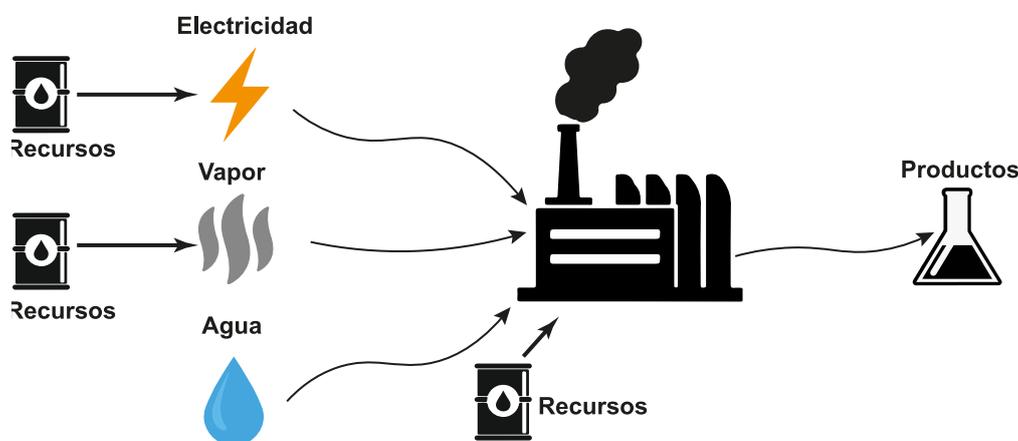


PROBLEMAS BLOQUE 2 – SOSTENIBILIDAD EN EL USO DE LOS RECURSOS

PROBLEMAS BLOQUE 2.1

2.1.1. Las actividades industriales precisan de recursos para llevarse a cabo, tanto como parte de sus materias primas como para la generación de sus necesidades energéticas. Esto significa que parte de los recursos necesarios son directos (consumidos en la propia actividad) y otros indirectos (derivados de los recursos que la actividad necesita). Buena parte de estos recursos son además no renovables y generan problemas ambientales como la emisión de CO₂.



La refinería de PETRONOR produjo en 2019 los productos de la Tabla 2.1. Sus necesidades de calor las cubrió en sus calderas mediante 11481 kt de vapor. Adicionalmente se necesitaron en el complejo 5293 miles de m³ de agua y 1,084 TWh de electricidad. Responde:

- Elabora un diagrama de las entradas y salidas de materia y energía de la planta de PETRONOR
- Calcula la cantidad de petróleo equivalente. Tanto las necesidades de calor como las de electricidad se suplieron mediante la combustión de aceites pesados.

Tabla 2.1: Producción de la instalación en 2019.

Productos	Producción en 2019, kt
Gasóleo	4787
Gasolina	1547
Fuelóleo	976
Queroseno	169



2.1.2. Calcula la cantidad de energía primaria por segundo necesaria para alimentar una bomba que entrega 100W de energía mecánica. Asume que la electricidad de la bomba proviene de la combustión de gasoil (Figura 2.1). Usa las siguientes eficiencias de conversión de energía:

- Extraer y refinar petróleo crudo a gasoil: 90%
- Energía térmica de gasoil a energía eléctrica: 40%
- Conversión de energía eléctrica a energía mecánica en la bomba: 40%

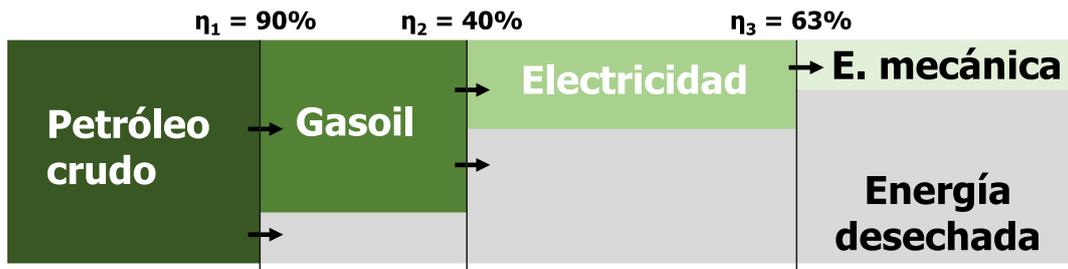


Figura 2.1. Esquema de conversión de la energía desde la fuente primaria a su uso final.

2.1.3. Una bombilla incandescente de 100W proporciona una iluminación similar a la de una bombilla led de 25W. Responde:

- Compara la cantidad de electricidad requerida por ambas bombillas a lo largo de su vida útil (8000 horas para ambas)
- Cantidad de carbón necesario para suplir las necesidades eléctricas adicionales. Considera una eficiencia energética en la generación de electricidad del 36% y en su transmisión del 90%. Calor de combustión del carbón de 45 MJ/kg

2.1.4. Considera la producción de electricidad a partir de los flujos de energía primaria de carbón y gas natural en EE.UU en 2020 (Figura 2.2). Responde:

- Cantidad total de electricidad producida (kWh)
- Eficiencia media en la producción de electricidad

Asume unas eficiencias de conversión de energía primaria a electricidad de 30% para el carbón y de 40% para el gas natural.

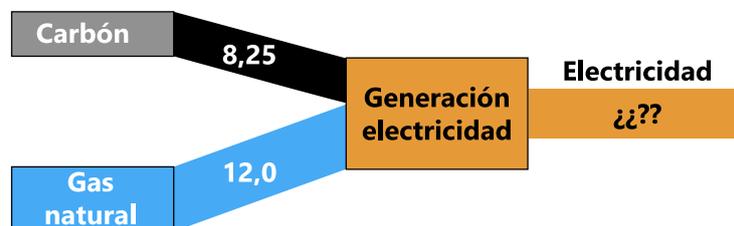


Figura 2.2: Consumo de energía primaria (carbón y gas natural) para producir electricidad. Valores dados en quads (10^{12} MJ).

PROBLEMAS BLOQUE 2.2

2.2.1. La generación de electricidad en Estados Unidos fue de 27249 TWh. EL consumo de agua neto en el sector fue de 130000 millones de galones de agua por día. Calcula la cantidad de agua usada por kWh (l/kWh).

2.2.2. Cada forma de producción de electricidad tiene unas necesidades de agua distintas, tal como muestra la Figura 2.3. Asumiendo que la electricidad proviniera un 20% de fuente solar, un 30% de carbón y un 50% de gas natural, ¿cuál sería el consumo de agua medio para producir 1 kWh de electricidad (m³/MWh)?

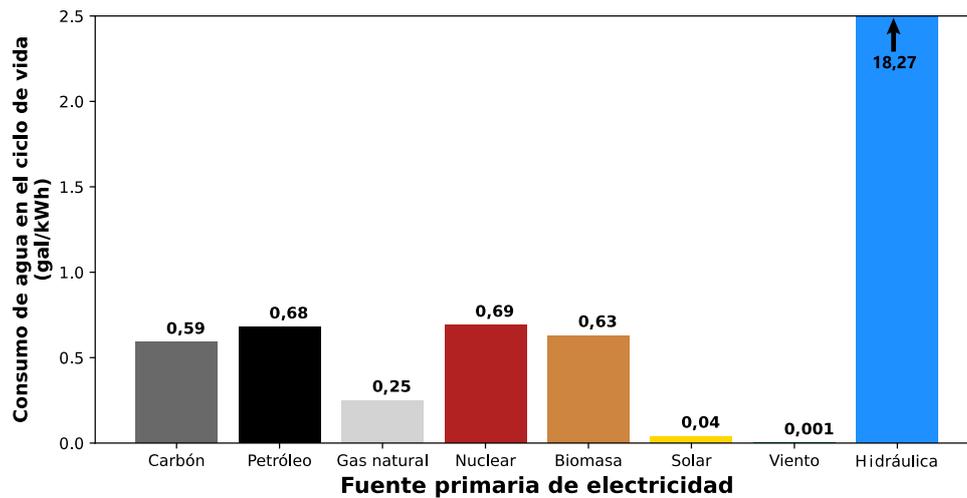


Figura 2.3: Consumo de agua (galones) para la producción de electricidad por diferentes fuentes primarias de energía.

2.2.3. Usando la información de la Tabla 2., calcula:

- Cuanta electricidad (TWh) al cabo de un año produce una planta eólica y una termoeléctrica de carbón, ambas con una potencia instalada de 1 GW.
- Cuanto suelo necesitaría ser cubierto por una planta eólica para producir al cabo de un año 1 TWh de electricidad. Compáralo con el suelo de una central termoeléctrica de carbón con la misma generación.
- Compara el coste de la electricidad de ambas opciones considerando los costes fijos y el coste de la materia prima. Considera que los costes de inversión se pueden anualizar con un factor de un 10% cada año.

$$\text{Costes fijos} = \frac{\text{Inversión} \times \text{Factor anualización}}{\text{Producción}}$$

Tabla 2.2: Parámetros característicos de plantas eólicas y de carbón.

Fuente energía	Coste de inversión (€/kW)	Coste materia prima (€/MWh)	Uso de suelo (W/m ²)	Factor de capacidad (%)
Eólica	2100	0	7,65	32
Carbón	700	30	20,4	90

Nota: El factor de capacidad indica cuanto tiempo a lo largo del año, de media, la planta está operando a la potencia instalada.

PROBLEMAS BLOQUE 2.3

2.3.1. El cobalto es un material con múltiples aplicaciones (Figura 2.4). En relación con ello:

- Calcula la relación entre el ritmo de consumo de cobalto virgen actual (135200 toneladas) y sus reservas mundiales (6,83 millones de toneladas). ¿En cuantos años se agotarían las reservas actuales?
- Calcula el porcentaje de cobalto reciclado sobre el total de cobalto procesado en Europa
- Considerando que el ratio de reciclaje aumenta un 1.25% anualmente y que el consumo de cobalto por persona se mantiene. Estima el consumo de cobalto primario en 2050

Solución: a) 51 años; b) 38,2%; c) 7520 ton

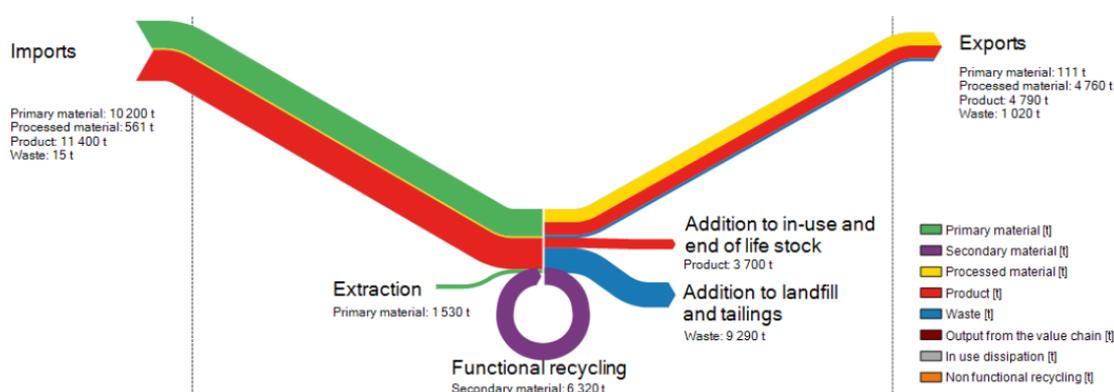


Figura 2.4: Diagrama de Sankey para el consumo de cobalto en 2012 en Europa.

2.3.2. España consumió 233 TWh de electricidad en 2021. Asume que se quisiera cubrir un 10% más de la producción con parques solares, y que estos necesitaran 50 kg de iridio (Ir) y 10 kg de galio (Ga) por MW instalado. Considerando que los parques solares operan con un factor de capacidad del 20%, calcula:

- La cantidad (ton) de Ir y Ga que sería necesaria
- Lo que supondría porcentualmente este cambio respecto a la demanda global de iridio (3 ton) y de galio (430 ton)

Solución: a) 665 ton de iridio y 133 toneladas de galio;

2.3.3. Dado el diagrama de Sankey para Estados Unidos en 2020 (**Figura 1.5**):

- ¿Qué porcentaje del parque automovilístico de Estados Unidos (287 millones de coches) sería posible sustituir con vehículos eléctricos? Asume solo pudieran usarse las reservas estadounidenses de litio (750.000 toneladas de Li). Considera que cada coche tiene una batería con capacidad de 22000 Ah, repartida en unidades de 3,1 Ah con 0,8 g de Li por unidad.
- ¿Cuántas toneladas de petróleo dejarían de consumirse en Estados Unidos anualmente si se produjera este cambio? Asume que el transporte en coche supone el 24% de su consumo energético total y que el petróleo tiene un contenido energético de 22 kg/GJ.

Solución: a) El 46,06%; b) $5,32 \cdot 10^{10}$ kg/año.

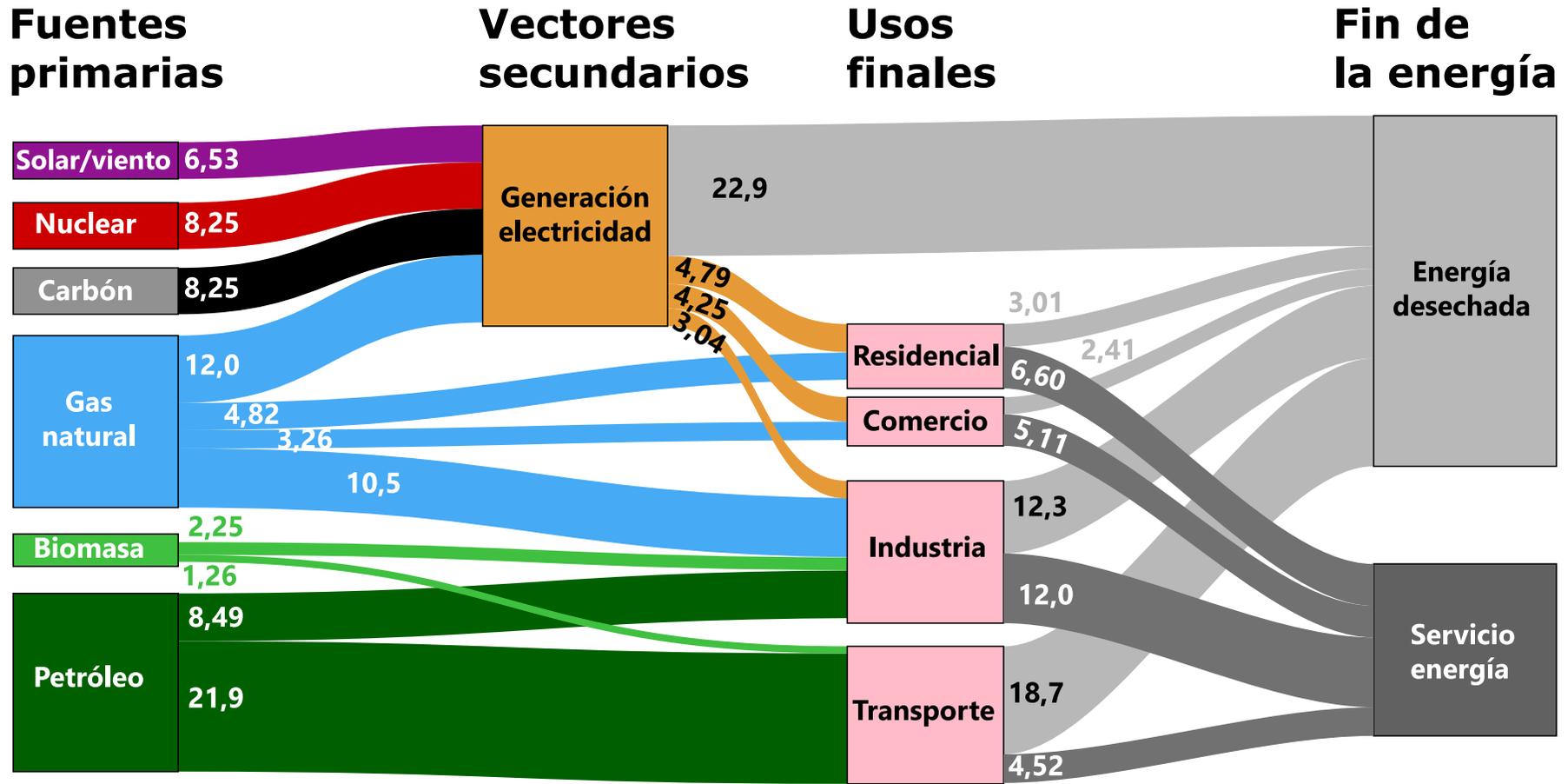


Figura 1.5: Diagrama de Sankey del consumo de energía en EE.UU en 2020. Valores dados en quads (unidad de energía). Un quad es aproximadamente 10¹² MJ.

PROBLEMAS BLOQUE 2.4

2.4.1. En relación con la generación de electricidad en Portugal en el año 2019 (Figura 2.), calcula:

- Contribución (%) de las fuentes renovables sobre el total de energía primaria destinada a producir electricidad
- Eficiencia neta (%) en la generación de electricidad a partir de gas natural sabiendo que este produjo 18,4 GWh de electricidad
- Cantidad anual de carbón (kton) dedicada a generar electricidad. Asume que el carbón tiene un contenido energético de 14,5 MJ/kg
- Suelo que ocuparían los molinos de viento (km²) para reemplazar 5 GWh de electricidad fósil con energía eólica. Considera que operan el 23,4% de las horas anuales totales y que su instalación requiere de 1,12 m² por W instalado

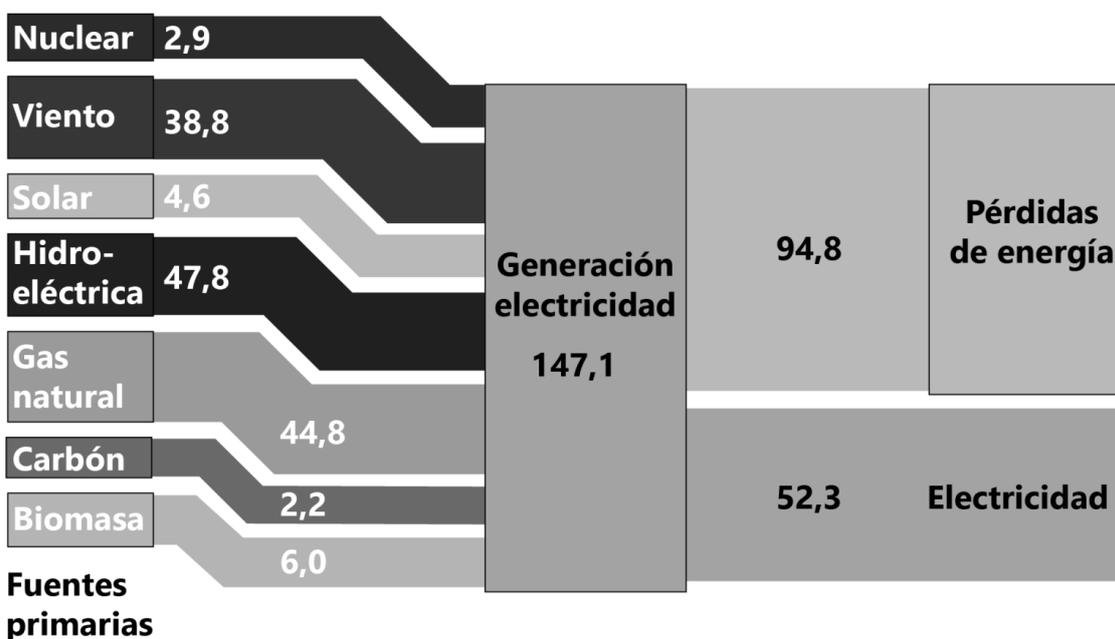


Figura 2.6. Diagrama de Sankey para la generación de electricidad en Portugal en 2019. Flujos de energía dados en GWh.