



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA MEJORAR EL  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA  
PLAYA COSTANERA- HUANCHACO”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

Autores:

Neira Vergara, Maria Luisa  
Roque Ruiz, Jhonatan Steven

Asesor:

Ing. Luis Mauricio Gutiérrez Magán

Trujillo - Perú

2020

# DEDICATORIA

*A Dios por darnos siempre salud, bondad y amor, permitiéndonos realizar este logro tan importante para nosotros en nuestra vida. A nuestros padres amados que nos alentaron para seguir estudiando, brindándonos siempre sus consejos, paciencia y apoyo incondicional.*

## AGRADECIMIENTO

*En este trabajo de investigación nos gustaría agradecer principalmente a Dios por darnos la sabiduría y el entendimiento necesario para lograr desarrollar esta investigación de manera satisfactoria, a nuestros padres que siempre nos han dado su apoyo y su confianza permitiéndonos tener una excelente educación. A nuestros fieles amigos Maria Rosa Neira Vergara, Jhack Jhelsin Julca Castañeda y Wido Andrés Marceliano Flores que nos brindaron su apoyo en cada momento requerido del proceso de nuestra tesis, agradecer su confianza hacia nosotros. A nuestros docentes por brindarnos sus consejos y enseñanzas para lograr convertirnos en unos excelentes profesionales y finalmente queremos agradecer infinitamente al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC)-BECA 18 ya que gracias a ellos y a nuestros conocimientos intelectuales hemos cumplido el sueño de tener una carrera profesional.*

## Tabla de contenidos

AGRADECIMIENTO .....	3
RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	10
<b>1.1. Realidad problemática</b> .....	10
<b>1.1.1. Realidad problemática</b> .....	10
<b>1.1.2. Justificación</b> .....	12
<b>1.1.3. Antecedentes</b> .....	13
<b>1.1.4. Marco teórico</b> .....	22
<b>1.1.5. Marco Normativo</b> .....	35
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	36
<b>1.3. Objetivos</b> .....	36
<b>1.3.1. Objetivo general</b> .....	36
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b> .....	36
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	36
<b>CAPITULO II. METODOLOGIA</b> .....	37
<b>2.2. Población y muestra</b> .....	37
2.2.1. Población .....	37
2.2.2. Muestra.....	37
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</b> .....	37
2.3.1. Software de Georreferenciación .....	37
2.3.2. Encuesta .....	40
2.3.3. Software de diseño.....	40
2.3.4. Software de Previsión del mar.....	40
2.3.5. Software de hoja de cálculo .....	41
2.3.6. Indicadores de rentabilidad .....	41
2.3.7. Ecuaciones .....	41
2.4. Procedimiento.....	43
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	44
<b>CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	48
4.1. DISCUSIÓN .....	48
4.2. CONCLUSIONES .....	55
REFERENCIAS .....	57
ANEXOS .....	65

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Flujos de energía y energía total del oleaje de agosto del 2019 a Enero del 2020 .....	44
Tabla 2. Proyección de viviendas, potencia requerida y potencia generada por el prototipo undimotriz en un periodo de 10 años desde el 2019 al 2038.....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diferencias de las energías renovables y energías convencionales. ....	23
Figura 2: Principales características de los sistemas de conversión. ....	27
Figura 3: Esquema de simulación de la generación de energía eléctrica mediante el movimiento mecánico de una ola. ....	28
Figura 4: Muestra de los valores de energía procedentes de este tipo de fuente a la ubicación de esta en el mar y su cercanía a la costa. ....	29
Figura 5: Formas de funcionamiento del prototipo Wave Star en Nissum Brednin a escala 1/10. ....	31
Figura 6: Imagen descriptiva de un dispositivo en funcionamiento. Adaptado de Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Mar Argentino. Tipos de Dispositivos. ....	32
Figura 7: Ventajas y desventajas de la energía Hidroeléctrica. ....	34
Figura 8: Ubicación de la playa costanera-Huanchaco, La Libertad-Perú. ....	38
Figura 9: Ubicación del prototipo Undimotriz en la playa costanera-Huanchaco, La libertad-Perú ....	39
Figura 10: Elaboración de un gráfico de cajas del procedimiento de la investigación ....	43
Figura 11: Percepción del prototipo undimotriz por la población de Playa Costanera – Huanchaco ....	44
Figura 12: Prototipo electromecánico-Energía del mar. ....	45
Figura 13: Especificaciones físicas y técnicas del prototipo del sistema electromecánico ....	46
Figura 14: Presupuesto total del costo de la ejecución de la obra del prototipo ....	46
Figura 15: Evaluación económica del modelo Undimotriz. ....	47

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Longitud de onda ( $\lambda$ ): Distancia que separa dos crestas consecutivas .....	42
Ecuación 2. Celeridad de la ola (C) .....	42
Ecuación 3. Celeridad de grupo.....	42
Ecuación 4. Flujo de energía .....	42
Ecuación 5. Potencia de Energía .....	42
Ecuación 6. Energía total de las olas .....	42

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar el modelo wavestar para mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa Costanera- Huanchaco a partir de la metodología descriptiva- transversal-aplicativa que consiste en aplicar una encuesta a la población del lugar para saber la percepción acerca del modelo, analizar el comportamiento del oleaje del mar de Huanchaco y sus parámetros como la altura y periodo de la ola, aplicándose ecuaciones para olas de corta distancia. También se realizó la descripción general del modelo, se determinó el presupuesto para su instalación y evaluación económica. Asimismo, se halló la demanda de potencia que genera el prototipo y la potencia que requieren las viviendas consideradas en la presente tesis. Resultando que el 80 % de la población expresa su aceptación con esta fuente de energía renovable. Se evidenció que el flujo de energía y la energía total son adecuados porque tanto la altura de olas de Huanchaco como la del caso argentino, base de esta investigación, oscilan entre 1m y 2m. El modelo brinda una generación de 30 kW por boya. Finalmente, se concluye que en esta investigación la energía undimotriz puede generar energía eléctrica y el proyecto es viable.

**Palabras clave:** Generación Undimotriz, suministro de Energía, sistema electromecánico, potencial energético, boya semiesférica, Demanda energética.

### ABSTRACT

The aim of this investigation was to evaluate wave generation to improve the electricity supply on the Costanera - Huanchaco beach by using the descriptive-applicative-transversal methodology that consists of applying a survey to the local population to find out the perception of the wave energy prototype, analyze the behavior of the Huanchaco sea waves and its parameters such as height and wave period by applying those parameters equations for short-distance. The general description of this model was also made, the budget for the installation of the wave prototype and the economic evaluation were determined; likewise, the power demand generated by the prototype was found, and finally the power required by the homes considered in this thesis. As a result, it was obtained that 80% of the population accepts this project as a renewable sustainable energy. It was evidenced that the energy flow and the total energy are adequate because both the wave height of Huanchaco and that of the Argentine case, the basis of this investigation, range between 1m and 2m. The model provides a generation of 30 kW per buoy. Finally, it is concluded that in this research wave energy can generate electrical energy and the project is viable.

**Palabras clave:** wave generation, energy supply, electromechanical system, energy potential, semispheric buoy, energy demand.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### 1.1.1. Realidad problemática

En el mundo, los ciudadanos tienen interacción con distintos procesos que consumen energía, cuando manejan o se encuentran en un bus e inclusive cuando prenden la luz. A pesar de que la luz es un servicio al alcance de todos, muchos hogares rurales no cuentan con electricidad. El problema de lugares sin electrificación está latente, sobre todo, en países en vías de desarrollo. El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 7 para 2030 trata de invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, la eólica y la termal y mejorar la productividad energética. En otras palabras, este objetivo trata de expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energías renovables en todos los países en desarrollo. Baranda (2017) menciona que alrededor del 20 % de la población mundial (cerca de 1.300 millones de personas), un 95 % situado en África Subsahariana y países asiáticos en desarrollo, carecen de recurso eléctrico. Un ejemplo es Argelia debido a que esta presenta una tasa nacional media de electrificación al 96%. Las zonas sin conexión eléctrica son aquellas alejadas de la urbe, al sur del país. La aplicación de la electrificación convencional como solución carece de viabilidad económica (Ramírez, 2014).

En Latinoamérica, es común encontrar zonas rurales que carecen de electricidad, un problema sobre zonas invadidas es construir casas sin contar con permiso de la municipalidad, es decir, en la informalidad. En el caso ecuatoriano, en el trabajo de Rodríguez, Castillo, Vásquez y Saltos (pág.1, 2016), se menciona que las personas que residen en áreas rurales no cuentan con servicio eléctrico, se les dificulta o limita cumplir con las labores por las noches, y se encuentran aislados de los medios de comunicación durante todo el día. Para Ecuador supone un reto electrificar todas las zonas rurales por lo que tomó sus acciones para mitigar esta problemática.

En el caso de Perú, según el Plan Nacional de Electrificación Rural 2014-2023, el coeficiente de electrificación nacional en hogares es de aproximadamente 90 % y a nivel rural apenas supera el 70 %. Además, se afirma que estos hogares están ubicados en zonas interiores y rurales del país [Perú], donde la dispersión de su gente y la presencia de infraestructuras descuidadas dificultan el acceso a fuentes de energía comunes en las urbes, desacelerando el crecimiento y desarrollo del pueblo, teniendo un impacto hacia servicios como la educación, el uso de herramientas tecnológicas o una salud integral (Baranda, 2017; pág.9). Asimismo, Escajadillo (2018), menciona que, en el Perú, pese a los programas de electrificación, aún existen pueblos que no cuentan con este servicio de energía o generan su propia energía a partir de combustibles fósiles, siendo estos de un valor económico muy incrementado (pág.5). Por otro lado, indica que no hay una integración de estas comunidades aisladas con los centros de producción ya que se encuentran alejadas de la red de servicio eléctrico, también refiere que hay lugares que cuentan con recurso marino apto para ser aprovechado como fuente de energía renovable pero aún no se apuesta por este recurso.

En cuanto a nivel regional, los pobladores del distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, trabajan en una empresa “El Astillero MARYPOL E.I.R.L, que solo cuenta con un generador eléctrico como fuente de energía y este es limitado. Asimismo, la entidad se encuentra a 20 kilómetros (km) alejada de las redes de servicio eléctrico por el cual no puede abastecerse de energía eléctrica. Por otro lado, indica que la empresa está muy cerca del mar siendo este un recurso renovable eficiente que puede servirles para la energía eléctrica (Jaramillo, 2019; pág. 11).

En la playa Costanera, zona costera de Huanchaco (en la provincia de Trujillo) se encuentran viviendas donde la mayoría no cuentan con los recursos básicos de saneamiento y electricidad pues están alejadas de la zona urbana de Huanchaco teniendo en cuenta que uno

de los recursos básicos de gran importancia es la luz eléctrica y es costosa en relación con otros servicios para mejorar la calidad de vida de las personas. Los pobladores utilizan combustibles fósiles como el petróleo, gas y bombas a motor para poder alumbrarse. Por otro lado, se evidencia que esta población posee poca información de tecnologías limpias y los recursos naturales y generación de energías renovables, por ejemplo, la energía undimotriz, pues tienen al mar a escasos metros de distancia y desconocen también el bajo costo que significaría contar con este servicio. Por ello es conveniente que, en esta zona de estudio, la población junto con el apoyo de entidades sectoriales pueda optar por nuevas fuentes de energía renovable eficiente y limpia. (Fondevila y Scarpellini, 2013).

### **1.1.2. Justificación**

La presente investigación es conveniente porque supone una alternativa para consumo de energía eléctrica limpia y que no causa contaminación ambiental significativa. La energía eléctrica a partir de esta fuente que no implica quema de combustibles, no es ruidoso, ni emite gases de efecto invernadero. Ocupa menor espacio, por lo que no representa molestia o un obstáculo para quienes se beneficien del prototipo propuesto. Es conveniente, también, porque no representará ninguna molestia al poblador de la zona de estudio. No afectará a la belleza paisajística de la playa ya que el prototipo propuesto estaría alejado de los puntos de atracción de la playa costanera Huanchaco y los humedales existentes.

Asimismo, este trabajo tiene relevancia social porque beneficia a la población de la zona La Costanera Huanchaco-La Libertad pues la población cercana al proyecto utilizará la energía eléctrica que genere el prototipo que iluminará sus viviendas, se trata de energía limpia (mar) e inagotable. Se prevé un tiempo de vida útil prolongado, incluyendo un mantenimiento anual, y no se presentará contaminación visual ni atmosférica significativa para la población beneficiada y turistas que visiten la zona.

Finalmente, la utilidad de la metodología es relevante debido a que se opta por el desarrollo de encuestas para confirmar la aceptación de la energía undimotriz. Asimismo, se calcula los parámetros de medición del oleaje: altura, flujo de energía y energía total. Se toma en cuenta también que las dimensiones del prototipo y el modelo están acorde a las condiciones del mar de Huanchaco. Teniendo en consideración datos como altura de ola, dirección de la ola y viento y la potencia en kiloWatts (kW) de las olas durante 6 meses. De esa manera, se estima la potencia de energía de la ola capte el prototipo propuesto y la energía eléctrica que genera. Es necesario mencionar que los datos asumidos para el dispositivo en mención están sujetos a cambios.

### **1.1.3. Antecedentes**

Dentro del marco europeo, existen investigaciones como el de Medina, Moñino, Bergillos, Clavero y Ortega (2019) teniendo como título “Oscillating water column performance under the influence of storm development” donde presenta una simulación numérica respecto al rendimiento de un convertidor de columna de agua oscilante (OWC en inglés) y su relación con la caracterización del fondo marino y el de las olas. Para ello, se realizó la simulación en el software comercial ANSYS Fluent®, como en otra plataforma. Las simulaciones de las condiciones de las olas y morfologías del fondo marino son evaluadas junto al rendimiento de los convertidores OWC. A medida que la ola se aproxime al OWC, la tasa de crecimiento es mayor para alturas de onda iniciales más pequeñas, concluyendo que la eficiencia del convertidor aumenta hasta que el lecho marino esté estable en casos de tormenta.

Al hemisferio norte del continente americano se realizaban también estudios sobre la energía undimotriz donde el artículo de Jafari, Babajani, Hafezisefat, Mirhosseini, Rezanian y Rosendahl (2018) titulado “Numerical simulation of a novel ocean wave energy converter” muestra el objetivo de estudiar la utilidad del software comercial Flow-3D en la simulación de este convertidor de energía llamado Searaser, donde el convertidor consta de un cilindro

junto a un pistón forzado hacia arriba por la fuerza de flotación. El dispositivo bombea el agua de mar de las olas para luego almacenarlas en estanques para así obtener electricidad. El software Flow-3D resulta efectiva para modelar los problemas de interacción de la estructura del fluido (de las olas). Sin embargo, la conclusión es que se requiere de mayor investigación para calcular la generación de electricidad del Searaser aplicando simulación numérica.

Mientras que en Sudamérica Pelissero, Haim, Oliveto, et al. (2014) en su artículo titulado “Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Mar Argentino” tiene como objetivo de informar sobre el recurso renovable de las olas, el diseño y fabricación de un prototipo que convierta la energía undimotriz en electricidad. Para su funcionamiento se consideró el período y la altura de la ola. Cabe mencionar que el diseño es muy simple, porque constituye de un cuerpo donde está alojado el sistema electromecánico sujeto a un par de brazos con una boya cada uno. Este prototipo captura la energía del movimiento de las olas y se transmite por el brazo mecánico al sistema electromecánico donde se genera la corriente eléctrica. Las dimensiones del dispositivo fueron: largo del cuerpo del equipo: 3, diámetro de las boyas: 3 m, el peso de las boyas: 10 ton y largo del brazo: 6 m. Se concluyó que el prototipo brindó 6000 kW de energía para 5000 hogares y que el proyecto es eficiente y sustentable.

Pardomo, Diaz y Palacios (2018) cuyo artículo titulado “Viabilidad técnica de tecnologías para aprovechamiento de la energía undimotriz en la costa del pacifico colombiano” plantearon el objetivo de estimar el potencial de la energía de las olas para la generación de energía eléctrica en las distintas zonas que limitan con el litoral pacífico colombiano. Por eso, se consultó información sobre los convertidores de energía de las olas (WEC) y se realizó una caracterización del potencial undimotriz de la zona pacífica colombiana considerando qué tecnologías son aplicables para la zona norte, centro y sur. Se concluye que los dispositivos WEC poseen altos costos de instalación, que no existe un modelo WEC mejor, debido a los

diferentes climas de energía de las olas en el mundo y que con un estudio mayor podría aplicarse en la zona.

Pérez, J (2017), a través de su tesis titulada “Identificación y Cuantificación del potencial de energía undimotriz en la costa del departamento del Atlántico” y realizada en Colombia presentó como objetivo el identificar y cuantificar el potencial de energía undimotriz en las costas del departamento del Atlántico. Para ello, se aplicó fórmulas de ecuaciones cuyas variables a hallar fueron altura de la ola, temperatura, velocidad del viento, entre otras. Además, para la obtención de datos como las características del oleaje se usaron las boyas oceanográficas. Se midieron las dimensiones de las boyas tomando en cuenta que debe ser lo suficientemente grande como para captar mayor energía y se calcularon el potencial de energía de las olas. La tesis concluye que es conveniente un sistema near-shore para verificar el potencial energético, considerando la factibilidad de las olas del Atlántico para la obtención de energía eléctrica.

Por su parte en Ecuador, el artículo de Rodríguez, Castillo, Vásquez y Saltos (2016), titulado “Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica. (Comunidades rurales de Chone)” tiene como objetivo el de demostrar a través de elementos económicos la factibilidad en el uso de fuentes renovables para electrificar zonas alejadas y presentar como un mejor servicio. La teoría por considerar es la electrificación rural en diversos países y en Ecuador donde se presenta zonas que no cuentan con ese servicio debido a su ubicación geográfica. La metodología, hace uso de SIG para determinar la longitud de la red de distribución, así como para obtener el mapa de relieve de Ecuador. Llega a la conclusión que a través de su investigación se demuestra la factibilidad de la extensión de la red solo hasta 5 km, sin embargo, existen otras soluciones económicas que parten de la selección de fuentes renovables para su aprovechamiento en zonas aisladas. Asimismo, se presenta un mapa del

potencial solar diario promedio anual de la zona de estudio y la velocidad promedio anual que son primordiales para seleccionar la forma de electrificar.

Bengoetxea, (2017), expresa en su tesis titulada “Modelado numérico de una plataforma multiuso para la extracción de energía eólica y undimotriz en grandes profundidades” cuyo objetivo es calibrar y validar experimentalmente un modelo numérico usado para extrapolar estructuras de dispositivo offshore. En primer lugar, se considera la información respecto a las diversas plataformas en la que se desarrolla el prototipo offshore ya sea por oleaje, oleaje-viento, viento-marea y oleaje-viento-acuicultura. Después de haberse documentado de información sobre el prototipo, se procedió con la metodología encargada para integrar a los convertidores de energía en una plataforma offshore. Sin permitir el análisis del clima, la selección del PTO (Power Take-Off) y de la tecnología. Después, se procede con el cálculo físico y matemático para el modelo numérico que es base para la plataforma offshore. Se concluye que la plataforma diseñada para obtener energía a partir del viento y de las olas tiene un modelo ya calibrado y calculado para luego adaptar sus dimensiones en el Tanque de Oleaje del IHCantabria.

Jalón, L. (2016), en su trabajo de investigación titulado “Diseño óptimo de un sistema de aprovechamiento de la energía del oleaje y gestión integral a diferentes escalas de tiempo” realizado en España tiene como objetivo estudiar la influencia de la escala temporal en el proceso de optimización de un sistema OWC. Se presentó una propuesta de optimización de un prototipo donde se tenía que hallar un sistema idóneo para maximizar la potencia neumática de la turbina del prototipo. Este prototipo propuesto de OWC se analizó para compararlo después con uno convencional. Se tomó en cuenta el oleaje local y la velocidad de giro. El autor concluye en que se debe considerar las características meteorológicas marinas para la elaboración del diseño y la evaluación de los diferentes prototipos ya sean

analíticos o numéricos en cuanto al aprovechamiento de energía eléctrica resultó el modelo analítico como el más apropiado.

Cendán, (2017), explica a través de su tesis titulada “Estudio de la viabilidad de un parque con energía undimotriz en Galicia comparando diversos convertidores de olas” tomando como objetivo beneficiar con experiencias constructivas la promoción del sector industrial a partir del potencial económico e industrial de la energía del mar. Para la metodología de la investigación que es descriptiva y aplicada, se consideró los parámetros de viabilidad, como costos, proyecciones del potencial de la energía undimotriz aplicada en un parque undimotriz. Se consideran cableado, vida útil de las instalaciones, la inversión inicial y los cálculos de proyección como el VAN. El trabajo concluye que tras cálculos de estimaciones para volver viable la instalación del parque se requiere tarifas muy altas considerando una alta inversión inicial para su funcionamiento.

Fernández (2018) detalla en su tesis “Análisis Socio - Económico de viabilidad de un parque Undimotriz: Aplicación en la Costa Cántabra” cuyo objetivo es determinar la rentabilidad de instalar en la costa de Cantabria dos parques undimotrices usando al Pelamis y Aquaboy 2.0 como convertidores. Para ello, se realiza un estudio de la caracterización de la instalación, definiendo ubicación, dispositivos a considerar y la red adecuada. La metodología usada consta del análisis coste beneficio donde se evalúa la viabilidad económica de la instalación. Vale mencionar que se toma en cuenta un estudio económico y análisis de sensibilidad. Concluye que esta energía no es competitiva en el mercado eléctrico actual, pero sí atractiva a pesar de su coste elevado debido a la inversión inicial, equipos y red eléctrica.

Maiztegi (2018), expresa en su tesis “Estudio computacional y experimental del prototipo columna oscilante de agua para el aprovechamiento de la energía undimotriz” cuyo objetivo se enfoca en analizar las tecnologías existentes para el aprovechamiento del mar a través de un caso práctico usando simulaciones por ordenador, donde se realiza una revisión de la

información que por un lado es sobre tipos de infraestructura, clasificación de sistemas de captación y la descripción del sistema OWC. Y, por otro lado, se considera la teoría del oleaje, su clasificación, el potencial del oleaje en España y las técnicas para estudiar el oleaje. Asimismo, el impacto ambiental del sistema undimotriz y sus costes. La metodología considerada es no experimental puesto que la variable independiente no se manipula porque ya existe y se realiza simulaciones teniendo como base los datos como oleaje y las dimensiones del sistema undimotriz. Esta simulación CFD considera una descripción matemática de los flujos, la modelización del oleaje y sus turbulencias y las ecuaciones necesarias para complementar la simulación. Posteriormente, se procede con la experimentación del sistema undimotriz a través de ensayos, concluyendo que el prototipo OWC se valida su funcionamiento tanto computacional como experimentalmente.

Suarez, (2017), en su tesis titulada “Dependencia energética y energía undimotriz en España: El gran potencial del mar” se planteó el objetivo de analizar la demanda energética, conocer las zonas de mayor potencial energético en España y estudiar el nivel de desarrollo de la tecnología undimotriz. Durante la búsqueda de otras fuentes de energía eléctrica, se llegó a obtener que España posee un buen potencial undimotriz, pero se tiene que escoger qué zonas poseen mayor potencial siendo las elegidas a Las Canarias, Galicia, País Vasco y Cantabria. Esto concluyó en que las características de la costa española son propicias para sistemas flotantes, además tanto la energía undimotriz (WEC) como la eólica (aerogenerador marino) al ser aplicada ambos como un solo sistema, aseguran un aumento de potencia. El WEC sería como un atenuador de los movimientos que generan el sistema offshore flotante.

En la tesis de Arellano (2018) cuyo título es “Modelado, análisis y control de un convertidor de energía de las olas” posee el objetivo de modelar y analizar un convertidor de olas. Este trabajo se basó de la investigación de otros países para luego adecuar a las condiciones geográficas de México por lo que metodología para cumplir los objetivos es investigar todo

lo relacionado a energía de las olas, analizar el potencial energético de olas de México, indagar las diferentes tecnologías de energía de olas y el comportamiento del WEC escogido y simular la operación del prototipo. Se consideró el WEC de cuerpo activo, tipo absorbedor puntual (onshore) al rompeolas del puerto Pecém, en Ceara, Brasil. Se concluyó que el prototipo escogido posee ventajas como, por ejemplo, la ubicación en la costa representando un menor costo de mantenimiento y operación y la información de la tecnología relacionada a él es bien estudiada. Mientras que los resultados de la simulación indica que la válvula de inyección genera mínimas variaciones de energía hacia la turbina Pelton.

Calderón y Courtin, (2016) en su tesis titulada “Estudio del comportamiento de un mecanismo de boyas para obtener energía undimotriz” su objetivo es estudiar el comportamiento del equipo undimotriz a base de una boya y un brazo mecánico y optimizar la electricidad generada por este, considera la información respecto al oleaje de la zona costera de Chile y cálculos matemáticos para determinar la potencia de energía de las olas. Se considera la tecnología del prototipo, su uso y ubicación. Además, considera la potencia eléctrica del prototipo a través de la descripción y selección de las dimensiones del equipo. La metodología usada es más que descriptivo puesto que realiza mediciones, calcula las dimensiones de acuerdo con el área más adecuada en la que se puede ubicar el prototipo para su posterior implementación. Concluye la tesis con la destacada potencia de olas que posee el mar chileno, la importancia de tomar en cuenta la caracterización del oleaje previo al desarrollo del prototipo y que la mejor ubicación del equipo es en las costas sureñas de Chile.

En Chile, Mora (2018) en su tesis titulada “Propuesta de un convertidor para la conexión de un sistema de generación undimotriz al sistema interconectado nacional” posee como objetivo proponer un sistema de conexión a la red eléctrica conectado a un equipo undimotriz, a través de un convertidor que permita inyectar la energía generada. Para ello se planteó un modelo dinámico, un esquema para controlar el modelo para luego hacer

simulaciones tomando en cuenta escenarios de olas conocidos en el puerto de Valparaíso. El dispositivo mecánico, MADIUM, se basa en captar la energía de las olas a través de boyas. Ese dispositivo está patentado por la empresa Maestranza Diesel que ofreció el modelo matemático para el estudio. Concluye que a través de las simulaciones se obtuvo una potencia al sistema de 288w, y puede ser mayor si el escenario de olas es agresivo por lo que se debe enfocar en la protección del equipo para evitar daño en su estructura.

La energía eléctrica es estudiada en Colombia, donde Quiroga, (2016), en su tesis titulada “Análisis de energía renovable undimotriz y mareomotriz, como fuente energética de la terminal marítima Contecar – Cartagena”, tuvo como objetivo, realizar una propuesta de las energías renovables undimotriz y mareomotriz, siendo abastecido en la Terminal Marítima Contecar – Cartagena. Para ello, se analizaron las características de los prototipos de energía mareomotriz como OpenHydro o turbina eje vertical, y de energía undimotriz como Pelamis. Se concluyó que después de un reconocimiento de los dispositivos de energía undimotriz, se implantó el dispositivo CETO 6, cuya fabricación se encargó la compañía Carnegie Wave Energy. El lugar escogido fue el adecuado para el proyecto debido a sus olas de 2 m de altura, con 20 nudos de velocidad y 20 m de profundidad, asegurando que el modelo funcione.

Otra investigación realizada en Colombia con Ariza, N., (2016), titulado “Análisis técnico para la implementación de un sistema undimotriz para generación de energía eléctrica” y realizado en Colombia, tuvo como objetivo implementar un Sistema Undimotriz para generación de energía eléctrica. Se consideró el movimiento de las olas que influyen en el dispositivo y el modelo matemático fue usado para hacer simulaciones. Se calculó la potencia de los dispositivos como Pelamis, Oyster y Tipo Boya localizados en Puerto Bolívar y San Andrés. Se concluyó que en dicha investigación se puede implementar cualquier tipo de dispositivo tecnológico teniendo una planta, es decir una instalación de varios prototipos del mismo modelo aumentaría la capacidad de generación de energía.

Mientras que, en Perú, Escajadillo, (2018), presentó su tesis titulada “Diseño de una central undimotriz para la generación de energía eléctrica en la ciudad de Mollendo” que tiene como objetivo utilizar el sistema mecánico aplicado a mediana escala ubicado en la costa, cercano a la red eléctrica de potencia. Para cumplir el objetivo, se diseñó una central de energía undimotriz aplicándose el sistema TAPCHAN sin importar la geografía costera, pero se tomó en cuenta el uso de una serie de doce ductos de elastómeros que transforma la energía cinética del oleaje en energía potencial, en la otra parte del ducto se colocó un sistema de válvulas antirretorno con la finalidad de captar la energía no usada y aprovecharla al máximo. Se concluyó que se puede mejorar si el modelo es más flexible y resulta adecuado para lugares diferentes.

Coello (2017) en su tesis titulada “Diseño de sistema de generación undimotriz para suministrar energía eléctrica al terminal portuario Lambayeque” cual tiene como objetivo diseñar un sistema undimotriz para proporcionar energía eléctrica al Terminal Portuario Lambayeque. Realizó un diseño no experimental el cual lo dividió en 3 etapas primero recopiló datos de la zona de estudio, donde, calculó los parámetros de la ola como el flujo de energía (51kW) y la energía total 6279kJ/m<sup>2</sup> en un periodo de 3 años, seguidamente, diseñó el prototipo undimotriz y evaluó el presupuesto, este fue \$1633015,40 y también realizó una evaluación económica- financiera utilizando los indicadores rentables VAN (\$931141,9635), TIR (17%). Concluyó que, tras el análisis de las etapas, el prototipo undimotriz es viable para una futura ejecución.

En la tesis de Jaramillo (2019) titulada “Diseño de un sistema de generación undimotriz para suministrar la demanda de electricidad del astillero Marypol E.I.R.L. en puerto Salaverry, 2018” tuvo como objetivo crear un prototipo undimotriz para proveer energía eléctrica al Terminal Portuario Lambayeque. Consideró un diseño no experimental prospectivo-transversal, se basó, en observación y gabinete. En su resultado, se halló los parámetros de la

ola como el flujo de energía (51,3 kW) y la energía total 6300 kJ/m<sup>2</sup> en un periodo de 1 año, seguidamente, diseñó el prototipo undimotriz y evaluó el presupuesto, este fue \$118284,3 y también realizó una evaluación económica- financiera utilizando los indicadores rentables VAN (\$55828,88), TIR (19%). Concluyó que el proyecto es viable.

#### 1.1.4.Marco teórico

##### Energía renovable

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables ya sea por su enorme suma de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales (Casas, 2007, pag.20).

	<b>Energías Renovables</b>	<b>Energías Convencionales</b>
<b>Diferencias</b>	Son limpias y eco amigables	Contaminan
	Sin residuos	Generan emisiones y residuos
	Inagotables	Son limitadas
	Equilibran desajustes geográficos.	Utilizan tecnología importada.
	Las energías renovables producen mínimas cantidades de emisiones de CO <sub>2</sub> y no producen gases contaminantes a la atmósfera	Las energías producidas a partir de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) sí los producen.
<b>Ventajas medioambientales</b>	Las energías renovables no generan residuos de difícil tratamiento.	Las energías nucleares y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medioambiente.
<b>Ventajas estratégicas</b>	Las energías renovables disminuyen la dependencia exterior	Los combustibles fósiles son importados en un alto porcentaje.
<b>Ventajas Socioeconómicas</b>	Las energías renovables ayudan decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales.	Las energías tradicionales se sitúan en general cerca de zonas muy desarrolladas.



Figura 1: Diferencias de las energías renovables y energías convencionales.

Nota: Adaptado de Proyecto de un aprovechamiento de energías renovables en particular la generación undimotriz. Estrada, 2013. Escuela superior de ingeniería Mecánica y Eléctrica.pag.33. Derechos de Autor 2013.Instituto Politécnico Nacional

## Generación Undimotriz

### Definición.

Es la energía que se obtiene del movimiento de las olas que puede ser usado como electricidad (Galdiano, 2011, pág.128).

### Ventajas.

Los argumentos que se expresan a favor de la energía de las olas:

- Las olas se trasladan a largas distancias sin pérdida significativa de energía.
- Las olas contienen 1000 veces más energía que la eólica debido a la densidad del agua salada frente al aire.
- La energía de las olas es continua sin importar si es día o noche, pero la eólica muere por la noche y la solar durante el día y con el cielo despejado (Elías, 2011, págs.698-699).

### Desventajas.

A pesar de las bondades que posee este tipo de energía, existe una cierta desconfianza con las tecnologías undimotrices:

- Las tormentas en el mar terminan dañando a la mayoría de los dispositivos undimotrices sin importar el tamaño por lo que se debe considerar mantenimiento buscar materiales más resistentes.
- La energía de las olas no cuenta con flujo en una sola dirección por lo que no se puede accionar una rueda de agua en el mar hacerla girar a esta y producir electricidad. Sin embargo, la altura determina la fuerza de este recurso, mientras más agitado esté el mar, más energía se genera.
- Las tecnologías de conversión energética poseen altos costos y son pocos que tienen éxito al ser colocadas en el mar (Elías, 2011, pág.698).

### **Beneficios**

Los beneficios de las energías marinas renovables, donde se incluye la energía undimotriz, son que implican una reducción de gases de efecto invernadero debido a que la energía undimotriz como las marinas en general no dependen de fuentes fósiles, otro beneficio es detener las prácticas humanas que comprometen a la fauna marina, como la pesca destructiva de arrastre. De la misma manera, abre paso al desarrollo tecnológico e industrial generando la creación de nuevos empleos (Abad, 2013; págs.89-91).

### **Inconvenientes.**

La cantidad de dispositivos, estas tecnologías marinas podrían afectar a los hábitats marinos, provocar muertes de peces o interrupción de sus funciones reproductivas debido a la liberación de productos químicos en caso de posibles accidentes dentro del dispositivo marino. Es por eso, se debe tomar en cuenta el lugar y la superficie que ocupa el dispositivo undimotriz o marino en general (Abad, 2013; págs.102-103).

### **Clasificación de los Sistemas de Extracción de Energía**

Según su posición relativa a la costa

Instalaciones en la costa (Onshore)

Son instalados en la costa cerca de rocas o sobre ellas, pero bien fijados para que los aparatos resistan de las tempestades futuras. Tienen su equipamiento eléctrico fuera del agua por lo que su acceso es fácil. Además, mayormente poseen una vida útil de 30 años (Creus, 2009, pag. 282)

#### Instalaciones en aguas someras (nearshore)

Son instaladas cerca de la costa. Construcciones como la central de 2MW OSPREY que fue colocado a 300 m de la costa y el convertidor noruego Kvaerner cuya potencia es 500 kW y abastece a 50 casas, son algunas representaciones conocidas y una de las primeras en su tipo (Creus, 2009; pág. 287).

#### Instalaciones en altamar (offshore)

Son aparatos flotadores cuyo uso se basa en aire o agua salada. Pero, existen problemas con la conexión de corriente eléctrica a tierra, son más vulnerables a las tormentas o corrosión del mar. Sin embargo, las experiencias con la industria petroquímica poseen materiales resistentes que los aparatos undimotrices pueden usar en su infraestructura (Creus, 2009; pág. 293).

### **Tecnologías de conversión**

La gran variedad de diseños de convertidores de energía de olas instó a que se clasificara por categorías, por cómo funcionan (principio de operación), ubicación (en la costa, cerca de la costa, mar adentro) o por su etapa actual de desarrollo (primera, segunda, tercera generación). Basándose del European Marine Energy Centre (EMEC) los principios de operación de los WEC pueden ser: atenuadores, absorbedores puntuales, Onda oscilante convertidor de sobretensión, Columna de agua oscilante, Dispositivo de desbordamiento, Diferencial de presión sumergida entre otros (Lynn, 2013; págs.60-61). A continuación, se describe algunos de ellos:

### **Atenuadores**

Son dispositivos flotadores delgado y largo cuya longitud está paralelamente alineada con dirección a las olas.

### **Absorbedores puntuales**

Este tipo de flotador tiene dimensiones horizontales. Fue pionera al ser usada en Masuda, Japón

Nombre del dispositivo	Potencial del dispositivo (kW)	Superficie que ocupa (m <sup>2</sup> )	Ratio aprox. Potencia/ Superficie	Fluido de trabajo (aire, agua o aceite a presión)	Instalaciones en el mar profundo, medio y costeras
OWC de Union Fenosa	27	48	559	Agua de mar	Costera
Tapchan	400	7000	57	Agua de mar	Costera
El Pato Salter	2310	4050	570	aceite a presión	Aguas profundas
OWC Clam	2500	2827	884	aire	Aguas profundas
Cilindro o de Bristol	2000000	1656000	1208	Agua de mar	Aguas profundas
Balsa de Cockerell	2000	5000	400	Aceite a presión	Aguas profundas
Buque Kaimei	2000	960	2083	Aire	Aguas profundas
Bomba de Manguera	110	113	973	Agua de mar	Aguas profundas
Bomba pistón	45	64	707	Agua de mar	Aguas profundas
Convertidor de Belfast	75	51	1471	Aire	Costera
OWCK vaerner	500	79	6366	Aire	Costera
OWC Sakata	60	360	167	Aire	Costera
OWC de Kujukuri	30	31	955	Aire	Costera
OWC de Pico	400	96	4167	Aire	Costera
BBDB	200	36	5556	Aire	Poco profundas
OWC Mighty Wale	110	1200	92	Aire	Poco profundas
OWC de China	30	40	750	Aire	Costera
OWC Energetech	500	875	571	Aire	Costera
OWC Limpet	500	84	5952	Aire	Costera
OWC Alda	1000	-	-		Costera
OWC Nereida	250	700	537	Aire	Costera
OWC Breakware	750	525	1427	Aire	Costera
FWVP	1500	-	1019	Agua de mar	Aguas profundas
PowerBuoy	20	20	1531	Aceite a presión	Aguas profundas
Pelamis	750	490	118	Aceite a presión	Aguas profundas
Wavedragon	6000	51000	160	Agua de mar	Aguas profundas
SSG	12000	75000	1944	Agua de mar	Todo tipo de ubicación
Plataforma flotante de multiples	2520	1296	-	Aceite a presión	Aguas profundas
Wavestar	6000	1440	4167	Aceite a presión	Pocos profundas
AWS	1200	90	13296	Aire	Pocos profundas
Searev	500	375	1333	Aceite a presión	Aguas profundas
Wavebob	1500	225	6667	Aceite a presión	Aguas profundas
Oyster	500	216	2315	Agua de mar	Poco profundas
Waveroller	13	16	825	Aceite a presión	Poco profundas
Multiwave Plane	30	22	1374	Agua de mar	Poco profundas
Aquabuoy	5003	157	318	Agua de mar	Aguas profundas

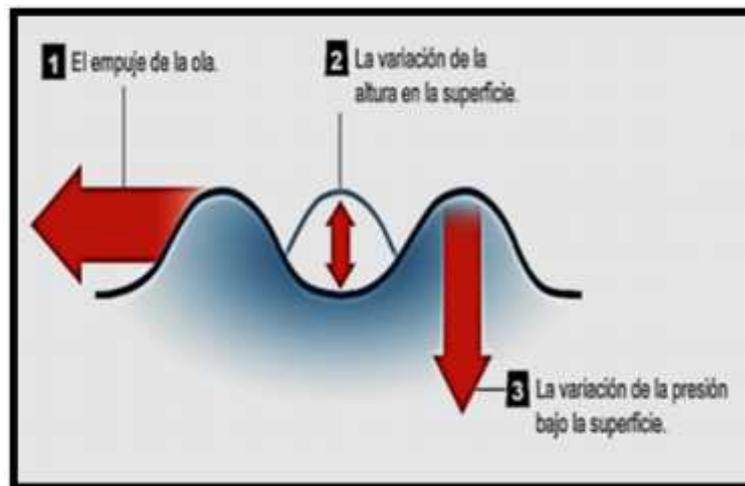
Figura 2: Principales características de los sistemas de conversión.

Nota: Adaptado de una aproximación de la energía de las olas para la generación eléctrica. Fernández, 2008. Escuela técnica superior de ingenieros ambientales.pag.36. Derechos de autor. 2008. Universidad Politécnica de Madrid.

### Análisis de las olas

El análisis de las olas representa un estudio exhaustivo de indicadores como equipos de medición, distancia de la costa al mar, profundidad del agua y tipos de ola. La profundidad del agua se relaciona con la distancia del mar con respecto a la costa, porque mientras el sistema esté más lejos de la costa, la profundidad aumentará. Ahora, los tipos de olas, de acuerdo con Calero y Viteri, son las olas de oscilación son aquellas que están cerca al mar: estas aguas no avanzan solo suben y bajan casi en su mismo sitio, olas forzadas: son producidas por el viento y en ocasiones pueden ser altas, olas libres: se forman en alta mar sin que intervenga el viento estas alcanzar movilizarse varios kilómetros y olas de traslación: estas están cerca a la costa, tocan el fondo y avanzan chocándose con el borde del litoral de la playa (2018, pag.4).

**Sistema  
energía  
energía**



**que convierte la  
undimotriz en  
eléctrica**

Figura 3: Esquema de simulación de la generación de energía eléctrica mediante el movimiento mecánico de una ola. Nota: Adaptado de Energía undimotriz alternativa para la producción de energía eléctrica en la provincia de Santa Elena. Por Calero, R. & Viteri, D. 2018, Campus la libertad, p.5, derecho de autor 2018 por la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

de	Zona	Valores en KW/m	Valores
en	Agua profundas	70	energía
según	Zonas cercanas a orilla	20-30	KW/m
	Orilla	10	la

### profundidad donde se coloque el dispositivo

Figura 4: Muestra de los valores de energía procedentes de este tipo de fuente a la ubicación de esta en el mar y su cercanía a la costa.

Nota: Adaptado de Energía undimotriz alternativa para la producción de energía eléctrica en la provincia de Santa Elena. Calero, R. & Viteri, D. 2018, Campus la libertad, pag.5, derecho de autor 2018 por la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

### Las condiciones de instalación

Consisten [...] en sujetar el modelo al fondo del canal asimismo medir la altura desde donde queda el flotador. Franco, Vera y Salazar (2013, pág.77). La potencia resulta de la fuerza de la ola. Para el diseño de turbinas puede ser de tipo PELTON, KAPLAN, OSSBERGUER, FRANCIS, Hélice y TURGO (Ardón, Contreras, Domínguez, Estrada y Siero, 2013, pág.6).

### Los tipos de diseño

Los equipos existentes son dispositivos de columna de agua oscilante (turbina de aire ensamblada a un generador y ubicada en la costa), dispositivos oscilantes (funcionan con un motor hidráulico, turbina hidráulica y generador eléctrico lineal), dispositivos flotadores (compuestas por una boya, un mástil y un flotador), dispositivos de rotación (formado por un módulo anclado en el fondo marino y unos pistones), Sistema Arquímedes Wave Swing (consiste en un cilindro de 800 toneladas fijado en el fondo y actúa a 10 m de profundidad) y Powerbuoy (estructura similar a un pistón que se mueve al subir o bajar la boya por acción de las olas). (Calero y Viteri, 2018, pág.5).

### **Dispositivos fijos**

Los prototipos fijos colocados en el fondo del mar y también en la costa son el tipo más común de convertir energía undimotriz en eléctrica. Este al tener una estructura fija y estar más cerca a la red eléctrica y contar con un buen acceso para fines de mantenimiento tiene mejores ventajas sobre otros prototipos flotantes. [...] Además están más cerca al litoral en donde las tormentas se dan con más calma; sin embargo, estos dispositivos también tienen una desventaja ya por operar en aguas menos profundas, su nivel de potencia es más bajo. (Pire 2018, pág.37).

### **Dispositivo WEC que usa como fluido de trabajo aceite de presión**

Los dispositivos más utilizados de ese tipo son aquellos que usan boyas en su sistema.

Wave Star en Nissum Brednin

Utiliza tecnologías tanto marinas como de turbinas; es diferente a otros modelos de energía de las olas, y esto se debe a que el prototipo no forma una barrera contra las olas y así aprovecha en su totalidad su energía, va colocada perpendicular a la dirección de la ola; de esta forma las olas discurren a lo largo del prototipo, aprovechando su energía en un proceso continuo [...] a cada lado del prototipo hay flotadores de forma semihemisférica, sumergidos parcialmente al agua. Cuando una ola avanza a lo largo del dispositivo, el primer flotador se levanta, luego el segundo, hasta que la ola disminuye. Los flotadores se colocan en la base de su propio cilindro hidráulico o mecánico y funcionan continuamente para aprovechar la energía de las olas. Se ha diseñado para olas con alturas desde 0,5 m a un máximo de 6 m, Además, Si las olas superan los 8 m, los flotadores se elevan sobre el agua, siendo, esto es una medida de seguridad contra tormentas. Todas las piezas móviles del funcionamiento están sobre el agua. (Fernández, 2004.Pag.137)

### Prototipo a escala Wave Star en Nissum Brednin

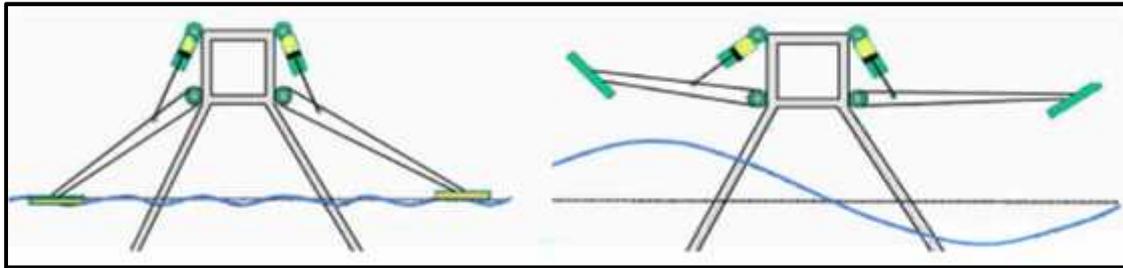


Figura 5: Formas de funcionamiento del prototipo Wave Star en Nissum Brednin a escala 1/10. Adaptado de Ingeniería del mar. III Técnicas para aprovechar la energía de las olas. Fernández, 2004. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, pag.137. Derecho de autor 2004. Universidad de Cantabria

#### Escala.

La escala que se toma es tanto a escala pequeña y real, con el fin de evaluar el funcionamiento del sistema. Asimismo, el sistema no genera contaminantes, pero se tiene que procurar diseñar detalladamente el sistema para reducir el impacto ambiental negativo.

(Ardón, Contreras, Domínguez, Estrada y Siero, 2013, Pag.6)

#### Dispositivo WEC basado en un sistema electromecánico

#### Prototipo de la UTN-FRBA (Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires)

Según la investigación de Pelissero, Haim, Oliveto, Montoneri, Lifschitz, Gagnieri, Tula, Galía, Muiño, De Vita, Heinke, Bernal, Santino, Cirelli, Ferré, Lifschitz (2014) nos explica que el diseño de SM (Sistema mecánico) es muy simple, muy parecido al wave star, pues este consiste en un cuerpo que contiene el sistema electromecánico que va junto a un par de brazos de palanca y en cada brazo sostiene a una boya tal como el anterior prototipo descrito. La energía limpia llega a través de la captación de la energía de la ola por medio de la boya y de la boya se transmite al brazo de palanca llegando finalmente al cuerpo donde se aloja el generador eléctrico, llamado sistema electromecánico (pág.7). El prototipo fue probado desde 2009 por la Universidad y pasaron las pruebas de ensayo usando el prototipo a una escala 1:10. Por lo que se escoge este sistema porque la altura de oleaje argentino es de 1 a 2 m al igual que su contraparte en Perú. Asimismo, el prototipo argentino posee la cualidad de no

usar un sistema hidráulico para activar el generador eléctrico conllevando a una reducción de costos de mantenimiento.



*Figura 6:* Imagen descriptiva de un dispositivo en funcionamiento. Adaptado de Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Mar Argentino. Tipos de Dispositivos. Pelissero et. al, 2014. Facultad Regional Buenos Aires, pag.137. Derecho de autor 2014. UTN-FRBA.

## **Energía Eléctrica.**

### **Definición.**

Mientras que la energía undimotriz permite convertir la energía que posee las olas a energía eléctrica. De acuerdo con Barrales1, Barrales2, Rodríguez y Vásquez (2014, pág.256), explica que la energía eléctrica es el resulta de la existencia de la diferencia de potencias entre dos puntos, permitiendo que haya una corriente eléctrica entre ambos. Se mide en watts hora (Wh).

### **Consumo Eléctrico**

El crecimiento sostenido en el consumo eléctrico proyecta una demanda de energía eléctrica cercana a 100 TWh para el año 2020 (Castillo, Díaz, Segovia y Araya, 2018, pág. 73). El abastecimiento de la energía eléctrica en la vivienda es medida por el consumo eléctrico y demanda de energía eléctrica.

El consumo eléctrico es medido por el voltaje y la capacidad de transmisión de energía. Sin embargo, si se presenta casos de comunidades aisladas, se debe tener cuidado al querer integrar la salida eléctrica de un sistema undimotriz: la salida de este sistema variará con el tiempo [...] y puede producir oscilaciones de voltaje o frecuencia. La capacidad de

transmisión de energía depende del tamaño de la vivienda y la cantidad de habitantes por vivienda y forma parte del período de prueba (Pire, 2018, pág.38).

### **Demanda de energía eléctrica**

La demanda de energía eléctrica influye la cantidad de clientes o viviendas beneficiadas y se presenta un costo del KW/h generado. Asimismo, la viabilidad del prototipo es influyente en la demanda de energía eléctrica porque el prototipo tiene un rendimiento que limita la cantidad de viviendas que serán beneficiadas por la energía de origen undimotriz. (Pire 2018, pág.45).

### **Experiencias exitosas sobre energía undimotriz**

En España:

Elías y Bordas (2011; pág.936) menciona que:

En España, a pesar de que la energía undimotriz no está siendo aprovechado comercialmente, se manifestaron experiencias satisfactorias al respecto en lugares como en las playas de Cantabria, Asturias y el País Vasco. Lo que significa que está en proceso de implementarse en demás zonas costeras españolas.

Inconvenientes o desventajas:

- El coste de transporte de la electricidad a la costa es considerablemente alto (Elías y Bordas, 2011, pág.936).
- Las fuentes renovables no reciben un apoyo integral por parte del gobierno en países que están desarrollándose este tipo de energía. (Spiegel, McArthur y Norton, 2010; pp.)
- Varias industrias se resisten a usar energías renovables (Spiegel, McArthur y Norton, 2010, pág.125).

### Problemas presentados en otras fuentes de energía limpia “Energía hidroeléctrica”

La energía hidroeléctrica es uno de los tipos de fuente de energía limpia más usados en el planeta. Pero presenta ciertos inconvenientes a largo plazo. Uno de los ejemplos más ilustrativos es Lake Mead, formado por la famosa presa Hoover del río Colorado que se encuentra a 30 m debajo de su nivel normal de agua por el descenso de lluvias (Otterbach 2014, pg.42). Otro problema que se presenta es la contaminación de la presa a causa de los metales pesados como en el caso de la presa Aswan en el río Nilo (Otterbach 2014, pg.43). Cuando ya no hallan glaciares, la energía hidroeléctrica sufrirá, los ríos disminuirán en volumen y las sequías y la hambruna estarán presentes en millones de especies y habitantes en India (Otterbach 2014, pg.43).

ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Método más antiguo de generación de energía eléctrica	Causa alteración de un territorio.
Energía renovable más utilizada del mundo	Sus costos de construcción son elevados
Se da a partir de caídas de ríos o en las mareas	Modificación del ciclo de vida de las especies acuáticas
Aprovechan la energía cinética de agua para transformar electricidad mediante de un generador	Disminuye el caudal de los ríos causando modificación en las capas freáticas,
Su precio se mantiene constante.	Modifica los microclimas acuáticos
Se puede usar para pequeños consumos o para consumos industriales	Necesita un gran espacio para poder ser construida
Permite almacenar aguas para abastecer actividades recreativas o sistemas de riego.	Causan alteración de los ecosistemas aguas abajo

*Figura 7:* Ventajas y desventajas de la energía Hidroeléctrica.

Adaptado de estudio comparativo entre diferentes fuentes de energías eléctricas. García, 2017. Fundación agraria de Colombia. Derecho de autor 2017. UAM

### **1.1.5. Marco Normativo**

#### **Constitución Política del Perú. Capítulo II. del Ambiente y los Recursos Naturales.**

Artículo 66° manifiesta que “Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonios de la nación. El estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho sujeto a dicha norma legal.” y en el 67° indica que “El estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales”

**Ley General del Ambiente (Ley N 28611- 2013).** Artículo V. Del Principio de Sostenibilidad. Se manifiesta que “la gestión del ambiente y sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustenta en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones”

**Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N°26821 - 2013).** Artículo 2.- indica que la presente Ley Orgánica tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando en un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana. Artículo 3.- manifiesta que se consideran recursos naturales a todo susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado, tales como a las aguas: superficiales y subterráneas.

## **Decreto Legislativo De Promoción De La Inversión Para La Generación De Electricidad**

**Con El Uso De Energías Renovables (D.L N° 1002- 2010)** indica que El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

### **1.2.Formulación del problema**

¿De qué manera el modelo wavestar puede mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa Costanera, Huanchaco-2019?

### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar el modelo wavestar para mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa Costanera- Huanchaco-2019

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar la percepción del uso de energía undimotriz por parte de la población de la playa Costanera-Huanchaco.
- Cuantificar el potencial energético undimotriz de Huanchaco para la ubicación de la generación undimotriz.
- Obtener las características físicas y técnicas de este tipo de generación eléctrica limpia y ecoeficiente con el ambiente en la playa Costanera- Huanchaco.
- Calcular el presupuesto y la evaluación económica del modelo Undimotriz.
- Determinar la proyección de demanda de energía del prototipo undimotriz.

### **1.4.Hipótesis**

El modelo wavestar mejora el suministro de energía eléctrica de la playa Costanera, Huanchaco-2019.

## **CAPITULO II. METODOLOGIA**

### **2.1. Tipo de investigación**

El tipo de diseño corresponde la metodología descriptiva transversal aplicativa:

Recoge datos en un solo momento, en un tiempo único también describe variables y analiza sus hechos interrelacionándolos en un momento dado. Por otro lado, es aplicativa porque permite elaborar o aplicar propuestas para soluciones inmediatas en un campo específico. La investigación aplicativa es de categoría tecnológica ya que genera ideas y métodos para mejorar y hacer eficientes prototipos orientados a un determinado sector (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.157).

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

La población que guarda relación al problema descrito en el presente trabajo corresponde al distrito de Huanchaco, en una zona (playa Costanera) que se extiende desde los humedales de Huanchaco hasta el límite con la provincia Ascope. En este lugar se identificaron casas que no cuentan con servicios básicos adecuados (saneamiento y electricidad). Además, se observó que es un pueblo joven pequeño, accesible, conocido y en crecimiento.

#### **2.2.2. Muestra**

Este pueblo cuenta con solo 10 viviendas construidas por este motivo, para nuestra muestra de estudio se creyó conveniente trabajar con todas estas casas. Además, se tuvo en cuenta que la unidad de análisis es una persona mayor de 18 años por cada casa.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **2.3.1. Software de Georreferenciación**

Este software nos facilitó la ubicación de la zona de estudio asimismo también la ubicación del prototipo undimotriz en coordenadas UTM que fueron provistas de Google Earth, se usó este sistema porque es más efectivo.



Figura 8: Ubicación de la playa costanera-Huanchaco, La Libertad-Perú.

Nota: Se encuentra ubicado a orillas del océano Pacífico en el distrito de Huanchaco, aproximadamente 23km de este. Limita con los humedales de Huanchaco y con Ascope.



Figura 9: Ubicación del prototipo Undimotriz en la playa costanera-Huanchaco, La libertad-Perú

### **2.3.2. Encuesta**

Esta técnica consistió en la aplicación de un cuestionario a 10 pobladores de la playa costanera-Huanchaco, se tomó como unidad de análisis a una persona mayor a 18 años. Esta herramienta permitió recoger información respecto a la aceptación de la energía undimotriz y la instalación de energía eléctrica en la zona. Se considera que es conveniente iniciar con preguntas neutrales o fáciles de contestar, para que quien participe emite una respuesta comprensible (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.260). El cuestionario consta de una lista de 18 preguntas y contiene preguntas sobre las dimensiones de la investigación.

### **2.3.3. Software de diseño**

Es una herramienta que permite dar forma a dispositivos en un espacio dando la apariencia que están en tiempo real. Además, de ello este software permite tener las dimensiones exactas de los prototipos diseñados ayudándonos a disminuir el tiempo de su elaboración; por otro lado, los modelos que se realizan aquí se pueden colocar en la red o crear una base de datos de ellos. Este programa de diseño gráfico nos ayudó en la creación de nuestro prototipo undimotriz, con sus amplias herramientas se logró realizar un modelo casi real del dispositivo. (Durango,2015, pág.39).

### **2.3.4. Software de Previsión del mar**

Se considera como un software de monitoreo que permite investigar en lugares remotos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.64). Para el análisis de las olas de mar de Huanchaco y obtener sus promedios de comportamiento de oleaje diarios se adaptaron los datos de la página Surf-forecast que muestra datos de la prevención de la ola, reportes, sistema de ola y periodo y velocidad de viento para aproximadamente 7000 de mejores playas de surf en el mundo en un rango de 15 km, la información que nos proporciona este programa es semanalmente.

### **2.3.5. Software de hoja de cálculo**

Mayormente este programa de Software es usado para transferir valores registrados a una matriz para un análisis estadístico (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.291). Sin embargo, en este software se desarrolló una base de datos de 6 meses desde donde se tiene la información de los diferentes parámetros de la ola de Huanchaco deseada para su análisis los cuales son: altura de olas (m), dirección de la ola, periodo de la ola (s), Viento (Km/h), dirección del viento. Por otro lado, los cálculos que se tenían que realizar eran dificultosos y este programa nos ayudó a resolverlo de forma rápida.

### **2.3.6. Indicadores de rentabilidad**

Muestran si los ingresos son mayores a los egresos en un proyecto de inversión, estos indicadores son necesarios para conocer si nuestra investigación es viable, para ello se tomó 4 de estos, los cuales son los más utilizados: VAN (valor actual neto), TIR (tasa de interés remoto), B/C (costo beneficio) y PB (periodo de recuperación). Si el VAN es positivo, muestra que el proyecto tendrá ganancias, por lo tanto, decimos que el proyecto es viable económicamente. Por otro lado, el TIR es la tasa de descuento que ocasiona que VAN sea igual a la inversión 0. Cuando la tasa de descuento es menor al TIR se garantiza que la rentabilidad será positiva para el proyecto. Además, si el B/C es mayor a 1 este será rentable, si el B/C es igual o menor a 1 significa que los beneficios serán igual o menores que la inversión. Finalmente, el indicador de PB muestra en que años se va a recuperar la inversión dada. (Morín, 2017; págs.1-9).

### **2.3.7. Ecuaciones**

Para desarrollar uno de nuestros objetivos, la determinación del Flujo de energía, potencia y energía total se tuvo que desarrollar ecuaciones que estén relacionadas a encontrar estos datos por lo que nos fue conveniente utilizar fórmulas de los parámetros de las olas principalmente olas pequeñas o de poca profundidad.

**Parámetro de la ola para el cálculo del flujo energético de las olas para olas de corta distancia. Chozas, F. (2008) p.9-10.**

- **Longitud de onda (λ) (m):** Distancia que separa dos crestas consecutivas

$$\lambda = \left( \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \right) \dots \text{(Ecuación 1)}$$

- **Periodo de la ola (T) (s):** Tiempo entre dos valles o crestas consecutivas

- **Celeridad de la ola (C) (m/s):** Velocidad de translación de una ola

$$C = \frac{\lambda}{T} \dots \text{(Ecuación 2)}$$

- **Celeridad de grupo (Cg) m/s**

$$C_g = \frac{C}{2} = \frac{g \cdot T}{4\pi} \dots \text{(Ecuación 3)}$$

- **Peso específico de agua de mar:** = 1028 Kg/ 3

- **Altura de ola (H) (m):** Distancia entre cresta y valle

- **Flujo de Energía (Fe) (kW/m):**

$$F_e = \frac{(\rho \cdot g \cdot H^3)}{8} \dots \text{(Ecuación 4)}$$

- **Potencia de Energía (P) (kW)**

$$P = \left( \frac{\rho \cdot g \cdot H^3 \cdot T}{32\pi} \right) \dots \text{(Ecuación 5)}$$

- **Energía total (E total) (kJ/m2):** La energía de las olas está vinculada a la E. Cinética como a la E potencial

$$E_{total} = 1.2 \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \lambda \dots \text{(Ecuación 6)}$$

## 2.4. Procedimiento

Después de haber expuesto los conceptos teóricos dentro de nuestras técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos se procedió a utilizar estas herramientas la investigación para así obtener los resultados deseados. A continuación, se representa en un gráfico de cajas el proceso llevado a cabo.

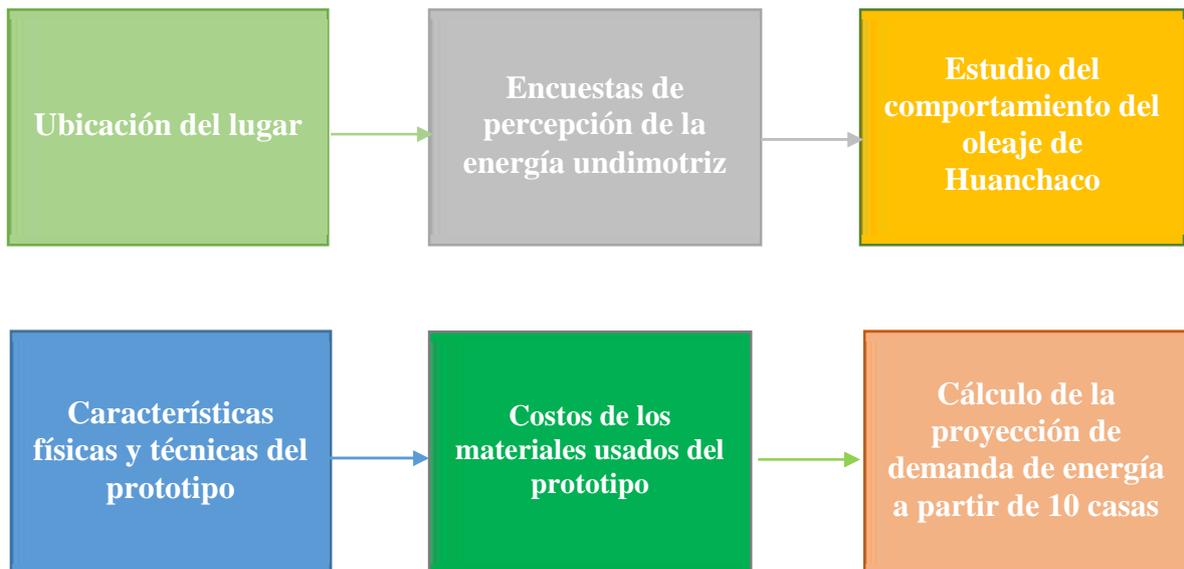


Figura 10: Elaboración de un gráfico de cajas del procedimiento de la investigación

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultado de analizar percepción del uso de energía undimotriz por parte de la población de Costanera-Huanchaco

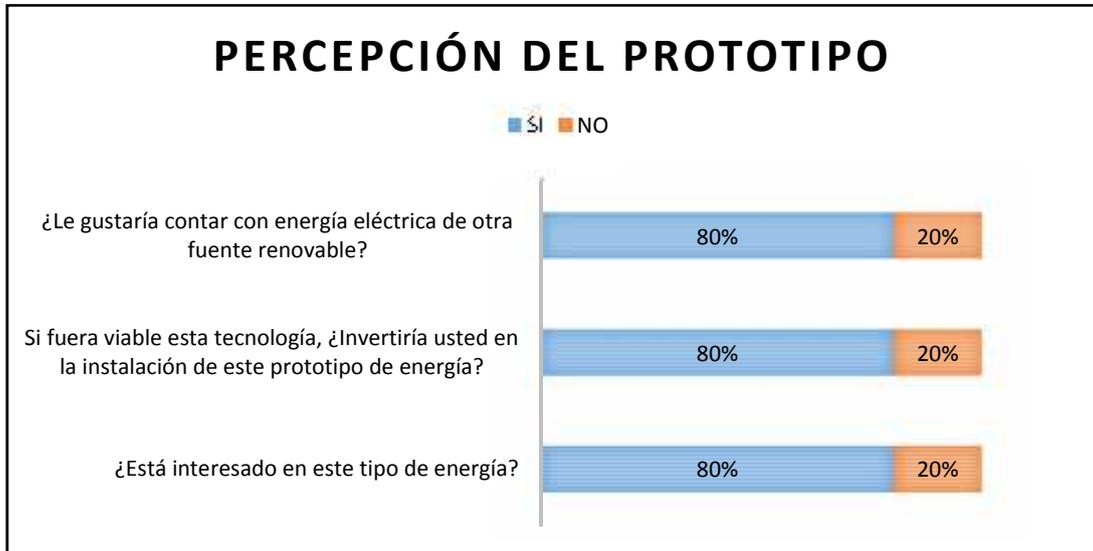


Figura 11: Percepción del prototipo undimotriz por la población de Playa Costanera – Huanchaco

Nota: Estos resultados fueron de la encuesta realizada a la población de la playa costanera Huanchaco (Ver anexo 1 y 2) donde observa que un 80 % de los encuestados están interesados en este tipo de energía (undimotriz), asimismo, sí invertiría en la instalación de este prototipo de energía a su vez le gustaría contar con energía eléctrica de otra fuente renovable mientras que el 20 % de los encuestados, no. Ver Anexos n° 1 y 2

#### 3.2. Resultado de cuantificar el potencial energético undimotriz de Huanchaco para la ubicación de la generación undimotriz

Tabla 1. Flujos de energía y energía total del oleaje de agosto del 2019 a enero del 2020

MESES	FLUJO DE ENERGIA (kW/m)	ENERGIA TOTAL (KJ/m2)
AGOSTO	683.51	71827.3
SETIEMBRE	528.49	53718.5
OCTUBRE	490.85	50961.0
NOVIEMBRE	451.28	47345.2
DICIEMBRE	213.62	19937.7
ENERO	405.99	43651.7
PROMEDIO	462.29	47906.9

Nota: En la tabla 1 se puede apreciar los resultados teóricos estimados del flujo de energía y energía total donde se observa que el mayor flujo de energía se da en agosto 683.51 kW/m y a su vez la energía total es 71827.3 KJ/m2. De igual manera se muestra que el mes de diciembre el potencial energético es menor siendo el flujo de energía 213.62 kW/m y la energía total 19937 kJ/m2. kW= kilo watts, KJ= Kilo Joule, m= metro, m2= metro cuadrado. Ver anexos n°3, 4, 5 y 6.

Autoría propia

**3.3. Resultado de obtener las características físicas y técnicas de este tipo de generación eléctrica limpia y ecoeficiente con el ambiente en costanera- Huanchaco.**

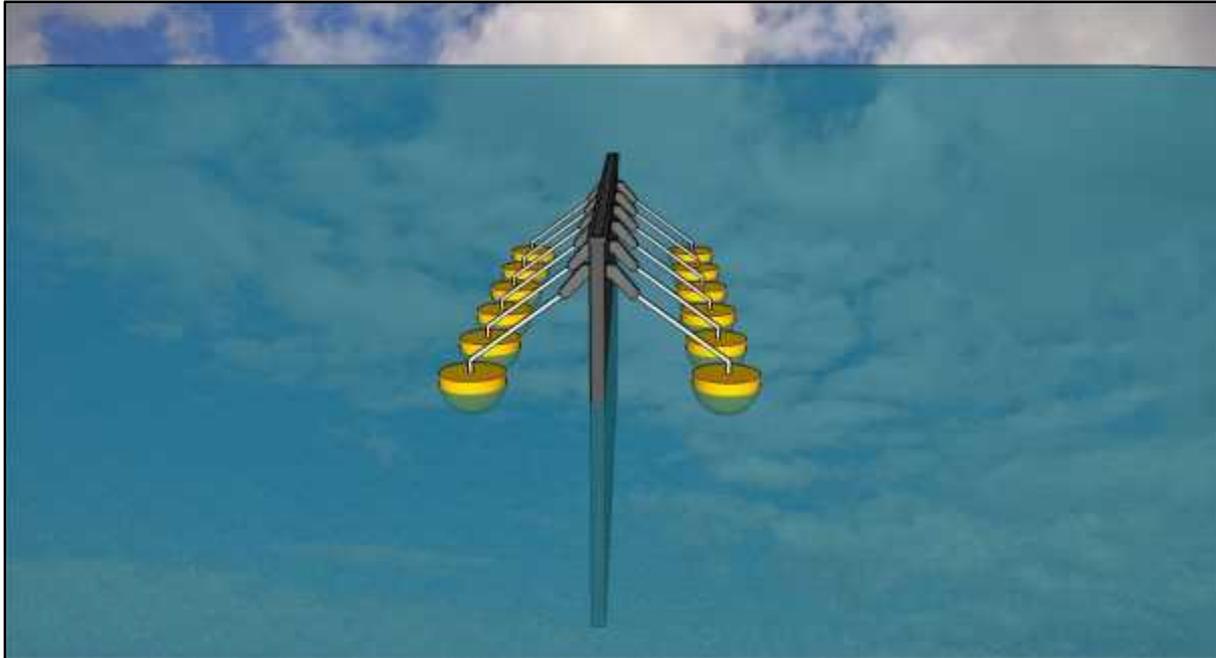


Figura 12: Prototipo electromecánico-Energía del mar.

Nota: En la figura 7 se puede observar el prototipo seleccionado, para la elección de este se consideró, el tipo de tecnología, las condiciones del oleaje del mar de Huanchaco y la instalación prototipo la cual es nearshore. Ver anexo n° 7

SELECCIÓN DEL OWC	UBICACIÓN
MAR	<b>Distancia de la costa al mar:</b> Near Shore (200 m) <b>Profundidad del mar:</b> 15 metros (Burga, 2014)
Sistema electromecánico	<b>Profundidad del soporte principal:</b> 18 m <b>Sobre el nivel del mar:</b> 3m <b>Cantidad de boyas:</b> 20 boyas <b>COORDENADAS UTM (WGS 84):</b> E 702575.47 m; S 9111148.78 m
EQUIPO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
Prototipo	Longitud de Altura de 13 metros Nivel del mar: 10 Ancho de 12 metros Peso de 10 toneladas
Boyas	Altura de 3,2 m Diámetro de 3 m Semicilíndrica Material: fibra de vidrio Cámara de lastre
Brazo flotante	Diámetro de 1 m Largo: 6 m Material: Metal

Generador eléctrico lineal	Rectificador Batería Onduladores Transformadores
Cableado	Acometida Circuito de control Cables para el Equipo undimotriz Canales Auxiliares Cables para soporte metálico.

Figura 13: Especificaciones físicas y técnicas del prototipo del sistema electromecánico

Nota: Se puede apreciar la descripción de las características técnicas de los equipos a desarrollar como la capacidad, diseño, tamaño, dimensiones y composición así mismo el peso del prototipo en general. Ver Anexo n°8

Autoría propia

### 3.4. Resultado de calcular el presupuesto y la evaluación económica del modelo Undimotriz.

Generación Undimotriz		
Rubro	Monto total \$	Monto total S/.
Estructuras Principales	56900	170700
Acometida	421534	1264602
Circuito de control	519600	1558800
Alambrado de Equipo	1052800	3158400
Canales Auxiliares	240400	721200
Soporte metálico	235000	705000
Traslado de material	78000	234000
Obra civil	66380.5	199142
Otros	534933.2	1604800
Seguridad y salud en obra	1500	4500
<b>TOTAL DE EJECUCIÓN</b>	<b>3207047.7</b>	<b>9621143.1</b>
<b>COSTOS ANUALES</b>	<b>\$</b>	<b>S/.</b>
Operación	205200	615600
Mantenimiento	1128000	10152000
<b>TOTAL</b>	<b>1333200</b>	<b>3999600</b>

Figura 14: Presupuesto total del costo de la ejecución de la obra del prototipo

Nota: Se realizó una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para la realización del proyecto undimotriz, el total de la ejecución es \$ 3207047.7 y los costos anuales de operación y mantenimiento son. \$ 1333200 Ver Anexos n° 9

Autoría propia

VALOR ACTUAL NETO (VAN)	S/39,218,095.00	\$13,072,698.33
TASA DE INTERES REMOTO TIR	29%	
COSTO BENEFICO (B/C)	S/4.06	\$1.35
PERIODO DE RECUPERACION ( PB)	9 AÑOS - S/26865196.23	\$8,955,065.41

*Figura 15:* Evaluación económica del modelo Undimotriz

*Nota:* Se calculó la evaluación económica del modelo Undimotriz donde se realizó varios indicadores económicos con la finalidad de obtener la viabilidad financiera del proyecto y demostrar que es aceptable para una futura ejecución. Se inició hallando el VAN que es S/39,218, 095.00, luego se obtuvo el TIR 29%, seguidamente se halló B/C S/4.08 y finalmente se evaluó el PB donde en un periodo de 9 años se obtendrá una recuperación de S/26865196.23. VAN = valor actual neto, TIR= tasa de interés remoto, B/C= costo beneficio y PB= pay back: periodo de recuperación.

### 3.5. Resultado de determinación de la proyección de la demanda de energía undimotriz

Tabla 2.

*Proyección de viviendas, potencia requerida y potencia generada por el prototipo undimotriz en un periodo de 20 años desde el 2019 al 2038*

PERIODO	Nº DE VIVIENDAS	POTENCIA REQUERIDA (kW)	POTENCIA GENERADA (kW)
2019	10	6354	7200
2020	11	7060	14400
2021	12	7844	21600
2022	14	8716	28800
2023	15	9684	36000
2024	17	10761	43200
2025	19	11956	50400
2026	21	13285	57600
2027	23	14761	64800
2028	26	16401	72000
2029	29	18223	79200
2030	32	20248	86400
2031	35	22498	93600
2032	39	24997	100800
2033	44	27775	108000
2034	49	30861	115200
2035	54	34290	122400
2036	60	38100	129600
2037	67	42333	136800
2038	74	47037	144000
2039	82	52263	151200

En la tabla 2. Se puede apreciar un periodo de 20 años desde el 2019 al 2039 y el número de viviendas proyectadas en cuanto al crecimiento poblacional de estos años, por otra parte, también se muestra la potencia requerida por cada vivienda y la potencia generada por el prototipo undimotriz proyectada en los 20 años. kW= Kilo Watts. Ver anexos n° 10 y 11

Autoría propia

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIÓN

La figura N°11 muestra la opinión de la población de la zona de estudio respecto al uso de energía eléctrica generada a partir de un prototipo que capta la energía de las olas. Consta de tres preguntas; de ellas se obtienen que el 80% de los encuestados están de acuerdo con la obtención de energía eléctrica a partir de una fuente renovable. Existen investigaciones efectuadas en Nicaragua donde se realizó encuestas a viviendas unifamiliares de cuatro individuos para su electrificación a partir de energías renovables, donde el 77 % de los habitantes de San Nicolás manifiestan su apoyo a favor del desarrollo de energías renovables en Nicaragua (Betanco y Pérez, 2019; pág.124). Eso explica por qué Imaz (2016) afirma en su estudio que la energía undimotriz tiene gran aceptación social como cualquier otra energía renovable (pág.8). Asimismo, porque la mayoría de electricidad en base de energías renovables generan ofertas de empleo presentando un beneficio para la población (Abad, 2013). Sin embargo, todavía se presenta una inversión que puede ser muy costosa por lo que se requiere de una institución que invierta en la implementación de un sistema undimotriz. Se recomienda contar con la inversión de una empresa o del Estado para la implementación de un generador eléctrico usando energía renovable. El mismo resultado de 80% la población encuestada indica que ellos estarían de acuerdo en invertir en la instalación de un prototipo en caso de que la tecnología undimotriz seleccionada para el prototipo fuese viable. Sin embargo, no existen encuestas en estudios anteriores que demuestren que la población está dispuesta en invertir o contribuir para la inversión en la instalación de un prototipo undimotriz. Más bien, en el estudio de Imaz (2016) sostiene que la inversión en ese tipo de tecnología se volvió rentable por la ayuda de varias administraciones de España (pag.29). Porque estas tecnologías de conversión energética son costosas y son pocas que tienen éxito al ser colocadas en el mar (Elías, 2011, pág.698). Si bien es cierto, el coste de la energía undimotriz representa una inversión alta porque involucra presupuesto de ejecución,

operación y mantenimiento. Se tiene que considerar que estas tecnologías tienden a disminuir con el tiempo de acuerdo con las condiciones que presente el mar (Maiztegi, 2018). No olvidar que el prototipo de patente argentino no requiere de un constante mantenimiento porque está diseñado con un sistema electromecánico. Asimismo, se tiene que un 80% de encuestados expresa su interés por la energía undimotriz reflejando la aceptación del prototipo. El interés de optar por la energía undimotriz está relacionada a experiencias favorables en lugares como Hawaii donde se viene utilizando esta tecnología para reducir su contaminación por el uso excesivo de combustibles fósiles (Suárez, 2017). Por otro lado, Bengoetxea (2017), determina que la energía de las olas goza de una alta aceptación en la sociedad porque posee un bajo nivel de impacto medioambiental. Spiegel, McArthur y Norton (2010) refieren que existe interés en uso y aplicación de tecnologías limpias por parte del Gobierno y el sector privado. La aplicación no afecta a la salud de las especies marinas porque la energía undimotriz no depende de fuentes fósiles ni genera gases de efecto invernadero (Abad, 2013; págs.89-91).

En la tabla 1 se tienen los resultados teóricos promedios estimados en 6 meses, desde agosto a diciembre del 2019, donde los datos del mes de agosto son los más altos en cuanto al flujo de energía (683.51 kW/m) y energía total (71827. 3 KJ/m<sup>2</sup>) del oleaje cercano a la costa de Huanchaco. Estos resultados se obtuvieron de la recopilación de los parámetros de altura de la ola, periodo de la ola, densidad del agua de mar y velocidad del viento del lugar, información extraída de un software de previsión del mar (Surf-forecast), calculados seguidamente por ecuaciones para el cálculo del flujo energético y energía total (anexo n° 3 y n° 4). Del mismo modo, Pérez en su tesis menciona que aplicó ecuaciones para hallar la energía total teniendo en cuenta variables como altura significativa de la ola, periodo, densidad del agua de mar, temperatura y velocidad del viento en la zona y agregó que el parámetro fundamental para obtener energía está determinado por la velocidad del viento

mientras se tenga mayor velocidad mayor es el oleaje y así la energía de la ola. De la misma forma, Coello, (2017) en su investigación calculó con ecuaciones los parámetros de las olas y obtuvo como flujo de energía 51kW y la energía total de 6279kJ/m<sup>2</sup> del mar de Lambayeque-Perú en un periodo de 3 años, al igual que Jaramillo (2019) que a partir de los parámetros realizó ecuaciones para encontrar el flujo de energía 51,3 kW y la energía total 6300 kJ/m<sup>2</sup> del mar de Salaverry en un periodo de un año, La Libertad- Perú comparando con nuestros resultados los autores también aplicaron fórmulas para obtener el flujo de energía y la energía total de la ola en un periodo determinado, se puede apreciar que sus parámetros son menores al nuestro posiblemente se deba a la oceanografía del lugar. Esto se valida con las bases teóricas (Ramos, F. 2004, pág.13) pues determina que a medida que aumenta la velocidad del viento este sopla con fuerza, haciendo que las olas consigan un tamaño gigante y por el impulso del viento oscilen sobre la superficie del mar a gran velocidad y descargan toda su energía sobre los obstáculos (prototipos) que localicen en su recorrido y la cantidad de energía que adquieren es grande. Finalmente sería recomendable que la información oceanográfica sea visible para cualquier persona que necesite de ella y que el Estado a través de sus entidades públicas cuente con una base de datos del oleaje y sus parámetros anualmente. También que las futuras investigaciones proporcionen, en sus metodologías, el cálculo de las ecuaciones de la energía de las olas para que el procesamiento de datos sea más acelerado.

En la figura 12 y 13 se presenta el modelo undimotriz y las partes que conforman la estructura de este prototipo que está basado en uno construido por la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional de Buenos Aires UTN- FRBA. Nuestro modelo consta de 20 flotadores o boyas, un sistema muy parecido al dispositivo que crearon Pelissero, Haim, Oliveto, et al. (2014) en la UTN- FRBA, asimismo, el prototipo constituye un soporte principal y este tiene un sistema electromecánico que está sujeto a dos brazos

mecánicos de los cuales tienen una boya cada uno. Los autores antes descritos también tuvieron en cuenta la durabilidad de los materiales y las dimensiones del dispositivo, es por eso que para el proyecto se creyó conveniente tomar esas dimensiones como referencia para el diseño de nuestro prototipo, estas fueron largo del cuerpo del equipo: 3, diámetro de las boyas: 3 m, el peso de las boyas (10 ton) y largo del brazo (6 m) ya que también se tuvo en cuenta que la profundidad del mar donde se colocó el dispositivo fue la misma y la altura de la ola igualmente. Se recomienda que para futuras investigaciones donde se desee conocer estudios de profundidad en el mar de Huanchaco, se consulte estudios de batimetría que realiza la Marina de Guerra en la municipalidad de Salaverry. Vale mencionar que el prototipo posee un sistema de protección frente a condiciones anómalas del clima que consiste en levantar las boyas para proteger su estructura de tormentas y tsunamis y no dañar al prototipo y por lo tanto mantener intacto a las especies marinas (Calderón y Courtin, 2016).

En la figura 14, se muestra el cálculo del presupuesto para la ejecución del prototipo seleccionado de construirse este demandaría de \$3207047.7 este cálculo también contempla el costo anual de operación S/ 615600 y mantenimiento \$1333200. En el cálculo del presupuesto final se trabajó con costos unitarios además de proformas solicitadas a tiendas especializadas y profesionales expertos en el tema; en ellos se incluye los materiales para la ejecución de la obra electromecánica, el salario de mano de obra, de operación y mantenimiento del sistema. Esta metodología guarda relación con la investigación de Coello (2017) quien obtuvo un presupuesto de inversión de prototipo, para ello, determinó la total ejecución que fue de \$1633015,40 y de operación y mantenimiento fue \$81600. En esta investigación se detalla a fondo los materiales que necesita su modelo undimotriz al igual que nuestro prototipo. Mientras que en la tesis de Durán (2017) se calculó un presupuesto de la obra de la propuesta de instalación de una planta undimotriz en México con un modelo OWC

idéntico al nuestro, para ello presupuestó la obra civil y la obra electromecánica, para la primera toma de datos de la base de Compranet, plataforma del estado de México donde se licitan obras grandes y para el segundo presupuesto realizó los cálculos unitarios por volumetrías y se obtuvo los datos un portal de Neoda, este hizo un cálculo para 4 generadores de 2050 kW cada una, el costo final de su proyecto es de \$159,786,285.67 el prototipo propuesto en la presente investigación tiene un generador. Quijano (2017) menciona en una de sus conclusiones que la energía undimotriz es una de las energías renovables más prometedoras que existen actualmente, que es la que más cantidad de energía genera y está distribuida por las costas donde mayor gasto energético global existe. También menciona sin embargo demanda de un alto costo del sistema. Además, Fernández (2008) en su investigación menciona que el mayor coste de la inversión en la tecnología de las olas esta la estación de conversión, debido principalmente a la construcción y a los sistemas de anclaje, mientras que los costes de materia prima (agua y aire) es nulo. En las bases teóricas, Otterbach (2014, pg.47). Indica que la energía undimotriz es una nueva energía limpia, por lo que todavía no está bien desarrollada, no obstante, brinda energía eléctrica sin causar ningún daño ambiental como tipo de emisión de gas de efecto invernadero u otro. Además, menciona que una planta undimotriz tiene altos costos de inversión y mantenimiento. Cabe mencionar que, el Estado Peruano, no ha desarrollado en los planes o proyectos a corto plazo el desarrollo, construcción e implementación de energía renovable; puntualmente planta o prototipo de generación undimotriz esto quizás porque sus materiales son de alto costo o aún no hay interés por esta energía, según el Plan Energico Nacional (2014-2025) el Perú produce el 54.3% de energía renovable, pero 51.8% es de hidroeléctricas y el dos 2% es de energía solar, biogás y eólica, vemos ahí que el Perú aún apuesta en pocas demandas en las diferentes fuentes de producción de energía, Asimismo menciona que las subastas propuestas para este periodo solo sería de energías no convencionales como hidroeléctricas, solares y eólicas. Se

recomienda que las siguientes investigaciones proporcionen el presupuesto de sus prototipos y plantas, porque son muy pocas las investigaciones que mencionan el precio de la instalación de estos.

En la figura 15 se puede apreciar la evaluación económica del prototipo undimotriz donde el VAN es \$ 13072698.33 e indica que el proyecto aporta riqueza por encima de la tasa exigida, el TIR es 29 % por lo tanto este es mayor a la tasa de inversión, por tanto, se muestra que es aceptable y aprobable para el proyecto, por otro lado, tenemos al costo beneficio. Este es \$/ 1.35 e indica que por cada dólar invertido se tiene 0.35 dólar de beneficio y también se estimó el periodo de recuperación que fue un periodo de 9 años. Para llegar a estos resultados se debió tener en cuenta los ingresos y egresos del prototipo. En la investigación de Coello (2017) realizó una evaluación económica con los indicadores de VAN y TIR donde tuvo como resultado un VAN de \$931141,9635 y TIR de 17% y un periodo de recuperación de 5 años de igual manera Jaramillo, (2019) realizó un análisis de VAN Y TIR mediante una evaluación económica los resultados fueron VAN (\$55828,88) y TIR (19%) contrastando estas investigaciones con los resultados de nuestra investigación, todas son viables, tienen un TIR que supera a la tasa de inversión y es mayor a esta indicando que aporta mayor riqueza al proyecto, también se puede decir que al pasar del tiempo hay una recuperación de los egresos y se puede percibir que el proyecto es rentable. En la teoría de Morín (2017, pág.1) manifiesta que un proyecto será beneficioso al considerar una tasa de descuento notable para el proyecto, el valor presente de los beneficios ganados por el proyecto es mayor que el valor presente de los costos invertidos. Es recomendable que cada proyecto establezca una evaluación económica-financiera para que su inversión sea segura y con el pasar del tiempo puedan recuperar y obtener ganancias fijas.

En la tabla 2 se muestra la potencia requerida por las viviendas rurales y la potencia generada por el prototipo demostrando, que para el año 2038, se requerirá de un total de 52263 kW

frente a una potencia generada por el prototipo de 1512000 kW. Por lo tanto, se afirma que el modelo undimotriz de la presente investigación cubre con la cantidad de energía eléctrica para las 82 viviendas proyectadas. Para proyectar la demanda energética del modelo de la presente investigación, se tuvo en cuenta los datos del modelo undimotriz de la UTN- FRBA construido a base de boyas cuyos ensayos resultaron óptimos para la generación de electricidad. Pelissero M. A. et al., (2014) consideró, las dimensiones del dispositivo, la potencia de la boya para abastecer de energía eléctrica a partir de energía undimotriz a 5000 hogares con 200 boyas colocadas en el mar argentino. Los datos obtenidos en la presente investigación se aplican a prototipos que cubren el requerimiento energético de viviendas rurales y a través de datos de Osinerg (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía) se pudo obtener la demanda de potencia de energía de la vivienda. Se recomienda para un cálculo más preciso contar con una página web oficial sobre la potencia requerida de un hogar rural promedio en Perú. De ese modo, se llegará a resultados más reales y como indica Elías y Bordas (2011) es cierto que la energía undimotriz no es muy comercializada, pero de existir una experiencia satisfactoria de la energía undimotriz, eso incentivaría a implementar más modelos a lo largo de la costa (pág.936). Y tal suceso, beneficiaría a los pobladores de la playa Costanera Huanchaco con electricidad a partir de una fuente de energía limpia.

## 4.2. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación se presentan a continuación:

- La evaluación de la generación undimotriz para mejorar el suministro energía eléctrica en la playa Costanera- Huanchaco tiene una aceptable percepción (80%) por parte de la población, quienes además están de acuerdo con asumir los costos del consumo energético; entienden también que esta energía es renovable y amigable con el ambiente.
- Se logró determinar el flujo de energía y energía total- potencial energético de las olas del mar de Huanchaco, los resultados teóricos estimados del flujo de energía (683.51kW/m) y energía total (71827.3 KJ/m<sup>2</sup>) del oleaje cercano a la costa de Huanchaco evidencian que el potencial energético del oleaje de la zona de estudio es apropiado para la instalación de un prototipo undimotriz capaz de generar energía eléctrica a la playa costanera, población que no cuenta con este servicio básico.
- Se logró obtener las características físicas y técnicas de este tipo de generación eléctrica limpia y ecoeficiente con el ambiente en costanera- Huanchaco por ejemplo, las dimensiones como altura, largo ancho y peso, los materiales y accesorios que conforman la estructura del prototipo seleccionado.
- Se calculó el presupuesto para el diseño del prototipo mecánico para ello se realizó el costo de ejecución \$3207047.7 que incluye materiales, operación y mantenimiento \$1333200 anual. También se calculó la evaluación económica del modelo undimotriz con indicadores rentables cual fue VAN \$ 13072698.33, TIR: 29 %, B/C \$1.36 y periodo de recuperación de 9 años.
- Se determinó la proyección de la demanda de energía para la potencia eléctrica del modelo undimotriz a base de boyas desde 2019 hasta 2038 cuyo valor asciende a 151200 kW superando a los 52263 kW de potencia eléctrica requerida por las 82

viviendas beneficiadas con este modelo undimotriz para el año 2038 por lo que se presenta la mejora de suministro de energía eléctrica gracias a la energía de las olas.

## REFERENCIAS

- Abad, C. M. (2013). Las energías renovables marinas y la riqueza potencial de los océanos: ¿Un mar de dudas o un mar de oportunidades? Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Ardón, M., Contreras, A., Domínguez, C., Estrada, J. & Siero, S. (2013). *Desarrollo de prototipo para la generación de Energía Undimotriz en el Litoral del Pacífico de Guatemala*. Guatemala. Editorial UVG
- Arellano, O. (2018). Modelado, análisis y control de un convertidor de energía de las olas. (Tesis de Maestría). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, Ciudad de México, México.
- Ariza, N. & Salas, C. (2016). *Análisis Técnico Para La Implementación De Un Sistema Undimotriz Para Generación De Energía Eléctrica En Colombia*. (Tesis de pregrado). Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia. Recuperado de: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18467/42101011\\_2016.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18467/42101011_2016.pdf?sequence=1)
- Baranda, J. (2017). *Estudio de un minigenerador de 500 W para la electrificación de comunidades rurales en Perú: Modelización, fabricación e instalación*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. Recuperado de <http://oa.upm.es/47808/1/TFG%20-%20Javier%20Baranda%20Alonso.pdf>
- Barrales, R., Barrales, V., & Rodríguez, M. (2014). Circuitos eléctricos: teoría y práctica. México D.F, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Bengoetxea, L. (2017). *Modelado numérico de una plataforma multiuso para la extracción de energía eólica y undimotriz en grandes profundidades*. (Tesis de titulación). Universidad de Cantabria, Santander, España. Recuperado de

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/10632/Bengoechea+G%C3%B3mez+de+Salazar.pdf?sequence=1>

Betanco, J. & Pérez, E. (2019). Caracterización socioeconómica y percepción sobre energías renovables de los pobladores del municipio San Nicolás, Estelí. En Revista Científica de FAREM-Estelí Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, 31(8), 109-130. Recuperado de <https://doi.org/10.5377/farem.v0i31.8475>

Burga, H. (2014). ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL DE PERFIL. Regeneración del borde costero de los Balnearios de Las Delicias, Buenos Aires y Huanchaco. Unidad Ejectora. Ministerio de transportes y comunicaciones. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/acuatico/documentos/estudios/Borde%20Costero/Informe%20parcial%201/Informe%201\\_FINAL.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/acuatico/documentos/estudios/Borde%20Costero/Informe%20parcial%201/Informe%201_FINAL.pdf)

Calderón, W. & Courtin, S. (2016). *Estudio Del Comportamiento De Un Mecanismo De Boyas Para Obtener Energía Undimotriz*. (Tesis de titulación). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139881/Estudio-del-comportamiento-de-un-mecanismo-de-boyas-para-obtener-energia-undimotriz.pdf?sequence=1>

Calero, Rolando. & Viteri, David. (2018) *Energía undimotriz alternativa para la producción de energía eléctrica en la provincia de Santa Elena*. Recuperado de <http://humadoc.mdp.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/643>

Casas, J (2007) Educación Medioambiental. Alicata: Editorial Club Universitario

Castillo, R., Díaz, G., Segovia, V. & Araya, C. (2018). Potencial undimotriz de la región de Tarapacá (Chile) como foco de fomento productivo. *Ingeniare*, 26(1), 72-85. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n1/0718-3305-ingeniare-26-01-00072.pdf>

Cendán, N. (2017). *Estudio De La Viabilidad De Un Parque Con Energía Undimotriz En Galicia Comparando Diversos Convertidores De Olas*. (Tesis de titulación). Universidad de la Coruña, España. Recuperado de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19724>

Decreto Legislativo N° 1002. “Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables” (2010). Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-9ozj22z9ap5zz33z-DL\\_de\\_promocion\\_de\\_la\\_inversion\\_para\\_la\\_generacion\\_de\\_electricidad\\_con\\_el\\_uso\\_de\\_energias\\_renovables\\_1002.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-9ozj22z9ap5zz33z-DL_de_promocion_de_la_inversion_para_la_generacion_de_electricidad_con_el_uso_de_energias_renovables_1002.pdf)

Durán, A. (2017). *Propuesta de instalación de una central undimotriz en México*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24117>.

Durango, 2015 Software de diseño. IT campus academic. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=1ShpCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Software+de+dise%C3%B1o+gr%C3%A1fico+libro&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwifqtHjofXpAhXTHbkGHWipBIEQ6AEIQDAD#v=onepage&q=Software%20de%20dise%C3%B1o%20gr%C3%A1fico%20libro&f=false>

Elías, X & Bordas, S. (2011). *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=\\_GL\\_W-seakgC&lpq=PA936&dq=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&hl=es&pg=PA936#v=onepage&q=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=_GL_W-seakgC&lpq=PA936&dq=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&hl=es&pg=PA936#v=onepage&q=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&f=false)

Escajadillo, F. (2018). *Diseño de una central undimotriz para la generación de energía eléctrica en la ciudad de Mollendo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6701/MCeschf.pdf?sequence=1&is>

Allowed=y

Fernández, C. (2018). *Análisis Socio - Económico De Viabilidad De Un Parque Undimotriz: Aplicación En La Costa Cántabra*. (Tesis de titulación). Universidad de Cantabria, España. Recuperado de

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14164/409395.pdf?sequence=1>

Fernández, J. (2008). *Una aproximación al aprovechamiento de la energía de las olas para la generación de electricidad*. (Tesis de titulación). Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de

[http://oa.upm.es/1203/1/PFC\\_JULIA\\_FERNANDEZ\\_CHOZAS.pdf?fbclid=IwAR3iSbwCpvetZSvMs94orKn3-iU0gLgz3\\_0OQr7Ysf07cwBBsvqfVaI10xg](http://oa.upm.es/1203/1/PFC_JULIA_FERNANDEZ_CHOZAS.pdf?fbclid=IwAR3iSbwCpvetZSvMs94orKn3-iU0gLgz3_0OQr7Ysf07cwBBsvqfVaI10xg)

Fernández, P (2004) *Energía del mar. III Técnicas para aprovechar la energía de las olas*. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria, recuperado de <http://es.pfernandezdiez.es/index.php?pageID=15>

Fondevila, M., Scarpellini, S. (2013). Guía de mercados energéticos. [Versión Adobe Digital Editions]. Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3219603&query=electricidad%20en%20ciudades%20costera%20a%20partir%20de%20energ%C3%ADas%20renovables>

Franco, F, Vera, C Salazar, I (2013) Factibilidad de aprovechamiento de la energía undimotriz mediante dispositivo de flotación en las costas de la ciudad de Antofagasta. *Revista de Ingeniería Innova*, 5(1), pp. 75-96.

Galdiano, M. (2011). *Aprovechamiento de energías renovables*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/home.action>

- García, J (2017). Estudio comparativo entre las diferentes fuentes de energía eléctrica en Colombia y la generación de electricidad a partir de biomasa Recuperado de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1706/1706.08441.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6° ed.). Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Imaz, M. (2016). Energía de oleaje en la isla de Tenerife. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Recuperado de [http://oa.upm.es/43856/1/Tesis\\_master\\_Mario\\_Imaz\\_Gomez.pdf](http://oa.upm.es/43856/1/Tesis_master_Mario_Imaz_Gomez.pdf)
- Jafari, M., Babajani, A., Hafezisefat, P., Mirhosseini, M., Rezaia, A. & Rosendahl, L. (2018). Numerical simulation of a novel ocean wave energy converter. *Energy Procedia*, 147, 474-481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.050>
- Jalón, M. (2016). *Diseño óptimo de un sistema de aprovechamiento de la energía del oleaje y gestión integral a diferentes escalas de tiempo* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=56598&fbclid=IwAR2EgptWU1JrUFX-jSxpmBBKBYLpSVsDjkQfiP1OL5GwnbFUd1zdlcc-wnA>
- Jaramillo, A. (2019). *Diseño de un sistema de generación undimotriz para suministrar la demanda de electricidad del astillero marypol e.i.r.l. en puerto salaverry, 2018*. (Tesis de titulación). Chiclayo: Universidad Ruiz Gallo. Recuperado de <http://190.108.84.117/handle/UNPRG/4628>
- Lynn, P. A. (2013). Electricity from wave and tide: An introduction to marine energy. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Maiztegi, L. (2018). *Estudio computacional y experimental del prototipo columna oscilante de agua para el aprovechamiento de la energía undimotriz*. (Tesis de pregrado) UPV/EHU Bizkaia, País Vasco, España.

Medina, E., Moñino, A., Bergillos, R., Clavero, M. & Ortega, M. (2019). Oscillating water column performance under the influence of storm development. *Energy*, 166, 765-774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.108>.

Ministerio de Ambiente (2005) Ley N°28611: Ley General del Ambiente. Congreso de la república del Perú. Recuperado de [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley\\_n-28611.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf)

Ministerio de Ambiente (2012) Ley N° 26821: Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Perú. Congreso de la república del Perú. Recuperado de <http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2012/07/Ley26821.pdf>

Mora, J. (2018). *Propuesta de un convertidor para la conexión de un sistema de generación undimotriz al sistema interconectado nacional*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/42663>

Morín, E (2017). *Indicadores de Rentabilidad*. México. CEPEP. Recuperado de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores\\_rentabilidad.pdf&ved=2ahUK EwiNp4HfkvXpAhXIEbkGHXDUBzwQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw3ffEgLRK5-qJE1k6VpFy19](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf&ved=2ahUK EwiNp4HfkvXpAhXIEbkGHXDUBzwQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw3ffEgLRK5-qJE1k6VpFy19)

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (2000). Ley N°27345: Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía (2000). Congreso de la república del Perú. Recuperado de: [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/PlantillaMarcoLegalBusqu](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqu)

eda/Ley%20N%C2%B0%2027345%20%20Ley%20Promoci%C3%B3n%20Uso%20Eficiente%20de%20la%20Energ%C3%ADa.pdf

Osinerg (s.f.). Guía para calcular el consumo eléctrico doméstico. Osinerg. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. Gerencia General. Gerencia Fiscalización Eléctrica.

Otterbach, D. (2014). *Energía y calentamiento global*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=jdnhBAAQBAJ&lpg=PA47&dq=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&hl=es&pg=PA47#v=onepage&q=costo%20de%20inversion%20una%20planta%20undimotriz&f=true>

Pardomo, A., Díaz, H. & Palacios, J. (2018). *Viabilidad técnica de tecnologías para aprovechamiento de la energía undimotriz en la costa del pacifico colombiano*. 15 (1) pp. 286-301. DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.4740>

Pelissero M. A., Haim P. A., Oliveto G., Montoneri M; Lifschitz A., Gagnieri D., Tula R., Galía F., Muñio F., De Vita G., Heinke E., Bernal S., Santino T., Cirelli E., Ferré N., Lifschitz A. (2014). Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Mar Argentino. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de <http://chaco.ina.gov.ar/ifrh-2014/Eje4/4.05.pdf>

Pérez, J. (2017). *Identificación Y Cuantificación Del Potencial De Energía Undimotriz En La Costa Del Departamento Del Atlántico, Colombia*. En *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17 (2), 93-102. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096077&fbclid=IwAR0yYpoS4Ffvfe5sLP0yz6Fxrn6cwzLjxwPuZcgIqZnoTqgWNbuK4liJrBU>

Pire, P. (2018). *Aprovechamiento de la energía undimotriz en la costa Asturiana*. Recuperado de [http://156.35.2.127/dspace/bitstream/10651/48378/3/TFM\\_PelayoPireCortes.pdf](http://156.35.2.127/dspace/bitstream/10651/48378/3/TFM_PelayoPireCortes.pdf)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (n.f.). Objetivo 7: energía asequible y no contaminante. Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>

Quiroga, A. (2016). *Análisis de Energía Renovable Undimotriz y Mareomotriz, como fuente energética de la Terminal Marítima Contecar - Cartagena*. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003770.pdf>

Ramírez, A. (2014). *Sistemas aislados para electrificación rural en zonas subsaharianas de Argelia* (Tesis de maestría). Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra. Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/12146>

Ramos, P. (2004). *Energías y medio ambiente*. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=h\\_ujoW5p4v4C&lpg=PA12&dq=energia%20de%20la%20olas&hl=es&pg=PA12#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=h_ujoW5p4v4C&lpg=PA12&dq=energia%20de%20la%20olas&hl=es&pg=PA12#v=onepage&q&f=false)

Rodríguez, M., Castillo, W., Vásquez, A., & Saltos, W. (2016). Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica. (Comunidades rurales de Chone). *Revista Riemat*, 2(1). Recuperado de c

Spiegel, E. McArthur, N. & Norton, R. (2010). La nueva era del cambio energético. Recuperado de <http://www.ebrary.com>

Suarez, E. (2017). *Dependencia Energética y Energía Undimotriz en España: El gran potencial del mar*. Universidad de Cantabria, España. Recuperado de <http://repositorio.unican.es:8080/xmlui/bitstream/handle/10902/12872/SuarezQuijanoEduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

ANEXO n. °1. Base de datos de la encuesta realizada a los pobladores de Playa Costanera

Huanchaco

**Encuesta de Percepción del uso de energía Undimetriz en la Playa COSTANERA-HUANCHACO**

**PRESENTACION DE LAS ENCUESTACIONES**

**Usuarios Encuestados:**

Nuestros usuarios son María Luisa Niño Vergara y Denitza Flores Rojas Ruiz. Somos estudiantes de la Universidad Privada del Norte y estamos haciendo esta encuesta con el fin de recibir información para el trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental con el fin del estudio Mideho andaluz para la generación de energía eléctrica en la playa costanera Huanchaco, la libertad. La información que nos proporcionen será para de forma Anónima.

**ASPECTOS POBLACIONALES**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Ocupación:** \_\_\_\_\_

**Tiempo de residencia:** \_\_\_\_\_ **SEXO:**  M  F

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Energía de las olas:**

1. ¿Conoce usted algún tipo de fuente de energía?  
a) Si      b) No
2. ¿Cuál es la diferencia entre las energías renovables y no renovables?  
a) Inagotables b) Agotables c) Naturales d) Económicas
3. ¿Cuál cree usted que es la importancia de la energía de las olas?  
a) Nada importante b) Moderadamente importante c) Importante
4. ¿Cuál cree usted que es la finalidad de la energía de las olas?  
a) Producir otras fuentes de energía b) Reducir costos económicos c) Ayudar al ambiente
5. ¿Cuál es el impacto ambiental de la energía Undimetriz?  
a) Emisión de ruidos b) Degradación del aspecto paisajístico  
c) Peligro de accidentes d) Impacto sobre ciertos tipos de fauna marina
6. ¿Está interesado en este tipo de energía?  
a) Si      b) No

**Análisis de las olas:**

7. ¿Conoce usted cuán profundo es el mar de Huanchaco?  
a) Si      b) No
8. ¿Qué tipos de olas del mar conoce?  
a) Cerca de la costa      b) Generada por el viento      c) Generadas en abanico  
d) Gota en su propio sitio      e) ninguna
9. Si usted vive cerca al mar, ¿Qué tipo de energía renovable le beneficiaría más?  
a) Generada por el sol      b) Generada por el viento      c) Generada por el mar

**Funcionamiento del prototipo y del sistema**

10. ¿Ha escuchado usted de las turbinas para generar energía eléctrica?  
a) Si      b) No
11. ¿Cree usted que el tipo de diseño de energía de las olas influye en la creación del prototipo de generación eléctrica?  
a) Si      b) No

**Costo de inversión del prototipo**

12. ¿Cree usted que la energía undimetriz es de menor costo que la energía eléctrica?  
a) Si      b) No
13. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir para adquirir este tipo de energía durante 5 años?  
a) 2000 soles      b) Entre 2000 y 4000 soles      c) 4000 soles      d) 6000 soles
14. ¿Cuánto cree que sea el costo que implica la instalación de algún tipo de esta tecnología limpia?  
a) 1000 soles aprox      b) 1500 soles aprox      c) 2000 soles aprox
15. Si fuera viable esta tecnología, ¿invertiría usted en la instalación de este prototipo de energía?  
a) Si      b) No

**Energía Eléctrica**

16. ¿Cree usted que debemos seguir dependiendo de la energía eléctrica sabiendo el costo por voltaje?  
a) Si      b) No
17. ¿Cuánto gustaría al mar con la instalación de energía eléctrica?  
a) menos a 50 soles      b) entre 50 y 100 soles      c) mayor a 100 soles
18. ¿Le gustaría conocer una energía eléctrica de una fuente renovable?  
a) Si      b) No

Encuestados	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
1	1	4	2	3	1	1	3	1	3	2	1	2	1	2	2	1	1	1
2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	4	3	2	4	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1
4	1	3	3	2	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1
5	1	3	3	3	4	1	2	1	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1
6	1	3	2	1	4	1	1	2	3	1	2	2	2	2	1	2	1	1
7	2	2	4	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2
8	1	2	2	1	2	1	2	2	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1
9	1	2	3	2	2	1	2	3	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1
10	1	1	2	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	2

Fuente: Autoría propia

ANEXO N°2: Validación del cuestionario

**INFORME DE VALIDACIÓN DEL EXPERTO**

**DEL Señor Mg. Jesús Alfredo Obregón Domínguez**

**A LOS TESISTAS:** Maria Luisa Neira Vergara  
Jhonatan Steven Roque Ruiz

**TITULO DE LA TESIS:**  
Método undimotriz para la generación de energía eléctrica en la playa costanera- Huanchaco, La Libertad.

INDICADORES	ÍTEM O PREGUNTA	ÍTEM O PREGUNTA MODIFICADA	RAZONES DE CAMBIO
Energía de las olas	¿Conoce usted algún tipo de fuente de energía? a) Sí b) No		
	¿Cuál es la diferencia entre las energías renovables y no renovables? a) Inagotables b) Agitables c) Naturales d) Económicas		
	¿Cuál cree usted que es la importancia de la energía undimotriz? a) Nada importante b) Medianamente importante c) Importante		
	¿Cuáles cree usted que es la finalidad de la energía de las olas? a) Sustituir otras fuentes de energía b) Reducir costos económicos c) Ayudar al ambiente		
	¿Cuál es el impacto ambiental de la energía Undimotriz? a) Emisión de ruido b) Degradación del aspecto paisajístico c) Peligro de accidentes d) Impacto sobre cierto tipo de fauna marina		
	¿Está interesado en este tipo de energía? a) Sí b) NO		
Análisis de las olas	¿Conoce usted cuán profundo es el mar de Huanchaco? a) Sí b) NO		
	¿Qué tipos de olas del mar conoce? a) Cerca de la costa b) Generada por el viento c) Generadas en altamar d) Gira en su propio sitio e) Ninguna		
	Si usted vive cerca al mar, ¿Qué tipo de energía renovable le beneficiaría más? a) Generada por el sol b) Generada por el aire c) Generada por el mar		
Funcionamiento del prototipo y del sistema	¿Ha escuchado usted de las turbinas para generar energía eléctrica? a) Sí b) NO		
	¿Cree usted que el tipo de diseño de energía de las olas influye en la creación del prototipo de generación eléctrica? a) Sí b) NO		



Costo de inversión del prototipo	¿Cree usted que la energía undimotriz es de menor costo que la energía eléctrica? a) SI b) NO		
	¿Cuánto estaría dispuesto a invertir para adquirir este tipo de energía durante 5 años? a) 2000 soles b) Entre 2000 y 4000 soles c) 4000 soles a 6000 soles		
	¿Cuánto cree que sea el costo que implica la instalación de algún tipo de estas tecnologías limpias? a) 1000 soles aprox b) 1500 soles aprox c) 2000 soles aprox		
	Si fuera viable esta tecnología, ¿invertiría usted en la instalación de este prototipo (de energía)? a) SI b) NO		
Energía Eléctrica	¿Cree usted que deberíamos seguir dependiendo de la energía eléctrica sabiendo el costo por voltaje? a) SI b) NO		
	¿Cuánto gastaría al mes con la instalación de energía eléctrica? a) menor a 50 soles b) entre 50 y 100 soles c) mayor a 100 soles		
	¿Le gustaría contar con energía eléctrica de otra fuente renovable? a) SI b) NO		

Después de haber revisado y analizado el instrumento de investigación alcanzo a Ud. las modificaciones y razones del cambio a los ítems en el siguiente cuadro:

Recomendaciones Generales: *No hay cambios procedo con forma de datos*

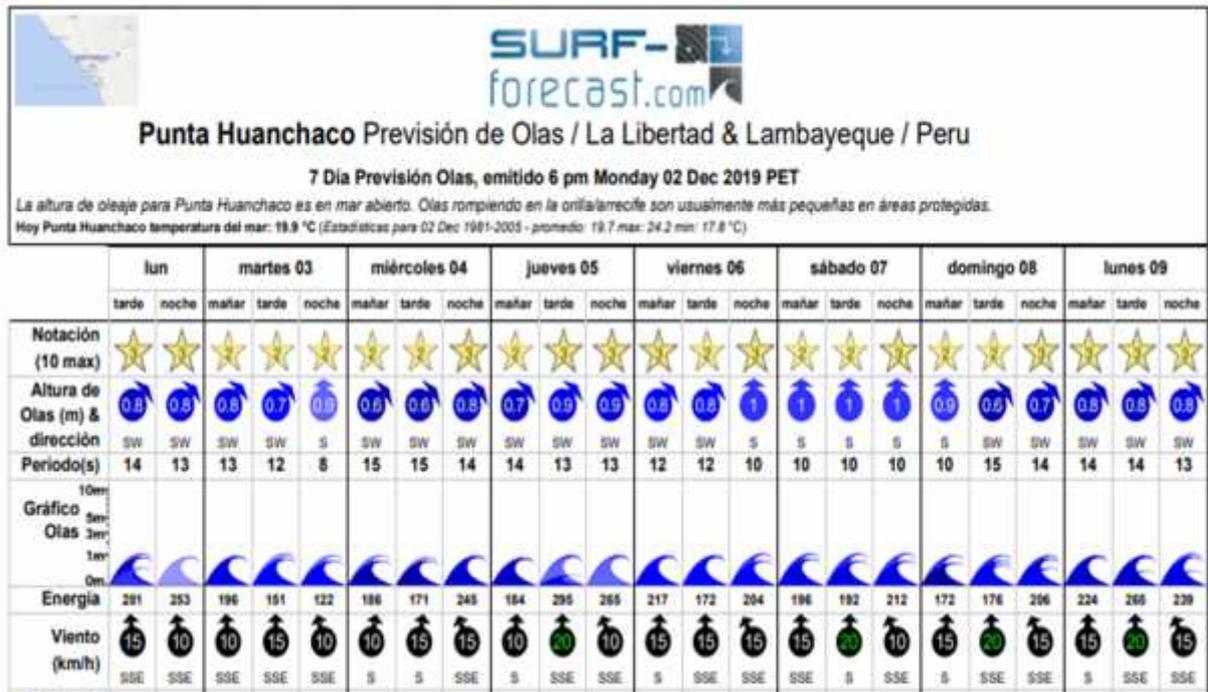


  
 Ing. Mg. Jesús Alfredo Obregón Domínguez  
 DIRECTOR GENERAL  
 CP 12002  
 Apellidos y Nombre del Experto  
 Firma y Sello

Fecha: *13-Mayo-2019*



ANEXO n°3 Datos de las olas de Huanchaco, La libertad Perú



Fuente: Adaptado de Surf-forecast

ANEXO N°4: Base de datos de los parámetros de la ola del Mar de Huanchaco del mes de Agosto del 2019 a Enero del 2020

AGOSTO

	1/08/2019				2/08/2019				3/08/2019				4/08/2019				5/08/2019						
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio			
Altura de olas (m)	1.1	1.1	0.9	1.03	0.9	1.2	1.7	1.27	1.4	1.4	1.4	1.40	1.1	1	1.1	1.07	0.9	1.1	1.1	1.03			
Dirección de la ola	SW	SW	SW		SW	SSW	SSW		S	S	S		SW	SW	SW		SW	SW	SW				
Periodo de la ola (s)	14	14	13	13.67	13	13	14	13.33	11	11	11	11.00	15	15	16	15.33	15	17	16	16.00			
Viento (Km/h)	10	15	5	10.0	10	15	5	10.0	15	15	5	11.7	10	15	10	11.7	15	15	10	13.3			
Dirección del Viento	SSW	S	SE		S	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	S	SSE		SSE	S	SSE				
6/08/2019				7/08/2019				8/08/2019				9/08/2019				10/08/2019							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1.1	1.1	1.1	1.10	1.1	1.2	1.1	1.13	1.1	2	2.3	1.80	2.2	2.3	2.3	2.27	2	1.9	1.8	1.90				
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SSW	SSW		SSW	SSW	SSW		S	SSW	S					
15	15	14	14.67	14	14	15	14.33	14	10	11	11.67	11	11	11	11.00	11	11	11	11.00				
10	20	15	15.0	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	10	20	10	13.3				
S	S	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SE					
11/08/2019				12/08/2019				13/08/2019				14/08/2019				15/08/2019							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1.5	1.8	1.8	1.70	1.5	1.5	1.4	1.47	1.4	1.4	0.9	1.23	0.9	0.9	1	0.93	1.1	1.1	1.1	1.10				
S	S	S		S	S	S		S	S	SW		SW	WSW	SW		SW	SW	SW					
10	11	11	10.67	10	10	10	10.00	10	9	16	11.67	16	15	15	15.33	15	14	14	14.33				
10	20	15	15.0	10	15	10	11.7	10	15	5	10.0	15	15	5	11.7	10	15	10	11.7				
SSE	SSE	SSE		S	S	SSE		S	S	SE		S	S	SSE		SSW	S	SSE					
16/08/2019				17/08/2019				18/08/2019				19/08/2019				20/08/2019							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1.1	1.1	1.1	1.10	1.4	1.6	1.4	1.47	1.2	1.1	1.2	1.17	1.2	1.2	1.1	1.17	1	0.6	0.9	0.83				
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	WSW	SSW					
13	14	14	14	14	14	13	13.6666667	12	12	12	12	12	12	11	11.6666667	10	14	10	11.3333333				
10	15	5	10.00	10	10	10	10	15	20	10	15	10	15	5	10	10	15	10	11.6666667				
SSW	S	S		SW	SSW	SSE		S	SSE	SSE		S	SSW	S		S	SSE	SSE					
21/08/2019				22/08/2019				23/08/2019				24/08/2019				25/08/2019							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
0.6	0.8	1	0.80	1.5	1.7	1.7	1.63	1.6	1.6	1.5	1.57	1.3	1.2	1.3	1.27	1.3	1.4	1.3	1.33				
WSW	WSW	WSW		WSW	WSW	WSW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW					
20	19	18	19	17	16	16	16.3333333	15	15	14	14.6666667	14	13	14	13.6666667	13	13	12	12.6666667				
15	15	10	13.3333333	10	15	10	11.6666667	15	15	10	13.3333333	10	15	5	10	10	10	10	10				
SSE	SSE	SSE		SSW	SSE	SSE		S	SSE	SSE		S	S	S		SSW	SSW	SSE					
26/08/2019				27/08/2019				28/08/2019				29/08/2019				30/08/2019				31/08/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1.3	1.2	1.6	1.37	1.4	1.3	1.1	1.27	1.1	1.1	1	1.07	0.9	0.8	0.7	0.80	0.8	1	1	0.93				
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW					
13	13	15	13.6666667	14	14	14	14	13	13	12	12.6666667	12	12	14	12.6666667	14	14	13	13.6666667				
10	20	10	13.3333333	10	15	5	10	15	5	5	8.333333333	10	15	5	10	15	15	10	13.3333333				
SSE	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		S	SSE	SSE					

# SETIEMBRE

6/09/2019				7/09/2019				8/09/2019				9/09/2019				10/09/2019				11/09/2019				12/09/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio												
0.9	0.6	0.8	0.77	1	0.9	1.1	1.00	1.1	1	0.7	0.93	0.8	0.7	1.8	1.10	1.7	1.6	1.6	1.63	1.5	1.5	1.4	1.47	1.4	1.4	1.8	1.53
S	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		WSW	SW	S		S	S	S		S	S	S		S	S	S	
10	19	18	15.67	18	17	18	17.67	16	16	20	17.33	19	19	19	19.00	9	9	9	9.00	9	9	8	8.67	8	9	10	9.00
15	15	10	13.3	10	20	15	15.0	15	20	15	16.7	10	20	5	11.7	10	20	10	13.3	15	25	10	16.7	15	20	15	16.7
S	SSE	SSE		SSW	SSE	SE		SEE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SEE	SEE	SE		SSE	SSE	SE		SSE	SSE	SSE	

13/09/2019				14/09/2019				15/09/2019				16/09/2019				17/09/2019				18/09/2019		
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche																
1.6	1.5	1.4	1.50	1.3	1.3	1.2	1.27	1.1	0.6	1.1	0.93	0.7	1.2	1.2	1.03	1.3	1.4	1.5	1.40	1.5	1.5	1.5
S	S	S		S	S	S		S	SW	S		SW	S	S		S	S	S		S	S	S
10	9	9	9.33	9	9	9	9.00	8	15	8	10.33	14	8	8	10	8	8	8	8	9	9	9
15	15	10	13.3	15	20	10	15.0	15	20	10	15.0	15	20	10	15.00	15	20	10	15	10	15	10
S	SEE	SEE		SWW	SSE	SSE		S	SEE	SE		SW	SSE	SSE		S	SSE	SSE		S	S	SSE

	1/09/2019				2/09/2019				3/09/2019				4/09/2019				5/09/2019			
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio																
Altura de olas (m)	1.1	1	1.3	1.13	0.9	0.9	1.3	1.03	1.2	1.2	1.2	1.20	1	1	1	1.00	0.9	0.9	0.8	0.87
Direccion de la ola	SW	SSW	SSW		SSW	SSW	S		S	S	S		S	S	S		S	S	S	
Periodo de la ola (s)	13	13	12	12.67	12	12	11	11.67	11	11	11	11.00	11	10	10	10.33	10	10	10	10.00
Viento (Km/h)	15	15	10	13.3	15	15	10	13.3	10	15	5	10.0	10	15	10	11.7	10	15	10	11.7
Direccion del Viento	S	SSE	SSE		S	SSE	SSE		SSW	S	SSE		SWW	S	SSE		SSE	SSE	SSE	

	19/09/2019				20/09/2019				21/09/2019				22/09/2019				23/09/2019				24/09/2019				25/09/2019			
Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio
1.50	1.6	1.6	1.3	1.50	1.4	1.4	1.3	1.37	0.8	0.8	0.9	0.83	1	1	1.1	1.03	1.1	1.1	1.6	1.27	1.5	1	1.5	1.33	1.4	1.4	1.2	1.33
	S	S	S		SSW	S	S		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SSW		SSW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW	
9	10	10	10	10	12	12	11	11.6666667	18	17	16	17	16	15	15	15.3333333	14	14	13	13.6666667	14	14	14	14	13	13	12	12.6666667
11.6666667	15	20	10	15	15	15	10	13.3333333	15	20	10	15	15	20	10	15	10	15	10	11.6666667	15	15	5	11.6666667	10	15	10	11.6666667
	S	SSE	SSE		S	S	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SSE		SSW	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SSW	S	SSE	

# OCTUBRE

	1/10/2019				2/10/2019				3/10/2019				4/10/2019				5/10/2019			
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio																
Altura de olas (m)	1.3	1.3	1.3	1.30	1.4	1.4	1.7	1.50	1.7	1.8	1.8	1.77	1.6	1.6	1.6	1.60	1.6	1.7	1.8	1.70
Dirección de la ola	SW	SW	SW		SW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	S	S		S	S	S	
Periodo de la ola (s)	15	14	14	14.33	14	14	14	14.00	13	13	13	13.00	12	12	12	12.00	11	10	10	10.33
Viento (Km/h)	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	15	20	15	16.7
Dirección del Viento	S	S	SSE		S	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE	

6/10/2019				7/10/2019				8/10/2019				9/10/2019				10/10/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio												
1.8	1.7	1.7	1.73	1.6	1.5	1.3	1.47	1.2	1.2	1	1.13	0.9	0.6	0.6	0.70	0.6	0.7	0.6	0.63
S	S	S		S	S	S		S	S	S		S	SW	SW		SW	S	SW	
10	10	10	10.00	10	9	9	9.33	9	9	9	9.00	9	13	12	11.33	12	8	12	10.67
15	20	15	16.7	15	15	10	13.3	15	15	5	11.7	10	15	5	10.0	10	15	5	10.0
S	SSE	SSE		S	S	SSE		S	SSE	SSE		SSW	SSW	SSE		SSW	S	SSE	

11/10/2019				12/10/2019				13/10/2019				14/10/2019				15/10/2019				16/10/2019		
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche																
0.6	0.6	0.6	0.60	0.7	0.8	1	0.83	0.7	0.6	0.7	0.67	0.8	0.9	0.8	0.83	0.7	0.9	0.6	0.73	0.7	0.8	0.8
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SSW	SSW
12	12	15	13.00	15	12	13	13.33	13	19	18	16.67	17	16	16	16.33	15	10	14	13.00	14	12	11
15	15	10	13.3	10	15	10	11.7	10	15	10	11.7	15	15	10	13.3	10	15	15	13.3	15	20	15
SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		SSE	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	SSE	SSE

17/10/2019					18/10/2019				19/10/2019				20/10/2019				21/10/2019				22/10/2019		
Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche
0.77	0.6	0.9	1.2	0.90	1.2	0.8	0.9	0.97	1.1	1.1	1.2	1.13	1.1	1.1	1.1	1.10	1.1	1.1	1.2	1.13	1.2	1.2	1.1
	SW	SSW	S		S	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW
12	13	11	12	12	11	19	18	16	17	17	16	16.666667	15	15	14	14.666667	14	14	15	14.333333	14	14	14
16.67	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	10	15	15	20	15	16.666667	15	15	10	13.333333	10	15	10
	SSE	SSE	SSE		S	S	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	S	S		SSE	SSE	SSE

25/10/2019				26/10/2019				27/10/2019				28/10/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	
0.9	1	0.9	0.93	1	1.1	1.1	1.07	1.1	1	1	1.03	0.9	0.9	0.9	
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW	
13	13	13	13	15	14	14	14.333333	13	13	13	13	12	12	15	
10	15	10	11.666667	10	15	10	11.666667	15	20	10	15	15	15	10	
S	SSE	SSE		SSW	S	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SSE	

29/10/2019					30/10/2019				31/10/2019			
Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio
0.90	1.1	1.1	0.9	1.03	0.9	0.8	0.9	0.87	0.9	0.9	1.3	1.03
	SW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	SSW	SSW	
13	14	13	13	13.333333	12	12	12	12	11	11	12	11.333333
13.333333	10	15	5	10	10	15	10	11.666667	10	15	15	13.333333
	S	S	SSE		S	S	SSE		SSE	SSE	SSE	

## NOVIEMBRE

	1/11/2019				2/11/2019				3/11/2019				4/11/2019				5/11/2019			
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio																
Altura de olas (m)	1.4	1.3	1.4	1.37	1.2	1.2	1.2	1.20	1.1	1.1	1.7	1.30	1.7	1.6	1.5	1.60	1.4	1.4	1.3	1.37
Dirección de la ola	SSW	SSW	SE		SSW	SSW	S		S	SW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	SSW	SSW	
Periodo de la ola (s)	12	11	11	11.33	11	10	10	10.33	10	15	14	13.00	14	13	13	13.33	13	12	12	12.33
Viento (Km/h)	15	20	15	16.7	10	15	15	13.3	15	15	10	13.3	15	15	10	13.3	15	20	15	16.7
Dirección del Viento	S	SSE	SSE		SSW	SSE	SSE		S	S	SSE		S	S	SSE		S	SSE	SSE	

6/11/2019				7/11/2019				8/11/2019				9/11/2019				10/11/2019				11/11/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio												
1.2	1.2	0.9	1.10	1.1	1.1	1.3	1.17	1.2	1.2	1	1.13	1	0.9	1.1	1.00	1.2	1.2	1.5	1.30	1.4	1.3	1.2	1.30
SSW	S	SW		SW	SW	SSW		SW	SSW	SSW		SSW	SW	SW		SW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW	
12	11	18	13.67	16	15	14	15.00	14	14	13	13.67	13	19	17	16.33	16	15	14	15.00	14	13	13	13.33
15	15	10	13.3	15	15	10	13.3	15	20	10	15.0	10	15	10	11.7	10	15	10	11.7	10	15	10	11.7
SSE	SSE	SSE		S	S	SSE		SSE	SSE	SSE		S	S	SSE		S	S	SSE		SSW	S	SSE	

12/11/2019				13/11/2019				14/11/2019				15/11/2019				16/11/2019				17/11/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio																				
0.8	0.8	0.8	0.80	0.8	0.8	0.7	0.77	0.7	0.7	0.5	0.63	0.6	0.7	0.5	0.60	0.8	0.8	0.7	0.77	0.9	0.9	0.8	0.87
WSW	WSW	WSW		WSW	WSW	SW		SW	SW	SW													
15	14	14	14.33	14	14	13	13.67	13	12	16	13.67	15	14	14	14.33	13	13	13	13	14	13	12	13
10	15	10	11.7	15	15	10	13.3	10	20	10	13.3	10	15	15	13.3	15	15	15	15.00	15	15	10	13.3333333
S	S	SSE		S	S	SSE		S	SSE	SSE		SSW	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	S	SSE	

18/11/2019				19/11/2019				20/11/2019				21/11/2019				22/11/2019							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio																
1.1	1.1	1.1	1.10	1.1	0.8	1.3	1.07	1.3	1.3	1.3	1.30	1.3	1.2	1.2	1.23	1.1	1.1	1.1	1.10	1.1	1.1	1.1	1.10
SW	SW	SSW		SW	SW	SW		SW	SW	SW													
13	13	13	13	12	15	14	13.6666667	14	13	13	13.3333333	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12.6666667
15	15	10	13.3333333	10	15	10	11.6666667	10	15	10	11.6666667	10	15	10	11.6666667	15	15	10	11.6666667	15	15	10	13.3333333
S	S	SSE		SSW	S	SSE		S	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE	

23/11/2019				24/11/2019				25/11/2019				26/11/2019				27/11/2019				28/11/2019				29/11/2019				30/11/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio
1	1	1	1.00	0.9	0.9	0.9	0.90	0.7	0.7	0.6	0.67	0.9	0.6	1.2	0.90	1	1.2	1.8	1.33	1.1	1.1	1	1.07	0.9	0.8	0.7	0.80	1	1	1	1.00
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SSW		S	SSW	SSW		SW	SW	SSW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		S	S	S	
12	12	12	12	12	12	11	11.6666667	11	10	10	10.3333333	7	11	10	9.3333333	14	14	13	13.6666667	13	13	12	12.6666667	12	12	14	12.6666667	10	10	10	10
15	20	10	15	15	20	15	16.6666667	15	20	15	16.6666667	15	20	10	15	15	15	10	13.3333333	15	5	5	8.3333333	10	15	5	10	10	15	15	13.3333333
S	S	SSE		S	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	S	SSE		SSW	S	SSE		SSW	S	SSE		S	S	SSE	



# ENERO

	1/01/2020				2/01/2020				3/01/2020				4/01/2020				5/01/2020						
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio																			
Altura de olas (m)	1.1	1.1	1	1.07	1.1	1.4	1.3	1.27	1.3	1.2	1	1.17	1	0.9	0.9	0.93	0.4	0.5	0.6	0.50			
Direccion de la ola	SSW	SSW	SW		SW	SSW	SSW		SSW	SSW	SW		SW	SW	SW		W	W	SSW				
Periodo de la ola (s)	12	12	15	13.00	14	14	13	13.67	13	13	13	13.00	12	12	12	12.00	23	22	11	18.67			
Viento (Km/h)	10	15	15	13.3	15	15	15	15.0	15	20	10	15.0	15	20	10	15.0	15	20	10	15.0			
Direccion del Viento	SSW	S	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SSE		S	SSE	SSE				
6/01/2020				7/01/2020				8/01/2020				9/01/2020				10/01/2020							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
0.6	0.6	0.6	0.60	0.6	0.5	1	0.70	0.5	0.8	0.7	0.67	0.8	0.6	0.7	0.70	0.6	1.1	1.1	0.93				
W	W	W		W	W	S		W	S	S		S	SSW	SSW		SSW	S	S					
20	20	19	19.67	19	18	10	15.67	18	9	10	12.33	10	12	12	11.33	11	10	10	10.33				
15	20	10	15.0	15	15	15	15.0	15	20	20	18.3	15	20	20	18.3	15	20	15	16.7				
S	SSE	SSE		SSE	S	SSE		SSE	SSE	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SE					
11/01/2020				12/01/2020				13/01/2020				14/01/2020				15/12/2020							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1	1.2	1.4	1.20	1.3	1.3	1.3	1.30	1.5	1.5	1.3	1.43	1.2	1.2	1.2	1.20	1.1	1.1	1.1	1.10				
SW	SW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	SSW	SSW		SSW	S	S		SW	SW	SW					
17	16	15	16.00	14	14	13	13.67	13	13	12	12.67	12	12	11	11.67	11	11	10	10.67				
15	20	15	16.7	15	20	15	16.7	15	20	10	15.0	10	15	10	11.7	10	20	10	13.3				
SSE	SSE	SSE		SSE	S	SSE		S	S	SSE		S	S	SSE		S	SSE	SSE					
16/12/2020				17/12/2020				18/12/2020				19/12/2020				20/12/2020							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1	1	1	1.00	1	1	1.1	1.03	1	1.1	1.2	1.10	1.2	1.3	1.3	1.27	1.3	1.2	1.2	1.23				
S	S	S		S	S	S		S	S	S		S	S	S		S	S	S					
10	10	9	10	9	9	9	9	9	11	11	10.3333333	11	12	11	11.3333333	11	11	11	11				
15	15	15	15.00	10	15	15	13.3333333	15	20	10	15	10	15	10	11.6666667	10	15	10	11.6666667				
S	S	SSE		S	S	SSE		S	S	SSE		S	SSE	SSE		SSE	S	SSE					
21/12/2020				22/12/2020				23/12/2020				24/12/2020				25/12/2020							
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
0.6	0.6	0.8	0.67	0.8	0.8	0.8	0.80	1	1	0.9	0.97	0.8	0.8	0.8	0.80	0.7	0.8	1.1	0.87				
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW					
17	17	16	16.6666667	15	15	14	14.6666667	14	13	13	13.3333333	13	12	12	12.3333333	16	15	12	14.3333333				
10	15	5	10	5	10	5	6.6666667	5	15	10	10	15	15	5	11.6666667	10	20	15	15				
SSW	SSE	WSW		SW	SW	SSE		S	SSW	SSE		SSW	S	SSE		S	SSE	SSE					
26/12/2020				27/01/2020				28/01/2020				29/01/2019				30/01/2019				31/01/2019			
Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio	Mañana	Tarde	Noche	Promedio				
1.1	1.1	1	1.07	1	0.9	0.7	0.87	0.9	1.1	1.1	1.03	0.8	0.9	0.9	0.87	1	1.2	1.1	1.10				
SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW		SW	SW	SW					
14	14	13	13.6666667	13	13	18	14.6666667	17	16	15	16	19	18	17	18	16	16	15	15.6666667				
10	15	10	11.6666667	10	15	15	13.3333333	10	15	15	13.3333333	10	15	10	11.6666667	15	15	10	13.3333333				
SSE	S	SSE		SSE	SSE	SSE		S	SSE	SSE		S	SSE	SSE		S	S	S	0				

Autoria propia

ANEXO n°5: Cálculos para la obtención del flujo de energía y Energía total de agosto 2019 a enero del 2020

CALCULO DE LA LONGITUD DE ONDA

$$\lambda = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi}$$

AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE			
Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda	Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda	Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda
9.81	14	3.141	291.67	9.81	13	3.141	250.55	9.81	14	3.141	320.82
9.81	13	3.141	277.62	9.81	12	3.141	212.55	9.81	14	3.141	306.07
9.81	11	3.141	188.95	9.81	11	3.141	188.95	9.81	13	3.141	263.91
9.81	15	3.141	367.15	9.81	10	3.141	166.74	9.81	12	3.141	224.87
9.81	16	3.141	399.77	9.81	10	3.141	156.16	9.81	10	3.141	166.74
9.81	15	3.141	335.92	9.81	16	3.141	383.29	9.81	10	3.141	156.16
9.81	14	3.141	320.82	9.81	18	3.141	487.39	9.81	9	3.141	136.03
9.81	12	3.141	212.55	9.81	17	3.141	469.18	9.81	9	3.141	126.49
9.81	11	3.141	188.95	9.81	19	3.141	563.74	9.81	11	3.141	200.58
9.81	11	3.141	188.95	9.81	9	3.141	126.49	9.81	11	3.141	177.68
9.81	11	3.141	177.68	9.81	9	3.141	117.29	9.81	13	3.141	263.91
9.81	10	3.141	156.16	9.81	9	3.141	126.49	9.81	13	3.141	277.62
9.81	12	3.141	212.55	9.81	9	3.141	136.03	9.81	17	3.141	433.78
9.81	15	3.141	367.15	9.81	9	3.141	126.49	9.81	16	3.141	416.60
9.81	14	3.141	320.82	9.81	10	3.141	166.74	9.81	13	3.141	263.91
9.81	14	3.141	291.67	9.81	10	3.141	156.16	9.81	12	3.141	237.54
9.81	14	3.141	291.67	9.81	8	3.141	99.94	9.81	12	3.141	224.87
9.81	12	3.141	224.87	9.81	9	3.141	126.49	9.81	16	3.141	399.77
9.81	12	3.141	212.55	9.81	10	3.141	156.16	9.81	17	3.141	433.78
9.81	11	3.141	200.58	9.81	12	3.141	212.55	9.81	15	3.141	335.92
9.81	19	3.141	563.74	9.81	17	3.141	451.30	9.81	14	3.141	320.82
9.81	16	3.141	416.60	9.81	15	3.141	367.15	9.81	14	3.141	306.07
9.81	15	3.141	335.92	9.81	14	3.141	291.67	9.81	13	3.141	277.62
9.81	14	3.141	291.67	9.81	14	3.141	306.07	9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	250.55	9.81	13	3.141	250.55	9.81	13	3.141	263.91
9.81	14	3.141	291.67	9.81	14	3.141	291.67	9.81	14	3.141	320.82
9.81	14	3.141	306.07	9.81	16	3.141	416.60	9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	250.55	9.81	15	3.141	367.15	9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	250.55	9.81	15	3.141	367.15	9.81	13	3.141	277.62
9.81	14	3.141	291.67	9.81	14	3.141	320.82	9.81	12	3.141	224.87
9.81	14	3.141	291.67					9.81	11	3.141	200.58

NOVIEMBRE			
Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda
9.81	11	3.141	200.58
9.81	10	3.141	166.74
9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	277.62
9.81	12	3.141	237.54
9.81	14	3.141	291.67
9.81	15	3.141	351.36
9.81	14	3.141	291.67
9.81	16	3.141	416.60
9.81	15	3.141	351.36
9.81	13	3.141	277.62
9.81	14	3.141	320.82
9.81	14	3.141	291.67
9.81	14	3.141	291.67
9.81	14	3.141	320.82
9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	263.91
9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	277.62
9.81	13	3.141	263.91
9.81	13	3.141	250.55
9.81	12	3.141	224.87
9.81	12	3.141	212.55
9.81	10	3.141	166.74
9.81	9	3.141	136.03
9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	250.55
9.81	13	3.141	250.55
9.81	10	3.141	156.16

DICIEMBRE			
Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda
9.81	14	3.141	291.67
9.81	14	3.141	291.67
9.81	11	3.141	188.95
9.81	15	3.141	335.92
9.81	13	3.141	277.62
9.81	11	3.141	200.58
9.81	10	3.141	156.16
9.81	13	3.141	263.91
9.81	14	3.141	291.67
9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	263.91
9.81	12	3.141	224.87
9.81	8	3.141	108.44
9.81	10	3.141	166.74
9.81	9	3.141	136.03
9.81	10	3.141	145.92
9.81	8	3.141	108.44
9.81	9	3.141	117.29
9.81	12	3.141	212.55
9.81	9	3.141	126.49
9.81	10	3.141	156.16
9.81	12	3.141	224.87
9.81	10	3.141	156.16
9.81	11	3.141	188.95
9.81	10	3.141	166.74
9.81	10	3.141	166.74
9.81	11	3.141	200.58
9.81	11	3.141	188.95
9.81	9	3.141	126.49
9.81	14	3.141	306.07
9.81	13	3.141	250.55
9.81	12	3.141	224.87

ENERO			
Gravedad	Periodo de la ola (s)	Pi	Longitud de onda
9.81	13	3.141	263.91
9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	263.91
9.81	12	3.141	224.87
9.81	19	3.141	544.13
9.81	20	3.141	603.99
9.81	16	3.141	383.29
9.81	12	3.141	237.54
9.81	11	3.141	200.58
9.81	10	3.141	166.74
9.81	16	3.141	399.77
9.81	14	3.141	291.67
9.81	13	3.141	250.55
9.81	12	3.141	212.55
9.81	11	3.141	177.68
9.81	10	3.141	145.92
9.81	9	3.141	126.49
9.81	10	3.141	166.74
9.81	11	3.141	200.58
9.81	11	3.141	188.95
9.81	17	3.141	433.78
9.81	15	3.141	335.92
9.81	13	3.141	277.62
9.81	12	3.141	237.54
9.81	14	3.141	320.82
9.81	14	3.141	291.67
9.81	15	3.141	335.92
9.81	16	3.141	399.77
9.81	18	3.141	505.96
9.81	16	3.141	383.29
9.81	14	3.141	291.67

CALCULO DE LA CELERIDAD DE LA OLA

$$C = \frac{\lambda}{T}$$

AGOSTO			SETIEMBRE			OCTUBRE		
Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)	Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)	Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)
291.67	14	21.34	250.55	13	19.78	320.82	14	22.38
277.62	13	20.82	212.55	12	18.22	306.07	14	21.86
188.95	11	17.18	188.95	11	17.18	263.91	13	20.30
367.15	15	23.94	166.74	10	16.14	224.87	12	18.74
399.77	16	24.99	156.16	10	15.62	166.74	10	16.14
335.92	15	22.90	383.29	16	24.47	156.16	10	15.62
320.82	14	22.38	487.39	18	27.59	136.03	9	14.57
212.55	12	18.22	469.18	17	27.07	126.49	9	14.05
188.95	11	17.18	563.74	19	29.67	200.58	11	17.70
188.95	11	17.18	126.49	9	14.05	177.68	11	16.66
177.68	11	16.66	117.29	9	13.53	263.91	13	20.30
156.16	10	15.62	126.49	9	14.05	277.62	13	20.82
212.55	12	18.22	136.03	9	14.57	433.78	17	26.03
367.15	15	23.94	126.49	9	14.05	416.60	16	25.51
320.82	14	22.38	166.74	10	16.14	263.91	13	20.30
291.67	14	21.34	156.16	10	15.62	237.54	12	19.26
291.67	14	21.34	99.94	8	12.49	224.87	12	18.74
224.87	12	18.74	126.49	9	14.05	399.77	16	24.99
212.55	12	18.22	156.16	10	15.62	433.78	17	26.03
200.58	11	17.70	212.55	12	18.22	335.92	15	22.90
563.74	19	29.67	451.30	17	26.55	320.82	14	22.38
416.60	16	25.51	367.15	15	23.94	306.07	14	21.86
335.92	15	22.90	291.67	14	21.34	277.62	13	20.82
291.67	14	21.34	306.07	14	21.86	291.67	14	21.34
250.55	13	19.78	250.55	13	19.78	263.91	13	20.30
291.67	14	21.34	291.67	14	21.34	320.82	14	22.38
306.07	14	21.86	416.60	16	25.51	263.91	13	20.30
250.55	13	19.78	367.15	15	23.94	263.91	13	20.30
250.55	13	19.78	367.15	15	23.94	277.62	13	20.82
291.67	14	21.34	320.82	14	22.38	224.87	12	18.74
291.67	14	21.34				200.58	11	17.70

NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO		
Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)	Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)	Longitud de la ola (m)	Periodo de ola(s)	Celeridad (m/s)
200.58	11	17.70	291.67	14	21.34	263.91	13	20.30
166.74	10	16.14	291.67	14	21.34	291.67	14	21.34
263.91	13	20.30	188.95	11	17.18	263.91	13	20.30
277.62	13	20.82	335.92	15	22.90	224.87	12	18.74
237.54	12	19.26	277.62	13	20.82	544.13	19	29.15
291.67	14	21.34	200.58	11	17.70	603.99	20	30.71
351.36	15	23.42	156.16	10	15.62	383.29	16	24.47
291.67	14	21.34	263.91	13	20.30	237.54	12	19.26
416.60	16	25.51	291.67	14	21.34	200.58	11	17.70
351.36	15	23.42	291.67	14	21.34	166.74	10	16.14
277.62	13	20.82	263.91	13	20.30	399.77	16	24.99
320.82	14	22.38	224.87	12	18.74	291.67	14	21.34
291.67	14	21.34	108.44	8	13.01	250.55	13	19.78
291.67	14	21.34	166.74	10	16.14	212.55	12	18.22
320.82	14	22.38	136.03	9	14.57	177.68	11	16.66
263.91	13	20.30	145.92	10	15.10	145.92	10	15.10
263.91	13	20.30	108.44	8	13.01	126.49	9	14.05
263.91	13	20.30	117.29	9	13.53	166.74	10	16.14
291.67	14	21.34	212.55	12	18.22	200.58	11	17.70
277.62	13	20.82	126.49	9	14.05	188.95	11	17.18
263.91	13	20.30	156.16	10	15.62	433.78	17	26.03
250.55	13	19.78	224.87	12	18.74	335.92	15	22.90
224.87	12	18.74	156.16	10	15.62	277.62	13	20.82
212.55	12	18.22	188.95	11	17.18	237.54	12	19.26
166.74	10	16.14	166.74	10	16.14	320.82	14	22.38
136.03	9	14.57	200.58	11	17.70	291.67	14	21.34
291.67	14	21.34	188.95	11	17.18	335.92	15	22.90
250.55	13	19.78	126.49	9	14.05	399.77	16	24.99
250.55	13	19.78	306.07	14	21.86	505.96	18	28.11
156.16	10	15.62	250.55	13	19.78	383.29	16	24.47
			224.87	12	18.74	291.67	14	21.34

CELERIDAD DEL GRUPO DE OLA

$$C_g = \frac{c}{2} = \frac{g \cdot T}{4\pi}$$

AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE	
Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)	Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)	Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)
21.34	10.67	19.78	9.89	22.38	11.19
20.82	10.41	18.22	9.11	21.86	10.93
17.18	8.59	17.18	8.59	20.30	10.15
23.94	11.97	16.14	8.07	18.74	9.37
24.99	12.49	15.62	7.81	16.14	8.07
22.90	11.45	24.47	12.23	15.62	7.81
22.38	11.19	27.59	13.79	14.57	7.29
18.22	9.11	27.07	13.53	14.05	7.03
17.18	8.59	29.67	14.84	17.70	8.85
17.18	8.59	14.05	7.03	16.66	8.33
16.66	8.33	13.53	6.77	20.30	10.15
15.62	7.81	14.05	7.03	20.82	10.41
18.22	9.11	14.57	7.29	26.03	13.01
23.94	11.97	14.05	7.03	25.51	12.75
22.38	11.19	16.14	8.07	20.30	10.15
21.34	10.67	15.62	7.81	19.26	9.63
21.34	10.67	12.49	6.25	18.74	9.37
18.74	9.37	14.05	7.03	24.99	12.49
18.22	9.11	15.62	7.81	26.03	13.01
17.70	8.85	18.22	9.11	22.90	11.45
29.67	14.84	26.55	13.27	22.38	11.19
25.51	12.75	23.94	11.97	21.86	10.93
22.90	11.45	21.34	10.67	20.82	10.41
21.34	10.67	21.86	10.93	21.34	10.67
19.78	9.89	19.78	9.89	20.30	10.15
21.34	10.67	21.34	10.67	22.38	11.19
21.86	10.93	25.51	12.75	20.30	10.15
19.78	9.89	23.94	11.97	20.30	10.15
19.78	9.89	23.94	11.97	20.82	10.41
21.34	10.67	22.38	11.19	18.74	9.37
21.34	10.67			17.70	8.85

NOVIEMBRE	
Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)
17.70	8.85
16.14	8.07
20.30	10.15
20.82	10.41
19.26	9.63
21.34	10.67
23.42	11.71
21.34	10.67
25.51	12.75
23.42	11.71
20.82	10.41
22.38	11.19
21.34	10.67
21.34	10.67
22.38	11.19
20.30	10.15
20.30	10.15
20.30	10.15
21.34	10.67
20.82	10.41
20.30	10.15
19.78	9.89
18.74	9.37
18.22	9.11
16.14	8.07
14.57	7.29
21.34	10.67
19.78	9.89
19.78	9.89
15.62	7.81

DICIEMBRE	
Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)
21.34	10.67
21.34	10.67
17.18	8.59
22.90	11.45
20.82	10.41
17.70	8.85
15.62	7.81
20.30	10.15
21.34	10.67
21.34	10.67
20.30	10.15
18.74	9.37
13.01	6.51
16.14	8.07
14.57	7.29
15.10	7.55
13.01	6.51
13.53	6.77
18.22	9.11
14.05	7.03
15.62	7.81
18.74	9.37
15.62	7.81
17.18	8.59
16.14	8.07
17.70	8.85
17.18	8.59
14.05	7.03
21.86	10.93
19.78	9.89
18.74	9.37

ENERO	
Celeridad (m/s)	Celeridad por grupo (m/s)
20.30	10.15
21.34	10.67
20.30	10.15
18.74	9.37
29.15	14.57
30.71	15.36
24.47	12.23
19.26	9.63
17.70	8.85
16.14	8.07
24.99	12.49
21.34	10.67
19.78	9.89
18.22	9.11
16.66	8.33
15.10	7.55
14.05	7.03
16.14	8.07
17.70	8.85
17.18	8.59
26.03	13.01
22.90	11.45
20.82	10.41
19.26	9.63
22.38	11.19
21.34	10.67
22.90	11.45
24.99	12.49
28.11	14.05
24.47	12.23
21.34	10.67

FLUJO DE ENERGIA kw/m

$$\frac{\rho \cdot g \cdot H^2}{8} * C_g = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2 \cdot T}{32\pi}$$

AGOSTO						
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw/m	Potencia kW
1028	9.81	1.03	14	10.67	14.36	7.15
1028	9.81	1.27	13	10.41	21.06	10.48
1028	9.81	1.40	11	8.59	21.22	10.56
1028	9.81	1.07	15	11.97	17.17	8.55
1028	9.81	1.03	16	12.49	16.82	8.37
1028	9.81	1.10	15	11.45	17.47	8.70
1028	9.81	1.13	14	11.19	18.12	9.02
1028	9.81	1.80	12	9.11	37.21	18.52
1028	9.81	2.27	11	8.59	55.63	27.69
1028	9.81	1.90	11	8.59	39.09	19.46
1028	9.81	1.70	11	8.33	30.34	15.11
1028	9.81	1.47	10	7.81	21.17	10.54
1028	9.81	1.23	12	9.11	17.47	8.70
1028	9.81	0.93	15	11.97	13.15	6.54
1028	9.81	1.10	14	11.19	17.07	8.50
1028	9.81	1.10	14	10.67	16.28	8.10
1028	9.81	1.47	14	10.67	28.94	14.41
1028	9.81	1.17	12	9.37	16.08	8.00
1028	9.81	1.17	12	9.11	15.63	7.78
1028	9.81	0.83	11	8.85	7.75	3.86
1028	9.81	0.80	19	14.84	11.97	5.96
1028	9.81	1.63	16	12.75	42.89	21.35
1028	9.81	1.57	15	11.45	35.43	17.64
1028	9.81	1.27	14	10.67	21.58	10.74
1028	9.81	1.33	13	9.89	22.16	11.03
1028	9.81	1.37	14	10.67	25.12	12.51
1028	9.81	1.27	14	10.93	22.11	11.01
1028	9.81	1.07	13	9.89	14.19	7.06
1028	9.81	0.80	13	9.89	7.98	3.97
1028	9.81	0.93	14	10.67	11.72	5.83
1028	9.81	1.40	14	10.67	26.37	13.13
					683.51	

SETIEMBRE						
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw/m	Potencia kW
1028	9.81	1.13	13	9.89	16.01	7.97
1028	9.81	1.03	12	9.11	12.26	6.10
1028	9.81	1.20	11	8.59	15.59	7.76
1028	9.81	1.00	10	8.07	10.17	5.06
1028	9.81	0.87	10	7.81	7.39	3.68
1028	9.81	0.77	16	12.23	9.06	4.51
1028	9.81	1.00	18	13.79	17.39	8.66
1028	9.81	0.93	17	13.53	14.86	7.40
1028	9.81	1.10	19	14.84	22.63	11.27
1028	9.81	1.63	9	7.03	23.63	11.76
1028	9.81	1.47	9	6.77	18.35	9.14
1028	9.81	1.53	9	7.03	20.83	10.37
1028	9.81	1.50	9	7.29	20.67	10.29
1028	9.81	1.27	9	7.03	14.21	7.08
1028	9.81	0.93	10	8.07	8.86	4.41
1028	9.81	1.03	10	7.81	10.51	5.23
1028	9.81	1.40	8	6.25	15.43	7.68
1028	9.81	1.50	9	7.03	19.93	9.92
1028	9.81	1.50	10	7.81	22.15	11.03
1028	9.81	1.37	12	9.11	21.45	10.68
1028	9.81	0.83	17	13.27	11.62	5.78
1028	9.81	1.03	15	11.97	16.12	8.02
1028	9.81	1.27	14	10.67	21.58	10.74
1028	9.81	1.33	14	10.93	24.50	12.20
1028	9.81	1.33	13	9.89	22.16	11.03
1028	9.81	1.13	14	10.67	17.28	8.60
1028	9.81	1.03	16	12.75	17.17	8.55
1028	9.81	1.03	15	11.97	16.12	8.02
1028	9.81	1.53	15	11.97	35.48	17.66
1028	9.81	1.33	14	11.19	25.08	12.49
					528.49	

OCTUBRE							
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw/m	Potencia kW	
1028	9.81	1.30	14	11.19	23.84	11.87	
1028	9.81	1.50	14	10.93	31.00	15.44	
1028	9.81	1.77	13	10.15	39.94	19.88	
1028	9.81	1.60	12	9.37	30.24	15.05	
1028	9.81	1.70	10	8.07	29.39	14.63	
1028	9.81	1.73	10	7.81	29.57	14.72	
1028	9.81	1.47	9	7.29	19.76	9.84	
1028	9.81	1.13	9	7.03	11.38	5.66	
1028	9.81	0.70	11	8.85	5.47	2.72	
1028	9.81	0.63	11	8.33	4.21	2.10	
1028	9.81	0.60	13	10.15	4.61	2.29	
1028	9.81	0.83	13	10.41	9.11	4.54	
1028	9.81	0.67	17	13.01	7.29	3.63	
1028	9.81	0.83	16	12.75	11.16	5.56	
1028	9.81	0.73	13	10.15	6.88	3.43	
1028	9.81	0.77	12	9.63	7.14	3.55	
1028	9.81	0.90	12	9.37	9.57	4.76	
1028	9.81	0.97	16	12.49	14.72	7.33	
1028	9.81	1.13	17	13.01	21.07	10.49	
1028	9.81	1.10	15	11.45	17.47	8.70	
1028	9.81	1.13	14	11.19	18.12	9.02	
1028	9.81	1.17	14	10.93	18.76	9.34	
1028	9.81	1.13	13	10.41	16.86	8.39	
1028	9.81	1.13	14	10.67	17.28	8.60	
1028	9.81	0.93	13	10.15	11.15	5.55	
1028	9.81	1.07	14	11.19	16.05	7.99	
1028	9.81	1.03	13	10.15	13.66	6.80	
1028	9.81	0.90	13	10.15	10.36	5.16	
1028	9.81	1.03	13	10.41	14.01	6.98	
1028	9.81	0.87	12	9.37	8.87	4.42	
1028	9.81	1.03	11	8.85	11.91	5.93	
					490.85		

NOVIEMBRE							
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw/m	Potencia kW	
1028	9.81	1.37	11	8.85	20.84	10.37	
1028	9.81	1.20	10	8.07	14.65	7.29	
1028	9.81	1.30	13	10.15	21.62	10.77	
1028	9.81	1.60	13	10.41	33.60	16.73	
1028	9.81	1.37	12	9.63	22.67	11.29	
1028	9.81	1.10	14	10.67	16.28	8.10	
1028	9.81	1.17	15	11.71	20.10	10.00	
1028	9.81	1.13	14	10.67	17.28	8.60	
1028	9.81	1.00	16	12.75	16.08	8.00	
1028	9.81	1.30	15	11.71	24.95	12.42	
1028	9.81	1.30	13	10.41	22.18	11.04	
1028	9.81	0.80	14	11.19	9.03	4.49	
1028	9.81	0.77	14	10.67	7.91	3.94	
1028	9.81	0.63	14	10.67	5.40	2.69	
1028	9.81	0.60	14	11.19	5.08	2.53	
1028	9.81	0.77	13	10.15	7.52	3.74	
1028	9.81	0.87	13	10.15	9.61	4.78	
1028	9.81	1.10	13	10.15	15.48	7.71	
1028	9.81	1.07	14	10.67	15.30	7.62	
1028	9.81	1.30	13	10.41	22.18	11.04	
1028	9.81	1.23	13	10.15	19.46	9.69	
1028	9.81	1.10	13	9.89	15.09	7.51	
1028	9.81	1.00	12	9.37	11.81	5.88	
1028	9.81	0.90	12	9.11	9.30	4.63	
1028	9.81	0.67	10	8.07	4.52	2.25	
1028	9.81	0.90	9	7.29	7.44	3.70	
1028	9.81	1.33	14	10.67	23.91	11.91	
1028	9.81	1.07	13	9.89	14.19	7.06	
1028	9.81	0.80	13	9.89	7.98	3.97	
1028	9.81	1.00	10	7.81	9.84	4.90	
					451.28		

DICIEMBRE						
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw/m	Potencia kW
1028	9.81	0.83	14	10.67	9.34	4.65
1028	9.81	0.83	14	10.67	9.34	4.65
1028	9.81	0.80	11	8.59	6.93	3.45
1028	9.81	0.67	15	11.45	6.42	3.19
1028	9.81	0.83	13	10.41	9.11	4.54
1028	9.81	0.87	11	8.85	8.38	4.17
1028	9.81	1.00	10	7.81	9.84	4.90
1028	9.81	0.73	13	10.15	6.88	3.43
1028	9.81	0.80	14	10.67	8.61	4.29
1028	9.81	0.80	14	10.67	8.61	4.29
1028	9.81	0.67	13	10.15	5.69	2.83
1028	9.81	0.60	12	9.37	4.25	2.12
1028	9.81	0.67	8	6.51	3.65	1.81
1028	9.81	0.67	10	8.07	4.52	2.25
1028	9.81	0.70	9	7.29	4.50	2.24
1028	9.81	0.57	10	7.55	3.06	1.52
1028	9.81	0.83	8	6.51	5.70	2.84
1028	9.81	0.90	9	6.77	6.91	3.44
1028	9.81	0.83	12	9.11	7.97	3.97
1028	9.81	0.93	9	7.03	7.72	3.84
1028	9.81	0.73	10	7.81	5.29	2.64
1028	9.81	0.77	12	9.37	6.94	3.46
1028	9.81	0.70	10	7.81	4.82	2.40
1028	9.81	0.63	11	8.59	4.34	2.16
1028	9.81	0.73	10	8.07	5.47	2.72
1028	9.81	0.60	11	8.85	4.02	2.00
1028	9.81	0.60	11	8.59	3.90	1.94
1028	9.81	0.70	9	7.03	4.34	2.16
1028	9.81	0.70	14	10.93	6.75	3.36
1028	9.81	1.03	13	9.89	13.31	6.63
1028	9.81	1.20	12	9.37	17.01	8.47
					213.62	

ENERO						
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Periodo de la ola (s)	Celeridad en grupo (m/s)	Flujo de energia kw	Potencia kW
1028	9.81	1.07	13	10.15	14.56	7.25
1028	9.81	1.27	14	10.67	21.58	10.74
1028	9.81	1.17	13	10.15	17.42	8.67
1028	9.81	0.93	12	9.37	10.29	5.12
1028	9.81	0.50	19	14.57	4.59	2.29
1028	9.81	0.60	20	15.36	6.97	3.47
1028	9.81	0.70	16	12.23	7.56	3.76
1028	9.81	0.67	12	9.63	5.40	2.69
1028	9.81	0.70	11	8.85	5.47	2.72
1028	9.81	0.93	10	8.07	8.86	4.41
1028	9.81	1.20	16	12.49	22.68	11.29
1028	9.81	1.30	14	10.67	22.73	11.32
1028	9.81	1.43	13	9.89	25.61	12.75
1028	9.81	1.20	12	9.11	16.54	8.23
1028	9.81	1.10	11	8.33	12.70	6.32
1028	9.81	1.00	10	7.55	9.51	4.74
1028	9.81	1.03	9	7.03	9.46	4.71
1028	9.81	1.10	10	8.07	12.31	6.13
1028	9.81	1.27	11	8.85	17.90	8.91
1028	9.81	1.23	11	8.59	16.47	8.20
1028	9.81	0.67	17	13.01	7.29	3.63
1028	9.81	0.80	15	11.45	9.24	4.60
1028	9.81	0.97	13	10.41	12.26	6.11
1028	9.81	0.80	12	9.63	7.77	3.87
1028	9.81	0.87	14	11.19	10.60	5.28
1028	9.81	1.07	14	10.67	15.30	7.62
1028	9.81	0.87	15	11.45	10.84	5.40
1028	9.81	1.03	16	12.49	16.82	8.37
1028	9.81	0.87	18	14.05	13.31	6.62
1028	9.81	1.10	16	12.23	18.66	9.29
1028	9.81	1.07	14	10.67	15.30	7.62
					405.99	

**AGOSTO**

Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	1.03	291.67	1570.4
1028	9.81	1.27	277.62	2246.0
1028	9.81	1.40	188.95	1867.4
1028	9.81	1.07	367.15	2106.4
1028	9.81	1.03	399.77	2152.4
1028	9.81	1.10	335.92	2049.5
1028	9.81	1.13	320.82	2077.8
1028	9.81	1.80	212.55	3472.5
1028	9.81	2.27	188.95	4895.1
1028	9.81	1.90	188.95	3439.5
1028	9.81	1.70	177.68	2589.2
1028	9.81	1.47	156.16	1693.8
1028	9.81	1.23	212.55	1630.3
1028	9.81	0.93	367.15	1612.7
1028	9.81	1.10	320.82	1957.4
1028	9.81	1.10	291.67	1779.6
1028	9.81	1.47	291.67	3163.7
1028	9.81	1.17	224.87	1543.3
1028	9.81	1.17	212.55	1458.8
1028	9.81	0.83	200.58	702.4
1028	9.81	0.80	563.74	1819.2
1028	9.81	1.63	416.60	5604.1
1028	9.81	1.57	335.92	4157.4
1028	9.81	1.27	291.67	2359.7
1028	9.81	1.33	250.55	2246.0
1028	9.81	1.37	291.67	2747.0
1028	9.81	1.27	306.07	2476.2
1028	9.81	1.07	250.55	1437.4
1028	9.81	0.80	250.55	808.6
1028	9.81	0.93	291.67	1281.2
1028	9.81	1.40	291.67	2882.6
				71827.3

Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	1.13	250.55	1622.7
1028	9.81	1.03	212.55	1144.4
1028	9.81	1.20	188.95	1372.0
1028	9.81	1.00	166.74	840.8
1028	9.81	0.87	156.16	591.4
1028	9.81	0.77	383.29	1136.0
1028	9.81	1.00	487.39	2457.6
1028	9.81	0.93	469.18	2060.8
1028	9.81	1.10	563.74	3439.5
1028	9.81	1.63	126.49	1701.5
1028	9.81	1.47	117.29	1272.2
1028	9.81	1.53	126.49	1499.6
1028	9.81	1.50	136.03	1543.3
1028	9.81	1.27	126.49	1023.3
1028	9.81	0.93	166.74	732.4
1028	9.81	1.03	156.16	840.8
1028	9.81	1.40	99.94	987.7
1028	9.81	1.50	126.49	1435.1
1028	9.81	1.50	156.16	1771.7
1028	9.81	1.37	212.55	2001.8
1028	9.81	0.83	451.30	1580.3
1028	9.81	1.03	367.15	1976.8
1028	9.81	1.27	291.67	2359.7
1028	9.81	1.33	306.07	2743.7
1028	9.81	1.33	250.55	2246.0
1028	9.81	1.13	291.67	1889.1
1028	9.81	1.03	416.60	2243.0
1028	9.81	1.03	367.15	1976.8
1028	9.81	1.53	367.15	4352.6
1028	9.81	1.33	320.82	2875.9
				53718.5

## OCTUBRE

Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	1.30	320.82	2733.9
1028	9.81	1.50	306.07	3472.5
1028	9.81	1.77	263.91	4153.4
1028	9.81	1.60	224.87	2902.7
1028	9.81	1.70	166.74	2429.9
1028	9.81	1.73	156.16	2365.7
1028	9.81	1.47	136.03	1475.5
1028	9.81	1.13	126.49	819.2
1028	9.81	0.70	200.58	495.6
1028	9.81	0.63	177.68	359.4
1028	9.81	0.60	263.91	479.1
1028	9.81	0.83	277.62	972.1
1028	9.81	0.67	433.78	972.1
1028	9.81	0.83	416.60	1458.8
1028	9.81	0.73	263.91	715.6
1028	9.81	0.77	237.54	704.0
1028	9.81	0.90	224.87	918.4
1028	9.81	0.97	399.77	1883.6
1028	9.81	1.13	433.78	2809.4
1028	9.81	1.10	335.92	2049.5
1028	9.81	1.13	320.82	2077.8
1028	9.81	1.17	306.07	2100.6
1028	9.81	1.13	277.62	1798.0
1028	9.81	1.13	291.67	1889.1
1028	9.81	0.93	263.91	1159.2
1028	9.81	1.07	320.82	1840.6
1028	9.81	1.03	263.91	1420.9
1028	9.81	0.90	263.91	1077.9
1028	9.81	1.03	277.62	1494.7
1028	9.81	0.87	224.87	851.7
1028	9.81	1.03	200.58	1079.9
				50961.0

## NOVIEMBRE

Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	1.37	200.58	1889.1
1028	9.81	1.20	166.74	1210.7
1028	9.81	1.30	263.91	2248.9
1028	9.81	1.60	277.62	3583.6
1028	9.81	1.37	237.54	2237.1
1028	9.81	1.10	291.67	1779.6
1028	9.81	1.17	351.36	2411.5
1028	9.81	1.13	291.67	1889.1
1028	9.81	1.00	416.60	2100.6
1028	9.81	1.30	351.36	2994.1
1028	9.81	1.30	277.62	2365.7
1028	9.81	0.80	320.82	1035.3
1028	9.81	0.77	291.67	864.5
1028	9.81	0.63	291.67	589.9
1028	9.81	0.60	320.82	582.4
1028	9.81	0.77	263.91	782.2
1028	9.81	0.87	263.91	999.5
1028	9.81	1.10	263.91	1610.2
1028	9.81	1.07	291.67	1673.3
1028	9.81	1.30	277.62	2365.7
1028	9.81	1.23	263.91	2024.2
1028	9.81	1.10	250.55	1528.7
1028	9.81	1.00	224.87	1133.9
1028	9.81	0.90	212.55	868.1
1028	9.81	0.67	166.74	373.7
1028	9.81	0.90	136.03	555.6
1028	9.81	1.33	291.67	2614.6
1028	9.81	1.07	250.55	1437.4
1028	9.81	0.80	250.55	808.6
1028	9.81	1.00	156.16	787.4
				47345.2

**DICIEMBRE**

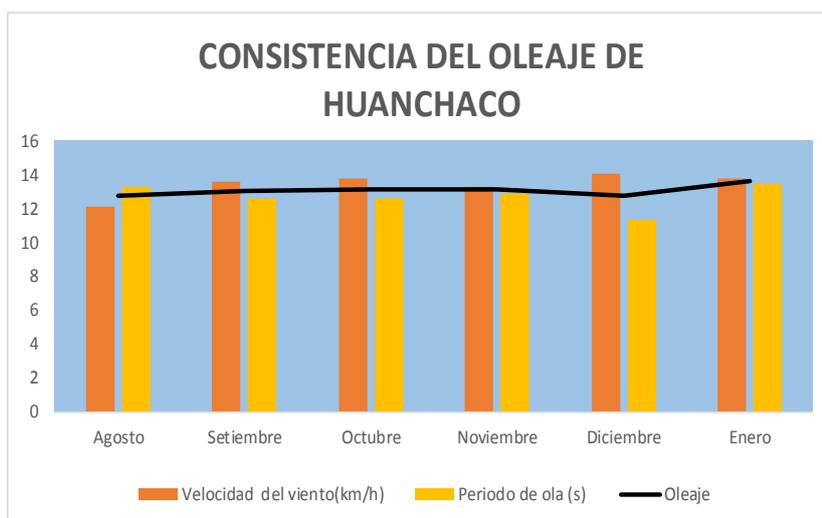
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	0.83	291.67	1021.3
1028	9.81	0.83	291.67	1021.3
1028	9.81	0.80	188.95	609.8
1028	9.81	0.67	335.92	752.8
1028	9.81	0.83	277.62	972.1
1028	9.81	0.87	200.58	759.7
1028	9.81	1.00	156.16	787.4
1028	9.81	0.73	263.91	715.6
1028	9.81	0.80	291.67	941.3
1028	9.81	0.80	291.67	941.3
1028	9.81	0.67	263.91	591.4
1028	9.81	0.60	224.87	408.2
1028	9.81	0.67	108.44	243.0
1028	9.81	0.67	166.74	373.7
1028	9.81	0.70	136.03	336.1
1028	9.81	0.57	145.92	236.3
1028	9.81	0.83	108.44	379.7
1028	9.81	0.90	117.29	479.1
1028	9.81	0.83	212.55	744.3
1028	9.81	0.93	126.49	555.6
1028	9.81	0.73	156.16	423.5
1028	9.81	0.77	224.87	666.5
1028	9.81	0.70	156.16	385.8
1028	9.81	0.63	188.95	382.2
1028	9.81	0.73	166.74	452.2
1028	9.81	0.60	200.58	364.1
1028	9.81	0.60	188.95	343.0
1028	9.81	0.70	126.49	312.5
1028	9.81	0.70	306.07	756.2
1028	9.81	1.03	250.55	1349.0
1028	9.81	1.20	224.87	1632.8
				19937.7

ENERO				
Densidad del mar (Km/m3)	Gravedad	Altura de la ola (m)	Longitud de onda (m)	Energia total KJ/m2
1028	9.81	1.07	263.91	1514.1
1028	9.81	1.27	291.67	2359.7
1028	9.81	1.17	263.91	1811.3
1028	9.81	0.93	224.87	987.7
1028	9.81	0.50	544.13	685.9
1028	9.81	0.60	603.99	1096.4
1028	9.81	0.70	383.29	947.0
1028	9.81	0.67	237.54	532.3
1028	9.81	0.70	200.58	495.6
1028	9.81	0.93	166.74	732.4
1028	9.81	1.20	399.77	2902.7
1028	9.81	1.30	291.67	2485.5
1028	9.81	1.43	250.55	2595.5
1028	9.81	1.20	212.55	1543.3
1028	9.81	1.10	177.68	1084.0
1028	9.81	1.00	145.92	735.8
1028	9.81	1.03	126.49	681.0
1028	9.81	1.10	166.74	1017.3
1028	9.81	1.27	200.58	1622.7
1028	9.81	1.23	188.95	1449.3
1028	9.81	0.67	433.78	972.1
1028	9.81	0.80	335.92	1084.0
1028	9.81	0.97	277.62	1308.1
1028	9.81	0.80	237.54	766.6
1028	9.81	0.87	320.82	1215.1
1028	9.81	1.07	291.67	1673.3
1028	9.81	0.87	335.92	1272.2
1028	9.81	1.03	399.77	2152.4
1028	9.81	0.87	505.96	1916.3
1028	9.81	1.10	383.29	2338.5
1028	9.81	1.07	291.67	1673.3
				43651.7

Fuente: Autoría propia

ANEXO n°6: Oleaje del mar de Huanchaco

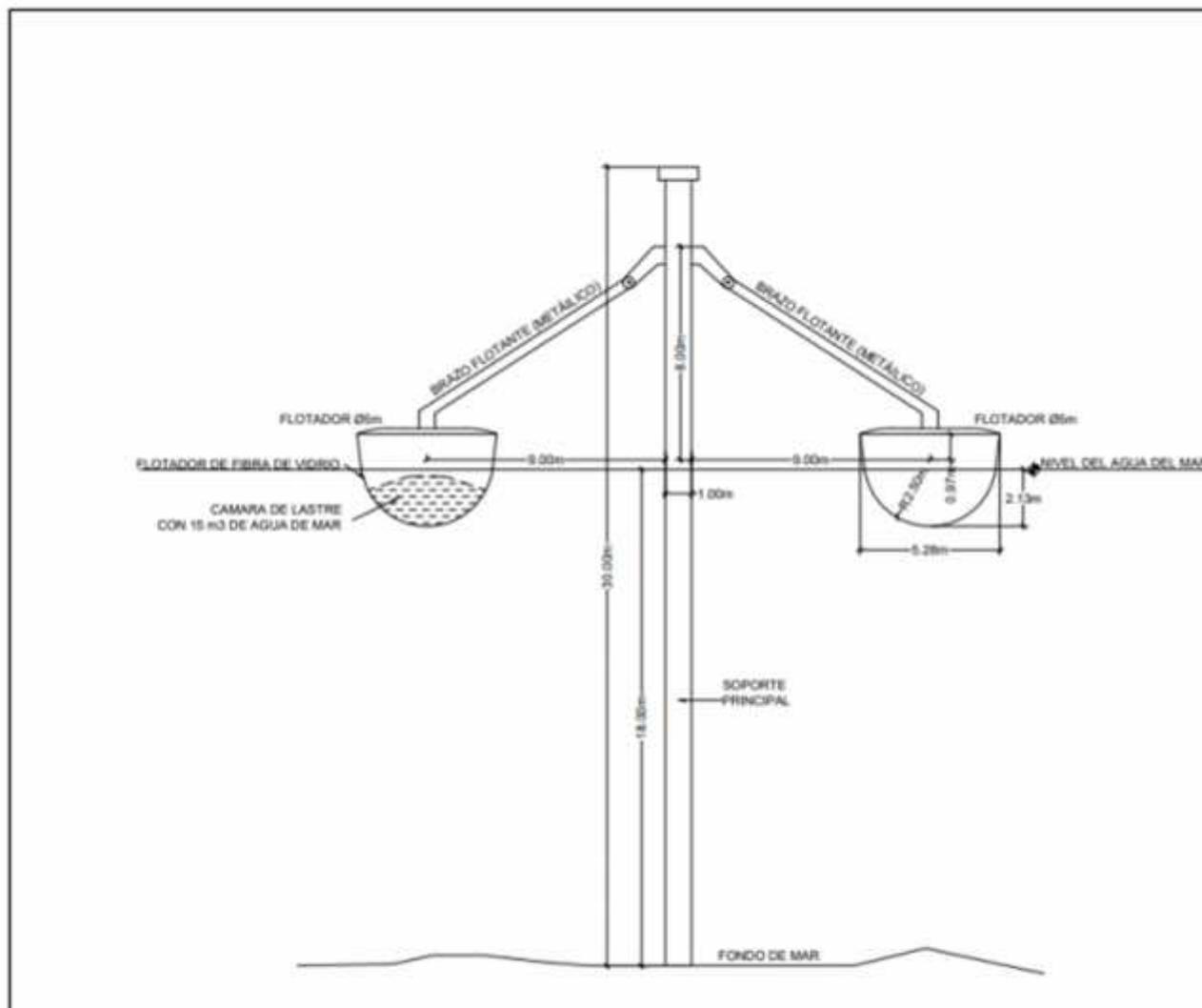
	Velocidad del viento(km/h)	Periodo de ola (s)	Oleaje
Agosto	12	13	13
Setiembre	14	13	13
Octubre	14	13	13
Noviembre	13	13	13
Diciembre	14	11	13
Enero	14	14	14



Fuente: Autoría propia



ANEXO n°7. Diseño del prototipo Undimotriz



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:  
DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

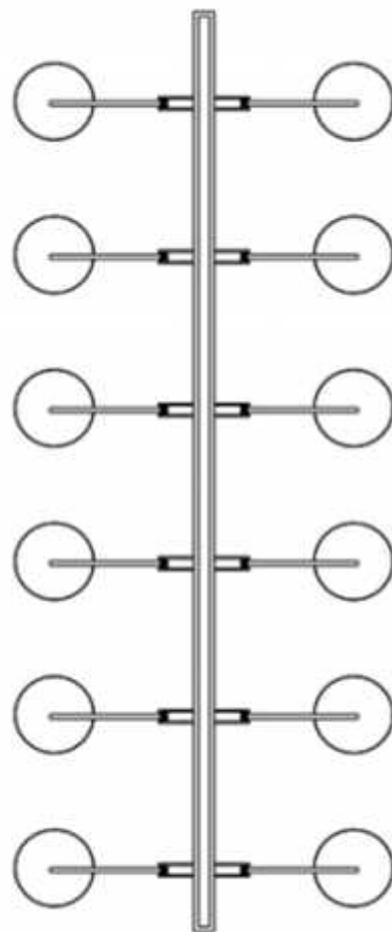
DISEÑO:  
NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ IBONATAN

PLANO: 01  
MODELO UNDIMOTRIZ

ESCALA:  
1:100

FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:  
  
TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:

DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

DISEÑO:

NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ JHONATAN

PLANO: 02

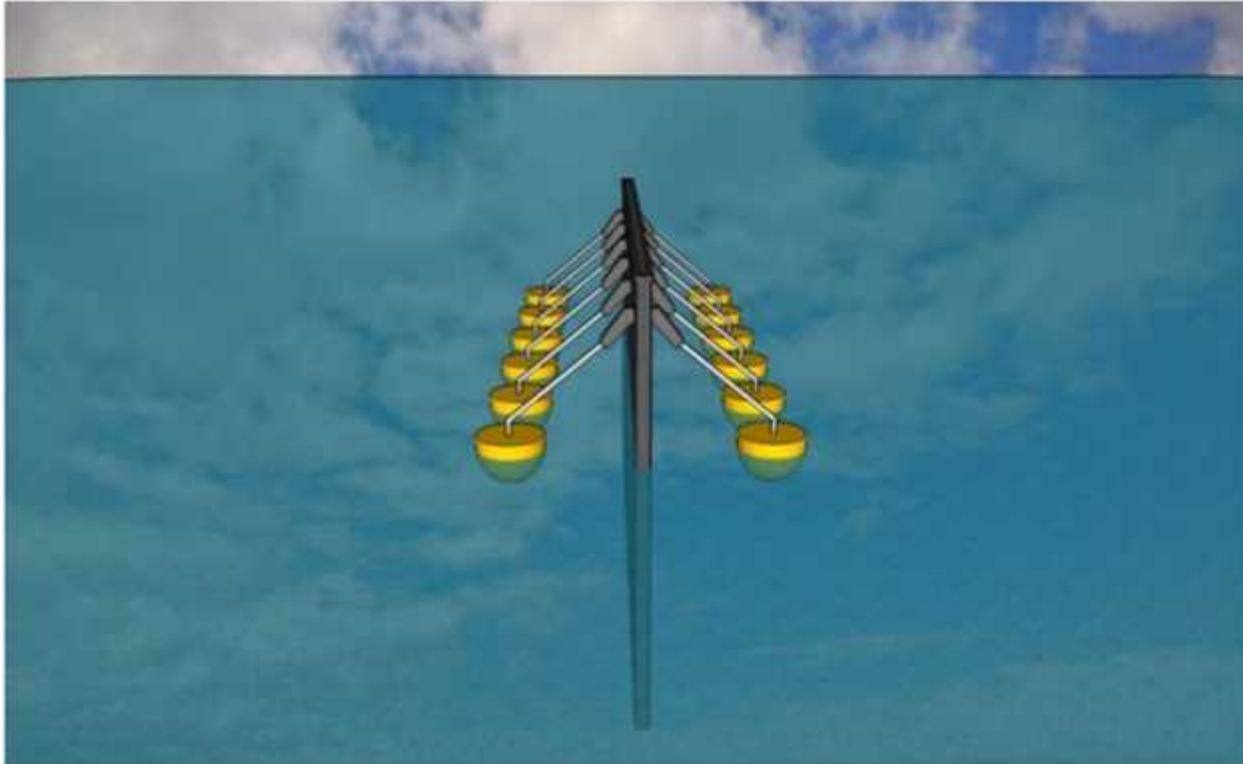
MODELO UNDIMOTRIZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:

TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:

DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

DISEÑO:

NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ JHONATAN

PLANO: 03

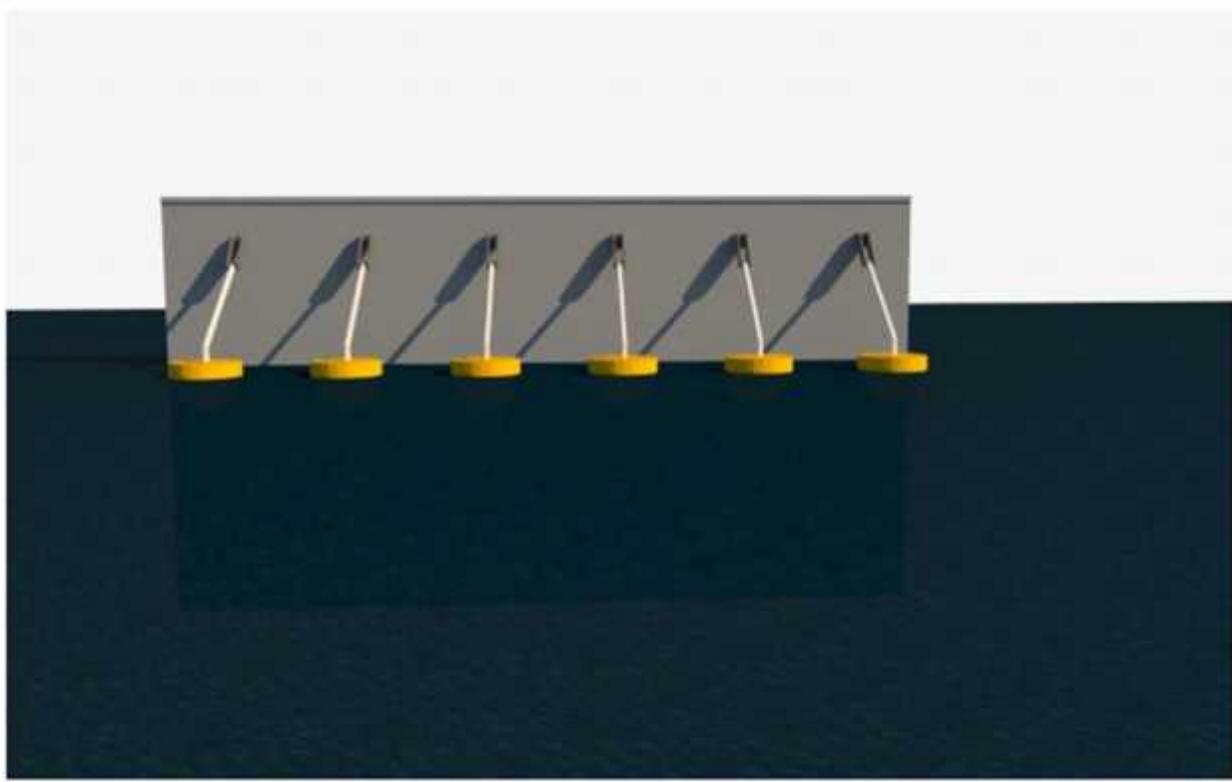
P.FRONTAL.MODELO  
UNDIMOTRIZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:

TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:  
DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

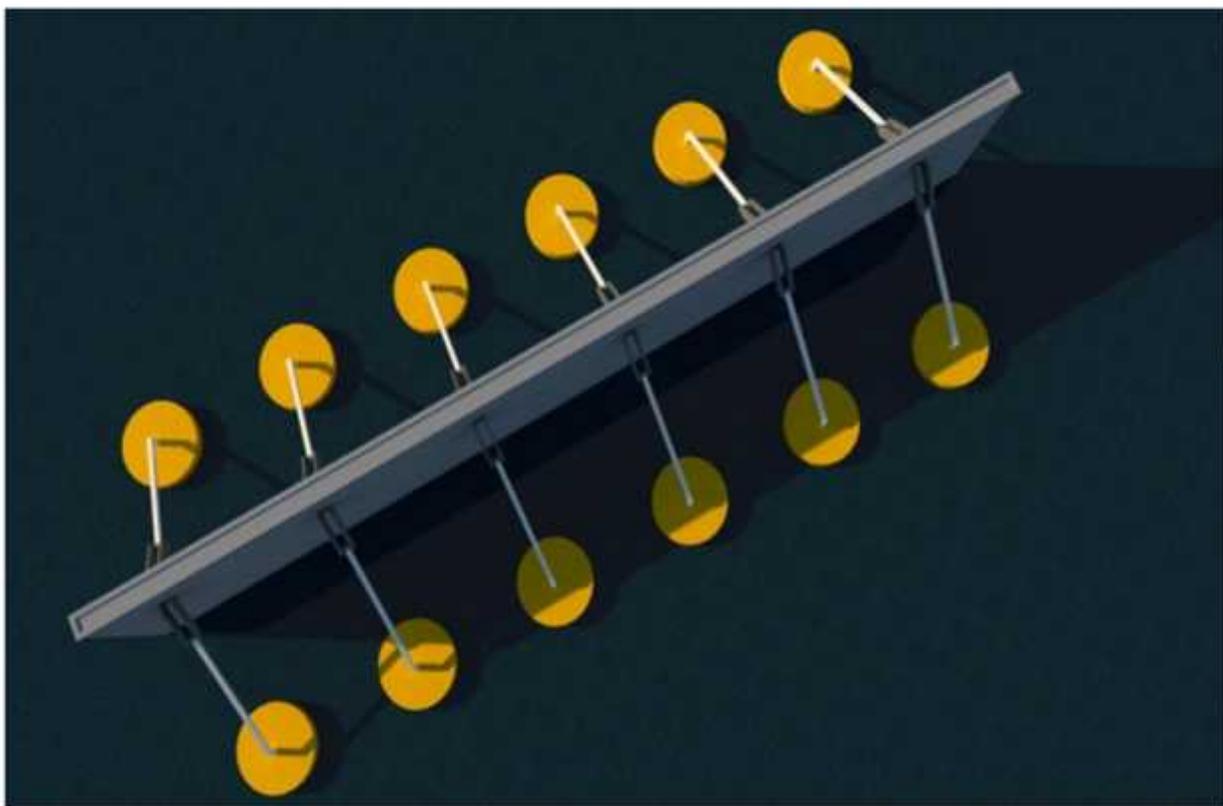
DISEÑO:  
NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ JHONATAN

PLANO: 04  
P.IZQUIERDA-MODELO  
UNDIMOTRIZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:  
  
TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:  
DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

DISEÑO:  
NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ JHONATAN

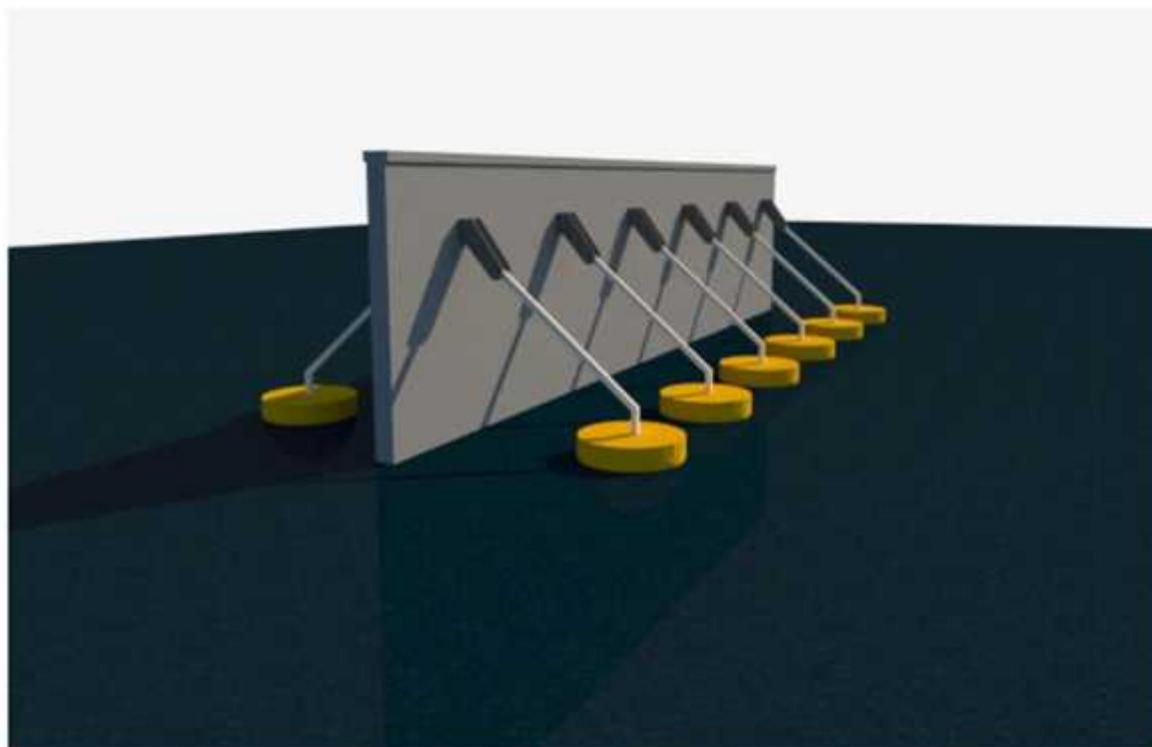
PLANO: 05  
P.PLANTA-MODELO  
UNDIMOTRIZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:

TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ



UNIVERSIDAD PRIVADA  
DEL NORTE  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA  
AMBIENTAL

PROYECTO:  
DISEÑO DE UN PROTOTIPO  
UNDIMOTRIZ: WAVE STAR

DISEÑO:  
NEIRA VERGARA MARIA  
ROQUE RUIZ HONATAN

PLANO: 06  
P.ALZADO-MODELO  
UNDIMOTRIZ

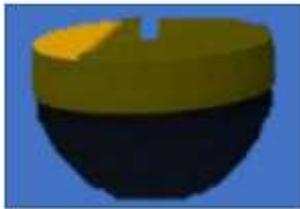
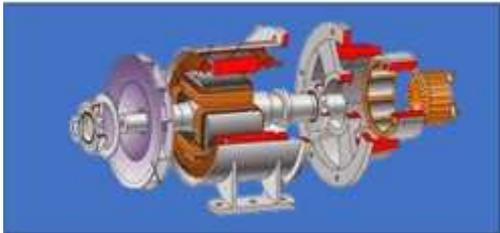
ESCALA:  
1/100

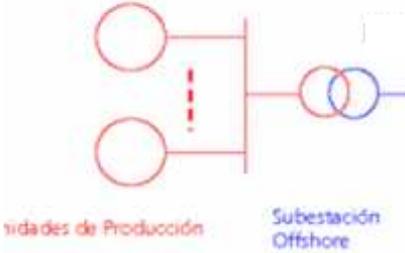
FECHA:  
27-02-2020

UBICACIÓN:

TRUJILLO, LA LIBERTAD-  
PERÚ

ANEXO n° 8: Descripción de las características del prototipo

Ítem	Descripción	Vista
1	<p>La boya fue hecha de acero naval, que es un material resistente a las condiciones marítimas</p> <p>Es hueca por adentro, pero rellena de poliuretano expandido para facilitar la flotabilidad de la boya en el mar</p>	
2	<p>El brazo de palanca posee una longitud de 6 metros, construido en acero naval para asegurar su fijación a la boya</p>	
3	<p>Generador eléctrico lineal se compone por una parte fija que es llamado estator y una parte móvil, traslador o rotor lineal. Este es un responsable de la inducción la cual se da mediante el uso de imanes permanentes. El uso del oleaje como un recurso primario para la generación de energía eléctrica exige que las fuerzas electromagnéticas tienen que ser elevadas. Estas fuerzas inducidas por imanes se dividen en dos: fuerzas tangenciales que son</p>	

	<p>responsables de la generación y dirección sincrónica con el movimiento del rotor y las fuerzas normales de dirección perpendicular al movimiento de roto.</p>	
4	<p><b>Cableado</b></p> <p>La distancia del modelo a la costa influye directamente en la infraestructura eléctrica de generación de la energía, digamos que a mayor número de dispositivos, mayor será la potencia por transmitir y por tanto se requerirá un cableado de mayor potencia nominal y de mayor dimensión. Por otro lado, las conexiones a tierra necesitan un alto porcentaje de cableado, los cables más utilizados son los cables colectores y de caída de tensión a lo largo del mismo, el cableado depende de dispositivos.</p>	 <p>El diagrama ilustra un sistema de energía offshore. A la izquierda, se muestran dos círculos rojos que representan 'Unidades de Producción'. Una línea roja horizontal los conecta a una barra de bus. Una línea roja vertical discontinua indica una conexión a tierra. Desde la barra de bus, una línea roja horizontal se extiende a la derecha hacia una 'Subestación Offshore', representada por dos círculos azules que se superponen. Una línea azul horizontal sale de la subestación hacia la derecha.</p>

ANEXO n°9: EVALUACION ECONOMICA  
PRESUPUESTO ECONOMICO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
1	<b>Estructuras Principales</b>				
1.2	Boyas	Ud.	20	2300	46000
1.3	Brazos flotantes	Ud.	20	300	6000
1.5	Generador eléctrico lineal	Ud.	1	4900	4900
2	<b>ACOMETIDA</b>				
2.1	Cable vulcanelnr para ambientes humedos y mojados	M	200	518.67	103734
2.2	Conductor de cobre	M	200	756	151200
2.3	Cinta de aluminio y cubieta de Pead	M	200	833	166600
3	<b>CIRCUITO DE CONTROL</b>				
3.1	Cable control vinanel XXIM.R. PVC+PVC TIPO D 90 °C 600 V CT-SR	M	200	766	153200
3.2	Cable control PE+PVC 75 °C 1000 V	M	200	103	20600
3.3	Cable control vulcanelnr. EP-FR+PVC 90 °C 600 V	M	200	286	57200
3.4	cable control vinanel con blindaje de malla trenzada	M	200	467	93400
3.5	Cable control vinanel con blindaje de cinta de cobre	M	200	976	195200
4	<b>ALAMBRADO DE EQUIPO</b>				
4.1	Alambres y cables vinanel XXI RoHSMR THW-LS/THHW-LS 90 °C	M	200	766	153200
4.2	Cable para alambrado de tableros PVC 90°C 600V	M	200	631	126200
4.3	Cable control vinanel xxim.r. PVC+PVC TIPO D 90 °C 600 V CT-SR	M	200	505	101000
4.4	Cable termaflexm.r. salida de motor 105 °C 600 V.	M	200	1063	212600
4.5	Alambres y cables condumex zerohm.r.tipo THW-2-LS/THHW	M	200	2299	459800
5	<b>CANALES AUXILIARES</b>				
5.1	Cable conductor aleación de aluminio	M	200	134	26800
5.2	Cable multiconductor con aislamiento de cobre, aluminio y cubierta exterior de PVC.	M	200	128	25600
5.3	Cable conductor de cobre, aislamiento y cubierta sin contenido de halógenos	M	200	147	29400
5.4	Cable multiconductor con conductores de cobre, aislamiento y cubierta sin contenido de halógenos	M	200	104	20800
5.5	Alambres y cables libre de halógenos para instalaciones de alta seguridad	M	200	689	137800
6	<b>SOPORTE METALICO</b>				
6.1	Alambres y cables XXI ROHSM.R. THW-LS/THHW-LS 90 °C, 600V CT-SR.	M	200	766	153200
6.2	Cable multiconductor XXI ROHSM.R. THW-LS/THHW-LS 90 ° y con conductor de puesta a tierra.	M	200	103	20600
6.3	Cable tipo con aislamiento TIPO THW-LS/THHW-LS armadura engargolada de acero galvanizado.	M	200	156	31200
6.4	Alambres y cables CONDUMEX ZEROHM.R. TIPO THW-2-LS/THHW-LS libre de halógenos CT-SR 90 °C	M	200	150	30000
7	<b>EQUIPOS PARA EL TRASLADO DE MATERIAL</b>				
7.1	Gruas	Ud.	3	1000	3000
7.2	Trailes	Ud.	2	5000	10000
7.3	Camiones	Ud.	5	7000	35000
7.4	Maquinaria pesada	Ud.	4	7500	30000
8	<b>OBRA CIVIL</b>				
8.1	Concreto	M3	30	253.9	7617
8.2	Acero inoxidable	M	200	230	46000
8.3	Bomba premesclado	Ud.	2	335	670
8.3	Agregado	M3	50	241.87	12093.5
9	<b>OTROS</b>				0
9.1	Excavación de zanja	M3	300	40.6	12180
9.2	Fabricación pieza prefabricada	Ud.	41	1500	61500
9.3	Colocación de las piezas	Ud.	40	487.08	19483.2
9.4	Acabado exterior del modulo asemejándose a la estética de la zona costera	Ud.	1	4000	4000
9.5	Preparación de la zona de trabajo	M3	150	2800	420000
9.6	Dragado de fondo marino	M3	200	25.3	5060
9.7	Retirada de material en los camiones	M	200	6.7	1340
9.8	Hormigon de masa para el soporte principal	M3	300	37.9	11370
10	<b>Seguridad y Salud en la obra</b>	GLB	1	1500	1500
TOTAL					3207047.7

Fuente: Adaptado de Cicsa Perú S.A.C. | CONDUMEX (cables)

### COSTO DE OPERACIÓN

Detalle	Unidad	Cantidad	Sueldo mensual (\$)	Meses	Sueldo Anual (\$)	Sueldo Anual (S)
Administrador	Sueldo	1	650	12	7800	23400
Ingeniero Mecanico	Sueldo	3	1000	12	36000	108000
Ingeniero Electrico	Sueldo	2	1000	12	24000	72000
Obreros	Sueldo	15	600	12	108000	324000
Contador externo	Sueldo	1	550	12	6600	19800
Vigilante dia noche	Sueldo	3	500	12	18000	54000
Operadores	Sueldo	1	400	12	4800	14400
Total					205200	615600

### COSTO DE MANTENIMIENTO

Detalle	Unidad	Cantidad	M.Mensual (\$)	Meses	M.Anual (\$)	M.Anual (S)
Boyas	Ud	20	4500	12	1080000	3240000
Generador eléctrico lineal	Ud	1	4000	12	48000	144000
Total					1128000	3384000

COSTOS ANUALES	\$	S/
Operación	615600	
Mantenimiento	3384000	
<b>TOTAL</b>	<b>3999600</b>	

**LCOE (COSTE TEORICO DE GENERAR ENERGIA ELECTRICA)**

LA FORMULA PARA ANALIZARLO

t= Vida estimada de la instalación 20  
 i= Inversión inicial (\$) 9621143.1  
 Mt =Costes de operación y mantenimiento (\$) S/3,999,600.00  
 E= Energía generada durante la vida del sistema (20 años) (kW/h) 1512000  
 r= Tasa de descuento 0.15

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

LCOE= S/0.03 soles

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA AL AÑO (kW/h)			
POTENCIA (kW)	HORAS AL AÑO (h)	FACTOR DE CARGA	ENERGIA AL AÑO (kW-h)
7200	8760	0.75	47304000

INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA AL AÑO (US\$)		
ENERGIA AL AÑO (Kw/h)	COSTO DE LA ENERGIA	INGRESO ANUAL (\$)
47304000	S/0.03	S/1,590,864.76

## EVALUACIÓN ECONOMICA

tasa de inversión	15%											
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
POTENCIA (kW)		7200	14400	21600	28800	36000	43200	50400	57600	64800	72000	
HORAS AL AÑO (h)		8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	
FACTOR DE CARGA		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
ENERGIA AL AÑO (kW-h)		47304000	94608000	141912000	189216000	236520000	283824000	331128000	378432000	425736000	473040000	
PRECIO DE LA ENERGIA(S/KW/H)		S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	S/0.03	
INGRESO ANUAL (s/.)		S/1,590,864.76	S/3,181,729.53	S/4,772,594.29	S/6,363,459.05	S/7,954,323.81	S/9,545,188.58	S/11,136,053.34	S/12,726,918.10	S/14,317,782.87	S/15,908,647.63	
Costos de operación (s/.)		S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	S/615,600.00	
Costos de mantenimiento (s/.)		S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	S/3,384,000.00	
Inversión		-S/9,621,143.10										
BENEFICIO NETO		-S/9,621,143.10	-S/2,408,735.24	-S/817,870.47	S/772,994.29	S/2,363,859.05	S/3,954,723.81	S/5,545,588.58	S/7,136,453.34	S/8,727,318.10	S/10,318,182.87	S/11,909,047.63

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
79200	86400	93600	100800	108000	115200	122400	129600	136800	144000
8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760
0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
520344000	567648000	614952000	662256000	709560000	756864000	804168000	851472000	898776000	946080000
S/0.03									
S/17,499,512.39	S/19,090,377.16	S/20,681,241.92	S/22,272,106.68	S/23,862,971.44	S/25,453,836.21	S/27,044,700.97	S/28,635,565.73	S/30,226,430.50	S/31,817,295.26
S/615,600.00									
S/3,384,000.00									
S/13,499,912.39	S/15,090,777.16	S/16,681,641.92	S/18,272,506.68	S/19,863,371.44	S/21,454,236.21	S/23,045,100.97	S/24,635,965.73	S/26,226,830.50	S/27,817,695.26

VALOR ACTUAL NETO (VAN)	S/24,979,547.59
TASA DE INTERES REMOTO TIR	29%
COSTO BENEFICO (B/C)	S/4.06
PERIODO DE RECUPERACION ( PR)	9 AÑOS S/26,865,196.23

ANEXO n°.10. Tasa de crecimiento poblacional

**Formula de crecimiento poblacional**

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left(\frac{presente}{pasado}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$\% \text{ Crecimiento} = 0.25$$

$$Presente = pasado(1 + t.crecimientto)^n$$

n= n° años

Periodo	n° de años	casas
2018		9
2019	0	10
2020	1	11
2021	2	12
2022	3	14
2023	4	15
2024	5	17
2025	6	19
2026	7	21
2027	8	23
2028	9	26
2029	10	29
2030	11	32
2031	12	35
2032	13	39
2033	14	44
2034	15	49
2035	16	54
2036	17	60
2037	18	67
2038	19	74
2039	20	82

ANEXO n°.11. Potencia del modelo undimotriz

<b>Potencia requerida por Casa rural</b>	30 kW	
<b>Datos</b>	<b>En la costa Peruana (mar de Huanchaco)</b>	<b>En la costa argentina (mar de Plata)</b>
Potencia por 1 boya	30kW mensual	30kW mensual
Número de boyas	20	200
Potencia Total de Boyas	600kW	6000kW
Total de casas suministradas	10 casas rurales	5000 casas cotidianas

**GENEREACION DE KW DEL PROTOTIPO POR AÑOS**

POTENCIA (kW) 2029	POTENCIA (kW) 2030	POTENCIA (kW) 2031	POTENCIA (kW) 2032	POTENCIA (kW) 2033	POTENCIA (kW) 2034	POTENCIA (kW) 2035	POTENCIA (kW) 2036	POTENCIA (kW) 2037	POTENCIA (kW) 2038	POTENCIA (kW) 2039	SUMATORIA
79200	86400	93600	100800	108000	115200	122400	129600	136800	144000	151200	1512000

**CONSUMO ELECTRICO MENSUAL Y ANUAL**

Según la guía para calcular el consumo eléctrico doméstico de OSINERG (Organismo supervisor de la inversión en energía- Organismo descentralizado de OSINERMINING,2011)

VIVIENDA TIPICA DE NIVEL SOCIOECONOMICO "E" (Vivienda de dos Habitaciones)

ARTERFACTOS ELECTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELECTRICA		CAN.DE ARTEF.	HORAS DE CONSUMO DIARIO	DIAS DE CONSUMO EN UN MES	CONSUMO MENSUAL EN KW-HORA
	Watts	K Watts				
FOCO 50 W	50	0.05	1	2	30	3
FOCO 75 W	75	0.075	1	5	30	11.25
FOCO 100 W	100	0.1	1	5	30	15
TV DE 14"	80	0.08	1	8	30	19.2
RADIOGRABADORA	30	0.03	1	5	30	4.5
<b>TOTAL DE CONSUMO EN Wk-H</b>						<b>52.95</b>

**GASTO DE ENERGIA POR AÑO**

	PERIODO 2019	PERIODO 2020	PERIODO 2021	PERIODO 2022	PERIODO 2023	PERIODO 2024	PERIODO 2025	PERIODO 2026	PERIODO 2027	PERIODO 2028	PERIODO 2029	PERIODO 2030	PERIODO 2031	PERIODO 2032	PERIODO 2033	PERIODO 2034	PERIODO 2035	PERIODO 2036	PERIODO 2037	PERIODO 2038	PERIODO 2039
Nº DE VIVIENDAS	10	11	12	14	15	17	19	21	23	26	29	32	35	39	44	49	54	60	67	74	82
P.Requerida (kW)	6354	7060	7844	8716	9684	10761	11956	13285	14761	16401	18223	20248	22498	24997	27775	30861	34290	38100	42333	47037	52263

ANEXO n° 12. MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PLAYA COSTANERA- HUANCHACO</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>METODOLOGIA</b>
¿De qué manera el modelo waviestar puede mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa costanera, Huanchaco-2019?	El modelo waviestar mejora el suministro de energía eléctrica de la playa Costanera, Huanchaco-2019	Diseñar el modelo waviestar para mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa Costanera-Huanchaco, 2019	Generación undimotriz	<b>Diseño</b>
				Descriptivo M  O1, O2 Donde: M= Muestra O1= Variable 1 (Generación Undimotriz) O2= Variable 2 (Suministro de energía eléctrica)
				<b>Población</b>
				Casas de la Playa Costanera- Huanchaco

	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>MUESTRA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la percepción del uso de energía undimotriz por parte de la población de Costanera-Huanchaco</li> <li>• Cuantificar el potencial energético undimotriz de Huanchaco para la ubicación de la generación undimotriz</li> <li>• Obtener las características físicas y técnicas de este tipo de generación eléctrica limpia y ecoeficiente con el ambiente en costanera- Huanchaco.</li> <li>• Calcular el presupuesto y la evaluación económica del modelo Undimotriz.</li> <li>• Determinar la proyección de demanda de energía del prototipo undimotriz</li> </ul>	Suministro de energía eléctrica.	10 CASAS EN LA PLAYA COSTANERA-HUANCHACO

ANEXO n° 13. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>GENERACION UNDIMOTRIZ</b>	De acuerdo con Calero y Viteri (2018) lo define como “la energía que permite obtener electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas.” (pág.1)	Para realizar un análisis completo del desarrollo del prototipo, se divide en secciones: el análisis de las olas en las cuales se desarrollará el prototipo, el análisis del prototipo (Ardón, Contreras, Domínguez, Estrada y Siero, 2013., pág.2).	Movimiento de las olas	Distancia de la costa al mar Profundidad del agua Tipo de ola Potencial energético Oleaje
			Caracterización del modelo undimotriz	Tipos de diseño Escala Presupuesto de modelo undimotriz Evaluación económica Energía renovable

Autoría propia

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	De acuerdo con Barrales <sup>1</sup> , Barrales <sup>2</sup> , Rodríguez y Vásquez (2014), explica que la energía eléctrica es una forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos. Se mide en watts hora (Wh). (pág.13)	Según Castillo. R, Segovia. v Barros, G & Araya .C (2016), menciona que el crecimiento sostenido en el consumo eléctrico proyecta una demanda de energía eléctrica cercana a 100 TWh para el año 2020 (pág. 73)	Consumo eléctrico	Voltaje Capacidad de transmisión de energía
			Demanda de energía eléctrica	Aceptación de las personas Costo del KW/h generado Viabilidad del modelo undimotriz

Autoría propia

ANEXO nº14. FOTOS DE ENCUESTA A LA POBLACION DE COSTANERA  
HUANCHACO

