



Libro de Energías Renovables para el Geoparque Imbabura

Autores

Roberto López
Nayeli Jaramillo
Xiomar Carriel
Joshua Ibarra
Ayrton Jarrín
Pamela Morillo
Adriana Freire

Director

PhD. Bryan Medina



Contenido

Capítulo 1

Introducción

Potencial Energético en el Geoparque

1

Capítulo 2

¿Qué es un Geoparque?

8

Capítulo 3

Importancia de Energías Renovables en el País

23

Capítulo 4

Introducción a los Tipos de Energía Renovable

29

Capítulo 5

Importancia de la Energía Renovable para el Desarrollo Comunitario

43

Capítulo 6

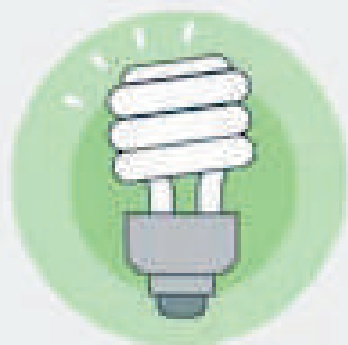
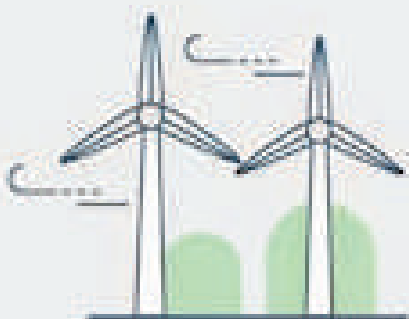
Energía Renovable y Geoparque Imbaburs

50

Capítulo 7

Sección Práctica

55



Capítulo 1

Introducción

Imbabura, conocida como la "Provincia de los Lagos", es un territorio que combina naturaleza, cultura e historia. Su geografía está marcada por majestuosos volcanes, lagunas, valles fértiles y pueblos que conservan tradiciones ancestrales. Esta riqueza natural y cultural la convierte en parte del selecto grupo de Geoparques Mundiales de la UNESCO.

Imbabura no solo es un destino turístico, sino también un territorio con un alto potencial para el desarrollo de energías renovables. Su diversidad de recursos naturales permite aprovechar de forma sostenible fuentes limpias como la solar, eólica, hídrica y geotérmica, contribuyendo al bienestar de sus comunidades y al cuidado del ambiente.

Este libro busca resaltar cómo Imbabura puede convertirse en un ejemplo de transición energética justa, integrando sostenibilidad y conservación de su patrimonio.



Fig 1. Imagen extraída del sitio web oficial del Geoparque Imbabura (Geoparque Mundial de la UNESCO)

El Geoparque Imbabura alberga geositos con valor energético, como las termas de Chachimbiro, los vientos de Urcuquí y el flujo hídrico de sus lagunas y ríos. Esta riqueza ofrece oportunidades para tecnologías limpias que integren a las comunidades en la transición energética. Pero antes de analizar esto a profundidad debemos comprender lo esencial e importante de este estudio, ¿Qué es energía? .

1. Geoparque Imbabura. (2025). Sitio Oficial del Geoparque Mundial de la UNESCO.
2. Prefectura de Imbabura. (s.f.). Imbabura Geoparque Mundial.

¿ Qué es energía ?



Fig 2. Movimientos humanos. Imágenes producidas por Gemini.

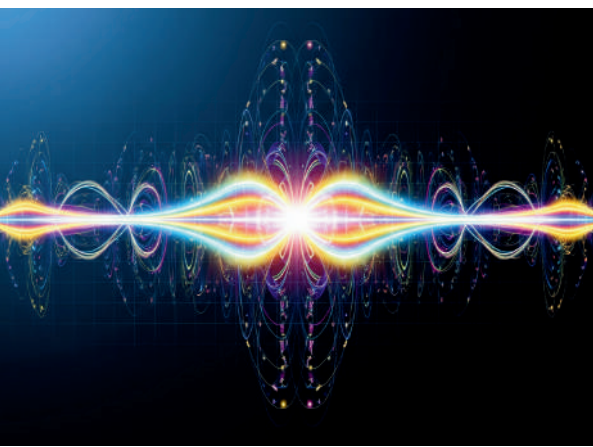


Fig 3. Descripción gráfica de la energía en física Moderna Imágenes producidas por Gemini.

Tradicionalmente, la energía se ha definido como la capacidad de la materia para producir trabajo, causar cambios o generar calor, luz o movimiento. Sin embargo, la energía es mucho más que eso...

En física moderna, la energía es una cantidad que se conserva cuando las interacciones de un sistema presentan simetría en el tiempo.

Esto significa que, si las leyes que rigen un sistema no cambian con el paso del tiempo, entonces existe una magnitud ;la energía, que permanece constante. Esta profunda idea proviene del Teorema de Noether, que relaciona simetrías físicas con leyes de conservación.

$$E = \frac{p_q^2}{2m} + U(\vec{r})$$

Es una forma de energía mecánica total: la suma de la energía cinética (dependiente de la cantidad de movimiento P_q y la masa m) y la energía potencial $U(r)$, que depende de la posición $\vec{r}$.

Energía Cinética

La energía cinética es la energía que un objeto tiene debido a su movimiento.

Depende de dos cosas:

- La masa del objeto
- Su Velocidad

Se calcula con la fórmula:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

La energía cinética depende de la masa y la velocidad al cuadrado del objeto: cuanto mayor sean, más energía tendrá. Se observa en ejemplos como una pelota rodando, una rana saltando, el viento o el agua en movimiento, y puede transformarse en otras formas de energía.

Tipos de energía cinética

Traslacional

Ocurre cuando un objeto se desplaza en línea recta.



Rotacional

Presente en cuerpos que giran sobre su eje.



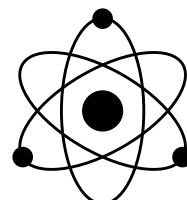
Vibracional

Asociada a movimientos oscilatorios rápidos.



De partículas

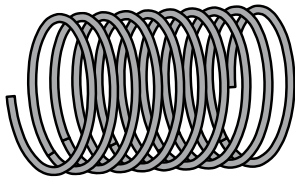
Propia de moléculas y átomos en movimiento.



Energía Potencial

La energía potencial es la energía que posee un objeto que está almacenada en un sistema debido a su posición o configuración.

Imagina un resorte comprimido, una piedra en lo alto de una montaña, o un electrón cerca del núcleo de un átomo:



Todos ellos tienen energía lista para liberarse, solo necesitan el momento adecuado!

Tipos de energía potencial



Gravitacional

Depende de la masa y altura sobre el suelo.

● Ejemplo: una roca en lo alto de una montaña.



Elástica

Se almacena en objetos deformables.

● Ejemplo: una liga o resorte comprimido.



Química

Está contenida en enlaces.

● Ejemplo: alimentos o baterías.



Nuclear

Se encuentra en el núcleo del átomo.

● Ejemplo: fisión y fusión.

Tipos de energía en la naturaleza

La naturaleza es una fuente inagotable de energía. El sol, el viento, el agua, el calor de la Tierra y la biomasa ofrecen distintas formas de energía que pueden ser aprovechadas de forma limpia y sostenible.



Fig 4. Distintas zonas turísticas y geológicas de la Provincia de Imbabura fotografiadas por el Hotel Watzara Wasi.

En el caso de la provincia de Imbabura, su riqueza geológica, climática e hídrica permite acceder a diversas fuentes energéticas que combinan tanto energía cinética como potencial. Algunos ejemplos :



Energía Potencial (Radiación solar en Urcuquí)



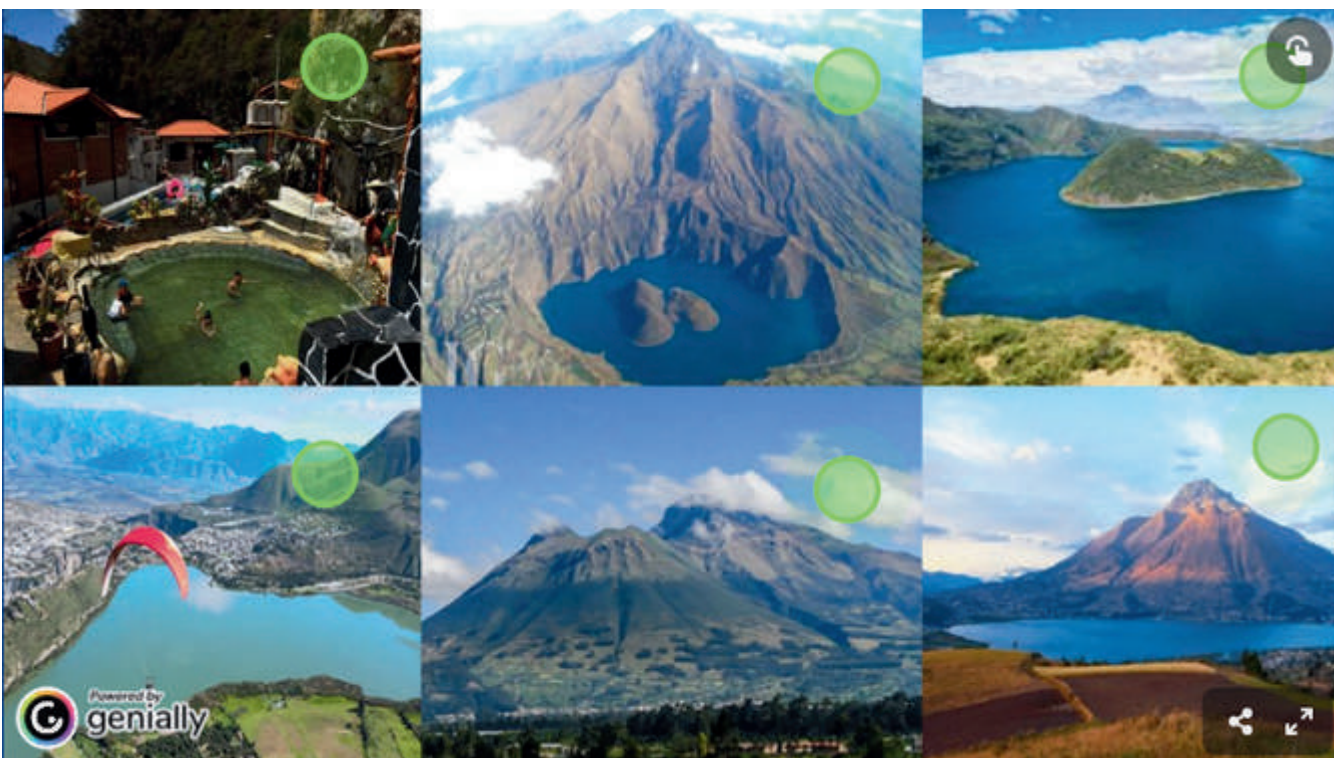
Energía Potencial y Cinética
(Flujo hídrico de lagunas y ríos)



Energía Cinética (Vientos en Salinas)

Potencial Energético en el Geoparque

El Geoparque Imbabura alberga una diversidad de geositos con condiciones naturales ideales para el desarrollo de energías renovables. Esta riqueza incluye lugares con aguas termales, volcanes, radiación solar elevada, vientos constantes y abundantes cuerpos de agua. A continuación, se destacan los principales geositos relacionados con el potencial energético de la provincia:



Da doble clic para interactuar en las imágenes y ver más información y repasa los conocimientos previos en el código QR.

wordwall.net/es/resource/3241923



Mapas interactivos de los Geositos

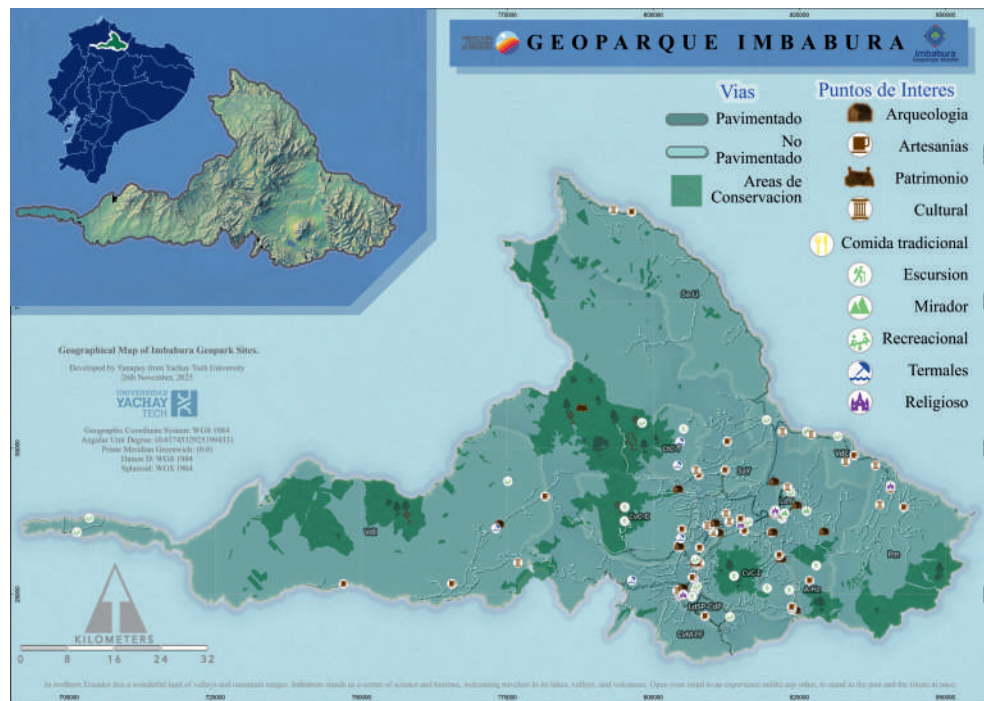
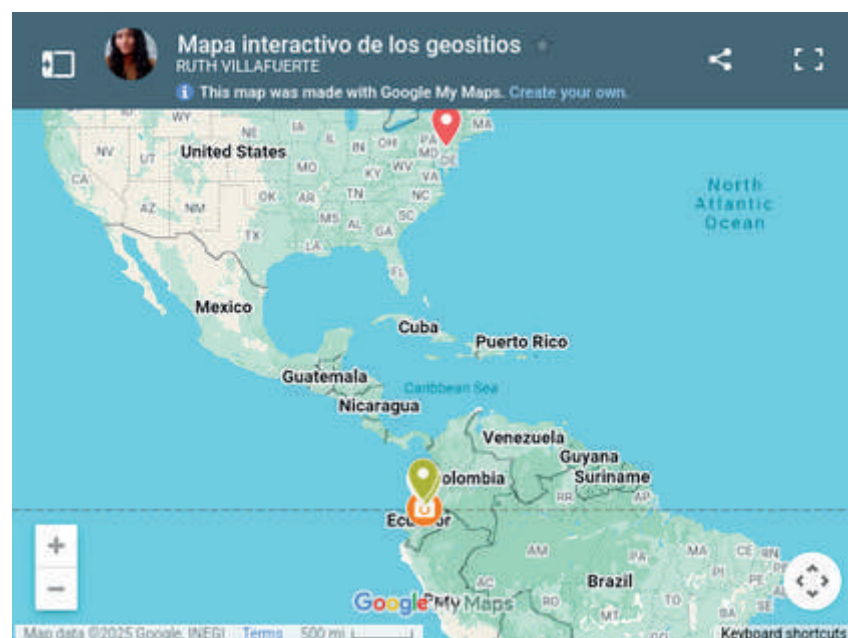


Fig 5. Mapa del Proyecto Geoparque Imbabura. Elaborado por el Proyecto Geoparque Imbabura en coordinación con el Gobierno Provincial de Imbabura y con apoyo de la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO.

En este mapa interactivo encontrarás la ubicación exacta de todos los geositos mencionados en el libro. Cada punto te permitirá conocer su localización geográfica y guardar la ruta si deseas visitarlos de forma presencial. Es una herramienta ideal para planificar recorridos educativos, turísticos o de exploración energética. ¡Disfruta este recorrido por el Geoparque Imbabura!



Capítulo 2

¿Qué es un Geoparque?



Fig 1. Monasterios de Meteora, Grecia. Fuente: Chris Karagkelis - BBC News

Los Geoparques Mundiales de la UNESCO son áreas específicas en el planeta que presentan una geología muy importante y única, lo que los convierte en sitios de interés internacional. Estos espacios son importantes porque ayudan a preservar el paisaje, la naturaleza y la cultura de las personas que viven en estos lugares. El objetivo de los geoparques es proteger el ambiente, promover la educación y ayudar al desarrollo de las comunidades de forma sostenible. Además, como parte su eje educativo, se busca sensibilizar a la sociedad en temas como el uso responsable y consiente de los recursos naturales, cómo enfrentar el cambio climático y reducir sus efectos y cómo estar preparados ante desastres naturales como terremotos o erupciones volcánicas (Los Geoparques Mundiales de la UNESCO, 2025).



Fig 2. Complejo Volcánico Imbabura. Fuente: Ministerio de Turismo del Ecuador

Ahora, respecto al Geoparque Imbabura, este abarca por completo la provincia de la cual lleva su nombre, lo que incluye todos sus cantones: Ibarra (capital provincial), Otavalo, Cotacachi, Antonio Ante, Pimampiro y Urcuquí, cubriendo una superficie de 4.791,00 Km². Este Geoparque abarca es singular debido a sus características geológicas, ya que aquí se pueden encontrar los complejos volcánicos como el Imbabura, Mojanda, Cotacachi - Cuicocha y Chachimbiro, cascadas, lagos, lagunas, fuentes de agua, varios pisos climáticos y atractivos geomorfológicos. Este patrimonio se vuelve más fuerte y llamativo gracias a la diversidad de culturas, tradiciones y formas de vida que existen en la zona.

Finalmente, gracias a la declaración de este territorio como geoparque de la UNESCO, se trabaja por lograr que Imbabura sea un lugar donde se promueva el desarrollo sostenible, trabajando en tres componentes esenciales: educación, geoturismo y conservación, pero también siendo fieles a la filosofía del Geoparque Imbabura, la cual se compone de los siguientes ejes: Fortalecimiento de Capacidades Locales, Desarrollo Territorial Sostenible, Participación Ciudadana, Identidad Cultural y Enfoque de Género (Conoce el Geoparque, s. f.).

Geositios

Los geositios son áreas de interés científico que representan etapas clave en la evolución de la Tierra, desde pequeños monumentos hasta grandes parques, y son cruciales para comprender el patrimonio geológico y su conservación (Chan & Godsey, 2016). Un geositio ofrece una experiencia turística enriquecedora, promoviendo la conservación de la naturaleza, el patrimonio arqueológico, la gastronomía local y el patrimonio cultural. El geoparque Imbabura tiene actualmente 12 geositios.

Angochagua- Huaraczapas (Ag-Hz)



Fig 3. Paisaje de Angochagua. Fuente: Marcelo Jaramillo - Flickr.

En lo alto de la provincia de Imbabura, las montañas de Angochagua y Huaraczapas se extienden como guardianas del paisaje andino. Angochagua es un territorio diverso, que mantiene vivo el patrimonio ancestral del pueblo Caranqui. Desde sus miradores, se puede ver cómo los valles con las estaciones cambian los colores de los cultivos y la puesta del sol en todo su esplendor. Este territorio ha sido modelado durante miles de años por la fuerza de los volcanes, cuyas antiguas erupciones dejaron suelos fértiles y texturas únicas en las rocas.

La mayor importancia geológica en este geositio corresponde a los múltiples manantiales de agua subterránea que afloran en varios puntos de superficie, por lo que el componente hidrogeológico es primordial en el aporte del agua potable que alimenta a la ciudad de Ibarra, siendo la fuente natural más grande de la provincia.



¿Sabías que...

Angochagua forma parte del reconocimiento “Mejores Pueblos Turísticos 2022” por la Organización Mundial del Turismo.



Complejo termal Chachimbiro-Timbuyacu (CtC-T)



Fig 4. Santagua termas de Chachimbiro Fuente: Empresa pública Chachimbiro.

Muy cerca del borde occidental de Imbabura, en una zona donde el calor brota desde las profundidades del planeta, se encuentra el complejo termal Chachimbiro – Timbuyacu. Allí, el agua fluye caliente, como si la Tierra misma respirara vapor, se localiza a 25 km al noreste de Ibarra. Se caracteriza por un conjunto de manantiales con temperaturas entre 25 y 61°C, ubicados hasta 5,5 km separados entre sí. Las piscinas naturales, llenas de minerales, han sido usadas durante siglos por las personas para relajarse, curar dolencias y conectarse con la energía del subsuelo.



¿Sabías que...

Este lugar es ideal para hablar de la energía geotérmica, esa que proviene del calor interno del planeta.

Si se aprovecha con cuidado, podría calentar casas, mover turbinas o incluso hacer funcionar baños termales sostenibles.



Complejo Volcánico Cotacachi – Cuicocha (CvCt–Ci)



Fig 5. Laguna Cuicocha. Fuente: página Web Lisa Germany.

La geomorfología que presenta este geositio cuenta la historia de un volcán que explotó con tanta fuerza que colapsó sobre sí mismo, dejando un gran cráter circular. Con el tiempo, ese cráter se llenó de agua de lluvia y ahora guarda una laguna de color azul profundo. Ese lugar se llama Cuicocha, y está custodiado por el volcán Cotacachi, que aún vigila desde lo alto, dormido pero presente.

En medio de la laguna se alzan dos islotes cubiertos de vegetación. Los pueblos indígenas creen que allí habitan espíritus antiguos, y algunos dicen que las aguas del lago son sagradas. Lo que sí sabemos es que estos dos domos se alzaron tiempo después del primer colapso.

Este territorio ha sido moldeado durante miles de años por la fuerza de los volcanes, cuyas antiguas erupciones dejaron suelos fértiles y texturas únicas en las rocas. Estas características le valieron su inclusión en el libro de la IUGS sobre los primeros 100 Sitios de Patrimonio Geológico. La mayor importancia geológica en este geositio corresponde a los múltiples manantiales de agua subterránea que afloran en varios puntos de superficie, por lo que el componente hidrogeológico es primordial en el aporte del agua potable que alimenta a la ciudad de Ibarra, siendo la fuente natural más grande de la provincia.

Complejo Volcánico Imbabura - Cubilche (CvIm-Cu)



Fig 6. Complejo Volcánico Imbabura - Cubilche. Fuente: página Web Geoparue Imbabura.

Este Geositio consta de dos complejos volcánicos contiguos. El Imbabura, o más conocido como Taita Imbabura, es un volcán que se ha convertido en símbolo de toda una provincia. A su lado se levanta el cerro Cubilche, que guarda una laguna en su cima. Los páramos alrededor están llenos de vida: musgos, pajonales, aves, y ráfagas de viento frío.

El complejo volcánico Imbabura corresponde a un estrato volcán compuesto por el edificio principal conocido con el nombre de Taita Imbabura, y los dos principales edificios más pequeños que se los conoce como Loma Artezón (al norte) y Huarmi Imbabura (al sur). La cumbre del Taita Imbabura se encuentra a 4621 msnm (Geoparque Imbabura, 2025).



El complejo volcánico Cubilche considerado como un volcán extinto o en reposo (3826 msnm), se ubica a 10 km al sur de la ciudad de Ibarra.
(Geoparque Imbabura, 2025)



¿Sabías que...

En estas alturas, el sol brilla fuerte y el viento no se detiene. Por eso es una zona ideal para hablar de energía solar y eólica. Los paneles podrían captar luz todo el día, y las turbinas podrían bailar con el viento sin molestar al paisaje.

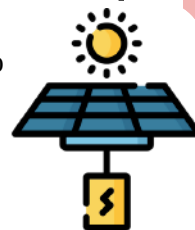


Fig 7. Complejo Volcánico Cubilche. Fuente: Roberto Valdez - Robinski.

Complejo Volcánico Mojanda – Fuya Fuya (CvMj-FF)



Fig 8. Complejo Volcánico Mojanda - Fuya Fuya. Fuente: Página Web Geoparque Imbabura.

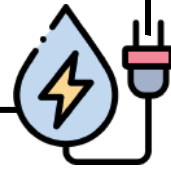
Mojanda y Fuya Fuya son montañas antiguas que guardan lagunas heladas y leyendas olvidadas. Caminar por sus senderos es como entrar a otro mundo, uno donde el viento silba historias y las nubes bajan a descansar sobre la tierra.

Las lagunas que se forman en sus cráteres reflejan el cielo y alimentan ríos que bajan hasta los pueblos. Aquí no solo hay agua, hay también historia geológica: estos volcanes erupcionaron hace miles de años y ahora dan vida a los páramos.



¿Sabías que...

Este es un lugar ideal para hablar sobre energía hídrica, la fuerza de los diferentes afluentes del sector es ideal para el movimiento de las turbinas hidráulicas.



Lago San Pablo – Cascada de Peguche (LS-CP)



Fig 9. Lago San Pablo. Fuente: Agencia de viajes Meet Ecuador.

A los pies del Imbabura se extiende el Lago San Pablo, y muy cerca, en el bosque, se esconde la Cascada de Peguche, un lugar sagrado para las comunidades kichwas. Este rincón de Imbabura es especial no solo por su belleza, sino por su profunda conexión cultural con las personas. En Peguche se celebran rituales de purificación, y el lago es fuente de pesca, recreación y vida.

San Pablo es un lago de origen glaciar que se encuentra en las laderas del Imbabura (4630 msnm), siendo el remanente de un estratovolcán que aparentemente no evolucionó al estado de un cráter (Geoparque Imbabura, 2025).



La cascada de Peguche se origina por la influencia del río Jatunyacu, que es el caudal de fuga del San Pablo. Está localizado a 2592 msnm y cuenta con un salto de agua de 20 metros de altura aproximadamente, formando parte del Bosque Protector Peguche (Geoparque Imbabura, 2025).



¿Sabías que...

Aquí podemos hablar de energía hídrica a pequeña escala: formas sostenibles de usar el movimiento del agua para producir luz o hacer funcionar molinos, sin afectar la naturaleza..

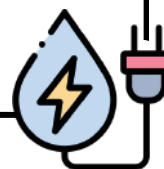


Fig 10. Cascada de Peguche. Fuente: Word Press.

Laguna de Yahuarcocha (LgY)



Fig 11. Laguna Yahuarcocha Fuente: Marcelo Quinteros - Flickr.

Yahuarcocha, conocida como «laguna de sangre» en kichwa, es uno de los cuerpos de agua más emblemáticos de Imbabura. Con una extensión de 187,5 hectáreas y albergando 12,7 millones de metros cúbicos de agua, se encuentra a una altura de 2.190 metros sobre el nivel del mar y a sólo 3 kilómetros de Ibarra.

Su origen se remonta al Pleistoceno, hace unos 12.000 años, luego de un período de fuertes variaciones dominado por la Falla Tahuando, que definió su morfología actual.

Yahuarcocha, que forma parte de la cuenca del río Mira, es un remanente postglacial con temperaturas del agua en torno a los 11°C y una profundidad de unos 8 metros. Conocida como la tercera laguna sagrada de Ecuador, su importancia va más allá de su significado geográfico, incluye también un gran valor cultural e histórico, sirviendo como lugar para el recuerdo, el turismo y la tradición ancestral. En la actualidad, Yahuarcocha es uno de los destinos más visitados por turistas nacionales y extranjeros.

Pimampiro (Pm)



Fig 13. Vista panorámica de Pimampiro. Fuente: Página Web Go Ecuador travel.

Pimampiro, que significa “vida junto al gran río”, está ubicado al este de la provincia de Imbabura, sobre un terreno fracturado por fallas activas como la de Ambuquí y la del río Chota, que separan valles fértiles de montañas muy pronunciadas. Esta geodinámica tan compleja es la responsable de los frecuentes deslizamientos y el contraste altitudinal tan importante que se aprecia en este cantón, donde las alturas varían desde los 1.650 hasta los 3.950 m.s.n.m., que incluyen climas cálidos e incluso el frío andino.

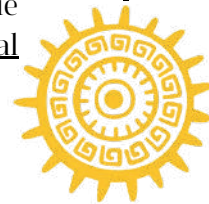
Por otro lado, es importante mencionar que en sus laderas aún se encuentran petroglifos prehistóricos que constituyen la huella de una comunicación ancestral cuyo significado aún no ha logrado ser decifrado.



¿Sabías que...

Pimampiro también fue centro de comercio precolombino: la coca, usada en rituales y como símbolo de poder, se intercambiaba junto con la sal en redes multiétnicas.

Actualmente, es uno de los pocos lugares donde se mantiene el trueque como práctica económica, fué reconocido en 2017 como Patrimonio Cultural Inmaterial del Ecuador.



Salinas - Lita (Sa-Li)



Fig 12. Santa Catalina de Salinas. Fuente: Turismo 360.

Salinas se asienta en la cuenca del río Mira, sobre lavas andesíticas y sedimentos piroclásticos, entre los 1.400 y 2.000 m.s.n.m.,. Desde el siglo XVI, sus suelos han ofrecido un recurso de gran valor: la sal, esta ha sido extraída artesanalmente del barro caliente. En tiempos coloniales, un grano de sal valía lo mismo que uno de oro, lo cual ayudó a sostener la economía local mediante el trueque y el comercio regional.

Mientras tanto, más al oeste, Lita se une al Chocó ecuatoriano, correspondiente a uno de los puntos más biodiversos del planeta. Su geología activa está marcada por fallas visibles, derrumbes y afloramientos volcánicos que van desde riolitas, andesitas y basaltos, lo que es señal de un entorno dinámico que se encuentra en constante transformación. Salinas y Lita, unidas por la tierra y el agua, son testigos de la historia natural, humana y energética del norte ecuatoriano.



Fig 12. La última Salinera de Salinas. Fuente: Página Web Geoparque Imbabura.



¿Sabías que...

En este lugar se encuentra el denominado túnel de viento de Salinas, mismo que ha sido de gran interés para el sector energético, en el cual se han desarrollado estudios para la implementación de una planta eólica de 25Mw.



Valle Intag (VI)

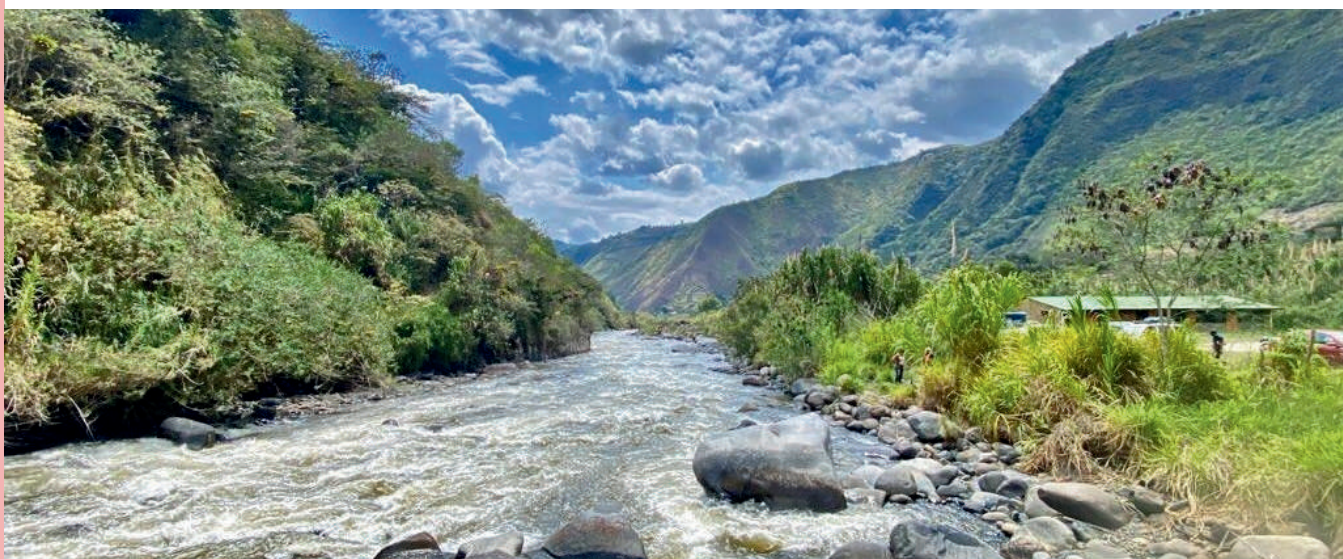


Fig. 13. Rio Intag. Fuente: Asociación Artesanal Femenina de Producción Agrícola El Rosal.

El Valle de Intag, se encuentra a una altura que varía entre los 700 y 4.000 m.s.n.m., este geosito compone un santuario natural en las colinas de la Cordillera del Toisán, donde la biodiversidad, historia y aguas termales como las de Nangulví, se juntan para formar un sitio de interés internacional. Las cuencas de los ríos Intag y Guayllabamba moldean un paisaje de selvas, cultivos y niebla, dentro de la biorregión del Chocó y la zona de amortiguamiento de la Reserva Cotacachi-Cayapas. Geológicamente, es importante mencionar que en este lugar se encuentra el batolito de Apuela, el cual es un cuerpo intrusivo cuya importancia radica en que es la caja de la mineralización del yacimiento de cobre-molibdeno de Junín, un depósito de tipo pórfido. Por otro lado, se destaca la presencia de las ruinas de Gualimán, en donde se pueden apreciar caminos empedrados y terrazas agrícolas preincaicas. Finalmente, este geosito no solo posee valor por sus formaciones rocosas que datan desde el Cretácico hasta el Cuaternario, sino también es la cuna de una memoria cultural viva que ha sido alimentada y sostenida por comunidades que combinan tradiciones ancestrales con prácticas de conservación.

Valle del Chota (VCh)



Fig. 14. Vista panorámica del Valle del Chota. Fuente: El caminante de montes - Ecuador y sus paisajes.

El Valle del Chota, esculpido por fuerzas tectónicas y rellenos sedimentarios desde el Mioceno tardío, hace aproximadamente 11.63 millones de años, demuestra una historia geológica compleja. En este territorio se pueden observar fallas, pliegues y fósiles. Por otro lado, la Formación Ambuquí, con 530 millones de años, es la más antigua del Geoparque Imbabura y conserva minerales como cuarzo, mica y clorita, así como fósiles de hojas y raíces pertenecientes a antiguos ambientes lacustres. Además, otro aspecto muy importante es historia afrodescendiente, donde los pueblos convirtieron la música, la bomba y la resistencia en su identidad.

Hoy, este geosítio es símbolo de diversidad geológica y cultural, donde la tierra, el tiempo y la memoria se entrelazan en un mismo legado.

Sitios Arqueológicos Yachay (SaY)



Fig. 15. Momia del pueblo Caranqui expuesta en el Museo Arqueológico Yachay.
Fuente: Nayeli Jaramillo Zabala.

En Urcuquí, sobre suelos volcánicos compuestos por lahares, piroclastos y cangahua, se encuentran los Sitios Arqueológicos de Yachay.

Este geosítio es clave para comprender el legado de la civilización Caranqui.

En este lugar se encuentran vestigios como tolas ceremoniales, pucarás defensivos y tumbas con restos humanos, mismos que revelan la profunda conexión que existe entre el territorio, rituales y la comunidad. Este patrimonio ha sido investigado desde 1909 y se reactivó durante la construcción de la Ciudad del Conocimiento, ha sido resguardado por la Universidad de Investigación de Tecnología Yachay, también conocida como Yachay Tech, que posee un museo arqueológico que alberga piezas recuperadas entre 2014 y 2020. Gracias al proyecto “Salvaguardando el patrimonio cultural Caranqui”, este museo reabrió sus puertas en 2022 dando fe del interés de la comunidad científica por preservar la memoria ancestral.



¿Sabías que...

El Museo Arqueológico Yachay posee un total de 58060 bienes arqueológicos rescatados a partir de investigaciones y excavaciones arqueológicas



Capítulo 3

Importancia de Energías Renovables en el País



La energía mueve al mundo, y también a Ecuador. Cuando una economía crece, también crece su necesidad de energía: más industrias, más transporte, más hogares iluminados. En los países más desarrollados, esto se refleja claramente: a mayor ingreso, mayor consumo energético.

Es por esto que hay una relación intrínseca entre el desarrollo tanto industrial como social y el desarrollo energético.

La economía necesita de energía para su efectivo funcionamiento, y el consumo energético es proporcional al crecimiento de la economía (Campoverde, 2017). También es importante recalcar que el desarrollo energético debe tener un plan (es por eso que se crea o directamente se actualiza el Plan Maestro de Electrificación), y este, a su vez, debe estar alineado con intereses nacionales e incluso con acuerdos internacionales. Estos últimos son los que directamente promueven un desarrollo responsable.

Es importante aclarar que, en el caso de Ecuador, no es un país de grandes emisiones de efecto invernadero: solo le corresponde un 0,08% (BID, 2020), pero aun así es necesario el planteamiento definitivo de un cambio en la matriz energética. Esta, en esencia, tiene un interés económico por cómo se ha ido gestionando la economía ecuatoriana, haciéndola dependiente de los recursos fósiles.

¿De dónde viene nuestra energía? El petróleo, un arma de doble filo.

Para el caso Ecuador, el 2018, el 60,10% de la producción hidrocarburífera fue exportada, lo que da cuenta de su importancia en la economía nacional. Esta actividad extractiva ha acarreado impactos ambientales y sociales y una matriz energética contaminante, limitada en su diversificación y de alta dependencia petrolera, lo que algunos autores señalan como una maldición de los países que poseen este tipo de recursos, ya que empíricamente la gran mayoría de estos países han permanecido en el subdesarrollo siendo explotadores de estos recursos.



“Si el petróleo significa nuestra esclavitud, ¿no es preferible prender fuego a todos los pozos si ese es el precio para ser libres?”

— Jaime Galarza, Documental
“El festín del Petróleo”, 1988.

Durante el año 2023 se registraron incrementos significativos en la generación de energía renovable en Ecuador. La producción de hidroenergía creció en un 2,9 %, la energía fotovoltaica aumentó en un 5,4%, y la energía eólica tuvo un notable incremento del 244,2%. Este último se explica principalmente por la entrada en operación del Parque Eólico Huascachaca, uno de los proyectos más relevantes en este campo.

En contraste, algunas fuentes bioenergéticas presentaron una reducción: la generación a partir de leña disminuyó en un 4,6%, y la producción de biogás se redujo en un 7,6%.

En términos generales, la producción total de energía primaria del país en 2023 alcanzó los 202 millones de barriles equivalentes de petróleo (BEP). De este total, el 85,9% provino del petróleo, el 4,1 % del gas natural y el 9,6% de fuentes renovables, incluyendo hidroenergía, energía fotovoltaica, eólica, leña, productos de caña y biogás

De acuerdo con el Balance Energético Nacional, en el 2018 la oferta primaria de energía fue de 216.022 miles de barriles equivalentes de petróleo; el 92,18% corresponde a la oferta de energía fósil (petróleo y gas natural), mientras que apenas el 7,82% representa a las energías renovables (hidroenergía, eólica, biomasa, biogás) (Vicente, 2021).

La energía que mueve al Ecuador

En el año 2008, el Ecuador contaba con una capacidad instalada nominal de aproximadamente 4.544 megavatios (MW). En ese entonces, casi la mitad provenía de centrales térmicas no renovables (48,75%), otra parte similar de centrales hidroeléctricas (48,91%), y apenas un 1,70% de energías renovables no convencionales como la solar, eólica o biogás.

Diez años después, en 2018, la potencia instalada aumentó a 8.662 MW, y con ello también cambió la forma en que se produce la electricidad: 39,16% térmica no renovable, 58,52% hidráulica y 2,31% de energías renovables no convencionales.

Este avance se dio gracias a la construcción de nuevas centrales, especialmente hidroeléctricas, y al impulso de fuentes limpias como la energía solar, el viento y el biogás (Arconel, 2019). Estas inversiones fortalecieron el sistema eléctrico nacional y fueron pasos importantes hacia una matriz energética más sostenible.

¿Sabías que...

Coca-Codo Sinclair, que entró en operación en 2016, es la hidroeléctrica con mayor generación del país (1.500 MW nominales). En 2024 generó 7.136 GW de energía, consolidándose como la mayor productora del país al aportar el 32% de la energía hidroeléctrica del

Ecuador, superando incluso al Complejo Paute, conformado por las hidroeléctricas Mazar, Paute Molino y Sopladora, que aportaron con un 29%



Vista aérea de la central hidroeléctrica de pasada Coca-Codo Sinclair.

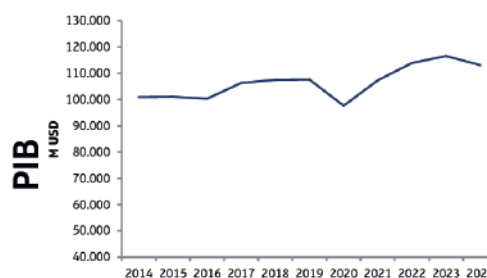
Crecimiento económico, más habitantes y más consumo

El Balance Energético Nacional (BEN) es una herramienta clave para la planificación energética de Ecuador. Analiza el sistema energético entre 2014 y 2024, evaluando su interacción con los factores económicos, sociales y ambientales para guiar el desarrollo hacia la sostenibilidad.

Entre 2014 y 2024, la población del país pasó de 16 millones de habitantes a 17,9 millones, es decir, un aumento de 12,5 %. Durante el mismo período, el Producto Interno Bruto del país creció 12,1 %, pasando de 100.950 millones de dólares constantes en 2014 a 113.123 millones en 2024



Evolución de la población.



Evolución del Producto Interno Bruto (PIB)

Este desarrollo se reflejó también en el consumo de energía eléctrica por habitante aumentó 19,1 % entre 2014 y 2024, pasando de 1.373 kWh por persona a 1.635 kWh por persona. Sin embargo, el consumo de energía eléctrica por habitante respecto al 2023 disminuyó 2,2% debido a los cortes de electricidad registrados

¿Estamos usando bien la energía?

Una forma de evaluar el desempeño energético del país es mediante la intensidad energética, que muestra cuánta energía se necesita para generar una unidad del PIB. Su fórmula es:

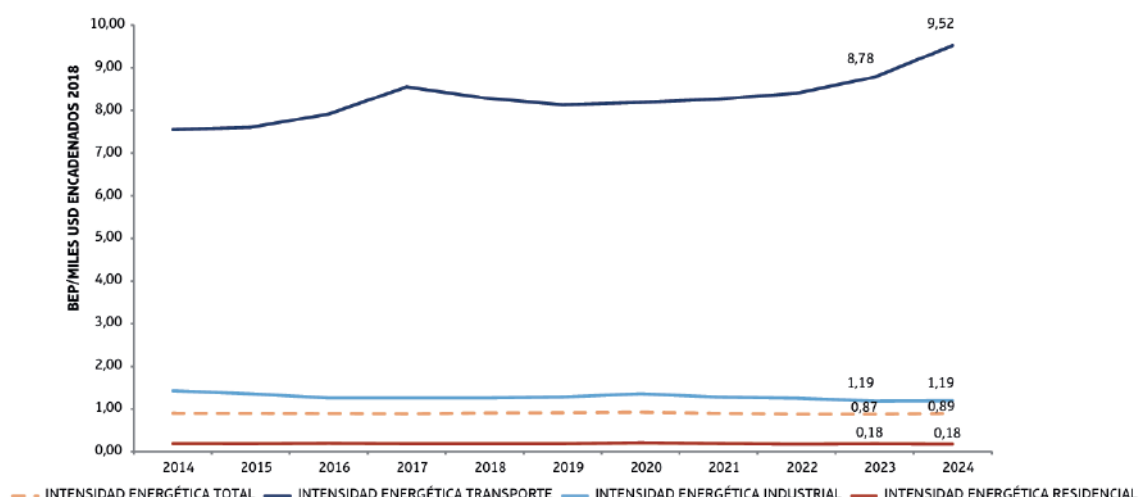
$$IE_{CF} = \frac{CF}{PIB}$$

IE_{CF} : Intensidad energética del consumo final.

CF : Consumo final de energía.

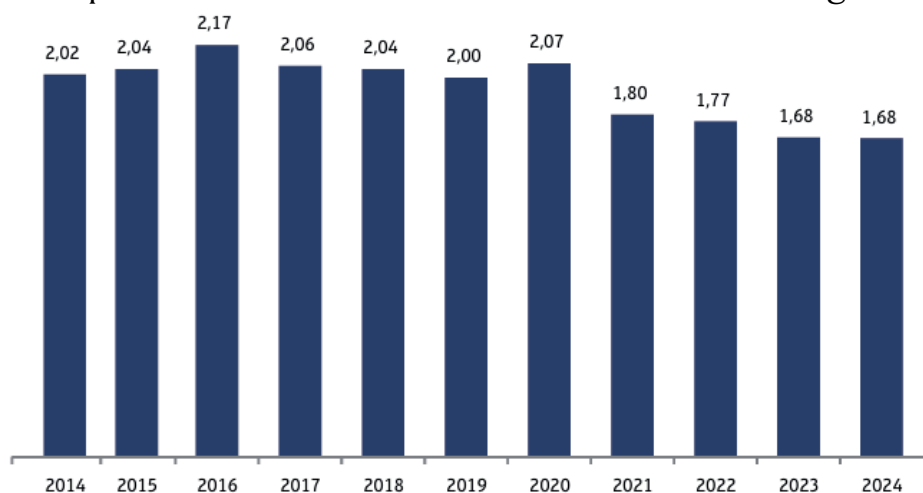
PIB : Producto Interno Bruto a precios constantes.

Una intensidad menor indica un país más eficiente energéticamente, ya que logra generar más riqueza con menos energía.



Indicadores clave: Intensidad energética del Ecuador.

Un indicador clave es la suficiencia energética, que evalúa la capacidad de un país para abastecer su demanda con recursos propios. En Ecuador (2014-2024), este índice promedió 1,94, lo que significa que su producción de energía primaria, dominada por el petróleo, fue casi el doble de la oferta energética total.



Indicadores clave: Índice de suficiencia energética del Ecuador.

En Ecuador, la suficiencia energética disminuyó de 2.07 en 2020 a 1.66 en 2023, evidenciando un acceso cada vez más frágil. Los apagones de 2024 reflejan las consecuencias de no haber seguido adecuadamente el Plan Maestro de Electrificación, el cual busca garantizar cobertura, calidad y continuidad en el servicio. Su incumplimiento expone la urgencia de retomar una planificación energética seria y sostenida.

¿Por qué es tan importante cambiar hacia energías renovables?

Aunque Ecuador ha sido históricamente un país productor de petróleo, esta dependencia ha sido una espada de doble filo: si bien ha financiado parte del desarrollo nacional, también lo ha hecho vulnerable a los vaivenes del precio internacional del crudo.

Invertir en energías renovables como el agua, el sol y el viento permite:

- Reducir emisiones contaminantes.
- Diversificar la matriz energética.
- Disminuir la dependencia del petróleo.
- Generar empleo y desarrollo local.
- Proteger el ambiente y combatir el cambio climático.

La transición hacia estas fuentes es clave no solo para el cuidado del planeta, sino también para asegurar que las futuras generaciones tengan acceso a una energía limpia, accesible y segura.

Capítulo 4

Potencia, Energías y Unidades de Medida

¿Qué es la potencia?

La potencia es la cantidad de energía que se transfiere o transforma por unidad de tiempo.

Fórmula general: $P = E/t$

Donde:

- P: potencia (en watts, W)
- E: energía (en joules, J)
- t: tiempo (en segundos, s)

Unidades de medida más comunes

Magnitud	Unidad SI	Equivalencias comunes
Energía	Joule (J)	1 kWh = 3.6×10^6 J
Potencia	Watt (W)	1 kW = 1000 W
Tiempo	Segundo (s)	1 hora = 3600 s
Temperatura	Grado Celsius	°C
Presión	Pascal (Pa)	1 atm = 101325 Pa

¿Por qué es importante esta sección?

Esta información permite comprender cómo se cuantifica la energía en sistemas renovables como:

- Paneles solares
- Turbinas eólicas
- Plantas hidroeléctricas
- Sistemas geotérmicos

Introducción a los Tipos de Energía Renovable

Las energías renovables son aquellas fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que se regeneran constantemente, como el sol, el viento, el agua, la biomasa y el calor de la Tierra. Son una alternativa limpia y sostenible frente a las energías tradicionales como el petróleo, el gas o el carbón, que son contaminantes y finitos.

¿Qué es la energía solar?

La energía solar es la energía que proviene del Sol y que puede ser aprovechada para generar electricidad, calor o incluso energía química. ¿Alguna vez has pensado en cómo podemos utilizar la luz solar para suministrar energía a nuestras escuelas? ¡De eso se trata la energía solar!



Paneles solares:

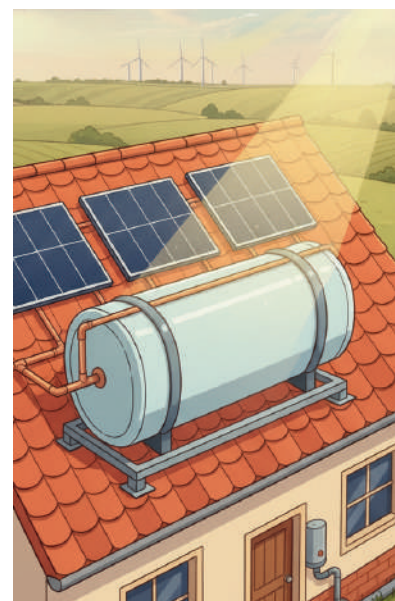


Son paneles planos especiales diseñados para captar la luz solar y convertirla en electricidad. Normalmente se encuentran en tejados o en grandes campos. Cuando la luz solar incide en las células solares de los paneles, crea una corriente eléctrica que alimenta cosas como luces y ordenadores en las escuelas.

Calefacción Solar:

Este método utiliza la luz solar para calentar agua o aire. Unos dispositivos especiales llamados colectores solares absorben la luz solar y la calientan. Esto significa que las escuelas pueden tener agua caliente para los calentadores o mantener las aulas calientes sin utilizar tanta electricidad o gas.

Por lo tanto, aunque los paneles solares y la calefacción solar utilizan la luz solar, hacen cosas diferentes. Los paneles solares producen electricidad, mientras que la calefacción solar genera agua caliente y aire caliente.



Fórmula para calcular la energía solar recibida:

$$E=H \times A \times \eta$$

Donde:

- E: Energía generada (en kWh/día, kWh/mes)
- H: Irradiancia solar promedio diaria (en kWh/m²/día) – también conocida como radiación solar
- A: Área del panel solar (en m²)
- η : Eficiencia del sistema (por ejemplo 0.18 si el panel tiene 18% de eficiencia)

¿Sabías que...

La energía solar es ideal para las escuelas porque ayuda a ahorrar dinero y mantiene el aire limpio.



Ejercicio 2.1

Ejemplo práctico:

En Ecuador, una familia quiere instalar un panel solar de 1.6 m² en su casa. Saben que en su zona hay una radiación solar promedio de 5.5 kWh/m²/día, y que el panel tiene una eficiencia del 18%. Con estos datos, pueden calcular cuánta energía generará el panel cada día y ver si les alcanza para usar aparatos eléctricos básicos como focos, cargadores o un televisor.

Preguntas:

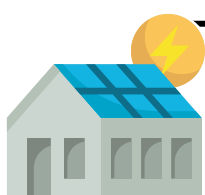
- ¿Cuánta energía genera un panel al día?

$$E = 5.5 \times 1.6 \times 0.18 = 1.584 \text{ kWh/día}$$

¿Por qué? Porque la energía solar no genera gases nocivos como el dióxido de carbono o el metano, que provienen de la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.

Estos gases pueden atrapar el calor en la atmósfera que rodea nuestro planeta, provocando el cambio climático, que hace que nuestro planeta se caliente y puede provocar fenómenos meteorológicos extremos.

También pueden causar contaminación atmosférica, lo que dificulta nuestra respiración y afecta a nuestra salud. Al utilizar la energía solar, podemos ayudar a combatir el cambio climático y proteger nuestra Tierra para las generaciones futuras. Por lo tanto, cuando alimentamos nuestras escuelas con la luz solar, no solo estamos ahorrando dinero, sino que también estamos haciendo del mundo un lugar mejor.



¿Sabías que...

Casi el 5 % de toda la energía del mundo proviene de la energía solar.

APRENDER SOBRE LA ENERGÍA SOLAR

Las escuelas que utilizan energía solar también pueden enseñar a los alumnos todo lo relacionado con ella. Es posible realizar proyectos divertidos, como construir pequeños coches que funcionan con energía solar o aprender cómo funcionan los paneles solares. Al tener la energía solar a su alrededor, podrán comprender mejor cómo funciona y desarrollar una «memoria muscular ecológica».

¡Desarrollemos esa memoria para salvar la Tierra!

ENERGÍA EÓLICA: SOPLANDO CON LA BRISA

¿Qué es la energía eólica?



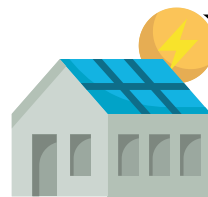
La energía eólica es la energía que proviene del viento. Las grandes máquinas llamadas turbinas eólicas ayudan a capturar la energía del viento. La mayoría de los parques eólicos, donde se encuentran muchas turbinas, están en tierra firme, ¡pero algunos también se construyen en el océano! Hay dos tipos principales de turbinas eólicas.

Turbinas de eje horizontal:
Son las altas que parecen ventiladores gigantes.

Turbinas de eje vertical:
¡Parecen batidoras de huevos giratorias!

¿Cómo funcionan los parques eólicos?

La electricidad que puede generar un parque eólico depende de dos cosas: La velocidad a la que sopla el viento y el número de turbinas que hay en el parque. Cuanto más viento y más turbinas, más electricidad, más viento equivale a más potencia.



¿Sabías que...

En solo una hora, el Sol le entrega a la Tierra más energía de la que toda la humanidad consume en un año entero.

Fórmula para calcular la energía eólica recibida:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p$$

Donde:

- P: Potencia generada (en watts, W)
- ρ : Densidad del aire (aproximadamente 1.225 kg/m³ a nivel del mar)
- A: Área barrida por las aspas ($A = \pi \cdot r^2$, en m²)
- v: Velocidad del viento (en m/s)
- C_p : Coeficiente de potencia del aerogenerador (máximo teórico es 0.59, pero en la práctica es entre 0.3 y 0.45)

Ejercicio 2.2

Ejemplo práctico

En una zona con vientos constantes, una comunidad rural quiere usar un aerogenerador pequeño para generar electricidad. Saben que el viento sopla a unos 6 m/s, el aerogenerador tiene aspas de 2 metros de radio, y quieren saber cuánta energía podrían obtener en condiciones ideales. Con estos datos, pueden calcular si el aerogenerador puede ayudar a encender luces, cargar celulares o hacer funcionar pequeños electrodomésticos.

Pregunta:

- ¿Cuánta potencia eléctrica genera el aerogenerador en condiciones ideales?

Paso a paso:

1. Calculamos el área del círculo barrido:

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 2^2 = 12.566 \text{ m}^2$$

2. Sustituimos en la fórmula:

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1.225 \cdot 12.566 \cdot 6^3 \cdot 0.4$$

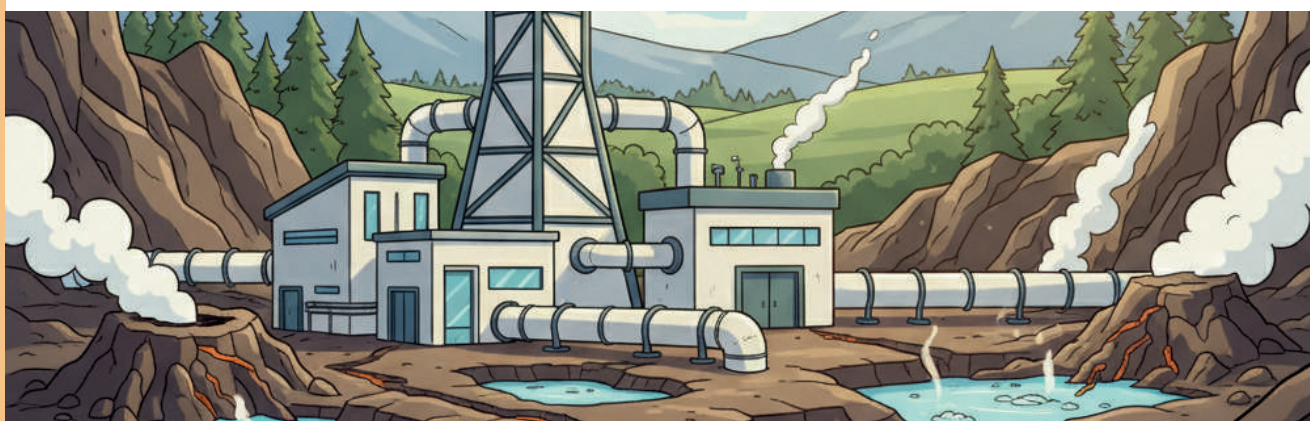
$$P = 0.5 \cdot 1.225 \cdot 12.566 \cdot 216 \cdot 0.4$$

$$P \approx 0.5 \cdot 1.225 \cdot 12.566 \cdot 216 \cdot 0.4 \approx 663.8 \text{ W}$$

LA ENERGÍA SECRETA DE LA TIERRA: LA GEOTÉRMICA

¿Qué es la energía geotérmica?

La energía geotérmica es un tipo de energía renovable que proviene del calor del interior de la Tierra. La palabra «geotérmica» significa «calor de la Tierra», donde «geo» significa tierra y «térmica» significa calor. La Tierra alcanza temperaturas muy elevadas: alrededor de 1000 °C1 cerca de la corteza terrestre y aún más altas a medida que se profundiza. Este calor natural se puede utilizar para generar electricidad y suministrar energía a nuestros hogares y escuelas.



¿POR QUÉ LA ENERGÍA GEOTÉRMICA ES BUENA PARA EL PLANETA?

La energía geotérmica es excelente para nuestro planeta por varias razones:

Energía fiable:

La energía geotérmica proporciona un suministro constante de energía, incluso cuando no brilla el sol o no sopla el viento. Esto ayuda a mantener nuestras luces encendidas.

Siempre disponible:

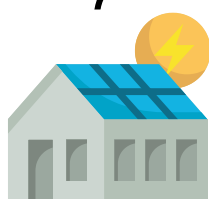
La energía geotérmica es renovable, lo que significa que podemos seguir utilizándola sin que se agote, a diferencia de los combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón.

Aire más limpio:

Produce poca contaminación o gases de efecto invernadero. Esto ayuda a mantener nuestro aire limpio y a combatir el cambio climático, que causa problemas para nuestro medio ambiente.

Empleos locales:

El uso de la energía geotérmica ayuda a crear puestos de trabajo en las comunidades locales, de modo que las personas pueden trabajar y mantener a sus familias.



¿Sabías que...

En algunas zonas de Indonesia, la energía geotérmica se obtiene directamente de los cráteres volcánicos, lo que permite generar electricidad de forma muy eficiente y con baja emisión de carbono.

EL CINTURÓN DE FUEGO

El Anillo de Fuego del Pacífico se trata de una gran zona que rodea el océano Pacífico y es conocida por tener muchos volcanes y terremotos. Es como un anillo gigante formado por varias piezas de la superficie terrestre que encajan entre sí, llamadas placas tectónicas. Cuando estas placas tectónicas se encuentran, pueden crear grietas en la Tierra, lo que nos permite acceder al calor del interior. .



Fórmula para calcular la energía geotérmica recibida:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Donde:

- Q = energía térmica (en julios, J)
- m = masa del fluido (en kg)
- c = calor específico del fluido (en J/kg·°C)
- ΔT = diferencia de temperatura entre entrada y salida (°C)

Ejercicio 2.2

Ejemplo práctico

Si suponemos que una planta geotérmica extrae 1000 kg de agua por hora desde un reservorio subterráneo a 120°C, y después de usarla, la devuelve al suelo a 60°C.

- El calor específico del agua es:

$$c = 4186 \text{ J/kg} = 4186$$

- Paso 1: Calcular ΔT

$$\Delta T = 120^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$$

- Paso 2: Aplicar la fórmula

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 1000 \cdot 4186 \cdot 60 = 251,160,000 \text{ J}$$

Pregunta:

- ¿Y si quiero saber cuánta electricidad se genera?

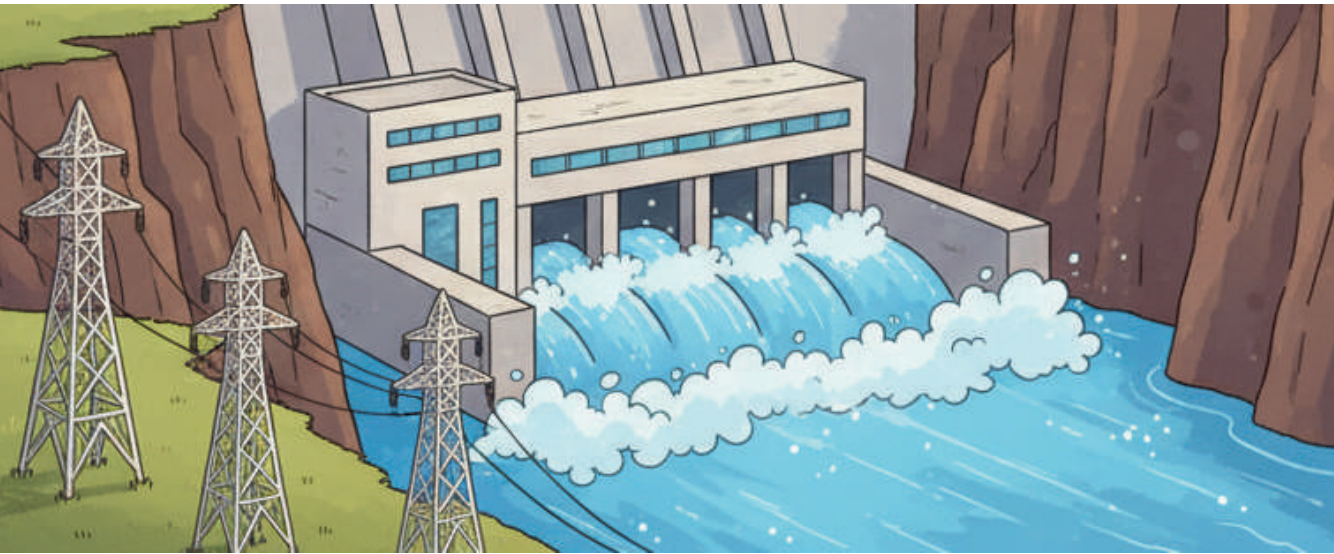
Si la planta tiene una eficiencia del 10% (convertir calor a electricidad):

$$E. \text{ Eléctrica} = Q \cdot \text{eficiencia} = 251.16 \times 10^6 \cdot 0.10 = 25.12 \text{ MJ}$$

Eso equivale a unos 7 kWh, suficiente para abastecer una casa promedio durante varias horas.

MUNDO ACUÁTICO: ENERGÍA HIDRÁULICA

Generando ondas con la energía hidroeléctrica



¿Alguna vez has pensado en cómo podemos utilizar el agua para generar electricidad? ¡De eso se trata la energía hidráulica; ¡La energía hidroeléctrica es como un gran generador de energía! Funciona utilizando el movimiento del agua, como ríos o cascadas, para generar electricidad. Hay dos tipos principales de energía hidroeléctrica:

Energía hidroeléctrica flexible:

Estos sistemas pueden cambiar rápidamente la cantidad de electricidad que producen. Almacenan agua en grandes lagos llamados embalses y la liberan cuando la gente necesita más energía.

Energía hidroeléctrica intermitente:

Este tipo depende del flujo natural del agua. Puede ser un poco impredecible, ¡al igual que el clima! A veces genera mucha energía y otras veces no, pero sigue contribuyendo a la producción de energía.

Fórmula para calcular la potencia producida por la energía hidráulica:

$$P = \rho \times g \times h \times Q$$

Donde:

- P = potencia hidráulica (en watts, W)
- ρ = densidad del agua (1000 kg/m³)
- g = gravedad (9.81 m/s²)
- h = altura o salto de agua (m)
- Q = caudal o volumen de agua que pasa por segundo (m³/s)

Ejercicio 2.2

Ejemplo práctico

Supongamos que tenemos una pequeña central hidroeléctrica donde el agua cae desde una altura de 15 metros y el caudal del río es de 3 m³/s. ¿Cuál es la potencia hidráulica disponible?

Datos:

- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- $h = 15 \text{ m}$
- $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$

Cálculo:

$$P = 1000 \times 9.81 \times 15 \times 3 = 441,450 \text{ W}$$

BIOENERGÍA: LA ENERGÍA DE LA VIDA

Transformando Materia Orgánica en Energía



La biomasa es un combustible que se obtiene a partir de materia orgánica. Su nombre deriva del prefijo “bio” (vida) y la palabra masa. Es decir, “materia viva”. La biomasa es un tipo de combustible que se caracteriza por estar fabricado a partir de materia orgánica. A continuación te hablaremos sobre los distintos tipos de biomasa.

Biomasa natural:

Es la materia orgánica no fosilizada que se produce con independencia a las actividades humanas. Un ejemplo de ello sería el estiércol o la madera de los bosques.

Biomasa agrícola:

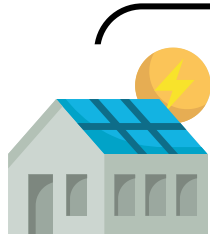
Es aquella vinculada a las actividades agrícolas, como la obtención de papel o Los excedentes de las cosechas.

Biomasa sólida:

Incluye materiales como la madera, residuos agrícolas (paja, cáscaras), y residuos forestales.

Biomasa líquida:

Comprende biocombustibles líquidos como el bioetanol y el biodiésel, producidos a partir de cultivos como el maíz, la caña de azúcar, y oleaginosas.



¿Sabías que...

Es una de las formas más antiguas de energía usada por el ser humano. Desde hace miles de años, las personas han usado madera y residuos orgánicos para cocinar y calentarse.

Ventajas de la energía biomasa

La principal ventaja que presenta la biomasa frente a otro tipo de energías es que, aunque no es completamente limpia, sí que es considerablemente más limpia que cuando se usan combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) y que, además, tiene un poder calorífico muy elevado. Esto la sitúa como una buena energía de transición, es decir, una energía útil entre las muy contaminantes y las completamente limpias. En otras palabras, que si quemamos biomasa en vez de gasoil, el impacto en el medio ambiente será considerablemente menor.

No obstante, las ventajas de la biomasa se hacen patentes cuando se la compara con los combustibles fósiles. En el caso de que realizáramos esta comparación con energías completamente limpias y renovables, como la energía solar o la eólica, la energía biomasa quedaría en un claro segundo puesto



Fórmula para calcular la potencia producida por la energía hidráulica:

$$P = \rho \times g \times h \times Q$$

Donde:

- P = potencia hidráulica (en watts, W)
- ρ = densidad del agua (1000 kg/m^3)
- g = gravedad (9.81 m/s^2)
- h = altura o salto de agua (m)
- Q = caudal o volumen de agua que pasa por segundo (m^3/s)

Ejercicio 2.2

Ejemplo práctico

Calcular la energía calórica liberada al quemar 5kg de madera cuyo poder calorífico P_c : 2800kcal/Kg, si el rendimiento es del 65%

Datos:

- Masa de madera: 5 kg
- Poder calorífico (P_c): 2800 kcal/kg
- Rendimiento del sistema: 65% = 0.65
-

Queremos calcular: Energía calórica realmente liberada (útil), en kcal.

Cálculo:

$$E.\text{total} = 5 \text{ kg} \times 2800 \text{ kcal/kg} = 14,000 \text{ kcal}$$

$$E.\text{útil} = 14,000 \text{ kcal} \times 0.65 = 9,100 \text{ kcal}$$

Capítulo 5

Importancia de la Energía Renovable para el Desarrollo Comunitario.



Energía Renovable en el Uso Doméstico

La Energía como Motor de Desarrollo

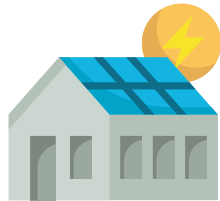
La energía es uno de los recursos más esenciales en el día a día de las personas. Sin la energía se vería difícil realizar actividades cotidianas como trabajar, conservar alimentos, tener acceso a internet, entre otras. Pero su uso va más allá del uso doméstico, la energía es una herramienta que impulsa el desarrollo económico, social, educativo, y ambiental de las comunidades.

En lugares como el Geoparque Imbabura, declarado por la UNESCO, la energía juega un papel fundamental no solo en el desarrollo económico, sino también para preservar el entorno natural, las culturas ancestrales y formas de vida en sitios rurales.



¿Sabías que...

Más del 80% de las familias rurales en zonas sin acceso a electricidad en Ecuador aún dependen de la leña o el carbón, lo que genera problemas e respiratorios, contamina el ambiente y limita el desarrollo educativo y económico de sus comunidades.



En comunidades el acceso a la energía es limitado, por ello se observan altos niveles de pobreza y exclusión social. Debido a esto se observa que las familias en comunidades dependen de combustibles fósiles, como el carbón o la leña, que son más

costosos y además son graves generadores de problemas de salud y ambientales.

Muchas familias en comunidades todavía dependen de leña o carbón para actividades cotidianas como cocinar, esta práctica afecta su salud, además de contaminar el ambiente y limitar el bienestar de estas comunidades.

Ejercicio 5.1

Ejercicio de Cálculo: ¿Cuánto cuesta cocinar con leña?

Una familia usa 4kg de leña al día para cocinar. Cada kilogramo de leña cuesta \$0,25 en su comunidad.

Preguntas:

- ¿Cuánto gasta la familia en leña cada día?
- ¿Cuánto gastaría en un mes (30 días)?
- Si instalaran una cocina solar que no usa leña, ¿cuánto podrían ahorrar al mes?



Consecuencias de la pobreza energética.

La Energía Renovable en el Desarrollo Comunitario

El desarrollo comunitario es tener una mejor calidad de vida de las personas en su propio entorno de una manera justa sostenible. La energía renovable se ha visto como una oportunidad para impulsar un desarrollo sostenible en la comunidad y poder reducir la huella de carbono, además que son una alternativa limpia y segura. Estas se obtienen de fuentes naturales como el sol, el viento, el agua, la biomasa o el calor interno de la Tierra. Estas energías traen beneficios como, no son contaminantes para el medio ambiente, son inagotables porque son constantemente regeneradas por la naturaleza, ayudan a combatir el cambio climático, y pueden ser usadas en comunidades rurales y urbanas, aunque no tengan conexión a un sistema eléctrico nacional. Es por ello que, para las comunidades, el uso de energías renovables son una solución tecnológica, y les ayuda a tener más autonomía, mejorar su calidad de vida y proteger su patrimonio natural y cultural.

Beneficios Comunitarios

- Autonomía Energética: las comunidades manejarán su propia red eléctrica y ya no depender de redes eléctricas centralizadas que suelen ser nacionales.
- Reducción de Costos Familiares: las energías renovables no ocupan gas o carbón para funcionar, lo que se refleja como un ahorro de gasto para las comunidades.
- Reducción de Problemas de Salud: al no usar leña o queroseno para producir la energía, disminuyen las enfermedades respiratorias



Impactos Comunitarios de la Energía Renovable.

que han sido comúnmente provocadas por la quema de combustible.

- Protección Ambiental: hay disminución de deforestación al no necesitar leña, y de emisión de gases de efecto invernadero al no haber quema de combustible.

El uso de energía renovables permiten a las comunidades tener y manejar su desarrollo, debido a que este viene inmensamente apoyado de la energía y al tener autonomía en su producción de energía, y al ser renovables de maneja un sistema más resiliente y amigable con la naturaleza.

Beneficios Económicos de las Energías Renovables

Las energías renovables además de ser una alternativa más limpia y sostenible para generar electricidad, tienen un gran impacto económico positivo en las comunidades en donde se instalan. Uno de los principales beneficios económicos es la creación de empleo. Proyectos como de energía solar, eólica, geotérmica, o hidroeléctrica requieren de mano de obra especializada, para construcción, diseño, operación, y mantenimiento, esto ayuda a dinamizar la economía local de las comunidades y diversificar las fuentes de empleo existentes.



Empleo Comunitario en Energías Renovables

Otro de los beneficios económicos es la generación de ingresos para comunidades mediante arrendamiento de tierras para instalar los distintos proyectos energéticos como parque eólico y solares. Además, estas energías renovables reducen la dependencia de las comunidades locales a las fuentes de energías externas

centralizadas y volátiles como con el uso de combustibles fósiles, de esta manera contribuyen a la seguridad energética y a la resiliencia de posibles crisis energéticas.

De esta manera, las energías renovables impulsaron un desarrollo con creación de empleos y mejora de condiciones de vida en las comunidades, además de ser agentes que fomentan la transición hacia un modelo energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Conectando Saberes

¿Qué es el Sistema Nacional Interconectado (SNI)?

Es la red eléctrica que conecta a casi todas las centrales de generación del Ecuador, transportando la energía desde las centrales hidroeléctricas, termoeléctricas o solares hasta las ciudades y comunidades. En Ecuador, gran parte de esta energía ya proviene de fuentes limpias como la hidroeléctrica. Sin embargo, aún existen sectores que dependen de fuentes contaminantes, especialmente en zonas aisladas o rurales.

Precio de la Energía (2024-2025)

El costo promedio de electricidad para hogares es de ~0,096 USD/kWh (~9.6 centavos), según el pliego tarifario vigente que se mantuvo estable en 2024 y 2025. Las tarifas residenciales no sufrieron aumentos para 2025, a diferencia de otros sectores como industria.

Factor de emisión de CO₂ del SNI

El factor combinado de emisión de electricidad en el SNI es de aproximadamente 0,02 toneladas CO₂ POR MWh generado. Para proyectos solares o eólicos, el margen combinado alcanza 0,3761 t CO₂/MWh.

De esta forma, generar propia energía con por ejemplo paneles solares se evita depender del SNI, lo que disminuiría factura eléctrica, emisiones de CO₂, entre otros.

La Energía Renovable y su Impacto Social

Los proyectos de energías renovables tienen un impacto social significativo en las comunidades donde son desarrollados. Con la llegada en diversas instalaciones de energía solar, eólica, hidroeléctrica, o geotérmica, la dinámica social y la cultura de un área puede llegar a cambiar, de esta manera generando oportunidades y desafíos para la comunidad.

Entre los impactos sociales más relevantes de las energías renovables esta la mejora de la calidad de vida de las personas. Con una electrificación rural por medio de por ejemplo paneles solares o microtrubinas eólicas, se consigue una energía limpia y asequible en zonas alejadas a redes eléctricas tradicionales, de esta manera manteniendo una autonomía de las comunidades para el acceso a la iluminación, refrigeración, y comunicaciones.

¿Qué es la Justicia Energética?

Es un derecho de todas las personas, sin importar dónde viva, a tener acceso a una energía limpia, segura, accesible, y sostenible.

Busca corregir desigualdades históricas: muchas comunidades rurales o indígenas continúan sin electricidad.



Por otro lado, los proyectos de energías renovable implican una participación activa de las comunidades para su diseño, implementación, y gestión, de esta manera promoviendo la colaboración, cohesión social y empoderamiento de los ciudadanos para tomar decisiones que afectan a su entorno y a sus comunidades.



Mejoras en Educación y Salud Comunitaria mediante Energías Renovables.

Actividad Breve

Analiza y debate

- ¿Cómo cambiaría la vida de una niña que vive en una comunidad sin electricidad si tuviera acceso a una fuente de energía renovable?
- ¿Qué impacto tendría en su salud, educación, y futuro?

Capítulo 6

Energías Renovables en el Geoparque Imbabura



Fuentes de energía renovable en Imbabura

¿Por qué el Geoparque Imbabura?

En 2019, la UNESCO reconoció a la provincia de Imbabura como Geoparque, un territorio patrimonial que fomenta el turismo comunitario, la protección y conservación ambiental, y la educación en busca de un sistema sostenible y desarrollo local. Imbabura posee grandes riquezas naturales y culturales gracias a su ubicación geográfica y geológica, razón por la cual se volvió un sitio de interés a nivel internacional.

Esta provincia cuenta con una gran cantidad de lagos, valles, cascadas y volcanes, lo que la convierte en un gran potencial turístico, cultural, agrícola, pero sobre todo energético, siendo este último, el tema de interés de muchos.

Geoparque Imbabura: un laboratorio natural para energías renovables

Imbabura está ubicado al norte de Ecuador a aproximadamente 2500 msnm, altitud que varía por el relieve y los accidentes geográficos que se han ocasionado como resultado de erupciones de los volcanes que allí yacen.



Lagos y montañas en Imbabura



La presencia de montañas y valles repartidos por toda la provincia brindan un paisaje agradable para quienes la visitan. Pero esta diversidad de lagos y montañas son más que solo una vista hermosa.

La geografía de Imbabura ofrece la posibilidad de obtener energía solar, hidroeléctrica, eólica, de biomasa y geotérmica. Si bien los cuatro primeros tipos de energía se pueden hallar en muchas zonas del mundo, la energía geotérmica se encuentra particularmente en áreas volcánicas, por lo que es menos común o fácil de acceder a esta fuente energética. Es por esta razón que, la provincia de Imbabura se vuelve un foco de interés cuando se habla de energías renovables.

Tipos de energías renovables en Imbabura

A continuación, se presenta una breve descripción de las energías renovables que se pueden encontrar en el Geoparque Imbabura.

Energía solar

En virtud de su latitud (zona ecuatorial), el país recibe bastante radiación solar durante todo el año y de una manera casi constante. Además de esto, en la provincia de Imbabura, la radiación se



intensifica aun más por su altitud. Al estar en una zona alta, la atmósfera es más fina y por ende la radiación solar es mayor. Con estos dos factores a favor, Imbabura se vuelve un buen lugar para obtener energía solar.

Energía eólica

El viento se produce cuando hay un gradiente corto de presión. Imbabura, gracias a sus montañas y valles repartidos, presenta cambios drásticos de temperatura y presión. Por otro lado, la altitud también favorece



al incremento del viento. En lugares con mayor altitud, al haber menor densidad de aire y menos roce con zonas arbóreas o construcciones, el viento viaja fácilmente con velocidades más intensas. De esta manera, Imbabura posee grandes ventajas para sistemas de energía eólica.

Tipos de energías renovables

Energía hidroeléctrica



Debido al relieve de la provincia, se hallan muchos afluentes de agua repartidos en toda la zona. Las montañas capturan agua de las precipitaciones con facilidad así como de la humedad del **ambiente**. Esto, junto con el deshielo de nevados, alimenta a diversas fuentes hídricas. Es así que, las características topográficas de Imbabura permiten que existan muchos ríos y cascadas que puedan ser utilizados como fuente de energía hidroeléctrica.



Energía geotérmica

Teóricamente, la energía geotérmica podría obtenerse en cualquier punto del planeta ya que, esta energía resulta de las altas temperaturas de las capas interiores del mismo. Sin embargo, para acceder a esta es necesario contar con fuentes termales, géiseres, o volcanes, mediante los cuales se pueda “sacar” esa energía. Favorablemente, Imbabura posee tanto volcanes como termas lo que, a diferencia de otros lugares, le permite extraer la energía geotérmica.

Tipos de energías renovables

Energía de biomasa

En Imbabura, muchas de las parroquias se dedican a la agricultura. En comparación con las grandes ciudades, el porcentaje de residuos orgánicos sobrepasa el 60% en esta provincia, y ya que estos **son** la fuente de la bioenergía, Imbabura se convierte en un buen lugar para sacar provecho hasta de sus desechos para la obtención de energía de biomasa.



Integración de energías renovables en el Geoparque Imbabura

Como se puede observar, Imbabura posee las características geográficas indicadas para la obtención de diferentes tipos de energía renovable. Esto brinda una gran oportunidad a la provincia y a sus comunidades ya que:

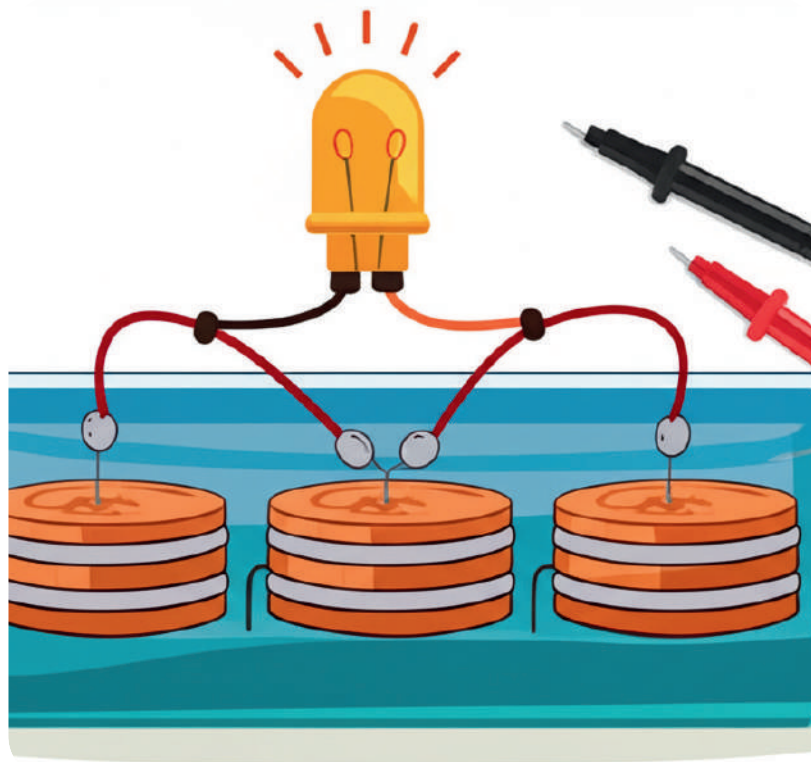
- Preserva y conserva el patrimonio natural y cultural de Imbabura
- Promueve el desarrollo local así como el turismo, fomentando el empoderamiento comunitario.
- Mejora la calidad de vida mediante el uso de energía limpia.

Analiza y debate

¿Qué obstáculos y desafíos (ya sean económicos, técnicos, sociales, culturales, ambientales, etc) crees que se presentan en el camino para lograr este cambio a energías renovables?

Capítulo 7

PROYECTOS



Batería Casera con Monedas

Batería Casera con Monedas

Materiales:

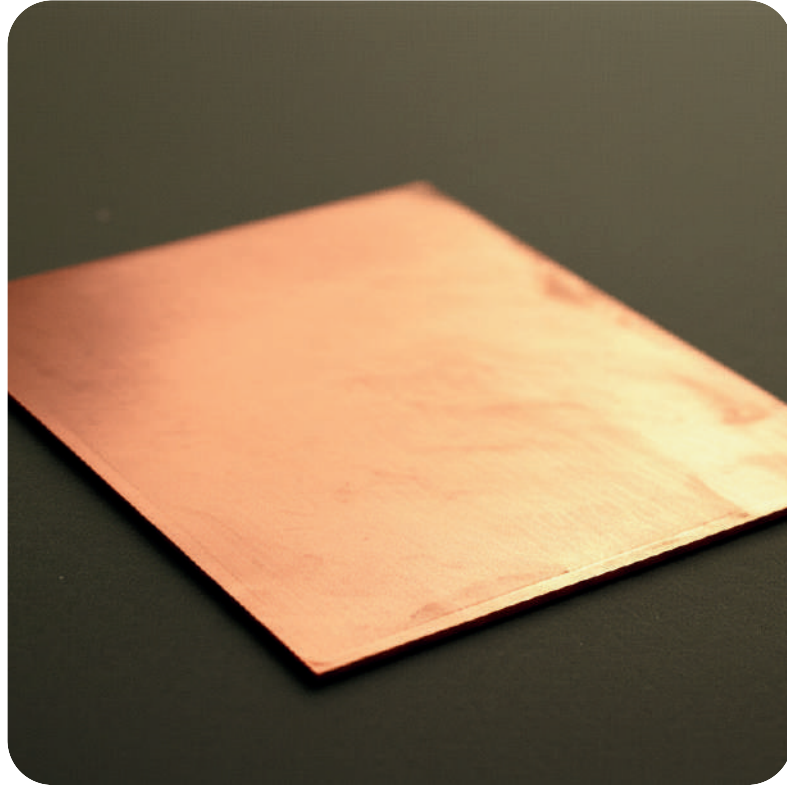
- 6 monedas de cobre (como centavos de dólar).
- Papel de cocina o cartón absorbente.
- Papel de aluminio.
- Agua tibia con sal (solución salina) o jugo de limón.
- Un diodo emisor de luz (LED) de bajo voltaje, un zumbador o un multímetro.
- Cables con pinzas de cocodrilo o cinta adhesiva.
- Tijeras y un plato pequeño

Procedimiento:

1. Recorta 6 círculos de papel de aluminio y 6 de papel de cocina, del tamaño de las monedas.
2. Sumerge los círculos de papel de cocina en la solución salina hasta que estén húmedos.
3. Crea una pila con: papel de aluminio, papel húmedo y una moneda de cobre.
4. Repite el proceso cinco veces más, apilando las celdas una sobre otra.
5. Conecta un cable a la moneda superior y otro al aluminio inferior. Usa un LED o multímetro para comprobar la corriente.



Celda Solar de Película Delgada



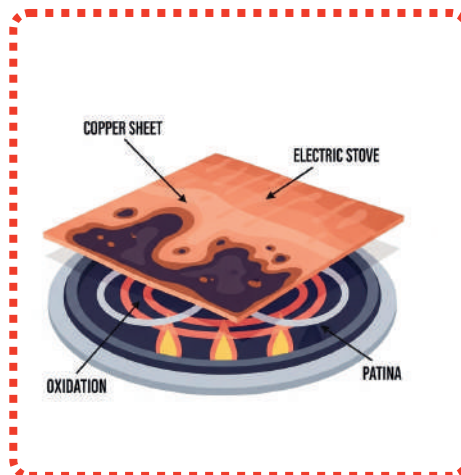
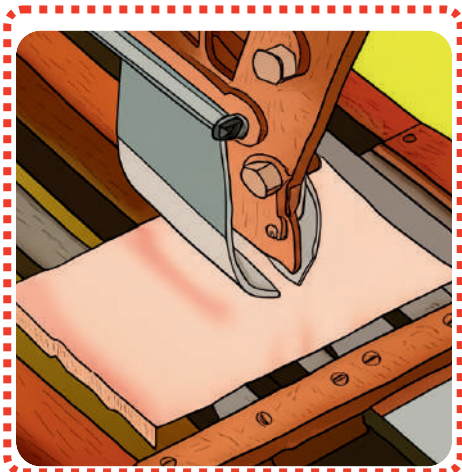
Celda Solar de Película Delgada

Materiales:

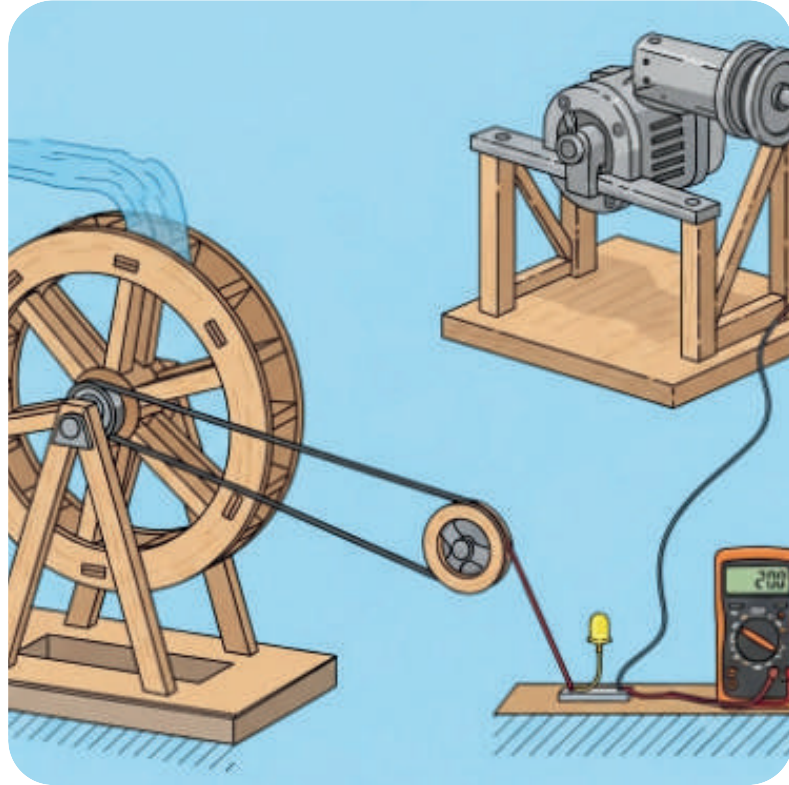
- Lámina de cobre de 15x15 cm.
- Cocina eléctrica (hornilla).
- Botella plástica transparente (PET) cortada.
- Cables con pinzas de cocodrilo y multímetro sensible.
- Agua, sal, lija y tijeras para metal.

Procedimiento:

1. Lija la lámina de cobre y caliéntala en la hornilla por 30 minutos hasta que se forme óxido negro.
2. Deja enfriar lentamente. Limpia el óxido para dejar una capa rojiza (óxido cuproso).
3. Coloca la lámina oxidada y otra lámina limpia dentro de la botella PET, sin que se toquen.
4. Llena con agua salada y conecta los cables al multímetro.
5. Expón la celda a la luz solar directa para medir la corriente.



GENERADOR DE AGUA CON RUEDA



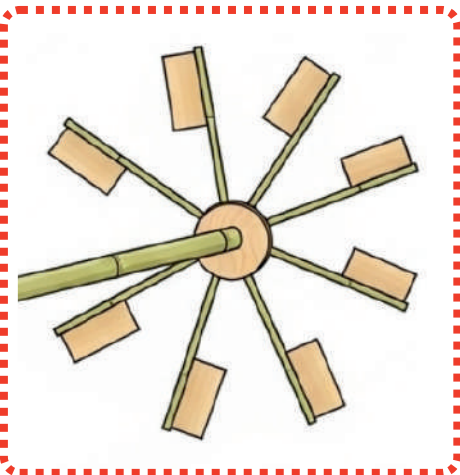
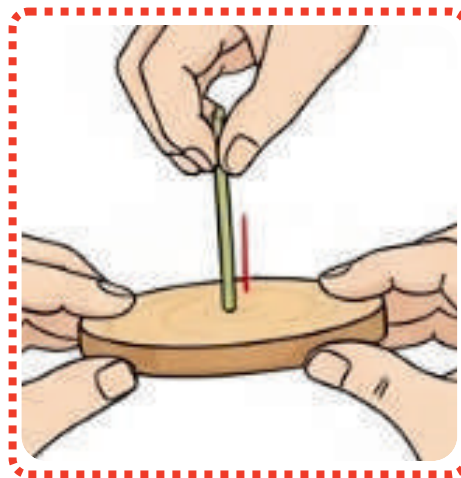
GENERADOR DE AGUA CON RUEDA

Materiales:

- - Eje de madera/metal
- - 2 discos redondos
- - Paletas (pueden ser de botellas)
- - Dinamo de bicicleta
- - Cables, LED
- - Estructura de soporte

Pasos:

1. Arma la rueda: fija discos al eje, añade paletas
2. Construye una base firme para la rueda
3. Pon la rueda en un río o corriente de agua
4. Conecta el dinamo al eje de la rueda
5. Une cables del dinamo a un LED
6. ¡El agua hará girar la rueda y encenderá el LED!



CALENTADOR SOLAR PARABÓLICO



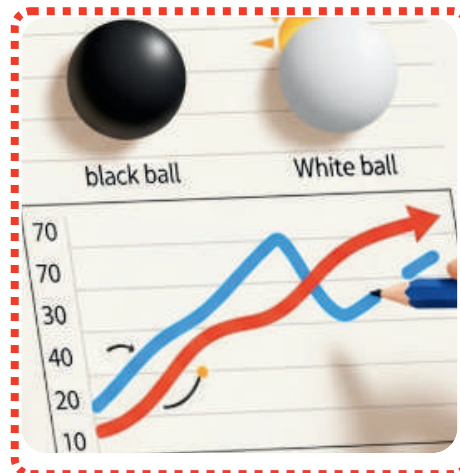
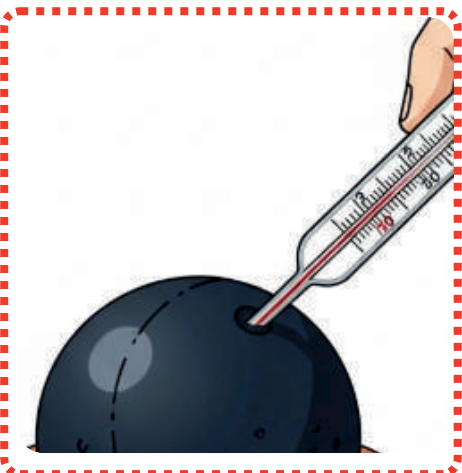
CALENTADOR SOLAR PARABÓLICO

Materiales:

- Molde de aluminio para pastel
- Cartulina negra
- Termómetros
- Bola negra y bola blanca
- Tarugo de madera

Pasos:

1. Forra el molde con cartulina negra
2. Clava el tarugo en el centro
3. Pega la bola negra en el tarugo
4. Pon un termómetro dentro de la bola
5. Coloca al sol directo
6. Cada 2 minutos anota la temperatura
7. Repite con la bola blanca y compara



Módulo Solar Casero



Módulo Solar Casero

Materiales

- Celdas solares dañadas o imperfectas (varias).
- Regla metálica o guía recta.
- Estación de trabajo firme e iluminada.
- Madera contrachapada (base del módulo).
- Vidrio reciclado o transparente resistente.
- Marco de aluminio (idealmente reutilizado).
- Silicona con endurecedor.
- Papel o cartón delgado.
- Bolsa plástica negra (impermeabilizante).
- Cautín y estaño para soldar.
- Multímetro.
- Guantes de protección.

Pasos:

- Coloca las celdas sobre la base dejando 1 cm entre ellas.
- Voltea las celdas para exponer las tiras metálicas.
- Sueda las conexiones entre celdas sin presionar demasiado.
- Forma hileras (serie o paralelo según tu necesidad).
- Usa el multímetro para verificar voltaje y corriente bajo luz solar.
- Cubre la base de madera con una bolsa plástica negra (impermeable).
- Coloca una hoja de papel delgado para proteger las conexiones traseras.
- Ubica las hileras de celdas ya soldadas sobre la base.
- Conecta las hileras entre sí.
- Prepara la silicona con su endurecedor y mezcla bien.
- Vierte la silicona sobre las celdas y distribúyela de forma pareja.
- Coloca el vidrio encima y presiona suavemente para sacar burbujas.
- Deja secar 24-48 horas con algo de peso encima.
- Coloca todo en el marco y haz una prueba eléctrica final.



$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$I_{\text{total}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

- En una conexión en serie, el voltaje total se suma, pero la corriente se mantiene constante.

$$V_{\text{total}} = V_{\text{celda}}$$

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

- En una conexión en paralelo, el voltaje se mantiene constante, pero la corriente se suma.

Calentador Solar de Agua por Circulación



Materiales

- Unos metros de tubería plástica negra (puedes usar otro color y luego pintarla de negro).
- Conectores plásticos en forma de T y L para unir las mangueras.
- Una lámina de aluminio o material rígido de aproximadamente 1 metro cuadrado.
- Bridas plásticas (cintas de amarre) para sujetar la tubería al respaldo.
- Sellador de silicona (opcional) para asegurar mejor las uniones.
- Taladro con broca adecuada para perforar el respaldo.

- Fuente de alimentación para la bomba (puede ser un panel solar, batería o enchufe de 120 V).
- Bomba pequeña adecuada para el tamaño de la tubería y la fuente de energía.
- Balde de 20 litros para usar como tanque de agua.
- Pintura negra y material aislante térmico para mejorar la eficiencia (opcional).

Pasos:

- Planifica y dibuja el recorrido de la tubería sobre la lámina de aluminio. La entrada de agua debe estar cerca de la parte inferior y la salida cerca de la parte superior.
- Corta la tubería a las longitudes necesarias y usa los conectores en T y L para formar el diseño que planeaste.
- Perfora agujeros en la lámina de aluminio para pasar las bridas plásticas.
- Sujeta la tubería firmemente al respaldo con las bridas, pasándolas por los agujeros perforados. Aplica sellador de silicona para una mejor fijación y evitar fugas.
- Conecta la tubería a la bomba y luego al balde que usarás como tanque.
- Llena el balde con agua y prueba sifonear el agua hacia el colector para verificar que no haya fugas.
- Orienta el colector hacia el sol y enciende la bomba para que el agua circule por el sistema.
- Observa cómo la temperatura del agua aumenta.
- Después de probar el sistema, pinta la lámina y la tubería de negro para mejorar la absorción del calor.
- Añade material aislante térmico en la parte trasera del colector para evitar pérdidas de calor y mejorar la eficiencia.

