



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL
PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA
UNDIMOTRIZ EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

AUTORA

Enríquez Morán Deniss Dahiana

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN PETRÓLEOS

TUTORA

Ing. Gutiérrez Hinestroza Marllelis Del Valle, PhD

Santa Elena, Ecuador

Año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Econ. Álvarez Acosta Roxana, PhD
COORDINADORA(E) DEL
PROGRAMA**

**Ing. Gutiérrez Hinestroza Marllelis, PhD
TUTORA**

**Ing. Portilla Lazo Carlos, PhD
DOCENTE ESPECIALISTA 1**

**Ing. Carrión Mero Paúl, PhD
DOCENTE ESPECIALISTA 2**

**Ab. Rivera González María, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ENRÍQUEZ MORÁN DENISS DAHIANA como requerimiento para la obtención del título de Magister en Petróleos.

TUTORA

Ing. Marllelis Gutiérrez Hinstroza, PhD

21 días del mes de octubre del año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, ENRÍQUEZ MORÁN DENISS DAHIANA

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, “EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA” previo a la obtención del título en Magister en Petróleos, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 21 días del mes de octubre del año 2025

LA AUTORA

Deniss Dahiana Enríquez Morán



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”, presentado por el estudiante, ENRÍQUEZ MORÁN DENISS DAHIANA fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

INFORME DE ANÁLISIS
magister

ENRIQUEZ DENISS

4% Textos sospechosos

2% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

1% Idiomas no reconocidos

1% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: ENRIQUEZ DENISS.docx ID del documento: 33c05813462a55ce736caad0642fd57d26718c8 Tamaño del documento original: 52,35 kB	Depositante: MARLELIS DEL VALLE GUTIERREZ HINESTROZA Fecha de depósito: 21/10/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 21/10/2025	Número de palabras: 7824 Número de caracteres: 49.342
--	---	--

TUTORA

Ing. Marllelis Del Valle Gutiérrez Hinestroza, PhD



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, ENRÍQUEZ MORÁN DENISS DAHIANA

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 21 días del mes de octubre del año 2025

LA AUTORA

Deniss Dahiana Enríquez Morán

AGRADECIMIENTO

A mis compañeros y amistades presentes y pasados, que me han impartido sus conocimientos, vivencias, contribuyendo a este proceso. Y de corazón, le agradezco a Karito Ruiz, es una amiga excepcional, quién con sus palabras de aliento, no me han dejado a la deriva para que cumpla en mis ideales, me ha abrigado como parte de su familia, al abrirme las puertas de su hogar con tanto amor, pese al corto tiempo viviendo en una nueva provincia, me siento afortunada de tenerla en mi vida.

Al Ing. Joao Córdova, quien es un gran amigo, que surgió repentinamente entre clases compartidas de la universidad, y en estos tiempos son difíciles de encontrar, es grato conversar esta valiosa amistad.

De antemano, le agradezco a la Dra. Marllerlis Gutiérrez por su orientación y comentarios constructivos en esta investigación para mi desarrollo profesional. De igual manera, al Ing. Erick Benavides fue de gran ayuda su apoyo y sugerencias en este informe.

Dahiana Enríquez Morán

DEDICATORIA

Para Liliana y Franklin, les dedico esta tesis a ustedes, que me han amado y apoyado incondicionalmente en cada etapa de mi vida, que a la distancia siempre están pendiente de mi crecimiento personal y profesional. Siempre estaré orgullosa de ser su hija, me han motivado para poder superarme cada día. Infinitas gracias por todo, amados padres.

A ti mi amor Jesús Apolo, gracias por caminar a mi lado, por tu comprensión y apoyo absoluto durante estos meses de investigación que no han sido fáciles; te has esforzado y sacrificado por los dos, me has ayudado hasta donde tus alcances lo han permitido, y vaya que hemos pasado por momentos difíciles, sin olvidarnos, del festín de buenas emociones. En suma, de lo expresado, este logro académico, también es tuyo amor, con mucho cariño para ti, mi compañero de aventuras.

Dahiana Enríquez Morán

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Revisión de literatura	5
1.2. Desarrollo teórico y conceptual	15
1.3. Marco Legal	23
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	23
2.1. Contexto de la investigación	24
2.2. Diseño y alcance de la investigación	26

2.3. Tipo y métodos de investigación.....	26
2.4. Población y muestra	27
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.....	28
2.7. Fase de la Investigación.	32
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1. Procesamiento de datos y la estimación de la energía undimotriz.....	36
3.2. Análisis técnicos entre las comparaciones intermensuales e interanuales del potencial energético que generan electricidad.	48
3.3. Efectos del Fenómeno del ENSO en la producción energética.....	51
3.4. Eficiencia energética undimotriz.....	54
3.5. Factibilidad ambiental de la energía undimotriz.....	58
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos oceanográficos mensuales de “B1” del 2016 al 2020.	8
Tabla 2. Datos oceanográficos mensuales de “B2” del 2016 al 2020.	11
Tabla 3. Clasificación dispositivos WEC acorde a su ubicación.....	19
Tabla 4. Convertidores de energía undimotriz.....	20
Tabla 5. Coordenadas UTM de las boyas virtuales	24
Tabla 6. Evento del ENOS y rango de magnitud entre 2016 al 2020.....	30
Tabla 7. Variación mensual del potencial energético de la boya B1 del 2016	41
Tabla 8. Variación mensual del potencial energético de la boya B1 (2017 – 2020)	42
Tabla 9. Variación mensual del potencial energético de la boya B2 del 2016	43
Tabla 10. Variación mensual del potencial energético de la boya B2 (2017 – 2020) ...	44
Tabla 11. Promedio anual del comportamiento de las olas durante 2016 – 2020	45
Tabla 12. Promedio anual de la energía generada por las olas durante 2016 – 2020	46
Tabla 13. Promedio anual de la conversión de energía durante 2016 – 2020	47
Tabla 14. Matriz de Leopold Simplificada	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ola oscilatoria y sus partes	15
Figura 2. Estructura del rompimiento de las olas en la costa	16
Figura 3. Clasificación dispositivos WEC acorde a su ubicación	20
Figura 4. Clasificación dispositivos WEC acorde a su captación: tamaño y orientación	21
Figura 5. Ubicación de las boyas virtuales	25
Figura 6. Mapa conceptual de las fases metodológica durante la investigación	35
Figura 7. Relación promedio anual entre la altura significativa de la ola y la energía total	48
Figura 8. Producción de energía anual “B1”	49
Figura 9. Producción de energía anual “B2”	50
Figura 10. Fenómeno ENSO durante 2016 – 2020.....	51
Figura 11. Relación mensual entre la altura y periodo de la ola en el punto “B1”.....	52
Figura 12. Relación mensual entre la altura y periodo de la ola en el punto “B2”.....	53
Figura 13. Producción energética por WEC	56
Figura 14. Eficiencia energética por WEC	57

RESUMEN

El contexto de diversificación energética, en esta investigación evalúa la factibilidad técnica, y ambiental para la generación eléctrica mediante la energía undimotriz, comparando la tecnología de conversión como Columna de Agua Oscilante “OWC” y Absorbedor Puntual “PA”, considerando el ENSO y las estaciones predominantes, en la costa de Santa Elena, Ecuador.

Los datos derivados del “*Acta Oceanográfica (2016 – 2020)*” del INOCAR, proporcionaron los insumos para el modelado matemático obteniendo los parámetros del oleaje y el potencial energético por metro de frente de ola, el resultado promedio general de 3,9 kW/m y 4,0 kW/m correspondientemente del sitio B-1 y B-2, donde prevalece mayor recurso energético en la Fase Neutral y durante el invierno.

Finalmente, esta investigación enfatiza que la energía undimotriz representa una alternativa factiblemente técnica y ambiental figurando una oportunidad estratégica para Ecuador en su transición hacia energías limpias y renovables, favoreciendo a la sostenibilidad y mitigación del cambio atmosférico.

Palabras claves: *Columna de agua oscilante, Absorbedor Puntual, Generación eléctrica oceánica.*

ABSTRACT

In the context of energy diversification, this research evaluates the technical and environmental feasibility of electricity generation through wave energy, comparing conversion technologies such as the Oscillating Water Column (OWC) and Point Absorber (PA), taking into account ENSO and predominant seasons, along the coast of Santa Elena, Ecuador.

Data derived from the "Oceanographic Report (2016–2020)" by INOCAR provided the inputs for mathematical modeling, obtaining wave parameters and energy potential per meter of wave front. The overall average results were 3.9 kW/m and 4.0 kW/m for sites B-1 and B-2, respectively, with the highest energy resource observed during the Neutral Phase and winter.

Finally, this research emphasizes that wave energy represents a technically and environmentally feasible alternative, offering a strategic opportunity for Ecuador in its transition to clean and renewable energy, promoting sustainability and mitigating atmospheric change.

Keywords: *Oscillating Water Column, Point Absorber, Oceanic electricity generation.*

INTRODUCCIÓN

La energía undimotriz es un recurso renovable e ilimitado que proviene de las olas del mar influenciado por la acción del viento. Adquirir este tipo de energía que se encuentra en una etapa inicial, está limitada por la infraestructura de la tecnología, no obstante, “los océanos tienen un alto potencial energético” (Agencia Internacional de las Energías Renovables).

Ecuador depende de la industria petrolera que requiere del combustible fósil para cumplir con las necesidades energéticas tanto en los medios de transportes como en la generación de corrientes eléctricas. Cabe recalcar que, el precio del hidrocarburo está expuesto a las fluctuaciones de las actividades comerciales internacionales afectando directamente a la economía del país (Pinargote, 2025), además, contribuye a las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera eludiendo al compromiso del cambio climático.

Globalmente, la sostenibilidad y la disminución del efecto invernadero por las emisiones de los gases, da lugar al potencial de la energía undimotriz que se debe a la energía contenida en el movimiento de las olas, continuamente renovada por los vientos y otros factores meteorológicos.

Este estudio radica en la factibilidad técnica de implementación sobre los convertidores de energía undimotriz en la costa de Santa Elena, y se deben considerar las condiciones ambientales para evitar las afectaciones al hábitat marino. No obstante, es fundamental adquirir los datos de los parámetros oceanográficos como la altura significativa de la ola, el periodo de energía de la ola y la dirección del oleaje, por ende, la energía del movimiento de las olas es participe sobre la disposición de este tipo de tecnología para generar electricidad, y con el comportamiento del oleaje se estable la ubicación geográfica más idónea para la instalación y la orientación de plantas o dispositivos undimotrices.

En Ecuador según el Ministerio de Energía y Minas (2020) “en la actualidad el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales, las cuales son: fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras”.

El plan estratégico de CNEL entre el periodo 2021 – 2025 posee debilidades en sus labores al no contar un método de gestión de calidad, con falta de unificación en modelos para gestionar proyectos, sin embargo, existe la oportunidad de implementar las nuevas tecnologías para poder optimizar la eficiencia de la asistencia del servicio energético (CNEL EP, 2024).

Algunos países han implementado esta tecnología como en el proyecto de (Power Technology, 2021) en la “Planta de Energía Undimotriz de Aguacadoura en Portugal” conectados a la red eléctrica, también (Cendán Carracedo, 2017) en el “Parque con Energía undimotriz en Galicia en España”. En la costa peruana realizaron un modelo de un prototipo que generó 30 kW por boya en electricidad (Neira Vergara & Roque Ruiz, 2020).

Ecuador enfrenta un gran desafío que demanda una transición energética hacia fuentes de energía que posean mayor sostenibilidad, es necesario que inviertan en proyectos de recursos renovables no convencionales, en este estudio, se propone aprovechar el movimiento de las olas con una evaluación en la viabilidad técnica y ambiental para la generación eléctrica mediante el convertidor de energía undimotriz “WEC”, que favorece a las zonas rurales aledañas al área costera diversificando la matriz local con un suministro energético estable y mitigando los impactos del efecto invernadero.

Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)

En los últimos años, se evidencia un incremento prometedor en las energías renovables como recursos primarios (Renewables, 2024), a causa, de los nuevos avances tecnológicos, cabe recalcar, que el primer grupo que compone a la matriz energética global son aquellos recursos no renovables como el petróleo, gas natural, carbón, también, los tipos de energías tal es la nuclear y la hidroeléctrica. La alta dependencia de estas fuentes, hace un énfasis en la vulnerabilidad ante eventos climáticos, ya que, afectan directamente a la generación energética cotidiana.

Ecuador ha experimentado un aumento con respecto a la demanda energética, que está promovida por el crecimiento poblacional, económica y evidentemente la expansión urbana, se debe considerar, que la cantidad disponible de energía primaria crecerá

paulatinamente, con ello, la energía final y el consumo de ella. Cabe mencionar que, los inconvenientes latentes sin electrificación se deben en países en vías de desarrollo.

Las energías marinas representan una importante estrategia para expandir la diversificación de la matriz energética, mitigar las emisiones de CO₂ en la atmósfera, se fomenta la seguridad nacional de energía. A través del tiempo, se ha indagado en la exploración de la energía undimotriz para aprovechar el movimiento de las olas del mar, existen estudios en las costas de los países europeos, asiáticos (Kamranzad & Lin, 2020), no obstante, el desarrollo en los países latinoamericanos, incluyendo a Ecuador, es naciente o nulo.

Existen estudios previos como el de (Ordoñez-Saca, 2025), donde Santa Elena se encuentra localizada en un perfil costero suroccidental, posee características favorables como potencial energético, debido a las condiciones geográficas y oceanográficas, para la implementación de tecnología undimotriz, por ello, falta información para ejecutar proyectos sostenibles, a su vez, beneficiar a la población aledaña que presenten recurrentemente problemas energéticos por el sistema nacional. No obstante, se registran datos de (Espinoza & et al., 2022) de un modelado en la transformación del oleaje en la Bahía de Santa Elena desde Salinas hasta Salango, entre los periodos del 2016 al 2020, considerando las variables de altura significativa de la ola, el periodo y la dirección del oleaje. Cabe recalcar, que existen zonas rurales que presentan déficit energético entre las comunidades de San Pablo y Colonche.

La problemática en Ecuador crea la necesidad de explorar en nuevas fuentes de energía y de no depender de los combustibles fósiles que contaminan la atmósfera con los gases de invernadero, realizar estos tipos de estudios sobre la generación de electricidad a partir de las olas de mar son favorables para el desarrollo y el crecimiento del país, acabe recalcar, que los beneficios pueden abordarse en las zonas aledañas al perfil costero que posean mayores dificultades del suministro de las corrientes eléctricas, de ese modo, indagar la factibilidad técnica y ambiental para la implementación con su respectiva adaptabilidad de los convertidores de energía undimotrices “WEC” en Santa Elena como la Columna de Agua Oscilante “OWC” y Absorbedor Puntual “PA”, este tipo de análisis contribuye a la amplificación de la eficiencia energética y en el contexto ecuatoriano como fuentes limpias y sostenibles.

Formulación del problema de investigación

¿En qué medida el aprovechamiento de la energía undimotriz contribuye a una solución viable técnica y ambientalmente para la atenuación del déficit de generación eléctrica en las costas de Santa Elena?

Objetivo General:

- ✓ Evaluar la viabilidad técnica y ambiental para la generación eléctrica mediante la energía undimotriz.

Objetivos Específicos:

- ✓ Caracterizar el recurso undimotriz evaluando las condiciones de las olas y su potencial energético y las condiciones técnicas para la implementación de este sistema en la provincia de Santa Elena.
- ✓ Comparar la tecnología disponible que se adapte a las condiciones marinas de la costa ecuatoriana para la conversión de energía undimotriz en electricidad.
- ✓ Establecer el impacto ambiental en el aprovechamiento de la energía undimotriz.
- ✓ Evaluar la generación eléctrica mediante la energía undimotriz considerando condiciones técnicas.

Justificación de la investigación

La presente investigación se argumenta por la progresiva necesidad de diversificar los recursos de energía que sean sostenibles y comprometidas con el medio ambiente en Ecuador, la ubicación geográfica de Santa Elena tiene una constante actividad marítima, constituye un lugar estratégico como potencial energético, cabe recalcar, que este tipo de tecnología es poco experimentada en el país.

Con respecto al aspecto técnico, el aprovechamiento del movimiento del mar implica un incremento en el desarrollo de nuevas infraestructuras para convertir la energía de las olas en eléctrica, aunque, la escasa literatura a nivel nacional que existen sobre estos temas, ayudará a contribuir a obtener mayor información específica para una planificación energética en el perfil costero, con la finalidad de reforzar parcialmente la demanda energética en las comunidades cercanas a la costa, así como en otros países implementa este tipo de tecnología amigable para el medio ambiente, tales: Portugal, España y también el país vecino Perú, entre otros; asimismo, evitar el uso de recursos contaminantes.

Actualmente, existen políticas que priorizan las fuentes convencionales y la sostenibilidad, es necesario, tener estudios técnicos para este tipo de tecnología. De ese modo, crear un marco regulatorio para la toma de decisiones en la implementación de proyectos energéticos. Las energías alternativas contribuyen a largo plazo sostenibilidad que compensan la inversión ejecutada al inicio del proyecto, considerando el mantenimiento de los equipos en sus instalaciones con la reducción de los costos. De ese modo, este tipo de fuente de energía inagotable, tendrá un flujo energético constante que satisfaga como parte de la demanda eléctrica.

La colaboración entre instituciones y entidades como CENACE que es el Operador Nacional de Electricidad, INOCAR es el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, CIIFEN es el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, incluyendo a las universidades, por lo que permite abrir un nuevo campo al intercambio de conocimientos entre científicos y tecnólogos como entre entidades y estudiantes para indagar en las diferentes áreas de explorar y desarrollar herramientas técnicas enfocadas en las fuentes renovables no convencionales, con el objetivo de fortalecer las redes de cooperación institucional como promover la investigación.

Se aportará a esta investigación un análisis técnico y ambiental sobre este tipo de recurso renovable oceánico, cabe recalcar, que son energías limpias para el medio ambiente que se ajustan a las entidades o convenios nacionales e internaciones. También, identificar los riesgos de instalación que conllevan al planteamiento de las medidas de mitigación y los planes de contingencia para accionar ante cualquier situación de fallos operacionales, de ese modo, se fomenta la sostenibilidad ambiental para no perturbar los ecosistemas marítimos.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Revisión de literatura

Las energías alternativas no solo representan una opción más sustentable, sino que también pueden mejorar la percepción social hacia la industria petrolera. Iniciar la transición energética permitiría avanzar hacia prácticas más limpias y seguras. A largo plazo, este cambio podría resultar financieramente beneficioso para los procesos de explotación de hidrocarburos

En las últimas décadas, se ha demostrado un crecimiento prometedor en las energías renovables como fuente primaria, debido a los avances tecnológicos. La energía de las olas se la conoce como undimotriz, trata de aprovechar el movimiento de las ondas del mar para generar electricidad, que se capta por energía cinética y mecánica-potencial mediante dispositivos convertidores (Villas, 2024).

Cabe recalcar, que la demanda energética global cada vez aumenta significativamente, esto impulsa a buscar nuevas formas de captar electricidad para mejorar la calidad de vida de la población y garantizar el abastecimiento. Actualmente, se explora nuevos recursos como el tipo de energía renovable no convencionales, con ello, evitar altas emisiones de efecto invernadero, por ende, se amplía este campo de investigaciones para obtener fuentes naturales y de energías limpias.

Según lo descrito por (Figueredo Guerrón & Quevedo Orjuela, 2022) menciona que:

En 1885 por Barrufet José fue quien ideó el primer sistema de aprovechamiento del oleaje a través de la energía undimotriz en Barcelona – España. Se diseñó un dispositivo “marmotor”, el cual transformaba la oscilación vertical del oleaje de energía mecánica a eléctrica. También, máximo su rendimiento del prototipo y las clasificó sus olas en: transitoria, de traslación y coexistentes, acorde a los diversos cambios del mar. No obstante, su eficiencia fue baja, se presentaron limitaciones como la corrosión, radiación solar, entre otros, por lo tanto, en esta implementación no hubo viabilidad.

En 2008 por la empresa Pelamis Wave Power, se destaca un dispositivo “Pelamis” por la energía undimotriz con el primer proyecto de parque mundial en aprovechar

las olas, obteniendo una capacidad de almacenamiento para captar un total de energía de 2.25 Mw, en las costas de Aguçadoura – Portugal. Aunque, se desmantelo por fallas técnicas y problemas económicos.

En 2015 por la empresa Carnegie Wave Energy, se evidencia un proyecto con éxito “Perth” que trata de una estación de energía en tierra firme, pero, está alimentada por la energía undimotriz con tecnología CETO, se refiere a un sistema que se mueve con las olas del océano que impulsa bombas ancladas en el lecho marino, encontrándose bajo el agua, de tal modo, que el funcionamiento al estar a profundidad no afecta a la corrosión y está protegido a eventos climáticos en la superficie del mar.

A través del tiempo, se evidencia que los estudios sobre el aprovechamiento de las olas del mar continúan en constante evolución, ya que, el potencial o el flujo energético está en función a las condiciones oceanográficas que dependen de la localización de los continentes, es decir de la selección del área de estudio. Incluso, el funcionamiento de estos convertidores de energía aún presenta limitaciones en su infraestructura, aunque avanza el desarrollo de nueva tecnología, se están ajustan los modelos para mejorar la eficiencia en el almacenamiento de captura de energía, las simulaciones nos permiten modelar el potencial eléctrico mediante las interacciones de las series temporales de los parámetros oceanográficos.

Por otra parte, existen zonas que por la ubicación hay una relación directamente proporcional entre mayor sea la altura de la ola se obtendrá un incremento de la energía total, es un indicador de potencia/unidad (W/m^2), es decir, mide la energía por unidad de área, por lo tanto, el aprovechamiento del movimiento de las olas es una fuente de energía renovable de tipo no convencional. Este cambio, a largo plazo, resulta beneficioso es una alternativa sostenible tanto para la economía del país como para el futuro energético, evitando los procesos explotación de hidrocarburos.

Los dispositivos WEC o conocidos como convertidores de energía undimotriz aún se están desarrollando para lograr altos niveles de eficacia, en este caso, la columna de agua oscilante (OWC) es uno de los primordiales mecanismos convertidores a potencial energético de las olas bajo escenarios marítimos habituales, resaltando dos aspectos tanto

los parámetros oceanográficos (altura, periodo, longitud y la dirección de las olas para operar con eficiencia) como la geométrica del dispositivo (tamaño de la cámara, su forma, configuración de las entradas/salidas, y la unificación con infraestructuras como rompeolas o plataformas multiusos), de ese modo, que se adapte a los diferentes estados del oleaje para tener un rendimiento óptimo al capturar la energía del sistema en condiciones constante (Portillo Juan, Negro Valdecantos, Esteban, & López Gutiérrez, 2022).

Al norte de Perú, se implementó un sistema undimotriz de tipo OWC con la finalidad de suministrar la demanda energética en el astillero en el litoral Salaverry – Trujillo, considerando los datos de velocidad, longitud de onda, celeridad de ola, periodo y flujo de energía anual, tanto en marea alta y baja, usado en el sistema el cual es continuo para que el empuje del aire circule en ambos sentidos, de ese modo, se aprovecha las 2 turbinas Wells de 55 kW, que en su diseño constituye en sus palas se alineen en una sola dirección en el movimiento del eje que se obtiene electricidad mediante un generador, cuya eficiencia fue de 86,7%, en este caso, la potencia generada fue de 110 kW, su inversión tuvo un costo de US\$ 118 284,3 y el mantenimiento anual de \$ 40 800, por lo tanto, la captación de energía de 722 700,00 kW-h al año, con una relación entre costo y energía de 0,06 \$/kW-h (Jaramillo Ordiales, 2019).

De acuerdo con los cálculos efectuados en el perfil costanero de Ecuador, tiene una potencia promedio de 14 kW/m (por metro de frente de ola) acorde al INOCAR, sin embargo, esta distribución no es constante por los diversos niveles de potencial y condiciones de la línea de costa, aunque la UNESCO calcula un potencial energético de 20 kW/m, es un buen indicativo, ya que, en que en partes de Australia y Nueva Zelanda adquieren una viabilidad de hasta 100 kW por metro de frente de ola para generar energía undimotriz (Rodríguez Santos & Chimbo Campuzano, 2017).

En la Bahía de Santa Elena han analizado a detalle las condiciones del oleaje entre el periodo 2016 y 2020 abarcando el área de estudio entre Salinas y Salango. Usando un modelo numérico DELFT3D-WAVE, donde evaluaron las características del oleaje como la altura significativa, el periodo y la dirección, dentro de la zona las olas tienen una altura que varían entre 0,60 m y 0,93 m comprendidas con periodos entre 11,5 s y 16 s, y preponderan las direcciones desde 221,1° hasta 270,1°. Adicionalmente, la puntilla de

Salinas actúa como una barrera natural que ayuda a reducir el impacto o a disipar la energía del oleaje hacia el Sur; no obstante, cuando provienen del Oeste, las olas provienen con más fuerzas e incrementan las alturas, por ende, aumenta su impacto sobre la línea costera (Espinoza et. al, 2022).

Cabe recalcar, que estas condiciones son fundamentales para plantear y dimensionar el uso eficiente de los dispositivos WEC adaptable para el litoral de Santa Elena, se considera los ajustes pertinentes en un sistema continuo tanto las olas en dirección Sur como las que llegan del Oeste, para la costa de en nuestro país.

A continuación, Espinoza et. al (2022) detalla los datos oceanográficos:

Tabla 1.

Datos oceanográficos mensuales de “B1” del 2016 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)
B1-WAVE	2016	Ene	0,76	12,53	254,00
B1-WAVE	2016	Feb	0,75	13,05	251,60
B1-WAVE	2016	Mar	0,84	14,00	244,56
B1-WAVE	2016	Abr	0,72	13,51	230,07
B1-WAVE	2016	May	0,79	13,61	228,05
B1-WAVE	2016	Jun	0,87	15,14	224,07
B1-WAVE	2016	Jul	0,84	13,06	224,35
B1-WAVE	2016	Ago	0,82	13,49	223,77
B1-WAVE	2016	Sep	0,86	13,67	223,78
B1-WAVE	2016	Oct	0,75	12,14	231,18
B1-WAVE	2016	Nov	0,74	12,50	247,08
B1-WAVE	2016	Dic	0,69	12,27	236,43
B1-WAVE	2017	Ene	0,63	12,53	255,34
B1-WAVE	2017	Feb	0,75	13,11	243,26
B1-WAVE	2017	Mar	0,74	13,67	232,11
B1-WAVE	2017	Abr	0,76	14,62	234,02
B1-WAVE	2017	May	0,82	13,73	224,21
B1-WAVE	2017	Jun	0,82	13,17	222,34
B1-WAVE	2017	Jul	0,84	14,49	218,80
B1-WAVE	2017	Ago	0,81	13,10	218,64
B1-WAVE	2017	Sep	0,77	12,47	222,61
B1-WAVE	2017	Oct	0,82	13,95	229,62
B1-WAVE	2017	Nov	0,76	12,98	229,05
B1-WAVE	2017	Dic	0,75	13,02	237,27

B1-WAVE	2018	Ene	0,69	12,72	251,80
B1-WAVE	2018	Feb	0,67	13,22	231,53
B1-WAVE	2018	Mar	0,66	13,54	225,93
B1-WAVE	2018	Abr	0,69	13,49	224,25
B1-WAVE	2018	May	0,78	13,94	225,99
B1-WAVE	2018	Jun	0,81	14,44	223,78
B1-WAVE	2018	Jul	0,83	13,23	220,91
B1-WAVE	2018	Ago	0,79	13,56	220,57
B1-WAVE	2018	Sep	0,87	14,42	221,84
B1-WAVE	2018	Oct	0,81	13,75	230,10
B1-WAVE	2018	Nov	0,85	13,06	225,73
B1-WAVE	2018	Dic	0,76	13,51	247,08
B1-WAVE	2019	Ene	0,66	13,05	248,14
B1-WAVE	2019	Feb	0,66	12,59	244,15
B1-WAVE	2019	Mar	0,67	13,59	239,76
B1-WAVE	2019	Abr	0,71	13,35	230,76
B1-WAVE	2019	May	0,91	15,40	223,70
B1-WAVE	2019	Jun	0,91	13,70	223,28
B1-WAVE	2019	Jul	0,86	13,86	220,43
B1-WAVE	2019	Ago	0,85	13,32	224,09
B1-WAVE	2019	Sep	0,77	13,26	226,56
B1-WAVE	2019	Oct	0,85	12,72	227,43
B1-WAVE	2019	Nov	0,8	12,30	229,26
B1-WAVE	2019	Dic	0,7	12,59	246,19
B1-WAVE	2020	Ene	0,70	12,74	244,95
B1-WAVE	2020	Feb	0,71	13,09	240,63
B1-WAVE	2020	Mar	0,75	13,90	232,25
B1-WAVE	2020	Abr	0,66	14,12	226,38
B1-WAVE	2020	May	0,80	14,25	228,21
B1-WAVE	2020	Jun	0,91	15,75	220,67
B1-WAVE	2020	Jul	0,76	13,07	223,13
B1-WAVE	2020	Ago	0,79	14,32	221,09
B1-WAVE	2020	Sep	0,85	15,48	222,12
B1-WAVE	2020	Oct	0,82	14,09	225,29
B1-WAVE	2020	Nov	0,83	13,41	228,90
B1-WAVE	2020	Dic	0,68	13,59	241,25
B1-DELF	2016	Ene	0,80	12,12	262,10
B1-DELF	2016	Feb	0,79	12,85	263,30
B1-DELF	2016	Mar	0,89	13,50	258,50
B1-DELF	2016	Abr	0,78	13,20	237,80
B1-DELF	2016	May	0,79	13,30	234,90
B1-DELF	2016	Jun	0,82	14,76	226,00

B1-DELF	2016	Jul	0,87	12,64	226,80
B1-DELF	2016	Ago	0,79	13,00	229,30
B1-DELF	2016	Sep	0,83	13,20	227,80
B1-DELF	2016	Oct	0,77	11,50	232,10
B1-DELF	2016	Nov	0,75	12,00	250,60
B1-DELF	2016	Dic	0,65	12,10	243,50
B1-DELF	2017	Ene	0,59	12,04	258,40
B1-DELF	2017	Feb	0,71	12,85	246,30
B1-DELF	2017	Mar	0,76	13,30	235,30
B1-DELF	2017	Abr	0,72	14,30	237,90
B1-DELF	2017	May	0,78	13,40	227,90
B1-DELF	2017	Jun	0,82	12,67	224,70
B1-DELF	2017	Jul	0,86	14,00	224,30
B1-DELF	2017	Ago	0,82	12,87	225,10
B1-DELF	2017	Sep	0,78	12,20	223,80
B1-DELF	2017	Oct	0,79	13,56	230,40
B1-DELF	2017	Nov	0,79	12,86	230,10
B1-DELF	2017	Dic	0,69	12,98	247,20
B1-DELF	2018	Ene	0,71	12,85	251,20
B1-DELF	2018	Feb	0,62	12,00	235,50
B1-DELF	2018	Mar	0,65	13,13	230,10
B1-DELF	2018	Abr	0,67	13,12	228,00
B1-DELF	2018	May	0,78	13,67	231,60
B1-DELF	2018	Jun	0,82	14,27	224,70
B1-DELF	2018	Jul	0,88	13,00	227,50
B1-DELF	2018	Ago	0,76	13,12	226,30
B1-DELF	2018	Sep	0,8	14,06	228,80
B1-DELF	2018	Oct	0,81	13,51	229,10
B1-DELF	2018	Nov	0,77	12,70	228,30
B1-DELF	2018	Dic	0,78	13,20	246,40
B1-DELF	2019	Ene	0,60	12,78	248,20
B1-DELF	2019	Feb	0,67	12,15	241,40
B1-DELF	2019	Mar	0,65	13,44	235,60
B1-DELF	2019	Abr	0,71	13,50	232,60
B1-DELF	2019	May	0,88	14,97	227,00
B1-DELF	2019	Jun	0,86	13,00	228,20
B1-DELF	2019	Jul	0,79	13,24	226,20
B1-DELF	2019	Ago	0,82	12,89	228,20
B1-DELF	2019	Sep	0,82	12,93	228,20
B1-DELF	2019	Oct	0,88	12,57	230,10
B1-DELF	2019	Nov	0,80	12,00	231,00
B1-DELF	2019	Dic	0,73	11,98	250,20

B1-DELF	2020	Ene	0,73	12,10	237,18
B1-DELF	2020	Feb	0,72	13,00	239,45
B1-DELF	2020	Mar	0,77	13,50	230,78
B1-DELF	2020	Abr	0,66	13,67	223,20
B1-DELF	2020	May	0,83	13,80	222,10
B1-DELF	2020	Jun	0,93	15,20	224,80
B1-DELF	2020	Jul	0,69	12,89	221,18
B1-DELF	2020	Ago	0,74	14,00	225,80
B1-DELF	2020	Sep	0,80	15,20	227,90
B1-DELF	2020	Oct	0,82	14,15	226,70
B1-DELF	2020	Nov	0,78	13,10	231,30
B1-DELF	2020	Dic	0,65	13,26	245,00

Fuente: Elaboración propia de Espinoza et al. (2022)

Tabla 2.

Datos oceanográficos mensuales de "B2" del 2016 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)
B2-WAVE	2016	Ene	0,83	14,80	265,62
B2-WAVE	2016	Feb	0,79	15,20	265,58
B2-WAVE	2016	Mar	0,88	15,24	255,88
B2-WAVE	2016	Abr	0,71	14,63	239,83
B2-WAVE	2016	May	0,77	14,22	232,96
B2-WAVE	2016	Jun	0,83	15,40	227,49
B2-WAVE	2016	Jul	0,81	13,80	227,68
B2-WAVE	2016	Ago	0,79	14,18	227,01
B2-WAVE	2016	Sep	0,83	13,82	227,33
B2-WAVE	2016	Oct	0,75	14,50	238,49
B2-WAVE	2016	Nov	0,80	14,80	259,68
B2-WAVE	2016	Dic	0,71	13,90	246,06
B2-WAVE	2017	Ene	0,67	14,25	226,17
B2-WAVE	2017	Feb	0,78	14,68	255,24
B2-WAVE	2017	Mar	0,73	14,81	239,34
B2-WAVE	2017	Abr	0,77	15,40	243,70
B2-WAVE	2017	May	0,78	14,50	229,33
B2-WAVE	2017	Jun	0,78	13,77	225,59
B2-WAVE	2017	Jul	0,79	14,58	221,31
B2-WAVE	2017	Ago	0,77	13,49	221,26
B2-WAVE	2017	Sep	0,74	12,72	226,69

B2-WAVE	2017	Oct	0,82	14,80	235,55
B2-WAVE	2017	Nov	0,76	14,19	235,41
B2-WAVE	2017	Dic	0,78	14,09	256,99
B2-WAVE	2018	Ene	0,74	14,47	262,50
B2-WAVE	2018	Feb	0,66	14,09	240,39
B2-WAVE	2018	Mar	0,64	14,47	234,73
B2-WAVE	2018	Abr	0,66	14,63	232,27
B2-WAVE	2018	May	0,76	14,60	231,51
B2-WAVE	2018	Jun	0,78	15,34	228,20
B2-WAVE	2018	Jul	0,79	13,74	223,68
B2-WAVE	2018	Ago	0,76	14,04	223,45
B2-WAVE	2018	Sep	0,84	14,65	225,15
B2-WAVE	2018	Oct	0,81	14,96	235,86
B2-WAVE	2018	Nov	0,84	13,61	231,19
B2-WAVE	2018	Dic	0,80	15,56	253,01
B2-WAVE	2019	Ene	0,70	15,11	260,44
B2-WAVE	2019	Feb	0,67	13,92	255,10
B2-WAVE	2019	Mar	0,68	14,84	250,03
B2-WAVE	2019	Abr	0,70	14,29	239,16
B2-WAVE	2019	May	0,88	15,77	227,32
B2-WAVE	2019	Jun	0,88	14,32	226,27
B2-WAVE	2019	Jul	0,82	14,17	223,34
B2-WAVE	2019	Ago	0,82	14,07	227,24
B2-WAVE	2019	Sep	0,75	13,89	230,72
B2-WAVE	2019	Oct	0,84	13,77	232,26
B2-WAVE	2019	Nov	0,80	13,43	236,01
B2-WAVE	2019	Dic	0,75	14,40	257,63
B2-WAVE	2020	Ene	0,73	15,25	256,50
B2-WAVE	2020	Feb	0,72	14,65	252,15
B2-WAVE	2020	Mar	0,725	14,56	239,60
B2-WAVE	2020	Abr	0,629	14,80	233,09
B2-WAVE	2020	May	0,77	14,86	233,81
B2-WAVE	2020	Jun	0,86	16,21	224,15
B2-WAVE	2020	Jul	0,737	13,87	226,59
B2-WAVE	2020	Ago	0,754	14,92	224,38
B2-WAVE	2020	Sep	0,81	15,83	225,51
B2-WAVE	2020	Oct	0,79	14,52	230,24
B2-WAVE	2020	Nov	0,816	14,26	235,42
B2-WAVE	2020	Dic	0,71	14,90	253,49
B2-DELF	2016	Ene	0,78	14,00	265,0
B2-DELF	2016	Feb	0,70	14,87	266,8
B2-DELF	2016	Mar	0,83	15,00	255,7

B2-DELF	2016	Abr	0,65	14,23	241,6
B2-DELF	2016	May	0,69	13,97	235,7
B2-DELF	2016	Jun	0,78	15,12	233,2
B2-DELF	2016	Jul	0,75	12,89	234,1
B2-DELF	2016	Ago	0,72	13,89	236,5
B2-DELF	2016	Sep	0,74	13,23	236,3
B2-DELF	2016	Oct	0,68	13,56	236,0
B2-DELF	2016	Nov	0,70	14,20	260,1
B2-DELF	2016	Dic	0,63	13,76	252,4
B2-DELF	2017	Ene	0,71	13,89	270,1
B2-DELF	2017	Feb	0,73	14,33	265,2
B2-DELF	2017	Mar	0,67	14,76	245,3
B2-DELF	2017	Abr	0,71	15,21	246,7
B2-DELF	2017	May	0,75	14,15	236,8
B2-DELF	2017	Jun	0,75	13,22	230,1
B2-DELF	2017	Jul	0,74	14,38	229,1
B2-DELF	2017	Ago	0,72	13,10	228,7
B2-DELF	2017	Sep	0,67	12,65	233,4
B2-DELF	2017	Oct	0,77	14,50	236,8
B2-DELF	2017	Nov	0,69	13,87	237,2
B2-DELF	2017	Dic	0,72	13,90	250,1
B2-DELF	2018	Ene	0,74	14,17	260,4
B2-DELF	2018	Feb	0,70	13,79	241,3
B2-DELF	2018	Mar	0,63	14,00	239,6
B2-DELF	2018	Abr	0,65	14,12	236,2
B2-DELF	2018	May	0,77	14,23	235,3
B2-DELF	2018	Jun	0,80	15,00	234,1
B2-DELF	2018	Jul	0,81	13,60	231,6
B2-DELF	2018	Ago	0,75	13,67	233,1
B2-DELF	2018	Sep	0,79	14,21	234,7
B2-DELF	2018	Oct	0,8	14,69	237,6
B2-DELF	2018	Nov	0,76	13,20	239,1
B2-DELF	2018	Dic	0,77	15,00	251,4
B2-DELF	2019	Ene	0,75	14,00	264,2
B2-DELF	2019	Feb	0,69	13,60	249,3
B2-DELF	2019	Mar	0,64	14,65	245,7
B2-DELF	2019	Abr	0,63	13,90	243,8
B2-DELF	2019	May	0,88	15,21	234,8
B2-DELF	2019	Jun	0,84	14,00	236,3
B2-DELF	2019	Jul	0,78	13,78	235,9
B2-DELF	2019	Ago	0,83	13,59	235,6
B2-DELF	2019	Sep	0,77	13,20	233,0

B2-DELF	2019	Oct	0,84	13,20	237,8
B2-DELF	2019	Nov	0,83	13,10	240,5
B2-DELF	2019	Dic	0,76	14,00	254,9
B2-DELF	2020	Ene	0,71	14,95	250,2
B2-DELF	2020	Feb	0,70	14,20	247,1
B2-DELF	2020	Mar	0,73	13,89	237,0
B2-DELF	2020	Abr	0,62	14,35	235,0
B2-DELF	2020	May	0,78	14,23	230,1
B2-DELF	2020	Jun	0,89	16,00	230,1
B2-DELF	2020	Jul	0,67	13,46	233,5
B2-DELF	2020	Ago	0,75	14,24	236,3
B2-DELF	2020	Sep	0,77	15,43	235,1
B2-DELF	2020	Oct	0,73	14,10	235,2
B2-DELF	2020	Nov	0,74	13,89	237,8
B2-DELF	2020	Dic	0,64	14,65	250,4

Fuente: Elaboración propia de Espinoza et al. (2022)

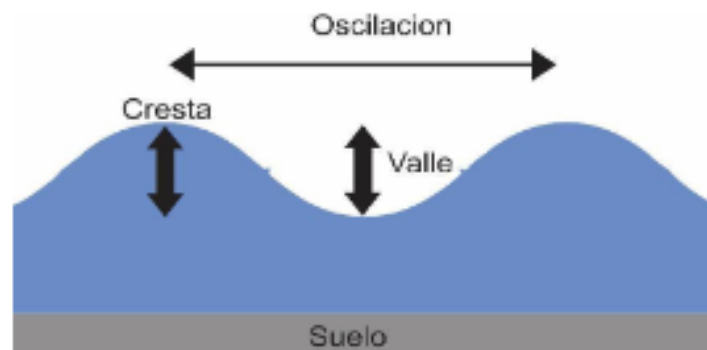
1.2. Desarrollo teórico y conceptual

Un componente principal para el desarrollo socioeconómico de la población es la energía, aunque su alto consumo es calificado como problemático y complicado de solventar (TOTAL ENERGIES, 2020), porque cada año incrementa la demanda de esta fuente energética, debido al crecimiento poblacional como a la diversificación de tipologías de las ciudades, lo que implica la exploración de nuevos recursos alternativos y sostenibles con el medio ambiente (Barragán et al., 2019).

La energía de las olas se la conoce como undimotriz, trata de aprovechar el movimiento de las ondas del mar para generar electricidad, que se capta por energía cinética y mecánica-potencial mediante dispositivos convertidores (Villa, 2024).

El sistema que interviene para convertir la energía undimotriz a eléctrica se manifiesta por la oscilación de la ola formada por el esfuerzo de la ola, la diferenciación de la altura en la zona, es decir, en la parte de la cresta, también, en la diferenciación de la presión bajo la zona.

Figura 1. Ola oscilatoria y sus partes



Fuente: (Daza, Imítola, & Silvera, 2018)

La ola como se visualiza posee dos desplazamientos (longitudinal y transversal), aquellos generan energía cinética asociadas a la velocidad en la que la ola se está propagando llamada “celeridad” por la oscilación del movimiento, otra energía presente es la potencial a causa de la altura de la ola o cresta generadas por el desplazamiento de las masas de agua, por ende, se obtiene una energía mecánica total con su unidad de medida: vatio por metro (W/m), correspondiendo a la potencia de la ola por metro de frente de ola (Petroni, 2005).

Espinosa (2018) señala que las características de las olas son las siguientes:

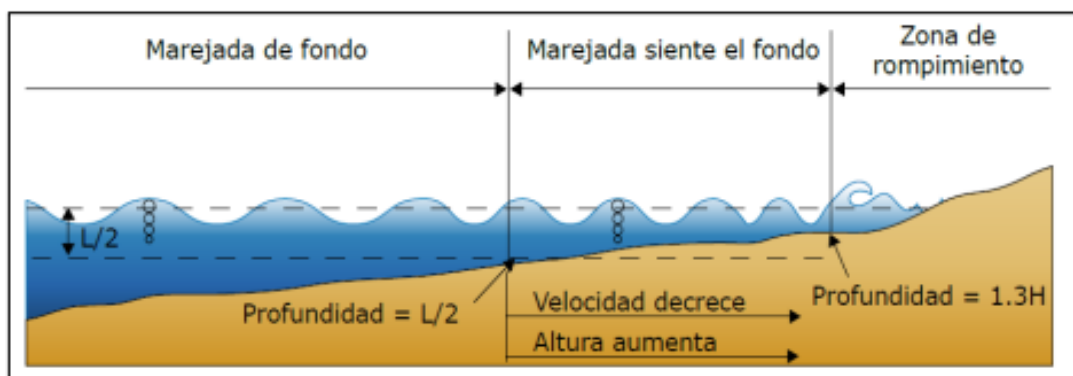
- ✓ Cresta: Es el punto más alto de la onda.
- ✓ Valle: Es el punto más bajo de la onda.
- ✓ Altura de onda (H): Es la longitud vertical de la ola del valle a la cresta.
- ✓ Longitud: Es la distancia horizontal entre dos picos (valle a valle o cresta a cresta).
- ✓ Período: Es el tiempo que se tarda en recorrer la onda de una cresta o un valle.
- ✓ Frecuencia: El número de oscilaciones que pasan por un punto específico en un tiempo establecido.
- ✓ Celeridad: Es la velocidad con la que una ola se propaga.

De ese modo, los parámetros del oleaje están en función a las condiciones atmosféricas como la temperatura del aire y el viento.

Para aprovechar la energía se necesario comprender el ciclo del agua que está compuesto por el calentamiento de la superficie terrestre, formando una masa de aire de frío y calor, cuando el agua se evapora, este genera un viento con mayor fuerza provocando que se desplace con velocidad, en el momento que inicia tiene una reacción en cadena acumulando agua llamado oleaje (Portillo, 2018).

El movimiento de las olas al aproximarse a la playa aumenta la velocidad por el acortamiento del fondo marino, luego se reduce la longitud de la onda, provocando que el excedente del desarrollo de la ola pierda inestabilidad y rompa en la orilla cuando pierde velocidad.

Figura 2. Estructura del rompimiento de las olas en la costa



Fuente: (Calero, Gonzáles, & Padrón)

Características de la energía undimotriz

Es un recurso renovable, y la más prometedora durante los últimos años, aunque el desarrollo tecnológico impide con éxito la fase inicial porque presenta limitaciones para la extracción de la energía de la ola, por lo que se han ido implementando diferentes dispositivos son los WEC, los principales encargados de convertir en energía eléctrica mediante cuatro etapas, las cuales son: absorción, transmisión, generación y acondicionamiento (Suárez, 2024).

Se basan primordialmente estos sistemas en las estadísticas de potencia de su matriz la cual se define por la altura y el período del oleaje, aunque, debido a la irregularidad de las fluctuaciones de las olas la potencia de salida de esta tecnología no es la ideal para ser conectada directamente a la red, es decir, requiere un proceso de integración (Said & Ringwood, 2021).

Ventajas

El beneficio de implementar este recurso en Ecuador es de una fuente limpia, libre de las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera por lo que contribuye a la disminución de la huella de carbono, además de formar parte a la diversificación de una matriz energética para reducir de dependencia de la hidroeléctricas de las zonas aledañas costeras. Favorece a nuevas fuentes de empleos impulsando la innovación y el progreso económico.

Las olas conservan 1000 veces más energía que la eólica, por la alta densidad del agua salada y transitar largos trayectos sin pérdida significativa de energía en relación al aire. Cabe recalcar, que es perdurable tanto en el día como en la noche, no depende de los escenarios climáticos a diferencia de la energía solar y eólica (Fernández Chozas, 2012).

Desventajas

El desafío radica en la infraestructura de los dispositivos a la resistencia del agua salada con su efecto corrosivo porque demanda materiales perdurables a las condiciones del ambiente marino, por lo tanto, un mantenimiento frecuente. Se presentan irregularidades

en la amplitud y dirección de la ola para la ubicación de los convertidores se dificulta optimizar el funcionamiento del sistema (Elías & Bordas, 2011).

La implementación de este tipo de tecnología si tiene una instalación masiva puede alterar el hábitat de los ecosistemas marinos, a causa de posibles fugas de sustancias químicas, por ello, se debe considerar la longitud que ocupa el dispositivo undimotriz (Abad, 2013).

León (2021) menciona que la introducción de esta tecnología en el ámbito marino generan cambios en el perfil costero, reducción del movimiento del agua, el ruido submarino, alterar en la topografía del fondo oceánico que se establecen como impactos negativos, al contrario, existen los impactos positivos, consiste en la implementación del efecto arrecife mediante la colonización de cables por organismos bentónicos, donde el efecto reserva en el espacio exclusivo prohibiendo diversas acciones como la pesca.

Leopold et. al (1971) ostenta que el análisis de los múltiples impactos tiene como principal objetivo de garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto. La matriz de Leopold jerarquiza los impactos ambientales donde el eje horizontal representa las acciones que causan impacto; y en el eje vertical corresponde a los factores ambientales de las variables preexistentes son susceptibles a experimentar alteraciones como consecuencia de las acciones emprendidas. Esta matriz provee un análisis amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales (Ponce).

Sistemas de extracción de la energía undimotriz

Según “Plan de energías renovables 2011-2020” citado por (Perdomo Idárraga, Diaz, & Palacios, 2018) menciona una clasificación de dispositivos WEC en función de la distancia a la costa en la tabla 3 y figura 3:

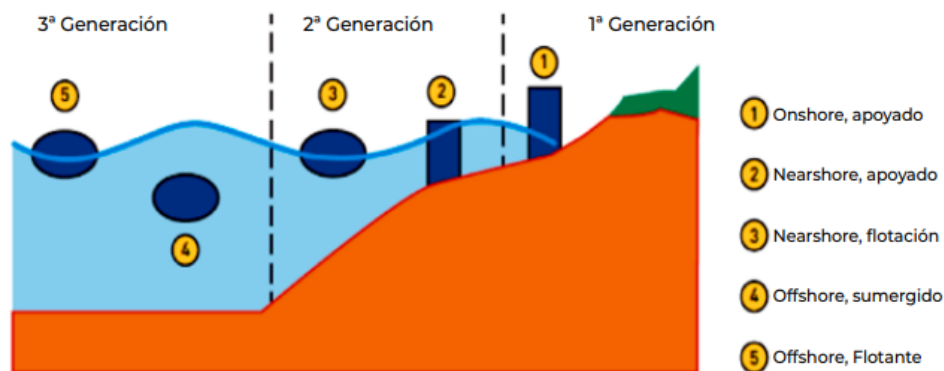
Tabla 3.

Clasificación dispositivos WEC acorde a su ubicación

Clasificación	Función
<i>En la costa (Onshore)</i>	Olas superficiales y aguas poco profundas cerca de la costa, apoyados en acantilados rocosos, integrados en estructuras fijas como: diques rompeolas o lecho marino, donde la fricción inferior ha comenzado a disipar parte de la energía en las ondas oceánicas entrantes. Primera Generación.
<i>Cercanos a la costa (Nearshore)</i>	Aguas poco profundas (10 a 40 m). Profundidades apropiadas para dispositivos de gran tamaño apoyados por gravedad sobre el fondo o flotantes. Segunda Generación
<i>Fuera de la costa (Offshore)</i>	Flotantes o sumergidos ubicados en aguas profundas (40-100 m) en alta mar, típicamente lejos de la línea de costa y donde la fricción inferior tiene un efecto despreciable en la energía de la onda entrante. Tipo de convertidores más prometedor ya que explotan el mayor potencial energético existente. Tercera Generación.

Citado por (Perdomo Idárraga, Diaz, & Palacios, 2018)

Figura 3. Clasificación dispositivos WEC acorde a su ubicación



Citado por (Perdomo Idárraga, Díaz, & Palacios, 2018)

La ubicación que se recomienda para los dispositivos OWC en aguas pocas profundas, es decir, cercanos a la costa “Nearshore, apoyado”, está zona posee un buen potencial, en cuanto al convertir la energía undimotriz, evitando los costos elevados de la instalación como en el caso de los offshore.

Tabla 4.

Convertidores de energía undimotriz.

Tecnología	Función	Condiciones	Variables
Columna de Agua Oscilante (OWC)	Las cámaras están llenas de aire que se comprimen con el oleaje, y el movimiento de turbinas de aire.	Olas medianas y energía constante. Instalación en la costa es factible.	H min: 1-2 m Te: 5-10 s Efic. estimada: 30-40%
Absorbedor Puntual	Se refiere a un flotador vertical que se mueve de manera ascendente y descendente, así genera electricidad.	Oleaje vertical y suficiente energía.	H min: 1,5-2,5 m Te: 5-12 s Efic. estimada: 20-35%

Pelamis (articulado flotante)	Es un dispositivo flotante articulado que, al moverse con las olas está generando energía.	Olas con alturas 2,5 m y altos periodos.	H: >2,5 m Te: 8-15 s Efic. estimada: 20-25%
--------------------------------------	--	--	---

Citado por (Aderinto & Li, 2019)

Con las condiciones del perfil costanero es adaptable el uso de OWC como primera opción, ya que, la instalación de sus infraestructuras puede originarse en rompeolas, y su bajo impacto ambiental al lecho marino. Y como segunda opción el Absorbedor Puntual porque su instalación depende de áreas con mayor oleaje.

Figura 4. Clasificación dispositivos WEC acorde a su captación: tamaño y orientación



Citado por (Perdomo Idárraga, Díaz, & Palacios, 2018)

Aunque esta tecnología por ser primeriza en las costas ecuatorianas tiene un alto costo inicial para su implementación porque se requiere de investigación, la infraestructura y la construcción de sus bases incluyendo el mantenimiento continuo por las condiciones del océano afectado por la salinidad que provoca corrosión aumentando los costos operativos. También, el impacto ambiental local en la flora y fauna de los ecosistemas marinos.

En Perú han implementado el uso de la energía undimotriz mediante un sistema de columna de agua oscilante (OWC) obteniendo la energía de las olas por el desplazamiento del volumen de aire, es decir, por la presión de aire establecida por el ascenso y descenso del agua en la columna, que conduce a las turbinas de Wells para generar el suministro de electricidad. (Sanchez Alvarado, 2015),

Los datos estadísticos sobre los costos de inversión para la generación de electricidad son de \$924,97 es menor la valoración económica con respecto a la energía eléctrica convencional es de \$1453,34 (COES, s.f.).

Suárez (2024) menciona la caracterización del espacio marino costero en las costas ecuatorianas:

Existe la presencia de dos tipos de olas, las primeras olas que se originan mar adentro (Swell) las cuales poseen un alto contenido de energía y una amplia longitud de onda, y también existe la presencia de olas que se generan por la acción del viento en el mismo sitio. Durante los meses de diciembre a marzo las olas Swell que arriban a las costas ecuatorianas son generalmente procedentes del noroeste y norte, mientras que de abril a octubre las olas que arriban son las procedentes del sur oeste (p. 20).

Estos proyectos pueden ser la clave para reducir la crisis energética en la zona costera rural, en el que garantiza una oferta energética estable por medio de los dispositivos WEC, debido a la presencia constante del oleaje, lo que contribuye la aplicación de esta tecnología a la disminución del dióxido de carbono, por ende, al desarrollo de un país más sostenible.

1.3. Marco Legal

El sistema jurídico del estado ecuatoriano ha incorporado un conjunto de leyes, convenios, marcos regulatorios, reglamentos y normativas a favor del medio ambiente de carácter nacional e internacional que sustenta esta investigación.

Constitución de la República del Ecuador (2008)

- ✓ Art. 3 de los apartados 5 y 7: corresponde a deberes primordiales del estado ecuatoriano de promover el desarrollo sustentable y proteger el patrimonio cultural.
- ✓ Art. 14 y 15, del Título II, Derechos, Capítulo II Derechos del Buen Vivir: corresponden a un ambiente sano, tanto en el sector público y privado.
- ✓ Art. 395 y 413, del Título VII, Régimen del Buen Vivir, Capítulo III, Biodiversidad y recursos naturales: donde el Estado garantice un modelo sustentable que sea ecológicamente equilibrado mediante las políticas de gestión ambiental y que promuevan la eficiencia energética de fuentes limpias.

Ley de Gestión Ambiente (2004)

- ✓ Art. 2, del Título I: corresponde a los principios de solidaridad que utilizan tecnologías sustentables al ambiente.
- ✓ Art. 19, 21 y 23, del Título III: tratan sobre la evaluación del impacto y control ambiental y la estimación de los efectos causados a la comunidad.

El Plan Nacional de Energía Renovable y Eficiencia Energética del Ecuador (2018) promueve la investigación en recursos marinos para el desarrollo de proyectos pilotos alineados a la transición energética, avalados, por los convenios internacionales como el Acuerdo de París (2015) sobre un tratado del cambio climático para la reducciones de los gases del efecto invernadero, y el Convenio sobre Diversidad Biológica (1995) de un tratado que protege la gestión ambiental, cerciorando la evaluación de la factibilidad técnica y ambiental de los convertidores de energía undimotriz.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

Este estudio se desarrolla en el perfil costero de la provincia de Santa Elena, es una bahía que presenta oleajes constantes durante todo el año frente al Océano Pacífico, por lo cual es un indicador excelente para el aprovechamiento de energía undimotriz por el movimiento de las olas del mar, que, se incorpora dentro de una opción sostenible frente a los modelos cotidianos de generar electricidad y disminuir la explotación de las fuentes fósiles.

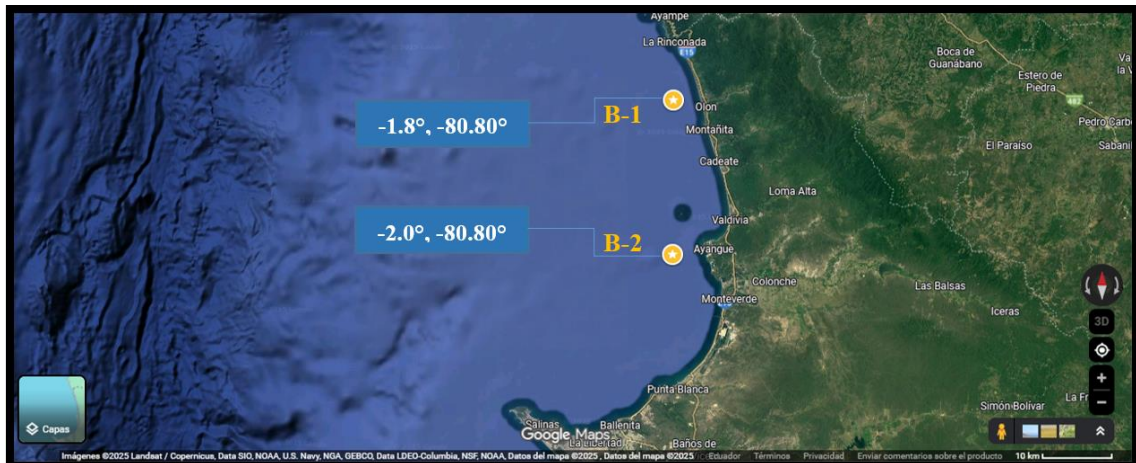
La Provincia de Santa Elena está localizada en la costa Oeste de Ecuador, forma parte de la región litoral, colindando al Norte con la provincia de Manabí, al Oeste y Sur con el Océano Pacífico, y al Este con la provincia del Guayas. El área de estudio se comprende de la B-1 en Olón y B-2 en Ayangue, con los puntos analizados de las boyas virtuales de WAVERYS se ubican en las coordenadas geográficas UTM de la Zona 17S.

Tabla 5.

Coordenadas UTM de las boyas virtuales.

Área	Perfil Costero	
País	Ecuador	
Provincia	Santa Elena	
Boyas Virtuales	Latitud (°)	Longitud (°)
B-1	-1.8°	-80.80°
B-2	-2.0°	-80.80°

Figura 5. Ubicación de las boyas virtuales



Fuente: Google Maps, 2025

A partir del artículo “Modelado y análisis de la transformación del oleaje en la Bahía de Santa Elena-Ecuador en el período 2016-2020”, que compone a la unificación de una base de datos técnica que se alinea a la evaluación del potencial energético como la altura significativa de la ola (H_s), del periodo de energía (T_e) y la dirección del oleaje.

Cabe mencionar, que Ecuador se encuentra en una transición energética, por ende, está en búsqueda de nuevos recursos para satisfacer la demanda de la población por el suministro energético, fomentando que los objetivos tengan hincapié de evaluar la factibilidad técnica y ambiental sobre los tipos de tecnología undimotriz, en este caso, Columna de Agua Oscilante (OWC) y como segunda opción viable el Absorbedor Puntual, en ambos dispositivos su aplicabilidad lograría una mejor adaptación en el perfil costero ecuatoriano.

2.2. Diseño y alcance de la investigación

El diseño para la presente tesis, es de tipo no experimental y descriptivo-evaluativo, debido a que, no se manipulan los datos basándose en características fundamentales para determinar el potencial energético y la factibilidad de la implementación de tecnología undimotriz en las condiciones naturales del oleaje. No obstante, el alcance es exploratorio-descriptivo, por la información limitada sobre este recurso energético. Aunque, en la búsqueda de datos se encuentran certificados por “acta oceanográfica del pacífico”, dicha inquisición obtenida proporciona información del movimiento costero dentro de un periodo de 5 años comprendidos del 2016 hasta el 2020.

Mediante este estudio, a partir de los objetivos se engloba el cálculo del potencial de la energía de las olas con la ecuación de propagación de las olas según (Falnes, 2007) en función a la serie de datos de Hs y Te, también la energía total que depende netamente de Hs con la ecuación de Cruz, J (2007). Además, de cuantificar la energía que se puede extraer, y contenerla mediante los dispositivos convertidores como el Oscilante de Columna de Agua (OWC) para la dinámica del fluido y la presión, impulsada por la turbina que se conecta a un generador eléctrico, y del Absorbedor Puntual (PA) según los autores (Budar, 1975) y (Falcão, 2010), en el que permite ser modelada obteniendo la potencia del sistema para aprovechar la energía de las olas.

2.3. Tipo y métodos de investigación

En este estudio se presenta una investigación aplicada porque la serie histórica de los datos encontrados han sido procesados y validados, por lo tanto, que se compone de veracidad para efectuar su uso en el rubro eléctrico de la problemática de la diversificación energética con un sistema undimotriz, también, posee un enfoque mixto, tanto:

- ✓ Cuantitativo: en referencia a las variables técnicas del oleaje y la conversión energética para los dispositivos de la tecnología undimotriz.
- ✓ Cualitativo: correspondiente al análisis del impacto ambiental de la implementación de este recurso undimotriz en las costas de Santa Elena.

Por otro lado, comprende de un método inductivo y comparativo para interpretar los datos delimitados sobre los resultados obtenidos del oleaje a las conclusiones cimentadas acerca de la factibilidad incluyendo el contraste del rendimiento en cuanto a la estimación de energía de los dispositivos como el OWC y el AP.

2.4. Población y muestra

La población corresponde a la Bahía de la provincia de Santa Elena que se encuentra comprendida en dos zonas, la primera es “B1” entre Olón – Libertador Bolívar y la segunda es “B2” entre San Pedro – Monteverde, y la muestra se basa en la data de las olas de la serie histórica de los datos oceanográficos entre el periodo 2016 – 2020.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas se emplean en función a las fases, la primera se basa en la recopilación de información previa como informes, normativas, valores de fichas técnicas, y el análisis documental para el procesamiento de los datos que aportaran a este estudio sobre la energía undimotriz y la viabilidad ambiental. Luego, la segunda fase trata de la extracción y elaboración de la ficha técnica integrados en una data correspondiente a un acta oceanográfica, dicha información es considerada como datos secundarios que han sido validados.

Sin embargo, en este estudio, son datos óptimos para la última fase, donde se aplicará la fórmula estándar de potencia por metro de frente de ola para estimar la energía teórica disponible. Posteriormente, se ajustará acorde a la revisión literaria con una eficiencia promedio del sistema OWC (aprox. 37%) y del AP (aprox. 35%) para obtener la energía neta esperada.

Se realizarán simulaciones mensuales y anuales del comportamiento energético durante los 5 años. Esto permitirá visualizar la generación de energía desde el 2016 hasta el 2020.

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

Argumentando el análisis de la factibilidad técnica y ambiental, al seleccionar una herramienta que expanda los sistemas energéticos mediante el almacenamiento y captura de energía undimotriz con simulaciones a largo plazo para la provincia de Santa Elena, nos proporciona una alternativa de transición viable tanto para optimizar los costes y abarcar una eficiencia tecnológica compaginando con los otros recursos renovables, por lo tanto, es importante certificar la validez y confiabilidad en la veracidad de los datos recopilados para aprovechar la energía de las olas mediante WEC.

En este contexto, el estudio se fundamenta en la información disponible en el acta *“Modelado y análisis de la transformación del oleaje en la Bahía de Santa Elena-Ecuador en el período 2016-2020”* con el registro de las boyas oceanográficas (ID: B1-wave, B1-delf y B2-wave, B2-delf) que se instauran como instrumento principal de la recolección de datos, a partir de ello se proporcionan las variables de la altura significativa de la ola, el periodo de energía y la dirección del oleaje, que se aplican como base evaluar el potencial energético a través de los dispositivos tecnológicos como el OWC y PA.

Los registros de las boyas históricas poseen dos escenarios acordes a la metodología aplicada en el estudio correspondiente a un modelo numérico computacional de la propagación de olas con una malla de 450 m de fina resolución (Deltares, 2019):

- ✓ Wave: es WAVERYS, usado para la propagación del oleaje por viento, con interacciones no lineales onda-onda y disipación.
- ✓ Delf: es DELFT3D se refiere a un sistema de modelación hidrodinámica con varios módulos.

Por lo tanto, los datos de dicho documento fueron adquiridos utilizando boyas oceanográficas y modelos numéricos, lo que cerciora un alto grado de precisión y representatividad en la zona costera de Santa Elena.

La (Organización Mundial de la Salud, 2023) menciona que el ENOS se deriva de:

El Niño-Oscilación del Sur que es un fenómeno climático natural a gran escala que conlleva fluctuaciones en la temperatura del océano en las regiones central y oriental del océano Pacífico ecuatorial, además de cambios en la atmósfera

suprayacente. El Niño y La Niña son los componentes oceánicos, mientras que la Oscilación del Sur es el componente atmosférico. El ENOS consta de tres fases: El Niño, La Niña y una fase neutra.

El Niño se caracteriza por un periodo de calentamiento de la superficie del mar y la consiguiente supresión de la corriente de agua fría rica en nutrientes en la costa del Perú y el Ecuador, y suele durar entre 12 y 18 meses. La Niña, en cambio, se caracteriza por un periodo en el que la temperatura en la superficie del mar es inferior a la media en las regiones central y oriental del océano Pacífico y una intensificación de los vientos de superficie predominantes de este a oeste.

Por ende, el ENOS forma parte de la evaluación del flujo energético, porque las condiciones oceanográficas poseen una relación con los escenarios climáticos como Fenómeno El Niño, Fenómeno La Niña y la Fase Neutra. En este caso:

- ✓ El Fenómeno de El Niño presenta una temporada cálida en el Pacífico ecuatorial, sin embargo, las aguas superficiales permanecen con un aumento de temperatura, es decir más calientes de lo normal y los vientos son aislados tanto que se debilitan con una orientación de Oeste a Este, alterando el ambiente marino porque la masa de agua fría se suprime en el fondo oceánico, por lo tanto, aflora las aguas cálidas lo que provoca un incremento en la presión atmosférica generando mayores precipitaciones como intensas lluvias, oleajes e inclusive inundaciones y deslaves.
- ✓ Por el contrario, el Fenómeno de La Niña frecuenta de una temporada fría en el océano Pacífico ecuatorial, donde las aguas superficiales se enfrían por debajo de lo habitual, es decir que las aguas frías del fondo afloran en la costa que son ricas en nutrientes para los ecosistemas marítimos. Los vientos aislados se fortalecen, con una orientación de Este a Oeste, de ese modo, se desplaza la masa de agua caliente hacia el Oeste, lo que provoca sequías debido a la escasez de precipitaciones, cielos nublados.

En la tabla 6 se visualiza los eventos climáticos durante el 2016 hasta el 2020 proporcionados por los registros o boletines del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN, 2022):

Tabla 6.*Evento del ENOS y rango de magnitud entre 2016 al 2020.*

MESES	AÑOS				
	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	El Niño.	El Niño, costero-local.	La Niña.	Fase Neutra.	Fase Neutra.
Febrero	Fuerte. El Niño.	Moderado. El Niño, costero-local.	Débil. La Niña.	Fase Neutra.	Fase Neutra.
Marzo	Fuerte. El Niño.	Moderado. El Niño, costero-local.	Débil. La Niña.	El Niño.	Fase Neutra.
Abril	Fuerte. El Niño.	Moderado. El Niño, costero-local.	Débil. Fase Neutra.	Débil. El Niño.	Fase Neutra.
Mayo	Fuerte. El Niño.	Moderado. El Niño, costero-local.	Fase Neutra.	Débil. El Niño.	Fase Neutra.
Junio	Moderado. Fase Neutra.	Moderado. El Niño, costero-local. Moderado.	Fase Neutra.	Débil. El Niño.	Fase Neutra.
Julio	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	El Niño. Débil.	Fase Neutra.
Agosto	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	La Niña. Débil.
Septiembre	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	La Niña. Débil.
Octubre	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	La Niña. Débil.
Noviembre	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	La Niña. Moderado.
Diciembre	Fase Neutra.	La Niña. Débil.	Fase Neutra.	Fase Neutra.	La Niña. Moderado.

Fuente: CIIFEN (2022)

La fase neutra corresponde a las condiciones normales oceanográficas y meteorológico, evidenciando las bajas o nulas posibilidades de desarrollarse El Fenómeno de “El Niño o La Niña”.

Los científicos suelen declarar que El Niño está presente cuando la temperatura de las aguas superficiales sube al menos 0,5 grados por encima de lo habitual en un área del Pacífico ecuatorial central denominada Región Niño 3.4. En cambio, El Niño costero se da cuando la temperatura de las aguas superficiales aumenta más de 0,4 grados en una región conocida como Niño 1.2, que comprende el mar de Ecuador y del norte y centro de Perú (Olmo, 2023).

Al mencionar en la tabla El Niño costero hace énfasis en una versión local que ha afectado con el aumento de temperatura en el perfil costero de Ecuador.

✓ **Descripción de la recolección de datos:** el acta oceanográfica es una fuente registrada del periodo 2016 – 2020 que domina la modelación y el análisis del oleaje en la provincia de Santa Elena, que han sido procesadas con metodologías hidrodinámicas y a su vez, con series temporales aceptadas para la costa ecuatoriana.

A partir de ello, se llevará a cabo la sistematización de la información en una base de datos efectuada en Excel donde se agrupan en series de tiempo con las variables mencionadas que favorecen a la determinación del comportamiento del oleaje, de ese modo, aplicar las fórmulas teóricas para evaluar el flujo energético por metro de frente de ola y la potencia generada de los convertidores de la tecnología undimotriz.

Con las herramientas computacional se puede obtener gráficas de tendencias temporales, con ello, efectuar comparaciones interanuales, adicionalmente vincular el recurso energético contrastando con los fenómenos climáticos tales son El Niño, y La Niña.

✓ **Validez de los datos:** se garantiza la información mediante la obtención de fuentes oficiales y comprobadas por las condiciones existentes del oleaje que han sido elaboradas y calibradas con entidades nacionales de la zona costera. Adicionalmente, se ha validado las condiciones climáticas mediante los boletines del CIIFEN.

- ✓ **Confiabilidad de los datos:** se realizarán mediante un análisis estadístico de las series temporales con la sistematización en Excel, a su vez, con la verificación cruzada de los valores de las boyas con los registros bibliográficos y las metodologías aplicadas en la ingeniería de costas. Se realiza una comparativa de los valores analizados en relación a los fenómenos climáticos entre el periodo 2016 – 2020, por ende, se aplica uniformemente las ecuaciones para visualizar la simulación del comportamiento mensual de la disponibilidad de energía undimotriz.

2.7. Fase de la Investigación.

Para el desarrollo de este informe de investigación, sustentado en el procesamiento de datos, su respectivo análisis de las condiciones oceanográficas, coludida con la tecnicidad para la estimación del flujo energético undimotriz de la provincia de Santa Elena. Por consiguiente, se lo ejecutó en las siguientes etapas:

- ✓ ***Primera etapa: Obtención de datos oceanográficos***

Se investigó los antecedentes de la zona a estudiar mediante: actas oceanográficas, páginas web de pronóstico de mareas, de imágenes satelitales. En este caso, se extrajo las series temporales de las variables como la altura de la ola significativa de la ola, el periodo de oleaje y la dirección de aproximación del oleaje para las boyas virtuales (B1, B2 tanto de Wave y Delf), a partir del artículo proveniente del Acta Oceanográfica del Pacífico entre el 2016-2020.

- ✓ ***Segunda etapa: Procesamiento de datos***

Se elaboró una base de datos para la organización de las variables con interacciones dinámicas para el procesamiento de la información. En base a los parámetros del comportamiento de las olas se evalúa el flujo energético en la ecuación 1. Sin embargo, se modelan en función a la localización de propagación donde se emplean los diferentes valores de altura, periodo y dirección de las olas, y parte de este análisis se incluye los datos secundarios como la longitud de la

onda con la ecuación 2, celeridad de la ola en la ecuación 3 que trata de la velocidad de traslación o propagación de una onda, también se define la celeridad grupal representando la velocidad media de la expansión de un grupo de ondas u olas con ecuación 4; de esta manera, continua la teoría lineal de oleaje (Holthuijsen, 2007).

Para calcular el potencial energético por unidad de frente de ola se describe en la ecuación 1 (Falnes, 2007) en función de la amplitud y el periodo de energía de la ola. También, se estimó la disponibilidad de energía total que depende netamente de la altura significativa de la ola con la ecuación 5 (Cruz, 2008). No obstante, el potencial energético captado se ajusta por los convertidores undimotrices tanto Columna de Agua Oscilante “OWC” como Absorbedor Puntual “PA” considerando el coeficiente de eficiencia global con la ecuación 6 y 7.

Acabe recalcar, que en las series temporales se incorpora los escenarios climáticos con el objetivo de asemejar la versatilidad energética según las fases del ENSO.

✓ ***Tercera etapa: Factibilidad técnica y ambiental***

Para la parte técnica se evaluó la factibilidad con el rendimiento energético bajo las condiciones oceanográficas para cada dispositivo undimotriz y los posibles escenarios de la conversión de energía anual. Para la parte ambiental con un enfoque de sostenibilidad integral se evaluó la factibilidad mediante el impacto físico-ambiental que trata sobre el emplazamiento de la dinámica costera por las corrientes y escenarios climáticos que pueden alterar el transporte sedimentario, debido a la instalación de la infraestructura del dispositivo, se considera el impacto biótico que trata de la posible afectación a las especies bentónicas o el hábitad marino, ya que se aturde la ruta de los peces por el interés de la pesca, por la introducción de la tecnología undimotriz; el impacto socioeconómico que se relacionan con las actividades pesqueras artesanales, el turismo en las playas, por lo que, se deben restringir zonas y modificar las rutas de navegación. Por último, se aplicó la metodología de (Leopold, Clarke, Hanshaw, & Basley, 1971) donde se empleó una matriz de valoración de impactos.

✓ ***Cuarta etapa: Integración de resultados***

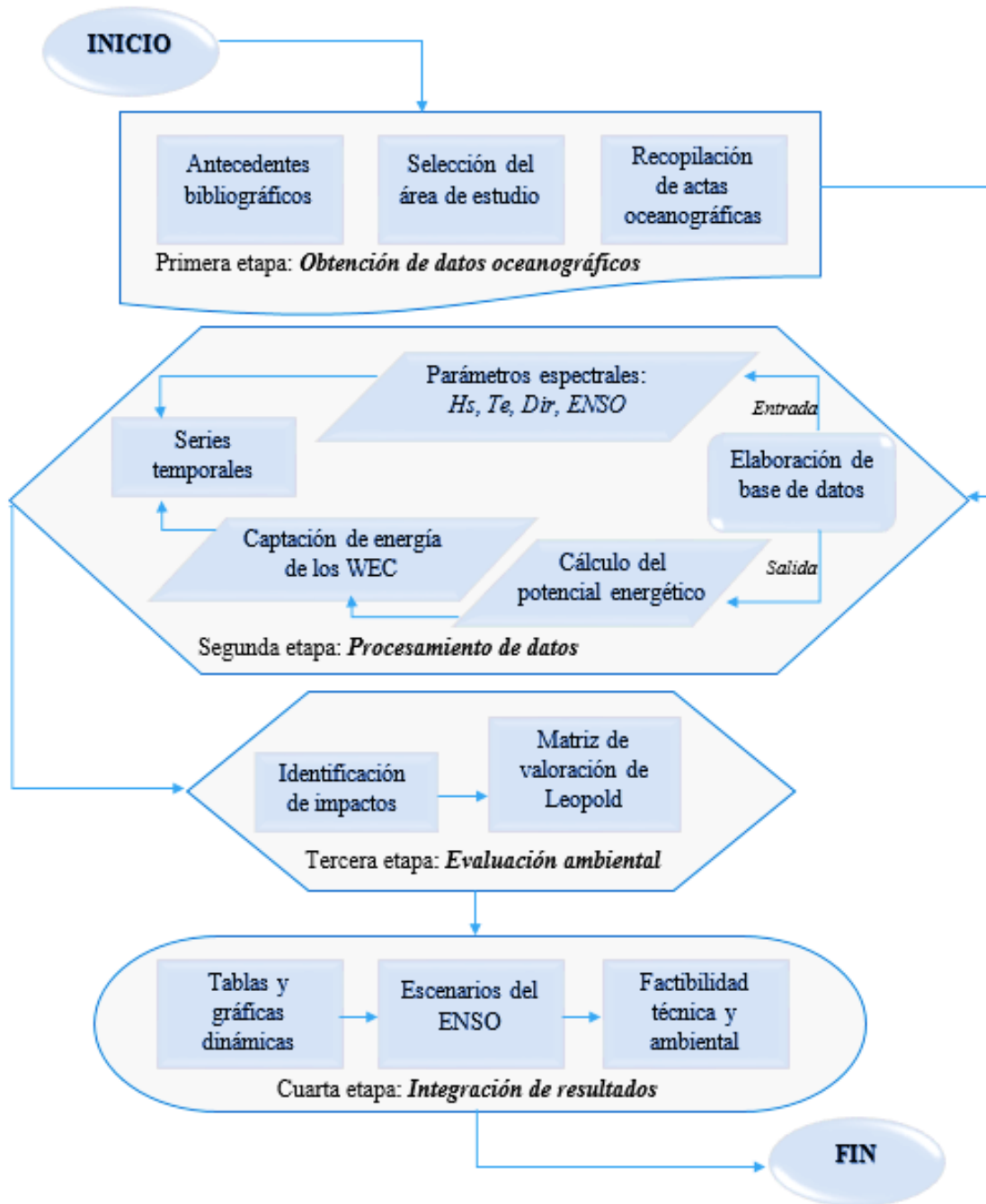
Se establecen las variaciones de la energía undimotriz durante 2016 hasta el 2020 en la costa de Santa Elena con la respectiva interacción a los eventos del ENSO, el potencial para generar electricidad mediante las tecnologías OWC y PA en el lugar de estudio a una escala pequeña.

Es fundamental enfatizar que no cualquier localidad costera es competente para la instalación de los dispositivos WEC. Se descartan las áreas litorales electas como áreas protegidas porque se incumple con la preservación de los ecosistemas y biodiversidad marina. Se descartan los lugares que se caracterizan por acantilados altos o playas de barrera porque no están consolidados y acumulan bastantes sedimentos, por lo tanto, no son zonas aptas para la instalación debido a las condiciones físicas. Por el contrario, las estructuras viables costeras e idóneas que se consideran como rompeolas, espigones y revestimientos, que estén expuestos al constante oleaje (Ordoñez-Saca, 2025).

No obstante, la sostenibilidad ambiental está en función del aprovechamiento de las olas del mar y del desarrollo de estos WEC, cabe mencionar que tiene su causa-efecto y para ello es necesario minimizar y mitigar los impactos ambientales del hábitat marino mediante la aplicación de regulaciones que cuidan la biodiversidad y de estrategias para la transición energética.

Mediante el siguiente mapa conceptual se visualiza la fase de la investigación sobre la metodología aplicada en esta investigación:

Figura 6. Mapa conceptual de las fases metodológica durante la investigación



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con su respectivo análisis de la base de datos del acta oceanográfica del periodo 2016 al 2020. El objetivo principal es la evaluación técnica y ambiental del potencial energético en la costa de Santa Elena, considerando los dispositivos undimotrices, y los eventos climáticos durante cada año.

Se exhiben los datos con las variables procesadas del potencial energético como la altura significativa de la ola, el periodo de energía, la dirección del oleaje. Seguido de la interpretación de los resultados relacionados con la variabilidad de los eventos climáticos tales son el Fenómeno del “El Niño y La Niña”, aparte del impacto ambiental por la implementación de los convertidores de energía como la Columna de Agua “OWC” y el Absorbedor Puntual “AP”.

Como parte de los resultados, es esencial un análisis temporal y espacial de los datos durante el tiempo porque se puede comprender el pasado y tratar de predecir ciertos patrones que contribuyan hacia el futuro de captar la energía undimotriz y transformarla a energía eléctrica, de ese modo, contribuir a la diversificación energética que enfrenta el país en épocas de sequía o escasas lluvia, donde las hidroeléctricas no cumple con la capacidad de agua para abastecer a las diversas regiones del país. Por lo tanto, la viabilidad técnica de estos tipos de proyectos posee una gran dependencia entre los procesos marítimos y los eventos climáticos, cabe recalcar que no solo busca caracterizar el recurso activo de obtener energía, se puede comparar los diferentes dispositivos undimotrices que se adapten a las condiciones locales y ambientales.

3.1. Procesamiento de datos y la estimación de la energía undimotriz.

Se evidenció las variables oceanográficas durante los años 2016 hasta el 2020, para la determinación del recurso energético de las olas de las boyas virtuales B1 y B2 tanto de Wave como de Delf.

El potencial energético “ $P = (\text{kW/m})$ ” según (Falnes, 2007):

$$P = \frac{\rho * g^2}{64\pi} * Hs^2 * Te; \quad \text{ec. 1}$$

Donde:

- ρ : densidad del agua del mar (1025 kg/m^3)
- g : aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}$)
- Hs : altura significativa de ola (m)
- Te : periodo de energía de la ola (s)

A partir de las tablas 1 y 2 del acta oceanográfica de Espinoza et al. (2022) que representan la base de datos en bruto, se emplean los distintos valores de altura significativa, el periodo de energía de la ola, por el cual, se calculará el recurso energético undimotriz, modelando el comportamiento de las olas. Se considera los valores del ID: B1-WAVE de enero 2016, para el respectivo análisis, por consiguiente, son cálculos propios.

Parámetros de las olas de la Bahía de Santa Elena

- ✓ Longitud de onda (m), según (Holthuijsen, 2007), p 123:

$$L \text{ o } \lambda = \frac{g * Te^2}{2\pi}; \quad \text{ec. 2}$$

$$\lambda = \frac{9,81 * 12,53^2}{2\pi}$$

$$\lambda = 245,13 \text{ m}$$

- ✓ Velocidad de traslación o celeridad de la ola (m/s), según (Holthuijsen, 2007), p 125:

$$C = \frac{\lambda}{Te}; \quad \text{ec. 3}$$

$$C = 19,56 \frac{m}{s}$$

- ✓ Celeridad grupal (m/s), según (Holthuijsen, 2007), p 127:

$$Cg = \frac{C}{2}; \quad \text{ec. 4}$$

$$Cg = \frac{19,56}{2}$$

$$Cg = 9,78 \frac{m}{s}$$

- ✓ Potencial energético (kW/m), se divide para 1000 por frente de ola:

$$P = \frac{1025 * 9,81^2}{64\pi} * 0,76^2 * 12,53; \quad \text{ec. 1}$$

$$P = 3,551 \left(\frac{kW}{m} \right)$$

- ✓ Energía total (kJ/m²), según (Cruz, 2008):

$$E t = \frac{\rho * g}{8} * Hs^2; \quad \text{ec. 5}$$

$$E t = \frac{1025 * 9,81}{8} * 0,76^2$$

$$E t = 725,989 \frac{kJ}{m^2}$$

Cabe recalcar que la energía total solo depende de la altura significativa de la ola, es una relación directamente proporcional.

Para el cálculo de los dispositivos undimotrices se debe considerar el potencial energético (kW) del dispositivo

- ✓ OWC, según (Falcão, 2010):

$$P_{OWC} = P * n_{sys} * B; \quad \text{ec. 6}$$

- ✓ PA, según (Budar, 1975) y (Falcão, 2010):

$$P_{PA} = P * n_{sys} * Wc; \quad \text{ec. 7}$$

Donde:

- n_{sys} : eficiencia global
se considera para OWC del 37% y PA del 35%.
- B: ancho efectivo de cámara (m), se considera de 15 m.
- Wc: ancho de captura (m), se considera de 10 m.

$$P_{OWC} = 3,551 * 0,37 * 15$$

$$P_{OWC} = 19,706 \text{ kW}$$

$$P_{PA} = 3,551 * 0,35 * 10$$

$$P_{PA} = 12,427 \text{ kW}$$

La conversión de energía anual estimada, según (Drew, Plummer, & Sahinkaya, 2016) y (López, Andreu, Ceballos, Martínez de Alegría, & Kortabarria, 2013) hace referencia a lo siguiente:

- ✓ Energía bruta: hace referencia a la energía teórica donde el dispositivo funciona sin presentar ningún fallo durante todo el año.

Por lo tanto, la energía bruta “E b” (kWh), se obtiene del potencial energético del dispositivo y el número total de horas operadas en un año, es decir los 365 días por las 24 horas del día, resulta “8760 horas”; luego, dividir para 1000.

$$E b = P_{disp} * 8760; \quad \text{ec. 8}$$

$$E b_{OWC} = 19,706 * 8760$$

$$E b_{OWC} = 172626,465 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$E b_{OWC} = 172,626 \frac{\text{MWh}}{\text{año}}$$

$$E b_{PA} = 12,427 * 8760$$

$$E b_{PA} = 108863,537 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$E b_{PA} = 108,864 \frac{\text{MWh}}{\text{año}}$$

- ✓ Energía neta: es aquella que se obtiene un cálculo realista (MWh) que se incluye dentro de una planificación energética, donde se considera la disponibilidad en la que opera efectivamente para producir energía como cuantificar las pérdidas durante el funcionamiento del dispositivo, finalmente, establecer el consumo neto energético.

Por lo tanto, el factor de capacidad “ $CF=A*C$ ”;

Donde:

- A: Factor de Disponibilidad, se considera del 85%.
- C: Factor de Pérdidas, se considera del 95%.

$$E n = E_{b \text{ disp}} * CF; \quad \text{ec. 9}$$

$$E n_{OWC} = 172,626 * (0,85 * 0.95)$$

$$E n_{OWC} = 139,396 \frac{MWh}{\text{año}}$$

$$E n_{PA} = 108,864 * (0,85 * 0.95)$$

$$E n_{PA} = 87,907 \frac{MWh}{\text{año}}$$

En las siguientes tablas se mostrarán los resultados obtenidos:

Tabla 7.*Variación mensual del potencial energético de la boya B1 del 2016*

ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC	
			P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m ²)	P_OWC (kW)	P_PA (kW)
B1-WAVE	2016	Ene	3,551	725,989	19,706	12,427
B1-WAVE	2016	Feb	3,601	707,010	19,987	12,605
B1-WAVE	2016	Mar	4,846	886,873	26,897	16,962
B1-WAVE	2016	Abr	3,436	651,580	19,070	12,026
B1-WAVE	2016	May	4,167	784,435	23,128	14,585
B1-WAVE	2016	Jun	5,622	951,352	31,203	19,677
B1-WAVE	2016	Jul	4,521	886,873	25,092	15,823
B1-WAVE	2016	Ago	4,450	845,144	24,698	15,575
B1-WAVE	2016	Sep	4,960	929,608	27,529	17,361
B1-WAVE	2016	Oct	3,350	707,010	18,594	11,726
B1-WAVE	2016	Nov	3,358	688,282	18,638	11,754
B1-WAVE	2016	Dic	2,866	598,413	15,906	10,031
B1-DELFF	2016	Ene	3,806	804,420	21,121	13,319
B1-DELFF	2016	Feb	3,934	784,435	21,836	13,771
B1-DELFF	2016	Mar	5,246	995,595	29,116	18,362
B1-DELFF	2016	Abr	3,940	764,702	21,867	13,790
B1-DELFF	2016	May	4,072	784,435	22,601	14,253
B1-DELFF	2016	Jun	4,869	845,144	27,023	17,042
B1-DELFF	2016	Jul	4,694	951,352	26,050	16,428
B1-DELFF	2016	Ago	3,980	784,435	22,091	13,931
B1-DELFF	2016	Sep	4,461	865,883	24,760	15,615
B1-DELFF	2016	Oct	3,345	745,220	18,565	11,708
B1-DELFF	2016	Nov	3,312	707,010	18,379	11,591
B1-DELFF	2016	Dic	2,508	531,043	13,920	8,778

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los datos obtenidos del 2016 del punto B1 en Delf que es una información procesada a partir de la altura significativa y periodo de la ola, a diferencia de Wave, esto quiere decir, que Delf tienden a tener un leve incremento en sus valores, por lo tanto, un aumento en el potencial energético, que influye directamente en el potencial de los WEC.

Tabla 8.

Variación mensual del potencial energético de la boya B1 (2017 – 2020)

ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC		ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC	
			P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m2)	P_OWC (kW)	P_PA (kW)				P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m2)	P_OWC (kW)	P_PA (kW)
B1-WAVE	2017	Ene	2,440	498,866	13,541	8,539	B1-WAVE	2018	Ene	2,971	598,413	16,490	10,399
B1-WAVE	2017	Feb	3,618	707,010	20,079	12,663	B1-WAVE	2018	Feb	2,911	564,225	16,159	10,190
B1-WAVE	2017	Mar	3,673	688,282	20,382	12,854	B1-WAVE	2018	Mar	2,894	547,508	16,059	10,128
B1-WAVE	2017	Abr	4,143	725,989	22,993	14,500	B1-WAVE	2018	Abr	3,151	598,413	17,488	11,028
B1-WAVE	2017	May	4,529	845,144	25,138	15,853	B1-WAVE	2018	May	4,161	764,702	23,093	14,563
B1-WAVE	2017	Jun	4,345	845,144	24,112	15,206	B1-WAVE	2018	Jun	4,648	824,656	25,797	16,268
B1-WAVE	2017	Jul	5,016	886,873	27,839	17,556	B1-WAVE	2018	Jul	4,471	865,883	24,817	15,650
B1-WAVE	2017	Ago	4,217	824,656	23,403	14,758	B1-WAVE	2018	Ago	4,152	784,435	23,043	14,532
B1-WAVE	2017	Sep	3,627	745,220	20,131	12,695	B1-WAVE	2018	Sep	5,355	951,352	29,719	18,741
B1-WAVE	2017	Oct	4,602	845,144	25,540	16,107	B1-WAVE	2018	Oct	4,426	824,656	24,564	15,491
B1-WAVE	2017	Nov	3,678	725,989	20,414	12,874	B1-WAVE	2018	Nov	4,629	908,115	25,692	16,202
B1-WAVE	2017	Dic	3,593	707,010	19,942	12,576	B1-WAVE	2018	Dic	3,828	725,989	21,247	13,399
B1-DELFF	2017	Ene	2,056	437,529	11,412	7,197	B1-DELFF	2018	Ene	3,178	633,606	17,638	11,123
B1-DELFF	2017	Feb	3,178	633,606	17,638	11,123	B1-DELFF	2018	Feb	2,263	483,155	12,560	7,921
B1-DELFF	2017	Mar	3,769	725,989	20,917	13,191	B1-DELFF	2018	Mar	2,722	531,043	15,105	9,526
B1-DELFF	2017	Abr	3,637	651,580	20,185	12,729	B1-DELFF	2018	Abr	2,889	564,225	16,036	10,113
B1-DELFF	2017	May	4,000	764,702	22,198	13,999	B1-DELFF	2018	May	4,080	764,702	22,646	14,281
B1-DELFF	2017	Jun	4,180	845,144	23,197	14,629	B1-DELFF	2018	Jun	4,707	845,144	26,126	16,476
B1-DELFF	2017	Jul	5,080	929,608	28,194	17,780	B1-DELFF	2018	Jul	4,939	973,348	27,412	17,287
B1-DELFF	2017	Ago	4,246	845,144	23,563	14,860	B1-DELFF	2018	Ago	3,718	725,989	20,634	13,013
B1-DELFF	2017	Sep	3,642	764,702	20,210	12,745	B1-DELFF	2018	Sep	4,415	804,420	24,501	15,451
B1-DELFF	2017	Oct	4,152	784,435	23,043	14,532	B1-DELFF	2018	Oct	4,349	824,656	24,135	15,220
B1-DELFF	2017	Nov	3,938	784,435	21,853	13,781	B1-DELFF	2018	Nov	3,694	745,220	20,503	12,930
B1-DELFF	2017	Dic	3,032	598,413	16,827	10,611	B1-DELFF	2018	Dic	3,940	764,702	21,867	13,790
B1-WAVE	2019	Ene	2,789	547,508	15,478	9,761	B1-WAVE	2020	Ene	3,063	615,884	16,998	10,719
B1-WAVE	2019	Feb	2,691	547,508	14,933	9,417	B1-WAVE	2020	Feb	3,237	633,606	17,967	11,331
B1-WAVE	2019	Mar	2,993	564,225	16,611	10,475	B1-WAVE	2020	Mar	3,836	707,010	21,289	13,426
B1-WAVE	2019	Abr	3,302	633,606	18,324	11,556	B1-WAVE	2020	Abr	3,018	547,508	16,747	10,561
B1-WAVE	2019	May	6,257	1040,844	34,724	21,898	B1-WAVE	2020	May	4,474	804,420	24,832	15,660
B1-WAVE	2019	Jun	5,566	1040,844	30,891	19,481	B1-WAVE	2020	Jun	6,399	1040,844	35,513	22,396
B1-WAVE	2019	Jul	5,029	929,608	27,912	17,602	B1-WAVE	2020	Jul	3,704	725,989	20,555	12,963
B1-WAVE	2019	Ago	4,721	908,115	26,204	16,525	B1-WAVE	2020	Ago	4,385	784,435	24,334	15,346
B1-WAVE	2019	Sep	3,857	745,220	21,407	13,500	B1-WAVE	2020	Sep	5,487	908,115	30,453	19,205
B1-WAVE	2019	Oct	4,509	908,115	25,024	15,781	B1-WAVE	2020	Oct	4,648	845,144	25,797	16,268
B1-WAVE	2019	Nov	3,862	804,420	21,434	13,517	B1-WAVE	2020	Nov	4,532	865,883	25,154	15,863
B1-WAVE	2019	Dic	3,027	615,884	16,798	10,593	B1-WAVE	2020	Dic	3,083	581,193	17,110	10,790
B1-DELFF	2019	Ene	2,257	452,486	12,527	7,900	B1-DELFF	2020	Ene	3,163	669,805	17,557	11,072
B1-DELFF	2019	Feb	2,676	564,225	14,851	9,365	B1-DELFF	2020	Feb	3,306	651,580	18,350	11,572
B1-DELFF	2019	Mar	2,786	531,043	15,461	9,750	B1-DELFF	2020	Mar	3,927	745,220	21,794	13,744
B1-DELFF	2019	Abr	3,339	633,606	18,530	11,686	B1-DELFF	2020	Abr	2,921	547,508	16,214	10,225
B1-DELFF	2019	May	5,687	973,348	31,565	19,906	B1-DELFF	2020	May	4,664	865,883	25,886	16,324
B1-DELFF	2019	Jun	4,717	929,608	26,180	16,510	B1-DELFF	2020	Jun	6,450	1087,098	35,796	22,574
B1-DELFF	2019	Jul	4,054	784,435	22,499	14,189	B1-DELFF	2020	Jul	3,011	598,413	16,710	10,538
B1-DELFF	2019	Ago	4,252	845,144	23,600	14,883	B1-DELFF	2020	Ago	3,761	688,282	20,875	13,164
B1-DELFF	2019	Sep	4,265	845,144	23,673	14,929	B1-DELFF	2020	Sep	4,773	804,420	26,488	16,704
B1-DELFF	2019	Oct	4,776	973,348	26,505	16,715	B1-DELFF	2020	Oct	4,668	845,144	25,907	16,337
B1-DELFF	2019	Nov	3,768	804,420	20,912	13,187	B1-DELFF	2020	Nov	3,910	764,702	21,701	13,685
B1-DELFF	2019	Dic	3,132	669,805	17,383	10,962	B1-DELFF	2020	Dic	2,749	531,043	15,254	9,620

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los datos obtenidos del 2017 al 2020 del punto B1, dicha información depende de la altura significativa y periodo de la ola, por ende, Wave y Delf están en función al comportamiento de las olas, cabe recalcar en el potencial energético influye directamente con el potencial de los WEC.

Tabla 9.*Variación mensual del potencial energético de la boya B2 del 2016*

ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC	
			P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m ²)	P_OWC (kW)	P_PA (kW)
B2-WAVE	2016	Ene	5,002	865,883	27,761	17,507
B2-WAVE	2016	Feb	4,654	784,435	25,830	16,289
B2-WAVE	2016	Mar	5,790	973,348	32,135	20,265
B2-WAVE	2016	Abr	3,618	633,606	20,081	12,664
B2-WAVE	2016	May	4,136	745,220	22,957	14,477
B2-WAVE	2016	Jun	5,205	865,883	28,887	18,217
B2-WAVE	2016	Jul	4,442	824,656	24,653	15,547
B2-WAVE	2016	Ago	4,342	784,435	24,097	15,196
B2-WAVE	2016	Sep	4,671	865,883	25,923	16,348
B2-WAVE	2016	Oct	4,001	707,010	22,208	14,005
B2-WAVE	2016	Nov	4,647	804,420	25,791	16,265
B2-WAVE	2016	Dic	3,438	633,606	19,079	12,032
B2-DELFF	2016	Ene	4,179	764,702	23,192	14,626
B2-DELFF	2016	Feb	3,575	615,884	19,840	12,511
B2-DELFF	2016	Mar	5,070	865,883	28,137	17,744
B2-DELFF	2016	Abr	2,950	531,043	16,370	10,324
B2-DELFF	2016	May	3,263	598,413	18,110	11,421
B2-DELFF	2016	Jun	4,513	764,702	25,048	15,796
B2-DELFF	2016	Jul	3,557	707,010	19,742	12,450
B2-DELFF	2016	Ago	3,533	651,580	19,606	12,364
B2-DELFF	2016	Sep	3,554	688,282	19,726	12,440
B2-DELFF	2016	Oct	3,076	581,193	17,073	10,767
B2-DELFF	2016	Nov	3,414	615,884	18,946	11,948
B2-DELFF	2016	Dic	2,679	498,866	14,870	9,378

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los datos obtenidos del 2016 del punto B2 en Wave que se basa el módulo de la morfología captada del satélite, por lo que el potencial energético y la energía total son mayores, al contrario, en Delf. La potencia del oleaje influye directamente en el potencial de los WEC.

TABLA 10.

Variación mensual del potencial energético de la boya B2 (2017 – 2020)

ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC		ID	AÑO	MES	OLEAJE		WEC	
			P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m2)	P_OWc (kW)	P_PA (kW)				P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m2)	P_OWc (kW)	P_PA (kW)
B2-WAVE	2017	Ene	3,138	564,225	17,418	10,984	B2-WAVE	2018	Ene	3,887	688,282	21,575	13,606
B2-WAVE	2017	Feb	4,382	764,702	24,319	15,336	B2-WAVE	2018	Feb	3,011	547,508	16,712	10,539
B2-WAVE	2017	Mar	3,872	669,805	21,489	13,552	B2-WAVE	2018	Mar	2,908	514,829	16,138	10,177
B2-WAVE	2017	Abr	4,480	745,220	24,861	15,678	B2-WAVE	2018	Abr	3,127	547,508	17,352	10,943
B2-WAVE	2017	May	4,328	764,702	24,021	15,148	B2-WAVE	2018	May	4,137	725,989	22,962	14,480
B2-WAVE	2017	Jun	4,110	764,702	22,811	14,385	B2-WAVE	2018	Jun	4,579	764,702	25,412	16,026
B2-WAVE	2017	Jul	4,464	784,435	24,776	15,625	B2-WAVE	2018	Jul	4,207	784,435	23,349	14,725
B2-WAVE	2017	Ago	3,924	745,220	21,778	13,734	B2-WAVE	2018	Ago	3,979	725,989	22,081	13,925
B2-WAVE	2017	Sep	3,417	688,282	18,966	11,961	B2-WAVE	2018	Sep	5,071	886,873	28,146	17,750
B2-WAVE	2017	Oct	4,882	845,144	27,097	17,088	B2-WAVE	2018	Oct	4,815	824,656	26,726	16,854
B2-WAVE	2017	Nov	4,021	725,989	22,317	14,074	B2-WAVE	2018	Nov	4,711	886,873	26,148	16,490
B2-WAVE	2017	Dic	4,206	764,702	23,341	14,720	B2-WAVE	2018	Dic	4,886	804,420	27,115	17,100
B2-DELf	2017	Ene	3,435	633,606	19,065	12,023	B2-DELf	2018	Ene	3,807	688,282	21,128	13,324
B2-DELf	2017	Feb	3,746	669,805	20,793	13,113	B2-DELf	2018	Feb	3,315	615,884	18,399	11,603
B2-DELf	2017	Mar	3,251	564,225	18,041	11,377	B2-DELf	2018	Mar	2,726	498,866	15,130	9,541
B2-DELf	2017	Abr	3,762	633,606	20,877	13,166	B2-DELf	2018	Abr	2,927	531,043	16,244	10,244
B2-DELf	2017	May	3,905	707,010	21,672	13,667	B2-DELf	2018	May	4,139	745,220	22,973	14,487
B2-DELf	2017	Jun	3,648	707,010	20,248	12,769	B2-DELf	2018	Jun	4,710	804,420	26,139	16,484
B2-DELf	2017	Jul	3,863	688,282	21,441	13,521	B2-DELf	2018	Jul	4,378	824,656	24,296	15,322
B2-DELf	2017	Ago	3,332	651,580	18,491	11,661	B2-DELf	2018	Ago	3,772	707,010	20,937	13,204
B2-DELf	2017	Sep	2,786	564,225	15,462	9,751	B2-DELf	2018	Sep	3,840	745,220	21,310	13,439
B2-DELf	2017	Oct	4,218	745,220	23,409	14,762	B2-DELf	2018	Oct	4,569	886,873	25,360	15,993
B2-DELf	2017	Nov	3,240	598,413	17,980	11,339	B2-DELf	2018	Nov	4,428	865,883	24,573	15,496
B2-DELf	2017	Dic	3,535	651,580	19,620	12,373	B2-DELf	2018	Dic	3,967	725,989	22,018	13,885
B2-WAVE	2019	Ene	3,632	615,884	20,160	12,713	B2-WAVE	2020	Ene	3,987	669,805	22,128	13,955
B2-WAVE	2019	Feb	3,066	564,225	17,014	10,730	B2-WAVE	2020	Feb	3,726	651,580	20,679	13,041
B2-WAVE	2019	Mar	3,367	581,193	18,684	11,783	B2-WAVE	2020	Mar	3,755	660,661	20,838	13,141
B2-WAVE	2019	Abr	3,435	615,884	19,066	12,023	B2-WAVE	2020	Abr	2,873	497,284	15,944	10,055
B2-WAVE	2019	May	5,991	973,348	33,252	20,970	B2-WAVE	2020	May	4,322	745,220	23,990	15,129
B2-WAVE	2019	Jun	5,441	973,348	30,195	19,042	B2-WAVE	2020	Jun	5,882	929,608	32,644	20,586
B2-WAVE	2019	Jul	4,674	845,144	25,943	16,361	B2-WAVE	2020	Jul	3,696	682,713	20,513	12,936
B2-WAVE	2019	Ago	4,641	845,144	25,760	16,245	B2-WAVE	2020	Ago	4,161	714,571	23,096	14,565
B2-WAVE	2019	Sep	3,833	707,010	21,274	13,416	B2-WAVE	2020	Sep	5,095	824,656	28,280	17,834
B2-WAVE	2019	Oct	4,767	886,873	26,456	16,684	B2-WAVE	2020	Oct	4,446	784,435	24,674	15,560
B2-WAVE	2019	Nov	4,217	804,420	23,404	14,759	B2-WAVE	2020	Nov	4,658	836,919	25,854	16,304
B2-WAVE	2019	Dic	3,974	707,010	22,055	13,909	B2-WAVE	2020	Dic	3,685	633,606	20,452	12,897
B2-DELf	2019	Ene	3,864	707,010	21,443	13,522	B2-DELf	2020	Ene	3,697	633,606	20,520	12,941
B2-DELf	2019	Feb	3,177	598,413	17,630	11,118	B2-DELf	2020	Feb	3,414	615,884	18,946	11,948
B2-DELf	2019	Mar	2,944	514,829	16,339	10,304	B2-DELf	2020	Mar	3,631	669,805	20,155	12,710
B2-DELf	2019	Abr	2,707	498,866	15,022	9,473	B2-DELf	2020	Abr	2,706	483,155	15,020	9,472
B2-DELf	2019	May	5,779	973,348	32,072	20,225	B2-DELf	2020	May	4,247	764,702	23,573	14,866
B2-DELf	2019	Jun	4,846	886,873	26,897	16,962	B2-DELf	2020	Jun	6,218	995,595	34,508	21,762
B2-DELf	2019	Jul	4,113	764,702	22,828	14,396	B2-DELf	2020	Jul	2,964	564,225	16,452	10,375
B2-DELf	2019	Ago	4,593	865,883	25,492	16,076	B2-DELf	2020	Ago	3,930	707,010	21,810	13,754
B2-DELf	2019	Sep	3,840	745,220	21,310	13,439	B2-DELf	2020	Sep	4,488	745,220	24,910	15,709
B2-DELf	2019	Oct	4,569	886,873	25,360	15,993	B2-DELf	2020	Oct	3,686	669,805	20,459	12,902
B2-DELf	2019	Nov	4,428	865,883	24,573	15,496	B2-DELf	2020	Nov	3,732	688,282	20,711	13,061
B2-DELf	2019	Dic	3,967	725,989	22,018	13,885	B2-DELf	2020	Dic	2,944	514,829	16,339	10,304

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los datos obtenidos del 2017 al 2020 del punto B2, tienden a incrementar potencial de energía tanto del oleaje como de los WEC, la energía total en esta localidad es mayor, por consiguiente, las alturas significativas de las olas son superiores del punto B1.

Tabla 11.*Promedio anual del comportamiento de las olas durante 2016 – 2020*

ID	AÑO	L (m)	C (m/s)	Cg (m/s)
B1-WAVE	2016	275,034	20,683	10,342
B1-WAVE	2017	281,182	20,927	10,463
B1-WAVE	2018	288,023	21,192	10,596
B1-WAVE	2019	277,590	20,782	10,391
B1-WAVE	2020	306,528	21,834	10,917
B1-DELFF	2016	258,777	20,059	10,029
B1-DELFF	2017	267,994	20,431	10,216
B1-DELFF	2018	273,362	20,639	10,320
B1-DELFF	2019	262,963	20,225	10,113
B1-DELFF	2020	292,337	21,321	10,660
B2-WAVE	2016	330,575	22,703	11,351
B2-WAVE	2017	318,794	22,285	11,143
B2-WAVE	2018	329,369	22,660	11,330
B2-WAVE	2019	321,277	22,376	11,188
B2-WAVE	2020	346,554	23,241	11,621
B2-DELFF	2016	309,315	21,952	10,976
B2-DELFF	2017	306,632	21,853	10,927
B2-DELFF	2018	312,602	22,077	11,038
B2-DELFF	2019	300,136	21,628	10,814
B2-DELFF	2020	326,690	22,560	11,280

Fuente: Elaboración Propia

Se observa el promedio de la longitud de onda, celeridad de la ola y la celeridad grupal de cada año de los puntos establecidos que están en función al periodo de energía de la ola, tanto para la ubicación de las boyas oceanográficas como del Delft-Wave.

Tabla 12.*Promedio anual de la energía generada por las olas durante 2016 – 2020.*

ID	AÑO	P_Ole (kW/m)	Et (kJ/m2)	P_OWC (kW)	P_PA (kW)
B1-WAVE	2016	4,061	780,214	22,537	14,213
B1-WAVE	2017	3,957	753,777	21,960	13,848
B1-WAVE	2018	3,966	746,529	22,014	13,883
B1-WAVE	2019	4,050	773,825	22,478	14,175
B1-WAVE	2020	4,155	755,003	23,063	14,544
B1-DELFF	2016	4,014	796,973	22,278	14,049
B1-DELFF	2017	3,742	730,441	20,770	13,098
B1-DELFF	2018	3,741	721,684	20,764	13,094
B1-DELFF	2019	3,809	750,551	21,141	13,332
B1-DELFF	2020	3,942	733,258	21,878	13,797
B2-WAVE	2016	4,496	790,699	24,950	15,734
B2-WAVE	2017	4,102	735,594	22,766	14,357
B2-WAVE	2018	4,110	725,172	22,810	14,385
B2-WAVE	2019	4,253	759,957	23,605	14,886
B2-WAVE	2020	4,191	719,255	23,258	14,667
B2-DELFF	2016	3,614	656,953	20,055	12,647
B2-DELFF	2017	3,560	651,214	19,758	12,460
B2-DELFF	2018	3,903	706,287	21,664	13,662
B2-DELFF	2019	4,069	752,824	22,582	14,241
B2-DELFF	2020	3,805	671,010	21,117	13,317

Fuente: Elaboración Propia

Se observa el promedio del potencial energético del oleaje, la energía total y el potencial de energía de cada WEC: la Columna de Agua Oscilante “OWC” y el Absorbedor Puntual “PA” para cada año de los puntos establecidos que están en función a la energía generada de las olas del océano, tanto para la ubicación de las boyas oceanográficas como del Delft-Wave.

Tabla 13.*Promedio anual de la conversión de energía durante 2016 – 2020.*

ID	AÑO	E.b_OWC (MWh/a)	E.b_PA (MWh/a)	E.n_OWC (MWh/a)	E.n_PA (MWh/a)
B1-WAVE	2016	197,427	124,504	159,422	100,537
B1-WAVE	2017	192,366	121,312	155,335	97,959
B1-WAVE	2018	192,842	121,612	155,720	98,202
B1-WAVE	2019	196,909	124,177	159,004	100,273
B1-WAVE	2020	202,029	127,406	163,138	102,880
B1-DELFF	2016	195,152	123,069	157,585	99,378
B1-DELFF	2017	181,943	114,739	146,919	92,652
B1-DELFF	2018	181,889	114,705	146,875	92,624
B1-DELFF	2019	185,191	116,787	149,542	94,306
B1-DELFF	2020	191,648	120,859	154,756	97,594
B2-WAVE	2016	218,563	137,833	176,490	111,300
B2-WAVE	2017	199,432	125,768	161,041	101,557
B2-WAVE	2018	199,813	126,008	161,349	101,752
B2-WAVE	2019	206,782	130,403	166,976	105,300
B2-WAVE	2020	203,737	128,483	164,517	103,750
B2-DELFF	2016	175,682	110,790	141,863	89,463
B2-DELFF	2017	173,083	109,151	139,764	88,140
B2-DELFF	2018	189,777	119,679	153,245	96,641
B2-DELFF	2019	197,818	124,750	159,738	100,736
B2-DELFF	2020	184,984	116,656	149,374	94,200

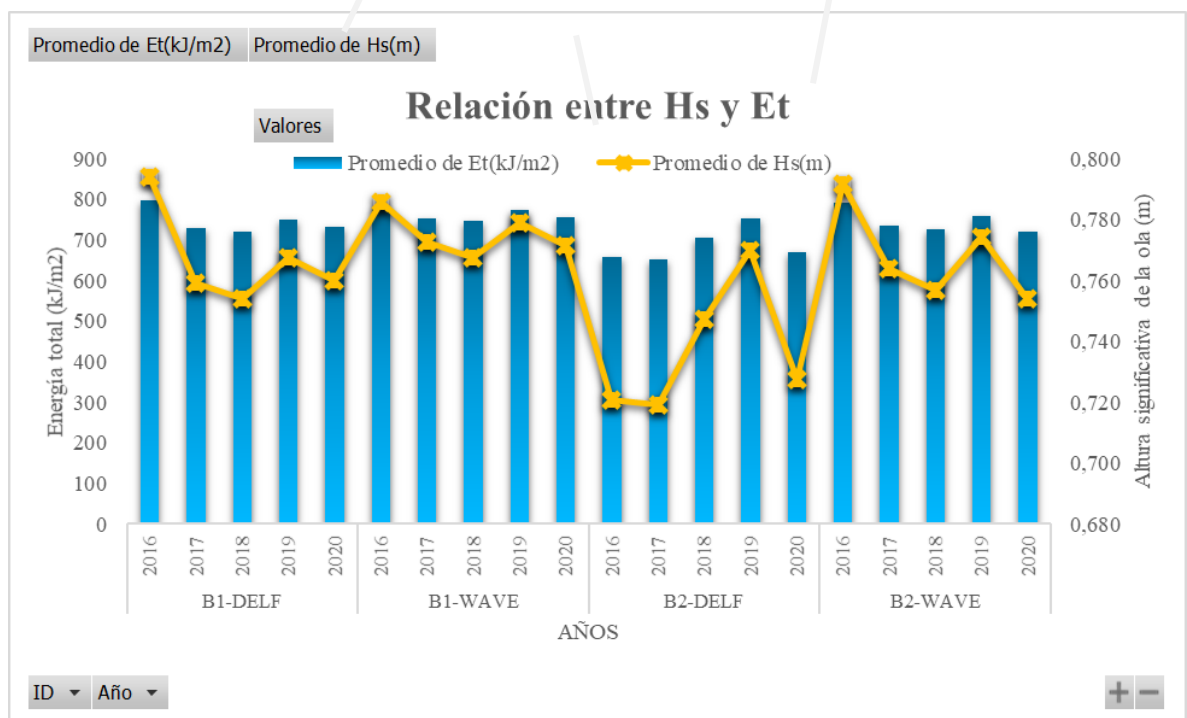
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el promedio de la energía bruta y neta para cada año de los puntos establecidos que están en función a la energía captada y convertida en electricidad por un WEC, tanto para la ubicación de las boyas oceanográficas como del Delft-Wave.

3.2. Análisis técnicos entre las comparaciones intermensuales e interanuales del potencial energético que generan electricidad.

Las series temporales nos permite analizar como varía el potencial energético de los WEC a partir de los datos secuenciales proporcionados en sitios específicos del tiempo en la Bahía de Santa Elena como la producción de energía (MWh/a), la altura significativa de la ola (Hs), periodo de energía de la ola (Te), dirección del oleaje ($^{\circ}$), velocidad de la ola (C, Cg), también, los efectos del fenómeno ENSO, durante el intervalo del 2016 – 2020.

Figura 7. Relación promedio anual entre la altura significativa de la ola y la energía total

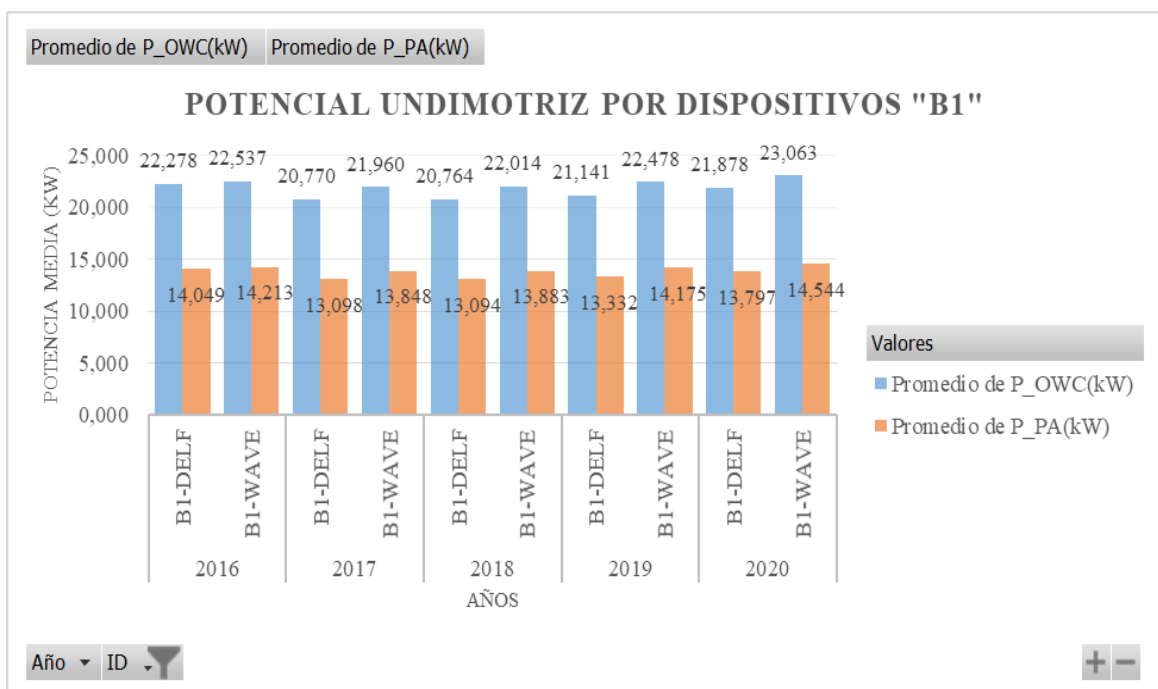


Fuente: Elaboración Propia

Se observa que las olas más grandes generalmente abastecen con más energía, es decir, se obtiene una relación directamente proporcional. En el 2016 y 2019 las olas en ambas localidades tuvieron mayor altura, con presencia del Fenómeno de El Niño con una magnitud fuerte y moderada respectivamente, por lo tanto, mayor energía que se produce

de las olas. En 2018, en presencia del Fenómeno La Niña se evidencia una disminución de energía total captada resultado de la pérdida de altura significativa de la ola en ambas localidades. En definitiva, está relación certifica la teoría que la energía total depende de la altura de la ola, donde la producción más eficaz en años con el incremento de las olas, como en aparición del Fenómeno El Niño con magnitud fuerte frente a las costas ecuatorianas.

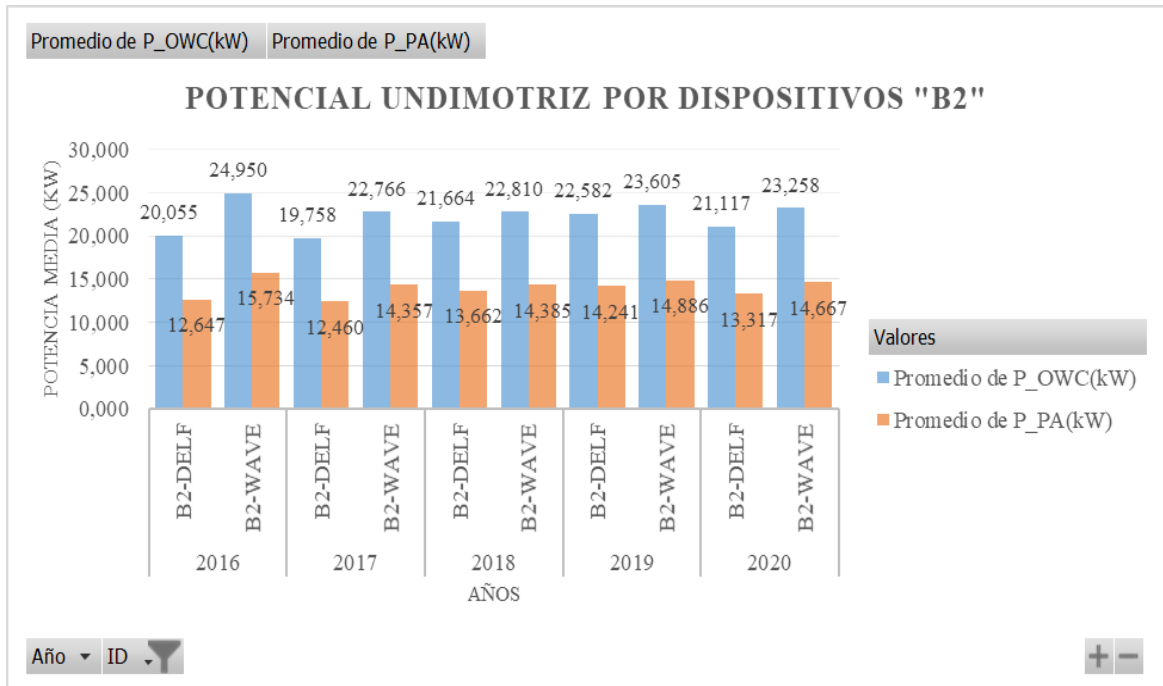
Figura 8. Producción de energía anual "B1"



Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia el promedio del potencial energético a través del tiempo de cada WEC del punto B1. Por lo tanto, el dispositivo de la Columna de Agua Oscilante tiene mayor potencial de energía entre 20 a 25 kW, a diferencia del Absorbedor Puntual entre 13 a 15 kW con una tendencia casi lineal tanto para Delf y Wave, por lo tanto, las condiciones oceanográficas se adaptan al OWC en la localidad de B1 que es Olón.

Figura 9. Producción de energía anual “B2”



Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia el promedio del potencial energético a través del tiempo de cada WEC del punto B2. Por lo tanto, el dispositivo de la Columna de Agua Oscilante tiene mayor potencial de energía en un rango 19 a 25 kW, a diferencia del Absorbedor Puntual entre 12 a 16 kW, las condiciones oceanográficas se adaptan al OWC en la localidad de B2 que es Ayangue, cabe recalcar que existen una tendencia más lineal con el dispositivo PA haciendo referencia a los datos entre Delf-Wave.

3.3. Efectos del Fenómeno del ENSO en la producción energética.

El fenómeno de El Niño es considerado una temporada donde se elevan las temperaturas, a partir de las condiciones oceanográficas de la Fase Neutra, de manera similar, ocurre con el fenómeno de La Niña, donde disminuyen las temperaturas. Cabe recalcar que, en Ecuador prevalecen dos estaciones durante los 12 meses distribuidos para la región costera en 6 meses de verano que comprende de diciembre a mayo con un clima cálido y húmedo, en cambio, son 6 meses de invierno que comprende de junio a noviembre con un clima fresco y seco.

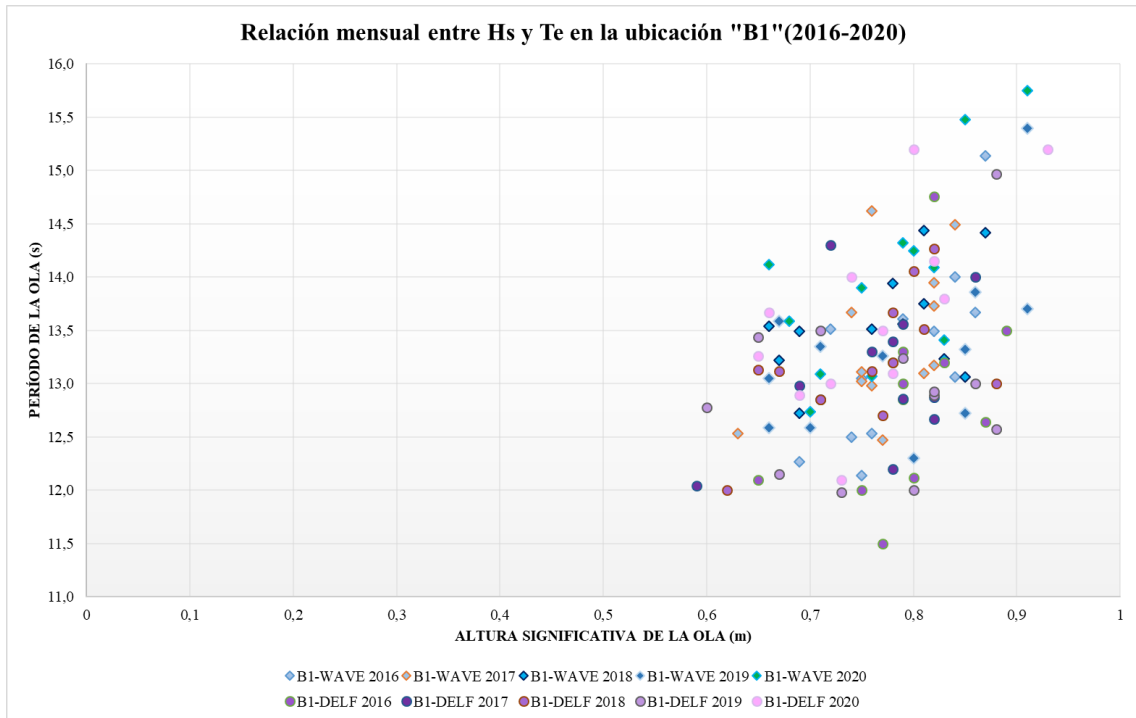
Figura 10. Fenómeno ENSO durante 2016 – 2020

ESTACIONES	MESES	2016	2017	2018	2019	2020
VERANO	ENE	El Niño	El Niño	La Niña	Fase Neutra	Fase Neutra
	FEB					
	MAR					
	ABR			El Niño		
	MAY					
INVIERNO	JUN	Fase Neutra	Fase Neutra	Fase Neutra	Fase Neutra	La Niña
	JUL					
	AGO					
	SEP					
	OCT					
NOV						
VERANO	DIC		La Niña			

Fuente: Elaboración Propia

Este grafico nos indica la relación entre las estaciones presente en Ecuador y el Fenómeno de “El Niño y La Niña” durante esos 5 años, el color beige está asociado a temperaturas cálidas y el color celeste representa temperaturas frescas o frías. Por último, el color gris corresponde a las condiciones normales es una fase neutral, aunque, posee una relación con la estación de invierno donde el clima es nublado, fresco donde las precipitaciones son escasas.

Figura 11. Relación mensual entre la altura y periodo de la ola en el punto "B1"



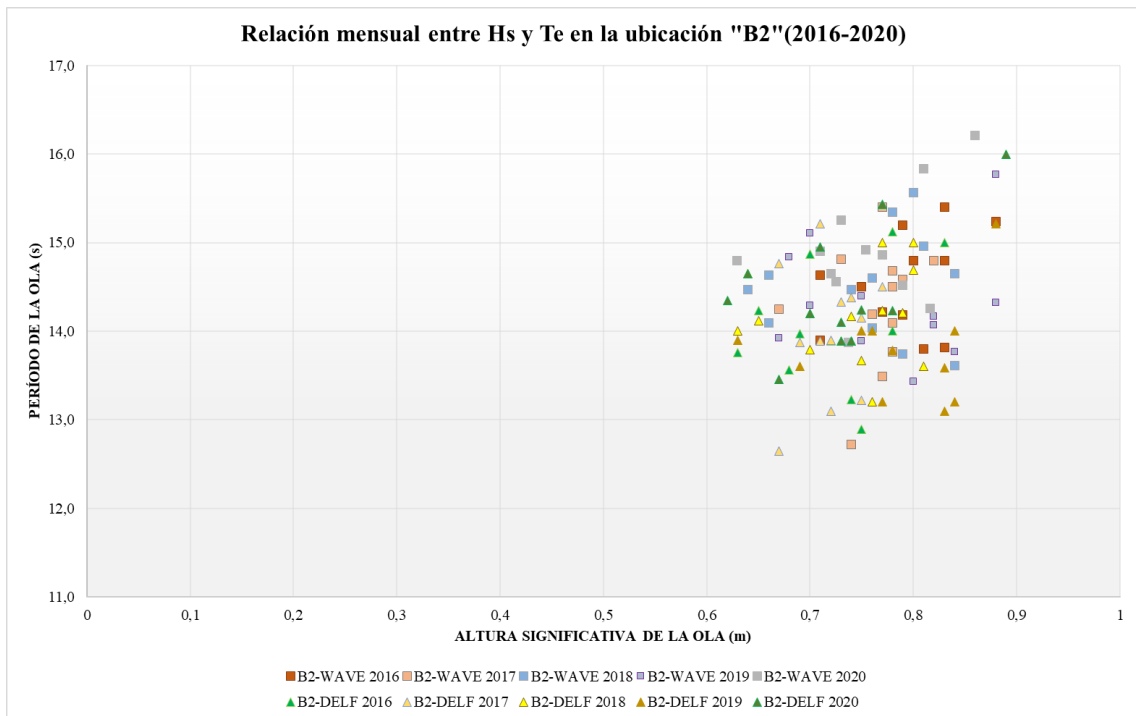
Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia que la mayor concentración se encuentra en el rango de (0,75 a 0,85) m de altura y (12,5 a 13,5) s en el periodo. Las fluctuaciones de aumento entre Hs y Te por cada año en la bahía de Santa Elena, se detalla de la siguiente manera:

- ✓ En 2016, entre junio a septiembre, correspondiente a una estación de invierno, de una fase neutral, aunque el fenómeno de El Niño estuvo presente de enero a mayo con una magnitud fuerte, este no genero el impacto esperado en los datos oceanográficos.
- ✓ En 2017, entre mayo a octubre, corresponde a una estación de invierno (fase neutral), a excepción de mayo que estuvo en presencia del fenómeno de El Niño,
- ✓ En 2018, entre junio a noviembre, le correspondiente a una estación de invierno (fase neutral), no obstante, el fenómeno de La Niña estuvo presente de enero a marzo de una magnitud débil, por lo tanto, fue un año con temperaturas frescas, es decir, disminuye la temperatura superficial del mar.

- ✓ En 2019, entre mayo a noviembre, distribuidos en 3 meses en el cual estuvo débilmente el fenómeno El Niño, seguido de 4 meses en una fase neutral; no obstante, en una temporada invernal.
- ✓ En 2020, entre mayo a noviembre, distribuidos en 3 meses en una fase neutral, seguido de 4 meses en el cual se manifestó el fenómeno La Niña, con en una temporada invernal.

Figura 12. Relación mensual entre la altura y periodo de la ola en el punto “B2”



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la mayor agrupación se encuentra en el rango de (0,70 a 0,80) m de altura y (13,5 a 15) s en el periodo. Las fluctuaciones entre Hs y Te varían constantemente cada mes, las condiciones oceanográficas en la localidad “B2” generalmente, fueron más estables dentro de los rangos mencionados. Cabe recalcar, que incremento la altura de las olas entre mayo y junio superando los 0,85 m en el 2019 al 2020.

Por lo tanto, a mayor altura tendrá un incremento en el periodo de la ola, lo que genera un aumento en la producción energética, no obstante, a menor altura y periodo de la ola se tendrá fluctuaciones energéticas decrecientes, en ambas localidades.

3.4. Eficiencia energética undimotriz.

El análisis global del rendimiento de la tecnología WEC en el cual la energía cinética de las olas se transforma en electricidad, donde, los resultados finales de esta investigación se obtuvieron mediante un modelado matemático, incorporando los datos de entrada como la altura y el periodo de la ola, para obtener los datos de salida como tal, los parámetros de la ola, la energía total, el potencial energético tanto del oleaje como de cada WEC, del mismo modo, la energía bruta o teórica anual y la neta que incluye la disponibilidad y la pérdida en el funcionamiento del dispositivo, de los lugares establecidos.

La producción energética está en función a los parámetros de la ola, porque la energía útil depende de las condiciones oceanográficas entre mayor es la altura y el periodo del oleaje, se demuestra que influye en el aumento de generación de energía, como se visualiza en la FIGURA#. En este caso, en el punto “B1” el promedio anual de potencial energético del oleaje fue de 4,15 kW para el 2020, derivada de la ecuación 1, por el comportamiento natural de las olas, ya que surgen del fondo marino del Pacífico Sur también de los vientos locales, la potencia del dispositivo OWC fue de 23 kW, mientras que se redujo la producción energética del AP a 14 kW, esto nos indica que se almacena mayor cantidad de energía en el convertidor de la Columna de Agua Oscilante “OWC” por lo tanto, tiene una mejor adaptación a las costas de santalenense, al contrario del Absorbedor Puntual “PA”.

En la FIGURA# se visualiza el promedio anual energía eléctrica bruta y neta de cada dispositivo undimotriz durante el 2016 al 2020, donde el punto “B2” del convertidor OWC muestra mayor eficiencia energética en un rango de 173 a 218 MWh/a en energía bruta y 139 a 176 MWh/a en energía neta, a diferencia del rendimiento del potencial PA en un rango de 109 a 137 MWh/a en energía bruta y 88 a 111 MWh/a en energía neta. Cabe destacar que el modelado hidrodinámico – DELF promete una producción energética más precisa e íntegra en comparación a los datos de WAVE.

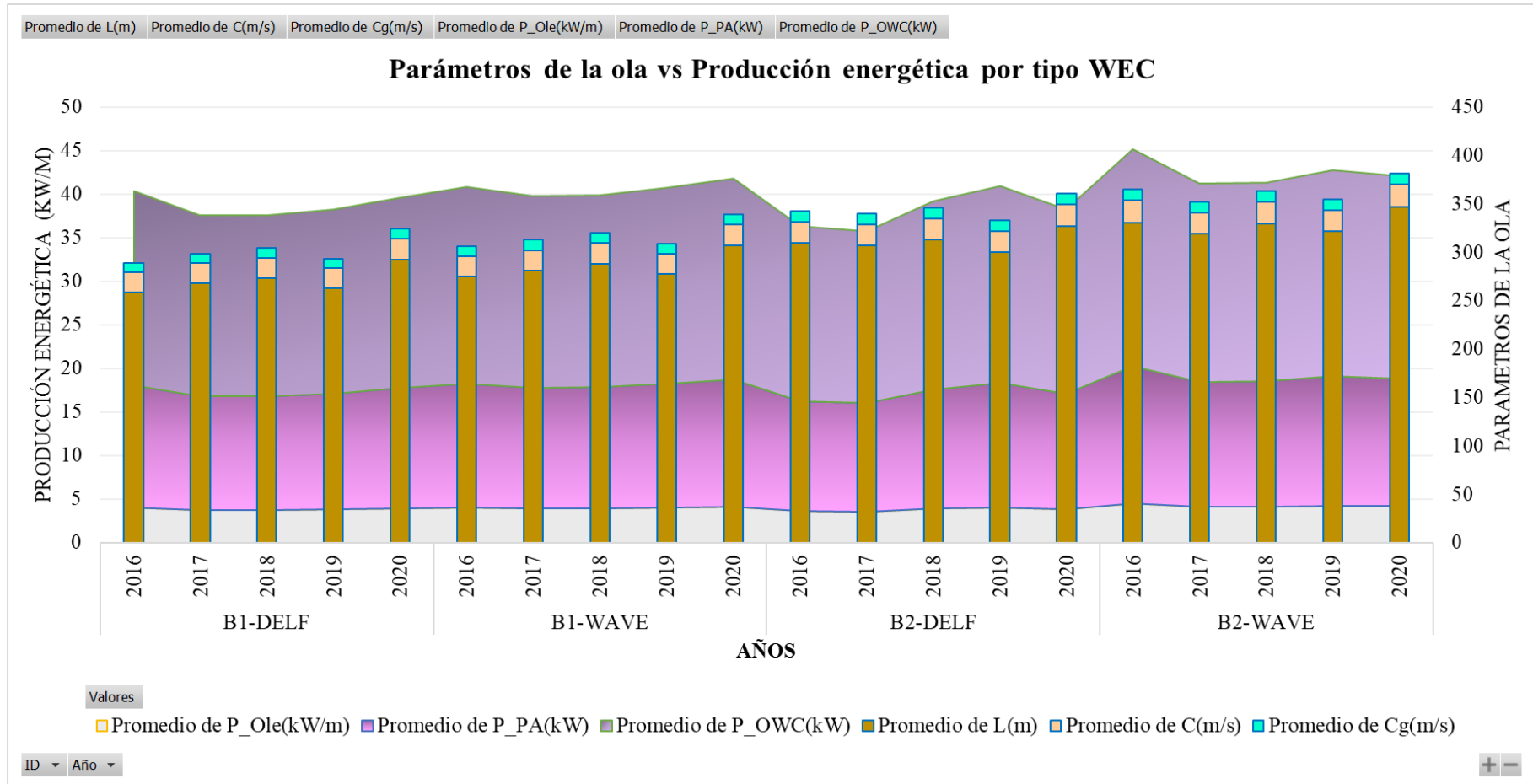
La viabilidad sobre el desempeño del dispositivo OWC por su diseño de una estructura fija sea en muro o de tipo cámara, donde la infraestructura debe estar orientada a la dirección predominante del oleaje, de ese modo, garantiza una recepción óptima de energía porque aprovecha el gradiente de presión del aire que se genera por la oscilación

del movimiento de las olas del mar, por lo tanto, permite una conversión del oleaje directa y que se transforma de energía cinética a eléctrica.

Al contrario, del desempeño del dispositivo PA que se ejerce sobre flotadores individuales donde existe una mejor flexibilidad en la instalación del mismo, porque no se relaciona con el fondo marino, por lo tanto, posee un leve impacto físico. Por lo tanto, en términos de la factibilidad técnica, ambos sistemas de convertidores de energía muestran que son viables, siendo que PA es ambientalmente más sostenible, y capta la energía en diferentes direcciones, en cambio, OWC ofrece mayor eficiencia energética, cabe recalcar, la orientación de la dirección el oleaje es predominante al suroeste en ambas localidades.

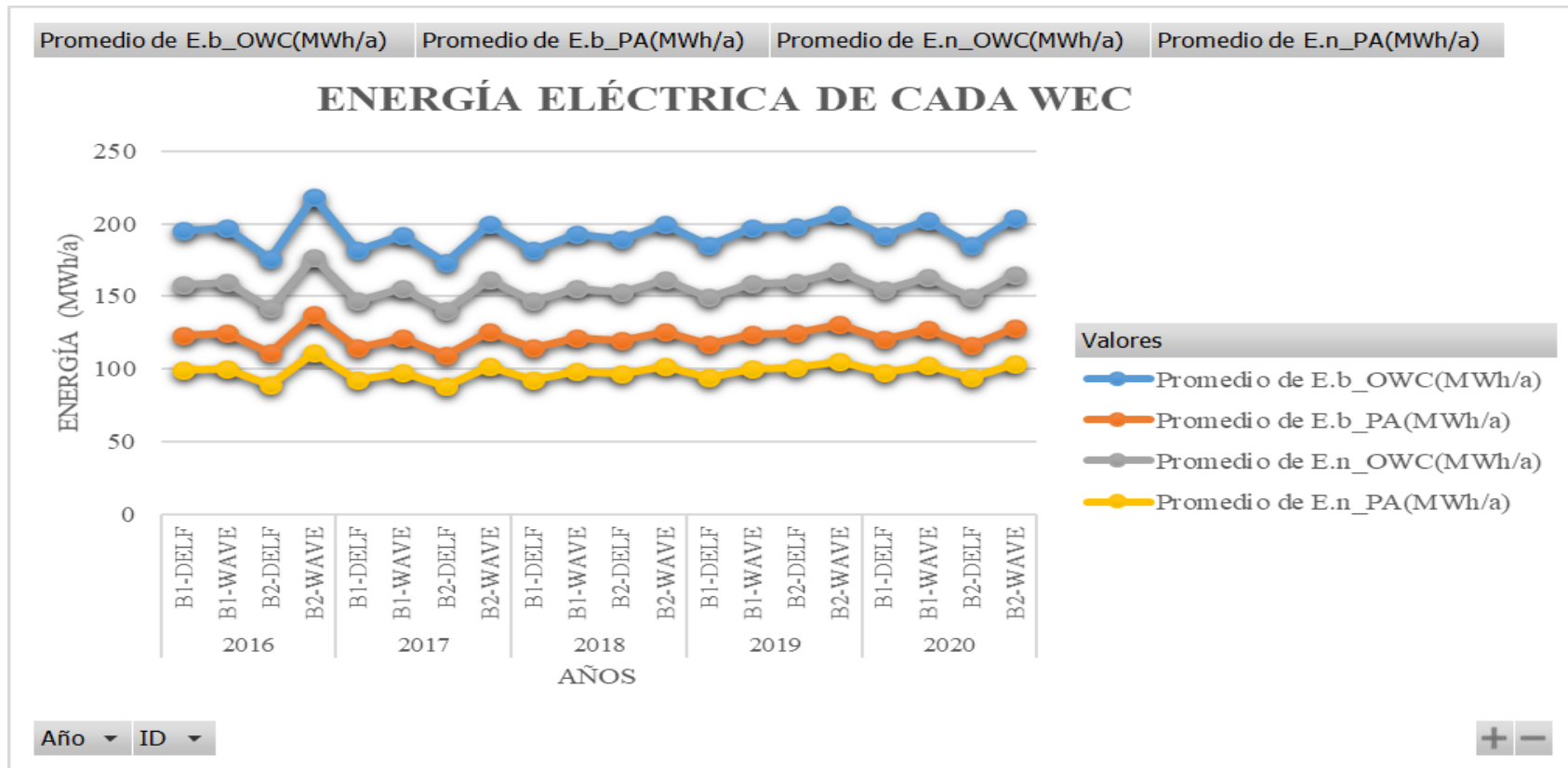
En definitiva, la simulación matemática permite proyectar la salida del potencial undimotriz, mediante los parámetros espectrales como la altura significativa y el periodo de la ola, que sirve para aplicarlo en diferentes sitios específicos del perfil costero de Santa Elena, lo cual coincide con un oleaje irregular, es importante destacar que los análisis se basan en escenarios ideales por lo que se asume solo un frente de ola, ya que, la aplicación práctica de un prototipo real del convertidor OWC o PA, queda fuera del alcance de la investigación.

Figura 13. Producción energética por WEC



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Eficiencia energética por WEC



Fuente: Elaboración Propia

3.5. Factibilidad ambiental de la energía undimotriz.

La energía undimotriz es un recurso renovable, considerada una energía limpia para el ecosistema, es libre de las emisiones del dióxido de carbono, para el análisis ambiental sobre la tecnología marina de los WEC, se empleó la Matriz de Leopold, porque interacciona con aspectos principales con el medio-físico, biótico y socioeconómico. En base, a la metodología de Waverys y Delft3D de los parámetros espectrales a partir de los datos de Espinoza, et al. (2022), se integraron los resultados para esta investigación, lo cual se determinó el potencial energético y la conversión energética para cada tecnología undimotriz durante las 2 estaciones del año, influencia por las condiciones meteorológicas como los eventos ENSO.

Los factores analizados para la matriz se concentraron en el factor físico-ambiental que trato sobre la dinámica de las olas, el transporte y la erosión de los sedimentos, como la calidad del agua y el ruido. Otro factor es el biótico que trato sobre la afectación a las especies bentónicas, la ruta de los peces y aves marinas como la colonización de andamios artificiales. Por último, el factor socioeconómico que trato sobre el impacto a las actividades pesqueras artesanales, la oferta-demanda de empleo in situ, también del turismo y la percepción social.

La manera más eficaz que se utilizó esta matriz, se llevó a cabo un breve enlistado del número de interacciones de esta investigación según Leopold (1971):

- ✓ Las acciones que se enlistan en el eje horizontal para:
 - A. Modificación del régimen: modificaciones del hábitat, ruido y vibraciones.
 - B. Transformación del terreno y construcción: sitios, cables (onshore), líneas de transmisión, instalación WEC (OWC- costero: estructura de muro o cámara; PA-nearshore: fijación o anclas).
 - C. Explotación de recursos: dragado (anclaje y acceso).
 - D. Procesamiento: generación de energía.
 - J. Accidentes: falla operacional.

- ✓ Los factores que se enlistan en el eje vertical para:
 - A. Característica físicas y químicas: 1. Tierra: suelos; 2. Agua: oceánica; 3. Atmósfera: clima ENSO; 4. Procesos: erosión, deposición.
 - B. condiciones biológicas: 1. Flora: plantas acuáticas; 2. Fauna: organismos bénticos, peces y molusco, aves marinas.
 - C. Factores culturales: 2. Recreación: pesca, navegación, turismo; 3. Interés estético y humano: vistas escénicas, diseño del paisaje, especies o ecosistemas únicos. 4. Aspectos culturales: patrones culturales, empleo local; 5. Facilidades y actividades humanas: actividades pesqueras.
 - D. Relaciones ecológicas: salinización del terreno, aumento de vegetación

La identificación de las acciones y factores más específicos que sean representativos para cuantificar el impacto ambiental, los valores de magnitud e importancia en base a los rangos de intensidad media a baja, con afectación puntual o local, y durabilidad temporal, media o permanente según la acción. Por otra parte, el producto “ $P=(M*I)$ ” se obtiene una medida ajustada que faculta la priorización de impactos para la implementación de los WEC: Columna de Agua Oscilante y Absorbedor Puntual, lo cual permitió plantear posibles planes de mitigación y de contingencia, acorde los resultados finales sobre las condiciones oceanográficas de la Bahía de Santa Elena como la energía neta de cada dispositivo, la relación con el ENSO y las dos estaciones del año.

Se visualiza en la siguiente tabla 14 de la matriz de Leopold simplificada que ha sido ajustada a la presente investigación:

Tabla 14. Matriz de Leopold Simplificada

Clasificación del Impacto (MxI)			ACCIONES DE LA INVESTIGACIÓN														EVALUACIÓN	
Rango	Descripción		Instalación OWC_ costero (estructura de muro / cámara)		Instalación PA_ nearshore (fijación / anclas)		Lineas de transmisión / cables (onshore)		Dragado / anclajes / acceso		Generación de energía - WEC		Fallo operacional		Impacto del agregado			
1 a 75	Leve (+) o (-)																	
76 a 150	Moderado (+) o (-)																	
151 a 225	Alta (+) o (-)																	
	n° de impacto + n° de impacto -																	
FACTORES AMBIENTALES			M/I	P	M/I	P	M/I	P	M/I	P	M/I	P	M/I	P	(+/-)			
FISICOS	Agua	Calidad / turbidez	-3/3	-9	-2/3	-6	-2/3	-6	-4/4	-16	6/6	36	-4/5	-20	1/5	-21		
	Atmósfera	Clima-ENSO	-1/3	-3	-1/3	-3	1/1	1	-1/4	-4	5/6	30	-1/3	-3	1/5	18		
	Proceso	Erosión / sedimentación	-3/4	-12	-2/3	-6	-2/3	-6	-4/5	-20	3/6	18	-4/5	-20	1/5	-46		
BIOLÓGICOS	Fauna	Organismos bénticos	-3/3	-9	-3/3	-9	-2/3	-6	-4/4	-16	2/4	8	-3/4	-12	1/5	-44		
		Pesces y moluscos	-2/4	-8	-3/2	-6	-2/2	-4	-3/4	-12	2/5	10	-2/4	-8	1/5	-28		
		Aves marinas	-2/2	-4	-1/2	-2	1/1	1	-2/3	-6	3/5	15	-2/3	-6	2/4	-2		
CULTURALES	Recreación	Pesca / navegación / turismo	-2/3	-6	-1/3	-3	-2/3	-6	-3/4	-12	4/6	24	-3/5	-15	1/5	-18		
	Cultural	Empleo local	5/6	30	4/5	20	4/5	20	3/6	18	6/6	36	1/4	4	6/0	128		
	Estético	Vistas escénicas / diseño del paisaje	-3/5	-15	-2/4	-8	-1/3	-3	-3/4	-12	4/6	24	-3/5	-15	1/5	-29		
EVALUACIÓN		Promedio (+/-) Impacto del agregado	1/8	-36	1/8	-23	3/6	-9	1/8	-80	9/0	201	1/8	-95		-42		

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados principales de la matriz:

- ✓ Generación de energía es altamente positivo (+201) a nivel local y permanente, nos indica que favorece a la transición energética, lo que implica el reemplazo de los combustibles fósiles, por ende, a la disminución de los gases de invernadero.
- ✓ Empleo local es moderadamente positivo (+108) con una denotación directa a un efecto socioeconómico, ya que se crean nuevos puestos laborales en construcción e instalación de los dispositivos, con el respectivo monitoreo y mantenimiento, este impacto es temporal con tendencia a permanente si el sistema opera de manera sostenible con el medio ambiente.
- ✓ Clima (ENSO) es un impacto levemente positivo (+18), promueve el monitoreo climático, ya que se adapta a las condiciones del ENSO y favorece a la resiliencia de en la fase neutral o de invierno. Acabe recalcar que esta tecnología no altera las condiciones climáticas, al contrario, aporta a la reducción de los cambios atmosféricos.
- ✓ Fallo operacional es un impacto moderadamente negativo (-95) que se asocia a daños estructurales del dispositivo, puede ser una falla temporal si es controlada mediante el plan de contingencia o puede ocasionar un riesgo severo.
- ✓ Dragado / anclaje / acceso obtienen un impacto negativamente moderado (-80), ya que altera el fondo marino y se genera turbidez, afectando a los organismos bentónicos, peces o molusco, puede ser temporal, si se considera las acciones de mitigación especialmente en el verano que posee una baja energía lo que permite la reposición del sustrato.
- ✓ Erosión / sedimentación es un impacto moderadamente negativo (-46) que proviene de los cambios en el patrón del oleaje in situ, ya que, se acumula arena alrededor de los WEC, por lo que requiere un plan de mitigación en base a un control morfo-dinámico.

Cabe mencionar, que estos resultados contribuyen a la sostenibilidad de la investigación sobre la factibilidad ambiental de los dispositivos undimotrices y a la diversificación de la matriz energética en la costa de Santa Elena, aplicando adecuadamente las medidas de mitigación para proteger el medio ambiente.

Las instalaciones de los convertidores de energía manifiestan un umbral levemente negativo que comprende los factores mencionados, en este caso, el “OWC” posee gradualmente una crecida en su impacto que “PA”, debido a la interacción con el fondo oceánico, la dirección del oleaje y un tamaño notable es su estructura fija por la cercanía al perfil costero.

Es importante mencionar las posibles medidas de mitigación y plan de contingencia:

- ✓ Al instalar los WEC se deben realizar cuando este en bajamar y condiciones neutrales climáticas y oceanográficas, sin un dragado intensivo, y el respectivo uso de anclajes pero con un impacto menor, llevar a cabo, únicamente con inspección ambiental para la ejecución de los dispositivos; como enterrar las líneas de transmisión con los cables submarinos y el respectivo protector en sus ductos, incluir la señalización con boyas; la mitigación dirigida al dragado puede tratar de reducir el volumen, para controlar la turbidez, de ese modo, se evita la acumulación de los sedimentos en la instalación, luego es necesario la restauración del mismo.
- ✓ En cuanto a la generación de energía es necesario la gestión participativa local, para fomentar la nueva fuente energética que beneficia a las comunidades aledañas a la costa, y con ello, aporta a la disminución de las emisiones de CO₂. No obstante, la infraestructura de la OWC es inaudible tener presente que el diseño respete el entorno, evitando sitios que embelesan a los turistas del paisaje costero.
- ✓ Para continuar, el fallo operacional es imprescindible contar con un plan de contingencia que se establezca las respuestas inmediatas ante cualquier adversidad, como sensores de alertas temprana, una desconexión segura del sistema de la tecnología undimotriz, para la represión de derrames (ejemplo: aceite), y la fiscalización submarina de posibles estructuras dañadas y con mantenimiento provisorio para cierto periodo de tiempo debido a la influencia de las estaciones del año, y los fenómenos climáticos. Contar con pólizas de cumplimiento ambiental y económica para soluciones rápidas.

Finalmente, el valor total de la evaluación ambiental fue de -42 de la matriz de Leopold que refleja una tendencia equitativa, es decir con efecto moderado y mitigable, porque los beneficios energéticos y socioeconómicos indemnizan parcialmente los factores físicos procedentes de la parte constitutiva y operacional correspondiente a las afectaciones del dragado y las fallas técnicas que tiene repercusión local sobre las comunidades bentónicas. Aunque, este balance del proyecto representa favorablemente al desarrollo inicial de los WEC tanto para la Columna de Agua Oscilante como el Absorbedor Puntual, por lo tanto, es ambientalmente factible llevar a cabo en la Bahía de Santa Elena un proyecto de energía undimotriz, siempre que se efectúen las medidas de mitigación y los elaborados protocolos para el plan de contingencia ante cualquier emergencia o situación tanto interna como externa, con los programas de monitoreo constante y la compensación ecológica. También se incluye el fortalecimiento del manejo del factor estético para mejorar el atractivo turístico, promoviendo la generación de energía limpia en el litoral ecuatoriano.

CONCLUSIONES

Dentro de las energías oceánicas, se encuentra la energía undimotriz que es el enfoque de esta investigación, el cual tiene un alto potencial para aprovechar el movimiento del agua, debido a la disponibilidad de este recurso, a su vez, es una opción ambientalmente sostenible, aunque posee una limitante y se refiere a los avances tecnológicos.

Mediante los modelos Waverys y Delft-3D de los parámetros espectrales dentro del periodo 2016 – 2020, se obtuvo un análisis hidrodinámico del movimiento irregular del oleaje, lo cual se demostró un potencial energético promedio entre 3,805 y 4,038 kW/m para el sitio B-1 en Olón, entre 3,79 y 4,23 kW/m para el sitio B-2 en Ayangue, se evidenció que en la fase neutral del ENSO y en la estación invernal concurre la mayor producción de energía, lo que favorece a la conversión energética de los dispositivos undimotrices.

Entre los dispositivos evaluados, la tecnología OWC registró un promedio entre Wave-Delft de una energía neta anual de 154,83 MWh/a para la localidad de B1, y 157,436 MWh/a para la localidad de B2, con una utilidad con mayor en la estabilidad de la producción energética, superando a la tecnología PA, donde la energía no alcanza los 100 MWh/a en ambas ubicaciones, debido a la sensibilidad de las variantes de Hs y Te, aunque en el ámbito ambiental tiene un menor impacto con el escenario turístico. Por ende, ambos sistemas definen una factibilidad técnica suplementaria en los escenarios oceanográficos de la Bahía de Santa Elena.

La matriz de Leopold adaptada a la ciencia aplicada marina acerca de la tecnología undimotriz, lo cual se reconoció los principales impactos ambientales tanto los efectos positivos que corresponde a la generación de energía (limpia para el ecosistema), mayor empleo local; y los efectos negativos como el dragado, la erosión/sedimentación y el fallo operacional. La evaluación del impacto del agregado obtuvo un valor general de -42, que representa un leve impacto negativo, esto demuestra que la investigación es compatible con la factibilidad ambiental, ya que los impactos son controlables, siempre que se aplique las medidas de mitigación y el respectivo plan de contingencia. En definitiva, favorece a la diversificación de la matriz energética en el Ecuador, la reducción de los gases de invernaderos y a la economía del perfil costero.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos del potencial energético undimotriz en la costa de Santa Elena, es fundamental incentivar la recolección sistemática de datos oceanográficos para la aplicación neta de la generación de energía, simultáneamente, se recomienda orientar las futuras investigaciones a diseñar un prototipo de convertidor OWC y PA, que garanticen la durabilidad con materiales de alta resistencia, con resiliencia ante un oleaje inusual, contemplando los costos de mantenimiento.

Incorporar protocolos y marcos regulatorios dentro de una estrategia nacional con respecto a las energías renovables marinas, en coordinación con entidades públicas y privadas, como el Ministerio de Energía y Minas, MAATE, INOCAR, e impulsar a las universidades para proseguir con la investigación del aprovechamiento undimotriz en las costas del Ecuador.

Gestionar un seguimiento continuo en la instalación de estos dispositivos, de instaurar el plan de manejo ambiental, y ejercer las medidas de mitigación, además, ajustar los planes de contingencia y fortalecer la gestión de riesgo, de ese modo, cada etapa del proyecto tendrá un leve impacto en cualquier factor ambiental, minimizando la huella ecológica.

Por último, se sugiere promover la integración de la tecnología undimotriz con otros recursos renovables de fuentes naturales ilimitadas, con la finalidad de mejorar la eficiencia energética, estabilidad financiera a largo plazo, y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

REFERENCIAS

- L. Agencia Internacional de las Energías Renovables. (s.f.). “Las energías renovables marinas: Impulsan la economía azul”.
- Abad, C. M. (2013). Las energías renovables marinas y la riqueza potencial de los océanos: ¿Un mar de dudas o un mar de oportunidades? 102-103.
- Acle Mena, R. S., Santos Díaz, J. Y., & Herrera López, B. (2020). La gastronomía tradicional como atractivo turístico de la ciudad de Puebla, México. *Rev.investig.desarro.innov.*, 10(2), 237-248.
doi:10.19053/20278306.v10.n2.2020.10624237
- Acuerdo de Paris. (2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Aderinto, T., & Li, H. (Noviembre de 2019). Review on Power Performance and Efficiency of Wave Energy Converters. *12(22)*, 4329. *Energies*.
doi:<https://doi.org/10.3390/en12224329>
- Agencia Internacional de las Energías Renovables. (s.f.). “Las energías renovables marinas: Impulsan la economía azul”.
- Araújo Pereira, G., & de Sevilha Gosling, M. (2017). LOS VIAJEROS Y SUS MOTIVACIONES Un estudio exploratorio sobre quienes aman viajar. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(1), 62-85. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180749182004>
- Arbolea, J. C.-b. (2014). Arbolea, J. C. *Board*. Obtenido de <http://www.gastronomyfoodscience.com/editorial-board/>
- Arias Gómez, J., Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (abril-junio de 2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Armijos, Bustamante, & Iñiguez, C. (2019). Percepción del turista sobre el servicio de alimentos y bebidas. Sitio, Playa Bajoalto, Cantón El Guabo, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 15(1), 93-101.

- Arnandis, R. (2019). ¿Qué es el desarrollo Turístico? Un análisis Delphi a la Academia Hispana. *Cuadernos de Turismo*(43), 39-68.
doi:<http://dx.doi.org/10.6018/turismo.43.02>
- Asencio, P. L. (2017). *El Turismo Gastronómico como generador de empleos en la Comuna Libertador Bolívar, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, año 2016*. Recuperado el 20 de 11 de 2020, de repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4121/1/UPSE-THT-2017-0002.pdf
- Babarit, A., & al.et. (2016). *Numerical modeling of wave energy converters* (Vol. 16). (F. Matt, Ed.)
- Banco Central del Ecuador. (2018). *Rendición de cuentas 2018*. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/Informe-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas-2018-MINTUR.pdf>
- Barragán Escandón, E., Zalamea León, E., Terrados Cepeda, J., & Vanegas Peralta, P. (Enero de 2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. *45(134)*, 259-277. EURE (Santiago). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612019000100259&script=sci_arttext
- Bedregal, P., Besoain, C., Reinoso, A., & Zubarew, T. (2017). La investigación cualitativa: un aporte para mejorar los servicios de salud. *Rev Med Chile*(145), 373-379. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000300012&lng=es&nrm=iso
- Beltrán Bueno, M. Á., & Parra Meroño, M. C. (enero-junio de 2017). Perfiles turísticos en función de las motivaciones para viajar. *Cuadernos de Turismo*(39), 41-65. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39851043002>
- Bormann, A. (1930). Doctrina del turismo: un plano de planta. Sociedad de ayudas para la enseñanza de las ciencias del transporte en d. Reichsbahn alemán. . *Deutschen Reichsbahn*.
- Boullón, R. (2006). Planificación del espacio Turístico. 3ra.ed. México: Trillas.

- Budar, K. F. (1975). A resonant point absorber of ocean-wave power. *Nature*, 256, 478–479.
- Cadena Iñiguez, P., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., Salinas Cruz, E., de la Cruz Morales, F. d., & Sangerman Jarquín, D. M. (septiembre-noviembre de 2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1603-1617. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>
- Calero, R., Gonzáles, J., & Padrón, J. (s.f.). Energía. Obtenido de http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/energia_p/le_11guiad.html
- Carvache Franco, M., Carvache Franco, W., & Torres Naranjo, M. (2017). ANÁLISIS DE SATISFACCIÓN. La gastronomía de Samborondón - Ecuador. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(3), 731-745. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180752116013>
- Castillo Canalejo, A. M., & Sánchez Cañizares, S. M. (2017). DESARROLLO TURÍSTICO EN CABO VERDE EN BASE AL TURISMO COMUNITARIO. Actitudes de los residentes. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(3), 644-661. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180752116008>
- Castro Rodríguez, C., González Roca, I., Marsinyach Ros, M. I., Sánchez Luna, M., & Pescador Chamorro, M. I. (2020). Encuesta de satisfacción sobre atención hospitalaria tras el nacimiento y seguimiento al alta del recién nacido sano. *An Pediatr*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.08.006>
- Castro, T., & Marcano. (2016). Ecoturismo y Geoturismo: alternativas estratégicas para la promoción del turismo ambiental sustentable venezolano. *de Investigación*, 40(88), 202-228. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376147131011.pdf>
- Cendán Carracedo, N. (Julio de 2017). Estudio de la viabilidad de un parque con energía undimotriz en Galicia comparando diversos convertidores de olas. España: Universidade da Coruña. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143423652.pdf>

- CIIFEN. (2022). *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*.
Obtenido de <https://ciifen.org/el-nino-la-nina-ciifen/>
- CNEL EP. (Octubre de 2024). Actualización Plan Estratégico 2021 - 2025. *PLAN ESTRATÉGICO CNEL EP*. Ecuador. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACTUALIZACION-PLAN-ESTRATEGICO-CNEL-EP-2021-2025.pdf>
- COES. (s.f.). *Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional*.
Obtenido de <https://www.coes.org.pe/>
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Ecuador. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Convenio sobre Diversidad Biológica. (1995). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/CONVENIO-SOBRE-DIVERSIDAD-BIOLOGICA.pdf>
- Corona Lisboa, J. (febrero de 2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *Medisur*, 14(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000100016&lng=es&nrm=iso
- Cruz, J. (2008). *Ocean wave energy: current status and future perspectives*. United Kingdom: Springer Science & Business Media. doi:10.1007/978-3-540-74895-3
- Daza, J. L., Imítola, J. D., & Silvera, J. M. (Diciembre de 2018). Energía undimotriz, principio y aprovechamiento. *RenovaT*, 1(39-47).
doi:<https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3431/3910>
- de la Cuesta Benjumea, C. (Jul-Sep de 2015). LA CALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: DE EVALUARLA A LOGRARLA. *Florianópolis*, 24(3), 883-890. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0104-070720150001150015>

- Deltares. (2019). DELFT3D -WAVE. *User Manual*. Hydro-Morphodynamic. Version 3.05.
- Drew, B., Plummer, A. R., & Sahinkaya, M. N. (2016). A review of wave energy converter technology. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 223(8), 887-902.
doi:10.1243/09576509JPE782
- Elías, X., & Bordas, S. (2011). *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*.
- Espinosa Espinoza, M. R. (Junio de 2018). Aprovechamiento de la energía de las olas con fines de generación de energía eléctrica. Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/7653/FIC-L-2018-0930.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinoza Villacís, E., González Muñoz, R., Martillo Bustamante, C., & Saltos Andrade, I. (2 de Diciembre de 2022). Modelado y análisis de la transformación del oleaje en la Bahía de Santa Elena-Ecuador en el período 2016-2020. *5(1)*, 11-32. Ecuador: Acta Oceanográfica del Pacífico.
doi:<https://doi.org/10.54140/raop.v3i2.64>
- Espinoza, Martínez, Ortiz, & Vizcarra. (2016). Motives for food choice of consumers in Central México *Br Food J.*, 1(18), 2744-2760.
doi:<http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-04-2016-0143>
- Falcão, A. (Abril de 2010). Wave energy utilization: A review of the technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 899-918.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.003>
- Falnes, J. (Octubre de 2007). A review of wave-energy extraction. *Marine Structures*, 20(4), 185-201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2007.09.001>
- Fernández Chozas, J. (2012). *Energía undimotriz: Una aproximación al aprovechamiento de la energía de las olas para la generación de electricidad*. Lambert Academic Publishing.

- Fernández Sánchez, L., Rodríguez Cotilla, Z., Pozo Rodríguez, J. M., & Espinosa Manfugás, J. M. (2016). Estrategias para el Fortalecimiento del Turismo Gastronómico en el Cantón Pastaza, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 118-136.
- Fernández, Rodríguez, Pozo, & Espinosa. (2016). Estrategias para el fortalecimiento del Turismo Gastronómico en el Cantón Pastaza, Ecuador. *Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 118-136. Obtenido de Dialnet-
EstrategiasParaElFortalecimientoDelTurismoGastrono-5761082%20(1).pdf
- Figueredo Guerrón, C. A., & Quevedo Orjuela, F. E. (2022). Evaluación de la energía undimotriz como una alternativa sustentable para alimentación de un sistema de levantamiento artificial en una plataforma semisumergible. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de América. Obtenido de
<https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e0c2686-ae00-47c5-bdbe-2b585582b7f5/content>
- Franco Jubete, F. (2018). PATRIMONIO GASTRONÓMICO Y TURISMO. *PITTM*(89), 303-309.
- Fusté Forné, F., Medina, F. X., & Mundet i Cerdan, L. (2020). La Proximidad de los Productos Alimentarios: Turismo Gastronómico y Mercados de Abastos en la Costa Daurada (Cataluña, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 76, 213-231. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-340220200002000213>.
- Gabriel Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación°. *J. Selva Andina Res. Soc.* , 8(2). Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008&lng=es&nrm=iso>.
- García, S. C. (2006). *Cocina casera*. Obtenido de <https://cocina-casera.com/cocina-criolla-que-es-y-platos/>
- Gómez, M. B. (2017). Retos del turismo español ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas*, 31-47.
doi:[HTTPS://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.02](https://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.02)

- Guelmes Valdés., E. L., & Nieto Almeida, L. E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Revista Universidad y Sociedad* , 7(2), 23-29. Obtenido de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Gutiérrez, C. (2016). La cocina tradicional kumiai de enseñada, México: un análisis teórico sobre globalización y cultura alimentaria. *Multidisciplina*(23), 100-119. Obtenido de <http://revistas.unam.mx/index.php/multidisciplina/art>
- Hernán García, M., Lineros González, C., & Ruiz Azarola, A. (2020). Cómo adaptar una investigación cualitativa a contextos de confinamiento. *Gac Sanit.* doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.06.007>
- Hernández, & Dancausa. (2018). Turismo Gastronómico La gastronomía tradicional de Córdoba (España) Estudios y Perspectivas en Turismo,. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 27(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1807/180755394013/html/index.html>
- Hernández, Di-Clemente, & López. (2015). El turismo gastronómico como experiencia cultural. El caso práctico de la ciudad de Cáceres (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(68), 407-427. doi:ISSN: 0212-9426
- Hernández, Tamayo, Castro, & Muñoz. (2016). Tendencias gastronómicas predominantes en la producción de revistas científicas de Iberoamérica. *Ciencia Ergo Sum*, 23(1), 76-84. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10444319009>
- Hernández; Tamayo; Castro; Iberoamérica, Muñoz. (2016). Tendencias gastronómicas predominantes en la producción de revistas científicas de Iberoamérica. *Científicas de Iberoamérica*, 23(1), 76-84. doi:ISSN: 1405-0269
- Hjalager, A. M., & Richard, G. (2002). Demand for the gastronomy tourism product. Motivacional factors. In: *Tourism and Gastronomy. Routledge*,, 36-50.
- Holthuijsen, L. H. (2007). *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511618536>
- Huertas López, T. E., Pilco Segovia, E. A., Suárez García, E., Salgado Cruz, M., & Jiménez Valero, B. (2020). Acercamiento conceptual acerca de las modalidades del turismo y sus nuevos enfoques. *Universidad y Sociedad*, 12(2), 70-81.

Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000200070&lng=es&nrm=iso>

Huilcapi, Castro, & Jácome. (2017). Motivación: las teorías y su relación en el ámbito empresarial. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 311-333.

doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.2.311-333>

Hunziker, & Krapf. (1942). Plano de la educación turística general. *Universidad de Berna*.

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de INEC:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf

Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2025, de INOCAR: <https://www.gob.ec/inocar>

Iturralde Durán, C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 7-23. doi:<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>.

Iturralde, D. C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. . *Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 7-23. doi:<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>

Jaramillo Ordiales, 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. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://www.collegesidekick.com/study-docs/6038928>

Kamranzad, B., & Lin, P. (2020). Sustainability of wave energy resources in the south China sea based on five decades of changing climate. *Energy* 210. doi:118604. doi:10.1016/j.energy.2020.118604

Kowszyk, & Rajiv. (2018). Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC . *Perspectivas Económicas Birregionales*, 162-175. doi:10.12858.1018ES

- Larousse. (2021). *Cocina criolla*. Obtenido de <https://laroussecocina.mx/palabra/cocina-criolla/>
- Lemoine, Castellanos, Hernández, Zambrano, & Carvajal. (2018). Análisis de los atractivos y recursos turísticos del cantón San Vicente, Ecuador,. *Retos de la dirección*, 12(2), 133-148. Recuperado el 27 de 11 de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v12n2/rdir07218.pdf>
- León Lira, M. d. (Noviembre de 2021). Evaluación de los impactos ambientales de tecnologías de generación de energía a partir del océano a través del enfoque de ciclo de vida. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/b0069963-fbbb-48af-a7ce-4cb952cb4048/content>
- León, S. L. (2019). Tendencias actuales de la economía y su influencia sobre la teoría del consumidor. *100-cS*, 1-33. Obtenido de <http://100cs.cl/gallery/4%20v%205%20n%201%202019%20100cs.pdf>
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. E. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Washington, D. C.: U.S. Geological Survey Circular 645.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Basley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. *USGS: U.S. Geological Survey*. Obtenido de [10.3133/cir645](https://doi.org/10.3133/cir645)
- Ley de Gestión Ambiente. (10 de Septiembre de 2004). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Llano, F. A. (2017). Gastronomía, turismo y potencialidades territoriales: el plato minero y la salazón, bases para el turismo alimentario en Nemocón. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 26(2), 295-306. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281852304016>

- Loaiza, T. J. (2018). Del ciclo de vida del producto al ciclo de vida del cliente: Una aproximación hacia una construcción teórica del ciclo de vida del cliente,. *Investigación & Negocios*, 11(18), 100-110. doi:2521-2737
- Lopez, Carabias, & Díaz. (2017). Ofertas gastronómicas. Madrid, España: Paraninfo S.A.
- López, I., Andreu, J., Ceballos, S., Martínez de Alegría, I., & Kortabarría, I. (Noviembre de 2013). Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 413-434.
- Madrazo Miranda, M. (2005). Algunas consideraciones en torno al significado de la tradición. *Coatepec*(9), 115-132. Obtenido de <http://www.redalyc.org:9081/home.oa?cid=18176018> ,
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation". *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Mejía, J. (2015). CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LARGO PLAZO EN ANTIOQUIA, COLOMBIA: ESTIMACIÓN DEL PIB, 1800-1913. *Cuadernos de Economía*, XXXIV(66), 507-544. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282138247003>
- Mejía, M. O., Franco, W. C., Franco, M. C., & Flores, F. Z. (2017). Perfil y Preferencias de los Visitantes en Destinos Con Potencial Gastronómico: Caso ‘Las Huecas’ de Guayaquil [Ecuador]. *Rosa dos Ventos*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.18226/21789061.v9i2p200>
- Ministerio de Energia y Minas. (2020). *ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCION ELECTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES*. Ecuador. Obtenido de <https://www.rekursyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
- Ministerio de Turismo Ministerio de Turismo (MINTUR). (2019). *Programas y Servicios: Direccion de Inversión Turística*. Obtenido de <https://ecuadorec.com/ministerio-de-turismo-www-turismo-gob-ec/>

- MINTUR. (2018). *Turismo ecuatoriano creció un 11 por ciento en 2018*. Obtenido de www.turismo.gob.ec:https://www.turismo.gob.ec/el-turismo-ecuatoriano-crecio-un-11-en-2018
- MINTUR. (2019). *Ministerio de Turismo del Ecuador. El Plan Nacional de turismo 2030*. Obtenido de https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/PLAN-NACIONAL-DE-TURISMO-2030-v.-final-Registro-Oficial-sumillado-comprimido_compressed.pdf
- MINTUR. (2018). *Mapa gastronómico del Ecuador*. Obtenido de <https://files.goraymi.com/2020/04/01/60d71579ff1651d857a1a6c8f25af41c.pdf>
- Molina, S. (1994). El marco del turismo: hacia una definición de turismo, turismo e industria turística. *Annals of Tourism Research*, 390-407. doi:[https://doi.org/10.1016/0160-7383\(79\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0160-7383(79)90003-3)
- Monroy Ceseña, M. A., & Urcádiz Cázares, F. J. (2019). Calidad en el servicio y su incidencia en la satisfacción del comensal en restaurantes de La Paz, México. *Investigación administrativa*, 48(123). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456057665005>
- Mora Pisco, L. L., Díaz Rodríguez, N. P., & Vergara Cevallos, D. A. (octubre-diciembre de 2018). El turismo en la matriz productiva de Ecuador: resultados y retos actuales. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 255-262. Obtenido de <http://rus.ucf.edu.cu/index>
- Moratt, Zapata, & Messenger. (2015). Conceptualización de ciclo vital familiar: una mirada a la producción durante el período comprendido entre los años 2002 a 2015. *CES Psicología*, 8(2), 103-121. doi:2011-3080
- Mordecki, G., & Ramírez, L. (enero-marzo de 2018). ¿Qué es lo primero: el crecimiento del PIB o la inversión? El caso de una economía pequeña y abierta. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, LXXXV (1)(137), 115-136. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2018000100115
- Muñoz Fernández, G. A., Uribe Lotero, C. P., Pérez Gálvez, J. C., & Ríos Rivera, I. C. (jul-sep de 2017). Festivales Gastronómicos y Turismo en Latinoamérica. El

Festival Raíces de Guayaquil, Ecuador. *Revista Rosa dos Ventos – Turismo e Hospitalidade*, 9(3), 356-376.

doi:<http://dx.doi.org/10.18226/21789061.v9i3p356>

Naranjo, A. N., & Leones. (2018). La Gastronomía. Atractivo Turístico en Crecimiento en la ciudad de Colombia. *Original*, 24(65), 105-115. Obtenido de <https://revistas.ujat.mx/index.php/hitos/article/view/2509/1921>

Navarrete Torres, M. d., & Muñoz Aparicio, C. G. (2018). TURISMO GASTRONÓMICO: SABOR Y TRADICIÓN. *Journal of Tourism and Heritage Research*, 1(3), 23-40. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7400807>

Navarro, D. (2015). Recursos turísticos y atractivos turísticos: conceptualización, clasificación y valoración. *Cuadernos de Turismo*,(35), 335-357. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/398/39838701014.pdf>

Neira Vergara, M. L., & Roque Ruiz, J. S. (2020). Generación undimotriz para mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa costanera- Huanchaco. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23955/Neira%20Vergara%20Maria%20Luisa%20-%20Roque%20Ruiz%20Jhonatan%20Steven.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oliveira, S. (2012). La gastronomía como atractivo turístico primario de un destino. El Turismo Gastronómico en Mealhada-Portugal,. *Estudios y Perspectivas en Turismo*,, 20(3), 738-752. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1870-9036201800020015100021&lng=en

Olmo, G. (29 de Junio de 2023). *BBC: British Broadcasting Corporation*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/articles/cd1kmk9xv7zo>

Operador Nacional de Electricidad. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2025, de CENACE: <https://www.cenace.gob.ec/>

Ordoñez-Saca, B. E.-A.-C.-M.-M.-T. (24 de Julio de 2025). A Dynamic Analysis of Oscillating Water Column Systems: Design of a 16 kW Wells Turbine for

Coastal Energy Generation in Ecuador. *13*(8), 2349.
doi:<https://doi.org/10.3390/pr13082349>

Organización Mundial de la Salud. (9 de Noviembre de 2023). *El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/el-nino-southern-oscillation-\(enso\)#:~:text=Generalidades,predominantes%20de%20este%20a%20oeste.](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/el-nino-southern-oscillation-(enso)#:~:text=Generalidades,predominantes%20de%20este%20a%20oeste.)

Orlandini González, I. E., Paco Janco, P. L., & Torricos Ponce, P. F. (2019). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA INDUSTRIA HOTELERA UN ANÁLISIS EN DOS CIUDADES PATRIMONIALES DEL SUR DE BOLIVIA. *Revista Investigación y Negocios*, *12*(19), 36-45. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372019000100005

Ortiz, & Peralta. (2019). El Turismo de sol y playa: Impacto turístico en los ecosistemas de la comuna Ayangue, para mejorar la gestión de la actividad turística en la provincia de Santa Elena. *Científica y Tecnológica*, *6*(2), 82-90.
doi:10.26423/10.26423/rctu.v6i2.4

Ortiz; Peralta. (2019). El Turismo de sol y playa: Impacto turístico en los ecosistemas de la comuna Ayangue, para mejorar la gestión de la actividad turística en la provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, *6*(2), 82-90. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/494/447>

Panosso, & Lohman. (2012). Epistemología del turismo. Teoría del Turismo: Conceptos, modelos y sistemas. México : Trillas. .

Perdomo Idárraga, A. J., Diaz, H., & Palacios, J. (12 de Diciembre de 2018). Viabilidad técnica de tecnologías para aprovechamiento de la energía undimotriz en la costa del pacifico colombiano. *15*(1), 286-301. Colombia: Avances: Investigación en Ingeniería. doi:<https://doi.org/10.18041/1794-4953/>

Petroni, R. (2005). Hidráulica marítima y de estuarios. Buenos Aires : Dunken.

- Pinargote, J. (25 de Abril de 2025). Impacto del Petróleo en la Economía Ecuatoriana. Equinoccio Digital. Obtenido de <https://equinocciodigital.com/petroleo-dependencia-ecuador-crisis/>
- Piza Burgos, N. D., Amaiquema Marquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*, 15(70), 455-459. Obtenido de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Plan Nacional de Energía Renovable y Eficiencia Energética del Ecuador. (13 de Septiembre de 2018). *MEE (2016-2035)*. Obtenido de <https://www.undp.org/es/ecuador/publicaciones/plan-nacional-de-energia-renovable-y-eficiencia-energetica-del-ecuador-mee>
- Ponce, D. M. (s.f.). La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. Obtenido de https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
- Portillo Juan, N., Negro Valdecantos, V., Esteban, M., & López Gutiérrez, J. S. (8 de Febrero de 2022). Review of the influence of oceanographic and geometric parameters on oscillating water columns. (10), 2, 226. *Journal of Marine Science and Engineering*. doi:<https://doi.org/10.3390/jmse10020226>
- Portillo, G. (5 de Marzo de 2018). *Meteorología en red*. Obtenido de <https://www.meteorologiaenred.com/oleaje.html>
- Power Technology. (25 de Enero de 2021). Pelamis, World's First Commercial Wave Energy Project, Agucadoura. Agucadoura, Portugal. Obtenido de <https://www.power-technology.com/projects/pelamis/?cf-view>
- Prada Trigo, J., & Pesántez Loyola, S. (2017). SATISFACCIÓN Y MOTIVACIÓN EN DESTINOS CULTURALES: TIPOLOGÍA DE LOS TURISTAS ATRAÍDOS POR EL PATRIMONIO INMATERIAL EN CUENCA (ECUADOR). *Diálogo Andino - Revista de Historia, Geografía y Cultura Andina*(52), 77-91. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371351097008>
- Quintero, S. J. (2016). Sostenibilidad sociocultural del turismo: propuestas para el cantón Playas. Provincia del Ecuador. *Revista Espiga*, 15(31), 31-43. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467846264003>

- Ramírez, R. D. (07 de 03 de 2019). *Gastronomía*. Recuperado el 10 de 11 de 2020, de Santa Elena, destino gastronómico:
<https://ecuador.gastronomia.com/noticia/8754/santa-elena-destino-gastronomico>
- Reglamento Turístico de Alimentos y Bebidas. (2018). *Acuerdo Ministerial 53 Registro Oficial Edición Especial 575 de octubre 5 del 2018 Estado: Vigente*. Recuperado el 26 de 11 de 2020, de https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2018/11/Reglamento-de-alimentos-y-bebidas_OCTUBRE.pdf
- Reyes Pérez, O., Rivera González, J. G., & Castañeda Camacho, X. (2017). Destinos turísticos potenciales en el litoral del Pacífico Sur Occidental Mexicano: un diseño construido desde abajo. *El periplo sustentable*(32). Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90362017000100003&lng=es&nrm=iso>
- Reyes, Guerra, & Quintero. (2017). Educación en gastronomía: su vínculo con la identidad cultural y el turismo. *El periplo sustentable*, . *Scielo.*, 9(32). doi:ISSN 1870-9036
- Rodríguez Santos, R., & Chimbo Campuzano, M. (2017). Aprovechamiento de la energía Undimotriz en el Ecuador. (17), 23-28. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n17.2017.03>
- Romero, C. J. (2018). La gastronomía como atractivo turístico primario en el centro histórico de Quito. 3(11), 194-203.
doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n11.2018.813>
- Said, H. A., & Ringwood, J. V. (Octubre de 2021). “*Grid integration aspects of wave energy—Overview and perspectives*, 15(3045–3064), 14. *IET Renewable Power Generation*. doi:10.1049/RPG2.12179
- Sanchez Alvarado, M. A. (2015). ENERGÍA UNDIMOTRIZ EN EL PERÚ. Villa El Salvador, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2459993>
- Sánchez, & Ruano. (2018). Diseño de Productos y servicios turísticos locales HOTI0108. IC .

- Santiago Chávez, N. I., Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. A. (julio-septiembre de 2017). Actualidad y proyecciones de desarrollo del turismo internacional en Ecuador. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(3).
- Sosa Arguez, L. I., & Silvestre Campos, M. A. (Julio / Diciembre de 2018). Evaluación de la calidad de los servicios turísticos gastronómicos en los establecimientos de alimentos y bebidas de comida tradicional regional Colimota en Manzanillo, Colima. *El Periplo Sustentable*(35), 151 - 179. Obtenido de <http://rperiplo.uaemex.mx/>
- Suárez Cadena, J. M. (2024). Análisis comparativo de sistemas de conversión de energía de las olas en energía eléctrica para la aplicación en el Ecuador. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15822/2/04%20IEL%20033%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- The International Energy Agency (IEA)*. (2024). Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/renewables>
- Torres Oñate, F., Romero Fierro, J., & Viteri M., F. (2017). DIVERSIDAD GASTRONÓMICA Y SU APOORTE A LA IDENTIDAD CULTURAL. *Revista de Comunicación de la SEECI*.(44), 1-13.
doi:<http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2017.44.01-17>
- TOTAL ENERGIES. (18 de Febrero de 2020). *La energía y el desarrollo de la humanidad*. B2B News. Obtenido de <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/la-energia-y-el-desarrollo-de-la-humanidad>
- Troncoso Pantoja, C., & Amaya Placencia, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Rev. Fac. Med.* , 65 (2), 329-332. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Troncoso, P. C. (2011). Nutrición. *Educación*, 2(8), 124-136.
doi:[10.17533/udea.penh.v21n1a08](https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n1a08)

- Turismo, O. M. (2020). Guía para el desarrollo del turismo gastronómico. *OMT*, 54. doi:<https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284420995>
- VENTURA LEÓN, J. L., & BARBOZA PALOMINO, M. (2017). El tamaño de la muestra: ¿Cuántos participantes son necesarios en estudios cualitativos? *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 28(3). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=377653383009>
- Villa, R. (9 de Noviembre de 2024). *La energía de las olas*. España: Comarca. Obtenido de <https://exponav.org/blog/construccion-naval/energia-mareomotriz-energia-oceanica-procedente-de-corrientes-y-mareas/>

ANEXOS

Anexo 1. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B1-WAVE” entre 2016 al 2018.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	ι(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P_PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b_PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n_PA(MWh/a)
B1-WAVE	2016	Ene	0,76	12,53	254,00	245,13	19,56	9,78	3,551	725,989	19,706	12,427	172,626	108,864	139,396	87,907
B1-WAVE	2016	Feb	0,75	13,05	251,60	265,89	20,38	10,19	3,601	707,010	19,987	12,605	175,090	110,417	141,385	89,162
B1-WAVE	2016	Mar	0,84	14,00	244,56	306,02	21,86	10,93	4,846	886,873	26,897	16,962	235,622	148,590	190,265	119,987
B1-WAVE	2016	Abr	0,72	13,51	230,07	284,97	21,09	10,55	3,436	651,580	19,070	12,026	167,051	105,348	134,894	85,068
B1-WAVE	2016	May	0,79	13,61	228,05	289,20	21,25	10,62	4,167	784,435	23,128	14,585	202,601	127,766	163,600	103,171
B1-WAVE	2016	Jun	0,87	15,14	224,07	357,88	23,64	11,82	5,622	951,352	31,203	19,677	273,334	172,373	220,717	139,191
B1-WAVE	2016	Jul	0,84	13,06	224,35	266,30	20,39	10,20	4,521	886,873	25,092	15,823	219,802	138,614	177,490	111,931
B1-WAVE	2016	Ago	0,82	13,49	223,77	284,13	21,06	10,53	4,450	845,144	24,698	15,575	216,356	136,441	174,707	110,176
B1-WAVE	2016	Sep	0,86	13,67	223,78	291,76	21,34	10,67	4,960	929,608	27,529	17,361	241,154	152,079	194,732	122,804
B1-WAVE	2016	Oct	0,75	12,14	231,18	230,11	18,95	9,48	3,350	707,010	18,594	11,726	162,881	102,718	131,526	82,945
B1-WAVE	2016	Nov	0,74	12,50	247,08	243,95	19,52	9,76	3,358	688,282	18,638	11,754	163,269	102,962	131,839	83,142
B1-WAVE	2016	Dic	0,69	12,27	236,43	235,06	19,16	9,58	2,866	598,413	15,906	10,031	139,339	87,871	112,516	70,956
B1-WAVE	2017	Ene	0,63	12,53	255,34	245,13	19,56	9,78	2,440	498,866	13,541	8,539	118,621	74,806	95,786	60,406
B1-WAVE	2017	Feb	0,75	13,11	243,26	268,35	20,47	10,23	3,618	707,010	20,079	12,663	175,895	110,925	142,035	89,572
B1-WAVE	2017	Mar	0,74	13,67	232,11	291,76	21,34	10,67	3,673	688,282	20,382	12,854	178,551	112,599	144,180	90,924
B1-WAVE	2017	Abr	0,76	14,62	234,02	333,72	22,83	11,41	4,143	725,989	22,993	14,500	201,421	127,022	162,647	102,570
B1-WAVE	2017	May	0,82	13,73	224,21	294,33	21,44	10,72	4,529	845,144	25,138	15,853	220,205	138,868	177,816	112,136
B1-WAVE	2017	Jun	0,82	13,17	222,34	270,81	20,56	10,28	4,345	845,144	24,112	15,206	211,224	133,204	170,563	107,562
B1-WAVE	2017	Jul	0,84	14,49	218,80	327,81	22,62	11,31	5,016	886,873	27,839	17,556	243,869	153,791	196,924	124,186
B1-WAVE	2017	Ago	0,81	13,10	218,64	267,94	20,45	10,23	4,217	824,656	23,403	14,758	205,008	129,284	165,544	104,397
B1-WAVE	2017	Sep	0,77	12,47	222,61	242,79	19,47	9,73	3,627	745,220	20,131	12,695	176,351	111,212	142,403	89,804
B1-WAVE	2017	Oct	0,82	13,95	229,62	303,83	21,78	10,89	4,602	845,144	25,540	16,107	223,734	141,093	180,665	113,933
B1-WAVE	2017	Nov	0,76	12,98	229,05	263,05	20,27	10,13	3,678	725,989	20,414	12,874	178,826	112,773	144,402	91,064
B1-WAVE	2017	Dic	0,75	13,02	237,27	264,67	20,33	10,16	3,593	707,010	19,942	12,576	174,688	110,163	141,060	88,957
B1-WAVE	2018	Ene	0,69	12,72	251,80	252,62	19,86	9,93	2,971	598,413	16,490	10,399	144,449	91,094	116,643	73,558
B1-WAVE	2018	Feb	0,67	13,22	231,53	272,87	20,64	10,32	2,911	564,225	16,159	10,190	141,550	89,266	114,302	72,082
B1-WAVE	2018	Mar	0,66	13,54	225,93	286,24	21,14	10,57	2,894	547,508	16,059	10,128	140,681	88,718	113,600	71,640
B1-WAVE	2018	Abr	0,69	13,49	224,25	284,13	21,06	10,53	3,151	598,413	17,488	11,028	153,193	96,608	123,703	78,011
B1-WAVE	2018	May	0,78	13,94	225,99	303,40	21,76	10,88	4,161	764,702	23,093	14,563	202,293	127,572	163,352	103,015
B1-WAVE	2018	Jun	0,81	14,44	223,78	325,55	22,55	11,27	4,648	824,656	25,797	16,268	225,978	142,509	182,477	115,076
B1-WAVE	2018	Jul	0,83	13,23	220,91	273,28	20,66	10,33	4,471	865,883	24,817	15,650	217,393	137,095	175,545	110,704
B1-WAVE	2018	Ago	0,79	13,56	220,57	287,08	21,17	10,59	4,152	784,435	23,043	14,532	201,857	127,297	162,999	102,792
B1-WAVE	2018	Sep	0,87	14,42	221,84	324,65	22,51	11,26	5,355	951,352	29,719	18,741	260,335	164,175	210,221	132,572
B1-WAVE	2018	Oct	0,81	13,75	230,10	295,19	21,47	10,73	4,426	824,656	24,564	15,491	215,180	135,699	173,758	109,577
B1-WAVE	2018	Nov	0,85	13,06	225,73	266,30	20,39	10,20	4,629	908,115	25,692	16,202	225,066	141,934	181,741	114,611
B1-WAVE	2018	Dic	0,76	13,51	247,08	284,97	21,09	10,55	3,828	725,989	21,247	13,399	186,128	117,378	150,298	94,783

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B1-WAVE” entre 2019 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	t.(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B1-WAVE	2019	Ene	0,66	13,05	248,14	265,89	20,38	10,19	2,789	547,508	15,478	9,761	135,590	85,507	109,489	69,047
B1-WAVE	2019	Feb	0,66	12,59	244,15	247,48	19,66	9,83	2,691	547,508	14,933	9,417	130,811	82,493	105,630	66,613
B1-WAVE	2019	Mar	0,67	13,59	239,76	288,36	21,22	10,61	2,993	564,225	16,611	10,475	145,512	91,764	117,501	74,100
B1-WAVE	2019	Abr	0,71	13,35	230,76	278,26	20,84	10,42	3,302	633,606	18,324	11,556	160,519	101,228	129,619	81,742
B1-WAVE	2019	May	0,91	15,40	223,70	370,28	24,04	12,02	6,257	1040,844	34,724	21,898	304,181	191,826	245,626	154,900
B1-WAVE	2019	Jun	0,91	13,70	223,28	293,04	21,39	10,69	5,566	1040,844	30,891	19,481	270,603	170,650	218,512	137,800
B1-WAVE	2019	Jul	0,86	13,86	220,43	299,93	21,64	10,82	5,029	929,608	27,912	17,602	244,506	154,193	197,438	124,511
B1-WAVE	2019	Ago	0,85	13,32	224,09	277,01	20,80	10,40	4,721	908,115	26,204	16,525	229,547	144,759	185,359	116,893
B1-WAVE	2019	Sep	0,77	13,26	226,56	274,52	20,70	10,35	3,857	745,220	21,407	13,500	187,523	118,258	151,425	95,493
B1-WAVE	2019	Oct	0,85	12,72	227,43	252,62	19,86	9,93	4,509	908,115	25,024	15,781	219,207	138,239	177,010	111,628
B1-WAVE	2019	Nov	0,8	12,30	229,26	236,21	19,20	9,60	3,862	804,420	21,434	13,517	187,765	118,410	151,620	95,616
B1-WAVE	2019	Dic	0,7	12,59	246,19	247,48	19,66	9,83	3,027	615,884	16,798	10,593	147,147	92,795	118,821	74,932
B1-WAVE	2020	Ene	0,70	12,74	244,95	253,41	19,89	9,95	3,063	615,884	16,998	10,719	148,900	93,901	120,237	75,825
B1-WAVE	2020	Feb	0,71	13,09	240,63	267,53	20,44	10,22	3,237	633,606	17,967	11,331	157,393	99,257	127,095	80,150
B1-WAVE	2020	Mar	0,75	13,90	232,25	301,66	21,70	10,85	3,836	707,010	21,289	13,426	186,495	117,609	150,594	94,969
B1-WAVE	2020	Abr	0,66	14,12	226,38	311,29	22,05	11,02	3,018	547,508	16,747	10,561	146,707	92,518	118,466	74,708
B1-WAVE	2020	May	0,80	14,25	228,21	317,04	22,25	11,12	4,474	804,420	24,832	15,660	217,532	137,183	175,657	110,775
B1-WAVE	2020	Jun	0,91	15,75	220,67	387,30	24,59	12,30	6,399	1040,844	35,513	22,396	311,095	196,186	251,209	158,420
B1-WAVE	2020	Jul	0,76	13,07	223,13	266,71	20,41	10,20	3,704	725,989	20,555	12,963	180,066	113,555	145,403	91,696
B1-WAVE	2020	Ago	0,79	14,32	221,09	320,17	22,36	11,18	4,385	784,435	24,334	15,346	213,170	134,432	172,135	108,554
B1-WAVE	2020	Sep	0,85	15,48	222,12	374,14	24,17	12,08	5,487	908,115	30,453	19,205	266,771	168,234	215,417	135,849
B1-WAVE	2020	Oct	0,82	14,09	225,29	309,96	22,00	11,00	4,648	845,144	25,797	16,268	225,979	142,509	182,478	115,076
B1-WAVE	2020	Nov	0,83	13,41	228,90	280,77	20,94	10,47	4,532	865,883	25,154	15,863	220,351	138,960	177,933	112,210
B1-WAVE	2020	Dic	0,68	13,59	241,25	288,36	21,22	10,61	3,083	581,193	17,110	10,790	149,888	94,524	121,034	76,328

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B1-DELFF” entre 2016 al 2018.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	t(m)	Cm/s	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B1-DELFF	2016	Ene	0.80	12,12	262,10	229,35	18,92	9,46	3,806	804,420	21,121	13,319	185,017	116,677	149,401	94,217
B1-DELFF	2016	Feb	0.79	12,85	263,30	257,81	20,06	10,03	3,934	784,435	21,836	13,771	191,287	120,632	154,465	97,410
B1-DELFF	2016	Mar	0.89	13,50	258,50	284,55	21,08	10,54	5,246	995,595	29,116	18,362	255,060	160,849	205,961	129,885
B1-DELFF	2016	Abr	0.78	13,20	237,80	272,04	20,61	10,30	3,940	764,702	21,867	13,790	191,554	120,800	154,680	97,546
B1-DELFF	2016	May	0.79	13,30	234,90	276,18	20,77	10,38	4,072	784,435	22,601	14,253	197,986	124,856	159,874	100,821
B1-DELFF	2016	Jun	0.82	14,76	226,00	340,14	23,04	11,52	4,869	845,144	27,023	17,042	236,724	149,286	191,155	120,548
B1-DELFF	2016	Jul	0.87	12,64	226,80	249,45	19,73	9,87	4,694	951,352	26,050	16,428	228,200	143,910	184,271	116,207
B1-DELFF	2016	Ago	0.79	13,00	229,30	263,86	20,30	10,15	3,980	784,435	22,091	13,931	193,520	122,040	156,268	98,547
B1-DELFF	2016	Sep	0.83	13,20	227,80	272,04	20,61	10,30	4,461	865,883	24,760	15,615	216,900	136,784	175,147	110,453
B1-DELFF	2016	Oct	0.77	11,50	232,10	206,48	17,96	8,98	3,345	745,220	18,565	11,708	162,633	102,561	131,326	82,818
B1-DELFF	2016	Nov	0.75	12,00	250,60	224,83	18,74	9,37	3,312	707,010	18,379	11,591	161,003	101,533	130,010	81,988
B1-DELFF	2016	Dic	0.65	12,10	243,50	228,59	18,89	9,45	2,508	531,043	13,920	8,778	121,939	76,898	98,465	62,095
B1-DELFF	2017	Ene	0.59	12,04	258,40	226,33	18,80	9,40	2,056	437,529	11,412	7,197	99,968	63,043	80,724	50,907
B1-DELFF	2017	Feb	0.71	12,85	246,30	257,81	20,06	10,03	3,178	633,606	17,638	11,123	154,507	97,437	124,765	78,680
B1-DELFF	2017	Mar	0.76	13,30	235,30	276,18	20,77	10,38	3,769	725,989	20,917	13,191	183,235	115,553	147,962	93,309
B1-DELFF	2017	Abr	0.72	14,30	237,90	319,27	22,33	11,16	3,637	651,580	20,185	12,729	176,819	111,508	142,782	90,043
B1-DELFF	2017	May	0.78	13,40	227,90	280,35	20,92	10,46	4,000	764,702	22,198	13,999	194,457	122,630	157,024	99,024
B1-DELFF	2017	Jun	0.82	12,67	224,70	250,64	19,78	9,89	4,180	845,144	23,197	14,629	203,205	128,147	164,088	103,479
B1-DELFF	2017	Jul	0.86	14,00	224,30	306,02	21,86	10,93	5,080	929,608	28,194	17,780	246,976	155,750	199,433	125,768
B1-DELFF	2017	Ago	0.82	12,87	225,10	258,61	20,09	10,05	4,246	845,144	23,563	14,860	206,412	130,170	166,678	105,112
B1-DELFF	2017	Sep	0.78	12,20	223,80	232,39	19,05	9,52	3,642	764,702	20,210	12,745	177,043	111,649	142,962	90,156
B1-DELFF	2017	Oct	0.79	13,56	230,40	287,08	21,17	10,59	4,152	784,435	23,043	14,532	201,857	127,297	162,999	102,792
B1-DELFF	2017	Nov	0.79	12,86	230,10	258,21	20,08	10,04	3,938	784,435	21,853	13,781	191,436	120,726	154,585	97,486
B1-DELFF	2017	Dic	0.69	12,98	247,20	263,05	20,27	10,13	3,032	598,413	16,827	10,611	147,402	92,956	119,027	75,062
B1-DELFF	2018	Ene	0.71	12,85	251,20	257,81	20,06	10,03	3,178	633,606	17,638	11,123	154,507	97,437	124,765	78,680
B1-DELFF	2018	Feb	0.62	12,00	235,50	224,83	18,74	9,37	2,263	483,155	12,560	7,921	110,026	69,386	88,846	56,029
B1-DELFF	2018	Mar	0.65	13,13	230,10	269,17	20,50	10,25	2,722	531,043	15,105	9,526	132,318	83,444	106,847	67,381
B1-DELFF	2018	Abr	0.67	13,12	228,00	268,76	20,48	10,24	2,889	564,225	16,036	10,113	140,479	88,591	113,437	71,537
B1-DELFF	2018	May	0.78	13,67	231,60	291,76	21,34	10,67	4,080	764,702	22,646	14,281	198,375	125,101	160,188	101,019
B1-DELFF	2018	Jun	0.82	14,27	224,70	317,93	22,28	11,14	4,707	845,144	26,126	16,476	228,866	144,330	184,809	116,546
B1-DELFF	2018	Jul	0.88	13,00	227,50	263,86	20,30	10,15	4,939	973,348	27,412	17,287	240,125	151,430	193,901	122,280
B1-DELFF	2018	Ago	0.76	13,12	226,30	268,76	20,48	10,24	3,718	725,989	20,634	13,013	180,755	113,990	145,960	92,047
B1-DELFF	2018	Sep	0.8	14,06	228,80	308,65	21,95	10,98	4,415	804,420	24,501	15,451	214,632	135,353	173,315	109,298
B1-DELFF	2018	Oct	0.81	13,51	229,10	284,97	21,09	10,55	4,349	824,656	24,135	15,220	211,424	133,331	170,725	107,664
B1-DELFF	2018	Nov	0.77	12,70	228,30	251,82	19,83	9,91	3,694	745,220	20,503	12,930	179,603	113,263	145,030	91,460
B1-DELFF	2018	Dic	0.78	13,20	246,40	272,04	20,61	10,30	3,940	764,702	21,867	13,790	191,554	120,800	154,680	97,546

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B1-DELF” entre 2019 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Direc(°)	t(m)	Cm/s	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B1-DELF	2019	Ene	0,60	12,78	248,20	255,01	19,95	9,98	2,257	452,486	12,527	7,900	109,739	69,205	88,615	55,883
B1-DELF	2019	Feb	0,67	12,15	241,40	230,48	18,97	9,48	2,676	564,225	14,851	9,365	130,093	82,041	105,050	66,248
B1-DELF	2019	Mar	0,65	13,44	235,60	282,03	20,98	10,49	2,786	531,043	15,461	9,750	135,443	85,414	109,370	68,972
B1-DELF	2019	Abr	0,71	13,50	232,60	284,55	21,08	10,54	3,339	633,606	18,530	11,686	162,323	102,366	131,076	82,660
B1-DELF	2019	May	0,88	14,97	227,00	349,89	23,37	11,69	5,687	973,348	31,565	19,906	276,513	174,378	223,285	140,810
B1-DELF	2019	Jun	0,86	13,00	228,20	263,86	20,30	10,15	4,717	929,608	26,180	16,510	229,334	144,625	185,188	116,785
B1-DELF	2019	Jul	0,79	13,24	226,20	273,69	20,67	10,34	4,054	784,435	22,499	14,189	197,093	124,293	159,153	100,367
B1-DELF	2019	Ago	0,82	12,89	228,20	259,41	20,13	10,06	4,252	845,144	23,600	14,883	206,733	130,372	166,937	105,276
B1-DELF	2019	Sep	0,82	12,93	228,20	261,03	20,19	10,09	4,265	845,144	23,673	14,929	207,375	130,777	167,455	105,602
B1-DELF	2019	Oct	0,88	12,57	230,10	246,69	19,63	9,81	4,776	973,348	26,505	16,715	232,183	146,421	187,487	118,235
B1-DELF	2019	Nov	0,80	12,00	231,00	224,83	18,74	9,37	3,768	804,420	20,912	13,187	183,185	115,522	147,922	93,284
B1-DELF	2019	Dic	0,73	11,98	250,20	224,08	18,70	9,35	3,132	669,805	17,383	10,962	152,276	96,030	122,963	77,544
B1-DELF	2020	Ene	0,73	12,10	237,18	228,59	18,89	9,45	3,163	669,805	17,557	11,072	153,801	96,992	124,195	78,321
B1-DELF	2020	Feb	0,72	13,00	239,45	263,86	20,30	10,15	3,306	651,580	18,350	11,572	160,745	101,371	129,802	81,857
B1-DELF	2020	Mar	0,77	13,50	230,78	284,55	21,08	10,54	3,927	745,220	21,794	13,744	190,917	120,398	154,165	97,221
B1-DELF	2020	Abr	0,66	13,67	223,20	291,76	21,34	10,67	2,921	547,508	16,214	10,225	142,032	89,570	114,691	72,327
B1-DELF	2020	May	0,83	13,80	222,10	297,34	21,55	10,77	4,664	865,883	25,886	16,324	226,759	143,001	183,108	115,473
B1-DELF	2020	Jun	0,93	15,20	224,80	360,73	23,73	11,87	6,450	1087,098	35,796	22,574	313,573	197,749	253,210	159,682
B1-DELF	2020	Jul	0,69	12,89	221,18	259,41	20,13	10,06	3,011	598,413	16,710	10,538	146,379	92,311	118,201	74,541
B1-DELF	2020	Ago	0,74	14,00	225,80	306,02	21,86	10,93	3,761	688,282	20,875	13,164	182,861	115,318	147,660	93,119
B1-DELF	2020	Sep	0,80	15,20	227,90	360,73	23,73	11,87	4,773	804,420	26,488	16,704	232,035	146,328	187,368	118,160
B1-DELF	2020	Oct	0,82	14,15	226,70	312,61	22,09	11,05	4,668	845,144	25,907	16,337	226,941	143,116	183,255	115,566
B1-DELF	2020	Nov	0,78	13,10	231,30	267,94	20,45	10,23	3,910	764,702	21,701	13,685	190,103	119,885	153,508	96,807
B1-DELF	2020	Dic	0,65	13,26	245,00	274,52	20,70	10,35	2,749	531,043	15,254	9,620	133,629	84,270	107,905	68,048

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B2-WAVE” entre 2016 al 2018.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	t(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B2-WAVE	2016	Ene	0,83	14,80	265,62	341,99	23,11	11,55	5,002	865,883	27,761	17,507	243,191	153,364	196,377	123,841
B2-WAVE	2016	Feb	0,79	15,20	265,58	360,73	23,73	11,87	4,654	784,435	25,830	16,289	226,270	142,693	182,713	115,224
B2-WAVE	2016	Mar	0,88	15,24	255,88	362,63	23,79	11,90	5,790	973,348	32,135	20,265	281,501	177,523	227,312	143,350
B2-WAVE	2016	Abr	0,71	14,63	239,83	334,18	22,84	11,42	3,618	633,606	20,081	12,664	175,910	110,934	142,047	89,579
B2-WAVE	2016	May	0,77	14,22	232,96	315,71	22,20	11,10	4,136	745,220	22,957	14,477	201,099	126,819	162,388	102,407
B2-WAVE	2016	Jun	0,83	15,40	227,49	370,28	24,04	12,02	5,205	865,883	28,887	18,217	253,050	159,581	204,338	128,862
B2-WAVE	2016	Jul	0,81	13,80	227,68	297,34	21,55	10,77	4,442	824,656	24,653	15,547	215,962	136,193	174,390	109,975
B2-WAVE	2016	Ago	0,79	14,18	227,01	313,94	22,14	11,07	4,342	784,435	24,097	15,196	211,086	133,117	170,452	107,492
B2-WAVE	2016	Sep	0,83	13,82	227,33	298,20	21,58	10,79	4,671	865,883	25,923	16,348	227,088	143,208	183,373	115,641
B2-WAVE	2016	Oct	0,75	14,50	238,49	328,27	22,64	11,32	4,001	707,010	22,208	14,005	194,545	122,686	157,095	99,069
B2-WAVE	2016	Nov	0,80	14,80	259,68	341,99	23,11	11,55	4,647	804,420	25,791	16,265	225,928	142,477	182,437	115,050
B2-WAVE	2016	Dic	0,71	13,90	246,06	301,66	21,70	10,85	3,438	633,606	19,079	12,032	167,132	105,399	134,959	85,110
B2-WAVE	2017	Ene	0,67	14,25	226,17	317,04	22,25	11,12	3,138	564,225	17,418	10,984	152,579	96,221	123,207	77,698
B2-WAVE	2017	Feb	0,78	14,68	255,24	336,47	22,92	11,46	4,382	764,702	24,319	15,336	213,032	134,344	172,023	108,483
B2-WAVE	2017	Mar	0,73	14,81	239,34	342,45	23,12	11,56	3,872	669,805	21,489	13,552	188,248	118,715	152,010	95,862
B2-WAVE	2017	Abr	0,77	15,40	243,70	370,28	24,04	12,02	4,480	745,220	24,861	15,678	217,787	137,343	175,863	110,904
B2-WAVE	2017	May	0,78	14,50	229,33	328,27	22,64	11,32	4,328	764,702	24,021	15,148	210,420	132,697	169,914	107,153
B2-WAVE	2017	Jun	0,78	13,77	225,59	296,04	21,50	10,75	4,110	764,702	22,811	14,385	199,826	126,016	161,360	101,758
B2-WAVE	2017	Jul	0,79	14,58	221,31	331,90	22,76	11,38	4,464	784,435	24,776	15,625	217,041	136,872	175,260	110,524
B2-WAVE	2017	Ago	0,77	13,49	221,26	284,13	21,06	10,53	3,924	745,220	21,778	13,734	190,775	120,309	154,051	97,149
B2-WAVE	2017	Sep	0,74	12,72	226,69	252,62	19,86	9,93	3,417	688,282	18,966	11,961	166,142	104,774	134,160	84,605
B2-WAVE	2017	Oct	0,82	14,80	235,55	341,99	23,11	11,55	4,882	845,144	27,097	17,088	237,366	149,690	191,673	120,875
B2-WAVE	2017	Nov	0,76	14,19	235,41	314,38	22,15	11,08	4,021	725,989	22,317	14,074	195,496	123,286	157,863	99,553
B2-WAVE	2017	Dic	0,78	14,09	256,99	309,96	22,00	11,00	4,206	764,702	23,341	14,720	204,470	128,945	165,109	104,123
B2-WAVE	2018	Ene	0,74	14,47	262,50	326,91	22,59	11,30	3,887	688,282	21,575	13,606	189,000	119,189	152,617	96,245
B2-WAVE	2018	Feb	0,66	14,09	240,39	309,96	22,00	11,00	3,011	547,508	16,712	10,539	146,396	92,322	118,214	74,550
B2-WAVE	2018	Mar	0,64	14,47	234,73	326,91	22,59	11,30	2,908	514,829	16,138	10,177	141,370	89,152	114,156	71,991
B2-WAVE	2018	Abr	0,66	14,63	232,27	334,18	22,84	11,42	3,127	547,508	17,352	10,943	152,006	95,860	122,745	77,407
B2-WAVE	2018	May	0,76	14,60	231,51	332,81	22,80	11,40	4,137	725,989	22,962	14,480	201,145	126,848	162,425	102,430
B2-WAVE	2018	Jun	0,78	15,34	228,20	367,40	23,95	11,98	4,579	764,702	25,412	16,026	222,609	140,384	179,757	113,360
B2-WAVE	2018	Jul	0,79	13,74	223,68	294,76	21,45	10,73	4,207	784,435	23,349	14,725	204,536	128,987	165,163	104,157
B2-WAVE	2018	Ago	0,76	14,04	223,45	307,77	21,92	10,96	3,979	725,989	22,081	13,925	193,430	121,983	156,195	98,501
B2-WAVE	2018	Sep	0,84	14,65	225,15	335,09	22,87	11,44	5,071	886,873	28,146	17,750	246,562	155,489	199,098	125,558
B2-WAVE	2018	Oct	0,81	14,96	235,86	349,42	23,36	11,68	4,815	824,656	26,726	16,854	234,116	147,641	189,049	119,220
B2-WAVE	2018	Nov	0,84	13,61	231,19	289,20	21,25	10,62	4,711	886,873	26,148	16,490	229,058	144,451	184,964	116,644
B2-WAVE	2018	Dic	0,80	15,56	253,01	378,01	24,29	12,15	4,886	804,420	27,115	17,100	237,530	149,794	191,806	120,958

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B2-WAVE” entre 2019 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	t(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B2-WAVE	2019	Ene	0,70	15,11	260,44	356,47	23,59	11,80	3,632	615,884	20,160	12,713	176,600	111,369	142,604	89,931
B2-WAVE	2019	Feb	0,67	13,92	255,10	302,53	21,73	10,87	3,066	564,225	17,014	10,730	149,045	93,992	120,354	75,899
B2-WAVE	2019	Mar	0,68	14,84	250,03	343,84	23,17	11,58	3,367	581,193	18,684	11,783	163,674	103,218	132,167	83,349
B2-WAVE	2019	Abr	0,70	14,29	239,16	318,83	22,31	11,16	3,435	615,884	19,066	12,023	167,016	105,325	134,865	85,050
B2-WAVE	2019	May	0,88	15,77	227,32	388,29	24,62	12,31	5,991	973,348	33,252	20,970	291,290	183,697	235,217	148,335
B2-WAVE	2019	Jun	0,88	14,32	226,27	320,17	22,36	11,18	5,441	973,348	30,195	19,042	264,507	166,806	213,590	134,696
B2-WAVE	2019	Jul	0,82	14,17	223,34	313,49	22,12	11,06	4,674	845,144	25,943	16,361	227,262	143,318	183,514	115,730
B2-WAVE	2019	Ago	0,82	14,07	227,24	309,08	21,97	10,98	4,641	845,144	25,760	16,245	225,658	142,307	182,219	114,913
B2-WAVE	2019	Sep	0,75	13,89	230,72	301,23	21,69	10,84	3,833	707,010	21,274	13,416	186,361	117,525	150,486	94,901
B2-WAVE	2019	Oct	0,84	13,77	232,26	296,04	21,50	10,75	4,767	886,873	26,456	16,684	231,751	146,149	187,139	118,016
B2-WAVE	2019	Nov	0,80	13,43	236,01	281,61	20,97	10,48	4,217	804,420	23,404	14,759	205,015	129,289	165,549	104,401
B2-WAVE	2019	Dic	0,75	14,40	257,63	323,75	22,48	11,24	3,974	707,010	22,055	13,909	193,203	121,840	156,012	98,386
B2-WAVE	2020	Ene	0,73	15,25	256,50	363,10	23,81	11,90	3,987	669,805	22,128	13,955	193,841	122,242	156,526	98,710
B2-WAVE	2020	Feb	0,72	14,65	252,15	335,09	22,87	11,44	3,726	651,580	20,679	13,041	181,147	114,237	146,276	92,246
B2-WAVE	2020	Mar	0,725	14,56	239,60	330,99	22,73	11,37	3,755	660,661	20,838	13,141	182,544	115,118	147,404	92,957
B2-WAVE	2020	Abr	0,629	14,80	233,09	341,99	23,11	11,55	2,873	497,284	15,944	10,055	139,666	88,078	112,781	71,123
B2-WAVE	2020	May	0,77	14,86	233,81	344,77	23,20	11,60	4,322	745,220	23,990	15,129	210,150	132,527	169,696	107,016
B2-WAVE	2020	Jun	0,86	16,21	224,15	410,26	25,31	12,65	5,882	929,608	32,644	20,586	285,962	180,337	230,915	145,622
B2-WAVE	2020	Jul	0,737	13,87	226,59	300,36	21,66	10,83	3,696	682,713	20,513	12,936	179,697	113,322	145,105	91,508
B2-WAVE	2020	Ago	0,754	14,92	224,38	347,56	23,29	11,65	4,161	714,571	23,096	14,565	202,321	127,590	163,374	103,029
B2-WAVE	2020	Sep	0,81	15,83	225,51	391,25	24,72	12,36	5,095	824,656	28,280	17,834	247,731	156,227	200,043	126,153
B2-WAVE	2020	Oct	0,79	14,52	230,24	329,17	22,67	11,34	4,446	784,435	24,674	15,560	216,147	136,309	174,539	110,070
B2-WAVE	2020	Nov	0,816	14,26	235,42	317,49	22,26	11,13	4,658	836,919	25,854	16,304	226,480	142,825	182,882	115,331
B2-WAVE	2020	Dic	0,71	14,90	253,49	346,63	23,26	11,63	3,685	633,606	20,452	12,897	179,156	112,981	144,669	91,233

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B2-DELF” entre 2016 al 2018.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	ι(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P_PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b_PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n_PA(MWh/a)
B2-DELF	2016	Ene	0,78	14,00	265,0	306,02	21,86	10,93	4,179	764,702	23,192	14,626	203,164	128,121	164,055	103,458
B2-DELF	2016	Feb	0,70	14,87	266,8	345,23	23,22	11,61	3,575	615,884	19,840	12,511	173,795	109,600	140,339	88,502
B2-DELF	2016	Mar	0,83	15,00	255,7	351,29	23,42	11,71	5,070	865,883	28,137	17,744	246,477	155,436	199,030	125,515
B2-DELF	2016	Abr	0,65	14,23	241,6	316,15	22,22	11,11	2,950	531,043	16,370	10,324	143,404	90,435	115,799	73,026
B2-DELF	2016	May	0,69	13,97	235,7	304,71	21,81	10,91	3,263	598,413	18,110	11,421	158,644	100,046	128,105	80,787
B2-DELF	2016	Jun	0,78	15,12	233,2	356,94	23,61	11,80	4,513	764,702	25,048	15,796	219,417	138,371	177,179	111,735
B2-DELF	2016	Jul	0,75	12,89	234,1	259,41	20,13	10,06	3,557	707,010	19,742	12,450	172,944	109,064	139,652	88,069
B2-DELF	2016	Ago	0,72	13,89	236,5	301,23	21,69	10,84	3,533	651,580	19,606	12,364	171,750	108,311	138,688	87,461
B2-DELF	2016	Sep	0,74	13,23	236,3	273,28	20,66	10,33	3,554	688,282	19,726	12,440	172,803	108,975	139,539	87,997
B2-DELF	2016	Oct	0,68	13,56	236,0	287,08	21,17	10,59	3,076	581,193	17,073	10,767	149,557	94,315	120,767	76,160
B2-DELF	2016	Nov	0,70	14,20	260,1	314,82	22,17	11,09	3,414	615,884	18,946	11,948	165,964	104,662	134,016	84,514
B2-DELF	2016	Dic	0,63	13,76	252,4	295,61	21,48	10,74	2,679	498,866	14,870	9,378	130,265	82,149	105,189	66,336
B2-DELF	2017	Ene	0,71	13,89	270,1	301,23	21,69	10,84	3,435	633,606	19,065	12,023	167,012	105,323	134,862	85,048
B2-DELF	2017	Feb	0,73	14,33	265,2	320,61	22,37	11,19	3,746	669,805	20,793	13,113	182,147	114,867	147,083	92,755
B2-DELF	2017	Mar	0,67	14,76	245,3	340,14	23,04	11,52	3,251	564,225	18,041	11,377	158,039	99,664	127,617	80,479
B2-DELF	2017	Abr	0,71	15,21	246,7	361,20	23,75	11,87	3,762	633,606	20,877	13,166	182,884	115,332	147,679	93,131
B2-DELF	2017	May	0,75	14,15	236,8	312,61	22,09	11,05	3,905	707,010	21,672	13,667	189,849	119,725	153,303	96,678
B2-DELF	2017	Jun	0,75	13,22	230,1	272,87	20,64	10,32	3,648	707,010	20,248	12,769	177,371	111,856	143,227	90,323
B2-DELF	2017	Jul	0,74	14,38	229,1	322,85	22,45	11,23	3,863	688,282	21,441	13,521	187,824	118,448	151,668	95,646
B2-DELF	2017	Ago	0,72	13,10	228,7	267,94	20,45	10,23	3,332	651,580	18,491	11,661	161,981	102,150	130,800	82,487
B2-DELF	2017	Sep	0,67	12,65	233,4	249,84	19,75	9,88	2,786	564,225	15,462	9,751	135,447	85,417	109,373	68,974
B2-DELF	2017	Oct	0,77	14,50	236,8	328,27	22,64	11,32	4,218	745,220	23,409	14,762	205,059	129,316	165,585	104,423
B2-DELF	2017	Nov	0,69	13,87	237,2	300,36	21,66	10,83	3,240	598,413	17,980	11,339	157,508	99,330	127,188	80,209
B2-DELF	2017	Dic	0,72	13,90	250,1	301,66	21,70	10,85	3,535	651,580	19,620	12,373	171,873	108,389	138,788	87,524
B2-DELF	2018	Ene	0,74	14,17	260,4	313,49	22,12	11,06	3,807	688,282	21,128	13,324	185,081	116,718	149,453	94,250
B2-DELF	2018	Feb	0,70	13,79	241,3	296,91	21,53	10,77	3,315	615,884	18,399	11,603	161,172	101,640	130,146	82,074
B2-DELF	2018	Mar	0,63	14,00	239,6	306,02	21,86	10,93	2,726	498,866	15,130	9,541	132,537	83,582	107,024	67,493
B2-DELF	2018	Abr	0,65	14,12	236,2	311,29	22,05	11,02	2,927	531,043	16,244	10,244	142,295	89,736	114,903	72,462
B2-DELF	2018	May	0,77	14,23	235,3	316,15	22,22	11,11	4,139	745,220	22,973	14,487	201,241	126,908	162,502	102,479
B2-DELF	2018	Jun	0,80	15,00	234,1	351,29	23,42	11,71	4,710	804,420	26,139	16,484	228,981	144,403	184,903	116,605
B2-DELF	2018	Jul	0,81	13,60	231,6	288,78	21,23	10,62	4,378	824,656	24,296	15,322	212,833	134,219	171,862	108,382
B2-DELF	2018	Ago	0,75	13,67	233,1	291,76	21,34	10,67	3,772	707,010	20,937	13,204	183,409	115,663	148,103	93,398
B2-DELF	2018	Sep	0,79	14,21	234,7	315,27	22,19	11,09	4,351	784,435	24,148	15,228	211,533	133,399	170,813	107,720
B2-DELF	2018	Oct	0,8	14,69	237,6	336,92	22,94	11,47	4,612	804,420	25,599	16,144	224,249	141,418	181,081	114,195
B2-DELF	2018	Nov	0,76	13,20	239,1	272,04	20,61	10,30	3,741	725,989	20,760	13,092	181,857	114,685	146,850	92,608
B2-DELF	2018	Dic	0,77	15,00	251,4	351,29	23,42	11,71	4,363	745,220	24,216	15,271	212,130	133,776	171,295	108,024

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8. Base de Datos Mensual Undimotriz de “B2-DELFI” entre 2019 al 2020.

ID	Año	Mes	Hs(m)	Te(s)	Dire(°)	r(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	P. Ole(kW/m)	Ei(kJ/m2)	P. OWC(kW)	P. PA(kW)	E.b. OWC(MWh/a)	E.b. PA(MWh/a)	E.n. OWC(MWh/a)	E.n. PA(MWh/a)
B2-DELFI	2019	Ene	0,75	14,00	264,2	306,02	21,86	10,93	3,864	707,010	21,443	13,522	187,836	118,455	151,678	95,653
B2-DELFI	2019	Feb	0,69	13,60	249,3	288,78	21,23	10,62	3,177	598,413	17,630	11,118	154,442	97,396	124,712	78,647
B2-DELFI	2019	Mar	0,64	14,65	245,7	335,09	22,87	11,44	2,944	514,829	16,339	10,304	143,129	90,261	115,576	72,886
B2-DELFI	2019	Abr	0,63	13,90	243,8	301,66	21,70	10,85	2,707	498,866	15,022	9,473	131,591	82,985	106,259	67,010
B2-DELFI	2019	May	0,88	15,21	234,8	361,20	23,75	11,87	5,779	973,348	32,072	20,225	280,947	177,173	226,864	143,068
B2-DELFI	2019	Jun	0,84	14,00	236,3	306,02	21,86	10,93	4,846	886,873	26,897	16,962	235,622	148,590	190,265	119,987
B2-DELFI	2019	Jul	0,78	13,78	235,9	296,47	21,51	10,76	4,113	764,702	22,828	14,396	199,971	126,108	161,477	101,832
B2-DELFI	2019	Ago	0,83	13,59	235,6	288,36	21,22	10,61	4,593	865,883	25,492	16,076	223,308	140,825	180,321	113,716
B2-DELFI	2019	Sep	0,77	13,20	233,0	272,04	20,61	10,30	3,840	745,220	21,310	13,439	186,674	117,723	150,739	95,061
B2-DELFI	2019	Oct	0,84	13,20	237,8	272,04	20,61	10,30	4,569	886,873	25,360	15,993	222,158	140,100	179,392	113,130
B2-DELFI	2019	Nov	0,83	13,10	240,5	267,94	20,45	10,23	4,428	865,883	24,573	15,496	215,257	135,747	173,820	109,616
B2-DELFI	2019	Dic	0,76	14,00	254,9	306,02	21,86	10,93	3,967	725,989	22,018	13,885	192,879	121,635	155,750	98,220
B2-DELFI	2020	Ene	0,71	14,95	250,2	348,96	23,34	11,67	3,697	633,606	20,520	12,941	179,757	113,361	145,154	91,539
B2-DELFI	2020	Feb	0,70	14,20	247,1	314,82	22,17	11,09	3,414	615,884	18,946	11,948	165,964	104,662	134,016	84,514
B2-DELFI	2020	Mar	0,73	13,89	237,0	301,23	21,69	10,84	3,631	669,805	20,155	12,710	176,554	111,340	142,567	89,907
B2-DELFI	2020	Abr	0,62	14,35	235,0	321,51	22,40	11,20	2,706	483,155	15,020	9,472	131,572	82,974	106,245	67,001
B2-DELFI	2020	May	0,78	14,23	230,1	316,15	22,22	11,11	4,247	764,702	23,573	14,866	206,502	130,226	166,750	105,158
B2-DELFI	2020	Jun	0,89	16,00	230,1	399,70	24,98	12,49	6,218	995,595	34,508	21,762	302,294	190,636	244,102	153,938
B2-DELFI	2020	Jul	0,67	13,46	233,5	282,87	21,02	10,51	2,964	564,225	16,452	10,375	144,120	90,886	116,377	73,391
B2-DELFI	2020	Ago	0,75	14,24	236,3	316,60	22,23	11,12	3,930	707,010	21,810	13,754	191,056	120,486	154,278	97,292
B2-DELFI	2020	Sep	0,77	15,43	235,1	371,72	24,09	12,05	4,488	745,220	24,910	15,709	218,211	137,610	176,205	111,120
B2-DELFI	2020	Oct	0,73	14,10	235,2	310,40	22,01	11,01	3,686	669,805	20,459	12,902	179,223	113,024	144,723	91,267
B2-DELFI	2020	Nov	0,74	13,89	237,8	301,23	21,69	10,84	3,732	688,282	20,711	13,061	181,424	114,412	146,500	92,387
B2-DELFI	2020	Dic	0,64	14,65	250,4	335,09	22,87	11,44	2,944	514,829	16,339	10,304	143,129	90,261	115,576	72,886

Fuente: Elaboración Propia