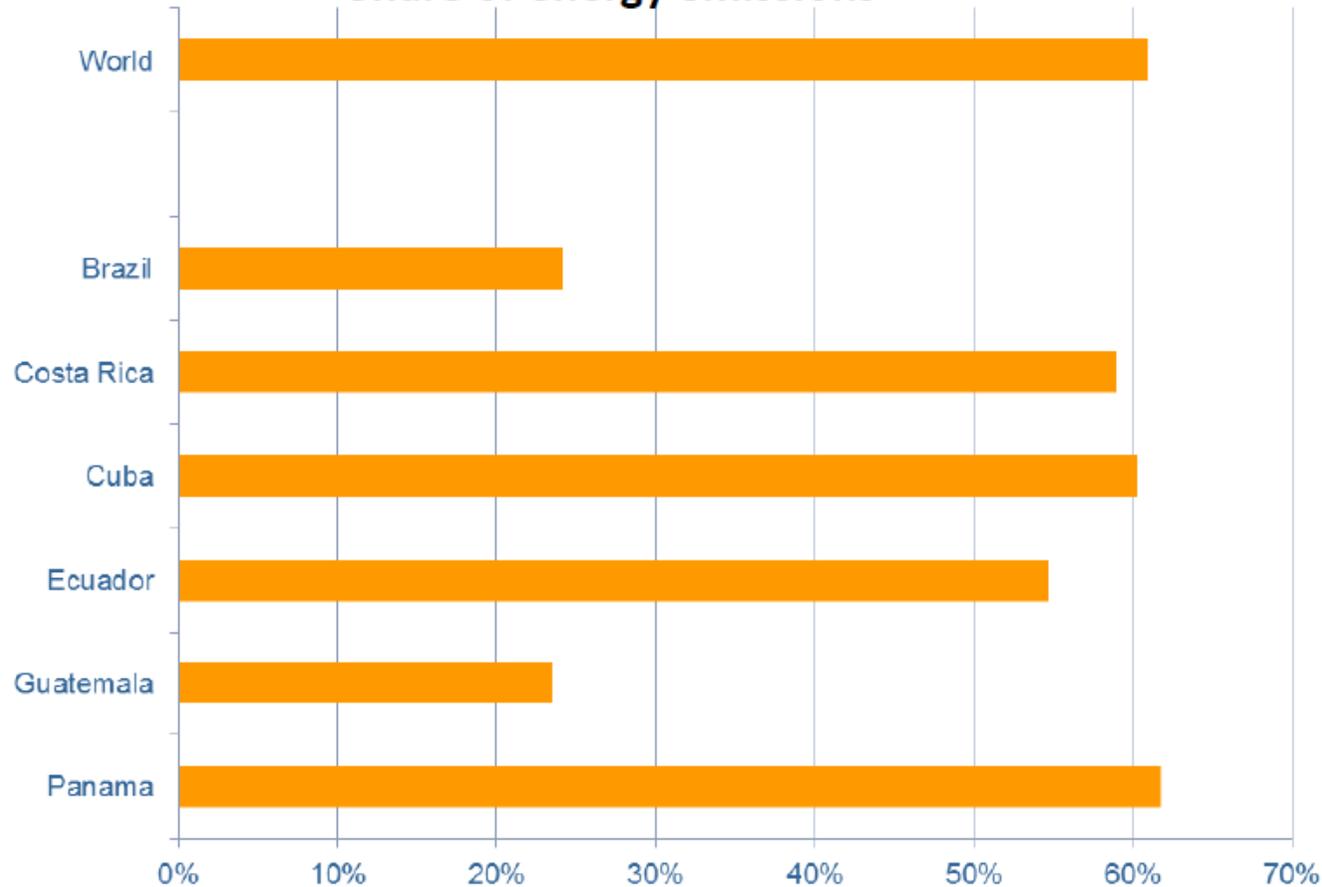


Energía y su papel en las emisiones de GEI y proporción del CO₂



CO₂ oriundo del uso de energía constituye la gran mayoría de las emisiones de GEI

Share of energy emissions



Source: IEA / EDGAR estimates, 2014

- Sin embargo, la proporción varía entre países
- Circunstancias deben ser tomadas en cuenta (el clima, la dependencia de la economía en industrias con uso intensivo de energía, etc)

IPCC

- El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el órgano líder para el estudio del cambio climático.
- Fue establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988
- En el mismo año, fue endosada por la Asamblea General de las NNUU.
- Actualmente, 195 países son miembros del IPCC.

Metodología IPCC para estimar emisiones de CO₂

- Defínese el sector energético como:
 - exploración y explotación de fuentes primarias de energía
 - conversión de fuentes primarias de energía en formas de energía más útiles en refinerías y usinas de electricidad
 - transmisión y distribución de combustibles
 - Uso de combustibles en aplicaciones móviles y inmóviles
- Emisiones se originan de estas actividades por combustión y fuga, o sea, escape sin combustión

Metodología IPCC para estimar emisiones de CO₂

- Típicamente, solo una pequeña proporción del total de emisiones del sector energético ocurren como *emisiones fugitivas* de la extracción, transformación y transporte de portadores de energía primaria.
- Ejemplo son el escape de gas natural y las emisiones de metano durante la extracción de carbón y quemas en antorcha durante la extracción de gas y petróleo y posterior refinación.
 - Tales ítems no hacen parte del ámbito de las estadísticas energéticas, pero pueden/deben ser colectados a fines informativos

Conversión a unidades de energía

- En estadísticas de energía y otras recopilaciones de datos, producción y consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos son especificados en medidas físicas, e.g. en toneladas o metros cúbicos.
- Para convertir esos datos a unidades comunes de energía, e.g. toneladas a terajulios, se necesitan valores caloríficos. ¡Esto ya se hace en la construcción de los balances energéticos!
- Las directrices del IPCC usan valores caloríficos netos (VCNs), expresados en unidades del SI o múltiplos (e.g., TJ/Mg).
 - Algunas oficinas estadísticas usan valores caloríficos brutos (VCBs). La diferencia entre VCN y VCB es el calor latente de la vaporización del agua producida durante la combustión. Si países usan los VCBs, deben informarlo.
 - Para carbón y petróleo el VCN es cerca de 5% menos que el VCB. Para la mayoría de las formas de gas natural o manufacturado, el VCN es cerca de 10% menor.

Metodología IPCC

Conversión a unidades de energía

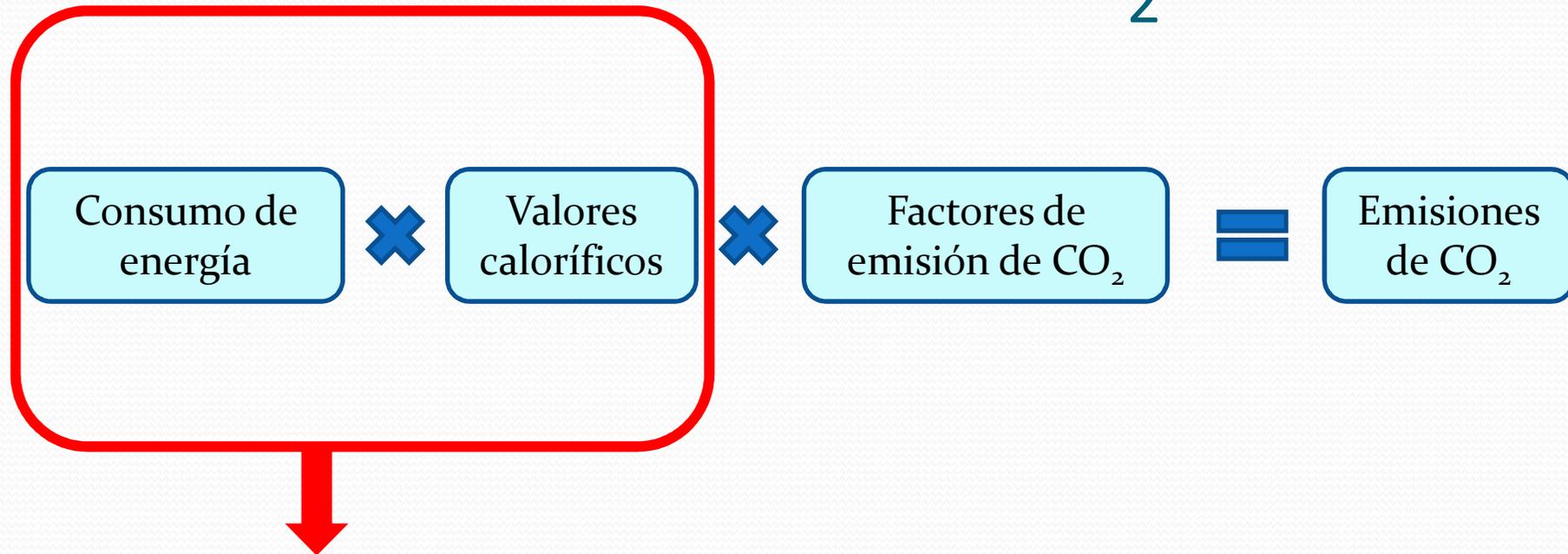
TABLE 1.2
DEFAULT NET CALORIFIC VALUES (NCVS) AND LOWER AND UPPER LIMITS OF THE 95% CONFIDENCE INTERVALS ¹

| Fuel type English description | | Net calorific value (TJ/Gg) | Lower | Upper |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------|-------|
| Crude Oil | | 42.3 | 40.1 | 44.8 |
| Orimulsion | | 27.5 | 27.5 | 28.3 |
| Natural Gas Liquids | | 44.2 | 40.9 | 46.9 |
| Gasoline | Motor Gasoline | 44.3 | 42.5 | 44.8 |
| | Aviation Gasoline | 44.3 | 42.5 | 44.8 |
| | Jet Gasoline | 44.3 | 42.5 | 44.8 |
| Jet Kerosene | | 44.1 | 42.0 | 45.0 |
| Other Kerosene | | 43.8 | 42.4 | 45.2 |
| Shale Oil | | 38.1 | 32.1 | 45.2 |
| Gas/Diesel Oil | | 43.0 | 41.4 | 43.3 |
| Residual Fuel Oil | | 40.4 | 39.8 | 41.7 |
| Liquefied Petroleum Gases | | 47.3 | 44.8 | 52.2 |

- Tabla (parcial) del IPCC 2006
- Mismos valores por defecto que IRES, y que son usados para construir balances energéticos **en la ausencia de factores específicos**

Metodología IPCC

emisiones de CO₂



- **Valores energéticos:** Capturados en el balance energético
- Del balance energético hacia las estimativas de emisión de CO₂, solo se necesita multiplicar los valores energéticos por factores de emisión de CO₂

Metodología IPCC - Factores de emisión de CO₂ por defecto

TABLE 1.4
DEFAULT CO₂ EMISSION FACTORS FOR COMBUSTION¹

| Fuel type English description | Default carbon content (kg/GJ) | Default carbon oxidation factor | Effective CO ₂ emission factor (kg/TJ) ² | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|--------|--------|
| | | | Default value ³ | 95% confidence interval | | |
| | | | | Lower | Upper | |
| | A | B | $C=A*B*44/12*1000$ | | | |
| Crude Oil | 20.0 | 1 | 73 300 | 71 100 | 75 500 | |
| Orimulsion | 21.0 | 1 | 77 000 | 69 300 | 85 400 | |
| Natural Gas Liquids | 17.5 | 1 | 64 200 | 58 300 | 70 400 | |
| Gasoline | Motor Gasoline | 18.9 | 1 | 69 300 | 67 500 | 73 000 |
| | Aviation Gasoline | 19.1 | 1 | 70 000 | 67 500 | 73 000 |
| | Jet Gasoline | 19.1 | 1 | 70 000 | 67 500 | 73 000 |
| Jet Kerosene | 19.5 | 1 | 71 500 | 69 700 | 74 400 | |
| Other Kerosene | 19.6 | 1 | 71 900 | 70 800 | 73 700 | |

- Extracto de la Directrices del IPCC 2006 con algunos factores de emisión por defecto
- Note la incertidumbre dada por los intervalos de confianza de 95%

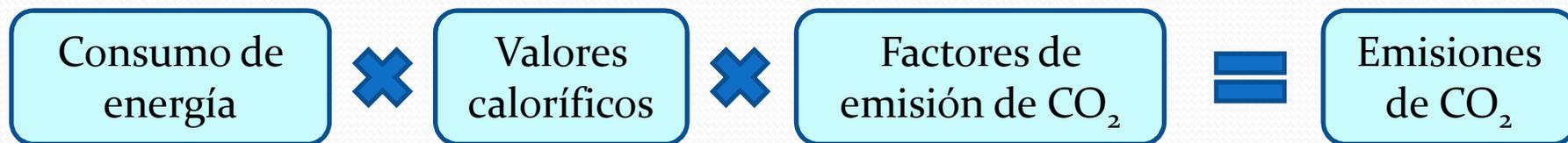
Metodología IPCC

emisiones de CO₂

| | | | | | |
|----------------------|--|---|--------------------------|---|---|
| Sector | Energy | | | | |
| Category | Fuel combustion activities | | | | |
| Category Code | 1A ^(a) | | | | |
| Sheet | 1 of 4 (CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1) | | | | |
| | Energy consumption | | | CO ₂ | |
| | A Consumption (Mass, Volume or Energy unit) | B Conversion Factor ^(b) (TJ/unit) | C Consumption (TJ) | D CO ₂ Emission Factor (kg CO ₂ /TJ) | E CO ₂ Emissions (Gg CO ₂) |
| | | | C=A*B | | E=C*D/10⁶ |
| Liquid fuels | | | | | |
| Crude Oil | 10 kt (or Gg) | 42 TJ/kt | 420 | 73300 | 30.79 |
| Orimulsion | | | | | |
| Natural Gas Liquids | | | | | |
| Motor Gasoline | | | | | |
| Aviation Gasoline | | | | | |
| Jet Gasoline | | | | | |
| Jet Kerosene | | | | | |
| Other Kerosene | | | | | |

Metodología IPCC

emisiones de CO₂



Dos métodos:

- De referencia (o de arriba hacia abajo), basado en el TES
 - Una primera estimativa de las emisiones nacionales de GEI basada en la oferta de energía suplida al país
 - Chequeo de calidad para el método...
- Sectorial (o de abajo hacia arriba), basado en el consumo final (detallado)
 - Este método tiene 3 niveles que serán discutidos después

País

Terajulios

| | De la cual: renovable | Energía total | Calor | Electricidad | Nuclear | Biocomb. y desechos | Gas natural | Derivados del petróleo | Petroleo | Productos de carbón y turba | Carbón y turba primaria |
|-------------------------|--------------------------|---------------|-----------|--------------|-----------|------------------------|-------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 2016 | | | | | | | | | | | |
| Prod primaria | 4835 | 9881 | 34 | 234 | 67 | 4567 | 345 | | 1234 | | 3400 |
| Importaciones | 10 | 2621 | | 81 | | 10 | 180 | 1024 | 420 | 158 | 748 |
| Exportaciones | -6 | -1616 | | -12 | | -6 | -40 | -873 | -101 | -265 | -319 |
| Bunkers (mar) | | -28 | | | | | | -28 | | | |
| Bunkers (aereo) | | -78 | | | | | | -78 | | | |
| Var. invent. | | 75 | | | | | | -81 | 170 | | -14 |
| Oferta total TES | 4839 | 10855 | 34 | 303 | 67 | 4571 | 485 | -36 | 1723 | -107 | 3815 |

- Oferta de energía: base para el método de referencia (o estimaciones “de arriba hacia abajo”)
- Nótese los pesos relativos de las fuentes

| | Coal and peat | Crude oil | Oil products | Natural gas | Nuclear | Hydro | Geothermal, solar, etc. | Biofuels and waste | Electricity | Heat | Total* |
|--------------------------------|---------------|-----------|--------------|-------------|---------|-------|-------------------------|--------------------|-------------|------|--------|
| Total final consumption | 3117 | 0 | 90009 | 55912 | 0 | 0 | 0 | 9766 | 44625 | 546 | 203975 |
| Industry | 2450 | 0 | 6067 | 23876 | 0 | 0 | 0 | 5840 | 17698 | 545 | 56476 |
| Transport | 0 | 0 | 54404 | 2436 | 0 | 0 | 0 | 1637 | 331 | 0 | 58808 |
| Other | 33 | 0 | 8935 | 26208 | 0 | 0 | 0 | 2289 | 26596 | 0 | 64062 |
| Residential | 33 | 0 | 2647 | 14661 | 0 | 0 | 0 | 2279 | 13161 | 0 | 32782 |
| Commercial and public services | 0 | 0 | 3008 | 10823 | 0 | 0 | 0 | 10 | 12623 | 0 | 26464 |
| Agriculture / forestry | 0 | 0 | 3280 | 724 | 0 | 0 | 0 | 0 | 812 | 0 | 4816 |
| Fishing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Non-specified | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Non-energy use | 634 | 0 | 20603 | 3392 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24629 |

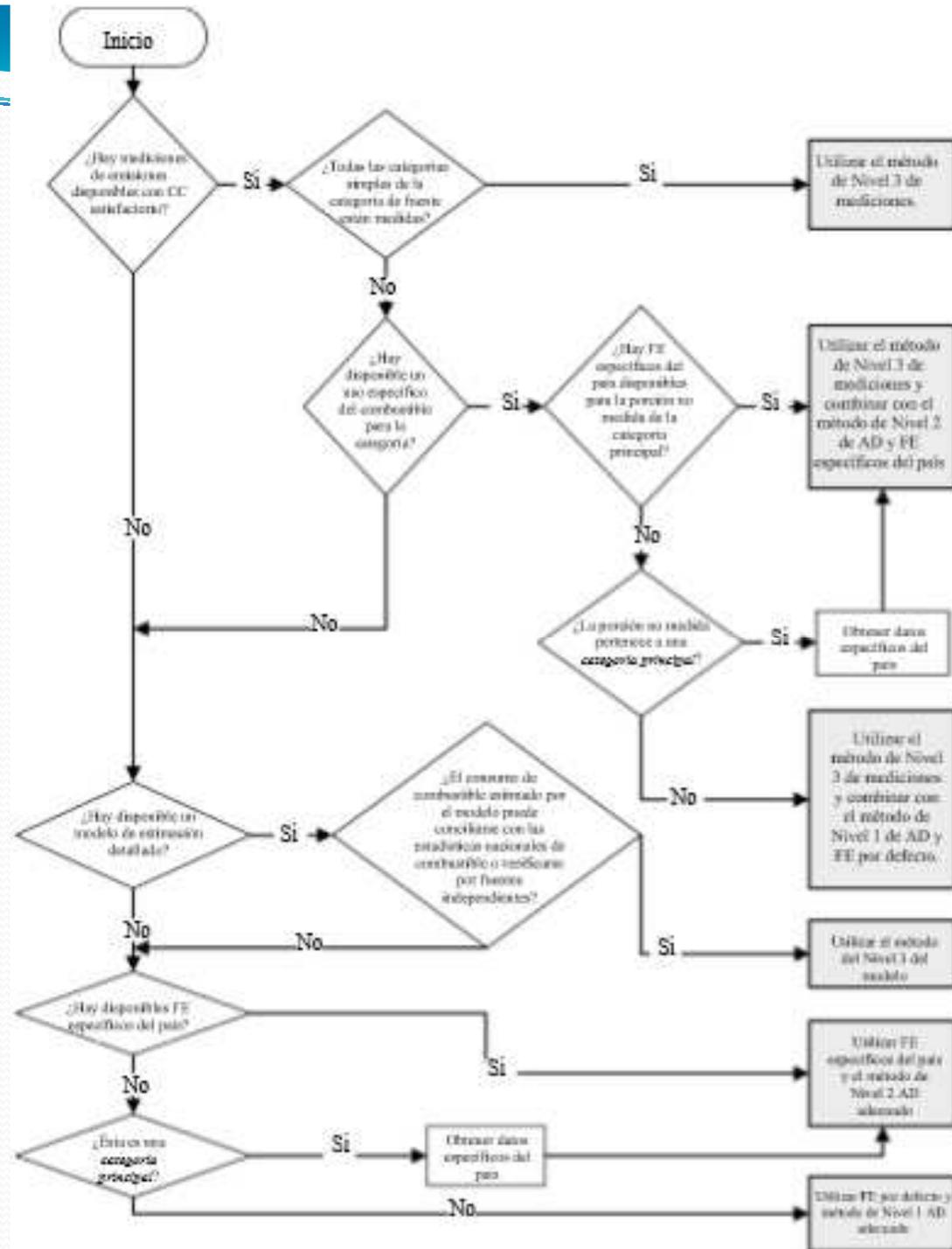
- Consumo final: base para el método por sectores o estimaciones “de abajo hacia arriba”

Método por sectores - Niveles

- **Nivel 1**
 - El método se basa en el combustible, puesto que las emisiones de todas las fuentes de combustión pueden estimarse sobre la base de las **cantidades de combustible quemado** (normalmente a partir de las estadísticas de energía nacionales) y **los factores de emisión promedio**.
 - Están disponibles los factores de emisión del Nivel 1 para todos los gases directos de efecto invernadero pertinentes.
- **Nivel 2**
 - Se estiman las emisiones de la combustión a partir de estadísticas similares de combustible, como las utilizadas en el método del Nivel 1, **pero se utilizan factores de emisión específicos del país** en lugar de los factores por defecto de dicho nivel.
- **Nivel 3**
 - **Se utilizan modelos detallados de emisión o mediciones y datos del nivel de la planta individual**, según corresponda.
 - Si los aplica correctamente, resultan mejores estimaciones para los gases de efecto invernadero no CO₂, pero exigen información más detallada y un mayor esfuerzo (para CO₂ solamente, en general no vale la pena)

Árbol de decisión para niveles

- Se puede usar diferentes niveles para distintas fuentes, dentro del total nacional
- No vale la pena usar el Nivel 3 para CO₂ solo
- Para los dos otros niveles, estadísticas energéticas son cruciales
- La diferencia es la especificidad de los valores caloríficos y factores de emisión



Metodología IPCC – colecta de datos

- Definiciones armonizadas de productos energéticos disponibles en IRES para todos los productos de la SIEC
- Balances energéticos propiamente construidos permiten asignar emisiones a los sectores
 - Así como tomar las exclusiones en cuenta (e.g., bunkers vs. transporte interno)

The diagram illustrates the energy flow process: **Supply** (Production, Imports, Exports, bunkers) leads to **Transformation** (Stock changes, TPES, various plants), which then leads to **Final consumption** (Industry, Transport, Residential, Commercial and public services).

| 2011 | Indicators | Balances | | Coal and Peat | | Electricity and Heat | | n |
|------|----------------------------------|---------------|-----------|---------------|-------------|----------------------|--------|---|
| | | Coal and peat | Crude oil | Oil products | Natural gas | Nuclear | Hydro | |
| | Production | 32660 | 173217 | 0 | 132240 | 24390 | 32309 | |
| | Imports | 6964 | 34810 | 12790 | 25060 | 0 | 0 | |
| | Exports | -20078 | -118761 | -19053 | -78831 | 0 | 0 | |
| | International marine bunkers** | 0 | 0 | -524 | 0 | 0 | 0 | |
| | International aviation bunkers** | 0 | 0 | -1214 | 0 | 0 | 0 | |
| | Stock changes | 66 | 1064 | -206 | 2092 | 0 | 0 | |
| | TPES | 19603 | 90130 | -8207 | 83565 | 24390 | 32309 | |
| | Transfers | 0 | -3781 | 7993 | 0 | 0 | 0 | |
| | Statistical differences | 2329 | -4995 | -4579 | 2410 | 0 | 0 | |
| | Electricity plants | -17629 | 0 | -1820 | -10624 | -24390 | -22309 | |
| | CHP plants | 0 | 0 | -41 | -2469 | 0 | 0 | |
| | Heat plants | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Gas works | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Oil refineries | 0 | -91737 | 85401 | -846 | 0 | 0 | |
| | Coal transformation | -1182 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Liquefaction plants | 0 | 802 | 0 | -1040 | 0 | 0 | |
| | Other transformation | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Energy in filthy own use | -4 | 0 | -7956 | -13985 | 0 | 0 | |
| | Losses | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total final consumption | 3117 | 0 | 80009 | 59512 | 0 | 0 | |
| | Industry | 2420 | 0 | 6067 | 23676 | 0 | 0 | |
| | Transport | 0 | 0 | 54404 | 2436 | 0 | 0 | |
| | Other | 33 | 0 | 8935 | 36206 | 0 | 0 | |
| | Residential | 22 | 0 | 2647 | 14661 | 0 | 0 | |
| | Commercial and public services | 0 | 0 | 3008 | 10623 | 0 | 0 | |

Metodología IPCC

Exclusiones

- Note que las emisiones de CO₂ venidas de los biocombustibles (incluso desechos no fósiles) no son incluidas en el total nacional, pero son reportadas como ítems de información.
 - La turba es tratada como combustible fósil y por lo tanto emisiones oriundas de su combustión son incluidas en el total nacional.
- Combustibles usados para fines no energéticos no son quemados, y por lo tanto no emiten CO₂
 - Por esta razón, son excluidos del cálculo de las emisiones
 - Sin embargo, si y cuando son reciclados y quemados (e.g., aceites usados), emisiones deben ser incluidas
- Bunkers (aéreos y marinos) se excluyen de los totales nacionales, pero son incluidos en el total mundial
 - Pocos países informan la diferencia entre consumo internacional y doméstico de combustibles por navíos y aviones

Metodología IPCC

Importancia de los VCNs específicos

| | Carbón (kt) | VCN por defecto | VCN específico | Carbón (TJ) VCN por defecto | Carbón (TJ) VCN específico | Factor promedio de emisión de carbono p/ carbón (t CO ₂ /TJ) | CO ₂ (tons) VCN por defecto | CO ₂ (tons) VCN específico |
|-------------------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|---|---|--|
| 2012 | | | | | | | | |
| Prod primaria | 131.8 | 25.8 | 20.10 | 3400 | 2649 | | | |
| Importaciones | 29.0 | 25.8 | 23.20 | 748 | 673 | | | |
| Exportaciones | -12.4 | 25.8 | 28.20 | -319 | -349 | | | |
| Var. invent. | -0.5 | 25.8 | 20.10 | -14 | -11 | | | |
| Oferta total TES | 147.9 | | | 3,815 | 2,962 | 94.6 | 360,899 | 280,193 |

- Cálculo de emisiones de CO₂ 29% mayores al utilizar los VCNs por defecto

Observaciones finales

- IRES provee metodología para recopilar estadísticas energéticas comparables entre productos y países, y consistente con otras áreas de la estadística
- Utilizar las recomendaciones internacionales en la recopilación de estadísticas nacionales garantiza la comparabilidad internacional, incluso y principalmente para el cálculo de indicadores de desarrollo sostenible (ODS, IEV, etc)
- Por otro lado, se debe medir la energía producida y utilizada primeramente para informar las políticas de desarrollo
- Así, las necesidades nacionales pueden llamar por desvíos en la manera que los datos son recopilados
 - Lo que debe ser explicado en la sección de metadatos
- Una cobertura amplia de los productos energéticos no comercializados se hace crucial para evaluar con precisión la situación energética del país



United Nations Statistics Division
División de Estadística de las NNUU

¡Muchas gracias!



<http://unstats.un.org/unsd/greeneconomy/>