

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**DISEÑO DE UN MINI GENERADOR UTILIZANDO FUERZA
MAREOMOTRÍZ PARA PRODUCIR ENERGÍA RENOVABLE HUACHO**

– 2021

PRESENTADO POR:

AUTOR

PEDRO JAMES VÁSQUEZ MEDINA

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

ASESOR:

Dr. José Luis Romero Bozzetta

HUACHO - 2021

**DISEÑO DE UN MINI GENERADOR UTILIZANDO FUERZA
MAREOMOTRÍZ PARA PRODUCIR ENERGÍA RENOVABLE
HUACHO – 2021**

AUTOR

PEDRO JAMES VÁSQUEZ MEDINA

TESIS DE DOCTORADO

ASESOR: Dr. José Luis Romero Bozzetta

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
HUACHO
2021**

DEDICATORIA

*A mis queridos Padres:
Pedro Vásquez Hernández y Juana Medina
Chavarry de que en vida fueron, ellos han sido mi
mayor ejemplo de cómo enfrentar las adversidades
y su esfuerzo para ser de mi un hombre de bien.*

*A mi esposa e hijos:
Mabel Araceli Rodas Gutiérrez, por
acompañarme y no permitir flaquear o
declinar ante ninguna dificultad, para poder
lograr una prosperidad para nuestros hijos
Pedro Martin y Juana Natalia.*

*A mis hermanos:
Bertha, Baltazar, Natalia, Román, Hitamar,
Maribel, Juana y Natalia; y en memoria de mis
hermanos Hernando y Ricardo.*

Pedro James Vásquez Medina

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincera muestra de agradecimiento a Dios, por guiarme por el camino del bien, ayudándome a fortalecerme cada día en estos momentos difíciles de la pandemia.

Especialmente a mi hermana Natalia Vásquez Medina, que, con su apoyo, consejos y cariño, fue la quien me ayudo en mis estudios de pregrado.

A mi hijo Pedro Martin Vásquez Rodas y mi asesor el Dr. José Luis Romero Bozzetta, por su valioso aporte y orientación académica, científica para la realización de la presente tesis.

Pedro James Vásquez Medina

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	ivv
RESUMEN	ixx
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitaciones del estudio	5
1.6 Viabilidad del estudio	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	9
2.2 Bases teóricas	11
2.3 Bases filosóficas	333
2.4 Definición de términos básicos	443
2.5 Hipótesis de investigación	49
2.5.1 Hipótesis general	49
2.5.2 Hipótesis específicas	49
2.6 Operacionalización de las variables	49

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico	51
--------------------------------	-----------

3.2 Población y muestra	52
3.2.1 Población	52
3.2.2 Muestra	52
3.3 Técnicas de recolección de datos	52
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	52
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	
4.1 Análisis de resultados	56
4.2 Contrastación de hipótesis	59
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN	
5.1 Discusión de resultados	61
CAPÍTULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones	62
6.2 Recomendaciones	663
REFERENCIAS	64
7.1 Fuentes bibliográficas	64
7.2 Fuentes electrónicas	66
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Relación entre el oleaje y la velocidad del viento</i>	30
<i>Tabla 2. Clasificación internacional de las olas.....</i>	31
<i>Tabla 3. Datos del voltaje tomados del mini generador</i>	55
<i>Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la variable voltaje</i>	56
<i>Tabla 5. Distribución porcentual de la variable voltaje</i>	57
<i>Tabla 6. Estadísticas descriptivas sobre corriente eléctrica registrada.....</i>	58
<i>Tabla 7. Distribución porcentual sobre corriente eléctrica</i>	58
<i>Tabla 8. Correlación de Pearson entre voltaje y corriente eléctrica.....</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>En el punto medio, la energía cinética de una.....</i>	11
Figura 2. <i>El origen de la energía de las olasCentre, 2004.....</i>	12
Figura 3. <i>Esquema de las mareas.....</i>	23
Figura 4. <i>Fases de la marea</i>	24
Figura 5. <i>Características de una ola</i>	27
Figura 6. <i>Energía producida por las olas y las corrientes.....</i>	33
Figura 7. <i>Aplicando la ley de Faraday.....</i>	53
Figura 8. <i>Distribución de voltaje.....</i>	57
Figura 9. <i>Distribución de corriente eléctrica.....</i>	59

RESUMEN

Objetivo: Diseñar un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021. **Materiales y Métodos:** La investigación realizada fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de un nivel descriptivo correlacional, y diseño experimental de corte transversal. La población de estudio está constituida por las mareas de la caleta de Carquin, Playa de Huacho, Playa de Hornillos y Playa el Colorado. La muestra está constituida por la masa del agua y la fuerza que posee para generar olas por un determinado tiempo, en la cual medimos con un multímetro el voltaje generado por el movimiento del imán en la bobina. En el análisis estadístico se usaron técnicas estadísticas de procesamiento y análisis de datos tales como la tabla de frecuencia y además para contrarrestar la hipótesis se utilizó la estadística r de Pearson (prueba que mide la correlación entre las variables continuas). **Resultados:** Se encontró la correlación altamente significativa entre el voltaje y la corriente eléctrica. **Conclusiones:** El diseño de un mini generador utilizando la fuerza mareomotriz se relaciona directamente con el voltaje generado lo cual nos permitió la producción de corriente eléctrica.

Palabras claves: Olas del mar, energía mareomotriz, energía renovable.

ABSTRACT

Objective: Design a mini generator using tidal force to produce renewable energy Huacho - 2021. **Materials and Methods:** The research carried out was of a quantitative approach, of an applied type, of a correlational descriptive level, and a cross-sectional experimental design. The study population is made up of the tides of the Carquin cove, Huacho Beach, Hornillos Beach and El Colorado Beach. The sample is made up of the mass of the water and the force it possesses to generate waves for a certain time, in which we measure the voltage generated by the movement of the magnet in the coil with a multitester. In the statistical analysis, statistical data processing and analysis techniques were used, such as the frequency table, and in addition to counteract the hypothesis, Pearson's r statistic (a test that measures the correlation between continuous variables) was used. **Results:** The highly significant correlation between voltage and electric current was found. **Conclusions:** The design of a mini generator using tidal force is directly related to the voltage generated, which allowed us to produce electric current.

Keywords: Sea waves, tidal energy, renewable energy.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial y la dependencia cada vez más latente de la energía eléctrica para la subsistencia del ser humano, han comprometido cada vez más la generación de energía eléctrica en el mundo, aumentando la demanda de la misma y requiriendo métodos de producción cada vez más eficientes y ecológicamente sostenibles. Como respuesta al aumento de la carga y como consecuencia de los constantes cambios climáticos que se han dado a lo largo de la última década, el uso de sistemas renovables para la generación de energía eléctrica se ha convertido en una necesidad.

La delimitación territorial del mar en el Perú es de 200 millas, comprendida desde el litoral hasta una línea paralela al oeste, para saber aprovecharlas en el uso de las energías renovables. Existen múltiples tecnologías que permiten aprovechar las fuentes no convencionales de energías; muchas de estas tecnologías han sido ampliamente estudiadas e implementadas alrededor del mundo, como es el caso de las energías eólica y solar. Sin embargo, existen otras tecnologías que de llegar a ser estudiadas con mayor profundidad podrían tener un alto impacto en la región de Huacho. La posición geográfica de la ciudad de Huacho y su cercanía al mar, específicamente a través de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, la convierte en un lugar estratégico para el estudio de la generación de energía eléctrica a través del potencial de las olas.

Este estudio fue **diseñar** un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable, se convierte así en una propuesta innovadora para el suministro de energía eléctrica en la ciudad de Huacho. Esta iniciativa puede llegar a ser crucial para la realización de investigaciones posteriores que convierte la energía mareomotriz en una fuente alternativa de energía eléctrica con gran impacto en el país.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Para lograr el desarrollo sostenible en el Perú cuya economía depende en gran medida de la minería, la producción agropecuaria, es un reto y un desafío ineludible el trabajar en temas relacionados con la energía renovable desde hacía varios años juegan un rol importante en el desarrollo energético de los pueblos. En la actualidad sabemos que los recursos fósiles que se emplean para producir energía no son renovables y causan un gran daño al medio ambiente, este proceso de producción energética es una de las principales causas del calentamiento global y el cambio climático; las consecuencias de estos fenómenos son notorias y muy alarmantes. Con el tiempo estas consecuencias se harán aún más graves y podríamos llegar a un punto en el que no podamos contrarrestarlo. (CUBILLOS A. y F. ESTENSSORO., 2011).

Uno de los grandes problemas de la humanidad es la dependencia de los combustibles fósiles, ya que además de diversas perturbaciones económicas también provocan una grave contaminación ambiental como el cambio climático, que provoca inundaciones, tormentas fuertes, sequías severas, etc. Ese sería argumento suficiente para que sea una alternativa menos destructiva.

La generación de energías tradicionales como el carbón, el petróleo, el gas natural o los combustibles radiactivos provoca un impacto ambiental 31 veces mayor que las energías limpias como el viento, el agua o el sol, cuando esta energía eólica es la más limpia.

La principal ventaja de las energías renovables es que tienen un menor impacto ambiental, ya que reducen el número de contaminantes en la atmósfera, evitando así el proceso de calentamiento global, pero también su distribución territorial es más dispersa y menos concentrada.

Las fuentes de energía renovables se basan en los ríos y los ciclos naturales del planeta. Son los que se regeneran y son tan abundantes que durarán cientos o miles de años, los usemos o no; Además, si se utilizan de forma responsable, no destruyen el medio ambiente.

“Con el fin de estabilizar la temperatura de la Tierra y detener el calentamiento global, Flannery ha estimado que en el año 2050 las emisiones de CO₂ deberían reducirse un 70%; aun sabiendo que, simultáneamente, el consumo de energía, tanto a nivel mundial como europeo, seguirá aumentando de modo exponencial en las próximas décadas” (T. F. , 2005).

“Por este y otros motivos aumentan las políticas de desarrollo de energías limpias, no contaminantes, conocidas con el nombre de energías renovables, como son la biomasa, la energía solar, la energía eólica, la minihidráulica, la energía marina o la geotérmica. El interés de los gobiernos y de la industria en el desarrollo de estas energías está creciendo paulatinamente, sobre todo tras la crisis del petróleo de 1973, que impulsó la diversificación de las fuentes de energía. Asimismo, el aumento del consumo energético, la limitación en las reservas de combustibles no renovables (que suponen un 1% de la energía total disponible, en especial los combustibles fósiles) y las limitaciones contaminantes, han provocado la necesidad de buscar nuevas fuentes energéticas”. (ENERGÉTICA, 2008).

En Huacho la energía que utilizamos proviene de una central hidráulica, pero no hay iniciativas sobre la implementación de otras energías renovables que podrían implementarse aprovechando el terreno, además también deberíamos tener otra vía de energía renovable por si en un futuro ocurriese un cambio climático drástico que no nos permita aprovechar una central hidráulica.

No todos estamos al alcance de poder aportar al desarrollo e implementación de las energías renovables, pero como comunidad universitaria podemos promover su

desarrollo con investigaciones sobre su viabilidad o ventajas para que puedan ser consideradas en una futura implementación. No se necesita un presupuesto exorbitante para llevar a cabo una demostración de las energías renovables, basta con que sus características se puedan extrapolar a una escala más grande. (CUBILLOS A. y F. ESTENSSORO., 2011).

Entonces podríamos utilizar al mar ya que es una ciudad costera y se tiene un fácil acceso, tendríamos entonces la energía mareomotriz como fuente de energía. Pero primero tenemos que saber qué mecanismos se emplearía para generar energía a partir del mar, que tan viable sería en el entorno que tenemos y qué ventajas tiene frente a otras energías renovables.

“El distrito de **Huacho** es una ciudad de la costa central del Perú, capital de la Provincia de Huaura que conforma el Departamento de Lima, bajo la administración del Gobierno Regional de Lima Provincias, ubicada en una bahía formada por el Océano Pacífico a 150 km al norte de la ciudad de Lima, próxima a la desembocadura del río Huaura. La ciudad de Huacho según el Instituto Nacional de Estadística e Informática es la decimonovena ciudad más poblada del Perú y albergaba en el año 2007 una población de 55 442 habitantes. Limita por el norte con el distrito de Hualmay, por el noroeste con el distrito de Carquin, por el nordeste con el distrito de Huaura, al este con los distritos de Santa María y Sayán, por el sur con el distrito de Chancay, por el sureste con la provincia de Huaral y por el oeste con el Océano Pacífico”. (Quinches, 2014).

Esta investigación se está llevando a cabo para comprender mejor qué es la producción de energía eléctrica utilizando la energía propulsora del mar (energía de las mareas), cómo se produce en las distintas instalaciones y cómo se aprovecha mejor.

De la misma forma, este informe se entiende por un sí; Este tipo de energía renovable sería rentable o no en el país y podría utilizarse como otra forma de producción de electricidad en nuestro país; Cómo usar el agua en nuestro mar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo evaluar el voltaje promedio generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?

¿Cómo evaluar la corriente eléctrica promedio generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar el voltaje promedio generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.

Evaluar la corriente eléctrica promedio generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.

1.4 Justificación de la investigación

El calentamiento global, que está procediendo incontrolablemente a dañar nuestro planeta, permite proponer la implementación de una central eléctrica, diferente a las fuentes de energía a base de hidrocarburos, mediante el desarrollo de una minicentral

mareomotriz, por lo que una fuente de energía limpia que se basa en el movimiento de las mareas.

Los precios son cada vez más altos y la creciente escasez de combustibles fósiles, el calentamiento global y la contaminación ambiental han despertado un gran interés en la investigación y el uso de nuevos métodos de generación de electricidad. En la actualidad, el uso de los recursos naturales es necesario para reducir el costo de producción y la contaminación, y así contribuir al equilibrio ecológico.

La finalidad de esta investigación es el diseño de un mini generador que aproveche las olas del mar para la generación de energía eléctrica aprovechando la energía motriz del mar (energía mareomotriz) investigar y comprender como esta es generada en las diferentes centrales y cuales son la formas de generar, aprovechando las propiedades del mar y la energía motriz que esta genera.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

La presente investigación se realizará en el distrito de Huacho, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias 2021.

1.5.2 Delimitación temporal

La investigación se llevará a cabo desde enero del 2021 hasta agosto del 2021.

1.6 Viabilidad del estudio

El presente estudio es viable porque los recursos financieros serán asumidos por el investigador.

La información disponible es suficiente para desarrollar el marco teórico adecuado que nos ayude a sostener y apoyar la investigación a realizar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

(WALL, 2012); Tesis para obtener el grado académico de Magister en Ciencias de la Ingeniería; Titulada “Generación mareomotriz distribuida en el sur de Chile integrada con la utilización de vehículos eléctricos utilitarios como fuente de almacenamiento de energía – en la Pontificia Universidad Católica de Chile”, Escuela de Ingeniería. Debido a su litoral particularmente extenso, Chile tiene un gran potencial energético marino. “Esto hace que sea interesante investigar y desarrollar diversas tecnologías para generar energía oceánica. Estas tecnologías incluyen la generación basada en corrientes oceánicas, cuyas condiciones de viabilidad se cumplen plenamente en el extremo sur del país. Un aspecto principal de la parte sur del país es el suministro de energía. Las complicaciones no son pequeñas: la red eléctrica no alcanza el rango requerido, por lo que hay que utilizar generadores diésel, lo que, por sus problemas logísticos, se traduce en altos costos operativos y poca seguridad de suministro”. (Wall,2012)

Entonces, se propone “un diseño de generador eléctrico basado en corrientes marinas que sea económico, de fácil transporte e instalación, que permita una rápida puesta en marcha y la posibilidad de ser reubicado en otra zona de ser necesario. Se prueba que este diseño no solo es capaz de suplir la demanda eléctrica de un pueblo de 31 hogares, utilizando las condiciones de recurso marino de la zona, sino que incluso lo hace a un menor costo. Además, se determina que la integración de un vehículo eléctrico en la zona disminuye a un más los costos en comparación con la opción de

un conjunto vehículo y generador diésel. Finalmente, el diseño propuesto significa un gran aporte para la sociedad y para el medio ambiente”. (Wall,2012)

Se concluye que: “El diseño de generador mareomotriz propuesto es conveniente para la zona austral de Chile y más aún, si se integran los vehículos eléctricos de manera regulada”. (Wall,2012)

(López-González J., 2008); Publicaron su artículo Instituto de ingeniería “Universidad Nacional Autónoma de México”, “Cuantificación de energía de una planta mareomotriz”. “Se presenta una metodología que permite estimar de manera rápida y sencilla el potencial de energía que puede ser extraído a través de una planta mareomotriz”. (López-González J., 2008). “La evaluación se realiza utilizando un nomograma normalizado que es función del área del embalse versus la capacidad eléctrica instalada, para así obtener el potencial energético en una zona en particular” (López-González J., 2008).

“Los resultados contemplan dos formas de operación, una llamada en flujo y otra en flujo-reflujo, además, dos esquemas de embalse (sencillo y doble embalse). Para la elaboración del nomograma normalizado se utilizaron los resultados numéricos de la simulación de múltiples plantas mareomotrices bajo diferentes escenarios durante un año de operación. Los escenarios fueron establecidos variando la potencia instalada, condiciones de aprovechamiento en flujo, reflujo o ambos, así como embalse sencillo o doble con información del nivel del mar cada 15 min. Para validar el modelo se utilizó información de la mareomotriz de la Rance, Francia, que incluye datos sobre la producción, potencia instalada, propiedades de las turbinas y niveles de la marea, obteniéndose una muy buena correlación entre los resultados del modelo numérico y los reportados en varios reportes técnicos”. (López-González J., 2008)

Se concluye que “El potencial de energía disponible en el océano, asociada a las mareas autonómicas es muy importante. Para valorar la capacidad es muy importante tener en cuenta la amplitud de la marea, el número de turbinas instaladas y el área del embalse, ya que estos son factores que determinan la cantidad de energía disponible. Una combinación adecuada de estos tres factores dará como resultado los mayores beneficios”. (López-González J., 2008)

(Ramírez, 2016); Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Dinámica de Flujos Biogeoquímicos y sus aplicaciones, Universidad de Granada (España), “Diseño óptimo de un sistema de aprovechamiento de la energía del oleaje y gestión integral a diferentes escalas de tiempo”. “En esta tesis se aborda el diseño óptimo de un dispositivo de aprovechamiento de la energía del oleaje teniendo en cuenta el carácter aleatorio del oleaje a distintas escalas temporales que van desde el estado del mar hasta el año. Se investigan asimismo otros aspectos relacionados con la funcionalidad de estos sistemas tales como la influencia de las características del oleaje incidente o la pérdida de carga localizada y el desarrollo de formas de lecho en el entorno de las infraestructuras concebidas para albergar a estos sistemas”. (Ramírez, 2016)

En primer lugar, se plantea “el diseño óptimo de un sistema de columna oscilante de agua (OWC, por sus siglas en inglés) a escalas de tiempo del estado de mar, estacional y anual. En las dos últimas escalas, se usa una formulación estocástica para tener en cuenta el carácter aleatorio del clima marítimo durante en intervalo de tiempo considerado”. (Ramírez, 2016)

Asimismo, “se describe una metodología para el estudio del rendimiento no estacionario de un dispositivo OWC durante su vida útil, mediante simulaciones del clima marítimo y de la correspondiente potencia neumática media, que producen la variabilidad temporal tanto intra-anual como inter-anual del clima marítimo en el emplazamiento. Se analizan distintas variables aleatorias de interés para la gestión del dispositivo, considerando tres configuraciones óptimas a distintas escalas temporales”. (Ramírez, 2016)

Concluimos que, “si se aumenta la velocidad de giro de la turbina, se obtienen por lo general menores velocidades máximas y mayores velocidades mínimas respecto la geometría óptima anual. Esto origina una reducción del rango de valores entre los que se encuentran los resultados”. (Ramírez, 2016)

2.1.2 Investigaciones nacionales

(Quispe, 2005); Presento su proyecto para obtener el título de Ingeniero Mecánico de Fluidos, “Universidad Nacional Mayor de San Marcos” – Lima, Facultad de Ciencias Físicas; “Diseño de una turbina de río para la generación de electricidad en el distrito de Mazán – Región Loreto”. “El presente trabajo describe el proyecto de cálculo y diseño del prototipo de una turbina de Río que será del tipo tripala de eje inclinado con respecto al nivel del agua de río y fabricado en fibra de vidrio y resina con un diámetro nominal de 2 m y una velocidad de giro de 42,7 r.p.m. que van unidos a dos platos de sujeción en acero inoxidable para el montaje de los alabes. Además, se cuenta con un árbol de transmisión de acero galvanizado de 1,5 pulg. de diámetro nominal el cual este acoplado directamente al rotor, este tubo va encapsulado en otro de las mismas características con 2,5 pulg. de diámetro nominal que sirve de soporte y protección. El sistema de transmisión incluye un amplificador de velocidades activada para faja y poleas el cual es un componente intermedio entre el árbol de transmisión y el generador. El sistema cuenta además con un generador de imanes permanentes de neodimio ferrítico el cual permite reducir la velocidad de generación por un lado y por el otro obtener un bajo costo del equipo, el mismo que es adaptado al rotor de la turbina de río generando corriente alterna y que a través de un sistema de diodos rectificadores transforma el voltaje de 12 V y potencia 250 W y 360 r.p.m. a corriente continua”. (Quispe, 2005)

En las conclusiones, “se ha logrado desarrollar y probar con éxito un prototipo de la turbina de río, el que después de 6 meses de instalado viene funcionando sin ningún problema beneficiando a los pobladores de paraíso y comunidades vecinas con el servicio de carga de baterías. Los principales componentes de la turbina de río (rotor, generador y otros) pueden ser fácilmente transferidos a pequeños talleres locales. La selva peruana cuenta con importantes recursos hídricos para la aplicación de esta tecnología la misma que puede satisfacer la demanda básica de energía de los pobladores rurales de la zona que difícilmente podrían contar con un servicio de energía en el mediano y largo plazo. Además de que las características hidrográficas de toda esta zona se adaptan perfectamente a este sistema”. (Quispe, 2005)

(MAQUE, 2013); Tesis para obtener el título de Ingeniero Electricista, Universidad (MarcadorDePosición1) Nacional de San Agustín – Arequipa, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios; “Metodología para el Diseño de un Mini Sistema de Generación Eólica”. Mediante el presente trabajo de tesis se ha podido: “Plantear el procedimiento completo y necesario para la realización del diseño de una minicentral de generación eólica, acompañado de las consideraciones para poder seleccionar los diferentes componentes del mini sistema de generación eólica”. (Maque,2013)

También “se abordó el problema de abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales, se utilizó estudios climáticos y de consumo eléctrico en una localidad, con lo que se pudo aplicar la solución propuesta, un aerogenerador de flujo axial de imanes permanentes como fuente de generación de energía eléctrica, presentando un procedimiento para la creación y evaluación de este tipo de proyectos”. (Maque,2013)

“A través del proceso de diseño y el cálculo de abastecimiento, se tomaron ciertos datos, principalmente los referidos a las características aerodinámicas de la hélice, que si bien restringen la evaluación hecha a la utilización de una hélice de esas características, no modifican los diversos pasos a seguir en el procedimiento de diseño y evaluación, como tampoco sobre el resultado de convivencia económica, el cual, pese a la aproximación nación (evaluación solo de costos mayores), no cambiará de gran manera al ser calculado en forma más rigurosa”(Maque,2013). “Concluimos que se ha podido plantear el procedimiento completo y necesario para la realización del diseño de un mini sistema de generación eólica. También se abordó el problema de abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales, se utilizó estudios y datos climáticos y de consumo eléctrico en una localidad, con lo que se pudo aplicar la solución propuesta, un aerogenerador de flujo axial de imanes permanentes como fuente de generación de energía eléctrica, presentando un procedimiento para la creación y evaluación de este tipo de proyecto. Se logró diseñar un mini sistema de generación eólica capaz de entregar 30 kW, presentando de esta forma la alternativa de la generación eléctrica por medio de la energía eólica como una alternativa factible para solucionar la carencia de abastecimiento en zonas aisladas del país”. (Maque,2013)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen de la energía undimotriz

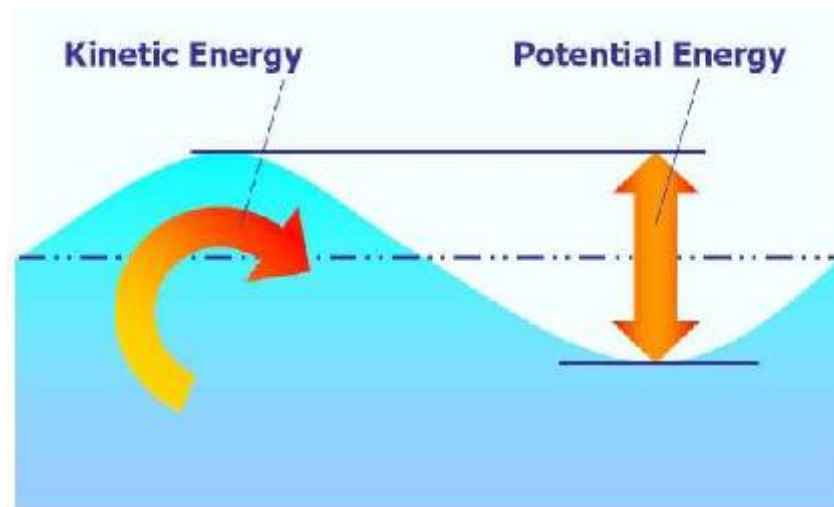


Figura 1. En el punto medio, la energía cinética de una ola lineal igual a la potencial [Centre, 2004].

La figura 1, “representa las distintas energías de las olas, la energía cinética de las partículas del agua, que en general siguen caminos circulares, y la energía potencial de las partículas elevadas. ¿Cuál es el origen de estas energías?” (Centre,2004)

“Las olas del mar son un derivado terciario de la energía solar: el calentamiento de la superficie de la tierra crea viento, que a su vez crea olas. El 0,3% de la energía solar que llega a la superficie terrestre se convierte en energía undimotriz”. (Centre,2004)

Con más detalle Díez Fernández, explica “cómo la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra no produce calentamientos homogéneos sino calentamientos desiguales, lo que provoca que en la atmósfera aparezcan zonas de alta presión y de baja presión. Las diferencias de densidad generan desplazamientos del aire (lo que se conoce como viento) de distinta intensidad, y su rozamiento con la superficie libre del mar da lugar al oleaje, cuya intensidad depende de la intensidad y de la duración del viento, además de la longitud sobre la cual éste transmite energía a la ola. Así, la fuerza ejercida

sobre la ola es proporcional a la altura de las ondas, a la pendiente de estas y al cuadrado de la velocidad relativa entre el aire y la onda”. (Diez, 2002)

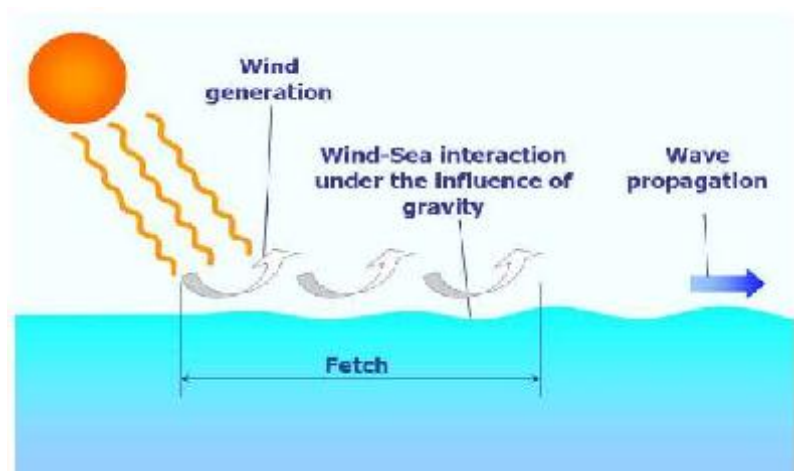


Figura 2. El origen de la energía de las olas [Centre, 2004].

“El oleaje actúa como un **acumulador de energía** en el sentido en que es capaz de recibir energía, transportarla de un lugar a otro y almacenarla. Como la densidad del aire es mucho menor que la del agua, en la superficie libre las partículas tienen más libertad para la traslación. A causa de esto, las olas se propagan a lo largo de miles de kilómetros por la superficie del mar, pero no hacia el fondo. Además, poseen la capacidad de desplazarse durante grandes distancias con pérdidas de energía mínimas y, por esta razón, la energía generada en cualquier parte del océano acaba en el borde continental, de modo que la energía de las olas se concentra en las costas. Por ejemplo, las olas creadas en el lado oeste del Océano Atlántico viajan hasta la costa oeste de Europa impulsadas por vientos del oeste”. (Fernández Chozas, 2008)

“A pesar de que las pérdidas son mínimas, la densidad energética del oleaje decrece cerca de las costas debido a la interacción de las olas con el fondo marino; sin embargo, esta disipación de energía puede ser compensada por fenómenos naturales como la reflexión o la refracción, que originan las llamadas concentraciones de energía o *hot spots*. En relación con estos fenómenos, Creus Solé define los coeficientes de reflexión (cuando la onda choca con un obstáculo vertical, una barrera, por ejemplo, y se refleja con muy poca pérdida de energía), de difracción (representa la dispersión de la

energía del oleaje a sotavento de una barrera) y de refracción (cambio de dirección que sufre una ola al acercarse a una zona de menor profundidad, una playa, por ejemplo)” (CREUS, 2004).

2.2.2 Potencial energético de la energía undimotriz

La energía solar que llega a la superficie de la tierra se puede calcular utilizando la constante solar, que “representa la cantidad total de energía por segundo recibida en el borde exterior de la atmósfera a una distancia promedio entre la tierra y el sol. Sí, se asume un valor de 1353 W / m² de la energía total del espectro solar, resulta que la energía solar absorbida por la tierra es de 375 W / m².

El 0,75% de la radiación solar que llega a la superficie de la tierra es generada por las corrientes atmosféricas, los vientos, que liberan el 40% de su energía a la superficie del mar. Por tanto, la energía del sol que se transmite a las olas es:

$$0,75 \% \cdot 40 \% \cdot 375 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ W/m}^2$$

Por otro lado, la capacidad de las ondas para generar energía se mide en términos de energía, flujo de energía y potencia por metro de frente de onda. (kW / m).

Numerosos estudios muestran que los modelos de comportamiento de las olas, dada la zona en la que se ubican, se extienden, pero debido a su complejidad, solo los parámetros que definen las olas en el mapa, incluida la longitud de las olas, son significativamente menores que las olas. profundidad del mar. que se mueven, se describen superficialmente; Por lo tanto, su velocidad depende de la longitud de onda ($v = k$) pero no de la profundidad (de hecho, la velocidad de una onda disminuye a medida que disminuye la profundidad de la superficie en la que se propaga).

Las ondas cortas son las ondas normales creadas por el viento. Una serie de olas cortas con diferentes valores de altura, período y dirección conforman una ola real. Los parámetros que caracterizan a una onda corta son:

Longitud de onda (λ): distancia que separa dos crestas consecutivas.

En profundidades indefinidas, la longitud de onda se define como $\lambda = \frac{gT^2}{2\pi}$

Periodo de la ola (T): tiempo entre dos crestas o dos valles sucesivos $T = \frac{2\pi\lambda}{c}$

Celeridad de la onda: velocidad de traslación de la ola o velocidad de fase

$$c = \frac{\lambda}{T} = \frac{gT}{2\pi}$$

Donde: $c = \frac{gT}{2\pi}$

Celeridad del grupo: $c_g = \frac{c}{2} = \frac{gT}{4\pi}$

Peso específico del agua de mar: $\rho = 1028 \text{ kg/m}^3$

Altura de la ola (H): distancia entre la cresta y el valle.

La fuerza de las olas depende del cuadrado de la altura de la ola o de la velocidad del viento y del período o frecuencia de movimiento. Las siguientes fórmulas son expresiones de energía, flujo de energía y potencia por metro de frente de onda. No hace falta decir que cuanto mayor sea la velocidad del viento entrante, mayor será la energía de las olas y los valores de potencia.

$$\text{Energía total (kJ/m}^2\text{)} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

$$\text{Flujo de energía (kW/m)} = \frac{\rho g H^2}{8} \cdot c_g = \frac{\rho g H^2 c_g}{8}$$

$$P \text{ (kW/m)} = 0,96 \cdot H^2 \text{ (m)} \cdot T \text{ (s)}$$

“En zonas favorables, los flujos de energía medios varían entre 35 y 60 kW/m de frente de ola, que se corresponden con olas de amplitudes en torno a 2 m y periodos grandes, entre 7 s y 10 s; estimándose una densidad media mundial de energía de 8 kW/m de línea de costa. La altura media de las olas oscila entre 1-2 m (45 %) y 2-3 m (30 %). Los periodos suelen estar comprendidos entre 6-8 s (40 %) y 8-10 s (30 %). Se considera que una ola con valores elevados es aquella con $H = 3,5 \text{ m}$ y $T = 17 \text{ s}$ ” (Fernández Chozas, 2008).

A continuación, calcularemos el flujo de energía de una onda monocromática de profundidad infinita, caracterizada por un período de 10 s y una onda de altura media de 2 m.

$$= \frac{9,8 \cdot 10^2}{2} = 156$$

$$= - = 15,6 \text{ m/s}$$

$$= \frac{-}{2} = 7,8 \text{ m/s}$$

$$\text{Flujo de energía} = \frac{1028,9,81,4}{8} \cdot 7,8 = 39 \text{ kW/m}$$

Como se mencionó anteriormente, la energía de las ondas está relacionada tanto con la energía cinética como con la energía potencial de las partículas que las forman a medida que se mueven. Luego se examina que los dispositivos de conversión dependen en gran medida del tipo de energía utilizada.

$$\text{Total} = \text{cinética} + \text{potencial} = \frac{1}{2} \cdot \dots \cdot 2.$$

2.2.3 Ventajas y desventajas de la energía undimotriz

2.2.3.1 Ventajas

Cabe señalar que la forma en que se genera y transmite la onda de recursos es mucho más estable que el viento en el tiempo. Es un recurso concentrado, predecible, cercano a grandes consumidores y con alta disponibilidad.

Las olas pueden viajar largas distancias sin perder energía.

Es una característica predecible si se conocen vientos marinos, tormentas y corrientes atmosféricas, entre otros, gracias a su propiedad de propagarse por cientos de kilómetros sin afectar su energía (los tiempos de tránsito son 2-3 días). Este factor es fundamental para integrar los parques de olas a la red eléctrica. Además, debido a la naturaleza dispersiva de las olas, cuya principal consecuencia es que olas de diferentes frecuencias golpean la orilla en diferentes momentos, es más fácil de controlar.

Es un recurso cercano a los grandes consumidores.

Ofrece alta disponibilidad de ofertas ya que es un recurso energético abundante de alto caudal.

Las instalaciones de petróleo en alta mar brindan información y experiencia, aunque las plataformas en alta mar están diseñadas para proporcionar una mínima impedancia de sobretensión y equipos de anclaje que nos permitan ocupar el mosto para obtener la máxima resistencia a sobretensión. De hecho, el costo de amarre y fondeo puede llegar a la mitad del costo total.

Ciertos dispositivos permiten el uso de generadores síncronos que intervendrían en el control de la potencia reactiva de la red.

El desarrollo de este de Energía será el mismo que para otras energías renovables asegurar el suministro de energía en regiones remotas.

Puede amortiguar las olas en puertos o áreas erosionables.

Promueve la diversificación de puestos de trabajo y estimula a las pymes e industrias en declive como la construcción naval.

Es una energía limpia que no emite gases nocivos para el medio ambiente a la atmósfera.

Permite usos alternativos de la energía obtenida de la energía eléctrica, como la producción de hidrógeno o la extracción de agua potable del mar.”

Ventajas de la energía undimotriz en comparación con la energía eólica:

“La energía cinética de las olas (es función de la altura de la ola al cuadrado) es 1000 veces superior a la del viento (es función al cubo de la velocidad del aire), lo que permite utilizar aparatos más pequeños para producir la misma cantidad de energía”.
(Davies,2005)

“Es un recurso energético concentrado puesto que es mucho mayor la densidad del agua que la del aire. La densidad del agua salada (la densidad del agua típica del mar, agua salada con un

3,5 % de sales disueltas es 1028 kg/m^3) es aproximadamente 800 veces la del aire ($1,3 \text{ kg/m}^3$)". (Davies,2005)

“El impacto visual es mucho menor que el de los aerogeneradores; además, los dispositivos pueden estar situados bajo la superficie del mar, en rompeolas o alejados de la costa”. (Davies,2005)

“La energía de las olas es más continua que la eólica, que muere por la noche, durante la mañana y con atmósferas inversas (temperaturas extremas), y que la energía solar. La energía de las olas varía en las estaciones del año del mismo modo en que varía la demanda de electricidad en zonas con climas templados”. (Davies, 2005)

“Es un recurso regular. La generación equivalente de los dispositivos en la costa es 2000 h/año y la de los situados mar adentro 4000 h/año, cifra impensable para los parques eólicos (2300 h/año) o las centrales minihidráulicas (2800 h/año)”. (Davies,2005)

“Davies estima un factor de capacidad (cantidad real de energía que produce un dispositivo al año dividido por la cantidad de energía que se podría producir con esa fuente de energía) para los dispositivos de olas que supera el 80 %, mientras que el de los eólicos marinos, con mayor generación que los terrestres, es 50 %”. [Davies, 2005]

2.2.3.2 Desventajas

Varios dispositivos fallaron antes de las tormentas, ya que la carga que el dispositivo debe soportar en las condiciones más adversas (por ejemplo, huracanes) puede ser 100 veces mayor que su carga nominal. Incluso en mejores condiciones, los dispositivos deben soportar la energía cinética de las olas sin interrupción.

Los dispositivos alejados de la costa tienen costos significativos, no solo de mantenimiento e instalación, sino también del sistema

de amarre, que debe ser revisado y reemplazado de vez en cuando, asegurando que ninguna pieza se quede, se pierda y nunca se desvíe.

La vegetación marina crece en todo lo que se instala en el mar.

El efecto corrosivo del agua salada tiene consecuencias muy negativas sobre diversos materiales. Por ejemplo, hace que el acero se oxide, el cobre se disuelva y el aluminio desaparezca.

El diseño es complejo. Como afirma Creus Solé; "Lo que está diseñado en la tina no funciona en el mar".

La irregularidad de la amplitud, fase y dirección de la onda (la potencia entrante es aleatoria) dificulta que un dispositivo logre el máximo rendimiento en todo el rango de frecuencia de excitación.

Es difícil hacer coincidir el movimiento lento (frecuencia 0,1 Hz) e irregular de la onda con el del generador, que normalmente opera a una frecuencia 500 veces mayor.

En general, la eficiencia de la conversión energética no es alta.

“El coste de la planta de conversión es muy alto. Pese a que el coste de la materia prima es nulo (no hay que olvidar que el fluido de trabajo es el agua o el aire), el coste de construcción, que implica los sistemas de anclaje, los cierres herméticos, los cojinetes, etc., es muy elevado. De momento no es competitivo con el coste de ninguna central convencional”. (Manuel Chimbo - Campuzano, 2016)

El uso de la energía de las olas tiene un impacto medioambiental considerable. “Esta sección presenta la mayor paradoja de este uso de energía; es una forma de promover el desarrollo sostenible destruyendo ecosistemas.

Entre los impactos ambientales que producen se pueden destacar:

- La alteración del clima marítimo (sedimentos, ecosistemas).

- La emisión de ruido.
- El impacto visual y estructural en el paisaje.
- Los efectos negativos sobre la flora y la fauna, que pueden afectar a las aves y peces migratorios.
- Efectos sobre la reproducción de determinadas especies.
- Efectos sobre la sedimentación en costas y playas.
- Riesgos para la navegación.

Todas estas características parecen mostrar que el diseño de un dispositivo de energía undimotriz debe ser, desde el punto de vista del uso de la energía, sofisticado y confiable y, por otro lado, económicamente viable; aunque como citaba el autor de *Energy from Waves*”. David Michael Ross: “la energía de las olas no fue diseñada para ahorrar dinero, sino para salvar el mundo”.

2.2.4 Energía solar

El sol ha sido una fuente constante de energía a lo largo de la evolución de la humanidad y en los diversos campos de actividad que ha desarrollado el hombre, como la agricultura, la urbana o la industrial. “Sin embargo, para lograr un uso pleno, fue necesario aplicar una serie de sistemas de captura que fueron desarrollados a medida que avanzaba la tecnología.

Esta energía tiene las ventajas de su alta calidad energética, bajo impacto ecológico y larga vida útil.

Las desventajas se deben a que llegan al suelo de forma dispersa y no se pueden almacenar directamente.

2.2.5 Energía solar térmica

Se trata de capturar la energía del sol a través de paneles solares y convertirla en calor. El calor absorbido en los colectores se puede utilizar para satisfacer muchas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o para calentar viviendas, hoteles, escuelas

o fábricas. Además, la refrigeración se puede realizar durante las temporadas de calor. En agricultura, se pueden realizar otro tipo de aplicaciones como invernaderos solares que promueven la mejora de los cultivos en calidad y cantidad.

La operación consiste en concentrar la luz solar a través de espejos (helióstatos), cilindros o discos parabólicos para alcanzar altas temperaturas que se utilizan para generar vapor y activar una turbina que produce electricidad gracias a un generador.

2.2.6 Energía solar fotovoltaica

La energía del sol es recolectada en paneles solares y convertida en electricidad, esto se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico que se produce cuando la luz incide sobre materiales semiconductores, generando un flujo de electrones hacia ella. Dentro del material, y en condiciones adecuadas, una diferencia de potencial que se puede aprovechar con múltiples aplicaciones como la electricidad, tanto doméstica como en servicios públicos.

2.2.7 Energía eólica

La fuente de energía eólica es el viento, o más bien la energía mecánica que, en forma de energía cinética, transporta aire en movimiento. El viento es causado por el calentamiento desigual de la superficie de nuestro planeta, provocando movimientos de masa atmosférica.

Las mejoras al aerogenerador tradicional han dado lugar a aerogeneradores modernos que aprovechan la energía eólica para generar electricidad. Estos aerogeneradores se pueden instalar individualmente o en grupos que suministran energía a las redes de distribución.

Sin embargo, el viento tiene dos características que lo diferencian de otras fuentes de energía, su variabilidad impredecible y su dispersión.

2.2.8 Energía de biomasa

Una planta de biomasa es una planta que obtiene energía eléctrica a través de los diferentes procesos de transformación de materia orgánica.

Se conoce como biomasa energética a toda materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluidos los materiales resultantes de su transformación natural o artificial, estos materiales pueden ser:

- Residuos agrícolas de distintos tamaños de cultivos leñosos como olivos y frutales. También se utilizan residuos de cultivos de cereales como centeno, maíz, trigo, sorgo o arroz e incluso residuos de otros cultivos herbáceos como tabaco, algodón y girasol.
- Residuos de industrias forestales, principalmente de las industrias de procesamiento de madera, chapas, corcho o papel.
- Residuos biodegradables de la industria agropecuaria y agroalimentaria, así como de la actividad urbana, entre los que destaca el biogás procedente de depuradoras de aguas residuales urbanas y los residuos sólidos urbanos.

El funcionamiento de la central de biomasa es el siguiente:

- Se prepara biomasa para transformarla en combustible líquido.
- Este combustible quema y calienta el agua.
- Se produce vapor a alta presión que mueve la turbina y esta a su vez mueve el generador que producirá energía eléctrica.
- La energía eléctrica producida es transportada por líneas eléctricas.

2.2.9 Energía de la marea

La disponibilidad universal de recursos marinos significa que se los considera, en parte, una fuente para satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica.

Aunque existe la tecnología para generar energía oceánica, las dificultades asociadas con las operaciones en alta mar no hacen que sea una tarea fácil. Las posibilidades son muy diversas e incluyen olas, corrientes oceánicas, gradientes térmicos y salados del agua del mar y las mareas. De todos ellos, los basados en el oleaje, el gradiente térmico y la dinámica de las mareas han

alcanzado un mayor grado de desarrollo. El resto se encuentra en etapas menos avanzadas.

Cada una de estas posibilidades representa una importante inversión de capital y tiene sus propias limitaciones y problemas de implementación.

Algunos han interrumpido la producción, otros requieren costosos sistemas de almacenamiento, pero todos deben ser compatibles con la infraestructura socioeconómica proporcionada. a través de tecnologías convencionales.

Es obvio que, de todas las formas de energía contenidas en el mar, solo se pueden utilizar aquellas que se adapten a las restricciones de la respectiva región. Para la conversión de energía undimotriz, por ejemplo, es necesario que el área tenga un valor medio anual suficiente de velocidad del viento, así como una buena exposición de la costa frente al mar. En el caso de la energía de las mareas, el hecho de que se requieran a la vez grandes amplitudes y determinadas condiciones morfológicas, como el golfo, las bahías profundas o las rías, limita el número de lugares del mundo que pueden albergar un proyecto de este tipo. Escribe. Lo mismo ocurre con la conversión de energía del gradiente térmico entre aguas superficiales y profundas.

a) Recursos de las mareas

Los recursos de las mareas son las fluctuaciones del nivel del mar que se producen dos veces al día y están provocadas principalmente por la acción gravitacional de la luna y, en menor medida, del sol en los océanos del planeta. La rotación de la tierra también es un factor en la creación de las mareas. El uso de energía mareomotriz no es un concepto nuevo y se ha utilizado para el almacenamiento en molinos harineros en Inglaterra y Francia desde al menos el siglo XI.

b) Física de las mareas

Para explicar la energía de las mareas, es importante comprender los principios de las mareas crecientes. Aunque es complejo obtener una comprensión profunda de las interacciones, la formación de las mareas

generalmente se puede explicar mediante el estudio de los efectos gravitacionales de la luna y el sol en el océano y los efectos de las fuerzas centrífugas.

c) La influencia gravitacional del Sol y la Luna

Esto se denomina marea, la subida y bajada periódica de todas las aguas oceánicas, incluidas las de alta mar, golfos y bahías por movimientos periódicos provocados por la fuerza de atracción gravitacional del mar. La luna y el sol sobre el agua y la Tierra, una fuerza que provoca una oscilación rítmica y / o cíclica debido a la órbita de la Tierra alrededor del Sol y la Luna alrededor de la Tierra, permitiendo que se generen elevaciones máximas de agua de mar llamada marea alta y disminuciones de agua de mar llamada marea baja.

Entonces, hay mareas causadas tanto por el Sol como por la Luna. Una explicación más simple para lo anterior es que el agua en el lado de la Tierra más cercano a la Luna es atraída por la fuerza gravitacional de la Luna más intensamente que el cuerpo de la Tierra, mientras que el agua en el lado de la Tierra más alejado de la Luna se atrae menos intensamente que la Tierra. El efecto es hacer salientes en el agua en lados opuestos de la Tierra.

El efecto de la atracción del Sol es similar. Estos efectos de atracción se ilustran en la Figura 3.

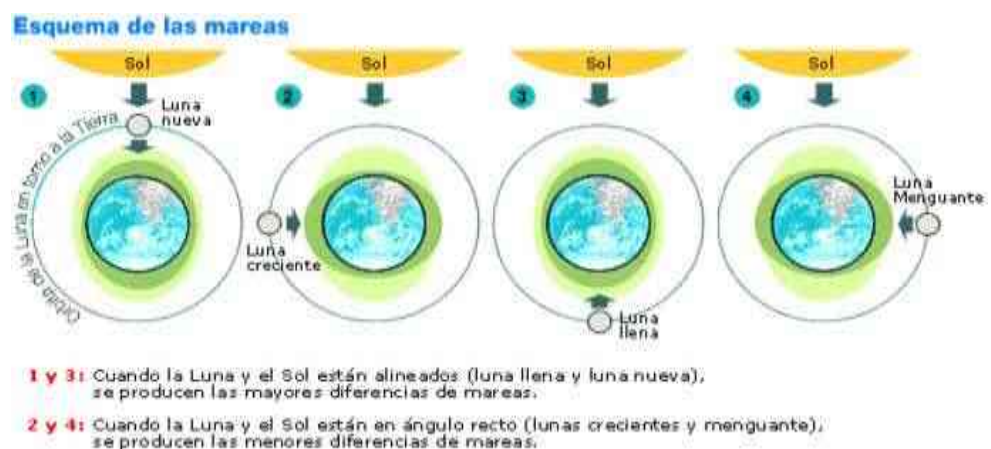


Figura 3. Esquema de las mareas.

La atracción gravitacional que ejercen el Sol y la Luna sobre la Tierra afecta en gran medida el fenómeno de las mareas, dando lugar a mareas vivas que se producen cuando el Sol, la Luna y la Tierra están alineados, por lo que la fuerza La gravedad del Sol y la Luna desaparece y la altura de la marea estaría dominada por la Luna, siendo más alta cuando la Luna está más cerca de la Tierra y más baja cuando está más lejos de la Tierra.

En el caso de que el Sol y la Luna formen un ángulo recto de 90° con respecto a la Tierra, hablamos de marea muerta, esto debido a que las fuerzas de atracción están frustradas, este fenómeno ocurre con mayor frecuencia en las fases del primer cuarto y cuarto de luna menguante.

La altura de la marea en cualquier lugar está determinada por la forma de la costa y la plataforma continental vecina. La presencia de terrenos inclinados y bahías les da a las mareas mucho más alcance de lo que se ve en alta mar. Un fenómeno que generalmente pasa desapercibido es que el aire y las masas sólidas en la Tierra también se mueven hacia arriba y hacia abajo debido a las fuerzas de las mareas. La figura 4 muestra un gráfico de las fases de las mareas.

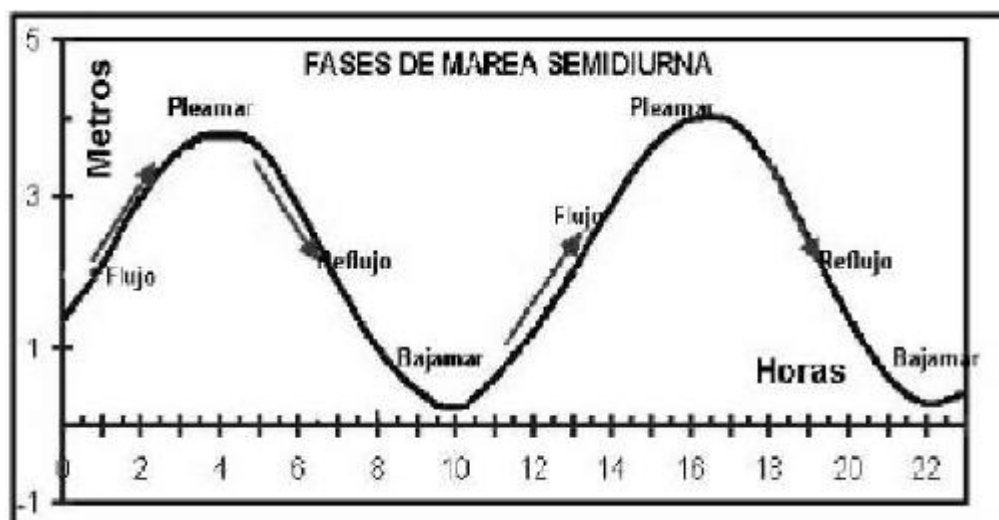


Figura 4. Fases de la marea

d) Corrientes y tormentas

En el océano, bahías y lagunas adyacentes, las corrientes ocurren cuando el agua en un área es más alta que la de otra área vecina. El agua del área superior fluye hacia el área inferior, creando un arroyo.

Algunas de las causas de estas diferencias de altura en el mar se deben al viento, la marea y las corrientes que regresan al mar desde la zona costera.

El viento que sopla sobre el agua superficial crea tensión en las partículas de agua e inicia su movimiento en la dirección en la que sopla, creando una corriente superficial. Cuando una corriente de estas características se dirige hacia la costa, el agua tiende a retroceder contra ella creando un peralte. Se ha comprobado que el viento puede elevar varios metros el nivel del mar durante tormentas violentas.

e) Características de las playas

Una playa se caracteriza por las dimensiones medias de las partículas de arena que la componen, por la extensión y distribución de las dimensiones de dichas partículas, por la altura y pendiente del frente marítimo y por la pendiente general del litoral interior y del frente marítimo. zona de la playa.

En general, cuanto mayor es el tamaño del grano que forma la arena, mayor es la pendiente de la playa, en cambio, cuanto más fina es la arena, menor es la pendiente de la playa.

La energía mareomotriz tiene un gran potencial para mejorar el transporte, a través del desarrollo de puentes ferroviarios y de automóviles sobre los estuarios, y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el uso de mareas energéticas para reemplazar los combustibles fósiles. Las mareas pueden proporcionar

una base para generar electricidad para reemplazar los combustibles fósiles y las tecnologías contaminantes que dañan directamente el medio ambiente. Existen problemas con los sistemas de mareas que utilizan grandes presas para su generación, sin embargo, existen otros métodos de generación de energía a partir de las mareas que no requieren este tipo de grandes construcciones.

f) El futuro de la energía de las mareas

El futuro de la energía mareomotriz parece estar comenzando a brillar con el desarrollo de tecnologías de generación mareomotriz que tienen poco impacto en el medio ambiente, y que también tienen menores costos de inversión y, por lo tanto, menores costos de producción.

La energía de las mareas parece estar comenzando a ser una parte importante del futuro de la energía sostenible.

2.2.10 Energía de las olas

Los vientos actúan sobre el agua de mar transmitiendo energía y poniéndola en movimiento, produciendo ondulaciones en las capas superficiales, formando las olas que se observan en todas las aguas del mundo y que desde su origen océanos golpean las costas de los continentes.

Es difícil observar el movimiento ondulatorio claramente individualizado de las olas, pero en alta mar, y especialmente en días tranquilos, se ve cómo la superficie es atravesada por una ondulación, que presenta elevaciones llamadas crestas y depresiones llamadas valles. Estas crestas y valles se distribuyen regularmente, en líneas paralelas, que determinan el ascenso y descenso de los barcos, que se mueven a un ritmo lento y solemne.

Para estudiar las ondas y sus efectos, los investigadores utilizaron una terminología especial para los diversos elementos que la componen. La distancia entre dos picos consecutivos se llama longitud de onda o longitud de onda. La altura de la ola es la distancia vertical entre la cresta del valle

(depresión más baja de la ola), el peralte es la relación entre la altura y la longitud de la ola, el período es el tiempo entre el paso de dos picos sucesivos frente a un punto fijo, y la rapidez o velocidad de fase es el resultado de dividir la longitud de onda por el período.

En estudios oceanográficos físicos, teóricamente se considera que las olas tienen una forma suave y simétrica que se puede describir aplicando el modelo de propagación electromagnética, pero en el mar las olas exhiben una gran diversidad de formas, tamaños e intensidades. Sin embargo, para facilitar su estudio, distinguimos dos tipos principales de ondas u ondas, libres y forzadas, u ondas en sí mismas, en la figura 5 se representan las características de una onda.

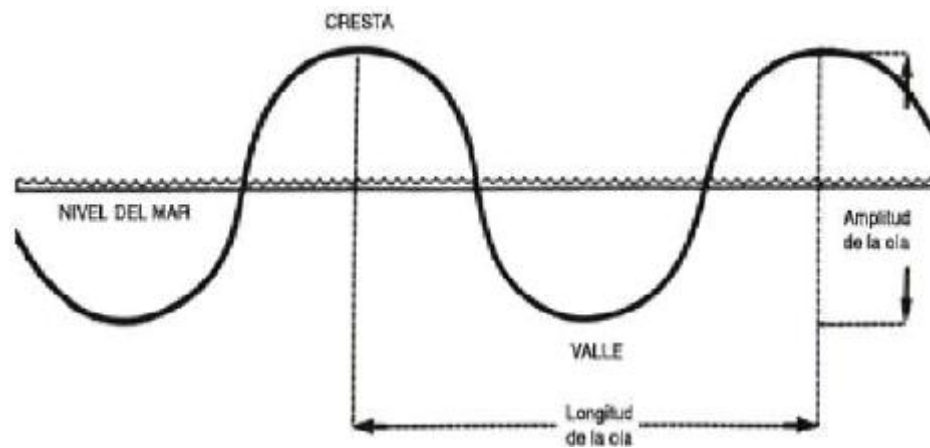


Figura 5. Características de una ola

Toda la energía renovable (excepto la energía de las mareas y la geotérmica), en última instancia viene del Sol. El Sol irradia 174,423,000,000,000 kW/hora de energía a la Tierra. Es decir, en una hora la Tierra recibe $1,74 \times 10^{17}$ watts de energía.

Aproximadamente del 1 al 2 por ciento, la energía que proviene del sol se convierte en viento. Esta cantidad es de 50 a 100 veces mayor que la energía convertida en biomasa por todas las plantas de la Tierra.

Las diferencias de temperatura provocan la circulación del aire. Las regiones alrededor del Ecuador en la latitud 00 están más calentadas por el Sol que el

resto del planeta. Aire cálido que es más ligero que el aire frío y se eleva a unos 10 kilómetros (6 millas) sobre el nivel del mar y se separará en dos corrientes, una al norte y otra al sur. Si la pelota no estuviera girando, el aire simplemente alcanzaría el Polo Norte y el Polo Sur, descendería y regresaría al ecuador.

La onda libre, también llamada pura, se produce por causas distintas a los vientos, y el lugar donde se origina se ubica lejos del punto donde se produce, por lo que cubre grandes áreas del océano.

Por otro lado, las ondas forzadas o de longitud de onda larga son provocadas por intensas depresiones atmosféricas acompañadas de vientos activos, y se localizan en un pequeño sector del mar.

Las olas hacen que la superficie del océano exhiba características extremadamente ordenadas, y las olas libres, que son raras, no deben confundirse con olas forzadas o formadas en un lugar determinado por la acción de un viento local.

Las olas libres se originan en lugares bien definidos y deambulan por la superficie del mar produciendo movimientos de olas que no exhiben periodicidad. Por ejemplo, se considera que las olas que llegan a la costa occidental de Marruecos proceden de la región de las Azores; Allí, por la acción de vientos de gran violencia y duración, se forman enormes ondas piramidales que sacuden la masa líquida y propagan las ondulaciones resultantes a enormes distancias ya una velocidad considerable en forma de olas libres. Se ha calculado que una ola inicial de 150 metros de largo tarda 30 horas en viajar desde las Azores a Marruecos.

Actualmente, el lugar donde se considera que las olas libres alcanzan su mayor altura es en el Océano Antártico, donde se producen olas de 30 metros, mientras que las olas más altas observadas en el Atlántico no superan los 20 metros. siendo aún más bajo en el Pacífico. En el Mediterráneo no superan los 8 metros y en el Índico apenas hay olas de 2,5

metros de altura durante el verano, pero como la longitud de estas es, en general, muy corta, resultan molestas para la navegación.

Entre las causas de este tipo de ondas se encuentran las perturbaciones sísmicas submarinas, como los deslizamientos de tierra, que producen una onda solitaria de baja amplitud, más o menos de un metro de altura, pero de gran longitud de onda. En alta mar, estas olas son prácticamente insignificantes, aunque su velocidad puede alcanzar los 80 kilómetros por hora; pero cuando llegan y chocan con la costa, invaden más allá de la costa, causando una destrucción considerable”. Este fenómeno se conocía como "maremoto" o "marea alta", pero actualmente los investigadores se refieren a él con el término.

Cuando estas olas llegan a la costa, su altura aumenta tanto que alcanzan varias decenas de metros, como por ejemplo en Hawaii, donde alcanzaron los 15 metros, o en las costas de Chile y Perú, que forman olas de 40 metros. “La ola más alta jamás registrada fue una ola de 70 metros, registrada en el cabo Aopatka, en la península de Kamchatka, en 1737.

Los tsunamis no están relacionados con mareas o tormentas y siempre ocurren en ciertas áreas del océano, principalmente en el Pacífico, ya que esta es la región donde ocurren los terremotos marinos. El proceso es siempre el mismo, en algún lugar del gran océano nace un maremoto y, debido al fuerte terremoto que sacude el fondo, las aguas se retiran temporalmente de las costas, para volver, poco después, bajo el mar. una gran ola.

Las grandes mareas sísmicas que ocasionalmente ocurren en el Pacífico recorren enormes distancias antes de llegar a regiones de aguas poco profundas, donde crean altas olas que causan estragos en las costas a las que arriban.

Por ejemplo, en el verano de 1957, un tsunami sacudió la región del Pacífico donde se encuentra la isla de Oahu, en el archipiélago hawaiano; Poco

después, miles de personas acudieron en masa a Honolulu Beach para observar un extraño fenómeno natural, hasta donde alcanzaba la vista, todos los arrecifes de coral habían quedado expuestos cuando el mar retrocedió repentinamente a varios kilómetros de la costa; Poco después, llegó una gran ola que causó graves daños, arrasó casas enteras y mató a muchas personas.

Algunos de estos maremotos han sido particularmente devastadores. Uno de los más notorios es el terremoto de Lisboa, que apareció el 1 de noviembre de 1755. Una ola de 12 metros de altura barrió la costa y en total cobró más de 60.000 víctimas y cuando el tsunami golpeó las costas de las Indias Occidentales, al otro lado del Atlántico, sus olas tenían la mitad de su altura original.

En comparación con el otro tipo de olas, las olas forzadas, también consideradas olas comunes, se observa que estas producen cambios en la superficie del mar a medida que la acción de los vientos que las forman se empina, aumentando su altura en 30 centímetros por cada 1,6 kilómetros (1 milla) por hora que tiene la velocidad del viento, la Tabla 1 muestra la relación entre el oleaje y la velocidad del viento.

Tabla 1. *Relación entre el oleaje y la velocidad del viento*

Oleaje	Viento	Velocidad (m/s)
Lizo	Tranquilo	0 – 0,5
Rizado	Brisa leve	1,5 – 3,5
Suave	Brisa suave	3,5 – 5,5
Leve	Brisa moderada	5,5 – 8,0
Moderado	Brisa fresca	8,0 – 10,5
Fuerte	Ventarrón	12,0 – 20,0
Borrascoso	Tormenta	25,0 – 30,0
Excepcionalmente		
Borrascoso	Huracán	35,0 a +

Por lo general, el mar tiene una superficie lisa por la mañana y por eso se le llama mar plano o mar llorón, pero cuando aparece la brisa se produce una fina ondulación en la superficie, formada por diminutas olas, que transforma en un cerrado mar.

El período de tales ondas es muy pequeño. La velocidad del viento es mayor que la de las olas y, por tanto, resulta que estas disipan la energía creada.

Si el viento presiona, los rizos se convierten en pequeñas olas, cuya longitud y altura también aumentan. Si la velocidad del viento continúa aumentando, la altura de las olas aumenta más rápido de lo que permite su longitud, y luego la cresta se cubre con espuma antes de que caiga la ola.

Cuando el viento disminuye, la agitación del mar persiste por algún tiempo, produciendo una ola cuyo tamaño y extensión dependen de la velocidad y duración del viento causante del fenómeno.

Son raras las olas cuya configuración depende exclusivamente de un viento que siempre sopla en la misma dirección. Los vientos predominantes en los océanos generalmente provienen de varias direcciones y generan olas de diferentes tamaños, que pueden amortiguar o agregar sus energías y formar olas aún más grandes, produciendo turbulencias en las aguas conocidas como maremoto o mar agitado.

Por tanto, las formas en las que se presentan las olas ordinarias en los mares son muy diferentes, de ahí que se haya realizado y adoptado una clasificación internacional de olas, que se muestra en la Tabla 2, elaborada por el Vicealmirante inglés Sir Percy Douglas. (1876 – 1939).

Tabla 2. *Clasificación internacional de las olas*

Mar número	Denominación del mar	Altura de las olas (en metros)
0	Calma	0
1	Rizada	0 – 0,1

2	Marejadilla	0,1 – 0,5
3	Marejada	0,5 – 1,25
4	Mar gruesa	1,25 – 2,5
5	Mar muy gruesa	2,5 – 4,0
6	Tormenta	4,0 – 6,0
7	Arbolada	6,0 – 9,0
8	Montañosa	9,0 – 14,0
9	Enorme	Mayor que 14

Las olas no solo presentan un movimiento sobre la superficie del mar, sino que cada una de ellas está dotada de un desplazamiento interno, en cuyo virtual las partículas de agua que lo forman describen un círculo y, por tanto, el transporte de energía por parte de la ola. También afecta la superficie y otras capas más profundas”.

Por lo tanto, la ola tiene lo que llamaríamos el "calado de la ola", y cuando alcanza aguas menos profundas que la distancia entre dos crestas, el fondo la ralentiza de abajo hacia arriba. En oleadas posteriores, las distancias entre crestas se reducen gradualmente; la parte superior de la ola se mueve más rápido que la parte inferior, formando una especie de pared verde transparente con mucha espuma en la parte superior, y es entonces cuando la ola rompe en la playa.

Antes de colapsar, la cresta de la ola forma un bucle y se convierte en un túnel de agua, casi transparente, que dura unas fracciones de segundo; el aire dentro del túnel se comprime y luego se relaja, produciendo con frecuencia un rugido llamado "rugido" del rompedor como se muestra en la Figura 6.

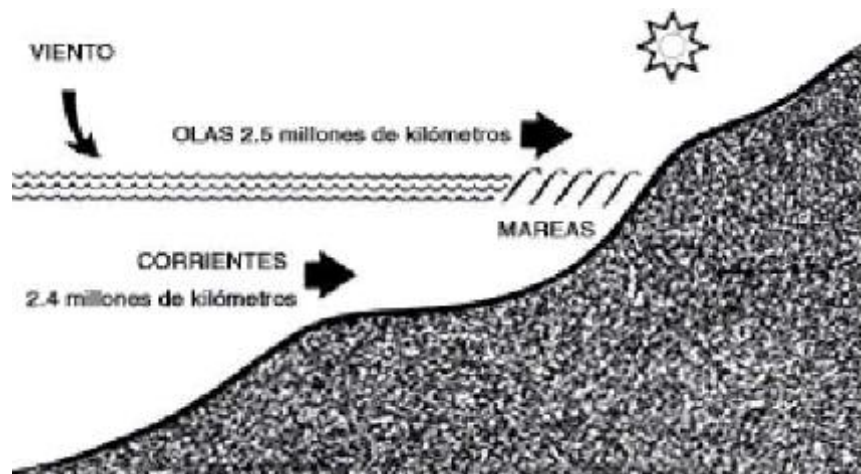


Figura 6. *Energía producida por las olas y las corrientes*

La energía de las olas tiene un gran potencial, ya que proporcionaría rendimientos más altos que la energía de las mareas. La energía de las olas potencial es enorme y puede aprovecharse en muchas áreas. Los países con costas largas y vientos fuertes persistentes pueden generar el cinco por ciento o más de su electricidad a partir de la energía de las olas.

2.3 Bases filosóficas

2.3.1 Métodos de generación de energía

a) Aprovechamiento de la energía de las ondas y las olas

Ya se ha dicho que los vientos dan a las capas superficiales del mar dos tipos de movimiento de olas: olas y olas. “El primero se puede ver en el mar incluso cuando no hay viento; Son masas de agua que avanzan en forma de ondas cilíndricas y se esparcen por la superficie. Es bastante raro ver una ola oceánica aislada; en general, en la superficie aparecen varias ondas sucesivas y paralelas, espaciadas a intervalos regulares. Cuando un barco se eleva perpendicular a la cresta de la ola, la proa se eleva, y cuando se hunde de espaldas, la proa se sumerge en el agua. Este es el paso característico.

Los elementos de una onda son: su longitud, es decir, la distancia entre dos bordes consecutivos; el ancho o distancia vertical entre una cresta y un valle; el período es el tiempo que transcurre entre dos aristas sucesivas que pasan frente a un punto fijo; y velocidad.

El movimiento de las olas en el mar se puede comparar con el de un campo de trigo bajo la acción del viento. Las orejas se inclinan en la dirección del viento, se enderezan y vuelven a inclinarse; De manera similar, por la acción de la ola, una vena líquida y vertical se contrae y se espesa a medida que se forma el valle, mientras que se adelgaza y alarga según la fase de pico o altitud. De ahí que parezca que está oscilando de un lado y del otro en un punto fijo, este movimiento oscilante que se hunde en el mar se amortigua rápidamente.

La energía que desarrollan las ondas es enorme y proporcional a las masas de agua oscilantes y la amplitud de oscilación. Esta energía se descompone en dos partes, que son prácticamente iguales: una energía potencial, que provoca la deformación de la superficie del mar, y una energía cinética o cinética por desplazamiento de las partículas; en resumen, el agua. A poca profundidad, la energía cinética se transporta a una velocidad que depende de determinadas propiedades de la onda. Se ha calculado que una ola a 7,50 metros sobre el nivel de las aguas tranquilas y una longitud de onda de 150 metros, viajando a una velocidad de 15 metros por segundo, desarrolla una potencia de 700 caballos por metro lineal de pico; por lo tanto, una ola con las mismas propiedades que tenía 1Km. Wide desarrollaría la notable potencia de 700.000 CV. Esto explica los efectos catastróficos de las tormentas en el mar.

Las olas del mar se forman solo en ciertos puntos de nuestro planeta y se extienden radialmente desde allí. Por su importancia, mencionamos una cosa: la zona de las Azores, que se encuentra casi frente al Estrecho de

Gibraltar y unos 1.800 km al oeste de él, centro de una zona de huracanes casi permanente. Las grandes olas del mar que se forman en las islas anteriores y son amplificadas por la fuerza de los fuertes vientos aumentan significativamente su altura, masa y velocidad de avance.

La técnica es sencilla para capturar las energías desarrolladas por las olas del océano en sus vibraciones verticales. Para ello, basta con dotar a varios flotadores de una varilla que se desliza a lo largo de guías y cuyos movimientos verticales se transmiten desde la varilla a los generadores eléctricos. Sin embargo, la implementación práctica de este tipo de máquinas es muy difícil, ya que estas máquinas se destruyen a corto o largo plazo por el exceso de energía que tienen que absorber.

Las olas se crean en todas partes del mar bajo la acción del viento. En un día tranquilo, la superficie del mar está absolutamente en calma por la mañana. Pero cuando sopla una brisa suave, se forman pequeñas protuberancias en la superficie del agua tranquila, pequeñas olas: las ondas del mar. Con el aumento de la velocidad del viento, las olas aumentan en altura y masa más rápido que en longitud y profundidad. Cuando el viento finalmente sopla con violencia, las olas alcanzan un tamaño gigantesco y, gracias al impulso del viento, atraviesan la superficie del mar a gran velocidad y descargan toda su fuerza sobre los obstáculos que se interponen en su camino. Los efectos de estas vibraciones son enormes y el consumo de energía es considerable.

Los efectos de estos grandes temblores se pueden ver en puertos y rompeolas; Se citan casos en los que bloques de hormigón artificial que pesan más de dos o tres toneladas han sido levantados de sus asientos y arrojados varios metros.

Se han desarrollado muchos dispositivos y dispositivos para utilizar la energía de las olas, pero ninguno ha producido resultados prácticos. La energía de las olas es salvaje, difícil de dominar. En 1929 se realizó el primer proyecto en utilizar la potencia del eje horizontal con el rotor Savonius, una rueda que consta de dos semicilindros asimétricos montados en el mismo bastidor. El dispositivo funcionó en Mónaco durante varios meses. Los efectos corrosivos del agua de mar lo hicieron innecesario.

Estas y otras técnicas se han aplicado al uso de la energía de las olas horizontal o traslacional. Por un lado, su inconsistencia limita su uso. El fracaso de los experimentos discutidos y muchos otros experimentos llevados a cabo parece mostrar que la esperanza de utilizar la energía de las ondas y las ondas es en vano. Pero el hombre no se ha resignado a pensar en cuánta energía cinética, continua, eterna se pierde, que la naturaleza pone a su disposición libremente; Ante la no utilización de las olas y la energía de las olas, los ingenieros han dirigido sus esfuerzos a utilizar la derivada de la variación del nivel del mar, es decir, la de las mareas y el calor del mar”.

Entre los sistemas propuestos para la fijación de la energía de las olas, se puede clasificar que se fijan en la plataforma continental y nadan 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 de hormigón hueco, de diez metros de largo, colocado verticalmente en el hueco de un acantilado. Las olas penetran en la parte inferior del cilindro y mueven la columna de aire hacia arriba, lo que impulsa una turbina instalada en el extremo superior del tubo. Esta planta tiene una potencia de 500 KW y abastece a un pueblo de 50 casas”.

El pato de Salter, que consiste “en una boya alargada cuya sección tiene forma de pato. La parte más estrecha del flotador se enfrenta a la ola para absorber su movimiento lo mejor posible. Los flotadores giran bajo la acción de las olas alrededor de un eje cuyo movimiento de rotación impulsa una bomba de aceite encargada de mover una turbina”.

La dificultad de este sistema es “la generación de energía eléctrica con los lentos movimientos que se producen. Jangada Cockerell, formado por un conjunto de plataformas articuladas que reciben el impacto de las crestas de las olas. Las balsas suben y bajan, llevando un fluido a un motor que impulsa un generador a través de un sistema hidráulico instalado en cada junta”.

Rectificador 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 superpuestas. El agua pasa de arriba a abajo a través de una turbina”.

Boya Nasuda, consiste en “un dispositivo flotante donde el movimiento de las olas aprovecha la baja presión que mueve un generador de electricidad”.

b) Aprovechamiento de la energía de las mareas

Las mareas son fluctuaciones periódicas en el nivel del mar, es difícil ver este fenómeno lejos de la costa, pero en sus cercanías se materializan, se aclaran por los amplios espacios que el mar revela y cubre regularmente.

Este movimiento ascendente y descendente del agua del mar es creado por los atractivos efectos del sol y la luna. El agua que sube se llama refluo y el descenso se llama reflujo, siendo este último más corto en tiempo que

el primero. Los momentos de máxima subida de la corriente se denominan marea alta y el reflujo máximo en marea baja.

La amplitud de las mareas no es la misma en todas partes; Cero en algunos mares interiores como el Mar Negro entre Rusia y Turquía; de poco valor en el Mediterráneo, donde sólo mide entre 20 y 40 centímetros, es igualmente débil en el Pacífico. Por el contrario, tiene un valor notable en determinadas zonas del océano Atlántico donde se registran las mareas más altas. Alcanza una amplitud de 11 metros en la costa atlántica sur de la República Argentina, en la provincia de Santa Cruz, por lo que las embarcaciones en Puerto Gallegos se mantienen secas durante la marea baja. Pero la marea todavía los supera en algunos lugares, como en Fundy y Frobisher Bays, Canadá (13,6 metros), y en partes de las costas europeas del Reino Unido, en el Estuario de Servers (13,6 metros) y en Francia en las bahías de Mont Saint-Michel (12,7 metros) y el estuario del Rance (13 metros).

Belidor, profesor de la escuela de artillería de La Fère (Francia), fue “el primero en estudiar el problema de la captación de la energía cinética de las mareas, y concibió un sistema que permitiera un funcionamiento continuo de dicha energía, al utilizar dos piscinas o receptáculos conjugados”

El uso de las mareas como “fuente de energía se prolongó durante varios siglos. Los habitantes de los ríos costeros ya habían observado corrientes que hacían girar las ruedas de sus molinos, construidos a lo largo de las riberas de ciertos ríos del oeste de Francia y de otros países donde las mareas altas son de cierta intensidad”. Algunos de estos molinos todavía son visibles en las costas francesa de Normandía y Bretaña. Los avances tecnológicos han llevado al abandono de estas simples máquinas de rendimiento, ahora raras.

Las ideas de Belidor fueron retomadas por otros ingenieros franceses que “proyectaron un maremoto en el estuario de Avranches, al norte y a 25 km de Brest a partir de la construcción de un fuerte dique para cerrar el estuario y aprovechando la energía de la bajada de marea media, calculando turbinas para aprovechar un desnivel entre 0,5 y 5,6 metros. Los estudios para este proyecto estaban listos a fines de 1923, pero el proyecto fue abandonado”.

Se han estudiado otros proyectos en Estados Unidos para aprovechar la energía de las mareas en las bahías de Fundy y otros más pequeños que allí se abren, en los que “las mareas ofrecen desniveles de hasta 16,6 metros. En Cobscook se construyó una central de energía mareomotriz de eficiencia media, que duró algunos años porque su rendimiento era más 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 seria para el aprovechamiento de la energía de las mareas se realiza en la actualidad 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, turbinas, talleres de reparación, locales y locales para personal de dirección y trabajadores- todo está contenido, encerrado dentro de los muros de la potente presa que cierra la entrada a la ría. Una pista de hormigón ancha que recorre toda la longitud.

2.3.2 ¿Cómo funciona la energía mareomotriz?

La energía de las mareas se genera gracias al movimiento que crean las mareas, esta energía es aprovechada por turbinas, las cuales a su vez mueven la mecánica de un alternador que genera energía eléctrica, al fin y al cabo, este está conectado a una central eléctrica en tierra que distribuye energía para la comunidad y la industria.

No consume combustibles fósiles ni produce gases que contribuyan al efecto invernadero. Se considera energía limpia y renovable. Sus ventajas incluyen la previsibilidad y el suministro seguro con un potencial que no cambia significativamente cada año y solo se limita a los ciclos de mareas y corrientes.

La instalación de este tipo de energía se da en ríos profundos, las desembocaduras del río al océano y aguas abajo de este último, aprovechando las corrientes oceánicas.

2.3.3 Características de la energía mareomotriz

“La explotación de la energía potencial correspondiente a la sobre elevación del nivel del mar aparece en teoría como muy simple: se construye un dique cerrando una bahía, estuario o golfo aislándolo del mar exterior, se colocan en él los equipos adecuados (turbinas, generadores, esclusas) y luego, aprovechando el desnivel que se producirá como consecuencia de la marea, se genera energía entre el embalse así formado y el mar exterior.

Esta energía es, sin embargo, limitada; la potencia disipada por las mareas del globo terrestre es del orden de 3 TW, de los cuales sólo un tercio se pierde en mareas litorales. Además, para efectividad la explotación, la amplitud de marea debe ser superior a los 4 metros, y el sitio geográfico adecuado, lo que elimina prácticamente el 80% de la energía teóricamente disponible, dejando aprovechables unos 350 TW-hr por año” (Bonafille, 1976). A modo de resumen se muestran la fig. 1 los proyectos al año 1982.

Uno de los principales inconvenientes de su uso aparece precisamente por las propiedades inherentes al fenómeno de las mareas. De hecho, la altitud disponible (y la potencia asociada) variará con la fluctuación del nivel del mar (con un período del orden de 12 horas. 30 min. En las áreas seleccionadas) si no se toman las precauciones necesarias. por lo tanto, cancelado dos veces al día. Además, la marea sigue el ritmo de la luna en lugar del sol, por lo que las horas en las que esta energía está disponible se retrasa 30 minutos cada día. Los enfoques teóricos para superar esta dificultad no son económicos y, en la actualidad, el problema solo puede resolverse mediante la regulación externa o la creación de redes.

Por otro lado, un análisis de las amplitudes medias muestra que, para los fines prácticos que se persiguen, pueden considerarse constantes durante todo el año e incluso durante todo el año (investigadores franceses y rusos dan diferencias del 4 al 5% en 18 años); Desaparición del riesgo de sequía, característico de las centrales hidroeléctricas.

2.3.4 Futuro de la energía mareomotriz

Los actuales de la técnica, el acelerado crecimiento de la demanda energética mundial, y el siempre latente incremento en el precio de los combustibles its primordial factores que achican cada vez más la brecha entre los costos de generación mareomotriz y los de las fuentes convencionales de energy. Así lo aprehenden países como Canadá o Inglaterra, donde se integra en los planes

energéticos como una solución a medio plazo en el proceso de sustitución de las centrales térmicas.

En cuanto al modo de operación y construcción de las centrales, actualmente se aceptan ciertas premisas básicas, tales como: Se asume que el sistema de tanque de efecto simple y simple es el más adecuado desde el punto de vista económico.

En cuanto al diseño constructivo, se adopta el uso de cajones prefabricados (cajones) en la mayoría de las obras, incluso como reemplazo de diques de terraplén complementarios (estos se reservan solo para áreas intermareales). La importancia de la organización constructiva es evidente en la necesidad de reducir el tiempo de cierre y así acelerar el tiempo de puesta en marcha. Para ello, se considera recomendable colocar las turbomáquinas una vez cerrada la obra.

“Las turbinas Bulbo y strafflo se usan indistintamente para los estudios comparativos de costos, aunque este último tipo reduce en un 20% el peso muerto (hormigón y balasto) de la obra civil. Sin embargo, todavía no hay en el mercado unidades Strafflo de gran diámetro suficientemente probado. En Annapolis Royal (Canadá), se puso en funcionamiento una unidad experimental ($d = 7,6$ m.) Que servirá para testear las características de funcionamiento en condiciones reales” (Whitaker, 1982).

“La forma de regulación más conveniente es la incorporación de la producción a sistemas o redes de interconexión (cuya capacidad debe ser por lo menos 10 veces superior a la magnitud de la usina); o en su defecto una conexión optimizada con centrales de acumulación por bombeo (Gibson y Wilson, 1979) o hidroeléctrica” (Bernshtein, 1965, Godin, 1974).

Una de las ventajas más importantes de estos sistemas es que <tienen las principales propiedades de una central hidroeléctrica convencional, permiten una reacción rápida y eficiente a las fluctuaciones de carga en la red y generan

energía amigable con el medio ambiente, independientemente de las fluctuaciones estacionales o anuales, con bajo mantenimiento. costos y vida útil prácticamente ilimitada>

Las desventajas incluyen: la necesidad de una alta inversión inicial (por otro lado, características de cualquier trabajo de uso de energía) además de la potencia intermitente, variable y desfasada de los bloques de energía.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 ¿Qué es la energía?

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y provocar cambios en sí mismos o en otros cuerpos: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc.

La energía se puede manifestar de diferentes formas: gravitación, cinética, química, eléctricos, magnéticos, nucleares, radiantes, etc., con posibilidad de transformación, pero siempre respetando la ley de conservación de la energía.

La mayor parte de la energía que tenemos proviene del sol. “El sol genera viento, evaporación del agua superficial, formación de nubes, lluvia, etc. Su calor y luz son la base de muchas reacciones químicas que son esenciales para el desarrollo de plantas y animales, cuyos restos a lo largo de los siglos han producido combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural.

2.4.2 ¿Qué es energías renovables?

Son aquellos que encontramos en cantidades limitadas en la naturaleza, que se pueden regenerar de forma natural o artificial, y cuyos efectos sobre el medio ambiente son prácticamente nulos o reversibles.

Entre las energías renovables encontramos “hidroeléctrica”, “eólica”, “

“solar”, “geotérmica”, “mareomotriz” y “biomasa”.

2.4.3 ¿Cómo es la red eléctrica?

La energía eléctrica no se puede almacenar tan fácilmente como el carbón o los barriles de petróleo. “Producido en fábricas, debe llegar a los centros de consumo a través de líneas de alta tensión.

La transmisión de energía eléctrica a largas distancias debe realizarse con la mayor tensión posible para minimizar las pérdidas en el cable. Los transformadores son dispositivos que se encargan de cambiar el voltaje.

2.4.4 ¿Cuál es el origen de las energías renovables y cuáles son?

Las energías renovables son aquellas que se producen continuamente e inagotables a escala humana; Se renuevan constantemente, a diferencia de los combustibles fósiles, que tienen determinadas cantidades o reservas agotables en un período de tiempo más o menos específico.

Las formas más importantes de energías renovables son: biomasa, energía hidroeléctrica, eólica, solar, geotermia y oceánica.

Las energías renovables provienen directa o indirectamente de la energía del sol; La energía geotérmica y de las mareas son una excepción.

2.4.5 Energía mareomotriz

La energía mareomotriz pertenece al grupo de las denominadas energías renovables y se obtiene a través de las energías cinética y potencial de las mareas, es decir, utiliza la potencia de las olas del océano y el cambio entre reflujos y flujos que convierten su variación en energía eléctrica.

Tres cuartas partes La superficie de la tierra está cubierta por mares y océanos, que son un gran depósito de energía renovable, limpia y respetuosa con el medio ambiente, pero el alto costo de instalar mareomotrices de

electricidad de las plantas ralentiza la propagación de su rendimiento energético.

La energía se define como mayor o menor capacidad de realizar un trabajo o producir un efecto en forma de movimiento, luz, calor, etc. Es la capacidad de provocar transformaciones. Los mares y océanos cubren las tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta. En la superficie, los vientos provocan olas que pueden llegar a los 12 metros de altura, 20 metros por debajo de la superficie, las diferencias de temperatura crean corrientes; finalmente, tanto en la superficie como en el fondo, la conjugación de la atracción del sol y la luna. Las mareas, es decir, el movimiento del agua del mar, generan energía que se convierte en electricidad en las plantas de energía mareomotriz.

Utilice la energía que libera el agua de mar a medida que sube y baja. Es una de las nuevas formas de generar energía eléctrica.

La energía de las mareas es la que se obtiene mediante el uso de las mareas. Al conectarlo a un alternador, el sistema se puede utilizar para generar electricidad, convirtiendo la energía de las mareas en energía eléctrica, una forma de energía más segura y rentable.

El sistema consiste en captar y liberar agua durante la marea alta, haciendo que pase por turbinas durante la marea baja. La energía de gravedad terrestre y lunar, la energía solar y la energía eólica crean cada una tres manifestaciones de la energía oceánica: mareas, gradientes térmicos y olas. Con dispositivos adecuados, se puede obtener energía de él.

Las tres categorías de movimientos de las aguas del mar:

Debido a la acción conjunta del Sol y la Luna, se producen tres tipos de alteraciones en la superficie del mar:

Corrientes marinas. Olas y olas. Las mareas.

Las corrientes marinas son grandes masas de agua que, debido a su calentamiento por la acción directa y exclusiva del sol, se mueven horizontalmente; Por tanto, son verdaderos ríos salados que atraviesan la superficie de los océanos.

La salinidad del agua también influye en su formación. La amplitud y profundidad de las corrientes oceánicas son a veces considerables y en algunos casos pueden alcanzar cientos de metros. La dirección en la que se mueven es diferente en los hemisferios norte y sur. Algunas corrientes se mueven de un hemisferio a otro, otras nacen en el mismo hemisferio en el que nacieron, avanzan, se mueven y se diluyen o mueren.

Las órbitas de tales corrientes son constantes, y el hombre se benefició de ello durante el largo período de navegación; Este fue el primer y único uso del poder de las corrientes oceánicas.

El conocimiento de las corrientes oceánicas, su amplitud, dirección, velocidad, etc. es de gran importancia para la gente de mar. Una de sus acciones es distraer de su ruta a los barcos que ingresan en ellos; promover u obstaculizar la navegación según la dirección de viaje. La gran corriente caliente del Golfo, que se dirige desde el Golfo de México hacia las costas occidentales de Europa, no solo suaviza su clima debido a sus temperaturas, sino que también facilita a los barcos el cruce del Atlántico hacia el oeste.

El fuerte no ha obtenido ninguno otro radio elogioso de la excesiva pedantería cinética de las corrientes oceánicas. Pero los resultados y ventajas de otro orden (climático, antropogeográfico, económico, etc.) son incalculables.

Es una persona de pedantería renovable, entretanto tanto que la piqueta de pedantería primaria no se agota con su explotación, y es limpia ya que no se producen subproductos contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos en el cambio energético.

Sin embargo, la lista entre la notación de intensidad que se puede venir con los principios actuales y el cuantía guardoso y medioambiental de instalar los dispositivos para su consideración han inmovilizado una sagacidad significativa de naciente cualquiera de intensidad.

Otros medios para extraer energía del mar son: las olas (energía de las olas), la diferencia de temperatura entre la superficie y las aguas profundas del océano, el gradiente térmico del océano; salinidad, corrientes oceánicas o energía eólica marina.

2.4.6 ¿Qué es un campo magnético?

El campo magnético es un espacio en el que se producen fenómenos magnéticos debido a la influencia de un cuerpo con propiedades magnéticas, ya sea un imán o un material ferromagnético magnetizado.

El campo magnético en física se define como una cantidad vectorial que hace que el magnético sea de intensidad, es decir, expresa el fenómeno de atracción de un imán y determinamos los materiales que siempre tienen un polo norte y un polo sur.

El campo magnético no se refiere a la fuerza en sí, sino a un espacio, en el que esta fuerza es ejercida por el movimiento de cargas eléctricas. En él, las fuerzas actúan sobre partículas cargadas en movimiento, lo que le confiere su carácter vectorial. El campo magnético se representa dibujando líneas imaginarias llamadas líneas de fuerza magnéticas o líneas de campo magnético.

Características de un campo magnético

Tiene un polo norte y un polo sur.

Los polos opuestos se atraen y los polos iguales se repelen entre sí.

Puede generarse a partir de corrientes eléctricas o imanes en movimiento.

Cuanto más cerca esté un campo magnético del punto de origen, mayor será su intensidad.

Su propagación se produce a la velocidad de la luz.

Está representado por las líneas del campo magnético”.

En el sistema internacional, la unidad de campo magnético se llama Tesla y se abrevia con el signo "T". Un tesla equivale a un weber por metro cuadrado.

2.4.7 ¿Qué es una bobina?

Las bobinas son un elemento pasivo de dos terminales capaz de generar flujo magnético cuando fluye una corriente eléctrica. Las bobinas están hechas de un alambre de cobre esmaltado o un alambre enrollado en un núcleo, estos núcleos pueden tener una composición diferente ya sea en aire o en un material ferroso como el acero magnético para intensificar su capacidad de magnetismo.

Su unidad de medida es Henry (H) en el sistema internacional. Para calcular los henries de una bobina, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- El número de vueltas o vueltas que tiene.
- El diámetro de las vueltas.
- Longitud de cable.
- El tipo de kernel.

Todos estos factores, mayores o mayores, aumentan la inductancia de la bobina, provocando que tenga más henry (H).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

El diseño de un mini generador utilizando fuerza mareomotriz permite generar la corriente eléctrica produciendo energía renovable Huacho – 2021.

2.5.2 Hipótesis específicas

Existe relación directa entre el voltaje promedio generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz la cual nos permitirá producir energía renovable Huacho – 2021.

Existe relación directa entre la corriente eléctrica generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz la cual nos permitirá producir energía renovable Huacho – 2021.

2.6 Operacionalización de las variables

Título: “Diseño de un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021”.

Autor: Pedro James VÁSQUEZ MEDINA

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de un mini generador utilizando fuerza mareomotriz	La energía mareomotriz es la que se obtiene aprovechando las mareas, transformando la energía mareomotriz en energía eléctrica.	La energía mareomotriz es la energía que mediante el uso de un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad.	Ondas marinas Mareas	Altura Longitud Periodo Velocidad.	r de Pearson
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
	Energía renovable es	La energía renovable es			

<p>Producir energía renovable</p>	<p>la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.</p>	<p>cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización.</p>	<p>Energía ondulatoria Bobina Campo magnético.</p>	<p>Potencial eléctrico. Corriente eléctrica.</p>	<p>r de Pearson</p>
-----------------------------------	--	---	--	--	---------------------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación según el fin perseguido fue “investigación aplicada”, porque tiene como objetivo conocer el voltaje y su relación con la corriente eléctrica.

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación fue “descriptivo correlacional”, ya que describo la relación entre voltaje y corriente eléctrica.

La investigación correlacional nos dice que “se refiere a las características, cualidades internas y externas, propiedades y características esenciales de los hechos y fenómenos de la realidad, en un tiempo y tiempo específico e histórico”.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño experimental permite al investigador analizar y estudiar la relación de hechos y fenómenos de la realidad (variables), con el fin de conocer su influencia o ausencia, se intenta determinar el grado de relación entre las variables a estudiar.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de estudio está constituida por las mareas de la caleta de Carquin, Playa de Huacho, Playa de Hornillos y Playa el Colorado.

3.2.2 Muestra

La muestra está constituida por la fuerza de la masa de agua generada por una tabla para producir olas por un determinado tiempo, en la cual se midió con un multímetro el voltaje generado por el movimiento del imán en la bobina.

El prototipo de esta investigación está construido por una cubeta o pecera cuyas medidas es: Ancho 40 cm, largo 100 cm y altura 35 cm en donde haremos el mini generador con una bobina de 200 vueltas, y diámetro 10 cm en la cual ubicaremos un imán; la cual se ubicará en el Laboratorio de Física II, Facultad de Ciencias, de la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se utiliza las técnicas de investigación documental, en donde se hará la revisión y selección de la bibliografía (Tablas de mareas-Perú) respecto al tema de investigación; así mismo también se hará investigación de campo, en la que se utilizó la observación y así mismo se realizara coordinación con las autoridades de la Facultad de Ciencias de la UNJFSC de Huacho para la ubicación del mini generador.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se llevó a cabo el uso del paquete estadístico r Pearson modo de prueba, el cual procesó la información, para la interpretación y análisis de tablas y figuras, llegando a los resultados, conclusiones y recomendaciones que implican los objetivos e hipótesis siendo el producto de la investigación.

Oscilaciones de un imán en una cubeta de un muelle amortiguadas por una bobina

Aplicando la ley de Faraday:

A medida que el imán se mueve, el campo magnético variable induce una corriente en las espiras de la bobina. Esta corriente establece una fuerza sobre el imán que se opone a su velocidad.

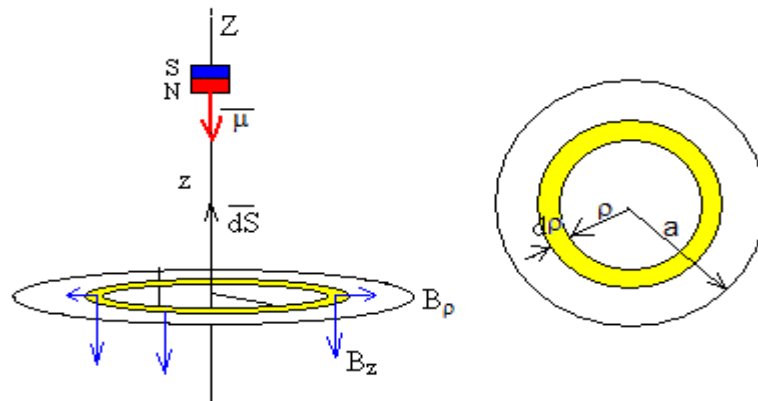


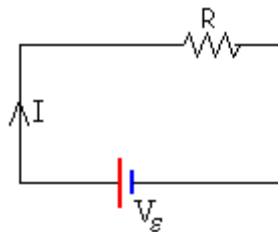
Figura 7. Aplicando la ley de Faraday

$$V = \frac{3N\mu_0\mu a^2}{2} \frac{z v}{(a^2 + z^2)^{5/2}}$$

$$\frac{2V}{Na} = \frac{3\mu_0\mu a z v}{(\sqrt{a^2 + z^2})^5}$$

Donde "V" es el voltaje, "N" es el número de vueltas de la bobina, "z" es la distancia recorrida por el imán, "v" es la velocidad de la onda y "a" es el radio de la bobina.

Tenemos un bucle de radio "a" y de sección circular cuyo diámetro es D, está hecho de un material cuya conductividad es σ . La resistencia del bucle es:



$$R = \frac{1}{4} \frac{2 a}{D^2}$$

$$R = \frac{8a}{D^2}$$

La resistencia de la bobina es NR. La ley de Ohm para esta bobina se escribe $V = I.N.R$. La intensidad de la corriente inducida en la bobina es:

$$I = \frac{V}{N.R}$$

$$I = \frac{\frac{3N\mu_0\mu a^2}{2} \frac{z v}{(a^2 + z^2)^{5/2}}}{N \frac{8a}{D^2}}$$

$$I = \frac{3\mu_0\mu}{16} \frac{D^2}{(\sqrt{a^2 + z^2})^5} a z v$$

$$I = \frac{3\mu_0\mu a z v}{(\sqrt{a^2 + z^2})^5} \frac{D^2}{16}$$

$$I = \frac{2V}{Na} \frac{D^2}{16}$$

Siendo:

V: f.e.m. inducida

N: Número de espiras que forma la bobina = 250 vueltas

D: Diámetro de la sección del cable = 0,7 mm

a: Radio de la bobina = 4 cm

μ : Conductividad del material del que está hecho el cable (cobre) =

$$59,6 \times 10^6 \text{ } \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$$

μ_0 : Constante de permeabilidad magnética del vacío = $4 \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$

μ : Momento magnético del imán = $2,6 \text{ Am}^2$

v: Velocidad de la onda.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 3. Datos del voltaje tomados del mini generador

N°	VOLTAJE (mV)	I (mA)
1	0,18	0,065709
2	0,13	0,0474565
3	0,28	0,102214
4	0,20	0,07301
5	0,33	0,1204665
6	0,11	0,0401555
7	0,19	0,0693595
8	0,41	0,1496705
9	0,16	0,058408
10	0,22	0,080311
11	0,14	0,051107
12	0,41	0,1496705
13	0,31	0,1131655
14	0,14	0,051107
15	0,17	0,0620585
16	0,31	0,1131655
17	0,15	0,0547575
18	0,19	0,0693595
19	0,28	0,102214
20	0,21	0,0766605
21	0,25	0,0912625

22	0,17	0,0620585
23	0,24	0,087612
24	0,19	0,0693595
25	0,14	0,051107
26	0,39	0,1423695
27	0,12	0,043806
28	0,18	0,065709
29	0,13	0,0474565
30	0,49	0,1788745

4.1 Análisis de resultados

Voltaje (mV)

Según la tabla 4, el voltaje promedio encontrado es 0.2273 mV aproximadamente, con una variación de +/- ,09941mv; además, la mitad de las muestras resultó ser menor a ,19 mV y la otra mitad mayor a ,19 mV. Así mismo, el voltaje mínimo fue ,11 mV y el voltaje máximo fue ,49 mV. En la tabla 5 se aprecia que el 63,3% de las muestras resultó entre ,11 y ,23 mV; por otra parte, el 23,3% de las muestras resultó entre ,24 y ,36 mV; y finalmente el 13,3% resultó entre ,37 y ,49 mV.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la variable voltaje

VOLTAJE_mV	
N	30
Media	,2273
Mediana	,1900
Desv. Desviación	,09941
Mínimo	,11
Máximo	,49

Tabla 5. Distribución porcentual de la variable voltaje

Voltaje (mV)	Frecuencia	Porcentaje
0,11 - 0,23	19	63,3
0,24 - 0,36	7	23,3
0,37 - 0,49	4	13,3
Total	30	100,0

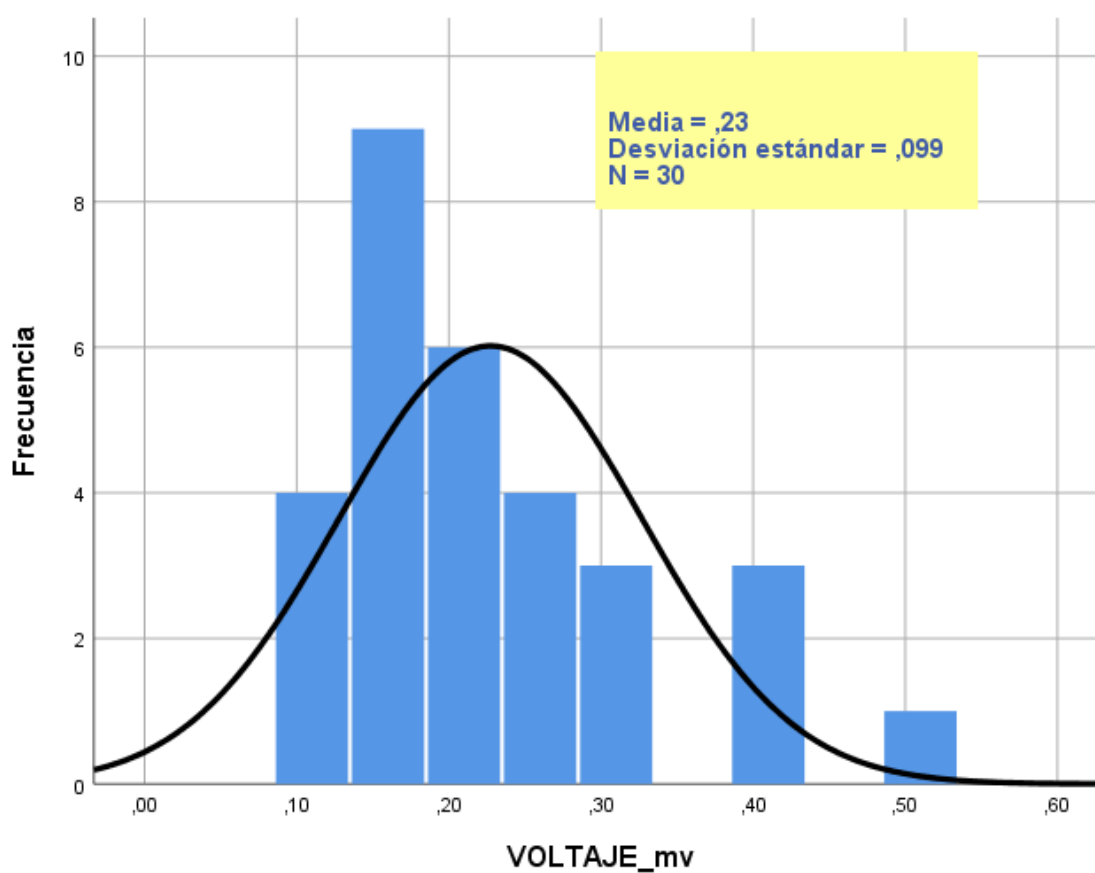


Figura 8. Distribución de voltaje

Corriente eléctrica (mA)

Según la tabla 6, el promedio de corriente eléctrica registrada fue ,08299 mA aproximadamente, con una variación de +/- ,03629; la mitad de registros fue menor a ,06936 mA y el registro mínimo fue de ,040156 mA y un máximo de ,178875 mA.

En la tabla 7, se observa que, el 60% de las muestras registraron una energía eléctrica entre ,04 y ,08 mA; el 26,7% de muestras registraron una energía entre ,08 y ,13; finalmente el 13,3% de las muestras registró una energía entre ,13 y no más de ,18 mA.

Tabla 6. Estadísticas descriptivas sobre corriente eléctrica registrada

I_mA	
N	30
Media	,082988033333
Mediana	,069359500000
Desv. Desviación	,0362895300739
Mínimo	,0401555000
Máximo	,1788745000

Tabla 7. Distribución porcentual sobre corriente eléctrica

Corriente eléctrica	Frecuencia	Porcentaje
0,04 - 0,08	18	60,0
0,08 - 0,13	8	26,7
0,13 - 0,18	4	13,3
Total	30	100,0

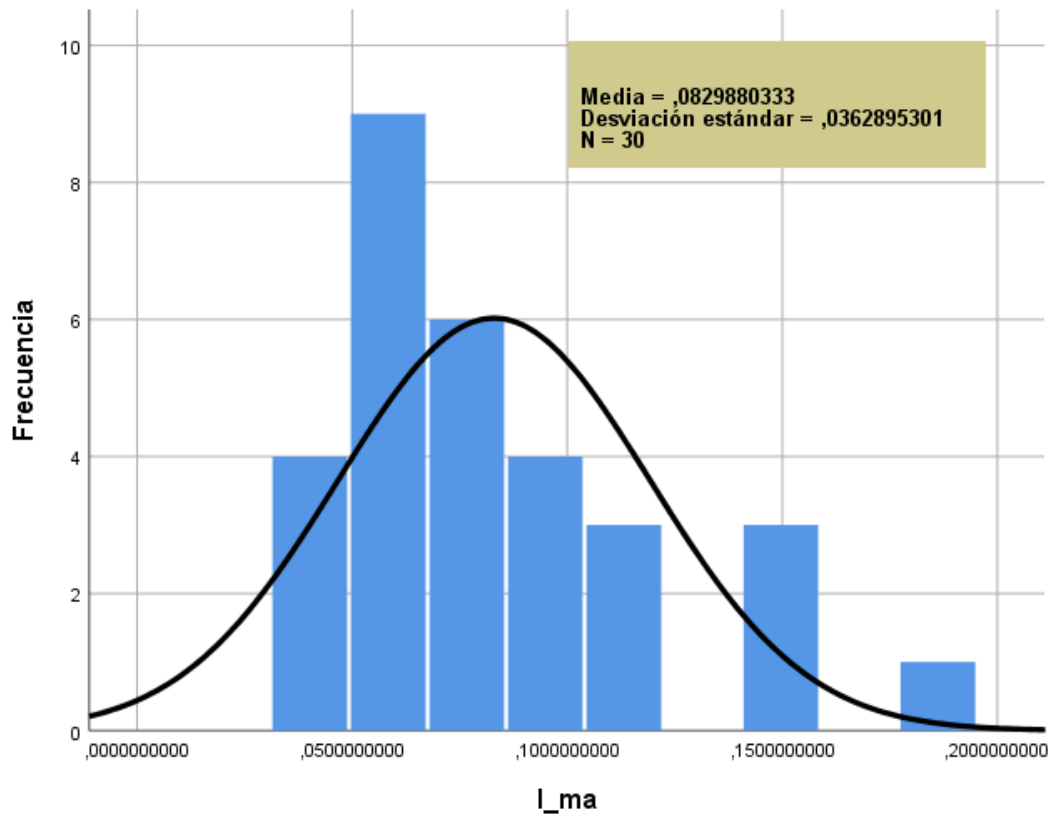


Figura 9. Distribución de corriente eléctrica

4.2 Contrastación de hipótesis

“El diseño de un mini generador mediante fuerza mareomotriz permite generar la corriente eléctrica produciendo energía renovable Huacho – 2021”.

Según la prueba r de Pearson (prueba que mide la correlación entre las variables continuas), por ser el p-valor (,000) menor que el nivel de significancia (,01); resultó ser altamente significativa; es decir se puede afirmar que al 99% de confianza el voltaje se correlaciona de manera altamente significativa con la corriente eléctrica, siendo el nivel de correlación bastante alta ($r = ,999$) y positiva; por lo que se puede concluir que diseñar un mini generador a través de la fuerza mareomotriz genera corriente eléctrica, la misma que produce energía renovable, en el litoral de Huacho. Tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. *Correlación de Pearson entre voltaje y corriente eléctrica*

Indicador	Valor
Correlación de Pearson entre voltaje y corriente eléctrica (r)	,999
p-valor	,000
N	30

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

De las contrastaciones de hipótesis que se realizaron se obtuvo que:

1. Los resultados del presente estudio muestran una fuerte asociación directa entre las variables X e Y ($p\text{-valor}=0,000$) y $r=0,999$, con lo cual aceptamos las hipótesis. Por lo tanto, se pudo comprobar estadísticamente que: “Existe una relación directa entre el voltaje generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir corriente eléctrica”.
2. Asimismo, cuando el movimiento forzado en la cubeta es alto se obtuvo un voltaje de 0,49 mV, especialmente cuando su caída esta entre $- 0,05$, y $+0,05$ metros, nuestro diseño utilizando dicha fuerza produce una energía de $0,087648505 \mu\text{W}$, que concuerda con la investigación: “Cuantificación de energía de una planta mareomotriz”, de López-González (2010). Para evaluar la capacidad es muy importante tener en cuenta la amplitud de la marea, el número de turbinas instaladas y el área del embalse, ya que son factores que determinan la cantidad de energía disponible. Una buena combinación de estos tres factores dará como resultado los mayores beneficios”.
3. El voltaje más bajo se obtuvo cuando la marea se comportó en su bajamar en la fase diurna con una altura de 0,035 metros obteniéndose un voltaje de 0,11 mV, el cual aún es considerable para mover la boya de este prototipo de mini generador del cual se obtiene una potencia de $0,004417105 \mu\text{W}$ y una velocidad angular de 64,921309 r.p.m. en las olas creadas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Al estar elaborando este estudio de investigación, me di cuenta de la gran importancia que es la generación de energía eléctrica por medio de las olas de nuestro mar y el potencial que tenemos en nuestro Perú, ya que en nuestro país es muy diverso. Es necesario buscar nuevas alternativas a la generación de electricidad que contaminen o contaminen lo menos posible nuestro planeta.

En este proyecto de tesis se ha investigado cómo generar electricidad de forma limpia que no contamine el planeta y una de las menos empleadas y utilizadas es la energía mareomotriz presente en la marea, donde existe un gran potencial para generar grandes cantidades de energía eléctrica, así lo natural, libre e inagotable la materia prima.

Se diseñó un prototipo de Mini generador que utiliza energía mareomotriz para generar electricidad a pequeña escala, basado en los principios básicos de cómo funciona una planta de energía mareomotriz. Este prototipo verificó cómo el agua en movimiento puede generar electricidad sin necesidad de utilizar combustible, que es mucho menos contaminante.

6.2 Recomendaciones

Esta investigación es de gran importancia para el desarrollo de nuestro país, donde este diseño de mini generador constituye una nueva forma de generar energía eléctrica de forma limpia y sin contaminar nuestro planeta, en la que se propone generar de energía eléctrica con energía mareomotriz. estaciones, dado que esta es una nueva alternativa para generar energía, si la construcción de un generador más grande se implementa aquí en nuestro Perú, sería muy importante.

Esta tecnología para generar energía mareomotriz no es nueva en el mundo, pero no se usa ni se explota en nuestro país porque el establecimiento de estas centrales eléctricas no es fácil, en Perú tenemos 200 millas de nuestro mar para poder explotarlo, Los gobiernos a su vez no están interesados en la construcción de centrales mareomotrices que empleen trabajos relativamente económicos, sino en los límites que frustran estos objetivos, ya que no cuentan con el apoyo del gobierno. Se espera que con la operación a mayor escala, las ideas presentadas con nuestro prototipo faciliten el desarrollo de sistemas que respondan a las tendencias globales en la generación de energía con fuentes de energía no convencionales.

REFERENCIAS

7.2 Fuentes bibliográficas

- Asmat H. (2007). *Física General II. Teoría y Problemas*. UNI. Trama impresiones. 6ta edición. Lima - Perú.
- Arellano, J., & Rodríguez, R. (2013). *Salud en el trabajo y seguridad industrial*. México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor.
- Asfahl, R., & Rieske, D. (2010). *Seguridad industrial y administración*. Mexico: Pearson Educación.
- Caglar, M., Karsll V., Kenisarin, M., (2006). “Wind power engineering in the world and perspectives of its development in Turkey”. Elsevier, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10 (4), 341-369.
- Caracas, M., (2007). “Harvesting Ocean Power: an International Perspective”, en *Pathways to Energy Security*, ASME.
- Centre For Renewable Energy Sources, (2004). “Ocean Energy Conversion in Europe. Recent advancements and prospects”, en *Coordinated Action on Ocean Energy*, proyecto de la UE, *Renewable Energy Technnologies*.
- C L Ladera, G Donoso. (2013) *Oscillations of a spring-magnet system damped by a conductive plate*. *Eur. J. Phys.* 34. 1187-1197.
- CREUS, A. (2004). *Energías Renovables*. Sevilla: CEYSA.
- CUBILLOS A. y F. ESTENSSORO. (2011). *Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina: los desafíos del crecimiento y desarrollo en el contexto del cambio climático*. Santiago de Chile: IDEA-USACH.
- Davies. (2005). *Ware power desalination: resource assessment and review of technology*. Reino Unido: Escuela de Ingeniería, UNiversidad de Warwick.
- Diez, F. (2002). *Técnicas para aprovechar la energía de las olas*. España: Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ebergética. Universidad de Cantabria.
- ENERGÉTICA, T. (2008). *Apuntes de la asignatura impartida en el curso 2007 – 2008 en ETSIL*. Madrid: UPM.

- Fernández Chozas, J. (2008). *PROXIMACIÓN AL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA*. Madrid: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
- Fernandez, E., & Rodriguez, C. (2018). *Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para la industria de alimentos “productos el Catalán E.I.R.L.” aplicando la norma OHSAS 18001-2007 (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Hassan, M., Hussain, A., Ali, H., Noor, F., Kamran, M., Hassan, W., & Case, K. (2015). Organizational Safety Climate - A Case Study of Comparing Two OHSAS Certified Food Processing Plants. *Technical Journal, UET Taxila*, 19-26.
- Kim, Y., Parque, Y., & Parque, M. (2016). Creating a Culture of Prevention in Occupational Safety and Health Practice. *Safety and Health at Work*, 89-96.
- López-González J. (2010). *Cuantificación de energía de una planta mareomotriz*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Manuel Chimbo - Campuzano. (2016). Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Ecuador. *Ingenius*.
- MAQUE, P. S. (20013). *METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN MINI SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA*. Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN.
- Ministerio del Trabajo y Promocion del Empleo del Perú. (14 de Marzo de 2013). Resolucion Ministerial. (050-2013).
- Paas, Õ., Reinhold, K., & Tint, P. (2015). OHSAS 18001 contribution to real and formal safety elements in safety management system in manufacturing. *Agronomy Research*, 1260-1274.
- Pérez W. (2005). *Física. Teoría y práctica*. Física Colección Uniciencia. Paredes Galván Editor. 3ra Edición. 1316pp.Lima Perú.
- Quinches, C. (2014). *“MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR DE AMAY DEL DISTRITO DE HUACHO, PROVINCIA DE HUAURA - LIMA”*. Huacho: Estudio DE PRE INVERSION A NIVEL DE PERFIL.

- Quispe, F. M. (2005). *Diseño de una turbina de río para la generación de electricidad en*. Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.
- Ramírez, M. L. (2016). *Diseño óptimo de un sistema de aprovechamiento de la energía del oleaje y gestión integral a diferentes escalas de tiempo*. España: Universidad de Granada.
- Sánchez, G. (2018). *Análisis de riesgos de seguridad y salud en el trabajo para los procesos de elaboración de alimentos en la planta de alimentos balanceados de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Sutton, I. (2017). *Plant Design and Operations*. Chennai: Gulf Professional Publishing.
- T., F. (2005). *The Weather Makers*. Melbourne: Texto Editado.
- Valverde, L. (2011). *Propuesta de un Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para las áreas operativas y de almacenamiento en una empresa procesadora de vaina de Tara (Tesis de Pregrado)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- WALL, R. E. (2012). *GENERACIÓN MAREOMOTRIZ DISTRIBUIDA EN EL SUR DE CHILE INTEGRADA CON LA UTILIZACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS UTILITARIOS COMO FUENTE DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA*. CHILE: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.

7.4 Fuentes electrónicas

<http://www.oei.es/divulgacioncientifica/reportajes012.htm>

<http://www.ejournal.unam.mx/ict/vol1102/ICT001100209.pdf>

<http://www.slideshare.net/mayelaguerra/energias-alternativas-sofia-y-andrea>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/fem/acoplado/acoplado.html>

ANEXOS

Anexo 1. Prototipo de proyecto de investigación



Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: DISEÑO DE UN MINI GENERADOR UTILIZANDO FUERZA MAREOMOTRIZ PARA PRODUCIR ENERGÍA RENOVABLE HUACHO – 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo diseñar un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Diseñar un mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El diseño de un mini generador utilizando fuerza mareomotriz permite generar la corriente eléctrica produciendo energía renovable Huacho – 2021.</p>	<p>Variable X:</p> <p>Diseño de un mini generador utilizando fuerza mareomotriz.</p>	<p>Ondas marinas Mareas.</p>	<p>Amplitud Longitud Periodo Velocidad</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>1. ¿Cómo evaluar el voltaje promedio generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Evaluar el voltaje promedio generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>1. Existe relación directa entre el voltaje promedio generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz la cual nos permitirá producir energía</p>	<p>Variable Y:</p> <p>Producir energía renovable.</p>	<p>Energía ondulatoria Bobina Campo magnético.</p>	<p>Potencial eléctrico. Corriente eléctrica.</p>

<p>2. ¿Cómo evaluar el corriente eléctrico promedio generado por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021?</p>	<p>2. Evaluar la corriente eléctrica promedio generada por el mini generadora utilizando fuerza mareomotriz para producir energía renovable Huacho – 2021.</p>	<p>renovable Huacho – 2021.</p> <p>2. Existe relación directa entre la corriente eléctrica generada por el mini generador utilizando fuerza mareomotriz la cual nos permitirá producir energía renovable Huacho – 2021.</p>			
---	--	---	--	--	--

Dr. JOSE LUIS ROMERO BOZZETTA
ASESOR

Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA
PRESIDENTE

Dr. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA
SECRETARIO

Dr. JOHNNY GREGORIO CIPRIANO BAUTISTA
VOCAL

Dr. CRISTIAN IVAN ESCURRA ESTRADA
VOCAL