

GUÍA DE RECURSOS ENERGÉTICOS

de la Provincia de San Luis

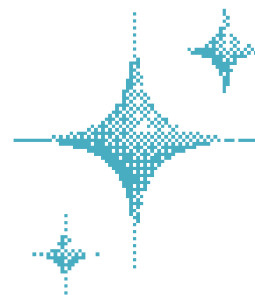
PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Junio 2025 | San Luis, Argentina



SAN LUIS
La Provincia

Secretaría
de Ambiente y
Desarrollo Sustentable



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS

Gobernador Claudio Javier POGGI

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Secretario Federico Javier CACACE

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Director Nicolás Ariel RAMOS

ÁREA POLÍTICA ENERGÉTICA Y RECURSOS RENOVABLES

Ana Carolina ORO

ENTREVISTAS A

- Franco Milán
- Franco Testi

Escuela Técnica N° 37 “Ing. German Ave Lallemand”

Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable

INTERNO 3359 | Edificio Oeste - Bloque II | Casa de Gobierno, San Luis (5700)

www.ambiente.sanluis.gov.ar

[@ambiente.sanluis](#)

Copyright © 2025. Todos los Derechos Reservados.

ÍNDICE

Introducción Pág. 8

SECCIÓN 1. Recursos Energético

- ¿Qué es la energía?
- ¿Cómo se mide la energía?
- La energía no se crea ni se destruye Pág. 9

SECCIÓN 2. Tipos de Energías

- Energía Cinética
- Energía Potencial
- Energía Potencial Gravitatoria
- Energía Potencial Elástica
- Energía Mecánica

SECCIÓN 3. Energía Eléctrica

- Ley de Ohm
- ¿Cómo se mide? Pág. 10
- Voltaje
- Amperaje
- Potencia
- ¿Cómo se produce?
- Energía Cinética
- ¿Qué es un generador?
- Efecto Fotovoltaico

SECCIÓN 4. Tipos de Fuente de Energía

- Fuentes RenovablesPág. 11
- Energía Solar
 - Constante Solar (Atmósfera)
 - Constante Solar (Superficie terrestre)
 - Energía Solar Térmica Pág. 12
 - Energía Solar Pasiva
 - Energía Solar Activa
 - Energía Solar Fotovoltaica
 - La celda fotovoltaica



- Efecto fotoeléctrico
- Paneles o módulos fotovoltaicos
- Energía Eólica ¿Cuáles son los principales componentes de un aerogenerador eólico? Pág. 13
 - Los cimientos
 - La torre
 - La góndola
 - El rotor y el buje
 - Las palas
 - Tipos de Aerogeneradores
 - Aerogeneradores de Eje Horizontal
 - Aerogeneradores de Eje Vertical
 - ¿Cómo funciona una turbina eólica? Pág. 14
- Mareomotriz
- Hidroeléctrica
- Geotérmica
- Biomásas Pág. 15
 - Vegetal
 - Animal
 - Diferencias y ventajas
- Energías No Renovable
 - Energía del Carbón
 - Energía del Petróleo
 - Exploración y localización de reservas Pág. 16
 - Perforación de pozos
 - Extracción primaria y métodos de recuperación
 - Recuperación avanzada y tecnologías
 - Energía del Gas Natural
 - Energía Nuclear
 - Fisión nuclear Pág. 17
 - Fusión nuclear
- Impacto Ambiental

SECCIÓN 5. Matriz Energética

- Matriz Provincial
- Matriz Nacional
- Matriz Mundial

SECCIÓN 6. Aprovechamiento Energético

- ¿Qué es el Uso Responsable (o Ahorro)? Pág. 18
- Buenas Prácticas
- Calefacción y Refrigeración
- Electrodomésticos

- Eficiencia Energética
- Beneficios de la Eficiencia Energética
- ¿Cómo leer una factura de electricidad?

SECCIÓN 7. Red Eléctrica Provincial

- ¿Qué es EDESAL? Pág. 19
- ¿Qué es Cammesa?
- ¿Qué son las centrales transformadoras?

SECCIÓN 8. Energías Renovables en San Luis

- Energía Eólica en San Luis Pág. 20
- Energía Solar en San Luis
- Energía de la Biomasa
- Centrales Térmicas de Biogás de la Provincia

Bibliografía Pág. 21





Resumen

Guía de Recursos Energéticos de la Provincia de San Luis

El presente trabajo es producto de un meticuloso proceso de investigación, recopilación de datos y entrevistas que los alumnos Franco Milán y Franco Testi pertenecientes a la Escuela Técnica N° 37 “Ing. German Ave Lallemand” realizaron en el marco de sus prácticas profesionalizantes. Las mismas se desarrollaron en el ámbito de la Dirección de Gestión Ambiental de Recursos Energéticos perteneciente a la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno de la Provincia de San Luis.

El presente trabajo tuvo por objetivo central conocer y comprender cómo operan los sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica en nuestra provincia y secundariamente como se regula y opera el mercado eléctrico tanto en su faceta mayorista como minorista,

Las conclusiones de este trabajo de investigación tendrán un efecto multiplicador muy positivo dado que contribuirá a la formación de muchísimos más estudiantes distribuidos en toda la geografía de la provincia de San Luis en la forma de una **Guía de Recursos Energéticos** cuyo contenidos serán abordados por la Escuela Ambiental Itinerante en el recorrido sistemático que realiza de todos los establecimientos educativos de nuestra provincia en aras principalmente de impulsar la eficiencia energética y consumo responsable de energía.



Agradecimientos

Guía de Recursos Energéticos de la Provincia de San Luis

Con profunda estima y reconocimiento, extendemos nuestra más sincera gratitud al Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable Dr. Federico Cacace; a los integrantes de la Dirección de Gestión Ambiental de Recursos Energéticos; en primer lugar a la persona de su director Ing. Nicolás Ariel Ramos; a la Jefa del Área Política Energética y Energías Renovables, Tec. Carolina Oro; al responsable de Control Ambiental de Actividad Minera, Lic. José Orlando Varas; a la Lic. Gabriela Romero y Srta. Yamile Gatica. Su asistencia y colaboración en todo momento resultó invaluable a lo largo de todo el proceso.

Expresamos nuestro agradecimiento al Sr. Vicedecano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, Dr. Ing. Federico Martin Serra cuyas observaciones y contribuciones fueron decisivas en la formulación del presente trabajo.

Nuestra gratitud se extiende también a la presidente de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica Dra. Laura Gisela Giumelli; al director de Infraestructura Hídrica y Energética Ing. Corrado A. Comastri y a la gerente de Relaciones Institucionales de EDESAL SA Lic. Mariela Quiroga Gil quienes nos recibieron cordialmente y respondieron nuestras preguntas sobre el sector energético de la provincia de San Luis.

Finalmente, reconocemos con aprecio a la Empresa Distribuidora de Electricidad de San Luis (E.D.E.S.A.L.) por abrir sus puertas y permitirnos realizar consultas que han sido piezas clave en la construcción de este trabajo.

A cada uno de ustedes, nuestro más profundo agradecimiento por su contribución a la formulación de esta Guía de Recursos Energéticos de la Provincia de San Luis.

RECURSOS ENERGÉTICOS

GUÍA DE ESTUDIO



INTRODUCCIÓN

La guía de **Recursos Energéticos de la Provincia de San Luis** ha sido desarrollada como una herramienta educativa y didáctica destinada a apoyar las actividades de la **Escuela Ambiental Itinerante**. Este material ofrece una visión integral sobre los recursos energéticos disponibles en la provincia, destacando tanto su naturaleza como sus sistemas de generación.

Con esta guía, se aspira no solo a fortalecer la **conciencia energética**, sino también a fomentar el aprendizaje sobre las características específicas de los recursos energéticos locales y su relación con el desarrollo de la comunidad.

SECCIÓN 1. Recursos Energético

Recursos energéticos son aquellas sustancias que se pueden utilizar como fuente de energía. Siendo esta obtenida a través de diversos procesos. Este amplio grupo de sustancias puede ser agrupado en dos categorías generales, renovable y no renovable.

Los renovables son aquellos que se renuevan más rápido de lo que se consumen, mientras que los no renovables no se renuevan o se consumen más rápido de lo que se renuevan.

• ¿Qué es la Energía?

La energía es la capacidad de una fuerza de generar una acción o un trabajo. El término proviene del vocablo griego *enérgeia*, que significa “actividad”, y se usa en diversas áreas del conocimiento como son la física y la química. Toda fuerza que realiza un trabajo sobre un objeto provocará un cambio de energía en él.¹

• ¿Cómo se mide la Energía?

La energía se mide utilizando diferentes unidades, dependiendo del sistema de medida y el tipo de energía. Las unidades más comunes son el joule (J), que es la unidad del Sistema Internacional (SI).

Un joule es la cantidad de energía transferida cuando se aplica una fuerza de un newton sobre un objeto que se desplaza un metro en la dirección de la fuerza.²

• La energía no se crea ni se destruye

Existe un principio fundamental en física que se conoce como el principio de conservación de la energía, que establece que la energía no puede crearse ni destruirse sino que solo puede transformarse. Por ejemplo, un objeto que cae de cierta altura con una velocidad inicial igual a cero, transforma toda su energía potencial gravitatoria en energía cinética a medida que va ganando velocidad al acercarse al piso. El principio de conservación de la energía rige absolutamente todos los fenómenos físicos, desde la caída de un objeto hasta la formación de una estrella.³

SECCIÓN 2. Tipos de Energías

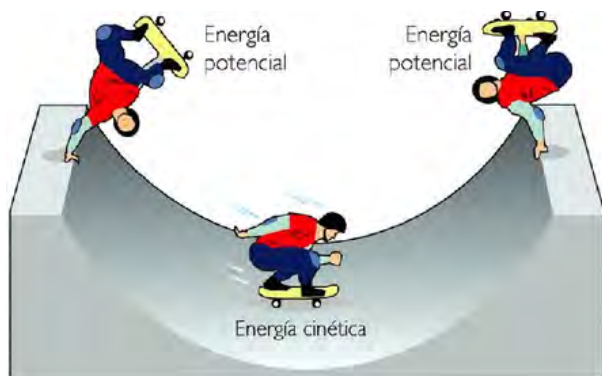
La energía se divide en dos grandes grupos:

• Energía Cinética

En física, la energía cinética es aquella que un cuerpo posee debido a su movimiento relativo. Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada (cualquier objeto) desde el reposo hasta la velocidad indicada (Halliday, Resnick, Walker, 2018).⁴

• Energía Potencial

La energía potencial se define como la energía asociada a la relación entre un cuerpo y un campo de fuerza. Puede ser un campo de fuerza externo (si el objeto se sitúa dentro del mismo) o interno (si el campo está dentro del propio objeto). Según la posición del objeto, existe una energía almacenada en su interior, que sería la llamada energía potencial (Serway & Jewett, 2018).⁵



• Energía Potencial Gravitatoria

El primero de ellos es la energía potencial gravitatoria, que es la que posee un objeto en relación con su altura en un campo gravitacional. La mejor muestra de esto es la famosa manzana de Newton, un fruto con masa (X) suspendido en un árbol que, cuando se desprende, ve cómo su energía potencial se convierte en energía cinética mientras cae hacia el suelo (Serway & Jewett, 2018).⁵



• Energía Potencial Elástica

Otro caso lo encontramos en la energía potencial elástica, que es la que se almacena en objetos que pueden deformarse y después regresar a su forma original, como por ejemplo las cuerdas que se usan para hacer puenting. Esta energía se libera cuando el objeto recupera su forma (Serway & Jewett, 2018).⁵

• Energía Mecánica

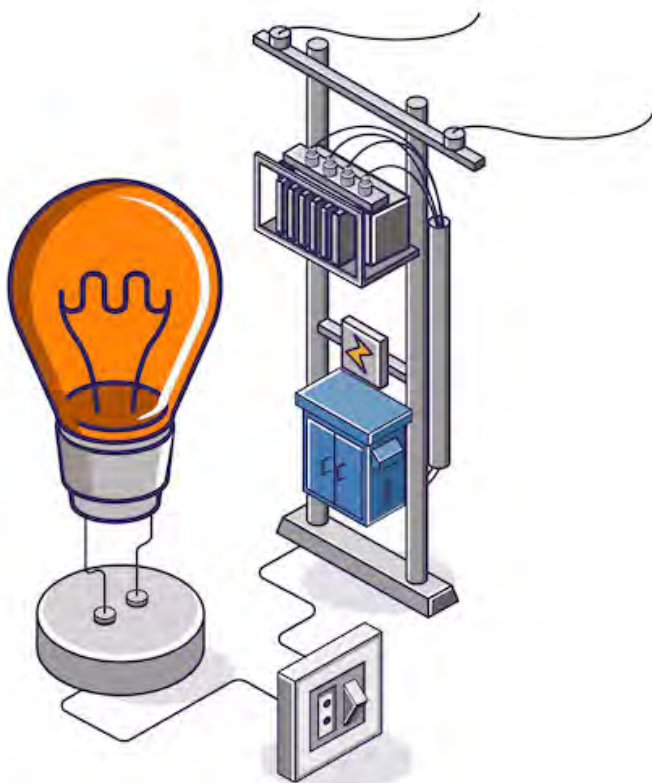
La energía mecánica se define como la suma de la energía cinética y la energía potencial de un sistema. Representa la capacidad de realizar trabajo y se conserva en sistemas aislados donde no actúan fuerzas externas.⁶

SECCIÓN 3. Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la forma de energía resultante del movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor. Se utiliza para alimentar dispositivos y sistemas eléctricos y se mide en joules (J) o kilovatios-hora (kWh).⁷

• Ley de Ohm

La ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, es una ley básica para entender los fundamentos principales de los



circuitos eléctricos. Establece que la diferencia de potencial V que aplicamos entre los extremos de un conductor determinado es directamente proporcional a la intensidad de la corriente I que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica R que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre V e I :

$$V = R \times I$$

• ¿Cómo se mide?

La energía eléctrica es un fenómeno físico medible, por lo tanto, tiene unidades de medida para sus diferentes aspectos. En su aspecto más básico, estos son tres: Voltaje, amperaje y potencia.

• Voltaje

El voltaje, también conocido como potencial eléctrico, es la diferencia de energía potencial eléctrica por unidad de carga entre dos puntos en un circuito eléctrico. Se mide en voltios (V) y representa la fuerza que impulsa a los electrones a moverse en un circuito.⁸

• Amperaje

El amperaje o corriente eléctrica, es la medida del flujo de carga eléctrica en un circuito. Se expresa en amperios (A) y representa la cantidad de electrones que pasan por un punto del circuito en un segundo.⁹

• Potencia

La potencia, medida en vatios (W), es la tasa a la cual se realiza trabajo o se transfiere energía en un circuito eléctrico. Un vatio equivale a un julio por segundo y se utiliza para cuantificar la cantidad de energía consumida o generada por un dispositivo eléctrico.¹⁰

Relación entre estos tres: Esta relación se expresa con la siguiente ecuación: Potencia (W) = Voltios (V) x Amperios (A).

• ¿Cómo se produce?

La energía se genera mediante turbinas que convierten la energía mecánica en energía eléctrica. Cuando el agua, el viento o el vapor giran las palas de una turbina, esta rotación se transfiere a un generador, donde imanes giran rodeados de bobinas de cobre. Este movimiento induce un flujo de corriente eléctrica a través del cobre, generando electricidad.¹¹

• Energía Cinética

La mayoría de métodos para generar electricidad transforman energía cinética en energía eléctrica por medio de un generador.

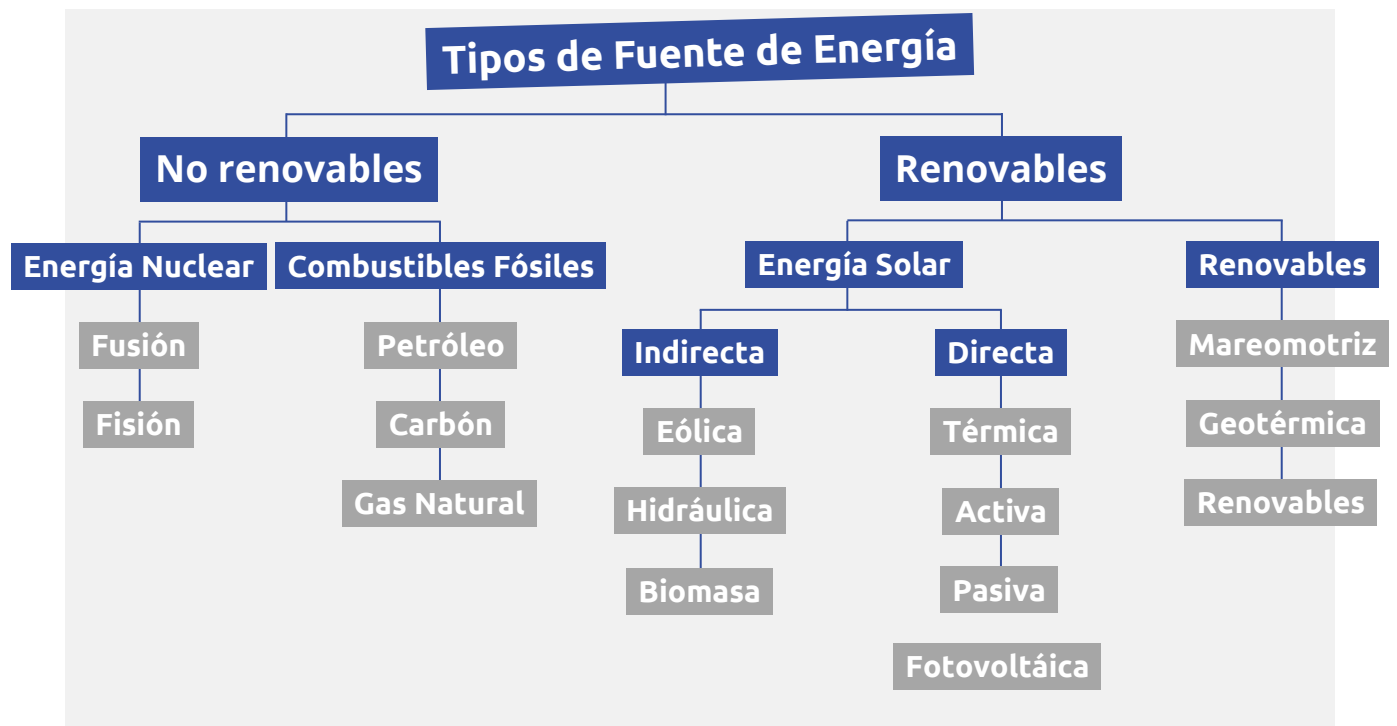
• ¿Que es un generador?

Un generador eléctrico es un dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica, utilizando el principio de inducción electromagnética. Al mover un conductor a través de un campo magnético, se genera una corriente eléctrica.¹²

• Efecto Fotovoltaico

El efecto fotovoltaico es el fenómeno por el cual se genera una corriente eléctrica en un material semiconductor al ser iluminado por la radiación solar. Este efecto se basa en la absorción de fotones, lo que excita electrones en el material y crea pares electrón-hueco, que generan un flujo de corriente cuando se separan.¹³

SECCIÓN 4. Tipos de Fuente de Energía



• Fuentes Renovables

Las energías renovables son fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que se regeneran de manera natural en un corto periodo de tiempo. Estas incluyen la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica y biomasa, y se caracterizan por ser sostenibles y menos contaminantes en comparación con las fuentes de energía fósil.¹⁴



¿Qué es el Sol?

El Sol es una estrella de tipo espectral G2V que se encuentra en el centro del sistema solar. Es la fuente principal de luz y energía para la Tierra, y su radiación es fundamental para los procesos climáticos y biológicos. El Sol está compuesto principalmente de hidrógeno (aproximadamente 74%) y helio (alrededor del 24%), con trazas de otros elementos.¹⁵

• Energía Solar

Constante Solar (Atmósfera): La constante solar es la cantidad de energía solar recibida por unidad de área en la parte superior de la atmósfera de la Tierra, medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Su valor promedio es aproximadamente $1361 W/m^2$ y representa la radiación solar que incide perpendicularmente sobre una superficie fuera de la atmósfera terrestre.

Constante Solar (Superficie terrestre): La constante solar que llega a la superficie terrestre es la cantidad de energía solar que incide sobre un metro cuadrado de la superficie terrestre, medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2), y promediada a lo largo del año. Este valor varía según la ubicación y las condiciones atmosféricas, pero en promedio se estima que es aproximadamente

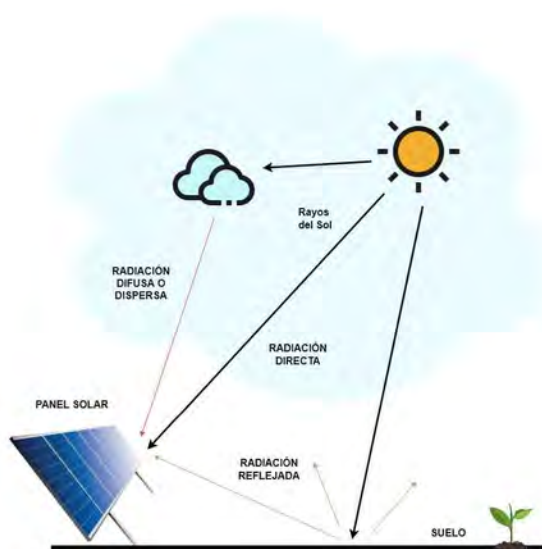
1000 W/m² al mediodía en días despejados en el ecuador.¹⁶

Energía Solar Térmica: La energía solar térmica es la energía obtenida a partir del calor del sol, que se captura y se utiliza para calentar agua o aire. Este tipo de energía se emplea comúnmente en aplicaciones como calentamiento de agua para uso doméstico, calefacción de espacios y procesos industriales.¹⁷

Energía Solar Pasiva: La energía solar pasiva se refiere al diseño y uso de materiales y estructuras que aprovechan la luz solar y el calor natural para calentar o iluminar espacios sin el uso de sistemas mecánicos o eléctricos. Este enfoque incluye estrategias como la orientación de edificios, el uso de materiales de alta aislación térmica y la ventilación natural para maximizar el confort térmico y la eficiencia energética.¹⁸

Energía Solar Activa: La energía solar activa se refiere al uso de tecnologías que capturan y convierten la energía solar en formas útiles, generalmente a través de sistemas mecánicos o eléctricos. Esto incluye sistemas fotovoltaicos, que convierten la luz solar en electricidad, y sistemas térmicos que utilizan colectores solares para calentar líquidos o aire.¹⁹

Energía Solar Fotovoltaica: La energía solar fotovoltaica es la tecnología que convierte la luz solar directamente en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas. Estas células, generalmente hechas de silicio, aprovechan el efecto fotovoltaico para generar corriente eléctrica al ser expuestas a la radiación solar.



La celda fotovoltaica: Una celda fotovoltaica es un dispositivo semiconductor que convierte la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Al absorber fotones de la radiación solar, los electrones en el material semiconductor se excitan y generan una corriente eléctrica al ser separados de sus pares de electrones-huecos.²⁰

El efecto fotoeléctrico: El efecto fotoeléctrico es el fenómeno mediante el cual electrones son emitidos desde la superficie de un material, típicamente un metal, cuando este es expuesto a la luz o radiación electromagnética. Este efecto demuestra la naturaleza cuántica de la luz, ya que los electrones son liberados al absorber fotones con energía suficiente para superar la función de trabajo del material.²¹

Paneles o módulos fotovoltaicos: Dado que las células individualmente producen un bajo voltaje (0,5 a 0,6V) deben ser conectadas entre sí en serie y en paralelo para aumentar su voltaje y corriente. Al conjunto de celdas así conectadas se le llama Panel o Módulo Fotovoltaico.

Como las cargas positivas se separan de las negativas se produce una "Diferencia de potencial" o voltaje entre los extremos del material P y el material N. Si se conecta con un conductor los extremos se genera una circulación de corriente a través del circuito. Es decir, se producirá energía eléctrica a partir de energía solar. A esto se le llama celda o célula fotoeléctrica o fotovoltaica.

La energía eléctrica generada a partir de la energía solar fotovoltaica tiene distintas aplicaciones. La más común es la de proporcionar energía eléctrica a zonas aisladas con deficiencias en el abastecimiento eléctrico convencional mediante redes eléctricas. Por ejemplo: electrificación de viviendas aisladas, sistemas de bombeo, sistemas de señalización vial, sistemas de comunicación, sistemas agro-ganaderos, etc.

En segundo lugar podemos mencionar los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, cuyo objetivo es inyectar o aportar energía eléctrica a la red de distribución. Estos sistemas se están desarrollando rápidamente y se está diseñando una legislación especial para regularlos.

• Energía Eólica

La energía eólica es aquella que se obtiene a partir de la fuerza del viento. Como sabemos la radiación solar no incide por igual en toda la superficie de la Tierra: hay zonas que se calientan más que otras y

en esas el aire, que pesa menos, tiende a ascender generando áreas de bajas presiones; en cambio, en las más frías el aire desciende y pesa más creando áreas de altas presiones. La diferencia entre presiones hace que el aire se mueva y se origine el viento, un elemento tan poderoso que puede utilizarse para generar energía.

Aprovechamos este viento a través de un aerogenerador que transforma la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica. El proceso de extracción se realiza principalmente gracias al rotor, que transforma la energía cinética en energía mecánica, y al generador, que transforma dicha energía mecánica en eléctrica.²²

- **¿Cuáles son los principales componentes de un aerogenerador eólico?**

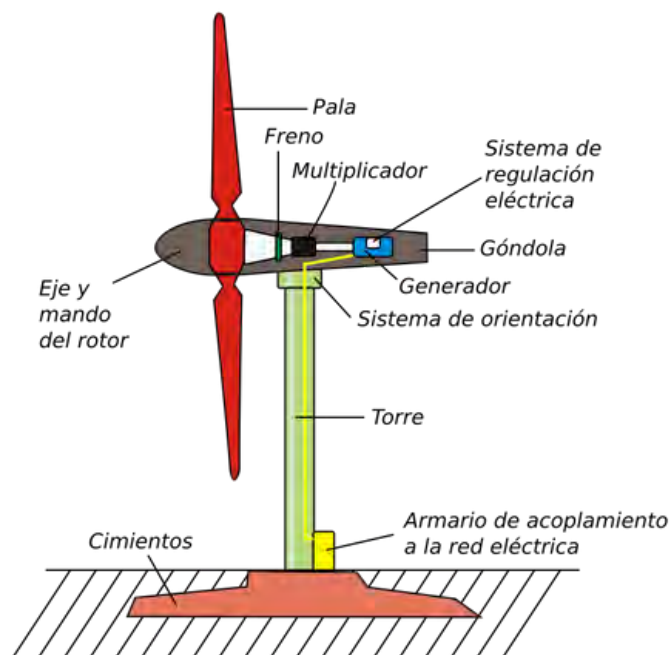
Los cimientos: Se trata de un bloque estructural hormigón grande y pesado en el suelo que soporta a todo el aerogenerador y las fuerzas que actúan sobre él. En los aerogeneradores marinos, los cimientos están bajo el agua.

La torre: La torre suele ser de acero, aunque también puede utilizarse madera (que suele considerarse menos perjudicial para el medioambiente). La torre suele tener tres secciones y se monta in situ (en el sitio donde estará instalada). Su altura varía, pero suele ser igual al diámetro del círculo que crean las aspas al girar. La torre también contiene los cables de alimentación que conectan la góndola con el transformador en tierra.

La góndola: La góndola está situada en la parte superior de la torre y puede girar 360° sobre su propio eje, dependiendo de la dirección del viento. Recibe su nombre haciendo referencia a la parte del ala de un avión que contiene los motores a reacción. Alberga los elementos mecánicos clave: la caja de engranajes y el generador.

El rotor y el buje: Los rotores de dos palas son más baratos y rápidos que los de tres, pero también son más ruidosos y vibran. Como ocurre con los propulsores de los aviones, el buje es el morro que apunta hacia delante en el centro: las palas están unidas a él y, a su vez, está conectado a las piezas mecánicas de la góndola, situada detrás.

Las palas: Están situadas en la parte superior de la turbina. Tienen una longitud media de 52 metros. El viento hace que disminuya la presión del aire en un lado de la pala y la diferencia con el otro lado crea sustentación y resistencia: cuando la sustentación es mayor que la resistencia, el rotor gira.



Tipos de Aerogeneradores: Aerogeneradores de Eje Horizontal: Los aerogeneradores de eje horizontal (HAWT, por sus siglas en inglés) son los más comunes y eficientes. Suelen tener tres palas y funcionan «contra el viento», lo que significa que las palas están orientadas hacia el viento. Esto se debe a que la cabeza del HAWT puede pivotar, gracias al sistema de guiñada. (véase Cómo funciona un aerogenerador) Los componentes principales (como el generador) se encuentran en la parte superior de la turbina.



Aerogeneradores de Eje Vertical: Como su nombre indica, los aerogeneradores de eje vertical (VAWT, por sus siglas en inglés) tienen un eje de rotor vertical, y su aspecto es muy diferente del de los HAWT más tradicionales.

Los VAWT son omnidireccionales, por lo que no necesitan ajustarse para orientarse hacia el viento: esto puede ser una ventaja en lugares donde la dirección del viento es muy variable. Sin embargo, son relativamente escasos, ya que son menos eficaces en términos de resistencia al aire. Los principales componentes se encuentran en la base de la turbina.



¿Cómo funciona una turbina eólica?

Una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica mediante un proceso en varias etapas. Primero, el viento hace girar las palas del rotor, que están diseñadas aerodinámicamente para maximizar la captura del viento. Este movimiento rotacional se transfiere a un generador a través de un eje. A medida que el rotor gira, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El sistema también incluye componentes como el sistema de control, que optimiza el rendimiento de la turbina ajustando la orientación del rotor (yaw) para seguir el viento, y un sistema de transmisión que puede aumentar la velocidad de rotación para mejorar la eficiencia. La electricidad generada se envía a la red eléctrica o se utiliza para aplicaciones locales.²³

Mareomotriz

La energía mareomotriz es una forma de energía renovable que se obtiene a partir del movimiento de las mareas, causado principalmente por la atracción gravitacional de la Luna y el Sol sobre la Tierra. Esta energía se captura a través de dispositivos como turbinas y generadores, que convierten el movimiento del agua en electricidad. La energía mareomotriz es predecible y sostenible, lo que la convierte en una alternativa viable a las fuentes de energía no renovables.²⁴

Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es una forma de energía renovable que se genera a partir del movimiento del agua, generalmente en ríos o embalses. Este tipo de energía se produce cuando el agua se mueve a través de turbinas, convirtiendo la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica, que luego se transforma en energía eléctrica a través de un generador. La energía hidroeléctrica es una fuente de energía sostenible, ya que utiliza el ciclo natural del agua y puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.²⁵

Geotérmica

La energía geotérmica es una forma de energía renovable que se obtiene del calor almacenado en el interior de la Tierra. Este calor puede ser utilizado directamente para calefacción o para generar electricidad mediante la utilización de plantas geotérmicas. La energía geotérmica es sostenible y tiene un bajo impacto ambiental, ya que utiliza recursos naturales que se regeneran de manera continua.²⁶

Biomasa

La biomasa es una fuente de energía renovable que proviene de materiales orgánicos como desechos agrícolas, residuos forestales, algas y cultivos energéticos. Se considera una alternativa viable a los combustibles fósiles debido a su abundancia y capacidad de reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, su producción y consumo también presentan desafíos ambientales y económicos, como la alta inversión en tecnologías de conversión y el impacto en el uso del suelo.

Los métodos de conversión de biomasa incluyen tecnologías termoquímicas (como la gasificación y la pirólisis), biológicas y bioquímicas, que permiten generar bioenergía en formas de biogás,

biocombustibles y bioelectricidad. A nivel mundial, la biomasa contribuye entre el 10% y el 15% del suministro energético total, aunque su participación varía según el tipo de país, siendo más relevante en regiones rurales y en desarrollo.

Estudios recientes analizan el impacto ecológico de la biomasa, indicando que, aunque puede reducir la huella de carbono si se maneja adecuadamente, su implementación en exceso puede incrementar la huella ecológica total, especialmente en países desarrollados. Esto sugiere que, si bien la biomasa tiene un papel importante en la transición energética, es fundamental implementar regulaciones para mitigar sus efectos negativos y explorar su integración con otras fuentes renovables.^{27 28}

Biomasa vegetal: La biomasa de origen vegetal está compuesta principalmente por materiales lignocelulósicos, como madera, residuos agrícolas y cultivos no comestibles. Es rica en carbohidratos complejos (celulosa y hemicelulosa) que se pueden procesar para obtener bioenergía y biocombustibles como el etanol y el biodiésel. Las plantas como el miscanthus, el switchgrass y los residuos de la industria forestal son fuentes significativas que pueden ser cultivadas de manera sostenible. Además, algunos tipos de biomasa vegetal, como las algas, se consideran altamente eficientes porque crecen rápidamente y pueden absorber grandes cantidades de CO₂ del ambiente. Esta capacidad de secuestro de carbono convierte a la biomasa vegetal en una opción ambientalmente beneficiosa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Pandey, 2009; Bacovsky et al., 2010).

Biomasa Animal: La biomasa animal proviene principalmente de residuos orgánicos como estiércol y restos de alimentos, que pueden ser convertidos en biogás mediante procesos de digestión anaeróbica. Esta biomasa es especialmente efectiva para la generación de gas metano (biogás) que puede emplearse como fuente de energía en procesos industriales y agrícolas. La recolección de biogás reduce las emisiones de metano en los vertederos y contribuye a la generación de energía sin afectar el uso de la tierra, lo cual es una ventaja considerable en comparación con los cultivos energéticos de biomasa vegetal. Los digestores anaeróbicos son una tecnología común para capturar este gas y han sido adoptados en la agricultura para generar electricidad y calor, además de reducir el volumen de residuos.

Diferencias y ventajas: Una ventaja clave de la biomasa vegetal es su abundancia y capacidad de ser renovada rápidamente en el ciclo de carbono,

especialmente con prácticas de manejo forestal y agrícola sostenibles. Sin embargo, su conversión a biocombustibles suele requerir procesos complejos y costosos, como el uso de enzimas para descomponer la celulosa. Por otro lado, la biomasa animal, aunque menos abundante en términos de volumen total, es altamente eficiente para la producción de biogás, un combustible que puede ser directamente aprovechado y cuya producción es menos intensiva en términos de procesamiento químico.

• Energías No Renovables

La energía no renovable se refiere a aquellas fuentes de energía que se encuentran en cantidades limitadas y que se agotan con el uso. Estas fuentes incluyen combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural, así como los recursos nucleares. Su extracción y consumo pueden tener un impacto ambiental significativo, contribuyendo al cambio climático y a la degradación del medio ambiente.²⁹

Los combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón y el gas natural, se forman a partir de la descomposición de restos orgánicos de plantas y animales que vivieron hace millones de años. Bajo ciertas condiciones de presión, temperatura y tiempo, estos restos se transformaron en materiales ricos en carbono, que hoy en día usamos como fuentes de energía.

Energía del Carbón: El carbón es un combustible fósil sólido que se forma principalmente a partir de la descomposición de materia orgánica de plantas. Se compone principalmente de carbono, además de otros elementos como hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno. En el contexto energético, el carbón se utiliza predominantemente como fuente de energía en la generación de electricidad. Plantas de generación eléctrica utilizan carbón para hacer vapor a presión. Ese vapor a presión hace girar turbinas para generar electricidad.³⁰

Energía del Petróleo: La energía proveniente del petróleo es una de las principales fuentes de energía en el mundo, y aunque ha sido crucial para el desarrollo económico y tecnológico, también plantea desafíos ambientales y económicos.

El uso de petróleo como fuente de energía contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono (CO₂), lo que agrava el cambio climático. Además, los derrames de petróleo en cuerpos de agua y en tierra tienen efectos devastadores para los ecosistemas.³¹

La extracción de petróleo es un proceso complejo que involucra diversas tecnologías y técnicas para acceder y extraer el crudo de formaciones subterráneas. Este proceso se lleva a cabo en etapas, desde la exploración y perforación hasta el bombeo del crudo. A continuación, se detallan los principales métodos y tecnologías.

Exploración y localización de reservas

La primera fase de la extracción es la exploración, que utiliza técnicas geofísicas y geológicas para localizar depósitos de petróleo. Estas técnicas incluyen la sismografía, que ayuda a crear un mapa detallado de la estructura.

Perforación de pozos

Una vez identificada la ubicación de un posible yacimiento, se perfora un pozo hasta alcanzar las formaciones rocosas que contienen el petróleo. Existen varios tipos de pozos, como pozos verticales, direccionales y horizontales, y la elección depende de la ubicación del petróleo y de las características de la formación geológica. El proceso de perforación incluye el uso de plataformas y torres de perforación, que pueden operar en tierra o en plataformas marítimas.

Extracción primaria y métodos de recuperación

Una vez perforado el pozo, la extracción primaria aprovecha la presión natural del yacimiento para empujar el crudo hacia la superficie. Sin embargo, esta fase solo permite extraer aproximadamente el 10-20% del petróleo del yacimiento. Para aumentar la cantidad de crudo extraído, se utilizan métodos de recuperación secundaria y terciaria.

La recuperación secundaria involucra la inyección de agua o gas para mantener la presión, mientras que la recuperación terciaria (o mejorada) incluye técnicas avanzadas como la inyección de vapor, productos químicos o gas carbónico para reducir la viscosidad del crudo y facilitar su flujo.

Recuperación avanzada y tecnologías

Las nuevas tecnologías han llevado al desarrollo de técnicas más avanzadas, como la fracturación hidráulica y la perforación horizontal, que han revolucionado la industria, especialmente en formaciones de esquisto. La fracturación hidráulica, o "fracking", consiste en inyectar agua, arena y productos químicos a alta presión para crear fisuras en la roca, permitiendo el flujo del petróleo atrapado. Sin embargo, este método plantea controversias por sus posibles efectos ambientales, como la contaminación de acuíferos y la generación de sismos.

El petróleo se utiliza en la generación de electricidad principalmente en regiones donde otras fuentes de

energía son menos accesibles o cuando se necesita generación de respaldo. Las plantas de energía que usan petróleo como combustible suelen operar de manera similar a otras plantas de combustibles fósiles, quemando el petróleo para calentar agua y generar vapor que una turbina conectada a un generador eléctrico. Aunque esta fuente ha perdido relevancia en muchas partes del mundo debido a sus emisiones y costos, sigue siendo importante en algunas regiones y en situaciones de emergencia.³²

Energía del Gas Natural

El gas natural es una fuente de energía fósil que, como el carbón o el petróleo, está constituida por una mezcla de hidrocarburos, unas moléculas formadas por átomos de carbono e hidrógeno. Complejos estudios de geología y física permiten encontrar y explotar los yacimientos de gas que centenares de miles de años de acción bacteriana han generado bajo tierra.

El gas fue utilizado inicialmente para el alumbrado, pero rápidamente se transformó también en una fuente de calor, a causa de su facilidad de manipulación y del desarrollo de las nuevas tecnologías. Actualmente, todos los sectores de la sociedad recurren al gas natural para usos diversos, gracias a una diversidad de aparatos y máquinas que lo convierten en luz, calor, frío e, incluso, electricidad.

El gas natural se usa ampliamente para la generación de electricidad debido a su eficiencia y menor emisión de contaminantes en comparación con otros combustibles fósiles. Su uso implica varios procesos tecnológicos, entre ellos las plantas de ciclo simple y de ciclo combinado.

Proceso de generación: El gas natural se queda en una turbina para generar electricidad. En las plantas de ciclo combinado, el calor residual de la turbina de gas se reutiliza para producir vapor, que alimenta una segunda turbina generadora. Este proceso mejora la eficiencia, alcanzando hasta un 60% en comparación con el 33% de las plantas de ciclo simple.³³

Energía Nuclear

Existen 2 tipos de reacciones nucleares:

Fisión nuclear: La fisión nuclear es el proceso mediante el cual el núcleo de un átomo pesado, como el uranio-235 o el plutonio-239, se divide en dos o más núcleos más ligeros, junto con la liberación de una gran cantidad de energía y radiación. Este proceso se inicia generalmente cuando un núcleo es bombardeado por un neutrón, lo que provoca una reacción en cadena que puede ser utilizada en

reactores nucleares para generar electricidad o en armas nucleares.³⁴

Fusión: La fusión nuclear es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos ligeros se combinan para formar un núcleo más pesado, liberando una gran cantidad de energía en el proceso. Este fenómeno es el que alimenta a las estrellas, incluido el Sol, donde los núcleos de hidrógeno se fusionan para formar helio. La fusión nuclear tiene el potencial de ser una fuente de energía limpia y prácticamente inagotable, ya que utiliza isótopos de hidrógeno como el deuterio y el tritio.³⁵

• Impacto Ambiental

El impacto ambiental, también conocido como impacto antrópico o impacto antropogénico, es la alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente. Debido a que todas las acciones del ser humano repercuten de alguna manera sobre el medio ambiente, un impacto ambiental se diferencia de un simple efecto en el medio ambiente mediante una valoración que permita determinar si la acción efectuada (por ejemplo, un proyecto) es capaz de cambiar la calidad ambiental y así justificar la denominación de impacto ambiental.³⁶

SECCIÓN 5. Matriz Energética

La matriz energética se refiere a la combinación de diferentes fuentes de energía utilizadas en un país o región para satisfacer sus necesidades energéticas. Esta matriz incluye fuentes renovables (como solar, eólica e hidroeléctrica) y no renovables (como petróleo, gas natural y carbón). La composición de la matriz energética es crucial para entender la sostenibilidad y el impacto ambiental de un sistema energético, así como para planificar el futuro energético de un territorio.³⁷

• Matriz Nacional

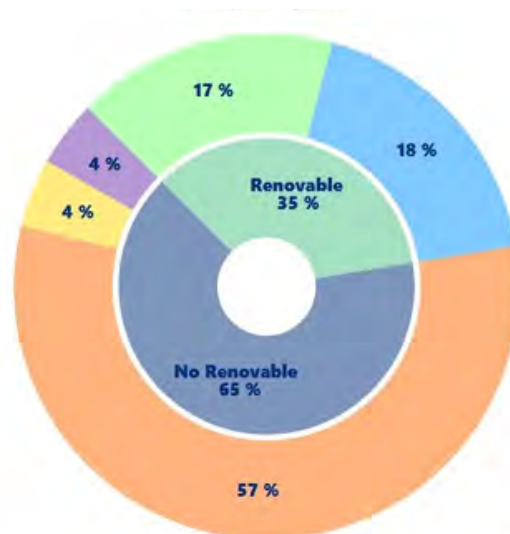
CAMMESA nos da información clave sobre la matriz energética nacional.

TOTAL - 18.632,1 MW
No Renovable - 11.505 MW
Térmico - 10258,3 MW
Nuclear - 657.1 MW
Importación - 589.6 MW

Renovable - 7.127,1 MW
Hidroeléctrica > 50 - 3.410,8 MW
Renovable Ley 26.190 - 3.716,3 MW

Matriz de Generación Eléctrica

% de participación



Renovable Ley 26.190 Renovable Hidro > 50MW Térmico
Nuclear Importación

• Matriz Provincial

Cammesa (compañía administradora del mercado mayorista eléctrico sociedad anónima) nos da datos importantes sobre la generación energética de San Luis en el año 2023.

Energías Renovables - 286,8 GWh

Solar - 199 GWh

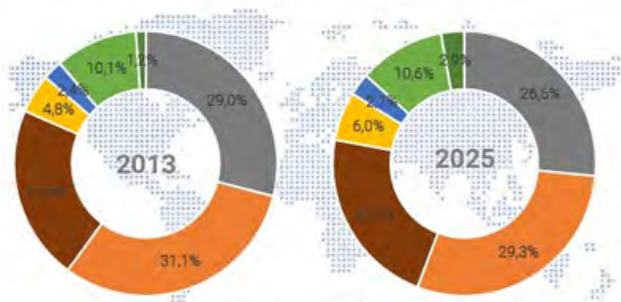
Eólica - 47,9 GWh

Biogás - 39,9 GWh

• Matriz Mundial

Región	PBI (%aa)	Pop. (%a.a)
	2014-2020	2014-2025
OECD	2.00%	0.5%
No-OECD	4.60%	1.2%
Asia (no-OECD)	6.10%	0.8%
Latinoamérica	0.80%	0.9%
Mundo	3.50%	1.0%

Fuente: International Energy Agency - World Energy Outlook 2015



Fuente: International Energy Agency - World Energy Outlook 2015

SECCIÓN 6. Aprovechamiento Energético

El aprovechamiento energético se basa en mantener las condiciones de funcionamiento y de confort con menor consumo de energía.

Por ejemplo, si se quiere mantener la temperatura de una casa en 24° durante el verano, se utilizará menos energía si la casa tiene buena aislación y los equipos de refrigeración son eficientes, comparado con lo que gastaría si la casa no estuviese bien aislada.

• ¿Qué es el Uso Responsable (o Ahorro)?

El Uso Responsable apunta a complementar los esfuerzos de la Eficiencia Energética a través del cuidado y uso apropiado de todas las tecnologías. Es el conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo de energía a través de un uso más eficaz o inteligente de la misma.

Como actividad, el Uso Responsable es preexistente a la Eficiencia Energética pues tiene que ver con los hábitos de consumo de cada individuo.

En muchos países se lo llama también Conservación o Uso Racional.

• Buenas Prácticas

• **Calefacción y Refrigeración:** El mayor consumo que tienen las viviendas es el de mantener el interior fresco durante verano y cálido durante invierno. La mejor forma de ser eficientes en este aspecto es teniendo una buena aislación en nuestras paredes, ventanas y techo. Si nuestra casa no está bien aislada es bastante caro solucionarlo, sin embargo, esta mejora es la más importante y la que más afecta nuestra eficiencia.

• **Electrodomésticos:** Otro aspecto que consume bastante electricidad en los hogares es el uso de electrodomésticos. Los mismos siempre tienen una etiqueta de eficiencia energética que se ve así:



Si utilizamos dispositivos de categoría A, vamos a ser más eficientes en nuestro consumo energético.

• **Eficiencia Energética:** El concepto de Eficiencia Energética tiene que ver con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular. En términos prácticos, la Eficiencia Energética busca desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía con el fin de contribuir a la reducción de su demanda.

• Beneficios de la Eficiencia Energética³⁸

- › Reducir la demanda y el costo energético.
- › Mejorar el proceso productivo.
- › Reducir los costos de producción u operación de empresas, mejorando su competitividad.
- › Reducir el consumo de combustible en el transporte en general, tanto privado como público.
- › Reducir los gastos de energía en los hogares, lo que es especialmente relevante para las familias de más bajos ingresos, porque ellas gastan un porcentaje mayor de sus ingresos en energía que las demás familias.
- › Contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ en el planeta.

• Cómo leer una factura de electricidad

1. Datos Empresa y Fiscal: Información general de EDESAL y correlativo de numeración del documento de cobro. Dentro de este caso puedes encontrar detalle de la dirección de la empresa, teléfono de contacto y datos a nivel de registro fiscal ante el Ministerio de Hacienda.

2. Datos Contrato: Nombre de usuario, dirección, tarifa, NIT, número de identificación de contrato (NIC) y número de identificación de suministro (NIS) que tiene que ser brindado para cualquier trámite con tu distribuidora.

3. Emisión Documento: Fechas en que se emite tu documento y periodo de cobro.

4. Días Facturados: Fecha de lectura actual menos fecha de lectura anterior es igual a los días facturados de acuerdo a la ruta asignada.

5. Datos Medición: Número de medidor, lectura anterior, lectura actual y consumo registrado en aparato de medición.

6. Precios: Conceptos, precios y fechas vigentes de las tarifas aprobadas por SIGET a tu Distribuidora, para cálculo de cobro de acuerdo al consumo.

7. Histórico de Consumos: Descripción gráfica del Consumo mensual facturado en los últimos seis meses.

8. Cobro Alcaldía: Detalle de cargos cobrados por la Alcaldía de tu municipio enviados a la Distribuidora para aplicar en tu comprobante de energía.

9. Cobro Distribuidora: Detalle de cargos cobrados por la Distribuidora y compensaciones de acuerdo a Normativas SIGET.

10. Total a Pagar: Resumen de cargos cobrados por la Alcaldía y tu distribuidora.

11. Fecha de Vencimiento: Último día de pago de su comprobante para que no genere interés por mora ó evitar suspensión del servicio.

12. Comprobante de Pago Colector: Documento que respalda tu pago en colectores asignados por tu distribuidora.

Conceptos de Facturación		Importe (\$)
Cargo Fijo (12/365 x 26 días a 4.816,7111 \$ / Mes)		4.117,30
Cargo Fijo (12/365 x 7 días a 5.086,617 \$ / Mes)		1.171,08
Cargo Uso de Red (12/365 x 26 días a 17.092,2732 \$ / Mes)		14.610,38
Cargo Uso de Red (12/365 x 7 días a 19.690,2967 \$ / Mes)		4.531,47
Cargo Variable (204 kWh * 114,6199 \$ / kWh)		23.382,46
Cargo Variable (55 kWh * 114,3251 \$ / kWh)		6.287,88
Penalidad por mora 24171468		10.556,12
IVA Consumidor Final 21,00%		13.577,90
Contr. Municipal (6,383%)		4.127,04

SECCIÓN 7. Red Eléctrica Provincial

• ¿Qué es EDESAL?

EDESAL (Empresa Distribuidora de Electricidad de San Luis S.A.) nació en 1993 a partir del proceso de reforma del sector eléctrico nacional y fue la primera empresa de energía eléctrica privatizada en el interior del país. Desde entonces, EDESAL asumió la concesión del servicio de subtransmisión y distribución de energía eléctrica, con exclusividad zonal en el territorio.³⁹

• ¿Qué es Cammesa?

CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista de Argentina) (en español: Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista SA) es una empresa argentina que opera en el mercado energético mayorista del país. Fue creado por Decreto Ejecutivo en 1992 para operar el sistema de Interconexión Argentino, planificar la generación eléctrica requerida y gestionar el despacho de energía de los generadores, y para regular los mercados mayoristas de compra y venta y a término de energía eléctrica.⁴⁰

• ¿Qué son las Centrales Transformadoras?

Un centro de transformación es una instalación eléctrica que tiene como función principal modificar los niveles de tensión de la energía eléctrica que recibe y distribuye.

La energía eléctrica puede provenir de una red de alta tensión o de una red de media tensión, y se entrega a una red de media o baja tensión para su consumo por los usuarios finales.

Los niveles de tensión más comunes para los usuarios finales son 380 voltios en corriente trifásica y 220 voltios en corriente monofásica.

Un centro de transformación es un tipo específico de subestación eléctrica, que es una instalación más general que puede realizar otras funciones además de la transformación de tensión, como el control, la protección y la interconexión de redes eléctricas.⁴¹



SECCIÓN 8. Energías Renovables en San Luis

• Energía Eólica en San Luis

En San Luis tenemos un parque eólico. El mismo es conocido por el nombre “parque eólico norte”.



• Energía Solar en San Luis

En la provincia hay varios parques de energía solar fotovoltaica, los mismos son los siguientes.



• Parques Solares Fotovoltaicos de la Provincia:

- » AG Cementos Avellaneda
- » Agritur San Luis S.A.
- » Parque Solar Caldenes del Oeste
- » Parque Solar Fotovoltaico CERROS DEL SOL
- » Parque Solar Fotovoltaico LA CUMBRE
- » Parque Solar Fotovoltaico LA CUMBRE 2
- » Parque Solar Fotovoltaico LA CUMBRE 3
- » Parque Solar Fotovoltaico DE LA PUNTA



• Energía de la Biomasa en San Luis

En nuestra provincia también se aprovecha la energía de la biomasa animal y vegetal. Esto se realiza en las siguientes centrales.

• Centrales Térmicas de Biogás de la Provincia:

- » CB YANQUETRUZ
- » C.T. YANQUETRUZ II
- » CTBG San Luis - Diaser S.A.
- » BIOGÁS CTBG TIGONBU
- » BIOGÁS CTBG JUSTO DARACT

• Conclusión

La Guía de Recursos Energéticos de la Provincia de San Luis cumple un papel fundamental al integrar el conocimiento ambiental con la educación itinerante, acercando información clave sobre energía y sostenibilidad a estudiantes y docentes. Su elaboración refleja el compromiso con el aprendizaje práctico y la construcción de una ciudadanía más consciente y responsable frente a los retos ambientales de nuestra era.

Se espera que esta guía sirva como un punto de partida para inspirar alumnos interesados en energía y que tengan en mente el cuidado ambiental y las energías renovables, fomentando un desarrollo en armonía con el entorno natural.

Bibliografía

- **Coluccio Leskow, Estefania** (24 de octubre de 2024). Energía. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 4 de noviembre de 2024 de <https://concepto.de/energia/>
- **Bureau International des Poids et Mesures. (2019).** *The International System of Units (SI)* (9.ª ed.). <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>
- **Coluccio Leskow, Estefania** (24 de octubre de 2024). Energía. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 4 de noviembre de 2024 de <https://concepto.de/energia/>
- **Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J.** (2018). Fundamentals of physics (10.ª ed.). Wiley.
- **Serway, R. A., & Jewett, J. W.** (2018). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (10.ª ed.). Cengage Learning.
- **Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J.** (2018). *Fundamentals of physics* (10.ª ed.). Wiley.
- **Hughes, E.** (2017). *Electrical and electronic technology* (10.ª ed.). Pearson.
- **Boylestad, R. L., & Nashelsky, L.** (2018). *Electronic devices and circuit theory* (11.ª ed.). Pearson.
- **Hambley, A. R.** (2019). *Electrical engineering: Principles and applications* (6.ª ed.). Pearson.
- **Floyd, T. L.** (2019). *Principles of electric circuits: Conventional current version* (10.ª ed.). Pearson.
- **Krause, P. C., & et al.** (2018). *Electromechanical energy devices and machines* (3.ª ed.). Wiley.
- **Pérez, J.** (2018). *Máquinas eléctricas* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- **Al-Ezzi, A.S.; Ansari, M.N.M.** Photovoltaic Solar Cells: A Review. Appl. Syst. Innov. 2022, 5, 67.
- **REN21.** (2021). *Renewables 2021 Global Status Report*. Retrieved from https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf
- **Kasting, JF., & Catling, DC.** (2003). Evolution Of A Habitable Planet. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 41, 429 - 463. <https://doi.org/10.1146/annurev.astro.41.071601.170049>
- **Kopp, G., & Lean, J.** (2011). A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance. Geophysical Research Letters, 38(1). <https://doi.org/10.1029/2010GL045777>
- **Kalogirou, S. A.** (2009). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press.
- **Zhang, Y., & Zheng, Y.** (2012). Review of passive solar design strategies for residential buildings. Energy and Buildings, 55, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.014>
- **Kalogirou, S. A.** (2014). Solar Energy Engineering: Processes and Systems (2nd ed.). Academic Press.
- **Luque, A., & Hegedus, S.** (2011). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering (2nd ed.). Wiley.
- **Einstein, A.** (1905). Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. Annalen der Physik, 322(6), 639-641. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/1905AnP...322..132E/doi:10.1002/andp.19053220607
- **Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D. and Bossanyi, E.** (2011) Wind Energy Handbook. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York. <https://doi.org/10.1002/9781119992714>
- **Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., & Bossanyi, E.** (2011). Wind Energy Handbook. Wiley.

Bibliografía

- Simon P. Neill, Kevin A. Haas, Jérôme Thiébot, Zhaoqing Yang; A review of tidal energy—Resource, feedbacks, and environmental interactions. *J. Renewable Sustainable Energy* 1 November 2021; 13 (6): 062702. <https://doi.org/10.1063/5.0069452>
- Pérez, A. S., & Tovar, L. M. (2016). Hydroelectric power: A review of the technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 367-377. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.035>
- Lund, J. W., Freeston, D. H., & Boyd, T. L. (2010). Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review. *Geothermics*, 39(3), 159-180. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2010.06.002>
- Tshikovhi, A., y Motaung, TE (2023). Tecnologías e innovaciones para la producción de energía a partir de biomasa. *Ministerio de Industria* , Industria y Comercio.
- Chapman, A., et al. (2024). Evaluación de la huella ecológica de la energía de biomasa .IMDPI (Instituto de Investigación Médica): .
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). Fossil Fuels. In *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/use-of-coal.php>
- Ramanathan, V., y Feng, Y. (2008). "Sobre cómo evitar interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático: formidables desafíos por delante". *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* ,<https://doi.org/10/pnas.0803838105>
- Agencia Internacional de Energía. (2021). AIE. [<https://goo.su/2d7sPsL>]
- Agencia Internacional de Energía (IEA), <https://www.iea.org/>
- Glasstone, S., & Sesonske, A. (1994). *Nuclear Reactor Physics* (2nd ed.). D. Van Nostrand Company.
- Pérez, A., & Brunner, D. (2020). The quest for nuclear fusion energy: A review of current and future technologies. *Energy Reports*, 6, 183-198
- Equipo editorial, Etecé. (2024, 3 de agosto). *Impacto ambiental*. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/impacto-ambiental/>
- International Energy Agency. (2021). World energy outlook 2021. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- <https://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=4036>
- https://edesalenergia.com.ar/eener/i-n-acerca_de_edesal.html
- <https://goo.su/j1yxojV>
- <https://goo.su/zaLao0>

