

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

<i>I. IMPORTANCIA DEL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES.....</i>	<i>2</i>
<i>II. CONCEPTOS BÁSICOS.....</i>	<i>29</i>
<i>III. EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR.....</i>	<i>34</i>
<i>IV. MARCO REGULATORIO.....</i>	<i>44</i>
<i>FUENTES DE INFORMACIÓN:.....</i>	<i>47</i>

LISTA DE CONTENIDOS:

1. IMPORTANCIA DEL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

¿Qué entendemos por Energías Renovables? Definición. Clasificación. Beneficios y barreras. Tipos de energía renovable. Ciclo de vida de la energía.

Situación Energética: matriz energética, producción y consumo de energía, energía útil. Impactos. Cambio climático.

2. CONCEPTOS BÁSICOS

Definiciones: calor, temperatura, potencia y energía, rendimiento. Trigonometría: seno, coseno y tangente. Unidades de medida y conversión.

3. EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR

¿Qué es la radiación solar? Definición, tipos y medición de radiación solar, geometría solar, latitud y azimut, zenit, altura solar, mapas de radiación solar, proyección de sombras.

Orientación y emplazamiento geográfico de la instalación solar.

4. MARCO REGULATORIO

Este primer módulo pretende acercar conocimiento sobre la situación energética actual, para comprender la importancia de emplear energías que ocasionen menores impactos negativos al ambiente y a los seres vivos. Antes de hablar específicamente de energía solar fotovoltaica, haremos un breve repaso acerca del contexto actual, como así también de ciertos conceptos básicos necesarios para comprender el funcionamiento de un sistema fotovoltaico (FV). Se recomienda ampliar dicha información con el material complementario incluido en los Anexos.

I. IMPORTANCIA DEL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

En este punto intentaremos responder a la pregunta: ¿Qué se entiende por energías renovables? ¿Por qué conviene elegir las? Para ello, haremos una síntesis acerca del contexto local y global sobre la producción y consumo de energía.

1.1. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR ENERGÍAS RENOVABLES?

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Una de las acciones fundamentales para la mitigación del cambio climático global es la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero. Como resultado de las reuniones y acuerdos internacionales firmados, la mayoría de los países se han comprometido a disminuir sus emisiones de CO₂. La principal fuente de CO₂ proviene de la quema de hidrocarburos y carbón para obtener energía.

¿Ustedes saben de dónde viene la electricidad que utiliza en su casa? ¿Se lo preguntaron alguna vez?

En nuestro país, la mayor parte (~80%) de la energía eléctrica se genera a partir de la combustión de petróleo y gas, dos combustibles no renovables. El otro 20% se obtiene a partir de la energía hidráulica, nuclear, renovables. Para lograr una disminución significativa de las emisiones de CO₂ es prioritario cambiar la matriz energética del país. Esto se está trabajando a nivel mundial, ya hay numerosos países cuyas fuentes principales de energía son renovables. Por ejemplo Islandia, Costa Rica, Noruega y Alemania están apostando fuertemente a este tipo de energía. Veremos por qué es necesario que nuestro País también se sume.

Cuando nos referimos a **renovables**, estamos haciendo alusión al grado de renovabilidad o de agotabilidad del recurso. Se consideran **fuentes de energía renovables** aquellas inagotables o que se renuevan más rápido de lo que las usamos, lo cual está en relación al uso que le damos.

Por otra parte, las **fuentes de energía no renovables** son aquellas que se encuentran en la

naturaleza en cantidad limitada y una vez consumidas en su totalidad no pueden sustituirse. **Estas fuentes de energía son las que usamos mayoritariamente en la actualidad.**

Según la Ley N° 27.191/15 (la que modifica a la Ley N° 26.190/06) de “*Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica*”, se consideran **fuentes renovables de energía** a las fuentes no fósiles: energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, de las corrientes marinas, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles. A su vez, se fija el límite de potencia establecido para los proyectos de centrales hidroeléctricas en cincuenta megavatios (50 MW).

Los gráficos siguientes intentan resumir la clasificación que acabamos de realizar, especificando los tipos de energías renovables y no renovables existentes.

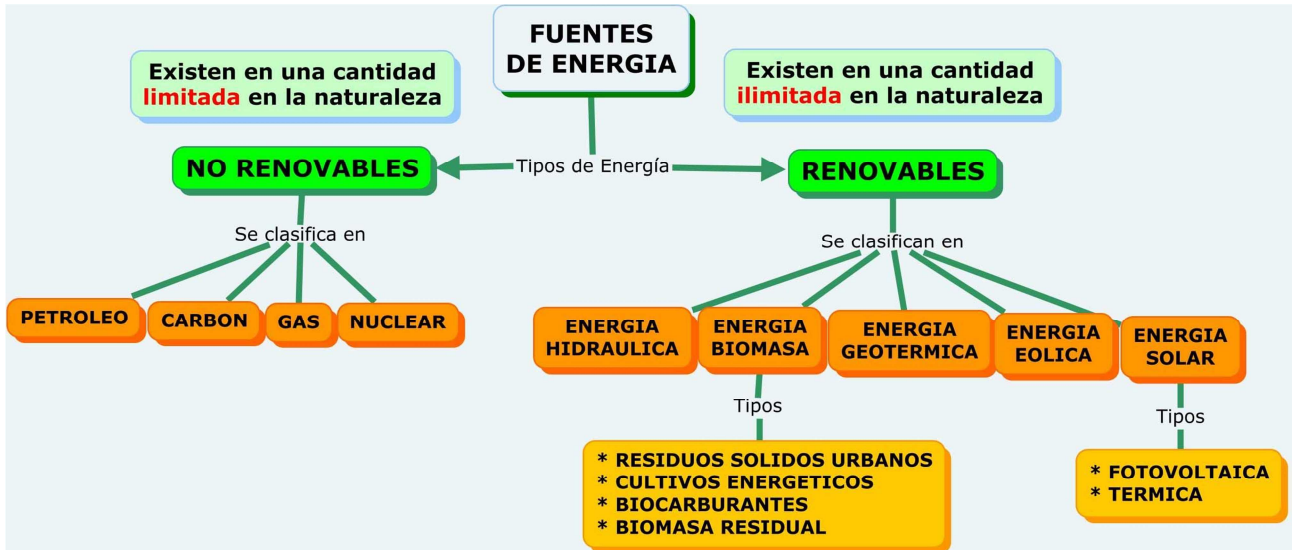


Ilustración 1: Clasificación de Fuentes de Energía

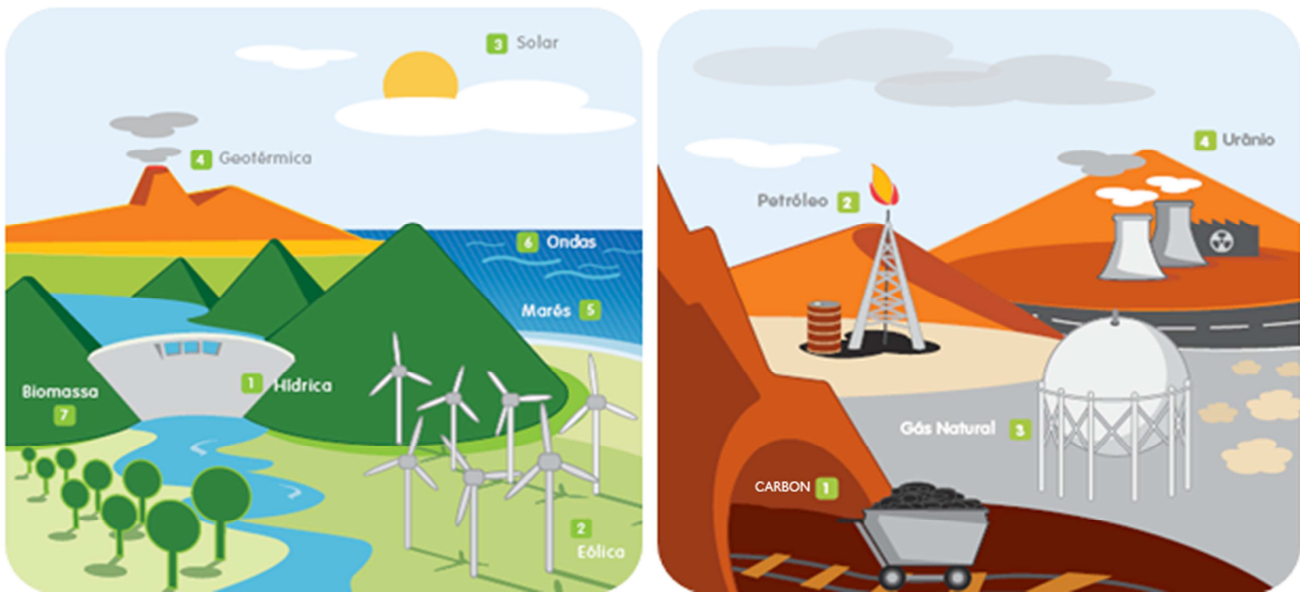


Ilustración 2: Fuentes de Energía renovables (izquierda) y no renovables (derecha)

Renovable: ¿Sustentable? ¿Sostenible?

Las preocupaciones acerca de la sostenibilidad de las actuales prácticas de uso de energía están surgiendo en varias áreas: el rápido agotamiento de los recursos no renovables y los impactos de las emisiones en el ambiente global.

Cuando utilizamos el término “renovable”, nos referimos a la definición expuesta anteriormente. Cuando hablamos de sustentabilidad o utilizamos el término sostenible, nos referimos a un concepto más amplio. Si bien hay varias definiciones y pensamientos acerca de cada uno de estos términos, expondremos el siguiente, comprendiendo la energía sostenible como:

“La armonía dinámica entre la disponibilidad equitativa de bienes y servicios intensivos en energía para todas las personas y la preservación de la Tierra para las generaciones futuras” “la solución estará en encontrar fuentes de energía sostenibles y medios más eficientes de convertir y utilizar la energía” (Sustainable Energy por JW Tester, et al., De MIT Press).

Lo que buscamos con tecnologías que permitan aprovechar las energías renovables es implementar acciones que permitan de manera racional y ambientalmente sostenible aprovechar los recursos energéticos renovables, tales como el sol, el viento, la biomasa, la geotermia, la mini-hidráulica y toda otra que científicamente se desarrolle manteniendo las cualidades básicas que distinguen a este tipo de energías, sin olvidar su impacto en las dimensiones política, social, económica y ecológica.

BENEFICIOS Y BARRERAS:

Como mencionamos anteriormente, suelen denominarse energías renovables a las fuentes basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, como sucede con las energías convencionales, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente en relación a su uso. Su impacto ambiental es de menor magnitud, dado que además de no emplear recursos finitos, generan menos contaminantes.

Las principales ventajas de las energías renovables son:

- ✓ Esenciales para actuar contra el cambio climático: son más respetuosas con el ambiente, no emiten gases de efecto invernadero durante su etapa operativa, representando la alternativa de energía más limpia hasta el momento.
- ✓ Reducen la dependencia energética y favorecen la descentralización.
- ✓ Utilizan recursos disponibles localmente.
- ✓ Hacen que la Región sea más autónoma, ya que potencian el desarrollo de la industria y la economía, generando ingresos donde se instalan los proyectos.
- ✓ Genera puestos de trabajo, los que se prevén en un aumento aún mayor de aquí a unos años teniendo en cuenta su demanda e implementación.
- ✓ Combina bien con una variedad de aplicaciones de interconectadas a la red, fuera de la red, remotas y distribuidas. A lo largo de las últimas décadas, se evidencia una disminución de los costos de estas tecnologías.
- ✓ Conserva los recursos naturales del país.
- ✓ Permiten un mejor nivel de vida en áreas remotas, accediendo a electricidad, estufas y calentadores solares o a biogás.
- ✓ Mejoran la salud debido a una menor contaminación, sobre todo en lugares donde se cocina con leña o carbón en ambientes cerrados.
- ✓ Reducen la necesidad de importar combustibles fósiles.
- ✓ Contribuyen a la soberanía energética, al diversificar la matriz energética, mejorando la estabilidad del precio en tiempos en que los combustibles fósiles aumentan.
- ✓ Los sistemas de generación para uso domiciliario son sencillos en cuanto a diseño, instalación y uso.
- ✓ Es factible la autoconstrucción de equipos y pequeños sistemas de bajo costo.

El hecho de que el potencial de la energía renovable diste mucho de ser maximizado se debe en gran parte a una serie de barreras que ponen a las energías renovables en una desventaja económica, regulatoria o institucional en relación con otras formas de energía.

Estas barreras incluyen:

- ✓ Los costos relativos más altos de las tecnologías (a pesar de las reducciones de costos) en varias aplicaciones: los sistemas de energía renovable tienen costos de capital inicial más altos que las alternativas convencionales, aunque menores costos de operación y mantenimiento. Se encuentran en desarrollo e implementación los marcos políticos, regulatorios y legales favorables para fomentar el desarrollo y la inversión en energías renovables.
- ✓ Necesidad de que se le otorgue un lugar de mayor importancia en la agenda política, sector privado, instituciones financieras y posibles clientes.
- ✓ Necesidad de mayor difusión sobre el potencial de recursos energéticos renovables.
- ✓ Necesidad de mayores mecanismos de cooperación internacional a niveles locales.

¿Cómo puedo saber cuál es el tipo de energía renovable a aplicar? ¿Cuál es la mejor?

- ➔ La mejor energía va a depender de dónde estemos, para reconocer qué recursos y las tecnologías disponibles existen en ese lugar.

Es esencial remarcar que el cambio hacia otras maneras de producir y consumir considera varios aspectos. Aquí hablamos de uso de energía fotovoltaica, pero esto incluye un cambio de paradigma global, es decir una manera de concebir la vida, que involucre e integre construir soberanía energética, acceso a la energía, democratización energética, descentralización, tecnologías apropiadas y apropiables, etc.

TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE

Según la Ley Provincial N°12.503 de Santa Fe, se considerarán servicios prestados en base a energías renovables aquellos que se realicen utilizando *energía solar fotovoltaica, energía solar térmica, energía solar pasiva, energía eólica de alta potencia, energía eólica de baja potencia, biomasa, biogás, geotérmica, mini-hidráulica.*

Definiremos una por una, para luego hacer énfasis en el tipo de energía y tecnología particular de este curso.

- ✓ **Energía solar:** es la energía radiante generada por el sol. Durante la fusión nuclear, la presión y la temperatura extremadamente altas del sol hacen que los átomos de hidrógeno se separen

y sus núcleos se fusionen o combinen. Dos núcleos de hidrógeno se fusionan para convertirse en un átomo de helio. El átomo de helio contiene menos masa que los dos átomos de hidrógeno que se fusionaron. La materia perdida es emitida al espacio como energía radiante. Todas las partes del Planeta reciben energía del sol, pero la cantidad y calidad va a depender de varios factores, como la ubicación, la estación del año, el clima, etc. Además, es necesario tener en cuenta que a medida que la luz solar atraviesa la atmósfera, ésta es absorbida o reflejada por diferentes elementos como moléculas de aire, agua, partículas y contaminantes. Estos factores pueden disminuir la radiación solar en un 10 % en un día claro.

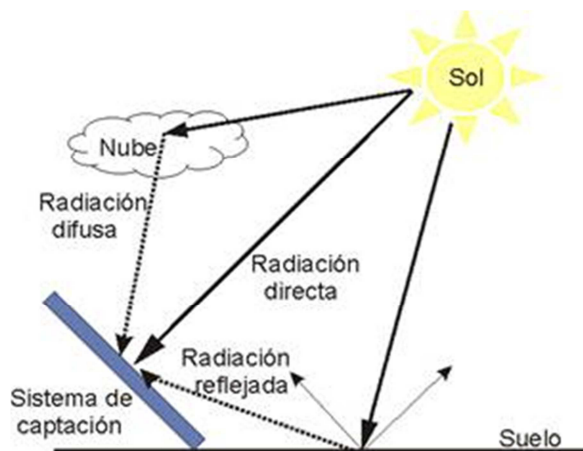


Ilustración 3: Tipos de radiación solar

Existen dos sistemas principales para el aprovechamiento de la energía solar para generar electricidad: los fotovoltaicos y los de concentración de energía solar térmica (Ilustración 4). Los primeros transforman la luz solar en electricidad, la cual debe ser almacenada de alguna manera. Los sistemas de concentración de energía térmica generan vapor de agua utilizando el calor del sol y luego con una turbina se transforma el vapor en electricidad.

También se puede usar el agua caliente directamente (como es el caso de los termotanques solares) o para calefaccionar un ambiente calentando el aire que circula. En este caso el aprovechamiento es de energía solar térmica.



Ilustración 4: Tecnologías disponibles para el aprovechamiento de la energía solar. Izq: Termotanque solar; Derecha: Sistema solar fotovoltaico.

¿Por qué usar energía solar?

- Es una tecnología limpia y renovable.
 - Los costos de mantenimiento y uso son bajos o nulos en algunos casos.
 - Existen desarrollos tecnológicos confiables disponibles comercialmente.
 - La energía se puede usar donde se genera.
 - Es un recurso abundante en nuestra Provincia.
 - Se utilizan tecnologías relativamente sencillas y modulares.
- ✓ **Energía eólica:** se transforma la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire en energía mecánica de rotación y posteriormente, a través de un generador eléctrico, en energía eléctrica, por medio de aerogeneradores. La mayoría de los aerogeneradores de gran potencia existentes son de eje horizontal y tres palas. En viviendas rurales se suelen usar mini-aerogeneradores que a veces se combinan con sistemas solares fotovoltaicos. En muchos casos se están incorporando a la estructura de edificios en las ciudades con muy buenos resultados (Ilustración 5).

Algunas de las inquietudes desde el punto de vista ambiental que se plantean a los parques eólicos de alta potencia son la generación de ruido, impacto visual (reflejo del sol en las aspas), peligro para el tránsito aéreo y posible afectación de las aves. Existen parques eólicos off-shore, es decir, en el mar (Ilustración 5). Esto elimina las molestias por el ruido e impacto visual, pero es más compleja su instalación y mantenimiento.



Ilustración 5: Ejemplos de aerogeneradores. Izq: Aerogeneradores incorporados a la estructura de un edificio (The Bahrain World Trade Center); Der: Parque eólico en el mar.

- ✓ **Energía hidráulica:** es la energía vinculada con el movimiento y la circulación de agua. Las *Centrales hidroeléctricas* se instalan en lugares donde hay saltos o desniveles naturales que favorecen la caída de agua en vertical o sobre ríos caudalosos. También se han construido grandes represas para almacenar agua y aprovechar estos desniveles, generando energía

eléctrica por medio del movimiento de una turbina que transforma la energía cinética en eléctrica por medio de generadores. Cabe destacar la importancia de la presencia de vertederos para el paso de los peces y animales acuáticos en todo tipo de represa. También han surgido nuevas tecnologías capaces de obtener energía de las olas (*centrales undimotrices y pelamis o serpientes marinas*) y transformarla en electricidad. Cabe recordar que según la legislación vigente de nuestro País, sólo se consideran renovables los emprendimientos de hasta 50 MW de potencia, denominados Pequeños Aprovechamientos Hidráulicos (PAH) debido al menor impacto ambiental que se les atribuye en comparación con las grandes centrales hidroeléctricas.

- ✓ **Energía geotérmica:** es la energía derivada del calor interno de la corteza terrestre. Esta energía térmica está contenida en la roca y los fluidos que se encuentran debajo de la corteza terrestre. Se puede encontrar desde un terreno poco profundo hasta varios kilómetros por debajo de la superficie. Estos depósitos subterráneos de vapor y agua caliente se pueden aprovechar para generar electricidad o para calentar y enfriar edificios directamente. Por ejemplo, una bomba de calor geotérmico puede aprovechar la temperatura constante que hay tres metros por debajo de la superficie terrestre para calentar una casa en el invierno, mientras extrae el calor del edificio y lo transfiere a un terreno relativamente más fresco en el verano. Por otro lado, el agua caliente del subsuelo se puede utilizar directamente para calefaccionar edificaciones o para cultivar plantas en invernaderos. Para producir electricidad generada geotérmicamente se perforan pozos a 1,6 kilómetros de profundidad o más para extraer vapor y agua caliente que impulsa las turbinas conectadas a los generadores de electricidad. Existen tres tipos de centrales geotérmicas: vapor seco, vapor de destello y de ciclo binario. El vapor seco, la tecnología geotérmica más antigua, extrae el vapor de las fracturas en el suelo y lo utiliza para impulsar directamente una turbina. Las plantas de destello hacen ascender agua caliente a alta presión y la introducen en depósitos de agua más fría a baja presión. El vapor que resulta de este proceso se utiliza para impulsar la turbina. En plantas binarias, el agua caliente pasa a través de un fluido secundario con un punto de ebullición mucho más bajo que el agua. Esto hace que el fluido secundario se convierta en vapor que luego impulsa una turbina. La mayoría de las plantas de energía geotérmica en el futuro serán plantas binarias. Recientemente, se está implementando la energía geotérmica de baja entalpía para climatización de edificios, que se caracteriza por ser una tecnología sencilla y más accesible.

Las principales ventajas de esta energía es que prácticamente no genera emisiones de CO₂. A diferencia de la energía solar y eólica, la energía geotérmica está disponible los 365 días del año. Los ahorros por uso directo pueden llegar hasta un 80 % con respecto a los combustibles fósiles. Pero tiene algunas desventajas, la principal es la liberación de sulfuro de hidrógeno, un

gas que huele a huevo podrido en bajas concentraciones. Otra preocupación es la eliminación de algunos fluidos geotérmicos, que pueden contener bajos niveles de materiales tóxicos. Aunque los sitios geotérmicos son capaces de proporcionar calor durante muchas décadas, eventualmente los lugares específicos pueden enfriarse.

- ✓ **Energía de la biomasa:** la biomasa es todo material de origen biológico (excluidas las formaciones fósiles) como los cultivos energéticos, desechos y subproductos agrícolas y forestales, estiércol o biomasa microbiana (FAO, 2004). La energía que se libera de la biomasa cuando se quema o cuando es convertida en combustible se llama energía de la biomasa. La biomasa proporciona una fuente de energía limpia y renovable que podría mejorar significativamente nuestro medio ambiente, economía y seguridad energética. La energía de biomasa genera menores emisiones de gases que los combustibles fósiles, se considera que, en términos generales, presenta un ciclo de carbono neutro.

CICLO DE VIDA DE LA ENERGÍA:

La siguiente imagen muestra una visión general de los tipos de energía disponibles para su uso. Esto nos permite apreciar las transformaciones de una forma de energía a otra y como se distribuye para satisfacer necesidades (residencial, industrial, transporte, etc.).

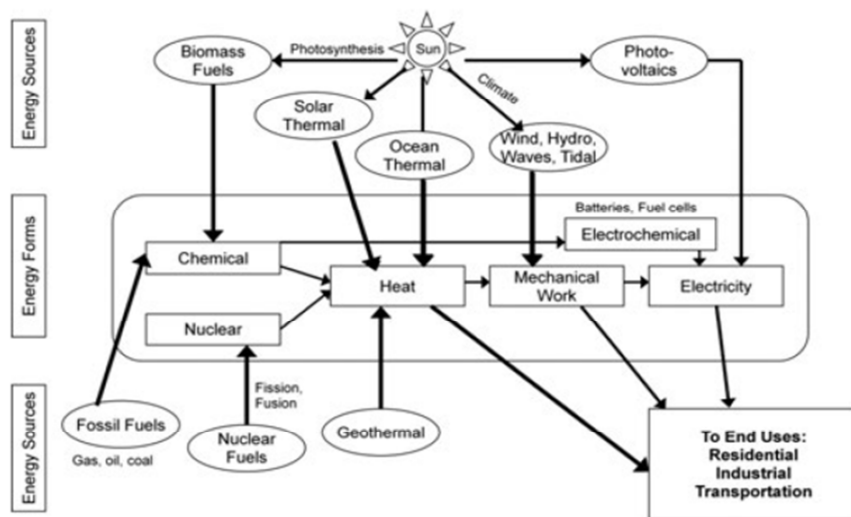


Ilustración N° 6: Fuentes de energía y procesos de conversión para sus usos finales.

Para que ocurran estas transformaciones, de una fuente natural de energía a un producto o servicio final o útil, son necesarios varios pasos que ocurren en secuencia. Esta secuencia puede considerarse como el ciclo de vida de la energía.

Sus pasos incluyen generalmente:

- Exploración y descubrimiento de la fuente primaria,
- Producción o recolección de la energía,
- Preparación, transporte y / o almacenamiento,
- Procesamiento, purificación y conversión ulteriores,
- Utilización,
- Recuperación, destrucción o descontaminación, almacenamiento de subproductos y/o desechos.



Ilustración 7: esquema ciclo de vida

Es necesario, conocer a qué nos referimos cuándo hablamos de energía primaria y secundaria.

✓ **Energía primaria:**

Son las fuentes de energía en el estado en que se extraen de los recursos naturales de manera directa, mediante un proceso de prospección, exploración y explotación, como es el caso del petróleo y el gas natural, o bien mediante recolección, como el caso de la leña.

✓ **Energía secundaria:**

Son las producidas a partir de energías primarias o secundarias en centros de transformación para poder ser consumidas de acuerdo con las tecnologías empleadas en los sectores de consumo, tales como electricidad, gas distribuido por redes, gas licuado de petróleo (GLP), gasolinas, gas oil, kerosene, fuel oil y otros derivados del proceso de destilación del petróleo.

1.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA

Matriz Energética:

Una matriz es una forma de ordenar de manera cuantitativa la dinámica del sector energético, es decir la totalidad de energía que utilizamos. Indica asimismo la incidencia relativa de cada fuente de energía. Permite, por lo tanto, evaluar la dependencia hacia una fuente energética y observar las magnitudes de las diferentes fuentes de energía primaria y secundaria, sus transformaciones y los sectores de consumo.

Es importante tener en claro los siguientes conceptos que mencionamos con anterioridad, en cuanto a energía primaria y energía secundaria, para poder definir a su vez la **energía útil** que es la que finalmente utilizamos para satisfacer necesidades. En la siguiente imagen podemos visualizar las diferentes fuentes con sus diferentes tipos.

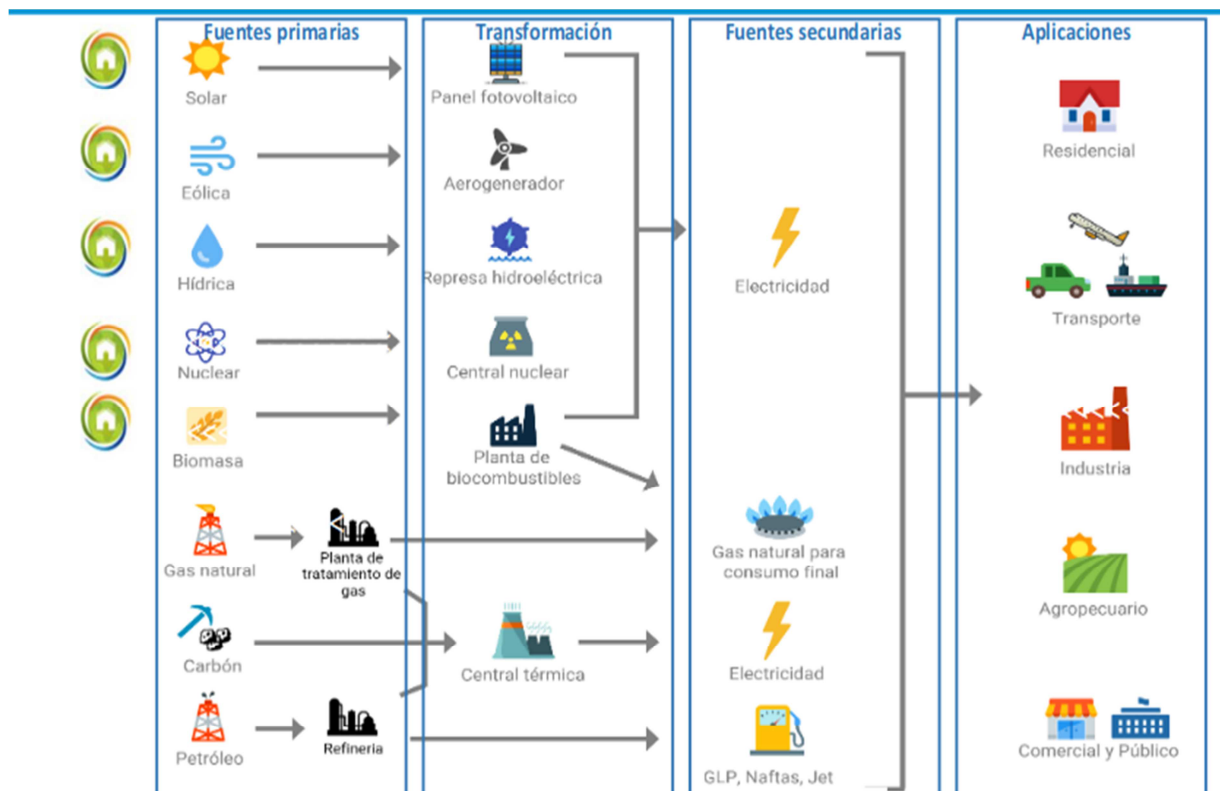


Ilustración 8: Fuentes primarias, secundarias y sus aplicaciones.

Analizaremos a continuación, el consumo y la producción de estas energías.

Consumo mundial de la energía:

Es importante resaltar que nuestra matriz energética depende fuertemente de combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas natural.

Según el informe del consumo mundial de energía, del *BP Statistical Review of World Energy, 2019*, podemos observar esta predominancia que, si bien varía por zonas, refiere al petróleo, al gas y al carbón.

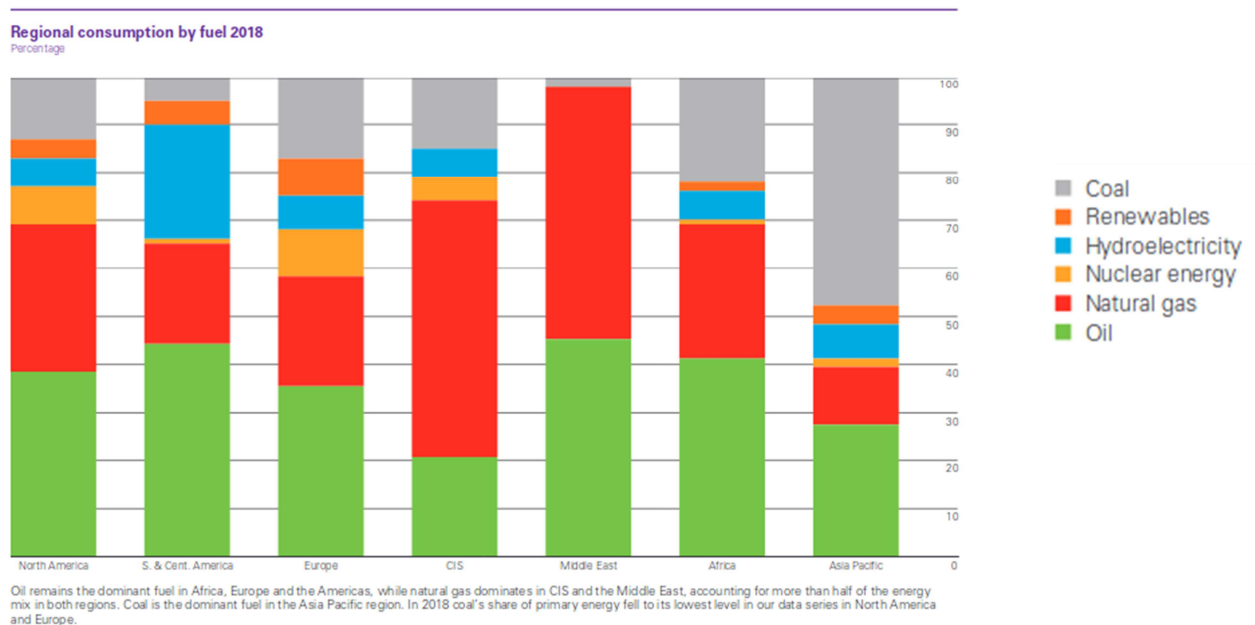


Ilustración 9: Consumo Regional, por combustible (en %). BP Statistical Review of World Energy

Podemos agregar que el combustible fósil que domina en África es el petróleo, en cambio en Europa y América domina el gas natural y el carbón en parte de Asia.

A nivel mundial, el petróleo es el más usado. El mismo se extrae de muchos países y se consume principalmente en los industrializados. Existe un comercio internacional centrado en varios países productores de petróleo no industrializados, especialmente los de Oriente Medio.

En los siguientes gráficos, podemos observar los principales movimientos del comercio mundial de **petróleo crudo** y **gas natural**, y el consumo per cápita, según las regiones.

Ilustración A: Consumption per capita 2018. BP Statistical Review of World Energy 2019.

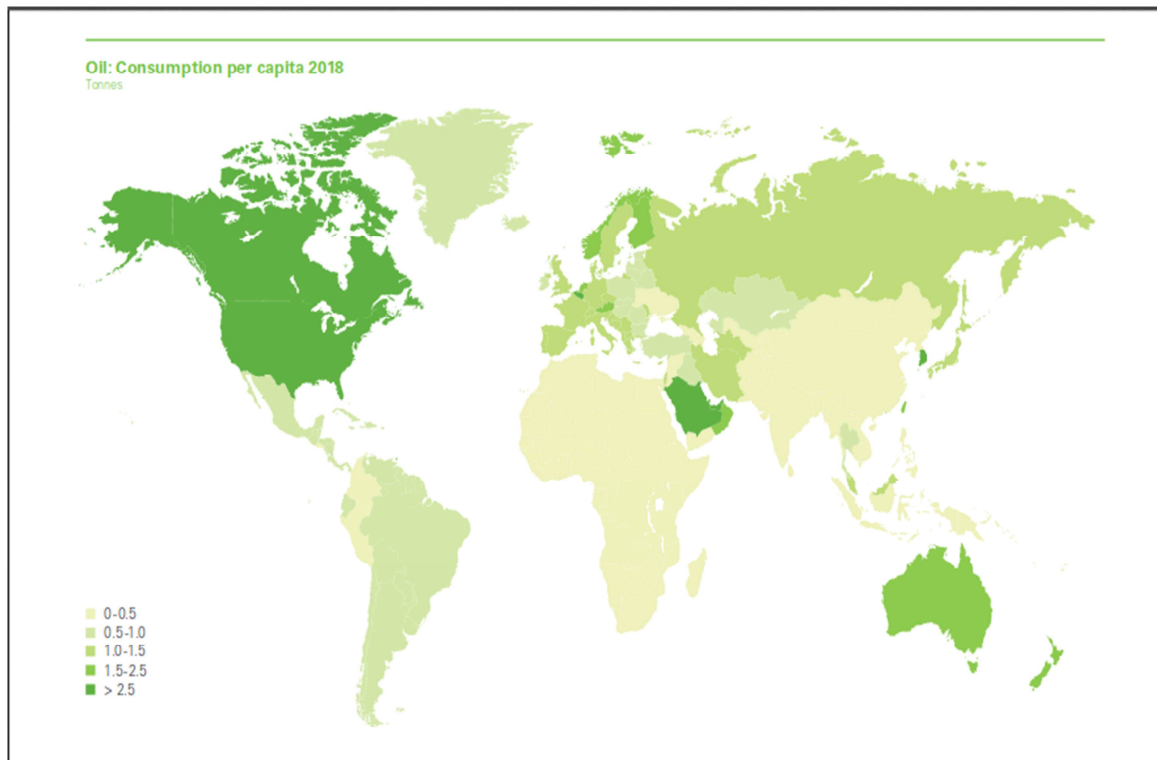
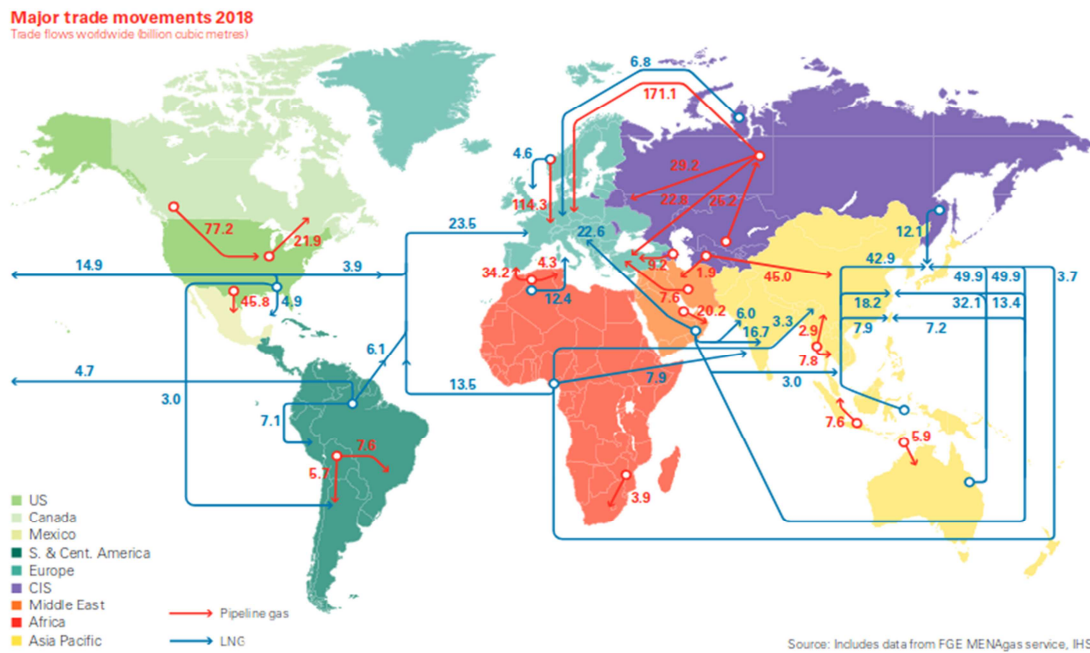


Ilustración 10: Consumo de petróleo por habitante, 2018.



Natural gas: Trade movements 2018 by pipeline

Ilustración 11: Movimientos de comercio mundial de gas natural

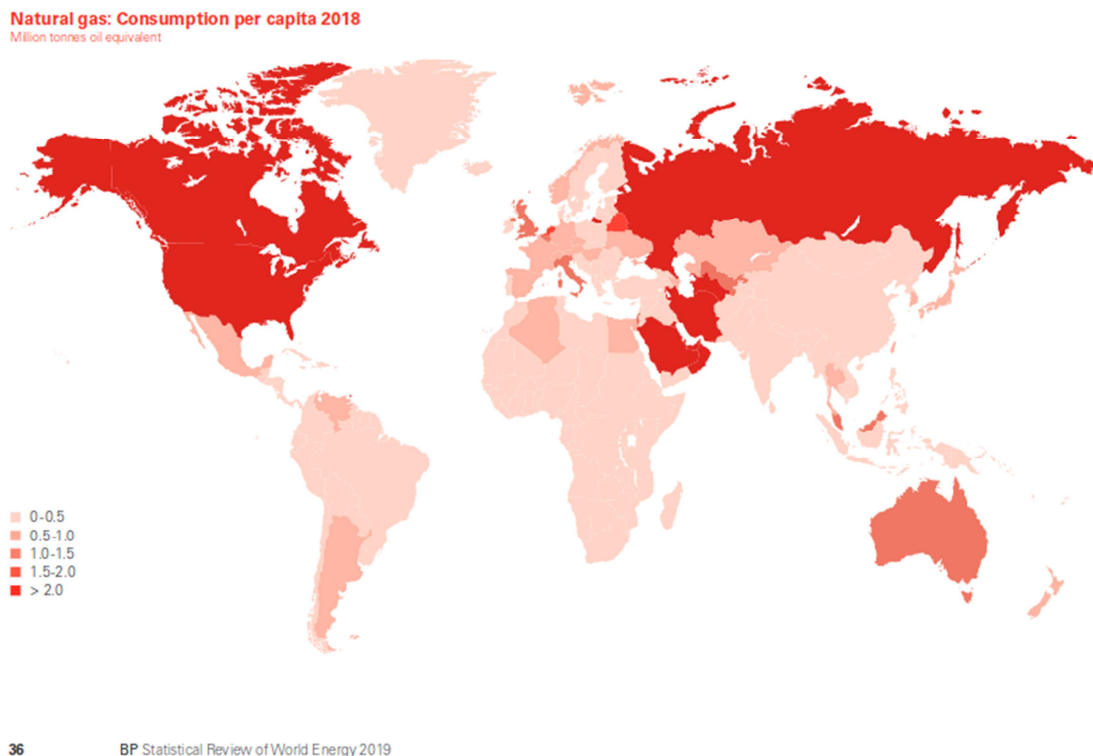


Ilustración 12: Consumo de petróleo por habitante, 2018.

Las imágenes muestran la magnitud y dirección de los intercambios internacionales de petróleo y gas natural en 2018. También se muestran las divisiones regionales de los exportadores e importadores de energía fósil, los primeros dominados por países de Oriente Medio, África, América Central y del Sur, Indonesia y la ex Unión Soviética, y la segunda por Japón, Estados Unidos y Europa Occidental.

Muchos de los mismos países que son ricos en petróleo también tienen abundantes suministros de gas natural. Sin embargo, no ha surgido un mayor comercio internacional correspondiente de gas natural debido a la mayor dificultad y gastos de transporte.

En los gráficos siguientes podemos observar el consumo de energía nuclear, hidroelectricidad y energías renovables por Región.

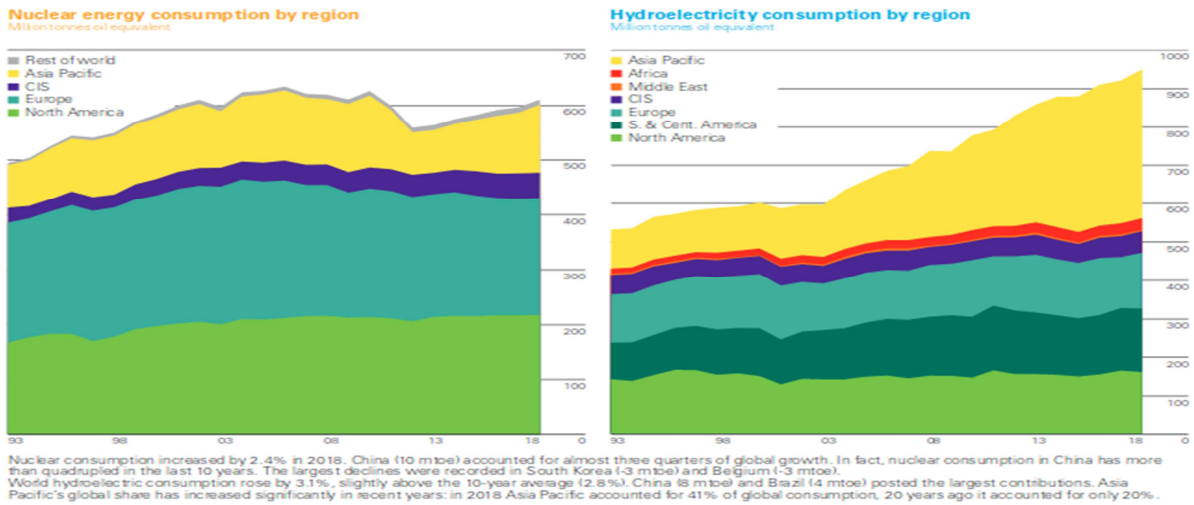


Ilustración 13: Consumo de energía nuclear e hidroelectricidad.

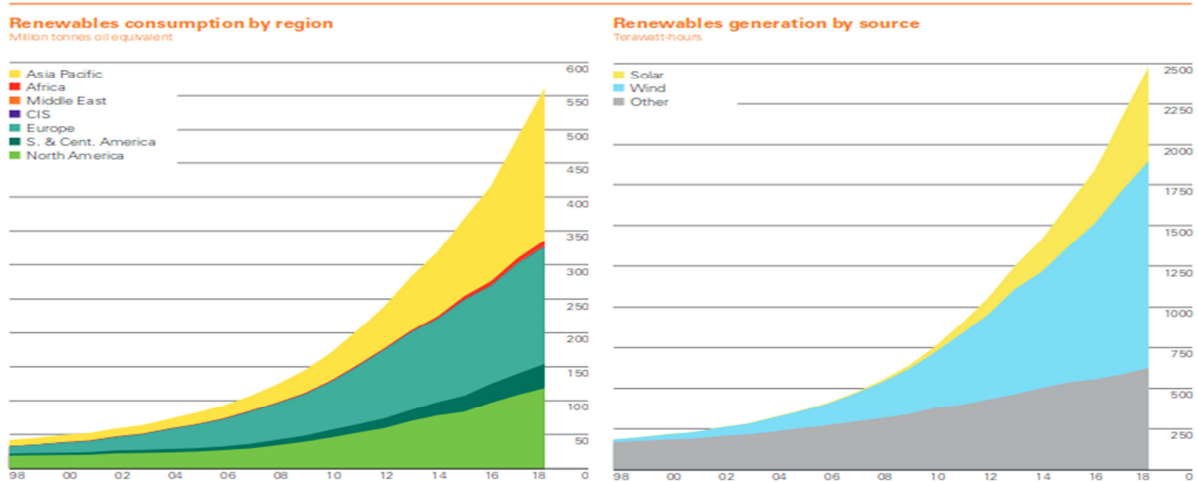
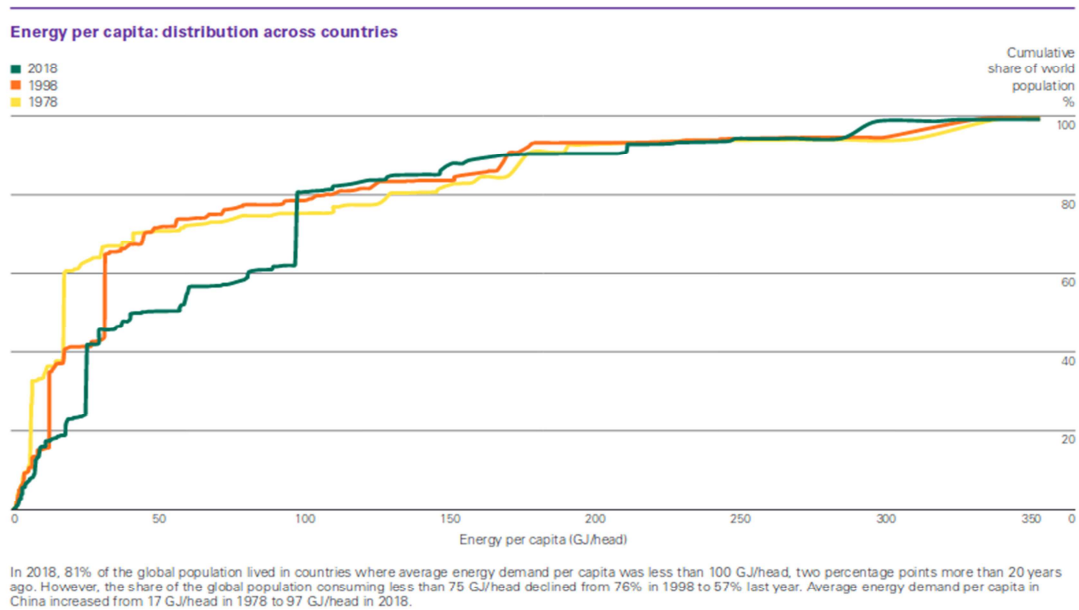


Ilustración 14: Consumo de energías renovables por Región (izq.) y generación según el tipo de energía: solar, eólica u otra (derecha).



BP Statistical Review of World Energy 2019

13

Ilustración 15: Consumo per cápita comparando tres años.

Matriz energética en Argentina:

Mediante el siguiente *diagrama de Sankey*, (<https://datosgobar.github.io/energia/>, 2015) podemos observar cómo es nuestra dinámica energética, considerando cada tipo de energía desde su origen hasta el consumo final por sectores (residencial, comercial y público, transporte, industrial).

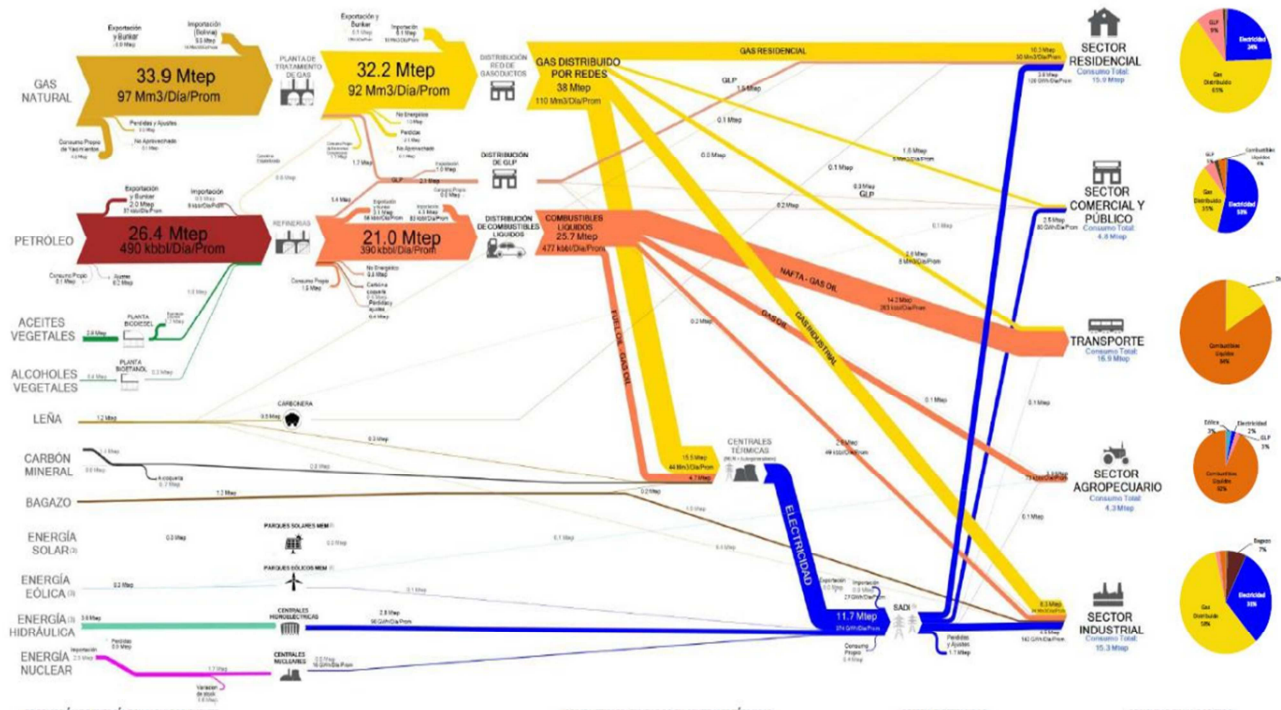


Ilustración 16: Dinámica energética en Argentina.

Se observa en el siguiente Gráfico que nuestra matriz energética es fuertemente dependiente de los hidrocarburos con predominio del gas natural.

Producción de Energía según forma de energía primaria- Argentina

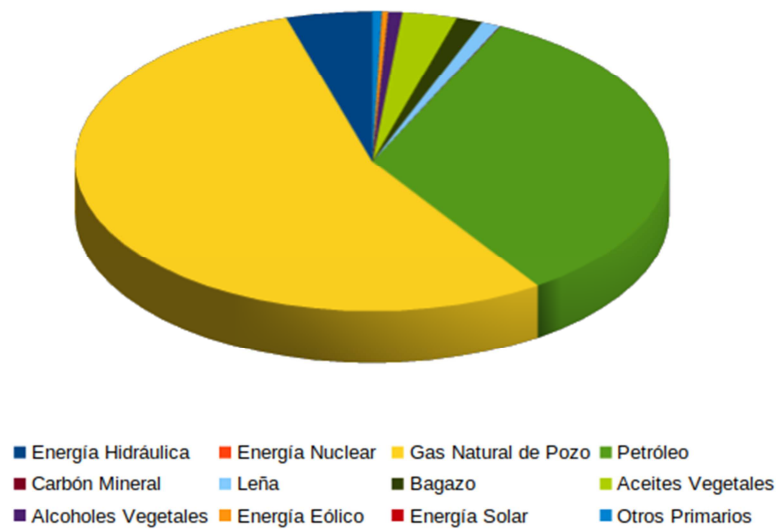


Ilustración 17: Producción de energía primaria s/Balance Energético Nacional.

Considerando únicamente la generación eléctrica, sus fuentes son las que se muestran en los siguientes Gráficos:

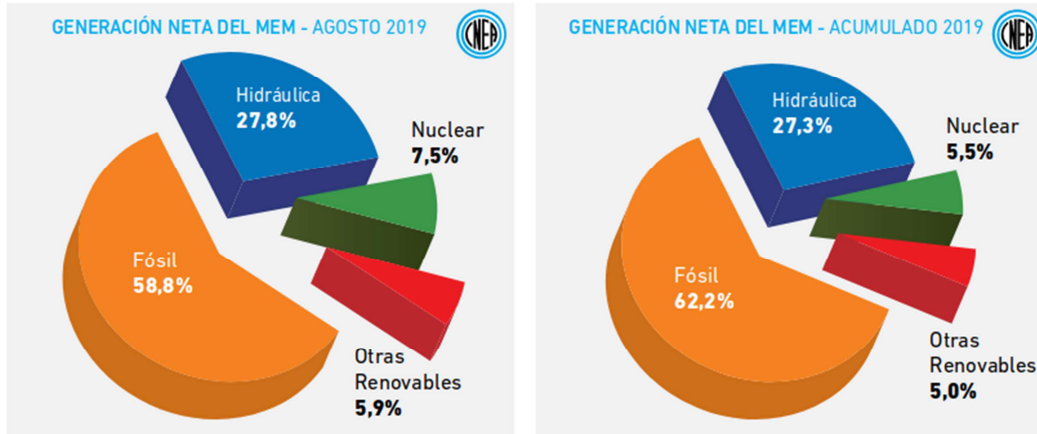


Ilustración 18: Generación neta del MEM. Fuente: CNEA.

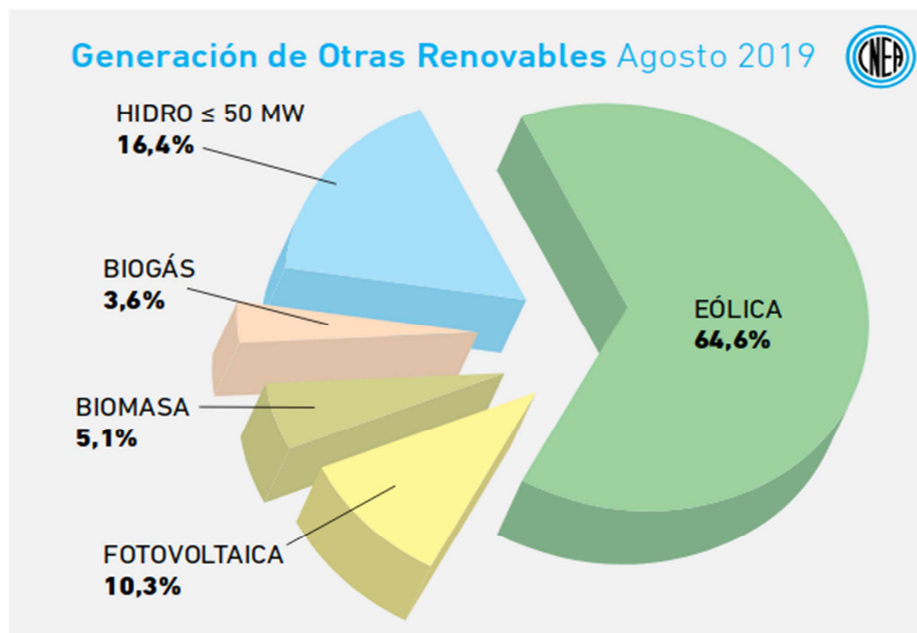


Ilustración 19: Generación eléctrica renovable. Fuente: CNEA.

Mercado consumidor, proveedor y distribuidor:

La República Argentina está conectada al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) para la venta de energía eléctrica al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) operado por CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.).

Energía útil:

Cuando se origina un proceso de transformación de la energía, lo que obtenemos es menor a la cantidad de energía inicial o energía total. La energía final para satisfacer nuestras necesidades, es llamada energía útil. Esto es así dado que no toda la energía puede ser utilizada, el proceso de transformación consume una determinada cantidad de energía, llamada “energía no útil”. Además, se va a ver afectada por los distintos rendimientos de cada etapa.

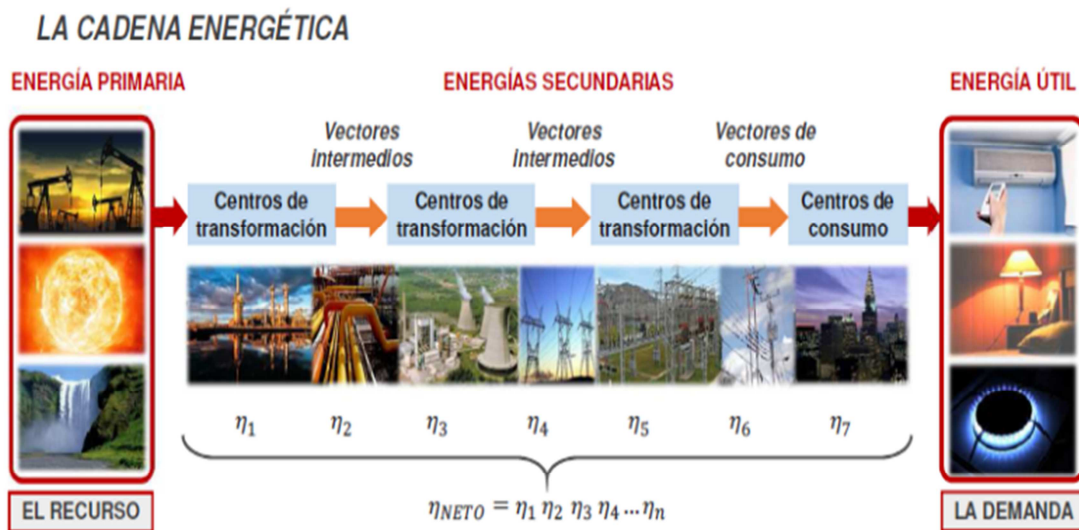


Ilustración 20: Sistema Energético Nacional: La cadena energética

El siguiente gráfico muestra el uso que le damos a la energía y nos permite evaluar la diferencia proporcional entre estos usos, siendo el residencial, la industria y el transporte los tres usos principales.

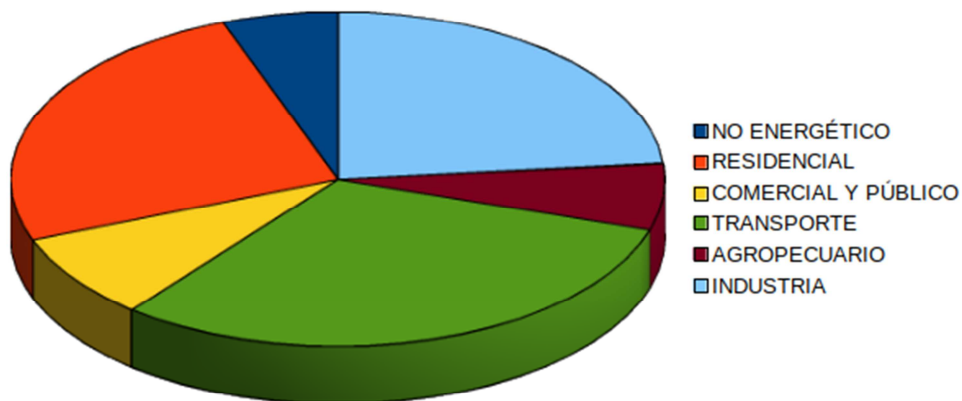


Ilustración 21: Usos finales de la energía.

Impactos ambientales por aprovechamiento y uso de la energía:

Actualmente la Humanidad se enfrenta al desafío de proporcionar equitativamente beneficios derivados de la energía a una creciente población mundial sin degradar el ambiente o agotar recursos naturales para los cuales no hay aparentes sustitutos.

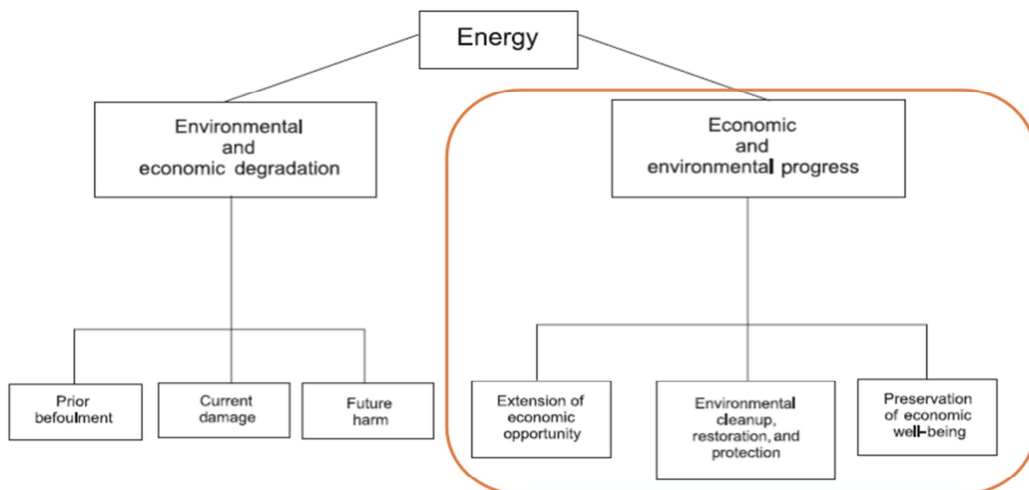


Figure 1.9
Schematic illustration of the energy-prosperity-environmental dilemma.

Ilustración 22: Examples of environmental and other hazards of various energy supply technologies

En este sentido, el aprovechamiento de fuentes de energías renovables se encuentra dentro de las estrategias para mitigar la afectación del ambiente y las emisiones de gases invernadero, cuya concentración en la atmósfera ha ido en aumento desde la Revolución Industrial hasta nuestros días, ocasionando el calentamiento global causante del Cambio Climático que nos afecta actualmente. Encontrar soluciones a estos dilemas de energía, prosperidad y ambiente son problemáticas actuales que precisan de modelos y decisiones políticas, acciones locales y globales que permitan apuntar a un camino a la sustentabilidad.

¿Qué es el Cambio Climático?

Nociones generales sobre cambio climático y sus impactos socio-ambientales: definición, causas y consecuencias ambientales a nivel global.

✓ **Definición:**

Cuando hablamos de Cambio Climático nos referimos a modificaciones del clima a nivel mundial como consecuencia del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEIs), como el dióxido de carbono, en la atmósfera.

A lo largo de la historia del Planeta el clima ha sufrido modificaciones, pero la tasa del cambio al que hoy asistimos es única, afectando al ambiente y la sociedad.

✓ **Evidencia:**

El IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) es un grupo internacional vinculado a las Naciones Unidas que presenta informes basados en la última evidencia científica disponible sobre el progreso y las consecuencias del Cambio Climático. El grupo produce un informe que evalúa y combina el conjunto de todos los estudios existentes sobre los impactos socioeconómicos y ambientales. A la fecha existen cinco publicaciones realizadas en los años 1990, 1995, 2001, 2007 y 2014. Con cada informe se ve reflejado un crecimiento de la confianza en la comunidad científica atento a que los primeros pronósticos realizados se han evidenciado 25 años después.

✓ **Causas:**

Existen causas naturales y antropogénicas del aumento de emisiones de GEIs y su consecuente aporte al Cambio Climático, sin embargo las causas antropogénicas son las que más contribuyen.

Desde la Revolución Industrial hasta nuestros días, el uso de combustibles fósiles para abastecer de energía a los procesos de producción, transporte, servicios, así como también el avance de la frontera agrícola y el aumento del consumo, han generado emisiones de GEIs incrementándose su concentración en la atmósfera.

Por estudios de núcleos de hielo, se sabe que las cantidades actuales de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico son más altas que de las de los últimos 800.000 años.

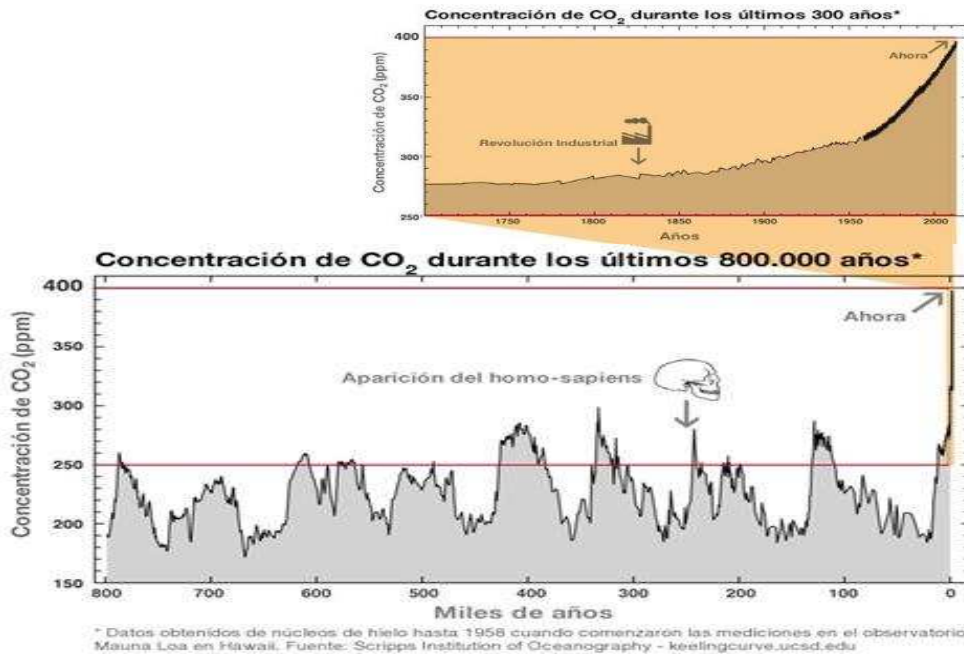
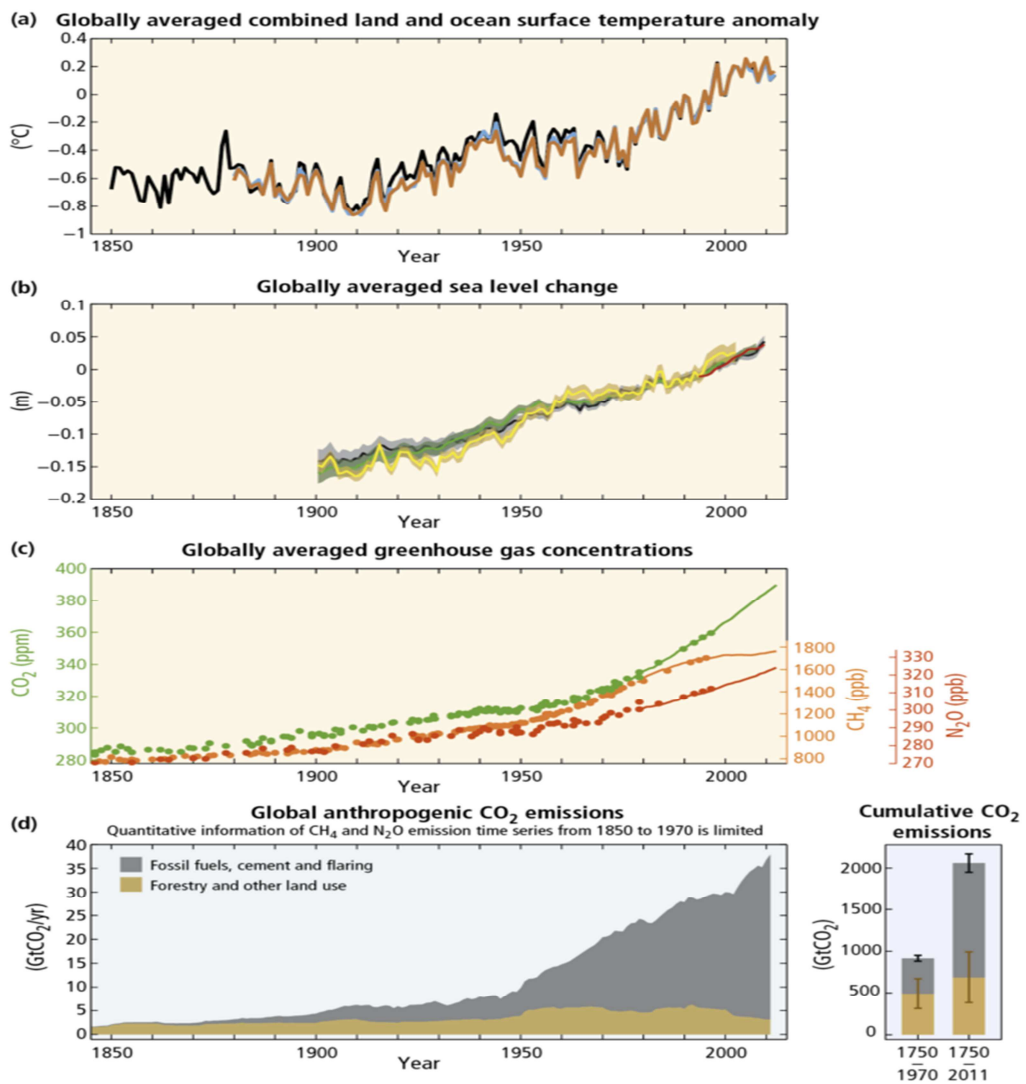


Ilustración 23: Concentración de CO₂



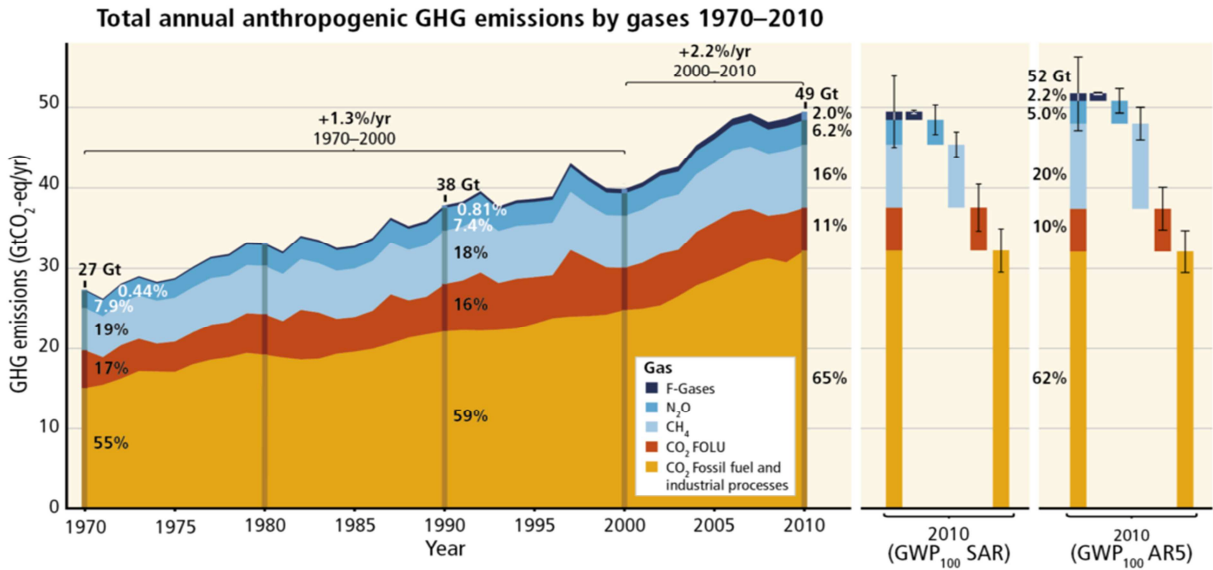
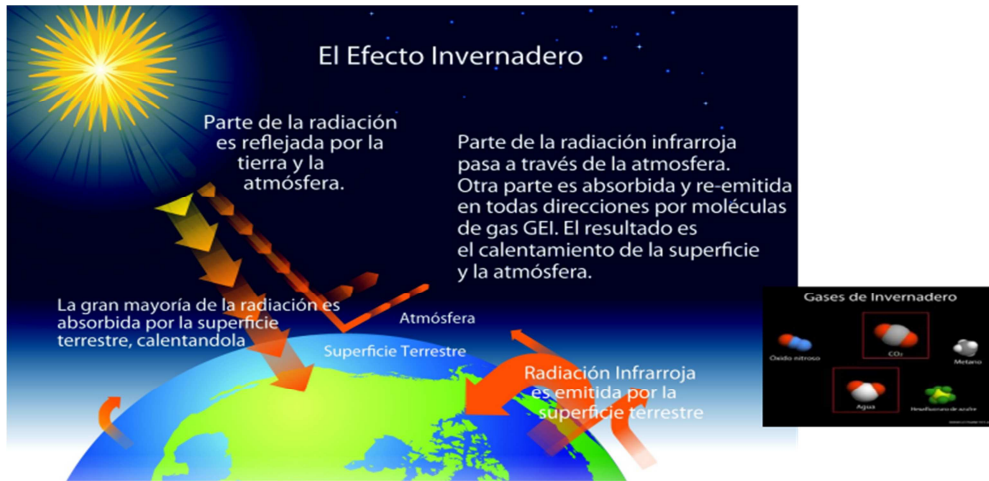


Ilustración 24: Emisiones GHG anuales, 1970-2010.

El incremento de la concentración de estos gases aumenta el fenómeno natural de efecto invernadero, resultando en un ascenso de la temperatura media global.

✓ ¿Qué es el efecto invernadero?



EFFECTO INVERNADERO

Es un fenómeno natural, por el cual la Tierra retiene parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Este fenómeno permite la existencia de vida.



CALENTAMIENTO GLOBAL

Es el incremento de la temperatura media de la atmósfera debido a la actividad humana.



Ilustración 25: Esquematación del fenómeno de calentamiento global

✓ **Consecuencias:**

El crecimiento de las emisiones GEIs tiene impactos fuertes y variados en los sistemas naturales y la sociedad. Al aumentar su concentración la atmósfera y los océanos se calientan.

Entre 1901-2012 casi todo el Planeta experimentó un calentamiento de la superficie terrestre que se tradujo en la duplicación del número de olas de calor y el incremento de eventos climáticos extremos; la disminución de la capa de nieve de primavera en el hemisferio noroeste y las mantas de hielo en Groenlandia y Antártida; la desaparición de muchos glaciares que contribuyen también al ascenso del nivel del mar.

Por otro lado, los océanos han absorbido un 30% del dióxido de carbono, acidificándose y alterando las condiciones de vida marina, generando impactos en los ecosistemas y en muchas actividades pesqueras.

Eventos extremos como inundaciones impactan directamente en los habitantes de una comunidad y también en los recursos que se pierden y no pueden ser comercializados. Los efectos dependen de la región geográfica y factores socioeconómicos. En general los países desarrollados, que aportan la mayoría de las emisiones, sienten los efectos a un nivel menor debido a sus mejores posibilidades para afrontar los impactos y los daños.



Ilustración 26: principales efectos del Cambio Climático

En Latinoamérica, los impactos y riesgos pronosticados incluyen amenazas a la producción de alimentos, afectación de los ecosistemas marinos y terrestres, incendios forestales, inundaciones, y cambios en los niveles de nieve. El mundo podría enfrentarse a problemas de desplazamiento de población (refugiados climáticos) generados por cambios en la cantidad y calidad de recursos;

los cambios en el hábitat natural de los animales generarían modificaciones en los patrones migratorios de muchas especies. Las regiones más vulnerables necesitan principalmente incluir medidas de adaptación a los escenarios climáticos futuros en sus programas de desarrollo.

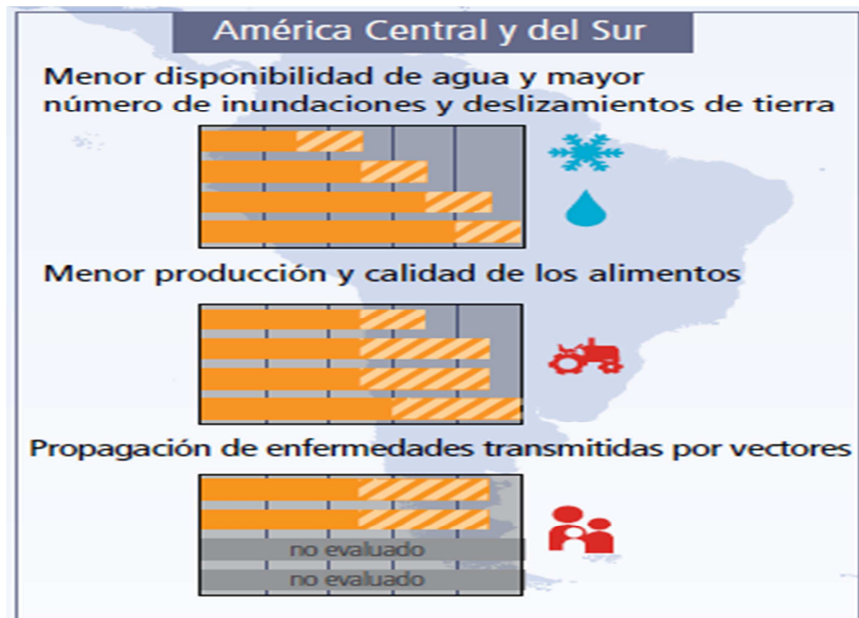


Ilustración 27: Principales efectos en América Central y del Sur. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

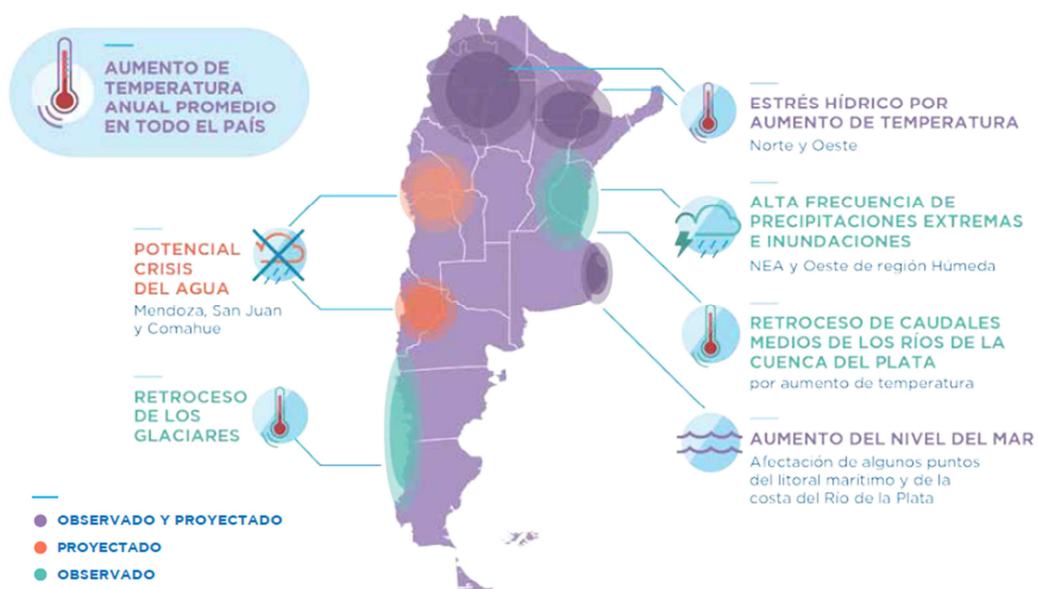


Ilustración 28: Principales efectos en Argentina. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

✓ ¿Qué tenemos que hacer?

Para evitar un daño severo e irreversible a ecosistemas vulnerables, la meta es que la temperatura media de la atmósfera a nivel global no supere los 2°C y para lograrlo es necesario llevar la cantidad neta de emisiones hacia cero en el transcurso de la segunda mitad del Siglo.

Según el IPCC, hay más de 900 combinaciones de **estrategias de mitigación y adaptación**. Dado que globalmente el sector de energía contribuye con la mitad del crecimiento de las emisiones y el uso de tierra representa un 25% (en Argentina es alrededor del 50%), las estrategias de reducción de emisiones más significativas se relacionan con estos dos sectores.

En temas de energía, es necesario establecer hábitos de menor consumo y mayor eficiencia. Un cambio de perspectiva cultural debe incluir eficiencia en todos los niveles, desde la fabricación hasta el consumo. También, mayores inversiones en desarrollo de fuentes de energía renovables que no generan emisiones.

Las políticas públicas e incentivos económicos son fundamentales para facilitar esos cambios a niveles nacionales, provinciales y locales. Finalmente, una mitigación y adaptación exitosa no es posible sin colaboración entre los niveles gubernamentales y de todos los miembros del sistema internacional.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

Definiciones de calor y temperatura, potencia y energía, rendimiento. Coordenadas geográficas. Trigonometría: seno, coseno y tangente. Unidades de medida y conversión.

✓ **Conceptos básicos:**

Calor: el calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro debido de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía se denomina energía térmica y es transferida desde el cuerpo más caliente al más frío.



Ilustración 29: definición de calor

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de calor es la misma que la de energía, es decir el Joule (J). También se expresa en calorías (cal), siendo 1 cal = 4,186 J y la relación inversa es: 1 J = 0,24 cal

La energía es una propiedad de la materia, capaz de producir cambios, que se transforma, se transfiere, se conserva y se degrada.

Temperatura: se trata de una magnitud física referida a la cantidad de calor ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

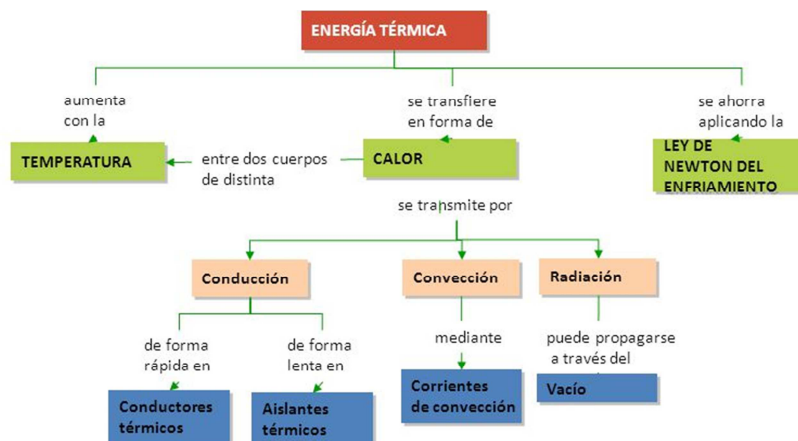


Ilustración 30: Energía térmica

La temperatura está relacionada con la energía interna de los sistemas termodinámicos, con la energía cinética asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional o en forma de vibraciones. A medida que aumenta la energía cinética de un sistema, éste se encuentra más “caliente” y su temperatura es mayor.

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de medida es el Kelvin (K). Generalmente, para la medición de la temperatura de fluidos se usa como unidad el grado Celsius.

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$$

Potencia:

Es la cantidad de trabajo (energía) efectuado por unidad de tiempo.

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de medida es el Watt (W), equivalente a 1J/seg.

Energía:

La energía es la capacidad que poseen los cuerpos para poder efectuar un trabajo a causa de su constitución (energía interna), de su posición (energía potencial) o de su movimiento (energía cinética). Según la forma o el sistema físico en que se manifiesta, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, luminosa, etc.

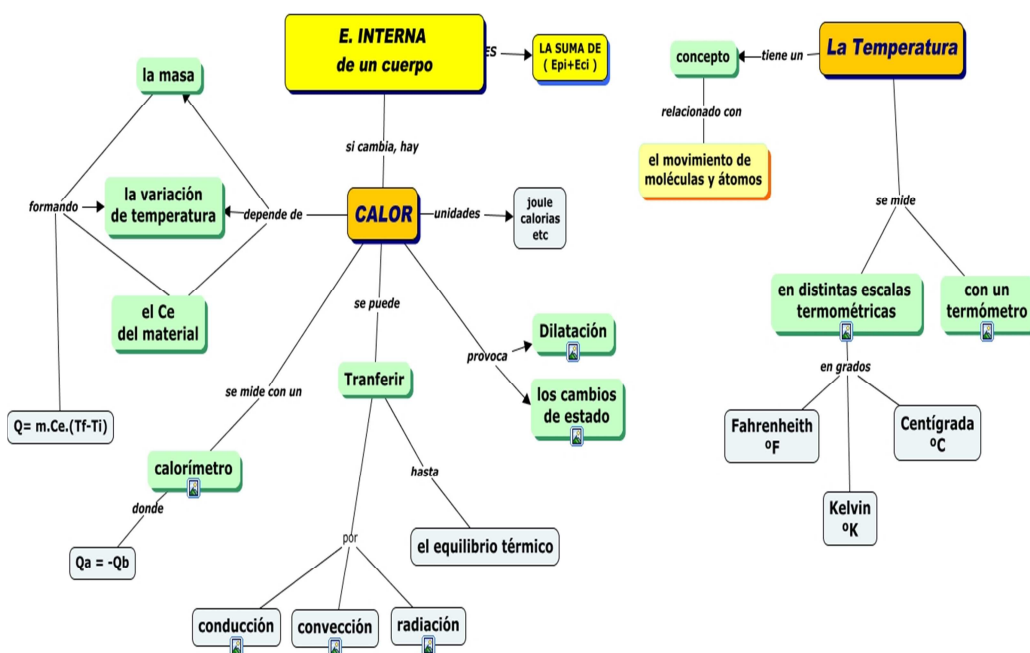


Ilustración 31: Formas de energía

La energía es la consecuencia de la actuación mediante interacciones o intercambios de los cuatro tipos de fuerzas fundamentales de la naturaleza: gravitatoria, electromagnética, nuclear.

En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de medición de energía es el Joule (J), el que se define como el trabajo realizado por la fuerza de 1 Newton cuando desplaza su punto de aplicación 1 metro o, lo que lo mismo, cuando se eleva 1 metro una masa de 101g.

Para la energía eléctrica se emplea como unidad de medición el kilowatt - hora (kWh), definido como el trabajo realizado durante 1 hora por una máquina que tiene una potencia de 1 kilowatt. Su equivalencia con la unidad del Sistema Internacional es: $1kWh = 3,6 \times 10^6 J$

Entonces, resumiendo:

La energía es la capacidad de hacer un trabajo ...

Energía \rightarrow Trabajo = Fuerza \times Desplazamiento

Energía = Julio = N x m ; Energía = Kcal = kg x °C

Potencia es energía por unidad de tiempo ...

$$P = \frac{\text{Energía}}{\text{Tiempo}} = \frac{\text{Julio}}{\text{segundo}} = \text{Watt (W)}$$

Redefiniendo la fórmula de la energía ...

Energía = Potencia x Tiempo = (Julio/seg) x seg = Watt x seg.

1 kW x h = 1000 W x 3600 seg. = 3,6 x 10⁶ Watt x seg. (J)

1 J = 1 Watt x 1 seg.

Ilustración 32: Potencia y energía

Rendimiento: el rendimiento energético es la relación entre la energía que suministramos a un sistema y la energía útil que obtenemos realmente.

$$\text{Rendimiento } r = \frac{\text{Energía Útil}}{\text{Energía Inicial Aportada}} \times 100$$

Ilustración 33: Rendimiento

Un sistema energéticamente eficiente es aquel que tiene un rendimiento máximo, es decir, aprovecha al máximo la energía que le suministramos.

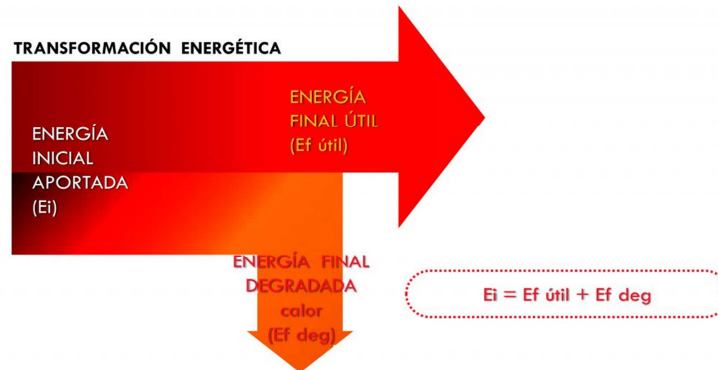
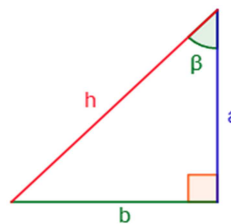


Ilustración 34: Energía útil

Trigonometría básica:

- ✓ Coseno (cos): se define como el cociente del **lado contiguo** al ángulo β y la hipotenusa (h).
- ✓ Seno (sen o sin): se define como el cociente del **lado opuesto** al ángulo β y la hipotenusa (h)



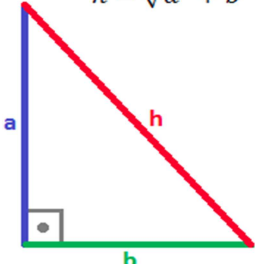
$$\cos(\beta) = \frac{a}{h}$$

$$\sin(\beta) = \frac{b}{h}$$

- ✓ Tangente (tan o tg): es el cociente del seno y coseno del ángulo β , dado que es el cociente del lado opuesto y el lado contiguo.
- ✓ Teorema de Pitágoras: dado un triángulo rectángulo de catetos a y b e hipotenusa h (el lado opuesto al ángulo recto), entonces:

$$h^2 = a^2 + b^2$$

$$\downarrow$$

$$h = \sqrt{a^2 + b^2}$$


Unidades de medida y conversión:

<p>Trabajo y Energía:</p> <p>1 Joule (J) = 0,239 calorías (cal)</p> <p>1 Cal = 4,184 J</p> <p>1 Btu (British Thermal Unit) = 252 Cal = 1054 J</p> <p>1 kilowatt.hora (KWh) = 3,60 x 10⁶ J</p> <p>1 electron-voltio = 1,60 x 10⁻¹⁹ J</p>	<p>Fuerza:</p> <p>1 Newton (N) = 0,1020 kilogramo-fuerza</p> <p>1 kilogramo-fuerza = 9.8067</p>	<p>Potencia:</p> <p>1 Watt (W) = 1 J/s</p> <p>1 HP = 746 kW</p>
<p>Presión:</p> <p>1 atmósfera (atm) = 101.325 Pascal (Pa)</p> <p>1 bar = 100.000 Pa</p> <p>1 kilogramo-fuerza / cm² = 98.066,5 Pa</p> <p>1 kilogramo-fuerza / cm² = 0,9678 atm</p>	<p>Temperatura:</p> <p>Kelvin = °C + 273,1</p>	<p>Unidades de masa:</p> <p>1 Tonelada = 1000 Kg</p>

III. EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR

Energía Solar Fotovoltaica:

Es la energía procedente del Sol que se convierte en energía eléctrica de forma directa, sin ninguna conversión intermedia. Por esto, empezaremos conociendo al Sol.

¿Qué es la radiación solar?

La radiación solar es la energía radiante emitida por el Sol, que se genera a partir de reacciones termonucleares de fusión en su núcleo y que producen radiación electromagnética en varias frecuencias y longitudes de onda, propagándose por el espacio.

La constante solar es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y superficie, medida en la parte externa de la atmósfera terrestre en un plano perpendicular a los rayos del Sol. Los resultados de su medición por satélites arrojan un valor promedio de 1367W/m^2 . La energía solar que llega a la superficie terrestre es 10.000 veces mayor que la energía consumida actualmente por la Humanidad.

La radiación es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas. Se produce desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse.

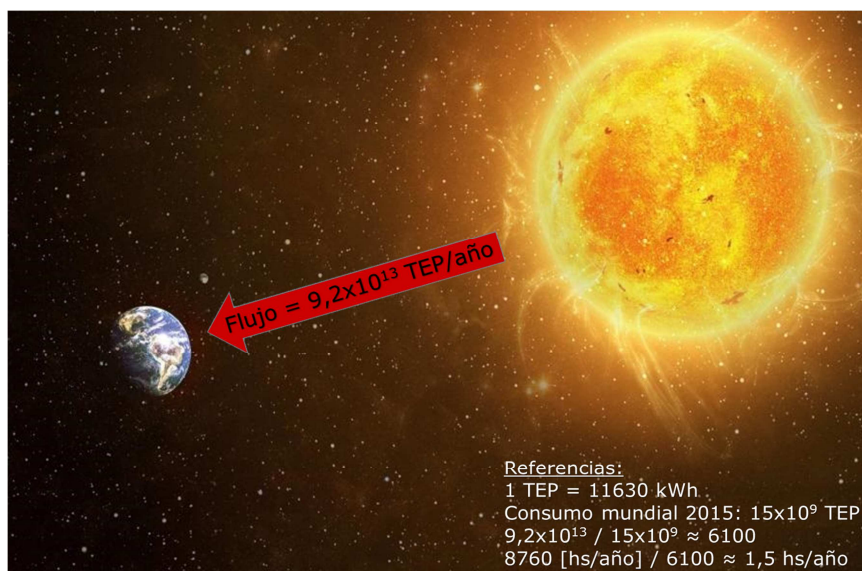


Ilustración 35: radiación solar

La longitud y frecuencia de las ondas electromagnéticas son atributos importantes para determinar su energía, visibilidad y poder de penetración. Todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de 299.792 km/s. Las siguientes imágenes muestran las longitudes de las ondas electromagnéticas que componen la radiación.

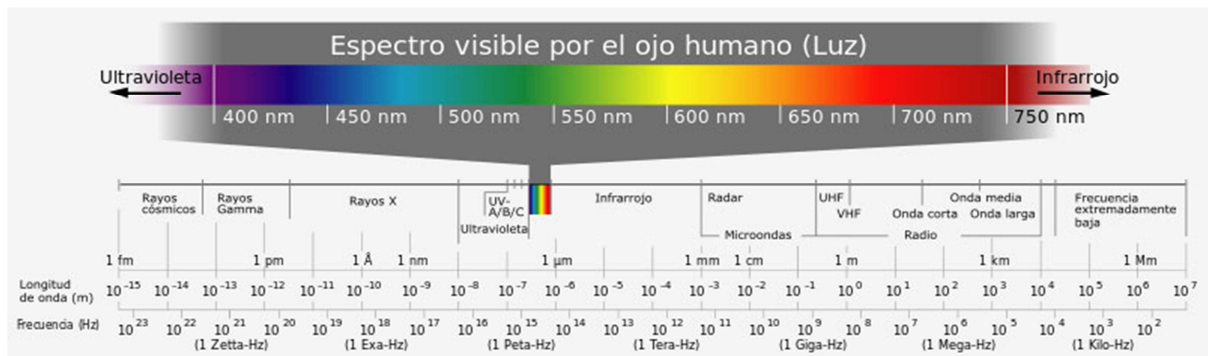
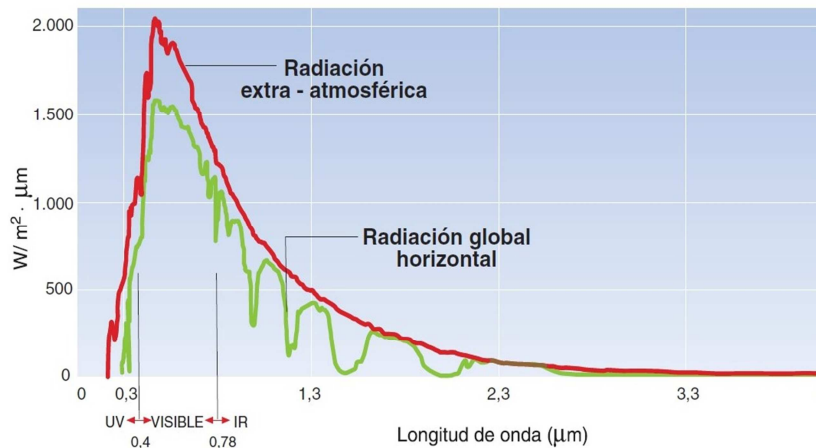


Ilustración 36: Radiación electromagnética

La radiación solar no se concentra en una sola frecuencia, sino que se distribuye en un amplio espectro de amplitud no uniforme con la forma típica de una campana. El máximo de radiación se centra en la banda de radiación o luz visible con un pico a 500 nm fuera de la atmósfera terrestre según la Ley de Wien, que corresponde al color verde cian.

Además de la radiación visible, se encuentran la radiación infrarroja y los rayos ultravioletas.

La **constante solar** está referida a umbrales de la atmósfera y el plano perpendicular a los rayos solares entrantes: es por lo tanto necesario tener en cuenta que la radiación solar en la Tierra golpea un casquete esférico durante 1440 minutos cada día, disminuyendo en un 75%. La atmósfera a su vez filtra los rayos del Sol hasta cierto punto, como lo hace cada cuerpo, causando:

- Reflexión y dispersión de parte de la radiación, debido al albedo, nubes, gases y aerosoles atmosféricos;
- Absorción de parte de la radiación solar por la superficie terrestre.

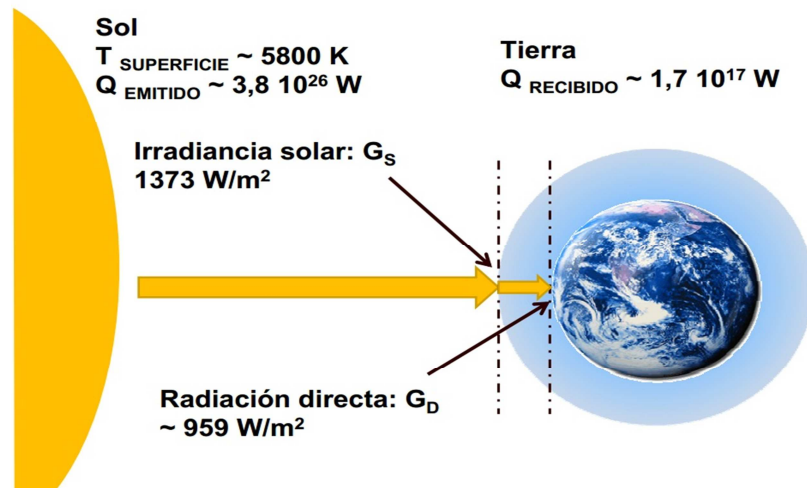


Ilustración 37: Radiación solar

Diferentes tipos de radiación solar:

- **Radiación solar directa:** radiación que ha encontrado cualquier obstáculo al que ha entregado toda o parte de su energía. La energía que no llega a la superficie de la Tierra se dice que está extinta y está formada por la radiación re-emitida, reflejada y retrodispersada hacia el Espacio.
- **Radiación solar difusa:** representa la porción de radiación solar que ha golpeado al menos una partícula de nubes, aerosoles o gases atmosféricos al cambiar el ángulo de incidencia y que, sin embargo, alcanza el suelo porque está dirigida hacia él.
- **Radiación reflejada:** es la parte de la radiación solar incidente reflejada desde la superficie de la tierra debido al efecto albedo. El albedo es el coeficiente de reflexión c . Los valores de c generalmente están entre 0 y 1 o se expresan como un porcentaje. Está dada por la relación entre la energía radiante reflejada desde una superficie con respecto a la energía incidente.

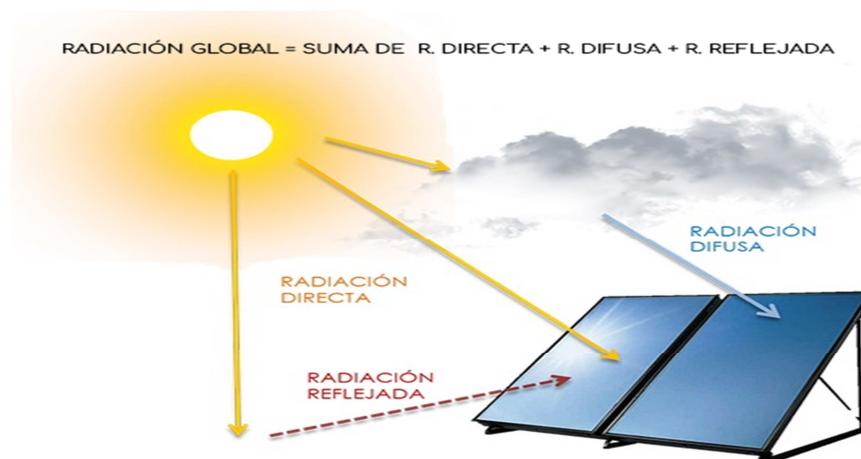


Ilustración 38: Tipos de radiación solar

Medición de Radiación Solar:



Ilustración 38: Equipos de medición de radiación solar

- ➔ **Piranómetro:** Mide Radiación Solar Global
- ➔ **Pirheliómetro:** Mide Radiación Solar Directa
- ➔ **Piranómetro sombreado:** Mide Radiación Solar Indirecta (Difusa + Reflejada)

Mapas de radiación solar

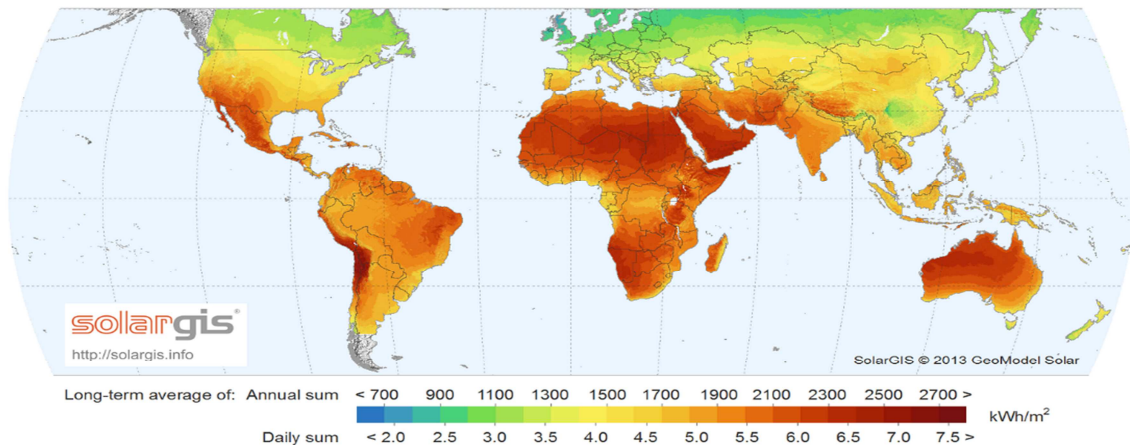


Ilustración 39: Distribución mundial de la radiación solar

Los mapas de radiación solar muestran la distribución de la misma en los meses del año y los valores promedios anuales. Con esos datos se puede analizar el recurso solar disponible para su aprovechamiento térmico o fotovoltaico.

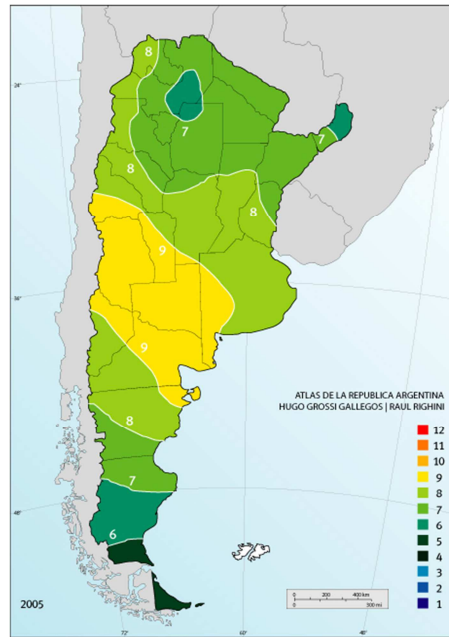


Ilustración 41: Mapa solar de Argentina; <http://energiasdemipais.educ.ar/fuentes-de-energia-potencial/mapa-de-radiacion-solar/>

En la Provincia de Santa Fe se dispone desde el año 2015 de la red solarimétrica, por medio de la cual se toman mediciones de radiación solar, temperatura, dirección y velocidad de viento, presión atmosférica en 5 localidades, siendo la única provincia del país que cuenta con estaciones de medición del recurso solar operativas.

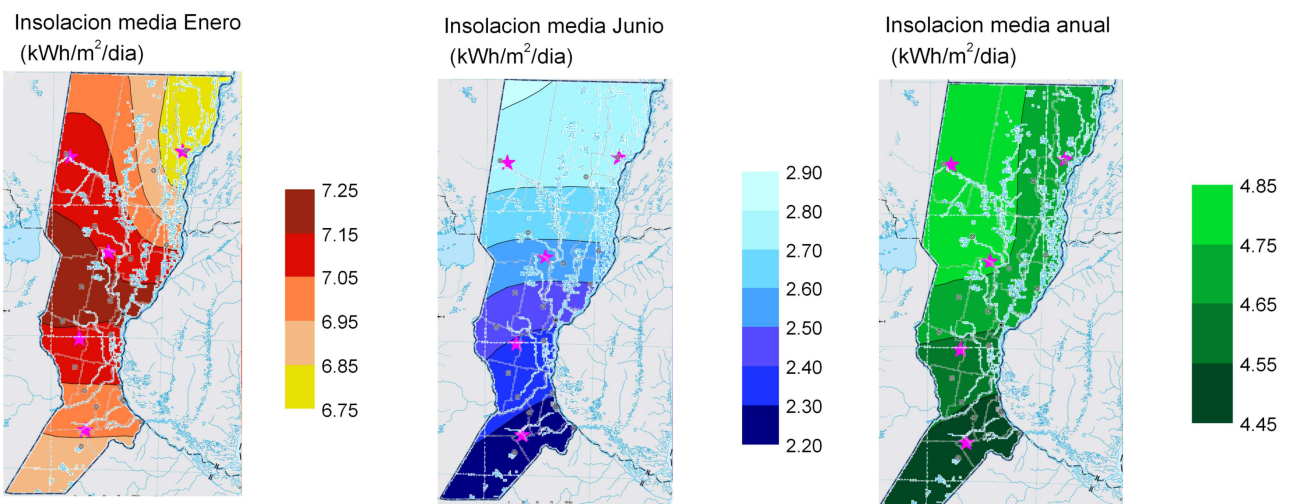


Ilustración 42: Mapa radiación solar provincia de Santa Fe

Geometría solar:

La distancia entre el Sol y la Tierra oscila entre los 1.017 AU el 4 de Julio (afelio) y unos 0,983 AU el 3 de Enero (perifelio). Las unidades AU son “Unidades Astronómicas” y es la distancia promedio entre el Sol y la Tierra (150 millones de km).

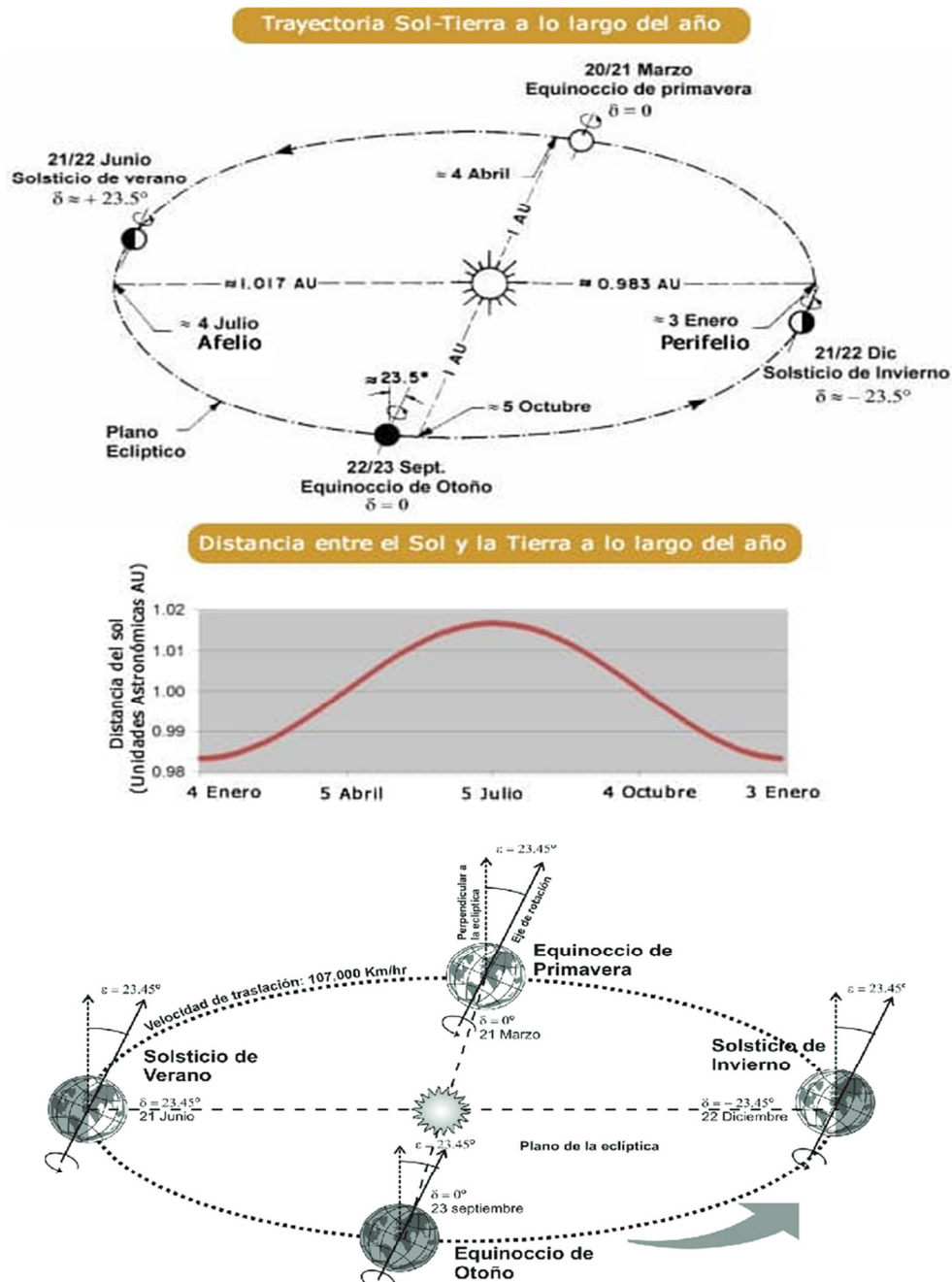


Ilustración 43: Trayectoria solar

Latitud y azimut:

Los parámetros asignados para optimizar al panel son la **latitud y azimut**.

La **latitud** mide el ángulo entre cualquier punto y el Ecuador. Las líneas de latitud se llaman paralelos y son círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra. La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

Ahora bien, para un mejor aprovechamiento de la energía proveniente del sol, es necesario que el vector del rayo solar impacte de forma perpendicular al plano inclinado del panel, así se puede obtener el mayor rendimiento y por lo tanto, la mayor potencia asignada al panel (potencia nominal). Esta inclinación depende de la ubicación geográfica en el mundo.

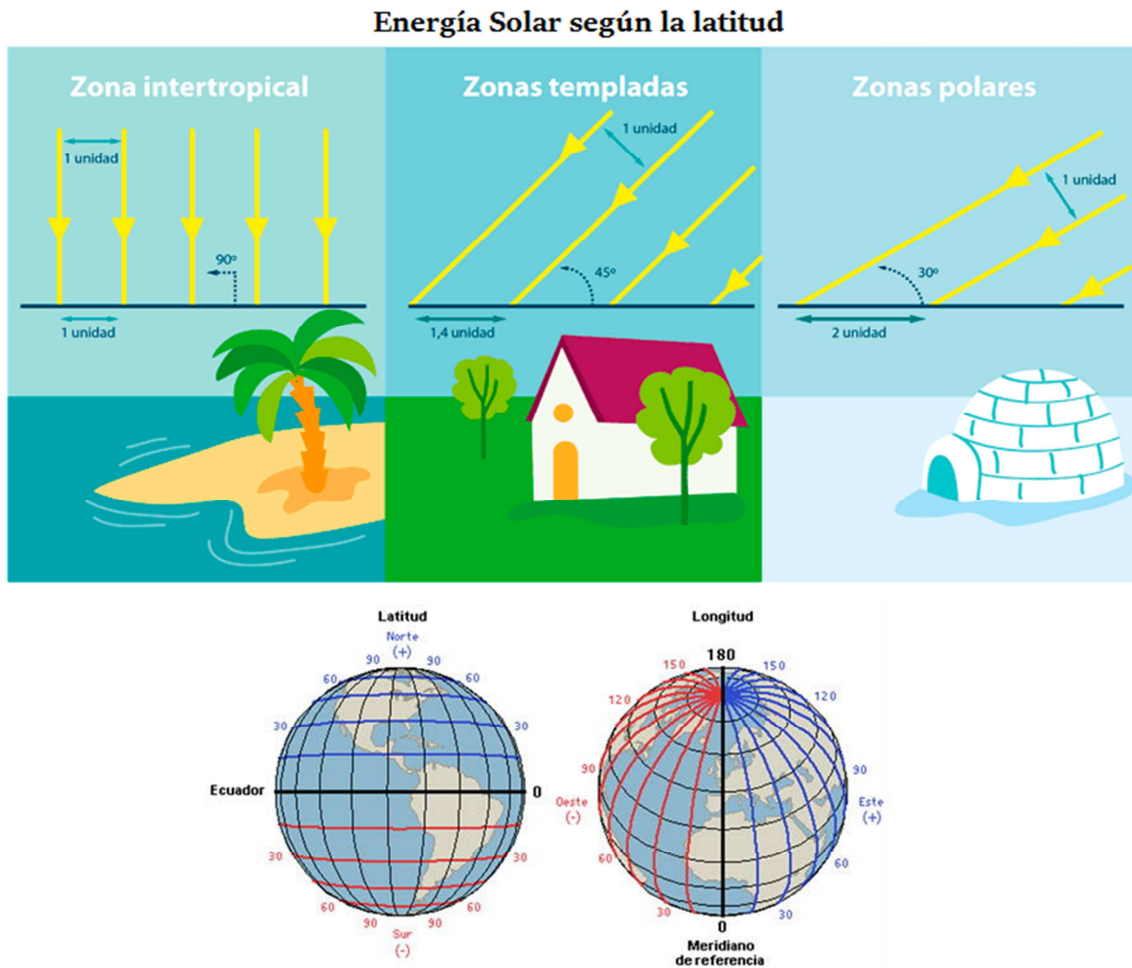


Ilustración 44: Radiación solar según Latitud

Los valores de latitud para la provincia de Santa Fe rondan los **30° ± 7°** aumentado hacia el Sur y disminuyendo hacia el Norte. El sol cambia día a día su trayectoria, es por eso que percibimos en invierno que el sol se acerca al horizonte y en verano por encima de nosotros. En los solsticios

llegan a esos valores mínimos y máximos respectivamente.

Azmut: ángulo que forma un cuerpo y el Norte, medido en sentido de rotación de las agujas del reloj. Determina la dirección de un cuerpo. Por ejemplo, un cuerpo que se halla al Norte tiene un azmut de 0° , al Este tendrá un azmut de 90° , al Sur de 180° y al Oeste de 270° .

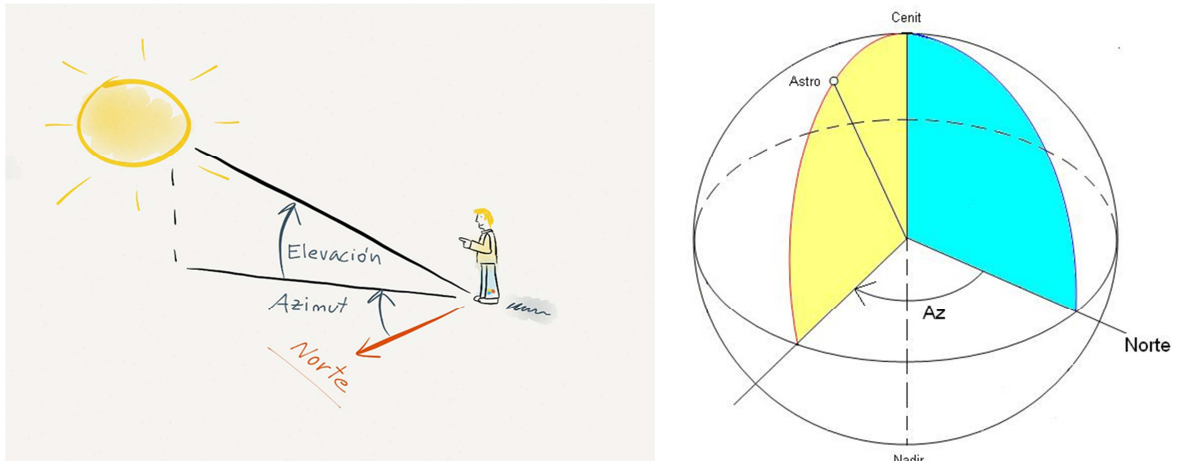


Ilustración 45: Azimut solar

Zenit: es el punto de la esfera celeste situado en la vertical del observador.

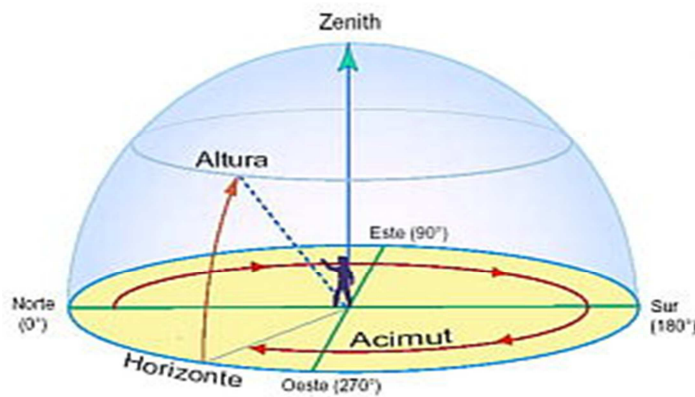
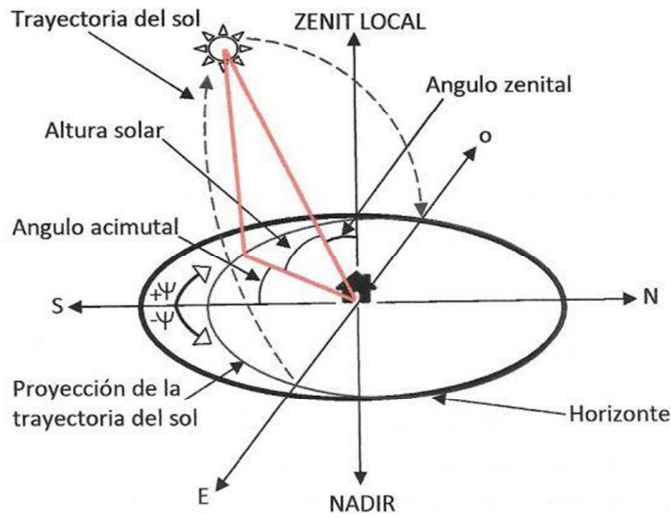


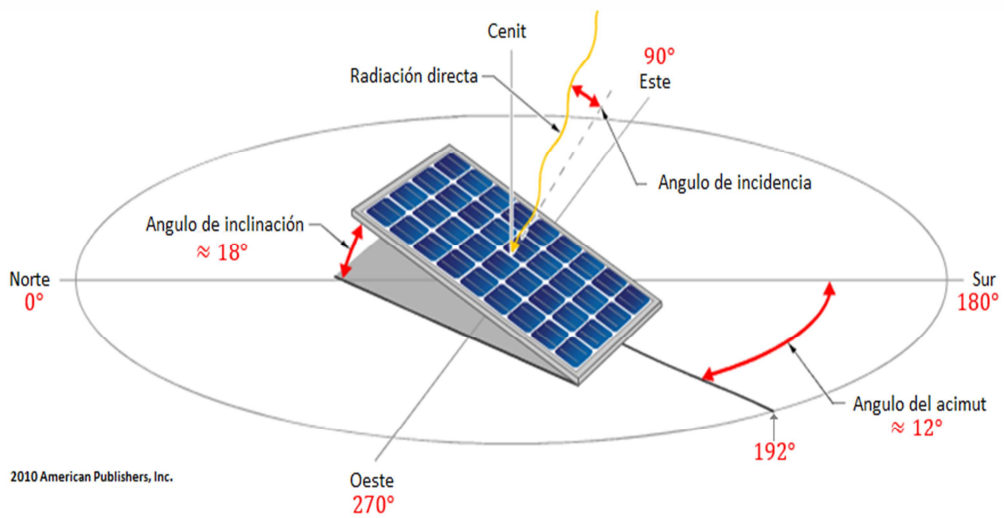
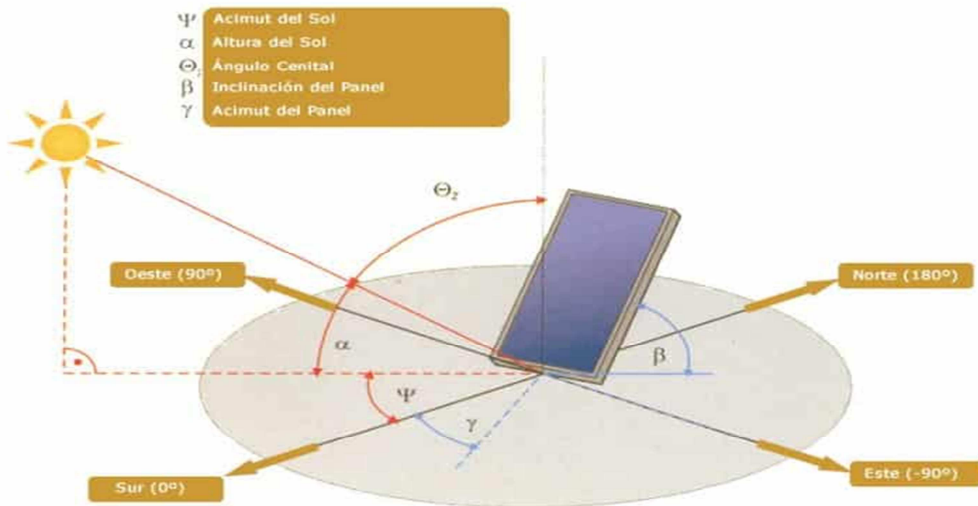
Ilustración 46: Zenit solar

Altura solar:

Corresponde al ángulo con el que vemos el Sol (si lo miramos en su posición), tomando la horizontal formada por el suelo. Es el ángulo de la línea que une los centros del Sol y el observador con su proyección en el plano horizontal desde -90° a $+90^\circ$. La altitud solar es positiva cuando el sol está sobre el horizonte y negativo cuando está debajo de éste. La distancia hasta el Zenit es el complemento del ángulo de altura solar y se denomina **ángulo zenital**.



AulaFacil.com



2010 American Publishers, Inc.

Ilustración 47: Ángulos solares

Proyección de sombras:

Para el aprovechamiento del recurso solar es imprescindible estudiar las proyecciones de sombras para el día del año en el que la altura solar es menor (21 de Junio para el Hemisferio Sur), a los fines de ubicar los colectores solares de manera tal que no se proyecten sombras sobre los mismos que reduzcan la cantidad de energía solar a ser aprovechada.

Las distancias mínimas se calculan teniendo en cuenta el ángulo de altura solar y el ángulo de inclinación del panel o colector solar, tal como se muestra en la siguiente imagen.

β = el ángulo de inclinación del módulo.
 b = el largo del módulo fotovoltaico
 γ_s = es el ángulo crítico en el solsticio de invierno.

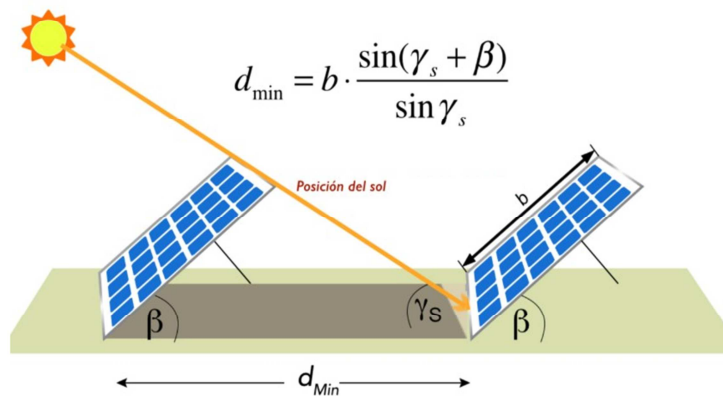


Ilustración 48: Proyección de sombras

IV. MARCO REGULATORIO

En esta sección se nombrarán acuerdos, leyes y reglamentaciones que dan marco a la promoción del uso de energías renovables:

- ✓ **Agenda Internacional 2030 y los ODS** (Objetivos de Desarrollo Sostenible)
- ✓ **Ley Nacional Nº 25.019: Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar**
- ✓ **Ley Nacional Nº 27.191/15:** modifica la Ley Nacional Nº 26.090/06. *Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica.* Reglamentada por el Decreto Nº 531/16. La misma establece como alcance lograr una contribución de las fuentes de energía renovables destinada a la producción eléctrica, con una participación de energías renovables en los siguientes porcentajes establecidos:

2017-2018	2019-2020	2021-2022	2023-2024	Desde 2025
8%	12%	16%	18%	20%

Dicha ley establece que todos los usuarios de energía eléctrica deberán contribuir con los objetivos de cubrimiento de energía eléctrica renovable.

Los usuarios con una demanda media anual igual o mayor a 300 kW deberán cumplir individualmente con los objetivos de contribución de cubrimiento de energía renovable de su consumo propio de energía eléctrica.

A partir de la reglamentación de la misma, se realizaron licitaciones de diferentes Programas, como el RenovAr, los cuales van permitiendo incorporar al mercado eléctrico mayorista proyectos de energías renovables.

- ✓ Ley Nacional Nº 27.424/17: *Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública.* Reglamentada por medio del Decreto Nº 986/18. Permite a los usuarios inyectar energía eléctrica a partir de fuentes renovables a la red de distribución.
- ✓ Ley Nacional Nº 26.093/06: *Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles.*
- ✓ **Resoluciones:**
 - Resolución Nº 108/11: se habilita la realización de Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada.

- Resolución N°280/08: se habilita a los Prestadores del Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica de jurisdicción provincial y/o municipal a OED la operación de unidades de generación inferior a 2000 kW.
- **CAMMESA.** Los Procedimientos
<http://portalweb.cammesa.com/Pages/BackupBotoneraAneriorIzquierda/Normativa/procedimientos.aspx>
- ✓ Ley Provincial N°12.503: declara de interés provincial la generación y el uso de energías alternativas a partir de la aplicación de las fuentes renovables en todo el territorio de la Provincia.
- ✓ Ley Provincial 12692/2006: Régimen Promocional Provincial para la investigación, desarrollo, generación, producción y uso de productos relacionados con las energías renovables no convencionales.
- ✓ Resolución de EPE N° 442/13: procedimientos para instalación de sistemas de generación eléctrica en isla y de interconexión en paralelo a la red de distribución baja tensión.
- ✓ Informes de medición de la Red Solarimétrica, conformada por estaciones de medición en 5 puntos de la Provincia:
 - Tostado (Departamento 9 de Julio);
 - Reconquista (Departamento General Obligado);
 - Elisa (Departamento Las Colonias);
 - Cañada Rosquín (Departamento San Martín);
 - Firmat (Departamento General López)

El Gobierno de Santa Fe por medio de políticas públicas cuenta con programas de promoción para el desarrollo de fuentes de energías renovables disponibles en nuestro territorio, tales como:

- **Prosumidores:** ofrece una tarifa preferencial y fuentes de financiamiento para personas físicas y jurídicas que generen energía eléctrica a partir de fuentes renovables interconectada a la red de distribución de baja tensión de la distribuidora eléctrica.
- **Generfe:** convocatoria a inversiones para construcción de 7 parques solares fotovoltaicos y 1 parque eólico, con una potencia total de 50MW.
- **Experiencia Biobus:** uso de biodiesel al 100% en el transporte urbano e interurbano de pasajeros en la Provincia y uso de energía eléctrica generada en el Parque Solar Fv de

San Lorenzo para abastecer demanda eléctrica de las 2 líneas de trolebuses de transporte urbano de pasajeros de Rosario.

- **Exenciones impositivas:** Ley Provincia N°12.692/06 y DR 158/07.
- **Financiamiento:** Línea verde de créditos para empresas que quieran implementar medidas de eficiencia energético y/o sistemas de aprovechamiento de energías renovables.
- **Procedimiento de análisis del índice de prestaciones energéticas de viviendas:** para el etiquetado de eficiencia energética de las mismas.
- **Producción más energética:** ofrece asesoramiento para emprendimientos agropecuarios para el aprovechamiento energético de sus residuos orgánicos.
- **Educación energética:** capacitación e instalación de equipos de aprovechamiento de bioenergías en escuelas rurales.
- **Mapa de Renovables:** mapa interactivo en el que se podrán ver las instalaciones de generación de energía a partir de fuentes renovables instaladas en la Provincia de Santa Fe.
- **Academia de las Renovables:** capacitaciones presenciales y semipresenciales en funcionamiento, operación e instalación de sistemas de aprovechamiento de energías renovables. <https://www.santafe.gob.ar/ms/academia/>
- **Parque Solar Fotovoltaico San Lorenzo:** planta fotovoltaica con una potencia total de 1MW para generar energía eléctrica renovable e inyectarla a la red de distribución de la EPESF. Inaugurado el 15 de marzo de 2018; 4.400 módulos generan la energía eléctrica equivalente al consumo de alrededor de 450 hogares.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

Publicaciones:

- Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN). Las bases sobre Cambio Climático.
- Gallegos Grossi H, Righini H. 2007. *Atlas Solar de la República Argentina*. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales.
- Informe de Radiación Solar en la provincia de Santa Fe. 2018. Grupo de Energías no Convencionales del IFIS-CONICET y FIQ-UNL. Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe.

Páginas web:

- Visor de los mapas provinciales disponibles en el visor del Portal de Datos Abiertos de la República Argentina: <http://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php>
- Secretaría de Energía de la Nación. Balance Energético Nacional: <https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
- www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_2018/balance_2018_horizontal.xlsx
- BP Statistical Review of World Energy2019 | 68th edition: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>
- Adjudicaciones licitaciones RenovAR: <https://public.tableau.com/profile/datosenergia#!/vizhome/AdjudicacionesRenovARMINEMARgentina/AdjudicacionesRenovArArgentina>
- <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>)
- <http://www.energiaestrategica.com/argentina-va-camino-a-duplicar-su-potencia-solar-instalada-y-superar-los-1-000-megavatios-en-menos-de-un-ano/>
- Portal de Energía de la Provincia de Santa Fe: <https://www.santafe.gob.ar/energia>
- Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina: http://www.melectrico.com.ar/web/pdfs/SINTESIS_MEM_2019_AGOSTO.pdf
- Diagrama de Sankey: <https://datosgobar.github.io/energia/>
- <http://portalweb.cammesa.com/Pages/BackupBotoneraAneriorIzquierda/Normativa/procedimientos.aspx>