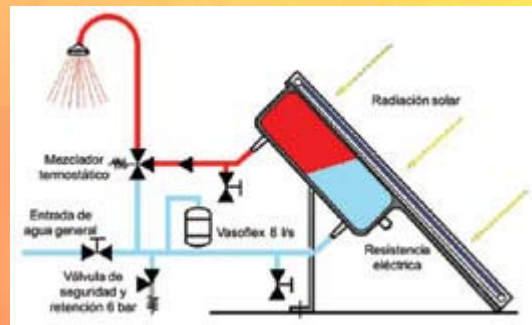


introducción	Pág.
Energías renovables	2
Energía solar	3
Energía eólica	5
Energía hidráulica	9
Energía geotérmica	10
Energía termica	15

ENERGÍAS RENOVABLES

Una fuente de energía es renovable cuando se convierte en inagotable, aunque sea intermitente, y su aprovechamiento no causa alteraciones graves al medio. El Sol nos envía suficiente energía para alimentar todas las necesidades humanas. Las fuentes de energía renovable son la radiación solar, el viento, el movimiento de las olas y las mareas, el desnivel del agua de los ríos, el calor de subsuelo terrestre y la energía acumulada por los seres vivos (biomasa). Disponemos de la tecnología adecuada para poder captar el potencial renovable sin perder bienestar y ser más solidarios con la salud del entorno y con los humanos pobres.



ENERGIA SOLAR

Sol, la estrella que, por el efecto gravitacional de su masa, domina el sistema planetario que incluye a la Tierra. Mediante la radiación de su energía electromagnética, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra, porque todo el alimento y el combustible procede en última instancia de las plantas que utilizan la energía de la luz del Sol.

SOL		TEMPERATURAS APROXIMADAS	
DISTANCIA DESDE LA TIERRA		En el centro	16.000.000 K
Mínima	147.100.000 km	En la superficie	5.000 K
Máxima	152.100.000 km	En mancha solar	4.500 K
Media	150.000.000 km	En la corona	1.000.000 K
TAMAÑO TÍPICO DE...		TAMAÑO/ENERGÍA	
Granulación	2.000 km	Radio	696.000 km
Supergranulación	30.000 km	Energía emitida	$3,83 \times 10^{26}$ J/s
Mancha solar	8.000 km	Masa	$1,99 \times 10^{30}$ kg
EDAD		COMPOSICIÓN QUÍMICA	
4.600 millones de años		Hidrógeno, helio (también trazas de al menos otros 70 elementos más pesados).	
TIPO ESPECTRAL			
G2			

© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Energía solar, energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión . Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones (véase Radiación electromagnética; Fotón), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es $1,37 \times 10^6$ erg/s/cm², o unas 2 cal/min/cm².

Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un periodo de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera.



En esta casa solar en Corrales (Nuevo México, Estados Unidos) un colector solar de placa plana (*inferior derecha*) proporciona energía para calentar agua bombeada por el molino. El agua se almacena en grandes bidones.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

TRANSFORMACIÓN NATURAL DE LA ENERGÍA SOLAR

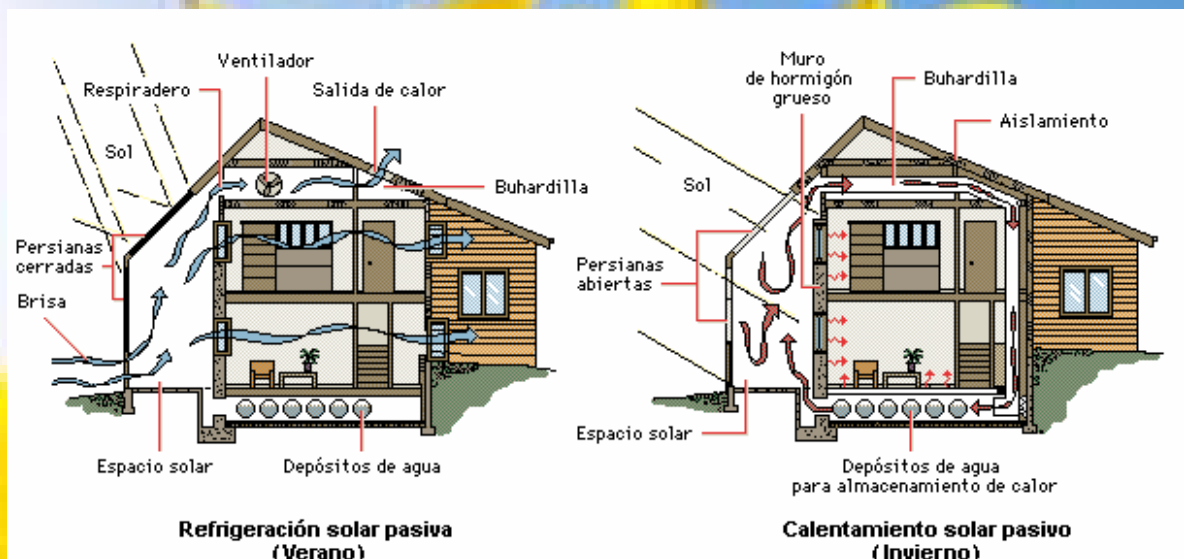
La recogida natural de energía solar se produce en la atmósfera, los océanos y las plantas de la Tierra. Las interacciones de la energía del Sol, los océanos y la atmósfera, por ejemplo, producen vientos, utilizados durante siglos para hacer girar los molinos. Los sistemas modernos de energía eólica utilizan hélices fuertes, ligeras, resistentes a la intemperie y con diseño aerodinámico que, cuando se unen a generadores, producen electricidad para usos locales y especializados o para alimentar la red eléctrica de una región o comunidad.

Casi el 30% de la energía solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el ciclo del agua, que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. La energía que generan estas aguas en movimiento al pasar por las turbinas modernas se llama energía hidroeléctrica. Véase *también* Presa; Meteorología; Suministro de agua.

Gracias al proceso de fotosíntesis, la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal (biomasa) que, junto con la madera y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas, puede ser utilizada como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano también pueden extraerse de la biomasa.

Asimismo, los océanos representan un tipo natural de recogida de energía solar. Como resultado de su absorción por los océanos y por las corrientes oceánicas, se producen gradientes de temperatura. En algunos lugares, estas variaciones verticales alcanzan 20 °C en distancias de algunos cientos de metros. Cuando hay grandes masas a distintas temperaturas, los principios termodinámicos predicen que se puede crear un ciclo generador de energía que extrae energía de la masa con mayor temperatura y transferir una cantidad a la masa con temperatura menor (véase Termodinámica). La diferencia entre estas energías se manifiesta como energía mecánica (para mover una turbina, por ejemplo), que puede conectarse a un generador, para producir electricidad. Estos sistemas, llamados sistemas de conversión de energía térmica oceánica (CETO), requieren enormes intercambiadores de energía y otros aparatos en el océano para producir potencias del orden de megavatios. Véase *también* Océanos y oceanografía.

RECOGIDA DIRECTA DE ENERGÍA SOLAR



Energía eólica

Saltar a [navegación](#), [búsqueda](#)

La **energía eólica** es la que se obtiene por medio del viento, es decir mediante la utilización de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire.

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, perteneciente o relativo a Éolo o Eolo, dios de los vientos en la mitología griega y, por tanto, perteneciente o relativo al viento. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas. Es un tipo de energía verde.



Parque eólico

En la actualidad se utiliza, sobre todo, para mover aerogeneradores. En estos la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos.

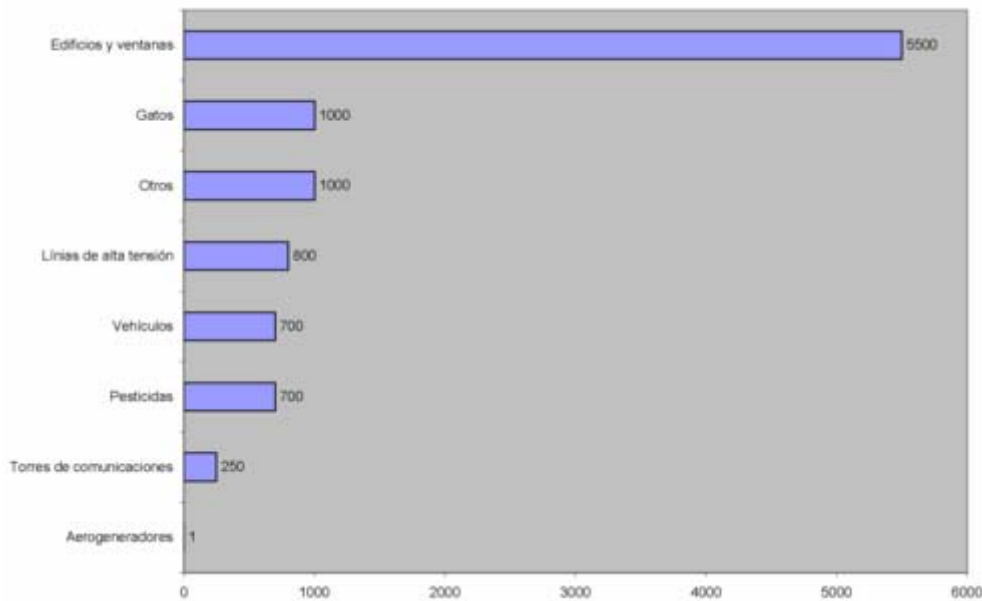
Si bien los parques eólicos son relativamente recientes, iniciando a popularizarse en las décadas de los 80 - 90, desde hace mucho tiempo la energía eólica se ha utilizado en otras aplicaciones, como: moler granos o bombear agua, basta recordar los famosos molinos de viento ya famosos en las andanzas de Don Quijote.

Ventajas de la energía eólica

Aunque la cantidad de energía producida por este medio cada vez crece más en los países desarrollados, la energía eólica presenta las siguientes ventajas:

- Es un tipo de energía renovable, es decir, no se gasta o tarda poco tiempo en volver a regenerarse.
- Es una energía limpia ya que no requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO₂), y no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.
- Si bien no en todos los lugares puede ser utilizada como única fuente de energía eléctrica, su inclusión en un sistema interligado permite, cuando las condiciones del viento son adecuadas, ahorrar combustible en las centrales térmicas y/o agua en los embalses de las centrales hidroeléctricas.
- Estando integrado a sistemas interligados de energía eléctrica, permite el ahorro de combustible fósil, o agua almacenada en los embalses.
- Puede colocarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables.
- Puede convivir con otros usos del suelo, por ejemplo prados para uso ganadero o cultivos bajos como trigo, maíz, papas, remolacha, etc.
- Dado que los aerogeneradores actuales son de baja velocidad de rotación, el problema de choque con las aves se está reduciendo.
- Crea puestos de trabajo en las zonas en las que se construye y en las plantas de ensamblaje.
- La energía eólica es una fuerte alternativa al cambio climático ya que no produce efecto invernadero.
- Su instalación es rápida, entre 6 meses y un año
- Su utilización combinada con otros tipos de energía, habitualmente la solar, permite la autoalimentación de viviendas, terminando así con la necesidad de conectarse a redes de suministro, pudiendo lograrse autonomías superiores a las 82 horas, sin alimentación desde ninguno de los 2 sistemas.

Inconvenientes de la energía eólica



En este gráfico se puede observar la baja mortalidad de aves en los aerogeneradores. Lo que indica es que, por ejemplo, por cada ave muerta en un aerogenerador mueren 5500 chocando contra edificios

A pesar de las ventajas señaladas anteriormente, la energía eólica está entrando en una fase de fuerte cuestionamiento, por parte de medios ecologistas que aducen diferentes razones:

- No sustituye totalmente a fuentes de energía no renovables. Es más, necesita del apoyo de centrales movidas por otros tipos de energía.
- Aunque los estudios mediambientales que se hacen antes de la construcción de un parque pueden durar años, existen parques eólicos en España en espacios protegidos como ZEPA (Zona de Especial Protección de Aves) y LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) de la Red Natura 2000, lo que es una contradicción.
- Los lugares más apropiados para su instalación suelen coincidir con las rutas de las aves migratorias, o zonas donde las aves aprovechan vientos de ladera, lo que hace que entren en conflicto los aerogeneradores con aves y murciélagos. Afortunadamente los niveles de mortandad de los aerogeneradores son muy bajos en comparación con otras causas como por ejemplo los atropellots (ver gráfico).
- Dentro del parque eólico se produce contaminación acústica, debido al ruido que producen, aunque al alejarse unos 400 m el ruido desaparece. Recientemente se está experimentado la viabilidad de construir parques eólicos en el mar, no lejos de la costa, pero situadas de tal forma que no incidan de forma excesiva sobre el paisaje.
- Impacto paisajístico: Los aerogeneradores alcanzan alturas de casi cien metros y artificializan el paisaje. Son muy visibles a gran distancia. Se tienen que instalar en zonas elevadas o montañosas, ya que es donde hace viento, para lo que es necesario construir pistas y realizar

desmontes, destruyendo la vegetación natural y originando problemas erosivos.

- La apertura de pistas y la presencia de operarios en los parques eólicos hace que la presencia humana sea constante en lugares hasta entonces poco transitados. Ello afecta también a la fauna.
- No supone una alternativa a las fuentes de energía actuales, ya que no generan energía constantemente por falta o por exceso de viento, lo que provocaría, si fuese ampliamente utilizada, no interligada al sistema, un apagón.
- La utilización de este tipo de energía, utilizada de forma interconectada con la red de transporte de energía, disminuye la calidad de la onda de energía, pudiendo generar problemas si este tipo de energía alcanza cotas muy elevadas de utilización. No es muy recomendable llegar a utilizar más de un 30% de este tipo de energía. Algunos países presentan picos de generación del 50%, pero son países que carecen de red propia, y se apoyan en la red de un país vecino, que utilizan en el suyo propio, con capacidad para absorber las variaciones de calidad de onda generada por este tipo de energía.

La revolución del viento

El cuarto trimestre del 2006 será recordado como el comienzo de la "revolución del viento". Se ha puesto a la venta, en comercios esparcidos por toda Inglaterra los nuevos micro generadores eólicos, al alcance de todos, con un manual de instalación, asistencia técnica para su instalación, y garantía de funcionamiento de 10 años. Estimaciones preliminares señalan que pueden producir hasta el 30% de la energía eléctrica consumida en una casa.

Esta modalidad de producción de energía eléctrica ya era conocida y utilizada en la primera mitad del siglo XX, sin embargo entonces se utilizaba en locales aislados, desprovistos de redes de transmisión, y principalmente a nivel rural.

El gran salto adelante de la nueva introducción de los micro generadores eólicos de 1 kw en el mercado está en la posibilidad de interconectarlos a la red, de forma que la energía de la red de distribución solo se utilizará cuando la generación propia no sea suficiente. [1]

El costo actual (octubre del 2006) del equipo es de aproximadamente 2 mil Euros, y en algunos países de la Unión Europea pueden utilizarse subsidios gubernamentales para su instalación.

Energía hidráulica

Se denomina **energía hidráulica** a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos, saltos de agua o mareas. Es un tipo de energía verde.

Se puede transformar a muy diferentes escalas, existiendo desde hace siglos pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, en molinos rurales. Sin embargo, la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas.



Origen

El origen de la energía hidráulica está en el ciclo hidrológico de las lluvias y, por tanto, en la evaporación solar y la climatología, que remontan grandes cantidades de agua a zonas elevadas de los continentes alimentando los ríos. Este proceso está originado, de manera primaria, por la radiación solar que recibe la Tierra.

Estas características hacen que sea significativa en regiones donde existe una combinación adecuada de lluvias, desniveles geológicos y orografía favorable para la construcción de represas.

Características

La energía hidráulica tiene la cualidad de ser renovable, pues no agota la fuente primaria al explotarla, y es limpia, ya que no produce en su explotación sustancias contaminantes de ningún tipo. Sin embargo, el impacto medioambiental de las grandes presas, por la severa alteración del paisaje e, incluso, la inducción de un microclima diferenciado en su emplazamiento, ha desmerecido la bondad ecológica de este concepto en los últimos años.

Al mismo tiempo, la madurez de la explotación hace que en los países desarrollados no queden apenas ubicaciones atractivas por desarrollar nuevas centrales hidroeléctricas, por lo que esta fuente de energía, que aporta una cantidad significativa de la energía eléctrica en muchos países (en España, según los años, puede alcanzar el 30%) no permite un desarrollo adicional excesivo. Recientemente se están realizando centrales minihidroeléctricas, mucho más respetuosas con el ambiente y que se benefician de los progresos tecnológicos, logrando un rendimiento y una viabilidad económica razonables.

Energía geotérmica

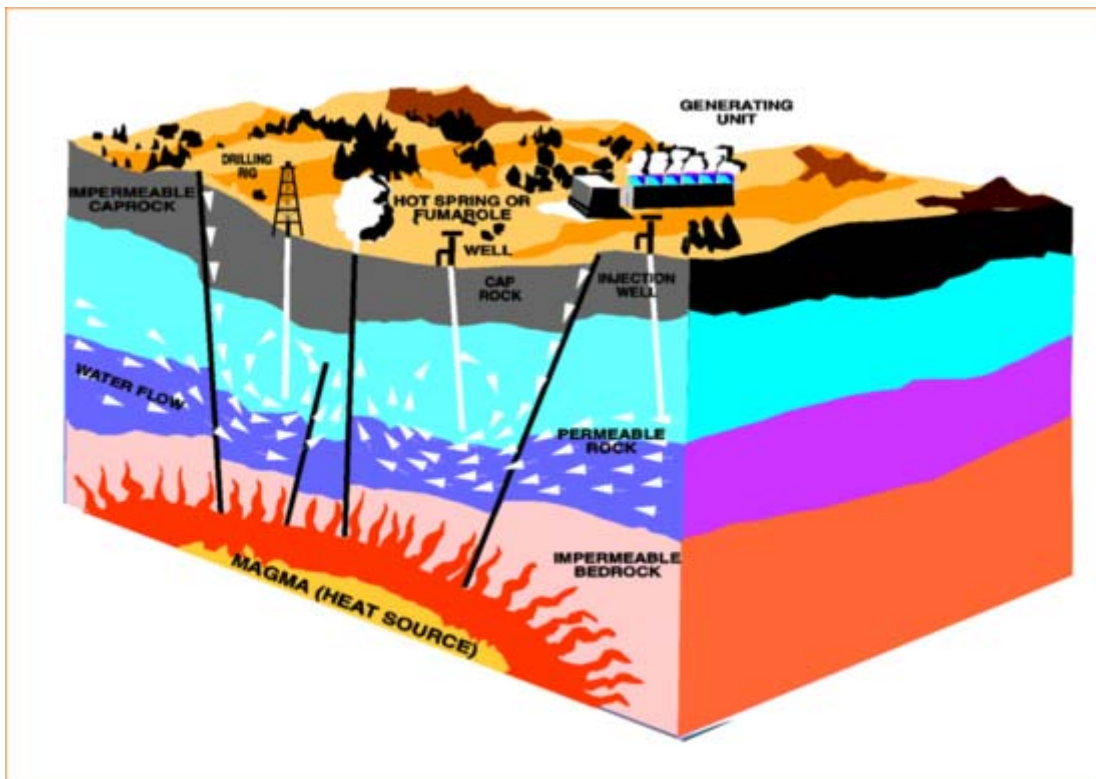
Energía geotérmica es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.

El calor del interior de la Tierra se debe a varios factores entre los que caben destacar: el gradiente geotérmico, el calor radiogénico, etc.



Planta de energía geotérmica en las Filipinas

Tipos de fuentes geotérmicas





Esquema de las fuentes de energía geotérmicas

Se obtiene energía geotérmica por extracción del calor de la Tierra. En áreas de aguas termales muy calientes a poca profundidad, se perfora por fracturas naturales de las rocas basales o dentro de rocas sedimentarias. El agua caliente o el vapor pueden fluir naturalmente, por bombeo o por impulsos de flujos de agua y de vapor (flashing). El método a elegir depende del que en cada caso sea económicamente rentable. Un ejemplo en Inglaterra, fue el **Proyecto de Roca Caliente HDR** (sigla en inglés: HDR, Hot Dry Rocks), abandonado después de comprobar su inviabilidad económica en 1989. Los programas HDR se están desarrollando en Australia, Francia, Suiza, Alemania. Los recursos de magma (roca fundida) ofrecen energía geotérmica de altísima temperatura, pero con la tecnología existente no se puede aprovechar económicamente esas fuentes.

[editar] Tipos de campos geotérmicos según T° del agua

- Energía geotérmica de alta temperatura

La energía geotérmica de alta temperatura existe en las zonas activas de la corteza. Su temperatura está comprendida entre 150 y 400 °C, se produce vapor en la superficie y mediante una turbina, genera electricidad. Se requieren varias condiciones para que se de la posibilidad de existencia de un campo geotérmico: un techo compuesto de una cobertura de rocas impermeables; un acuífero, o depósito, de permeabilidad elevada, entre 0,3 y 2 km de profundidad; rocas fracturadas que permitan una circulación convectiva de fluidos, y por lo tanto la transferencia de calor de la fuente a la superficie, y una fuente de calor magmático, entre 3 y 15 km de profundidad, a 500-600 °C. La explotación de un campo de estas características se hace por medio de perforaciones según técnicas casi idénticas a las de la extracción del petróleo.

- Energía geotérmica de temperaturas medias

La energía geotérmica de temperaturas medias es aquella en que los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, normalmente entre 70 y 150 °C. Por consiguiente, la conversión vapor-electricidad se realiza a un menor rendimiento, y debe utilizarse como intermediario un fluido volátil. Pequeñas centrales eléctricas pueden explotar estos recursos.

- Energía geotérmica de baja temperatura

La energía geotérmica de temperaturas bajas es aprovechable en zonas más amplias que las anteriores; por ejemplo, en todas las cuencas sedimentarias. Es debida al gradiente geotérmico. Los fluidos están a temperaturas de 50 a 70 °C.

Energía geotérmica de muy baja temperatura

La energía geotérmica de muy baja temperatura se considera cuando los fluidos se calientan a temperaturas comprendidas entre 20 y 50 °C. Esta energía se utiliza para necesidades domésticas, urbanas o agrícolas. La frontera entre las diferentes energías geotérmicas es arbitraria; la temperatura por debajo de la cual no es posible ya producir electricidad con un rendimiento aceptable está entre 120 y 180 °C.

Usos

Generación de electricidad

Aprovechamiento directo del calor

Calefacción y ACS
Refrigeración por absorción

Generación de electricidad

Se produjo por 1ª vez energía eléctrica geotérmica en **Larderello**, Italia, en 1904. Desde ese tiempo, el uso de la energía geotérmica para electricidad ha crecido mundialmente a cerca de 8.000 megawatt de los cuales EEUU genera 2.700 MW

Tipos de plantas eléctricas

Tres tipos se usan para generar potencia de la energía geotermal:

vapor seco

flash

binario.

Las plantas a *vapor seco* toman el vapor de las fracturas en el suelo y lo turbinan directamente, para mover un generador. Las plantas *flash* toman agua muy caliente, generalmente a más de 200 °C, y separan la fase vapor en separadores vapor/agua, y turbinan el vapor. En las plantas *binarias*, el agua caliente fluye a través de intercambiadores de calor, haciendo hervir un fluido orgánico que luego hace girar la turbina. El vapor condensado y el fluido remanente geotermal de los tres tipos de plantas se inyecta en la roca caliente para hacer más vapor. Así puede visualizarse el porque la energía geotermal es vista como **sustentable**. El calor de la Tierra es tan vasto que solo se puede

Se genera electricidad "geotermal" en más de 20 países. Islandia produce el 17 % de sus necesidades de la energía geotermal, EEUU, Italia, Francia, Nueva Zelanda, México, Nicaragua, Costa Rica, Rusia, Filipinas (1.931 MW (2º tras EE.UU., 27 % de su electricidad), Indonesia y Japón. Canadá que tiene 30.000 instalaciones de energía geotermal para dar calefacción domiciliar y a comercios) tiene una planta experimental geotermal-eléctrica en la Montaña Meager Mountain , área de Pebble Creek en la Columbia Británica, con 100 MW a futuro cercano.

1. Introducción

La energía es la mayor o menor capacidad de realizar un trabajo o producir un efecto en forma de **movimiento**, **luz**, **calor**, etc. Es la capacidad para producir transformaciones.

Con un promedio de 4 Km. De profundidad, mares y océanos cubren las tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta. Constituyen un enorme depósito de energía siempre en **movimiento**. En la superficie los vientos provocan las olas que pueden alcanzar hasta 12 metros de altura, 20 metros debajo de la superficie, las diferencias de **temperatura** (que pueden variar de -2° C a 25° C) engendran corrientes; por último, tanto en la superficie como en el fondo, la conjugación de las atracciones solar y lunar.

Las mareas, es decir, el movimiento de las aguas del mar, producen una energía que se transforma en **electricidad** en las centrales mareomotrices. Se aprovecha la energía liberada por **el agua** de mar en sus movimientos de ascenso y descenso de las mareas (flujo y reflujo). Ésta es una de las nuevas formas de producir **energía eléctrica**.

El **sistema** consiste en aprisionar el **agua** en el momento de la alta marea y liberarla, obligándola a pasar por las turbinas durante la bajamar. Cuando la marea sube, el nivel del mar es superior al del **agua** del interior de la ría. Abriendo las compuertas, **el agua** pasa de un lado a otro del dique, y sus movimientos hacen que también se muevan las turbinas de unos generadores de corrientes situados junto a los conductos por los que circula el agua. Cuando por el contrario, la marea baja, el nivel de la mar es inferior al de la ría, porque el movimiento del agua es en sentido contrario que el anterior, pero también se aprovecha para producir **electricidad**.

La energía gravitatoria terrestre y lunar, la **energía solar** y la eólica dan lugar, respectivamente, a tres manifestaciones de la energía del mar: mareas, gradientes térmicos y olas. De ella se podrá extraer energía mediante los dispositivos adecuados.

La energía de las mareas o **mareomotriz** se aprovecha embalsando agua del mar en ensenadas naturales y haciéndola pasar a través de turbinas hidráulicas.

Las tres categorías de movimientos de las aguas del mar:

Debido a las **acciones** conjuntas del Sol y la Luna se producen tres tipos de alteraciones en la superficie del mar:

- Las corrientes marinas
- Las **ondas** y las olas
- Las mareas

Las corrientes marinas son grandes masas de agua que, como consecuencia de su

Calentamiento por la acción directa y exclusiva del Sol, se desplazan horizontalmente; son, pues, verdaderos ríos salados que recorren la superficie de los océanos.

En su formación influye también la salinidad de las aguas. La anchura y profundidad de las corrientes marinas son, a veces considerables, ésta última alcanza en algunos casos centenares de metros. El sentido en el que avanzan es diferente en los hemisferios, boreal y austral. Algunas corrientes pasan de uno a otro hemisferio, otras se originan, avanzan, se mueven y se diluyen o mueren en el mismo hemisferio en el que nacen.

Las trayectorias de tales corrientes son constantes, y ésta circunstancia es la que aprovechó **el hombre** durante la larga época de la navegación a vela; fue la primera y única utilización de la **fuerza** de las corrientes marinas.

El conocimiento de las corrientes marinas, de su amplitud, sentido, **velocidad**, etc., tiene una importancia considerable para los navegantes. Una de sus **acciones** es desviar de su ruta a los buques que penetran en ellas; favorecen o entorpecen la navegación según el sentido en que se la recorra. La gran corriente caliente del Golfo, la cual se dirige desde el Golfo de **México** a las costas occidentales de **Europa**, no solo dulcifica el **clima** de éstas por sus temperaturas, sino que facilita además la travesía del Atlántico a los buques que se dirigen de Oeste a Este.

Ningún otro efecto favorable ha podido obtener el **hombre** de la enorme energía cinética de las corrientes marinas. Pero los resultados y ventajas de otro orden (climáticas, antropogeográficas, económicas, etc.) son incalculables.

2. Aprovechamiento de la energía de las **ondas y las olas**

Ya se ha dicho que los vientos imprimen a las capas superficiales del mar movimientos ondulatorios de dos clases: las ondas y las olas.

Las primeras se pueden observar en el mar, incluso en ausencia del viento; son masas de agua que avanzan y se propagan en la superficie en forma de ondulaciones cilíndricas. Es bastante raro ver una onda marina aislada; generalmente se suceden varias y aparecen en la superficie ondulaciones paralelas y separadas por intervalos regulares. Cuando una barca sube sobre

la cresta de la onda perpendicularmente a ella, la proa se eleva, y cuando desciende sobre el lomo, la proa se hunde en el agua. Es el **característico** cabeceo.

Los elementos de una onda son: su longitud, esto es, la distancia entre dos crestas consecutivas; la amplitud o distancia vertical entre una cresta y un valle; el período, esto es el **tiempo** que se separa el paso de dos crestas consecutivas por delante en un punto fijo; y la **velocidad**.

El movimiento de las ondas en el mar se puede comparar con el de un campo de trigo bajo la acción del viento. Las espigas se inclinan en el sentido del viento, se enderezan y se vuelven a inclinar; de modo análogo, por la acción de la onda, una vena fluida y vertical, se contrae y se engruesa en el movimiento momento que se forma el valle, en tanto que se adelgaza y alarga en correspondencia con la fase de cresta o elevación. Parece, pues, que oscila a un lado y otro en un punto fijo, amortiguándose rápidamente este movimiento oscilatorio que se profundiza en el mar.

La energía que desarrollan las ondas es enorme y proporcional a las masas de aguas que oscilan y a la amplitud de oscilación. Esta energía se descompone en dos partes, las cuales, prácticamente, son iguales: una energía potencial, la cual provoca la deformación de la superficie del mar, y una energía cinética o de movimiento, debida al desplazamiento de las partículas; en suma, de la masa de agua.

Si la profundidad es pequeña, la energía cinética es transportada con una velocidad que depende de determinadas **características** de la onda. Se ha calculado que una onda de 7,50 metros de altura sobre el nivel de las aguas tranquilas y de 150 metros de longitud de onda, propagándose con una velocidad de 15 metros por segundo, desarrolla una **potencia** de 700 caballos de vapor por metro lineal de cresta; según esto, una onda de las mismas características que tuviese 1Km. De ancho desarrollaría la considerable **potencia** de 700.000 caballos de vapor. Esto explica los desastrosos efectos que producen las tempestades marinas.

Las ondas marinas se forman únicamente en puntos determinados de nuestro planeta y desde ellos se propagan radialmente. Por su importancia mencionaremos uno: el área de las islas de Azores, situadas casi frente la Estrecho de Gibraltar y a unos 1800 Km. Al Oeste de él, centro de un área ciclónica casi permanente. Las grandes ondas marinas que se forman en las islas mencionadas, recrecidas por el empuje de los fuertes vientos aumentan considerablemente su altura, masa y velocidad del avance.

Ello explica los efectos que producen cuando se abaten contra las costas de Portugal, **España**, **Francia**, **Inglaterra** e Irlanda.

Sencilla es la técnica utilizada para captar la energía desarrolladas por las ondas marinas en sus oscilaciones verticales. Basta para ello disponer de varios flotadores provistos de un vástago que se desliza a lo largo de unas guías y cuyos movimientos verticales se transmiten mediante el vástago a

generadores eléctricos. La realización práctica de este tipo de máquina es, sin embargo, muy difícil, pues, a la corta o a la larga, estas máquinas acaban por ser destruidas por el exceso de la potencia que deben captar.

El ingeniero Cattaneo de Veltri ideó un dispositivo, que instaló al pie del promontorio rocoso en el cual se asienta la ciudad de Mónaco y con el fin de proveer de agua marina al Museo Oceanográfico de dicha ciudad. Consiste en un pozo de cierto diámetro que comunica por su parte inferior con el mar. A lo largo de este pozo se mueve un pesado flotador guiado por unas barras de **hierro** empotradas en la pared de aquél flotador que desciende por el empuje vertical del agua del mar y conforme con las oscilaciones de la superficie de éste. Mediante palancas articuladas, el flotador transmitía su empuje a los vástagos de los émbolos de dos **bombas** hidráulicas aspirantes impelentes que elevaban el agua hasta el Museo Oceanográfico. Esta máquina, que **funcionó** una docena de años, acabó por ser destruida por las olas a pesar de su robustez y **construcción** sencilla. Su rendimiento era reducido y constituyo mas bien una curiosidad que un dispositivo realmente útil.

Las olas se forman en cualquier punto del mar por la acción del viento. En un día de calma, por la mañana, la superficie del mar está absolutamente tranquila. Pero cuando comienza soplar una brisa suave se forman en la superficie tranquila de las aguas pequeñas elevaciones, olas minúsculas: el mar se "riza". A medida que aumenta la velocidad del viento, las olas crecen en altura y en masa mas rápidamente que la longitud, en profundidad, de la ola. Finalmente, cuando el viento sopla con **violencia**, las olas alcanzan tamaño gigantesco y por el impulso de aquél corren sobre la superficie marina a gran velocidad y descargan toda su potencia sobre los obstáculos que encuentran en su camino. Los efectos de estos choques son enormes y la cantidad de energía disipada en ellos es considerable.

Los efectos de tan tremendos choques se hacen visibles en puertos y escolleras; se citan casos en que bloques artificiales de **cemento** de más de dos o tres toneladas de peso han sido levantados de su asiento y lanzados a varios metros de distancia.

Se han proyectado numerosos aparatos y dispositivos para aprovechar la energía del oleaje, pero ninguno hasta hoy ha dado resultados prácticos. La energía de las olas es salvaje, difícil de domesticar. En 1929 se llevó a la practica el primer **proyecto** para utilizar la **fuerza** horizontal de las olas, empleándose para ello el rotor de Savonius, rueda formada por dos semicilindros asimétricos montados sobre un mismo chasis. El aparato funcionó por varios meses en Mónaco. La acción corrosiva del agua del mar lo inutilizó.

Éstas y otras **técnicas** se han aplicado a la utilización de la energía horizontal o de traslación de las ondas. La inconstancia de éstas limita, por una parte, su **empleo**.

El fracaso de los intentos reseñados y muchos otros llevados a cabo, parece querer demostrar que es vana la esperanza de aprovechar la energía de las

ondas y las olas. Pero **el hombre** no se ha resignado a contemplar como se pierde tanta energía cinética, continua, eterna, que le ofrece la **Naturaleza** gratuitamente; en vista del fracaso de la utilización de la energía de las ondas y las olas, los técnicos orientaron sus esfuerzos a utilizar la que se deriva de la variación del nivel del mar, esto es, la de las mareas y la del **calor** de las aguas marinas.

De los **sistemas** propuestos, para fijar la energía de las olas, se puede hacer una clasificación, los que se fijan en la plataforma continental y los flotantes, que se instalan en el mar.

Uno de los primeros fue el convertidor noruego Kvaerner, cuyo primer prototipo se construyó en Bergen en 1985. Consiste en un tubo hueco de hormigón, de diez metros de largo, dispuesto verticalmente en el hueco de un acantilado. Las olas penetran por la parte inferior del cilindro y desplazan hacia arriba la columna de **aire**, lo que impulsa una turbina instalada en el extremo superior del tubo. Esta central tiene una potencia de 500 KW y abastece a una aldea de 50 casas.

El pato de Salter, que consiste en un flotador alargado cuya sección tiene forma de pato. La parte más estrecha del flotador se enfrenta a la ola con el fin de absorber su movimiento lo mejor posible. Los flotadores giran bajo la acción de las olas alrededor de un eje cuyo movimiento de rotación acciona una bomba de aceite que se encarga de mover una turbina.

La dificultad que presenta este **sistema** es la generación de electricidad con los lentos movimientos que se producen.

Balsa de Cockerell, que consta de un conjunto de plataformas articuladas que reciben el impacto de las crestas de las olas. Las balsas ascienden y descienden impulsando un fluido hasta un **motor** que mueve un generador por medio de un sistema hidráulico instalado en cada articulación.

Rectificador de Russell, formado por módulos que se instalan en el fondo del mar, paralelos al avance de las olas. Cada módulo consta de dos cajas rectangulares, una encima de la otra. El agua pasa de la superior a la inferior a través de una turbina.

Boya de Nasuda, consiste en un dispositivo

Flotante donde el movimiento de las olas se aprovecha

De baja **presión** que mueve un generador de electricidad.

3. Aprovechamiento de la energía de las mareas:

Las mareas son oscilaciones periódicas del nivel del mar. Es difícil darse cuenta de este fenómeno lejos de las costas, pero cerca de éstas se materializan, se hacen patentes por los vastos espacios que periódicamente el mar deja al descubierto y cubre de nuevo.

Este movimiento de ascenso y descenso de las aguas del mar se produce por las acciones atractivas del Sol y de la Luna. La subida de las aguas se denomina flujo, y el descenso reflujó, éste más breve en tiempo que el primero.. Los momentos de máxima elevación del flujo se denomina pleamar y el de máximo reflujó bajamar.

La amplitud de mareas no es la misma en todos los lugares; nula en algunos mares interiores, como en el Mar Negro, entre Rusia y Turquía; de escaso valor en el Mediterráneo, en el que solo alcanza entre 20 y 40 centímetros, es igual débil en el océano Pacífico. Por el contrario, alcanza valor notable en determinadas zonas del océano Atlántico, en el cual se registran las mareas mayores. Así en la costa meridional Atlántica de la República Argentina, en la provincia de Santa Cruz, alcanza la amplitud de 11 metros, de tal modo que en Puerto Gallegos los buques quedan en seco durante la baja marea.

Pero aún la supera la marea en determinados lugares, tales como en las bahías de Fundy y Frobisher, en Canadá (13,6 metros), y en algunos rincones de las costas europeas de la Gran Bretaña, en el estuario del Severn (13,6 metros), y de Francia en las bahías de Mont-Saint-Michel (12,7 metros) y el estuario de Rance (13 metros).

Belidor, profesor en la escuela de Artillería de La Fère (Francia), fue el primero que estudió el problema del aprovechamiento de la energía cinética de las mareas, y previó un sistema que permitía un funcionamiento continuo de dicha energía, empleando para ello dos cuencas o receptáculos conjugados.

La utilización de las mareas como fuente de energía montaba varios siglos. Los ribereños de los ríos costeros ya habían observado corrientes que hacían girar las ruedas de sus molinos, que eran construidos a lo largo de las orillas de algunos ríos del oeste de Francia y otros países en los cuales las mareas vivas son de cierta intensidad. Aún pueden verse algunos de estos molinos en las costas normandas y bretonas francesas. Los progresos de la técnica provocaron el abandono de máquinas tan sencillas de rendimiento, hoy escaso.

Las ideas de Belidor fueron recogidas por otros ingenieros franceses que proyectaron una mareomotriz en el estuario de Avranches, al norte y a 25 Km. De Brest basándose en construir un fuerte dique que cerrase el estuario y utilizar la energía de caída de la marea media, calculando las turbinas para aprovechar una caída comprendida entre 0,5 y 5,6 metros. Los estudios para este proyecto estaban listos a fines de 1923, pero el proyecto fue abandonado.

Otros proyectos se estudiaron en los Estados Unidos para aprovechar la energía de las mareas en las bahías de Fundy y otras menores que se abren en ella, en las cuales las mareas ofrecen desniveles de hasta 16,6 metros. En la Cobscook se construyó una mareomotriz de rendimiento medio, lo cual duró durante pocos años, pues su rendimiento resultaba mas caro que las centrales termoeléctricas continentales.

Las teorías expuestas por Belidor en su Tratado de Arquitectura hidráulica (1927) quedaron en el aire; pero la idea de aprovechar la enorme energía de

las mareas no fue jamás abandonada del todo; solo cuando la técnica avanzó lo suficiente, surgió un grupo de ingenieros que acometió el proyecto de resolver definitivamente el problema.

La primera tentativa sería para el aprovechamiento de la energía de las mareas se realiza actualmente en Francia, precisamente en el estuario de Rance, en las costas de Bretaña. Solo abarca 2.000 ha. , pero reúne magníficas condiciones para el fin que se busca; el nivel entre las mareas alta y baja alcanza un máximo de 13,5 metros, una de las mayores del mundo. El volumen de agua que entrara en la instalación por segundo se calcula que en 20.000 m³. , cantidad muy superior a la que arroja al mar por segundo el Rin. Su coste será de miles de millones de francos; pero se calcula que rendirá anualmente más de 800 millones de kv/h. Un poderoso dique artificial que cierra la entrada del estuario; una esclusa mantiene la comunicación de éste con el mar y asegura la navegación en su interior.

Todos los elementos de la estación mareomotriz – generadores eléctricos, máquinas auxiliares, las turbinas, los talleres de reparación, salas y habitaciones para el personal director y obreros-, todo está contenido, encerrado entre los muros del poderoso dique que cierra la entrada del estuario. Una ancha pista de cemento que corre a lo largo de todo él.

4. Energía térmica oceánica:

La explotación de las diferencias de temperatura de los océanos ha sido propuesta multitud de veces, desde que d'Arsoval lo insinuara en el año 1881, pero el más conocido pionero de esta técnica fue el científico francés Georgi Claudi, que invirtió toda su fortuna, obtenida por la invención del tubo de neón, en una central de conversión térmica.

La conversión de energía térmica oceánica es un método de convertir en energía útil la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua que se encuentra a 100 m de profundidad. En las zonas tropicales esta diferencia varía entre 20 y 24° C. Para el aprovechamiento es suficiente una diferencia de 20° C.

Las ventajas de esta fuente de energía se asocian a que es un salto térmico permanente y benigno desde el punto de vista medioambiental. Puede tener ventajas secundarias, tales como alimentos y agua potable, debido a que el agua fría profunda es rica en sustancias nutritivas y sin agentes patógenos.

Las posibilidades de esta técnica se han potenciado debido a la transferencia de tecnología asociada a las explotaciones petrolíferas fuera de costa. El desarrollo tecnológico de instalación de plataformas profundas, la utilización de materiales compuestos y nuevas técnicas de unión harán posible el diseño de una plataforma, pero el máximo inconveniente es el económico.

Las posibilidades de futuro de la energía mareomotriz no son de consideración como fuentes eléctricas, por su baja rentabilidad y por la grave agresión que supondría para el medio ambiente. En Galicia, las estaciones de este tipo solo

serían posible en la ría de Arousa (Pontevedra), y su construcción supondría la destrucción de gran parte de los recursos marisqueros de esta ría.

En la Actualidad existen cuatro proyectos aprobados para restaurar este patrimonio marítimo y que hacen referencia a los molinos de Cerroja, en Escalante; Santa Olaya, en Isla; Victoria, en Noja; y Jado, en Argoños.

- Escalante: El molino de Cerroja, en Escalante es el primero que se está recuperando, con una inversión de 24 millones de pesetas en su primera fase, capital procedente del Ministerio de Medio Ambiente. Totalmente en ruinas, su restauración se está realizando tomando como modelos fotografías antiguas de principios de siglo y se espera finalizar para finales del mes de diciembre. Se tiene como objetivo de esta restauración, ofrecer una alternativa al turismo de playa, atraer visitantes el resto del año por medio de un turismo agro ecológico y dinamizar económicamente la zona.
- Molino de Victoria: (en Noja). Este molino también se intentará reconstruir con el propósito de situar un Aula de Observación de la Naturaleza que permitirá a los investigadores desarrollar estudios sobre la zona. Este edificio se levanta sobre el muro que cierra el embalse y su fachada orientada hacia el sur ha desaparecido.
- Molino de Jado: (en el barrio de Ancillo, en Argoña). El proyecto de restauración de este molino cuenta con un presupuesto de 39,9 millones de pesetas, y con el que el alcalde, Joaquín Fernández San Emetrio, pretende en un lugar emblemático que contribuya a un mejor conocimiento del entorno natural y de las tradiciones de Siete Villas. Esta iniciativa ayudara al enriquecimiento del patrimonio monumental y natural del municipio y permitirá organizar múltiples actividades, exposiciones, aula de observación de aves y divulgación del entorno.
- Molino de Santa Olaya: (marisma de Joyel) La rehabilitación de este molino cuenta con una subvención de 50 millones de pesetas del Ministerio de Medio Ambiente, proyecto que formara parte de una iniciativa más importante que la de la reconstrucción del molino de Escalante, denominada el "Ecoparque de Trasmiera", que consiste en fomentar el turismo por medio del conocimiento y el aprovechamiento del patrimonio cultural y medioambiental.

En algunas regiones costeras se dan unas mareas especialmente altas y bajas. En estos lugares se ha propuesto construir grandes represas costeras que permitirían generar energía eléctrica con grandes volúmenes de agua aunque con pequeñas diferencias de altura. Es como la energía hidráulica, pero su origen de atracción gravitacional del Sol y principalmente de la Luna, en vez del ciclo hidrológico. En México, en general, este recurso no es abundante.

La mayor central mareomotriz se encuentra en el estuario de Rance (Francia). Los primeros molinos de mareas aparecieron en Francia. Estos se instalaban en el centro de un dique que cerraba una ensenada. Así se creaba un embalse que se llenaba durante el reflujo por medio de unas compuertas; durante el reflujo, el agua salía y se accionaba la rueda de las paletas. La energía solo se obtenía una vez por marea. Si se ha tardado tanto tiempo en pasar de los sistemas rudimentarios a los que hoy en día conocemos, es porque la construcción de una central mareomotriz plantea problemas importantes, requiriendo sistemas tecnológicos avanzados.

El embalse creado por las obras que represan el Rance tiene un volumen de 184000000 m³ entre los niveles de pleamar y bajamar. Se extiende por una veintena de kilómetros, que se alarga hasta la orilla del Rance, situada junto a la parte más profunda del río.

La **innovación** está constituida por la instalación de **grupos** del tipo "bulbo", que permiten aprovechar la corriente en ambos sentidos, de flujo y de reflujos, de esta forma se utiliza al máximo las posibilidades que ofrecen las mareas.

Cada **grupo** está formado por una turbina, cuya rueda motriz tiene cuatro palas orientables y va acoplada directamente a un alternador. Funcionan ambos dentro de un cráter metálico en forma de ojiva.

La central **mareomotriz**, con un conjunto de 24 **grupos** bulbo tiene una importancia de 220 megavatios, además del aporte de energía eléctrica, representa un importante centro de **desarrollo e investigación**, y que gracias a ella se deben **avances tecnológicos** en la construcción de **estructuras de hormigón** dentro del mar, estudios de **resistencia** de los **metales** a la **corrosión** marina y **evolución** de los grupos bulbo.

Pero el impulso, en el aprovechamiento de esta fuente de energía, se consiguió con la turbina "Strafflo", en experimentación desde 1984 en la bahía de Fundy, en Canadá (donde se dan las mayores mareas del mundo) ahí existe una central de 18 MW. La **innovación** de este sistema radica en que el generador eléctrico circunda los álabes de la turbina, en lugar de ir instalado a continuación del eje de la misma. De este modo se consigue un aumento de rendimiento, ya que el generador no se interpone en el flujo del agua.

5. Ventajas y desventajas de la energía **mareomotriz**

Ventajas:

- Auto renovable.
- No contaminante.
- Silenciosa.
- Bajo **costo** de **materia prima**.
- No concentra **población**.
- Disponible en cualquier **clima** y época del año.

Desventajas:

- Impacto visual y estructural sobre el paisaje costero.
- Localización puntual.
- Dependiente de la amplitud de mareas.
- Traslado de energía muy costoso.
- Efecto negativo sobre la flora y la **fauna**.
- Limitada.

6. Posibilidades en Argentina

