



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**“ESTUDIO DEL PERFIL TÉCNICO PARA INSTALAR UNA  
PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE  
ENERGÍA OCEÁNICA EN HONDURAS”**

**SUSTENTADO POR:**

**DAVID ANTONIO BAIDE PÉREZ**

**RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PÉREZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER EN  
GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**ENERO, 2018**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**DESIREE TEJADA**

**VICEPRESIDENTE CAMPUS SPS**

**CARLA MARÍA PANTOJA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSGRADO**

**JOSE ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**ESTUDIO DEL PERFIL TÉCNICO PARA INSTALAR UNA  
PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE  
ENERGÍA OCEÁNICA EN HONDURAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

**ASESOR METODOLÓGICO  
CARLOS TRIMINIO RODRÍGUEZ**

**ASESOR TEMÁTICO  
CARLOS JOSUE LÓPEZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA  
GABRIELA HUNG MEJIA  
LUIS FERNANDO SUAZO  
MANUEL JONATHAN MIRANDA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2017

DAVID ANTONIO BAIDE PÉREZ  
RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PÉREZ

Todos los derechos reservados

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA

EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

Nosotros, DAVID ANTONIO BAIDE PÉREZ y RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PÉREZ, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: “ESTUDIO DEL PERFIL TÉCNICO PARA INSTALAR UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA OCEÁNICA EN HONDURAS”, presentado y aprobado en el mes de diciembre del 2017 como requisito previo para optar al título de MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de UNITEC, para que con fines académicos puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta y/o la reproducción a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables. Asimismo, el autor cede de forma ilimitada y exclusiva a UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula, Cortes, a los 18 días del mes de Diciembre del año 2017.

---

David Antonio Baide Pérez

21543134

---

Ramón Dagoberto Baide Pérez

21543143



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **ESTUDIO DEL PERFIL TÉCNICO PARA INSTALAR UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA OCEÁNICA EN HONDURAS**

**DAVID ANTONIO BAIDE PÉREZ**  
**RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PÉREZ**

### **Resumen**

Hoy en día, la energía es uno de los eslabones más importantes en el desarrollo de la humanidad, las necesidades energéticas mundiales han aumentado de manera considerable a lo largo de los años, y la preocupación por los altos niveles de contaminación por las principales fuentes energéticas no renovables utilizadas para satisfacer la demanda lo hacen de forma paralela. Por ello, en muchos países, el uso e investigación de las fuentes de energía renovable para satisfacer el consumo energético de la población se han acentuado en la última década; y en sintonía, también lo ha hecho el descubrimiento y especialización de la mayoría de las tecnologías para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables. Estas razones impulsaron el desarrollo de un estudio de viabilidad técnica y económica para el aprovechamiento de las fuentes más factibles de energía oceánica en Honduras. El estudio comprenderá un análisis exhaustivo de los principales parámetros físicos involucrados en la aplicación y aprovechamiento de la energía del mar en nuestro país, con el objetivo de promover el uso de fuentes renovables aún no utilizadas y que poseen un alto potencial de generación de energía eléctrica.

Palabras Claves: energía, potencia, energías renovables marinas.



## **POSTGRADUATE FACULTY**

# **TECHNICAL PROFILE FOR THE INSTALLATION OF AN ELECTRIC PLANT USING HONDURAS' MARINE ENERGY**

**DAVID ANTONIO BAIDE PÉREZ**  
**RAMÓN DAGOBERTO BAIDE PÉREZ**

### **Abstract**

Nowadays, energy is one of the most important links of human development. The worldwide energy's necessities have significantly increased throughout the years and in parallel the concern for the high levels of contamination by the primary nonrenewable energy sources used to satisfy the demand. On this basis, in many countries, the use and investigation of the renewable energy sources to fulfill the population's energy intake has accentuated in the last decade; simultaneously so does the discovery and specialization of most technologies for the generation of electricity out of renewable sources. These reasons prompted the progress of a study about the technical and economic viability of utilization of the most achievable wave energy in Honduras. The study will consist of an exhaustive analysis of the main physical parameters involve In the application of the ocean's energy on our country, with the objective to promote the use of renewable sources not yet used and which hold a high production potential of electric energy.

Keywords: energy, potential, renewable marine energys.



## DEDICATORIA

Sin duda alguna, todo el éxito profesional y personal que me acompaña tengo que dedicarlo a mis padres: Ramón Dagoberto Baide Paz y Alba Elmara Pérez Regalado, sus valiosas enseñanzas y su amor incondicional ante cualquier adversidad me han forjado y han hecho de mí el profesional y joven que actualmente soy; gracias por ser un ejemplo a seguir, gracias por motivarme cada día a alcanzar mis metas a base de trabajo y esfuerzo, gracias por ser mi espejo y aliento cada mañana con sus nobles y tan precisos consejos, cada peldaño alcanzado se lo debo a ustedes.

Dedico también mis triunfos a mi esposa María Mercedes, mi apoyo y compañía a lo largo de lo que he cursado en mi vida profesional; y a mi hija Alizah María, de quién añoro ser ejemplo y guiar por mejores pasos y oportunidades a lo largo de su vida; gracias por su paciencia y espera cada noche, que, atadas a una sonrisa, me dan la bienvenida al finalizar cada jornada. A Ramón, mi hermano, por representar siempre un apoyo en todo el proceso de Maestría y en cada una de las asignaturas a lo largo de estos dos años. Por último, pero no menos importante, agradezco a Dios, por guiarme y brindarme la oportunidad de alcanzar cada meta propuesta y contar con el apoyo de toda mi familia y amigos.

*David Antonio Baide Pérez*

Dedico mis éxitos a Dios: Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos. A mis padres: Ramón Dagoberto Baide Paz y Alba Elmara Pérez Regalado ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo. A mi esposa Leslie y a mis hijos Ramón y Roque, por estar siempre apoyándome y prestarme parte de ese tiempo que les corresponde a ellos para poder llevado a cabo este proyecto. A mi hermana Denia que siempre ha brindado su apoyo, y a mi hermano David que fue mi compañero en esta travesía.

*Ramón Dagoberto Baide Pérez*

## **AGRADECIMIENTO**

A cada uno de los docentes involucrados en nuestro desarrollo profesional, gracias por sus aportes y sugerencias, agradecemos su colaboración y mano amiga siempre que fue necesario.

Muchísimas gracias a cada uno de los compañeros que nos apoyaron e hicieron de la primera promoción de Maestría en Gestión de Energías Renovables en UNITEC SPS una experiencia muy amena y provechosa: Alberto Mathis, Lesvia Zamora, Karen Escobar, Gerardo Villatoro, Ritza Ávila, Sindy Maldonado y Wilson García; sin duda son más que compañeros y nuestro cariño siempre se encontrará de su lado.

Gracias a nuestros asesores por sus siempre oportunos comentarios y sugerencias durante todo el proceso de tesis, sus aportes lograron su objetivo y nos orientaron significativamente.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	2
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	3
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACION .....	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL .....	7
2.2. ANALISIS DEL MACRO ENTORNO .....	8
2.2.1. ENERGÍA MAREOMOTRIZ.....	10
2.2.2. ENERGÍA UNDIMOTRIZ.....	12
2.2.4. ENERGÍA MAREMOTÉRMICA O DE GRADIENTE TÉRMICO.....	14
2.2.5. ENERGÍA DEL GRADIENTE SALINO (ENERGÍA AZUL).....	15
2.3. ANÁLISIS INTERNO.....	19
2.3.1. ESTUDIOS ANTERIORES .....	20
2.3.2. MARCO LEGAL.....	20
2.4. TEORÍAS DE SUSTENTO.....	21
2.4.1. POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS MAREAS.....	22
2.4.1. POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS OLAS.....	24
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	26
3.1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	26
3.1.1. MATRIZ METODOLÓGICA.....	26
3.2. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	28
3.3. HIPOTESIS .....	30
3.4. ENFOQUE Y MÉTODOS.....	31

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.5.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.6. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS.....	33
3.6.1. INSTRUMENTOS.....	33
3.6.2. TÉCNICAS .....	33
3.7 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	33
3.7.1. FUENTES PRIMARIAS .....	34
3.7.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	34
3.8. LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	36
4.1 PLAN DE ANÁLISIS .....	36
4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA OCEÁNICA .....	36
4.2.1 TECNOLOGÍAS PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA OCEÁNICA .....	38
4.2.2 ASPECTOS TECNICOS Y SUS DESAFIOS.....	39
4.2.3 IMPACTO AMBIENTAL.....	56
4.2.4 ASPECTOS SOCIALES .....	57
4.2.5 ASPECTOS ECONÓMICOS .....	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
5.1. CONCLUSIONES .....	72
5.2. RECOMENDACIONES .....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	27
TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	29
TABLA 3. ESTADÍSTICAS DE LA AMPLITUD DE LAS MAREAS EN AMAPALA.....	44
TABLA 4. ESTADÍSTICA DE LA AMPLITUD DE LAS MAREAS EN PUERTO CORTÉS..	45
TABLA 5. ESTADÍSTICAS DE LA AMPLITUD MAREAS EN ROATÁN.....	47
TABLA 6. AMPLITUD DE LAS MAREAS EN HONDURAS.....	47
TABLA 7. ESTADÍSTICAS DE LAS OLAS EN AMAPALA .....	52
TABLA 8. ESTADÍSTICA DE OLAS EN PUERTO CORTÉS.....	52
TABLA 9. ESTADÍSTICA DE OLAS EN ROATÁN .....	53
TABLA 10. ALTURA E INTERVALO DE OLAS EN HONDURAS.....	54
TABLA 11. COSTES DE INVERSIÓN ACTUALES.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. TECNOLOGÍAS PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA OCEÁNICA.....	9
FIGURA 2. PLANTA DE ENERGÍA LA RANCE, FRANCIA.....	10
FIGURA 3. ORIGEN DE LAS MAREAS .....	12
FIGURA 4. PROCESO DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA OSMÓTICA.....	18
FIGURA 5. DIAGRAMA DE VARIABLES .....	30
FIGURA 6. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
FIGURA 7. PRESA DE MAREA O MAREOEMBALSE.....	42
FIGURA 8. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE AMAPALA.....	43
FIGURA 9. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE PUERTO CORTÉS.....	45
FIGURA 10. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE ROATÁN.....	46
FIGURA 11. ÁREA SELECCIONADA EN AMAPALA .....	48
FIGURA 12. CARACTERÍSTICAS DE UNA OLA .....	51
FIGURA 13. ESQUEMA DEL ROMPIMIENTO DE LAS OLAS EN LA COSTA.....	56
FIGURA 14. DISTINTOS TIPOS DE AMARRE.....	66

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente capítulo se presentan de forma resumida los antecedentes, definición y enunciado del problema que gira en torno a la investigación; además se muestran las preguntas de investigación, objetivos generales y específicos planteados y la base utilizada para justificar la importancia de la propuesta planteada en el presente estudio de viabilidad.

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Un estudio de viabilidad pretende definir y analizar los aspectos más importantes que contribuyen en el desarrollo de un proyecto, y con base en este tipo de estudios se pueden determinar todos los elementos esenciales e impactos que pueden presentarse al momento de alcanzar los objetivos propuestos en el mismo. Con una investigación enmarcada en los aspectos más relevantes para la implementación de un proyecto es posible encontrar las falencias y las potencialidades que podrían conllevar el desarrollo de un proyecto de cualquier índole.

Las intenciones de la presente investigación se centran en poder determinar los aspectos técnicos más relevantes que se tendrían que tomar en cuenta para la implementación, en los litorales hondureños, de una planta de generación eléctrica a partir de dos fuentes principales de energía oceánica: la energía mareomotriz y la energía undimotriz. Para el desarrollo de la misma se recolectarán datos e información y se realizarán análisis estadísticos a partir de los principales parámetros físicos que intervienen en estas fuentes renovables de energía (las olas y las mareas).

Por otro lado, se tomarán en cuenta todos los aspectos económicos, sociales, ambientales y legales que puedan ser considerados como factores determinantes al momento de implementar una planta de generación eléctrica de esta índole en las costas de nuestro país.

A continuación, se describirá el planteamiento del problema, marco teórico y metodologías que serán consideradas para llevar a cabo dicha investigación.

## 1.2. ANTECEDENTES

Desde épocas anteriores el consumo energético ha sido parte importante en el desarrollo e historia de las civilizaciones alrededor del mundo. En los años que no existían nuevas tecnologías de energía renovable y que la población mundial no representaba una exigencia para los recursos en el planeta, las tendencias en la producción de energía eléctrica giraban en torno a los combustibles fósiles. Hace algunos años la inclinación por la búsqueda exhaustiva de nuevos recursos y utilización de los mismos para generar energía se ha acentuado significativamente.

Por la crisis energética en 1970, surgen programas de investigación y desarrollo sobre nuevas fuentes de aprovechamiento de energía, se inicia la investigación para el aprovechamiento de la energía del océano mediante distintas tecnologías, pero estas investigaciones no fueron sostenidas entre los años 80 y 90, y la innovación de estas tecnologías fue muy limitada.

La necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía limpia, y los nuevos conocimientos surgidos en la ingeniería marítima en los últimos años, ha provocado que resurja el interés en la investigación de las distintas tecnologías para el aprovechamiento de energías del mar, inicialmente por medio de proyectos patrocinados por la pequeña y mediana empresa en asociación con universidades, haciendo esto que despierte el interés de grandes empresas privadas y aparezcan programas público-privados que están cada vez más implicados en la investigación de estas tecnologías.

El interés internacional y la actividad de desarrollo ha crecido rápidamente en los últimos años, y más de una docena de países tienen ahora políticas de apoyo específico para el sector de la energía del mar. Además, centros de pruebas a escala real se han establecido en el Reino Unido, España y Europa continental, y nuevos centros de pruebas están en construcción en los EE.UU. y Canadá. Además, este interés internacional y su crecimiento han conducido a la elaboración de normas internacionales específicamente para las energías del mar (de Celis Hernández, 2015).



### 1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la sección del informe que se presenta a continuación se detalla el enunciado del problema, la formulación del mismo y las preguntas de investigación que se encuentran ligadas a la viabilidad técnica para el aprovechamiento de las diferentes formas de utilización de energía oceánica instalando una planta en Honduras.

#### 1.3.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la actualidad, el aprovechamiento de los recursos renovables para la generación de energía representa uno de los grandes retos que enfrenta la humanidad; el constante aumento de gases de efecto invernadero por la utilización de los combustibles fósiles solamente acentúa los niveles de contaminación y la problemática ambiental en general. La tendencia de los diferentes países en el mundo se orienta a la búsqueda de nuevas tecnologías para la generación de energía, lo que implica estudiar el potencial de los distintos recursos que pueden ser utilizados desde las diferentes regiones y acorde a los beneficios que podrían llegar a generar según la disponibilidad de los elementos que la naturaleza brinda (agua, viento, sol).

En Honduras, la cantidad de recursos disponibles juega un papel determinante al momento de la implementación de las energías renovables; por ello, han tenido bastante auge energías como: la eólica, solar, hidroeléctrica, entre otras, que representan una menor proporción de la matriz energética del país. Sin embargo, hay ciertos tipos de energía renovable que aún no son aprovechadas de la mejor forma, como: la energía oceánica. Debido a que Honduras dispone de un gran litoral en la zona norte y también una buena porción en la zona sur, la energía oceánica podría llegar a desempeñar y brindar una gran cantidad de generación para el país a través de las diferentes tecnologías que aprovechan: el oleaje, las mareas y hasta las diferencias osmóticas existentes en las desembocaduras de los ríos en cada litoral.

#### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué aspectos técnicos se deben tomar en cuenta para que la instalación de una planta de generación eléctrica a través de energía oceánica en los litorales de Honduras sea viable?

### 1.3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- 1) ¿Cuál de las tecnologías de generación de energía oceánica representa una mayor conveniencia para los litorales hondureños?
- 2) ¿Cuál es el potencial de generación eléctrica que se puede obtener a partir de la aplicación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en Honduras?
- 3) ¿Cuáles son los impactos ambientales que podrían generar las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños?
- 4) ¿Cuáles son los posibles impactos sociales que tendría la implementación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños?
- 5) ¿Cuáles son las principales consideraciones económicas que implica la aplicación de cada tipo de energía oceánica en los litorales hondureños?

### 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la siguiente sección se describen los objetivos específicos que permiten desarrollar y cumplir con el objetivo general que se describe a continuación:

#### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta para que la implementación de una planta de generación eléctrica a través de energía oceánica en los litorales de Honduras sea viable.

#### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar cual o cuales tecnologías de generación de energía oceánica representa una mayor conveniencia para los litorales hondureños.
- 2) Estimar el potencial de generación eléctrica que se puede obtener a partir de la aplicación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en Honduras.
- 3) Identificar algunos de los impactos ambientales que tendría la implementación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños.

- 4) Identificar algunos de los impactos sociales que tendría la implementación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños.
- 5) Describir las implicaciones económicas que conlleva la aplicación de cada tipo de energía oceánica en los litorales hondureños.

### 1.5. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, la energía se utiliza absolutamente para cualquier actividad humana, lo que implica que el ser humano a diario necesita muchísima cantidad de energía para satisfacer la demanda requerida por todos los rubros y estratos sociales de la población. Junto a la alta demanda energética se sitúa la problemática ambiental, que sin duda alguna se encuentra ligada a los productos originados por la mayor parte de la energía consumida por la población mundial; la preocupación para cada país se centra en crear alternativas y nuevas oportunidades para la generación de energía, el uso de recursos renovables se ha convertido en una tendencia cada vez más común para todas las naciones, y con ello, cada país realiza su aporte y colabora en la reducción de agentes contaminantes y causantes del cambio climático en general, y Honduras no es la excepción.

De acuerdo a las actuales necesidades y la cada vez más fehaciente aplicación de nuevas tecnologías en el mundo energético, nos posicionamos en un momento crucial para el desarrollo del sector de las energías renovables alternativas en el país; se cuenta con nuevos prototipos a diversas escalas y en todos los rubros energéticos, permitiendo encontrar al alcance de todos, nuevas ideas para aprovechar cada recurso renovable disponible.

Miguel Pose (2009):

“conseguir que el conjunto de la Humanidad disponga de la energía necesaria para su desarrollo social y económico, y que a la vez no se deteriore gravemente el medio ambiente no será una tarea fácil, al menos sin cambios drásticos en el actual modelo de obtención de energía y también en el uso de la misma” (p. XI).

Por otro lado, es necesario cumplir con uno de los objetivos del desarrollo sostenible planteados por la Organización de las Naciones Unidas; el cual establece lo siguiente: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” y también cumplir con el Protocolo de Kioto. Con el Protocolo de Kioto, aprobado en el año de 1997 y que entró en vigor

en el año 2005, más de 70 países asumieron varios compromisos de reducción o limitación de sus emisiones de gases de efecto invernadero, una de las cuales consistía en establecer políticas nacionales de reducción de las emisiones incrementando la eficiencia energética, y desarrollando de fuentes de energías renovables, entre otras.

En diciembre de 2015, prácticamente todos los países del mundo, 195 en total; (Siria y Nicaragua son los únicos que no son parte), se sumaron al Acuerdo de París con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen a aumentar la temperatura global. Fue un logro diplomático histórico. A diferencia del tratado anterior (el Protocolo de Kioto), el Acuerdo de París no es vinculante; así, los países pueden cambiar sus planes según la situación interna. (The New York Times, 2017). Siendo Honduras uno de los países suscritos a este histórico acuerdo, se compromete a reducir en un 15% las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores de energía, procesos industriales, agricultura y residuos para el año 2030.

Entre tanto, para Honduras, un país con vastos recursos renovables, una de las potencialidades que tiende a ser más significativas con respecto a la aplicación de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente es la generación eléctrica a partir de fuentes oceánicas, ya que se cuenta con extensas costas que pueden ser aprovechadas desde diferentes tecnologías como: la mareomotriz, undimotriz, la energía osmótica, la energía a partir del gradiente térmico y la energía que se obtiene a partir de las corrientes marinas; todas representan una amplia gama de oportunidades para el país y su oportunidad de aplicación se verá reflejada desde los resultados de los diferentes experimentos, prototipos e investigaciones que se puedan desarrollar en ese ámbito. La energía es fundamental para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para el empleo, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos. El acceso universal a la energía es esencial y al utilizar fuentes de energía no contaminantes, ayudamos a reducir el impacto que estos provocan dentro del cambio climático.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo expone el marco teórico que contiene el análisis de la situación actual de la energía oceánica desde un contexto global, nacional e interno; las teorías de sustento que brindan las herramientas necesarias para proporcionar las soluciones al problema; y la definición de los conceptos claves en el tema de investigación.

### 2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El poder de los océanos del mundo podría hacer contribuciones enormes a la seguridad energética y a la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el largo plazo. Se estima que el aprovechamiento de su energía podría producir más de cuatro veces la cantidad de electricidad que se puede obtener con la actual capacidad mundial de generación. Es posible que en algún momento en el futuro, toda la energía consumida en la tierra se derivará de fuentes renovables. El plazo para este cambio de los combustibles fósiles a fuentes de energías renovables es discutible, pero el resultado final no lo es. Esta situación se produce por dos razones, una de ellas se refiere al medio ambiente y los esfuerzos para combatir el cambio climático a nivel global. La segunda razón es que, simplemente, la tasa de utilización de los recursos mundiales de combustibles fósiles supera a su reposición en la naturaleza en un factor de millones. Esto implica que la disponibilidad de petróleo se estima en décadas, mientras que para el carbón sólo en un par de siglos, según los cálculos optimistas. Las reservas de carbón, petróleo y gas, se agotarán en un futuro no muy lejano (International Energy Agency, 2009). Existen muchas alternativas a los combustibles fósiles y en cantidades que superan con creces el ritmo actual de consumo de energía. Quizás el recurso menos explorado y ciertamente el menos utilizado, es la energía oceánica. Comúnmente se estima que el poder en los océanos, en sus múltiples formas, supera el uso humano actual en un factor de más de cinco mil veces. Un estudio reciente estimó que el potencial global anual de la generación de electricidad técnicamente factible, solamente considerando la generación eléctrica a partir de las olas y las mareas, puede ser de más de 91 mil TWh, lo que contrasta con la capacidad instalada actualmente en el mundo que no sobrepasa los 20 mil TWh.

Solamente las olas tienen el potencial teórico, basado en las estimaciones anteriores, para proporcionar más de cuatro veces el uso mundial de energía actual. Sin embargo, la gran mayoría

de esta energía se disipa finalmente en las playas. Si tan sólo un pequeño porcentaje de esta energía se aprovechara de manera eficaz, jugaría un papel significativo en la producción energética mundial (EcofysValgesta, 2009).

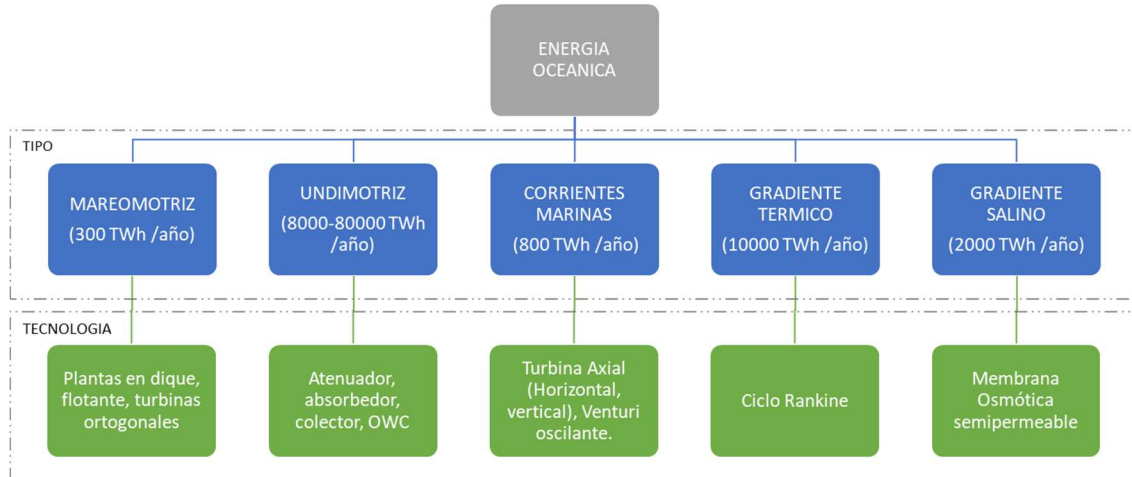
El Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos (NREL) ha sugerido que las tecnologías de energía marina podrían alcanzar para el año 2025 al 2% de la demanda de electricidad, proporcionando 80 TWh por año de producción de energía. Para el 2025, por lo menos 25 GW de energías renovables marinas totales se desarrollará a nivel mundial.

La energía marina es reconocida, cada vez más, como una fuente de energía viable y en crecimiento. De acuerdo con las estimaciones, el potencial de generación eléctrica de la energía marina podría exceder por más de cuatro veces el consumo global actual. Otros estudios estiman que para el 2030, el potencial explotable de energía hidrocínética podría alcanzar 15 mil teravatios por hora (TWh), equivalente la mitad del consumo global proyectado para ese año. Incluso, las estimaciones conservadoras proyectan que la capacidad instalada futura de energía se incrementará siete veces en los próximos cinco años, alcanzando 5.5 GW en el 2017. (Pike Reserch, 2012).

## 2.2. ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

Los océanos cubren alrededor del 75% de la tierra, actúan en el mundo como sistemas colectores de energía y que puede ser almacenada como energía térmica o energía cinética y también en un porcentaje menor como energía química y productos biológicos (Godfrey, 2004).

A pesar de que el potencial energético del mar es enorme, el aprovechamiento de las energías del mar están en una etapa relativamente temprana de desarrollo tecnológico, en comparación con otras fuentes renovables, lo que unido a las características intrínsecas del mar, hacen que para el aprovechamiento de esta fuente de energía no se haya impuesto una tecnología concreta y que exista una amplia y diversa variedad de dispositivos en diversos grados de desarrollo que deberán confirmar su viabilidad en los próximos años. El potencial mundial estimado de producción anual de energía eléctrica procedente de las energías del mar es de 120.000 TWh/año. Según fuentes de la Agencia Internacional de la Energía, el potencial de producción anual según tipologías de aprovechamientos de energías del mar se puede ver en el siguiente esquema:



**Figura 1. Tecnologías para generación de energía oceánica**

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

En los últimos 20 años se ha producido un importante desarrollo de diferentes tecnologías destinadas a convertir en electricidad la energía contenida en los océanos, ya sea esta proveniente de las olas, mareas, corrientes oceánicas o gradientes térmicos y salinos. Este desarrollo se encuentra mayormente en etapa de diseño y prueba de prototipos, donde en la actualidad existen una amplia gama de tecnologías que aprovechan diferentes formas de energía marina mediante diversos principios físicos, no hay en la actualidad una tecnología que predomine sobre las otras.

“Por ejemplo, la energía eólica ha tenido un desarrollo convergente hacia el aerogenerador de eje horizontal con 3 aspas, el cual es escalable desde unos pocos watts de potencia hasta el prototipo de 11 MW de potencia en desarrollo en Noruega” (International Energy Agency, 2009), lo que ha permitido que esta fuente de energía se desarrolle masivamente bajando los costos y concentrando el desarrollo tecnológico en aumentar la eficiencia y mejorar la calidad y confiabilidad de los equipos.

En el caso de las tecnologías para energías oceánicas, la divergencia en el desarrollo de equipos mantiene a esta fuente de energía en una posición secundaria respecto a otras fuentes de ERNC, dados los altos costos y baja confiabilidad de los equipos, lo que resta competitividad a los proyectos de generación eléctrica. A continuación, se presentan los principales tipos de tecnologías en desarrollo.

### 2.2.1. ENERGÍA MAREOMOTRIZ.

El aprovechamiento energético de las mareas tiene su fundamento en el ascenso y descenso del agua del mar producido por la acción gravitatoria del Sol y la Luna, aunque sólo en aquellos puntos de la costa en los que la mar alta y la baja difieren más de cinco metros de altura es rentable instalar una central mareomotriz. De entre todas las posibilidades de aprovechamiento de la energía del mar, la energía mareomotriz o de las mareas es la que se encuentra en un estado más maduro y en fase comercial, ya que ha sido empleada desde tiempos remotos en toda la costa.

La primera central de este tipo se encuentra en el estuario del Río Rance, en Francia, la que opera con una represa de 750 metros de largo que se abre al subir la marea y se cierra en la cresta de la marea alta, dejando caer por gravedad el agua cuando baja la marea aprovechando los 13,5 metros de diferencia de altura entre las mareas existentes en esta zona. Esta central entró en operación el año 1964 con una potencia instalada de 240 MW, generados por una serie de 24 turbinas. Al tener un régimen de mareas, esta no genera de manera permanente todo el día, por lo que su potencia media es de 68 MW.



**Figura 2. Planta de Energía La Rance, Francia**

Fuente: (Fieras de la Ingeniería, 2014)

Existen dos métodos diferentes de extraer energía de las mareas. Uno de ellos consiste en la utilización de la energía potencial del agua que se almacena en un estuario (el cual se separa del



mar abierto mediante un dique con el propósito de constituir un depósito de almacenamiento) durante la pleamar.

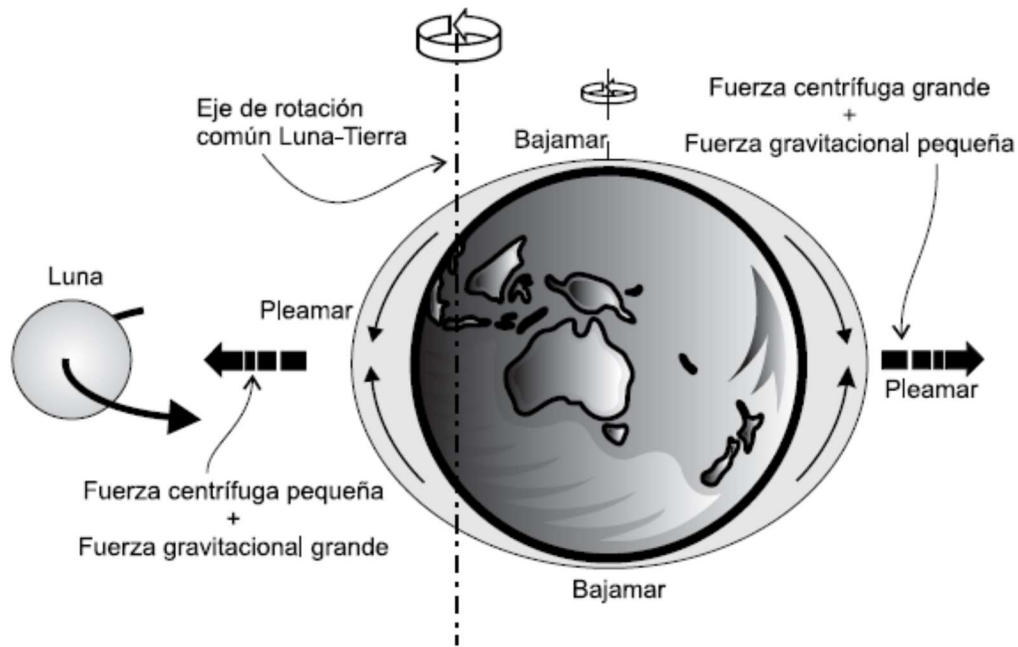
En este caso, de similar manera que, en las centrales hidroeléctricas, el agua se hace pasar a través de unas turbinas para generar electricidad.

Sin embargo, estas centrales pueden operar de diversas maneras, dependiendo del número de embalses o depósitos utilizados (único embalse o múltiples embalses) y de los sentidos del movimiento del agua que se aprovechen (del estuario al mar; del estuario al mar y del mar al estuario). Además, este tipo de instalaciones pueden completarse mediante la utilización de sistemas de almacenamiento con bombeo de agua de mar.

Las turbinas hidráulicas utilizadas en estas instalaciones pueden ser de diversos tipos, pero han de cumplir ciertos requisitos debido a los pequeños saltos hidráulicos que utilizan las centrales mareomotrices.

El otro método de aprovechamiento de la energía de las mareas consiste en la utilización de la energía cinética de las corrientes marinas, de la misma forma que una turbina eólica extrae la energía del viento. En este caso, se utilizan turbinas sumergidas en el mar, que convierten la energía cinética del agua en energía mecánica de rotación en un eje, que conectado a un generador eléctrico produce electricidad.

“Las mareas son movimientos oscilatorios del nivel del mar, debido a las fuerzas de atracción gravitacional que la Luna y el Sol ejercen sobre las partículas líquidas de los océanos” (Carta Gonzales, Calero Pérez, Colmenar Santos, & Castro Gil, 2009,p.617).



**Figura 3. Origen de las mareas**

Fuente: (Centrales de Energías Renovables, 2009)

En la actualidad existe al menos una decena de proyectos en fase de estudios previos pero su localización, el desembolso de obra civil que supone la construcción de un dique, así como el impacto visual y estructural sobre el paisaje costero, se presentan como barreras casi insalvables para acometer las instalaciones de estas centrales. Además, hay que tener en cuenta que por sus bases de funcionamiento las plantas mareomotrices solo producen potencia unas diez horas al día, cuando la masa de agua se está moviendo, alargando por tanto la amortización de la inversión (Sánchez, Océano Magazine 2013).

### 2.2.2. ENERGÍA UNDIMOTRIZ

El oleaje es una forma de almacenamiento de la energía solar a corto plazo puesto que es un derivado del viento; por ello es un tipo de energía muy irregular, aunque más predecible que éste. Hasta el momento no ha sido apenas aprovechada, pero se avecinan cambios que prometen ser importantes para el futuro energético. Jones & Rowley (2002) afirmaron que la energía eólica marina iba a ser la energía renovable de origen marino con mayor crecimiento y, junto a ella, la

industria de la energía de las olas alcanzaría en el año 2010 un papel muy importante dentro del sector energético.

El origen de las ondas marinas producida por el movimiento frecuente de la superficie del agua, se da, no solo por el efecto que provoca el viento sobre ellas, sino también por los movimientos gravitacionales que generan el sol y la luna sobre los océanos, por efectos climáticos, por la violenta agitación de las aguas provocada por una gran sacudida que ocurren en el fondo del mar, sin embargo es el viento el elemento que contribuye más frecuentemente a la formación de estas y el que genera mayor cantidad de energía acumulada para este sistema (Carta Gonzales et al., 2009).

Las olas con mayor energía se encuentran en los grandes océanos, donde el viento sopla ininterrumpidamente y durante miles de kilómetros. Estas olas pueden encontrarse al norte y sur del ecuador, entre las latitudes 30° y 60°, donde los vientos son bastante fuertes. Una vez que las olas se han formado, continúan viajando con pequeñas pérdidas de energía hasta que alcanzan la costa. Cuando se encuentran en zonas de baja profundidad de agua incrementan su tamaño, aunque también el tamaño y dirección de las olas se ven afectados por las características de la costa. Todos los mares contienen olas, sin embargo, no todas las olas son económicamente viables de explotar mediante la extracción de su energía.

Fundamentalmente, a partir de las crisis del petróleo de los años setenta, se han propuesto un gran número de dispositivos para utilizar la energía de las olas. Se han diseñado, tanto aparatos para ser ubicados en la orilla o cercanos a ella, como para extraer la energía de las olas fuera de la costa. Los convertidores consisten esencialmente en dos componentes principales: El elemento interfaz que es accionado directamente por las olas y el sistema de transmisión de potencia. Los elementos interfaz son normalmente de dos tipos principales: flotadores que se ondulan o se balancean en respuesta a la acción de las olas y cámaras de aire, dentro de las cuales la presión varía bien por contacto directo con la superficie del agua o por contacto indirecto a través de una membrana.

### 2.2.3. CORRIENTES OCEÁNICAS

Las corrientes oceánicas, tal como se mencionaba anteriormente, cuentan con la ventaja de ser constantes y permanentes a diferencia de las corrientes de mareas que cambian continuamente y tienen períodos de transición en los cuales la energía cinética aprovechable es muy baja. La tecnología para este tipo de dispositivo converge hacia turbinas de eje en el sentido del flujo y palas radiales múltiples, como las utilizadas para propulsar a los aviones comerciales modernos.

La dificultad es que este tipo de instalaciones requiere de equipos más resistentes a las presiones del fondo oceánico, y de baja necesidad de mantención por los altos costos de operar en aguas profundas. Además, se requiere de mayor cantidad de cables submarinos para transportar la energía obtenida (Denniss, 2010).

Sin embargo, se estima que a futuro esta es una de las principales alternativas de suministro eléctrico, donde al converger el desarrollo en una tecnología dominante, se podrá avanzar rápidamente en nuevos materiales y eficiencia en el funcionamiento de los equipos. Uno de los países que lideran este desarrollo es Australia, debido en parte a que la energía de las corrientes oceánicas es mayor en el hemisferio sur, algo que se debe mirar con atención desde Chile (Garrad Hassan, 2009)

### 2.2.4. ENERGÍA MAREMOTÉRMICA O DE GRADIENTE TÉRMICO

El mar cubre el 70% de la superficie del globo terrestre y es particularmente extenso en las zonas tropicales. Por ello, una gran parte de la energía solar que incide sobre la Tierra es almacenada en forma de calor en la superficie del océano. La superficie del agua de los océanos y mares tropicales puede alcanzar temperaturas entre los 24 °C y los 33 °C. Sin embargo, a profundidades del orden de los 1.000 metros dichas temperaturas caen hasta un rango comprendido entre los 9 °C y los 5 °C. En la práctica, existe una gran masa de agua, con una diferencia de temperaturas del orden de los 20 °C, que puede ser explotada energéticamente mediante dispositivos capaces de transformarla en otro tipo de energía y que se denominan OTEC (siglas en inglés de Ocean Thermal Energy Conversion).

Carta Gonzales et al., (2009) afirman: “Estos dispositivos pueden adoptar distintos sistemas de trabajo. Así, se proponen sistemas de ciclo abierto, sistemas de ciclo cerrado y sistemas de ciclo híbrido, para aprovechar este tipo de energía renovable” (p.654).

Desde el punto de vista económico, las OTEC precisan de altos costes de inversión. Además, no se dispone de suficiente experiencia que proporcione información realista que permita estimar los costes de la electricidad generada por una planta OTEC.

#### 2.2.4.1. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA MAREMOTÉRMICA

El aprovechamiento de los gradientes térmicos de las aguas oceánicas se lleva a cabo en las denominadas plantas maremotérmicas. En estas plantas se transforma la energía térmica en energía eléctrica utilizando un ciclo termodinámico denominado ciclo de Rankine, en honor del ingeniero y físico británico William John Macquorn Rankine (1820-1872). En este ciclo se emplea calor para evaporar un líquido, que posteriormente se utiliza en el accionamiento de una turbina, la cual se acopla a un generador eléctrico para producir energía eléctrica. Existen básicamente tres tipos de sistemas para el aprovechamiento de esta fuente de energía:

- 1) Sistemas de ciclo abierto
- 2) Sistemas de ciclo cerrado
- 3) Sistemas de ciclo híbrido.

#### 2.2.5. ENERGÍA DEL GRADIENTE SALINO (ENERGÍA AZUL)

Se trata de una forma de aprovechar energía mucho más novedosa y con pocos adeptos en el mundo, ya que todavía no se encuentra en explotación. Además, no se tiene constancia que existan instalaciones en el mundo donde se pueda generar energía. En el caso que esta tecnología prosperara y fuera empleada en un futuro, se sobreentiende que el resto de las tecnologías marinas, que ya hemos visto, deberían estar en una situación mucho más avanzada de desarrollo.

La energía de gradiente de salino o energía azul es una fuente de energía renovable prometedora para el futuro. Según las estimaciones iniciales realizadas predicen que con esta energía se podría cubrir más del 80% de la demanda mundial actual de electricidad si se aplicara

esta tecnología de generación en la desembocadura de todos los ríos del planeta. De los cálculos termodinámicos puede deducirse que cada m<sup>3</sup> de agua de río puede producir 1,4 MJ cuando se mezcla con la misma cantidad de agua de mar (Willem Post, 2009).

El aprovechamiento de las diferencias de salinidad existentes en algunos lugares tiene un importante potencial, sobre todo en la desembocadura de los grandes ríos.

A lo largo y ancho del mundo existe una enorme cantidad de ríos. Actuando como las venas de nuestro planeta, recorren grandes extensiones de tierra, haciendo posible la vida a su paso, perpetuando el equilibrio natural del recurso hídrico y el de múltiples nutrientes necesarios para la vida. Como recurso, los ríos han jugado un papel muy importante en la historia de la humanidad, ya que han influido en nuestra agricultura, transporte, industria y asentamientos.

La inmensa energía portada por estos torrentes de agua resulta evidente a simple vista y el ingenio humano ha encontrado la forma de aprovecharla desde hace ya mucho tiempo. Aunque no resulte evidente, el encuentro de agua dulce procedente de los ríos con el agua salada de océano también libera enormes cantidades de energía, conocida como “energía osmótica” o “energía de gradiente salino”.

La potencia del gradiente salino es una fuente de energía limpia y renovable extraído de la diferencia en la concentración de sal entre el agua de mar y agua de río. Cuando los dos fluidos entran en contacto, se crea un equilibrio de concentración de sal entre ellos.

Existen dos tecnologías diferentes para el aprovechamiento del gradiente salino, la electrodiálisis inversa y la osmosis.

#### 2.2.5.1. ENERGÍA POR ELECTRODIÁLISIS INVERSA (RED)

La electrodiálisis inversa (RED - Reverse electrodialysis) consiste en pasar dos fluidos con diferente concentración de sal por diferentes compartimentos y mediante membranas selectivas a los iones se crea electricidad en forma de corriente continua (Willem Post, 2009).

La planta emplea el fenómeno inverso a la desalación de agua, usando para ello membranas selectivas para los iones de la sal. El agua salada y el agua dulce se ponen en contacto, por un lado, con una membrana de intercambio de aniones o iones negativos (siglas en inglés AEM) y una membrana de intercambio de cationes o iones positivos (siglas en inglés CEM) por el otro. Los aniones  $\text{Cl}^-$  de la sal sólo pueden pasar a través de la membrana de intercambio de aniones, mientras que los cationes  $\text{Na}^+$  sólo a través de la membrana de intercambio de cationes. Como resultado, surge un voltaje por la diferencia de las cargas positivas y negativas de forma similar a lo que ocurre en una pila, por lo que puede ser generada corriente eléctrica.

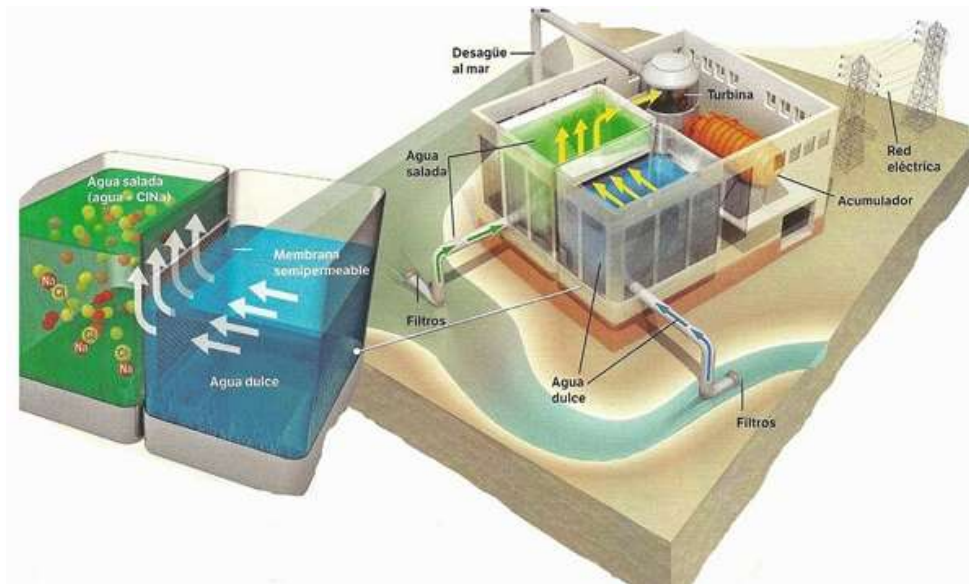
La tecnología RED se está desarrollando desde el año 2005 en Holanda a cargo de la compañía RedStack (spin-off de Wetsus), la cual tiene una planta piloto en la refinería de sal de Harlingen (Holanda).

#### 2.2.5.2. ENERGÍA OSMÓTICA

Retardo de la presión osmótica (PRO - Pressure-Retarded Osmosis) en un sistema de ósmosis retardado a la presión, dos soluciones de diferente salinidad son puestas en contacto por una membrana semipermeable. Esta membrana permite que el disolvente (es decir, agua) permee y retenga el soluto (es decir, sales disueltas). La diferencia de potencial químico entre las soluciones hace que el transporte de agua de la solución de sal diluida a la solución de sal más concentrada. Si se aplica presión hidrostática a la solución concentrada, el transporte de agua será parcialmente retardado (Willem Post, 2009).

Cuando se mezcla agua fresca y agua salada, se libera energía. Una parte de esta energía podría utilizarse para la generación de energía eléctrica mediante electrodiálisis inversa. En una pila de electrodiálisis inversa, se utilizan membranas de intercambio aniónico y catiónico para separar corrientes de agua de diferentes salinidades.

El transporte de agua de la solución diluida a baja presión a la solución concentrada a alta presión da lugar a una presurización del volumen de agua transportada. Este volumen presurizado de agua transportada puede usarse para generar energía eléctrica en una turbina.



**Figura 4. Proceso de obtención de energía osmótica**

Fuente: (Energías Libres, 2017)

La energía osmótica se centra en la obtención de electricidad basándose en la diferencia en la concentración de sal entre agua dulce y marina. Es por tanto predecible y estable, produciendo electricidad salvando la intermitencia y ahorrando el almacenamiento inherente de la solar fotovoltaica y la eólica. Teniendo en cuenta los estudios realizados, se calcula que para 2030 se podría producir entre 1600 y 1700 teravatios de potencia eléctrica al año, lo equivalente a la mitad de la demanda europea. Los datos de potencia estimada son también destacables atendiendo al gradiente de salinidad de los ríos del planeta desembocando en el mar.

El requisito principal de una planta de energía de gradiente de salinidad es la disponibilidad de un suministro de agua dulce y un suministro de agua salada. Esto hace que la tecnología solo se pueda implementar en los sitios donde contemos con estas condiciones, aunque todavía hay un gran número de ubicaciones posibles.

La cantidad de energía eléctrica que se puede producir a partir de un río que fluye al mar depende de una serie de factores, incluyendo la salinidad y temperatura del río y el mar, la cantidad y calidad del agua del río, las proporciones de volumen del agua del río y el mar, Infraestructura y



demanda de energía local, e impactos ambientales.

Cuanto mayor sea el gradiente de salinidad entre agua dulce y agua salada, más presión (es decir, energía) se acumulará en el sistema. Del mismo modo, cuanto más agua entre en el sistema, más potencia se puede producir.

### 2.3. ANÁLISIS INTERNO

Honduras esta bañada por los dos Océanos, tanto el Atlántico como Pacífico contando con una ubicación privilegiada, por ubicarse en el centro de América, las zonas costeras de Honduras, son en su mayoría inexploradas, ya que son pocas las playas para turistas, por lo que el desarrollo de un proyecto de este tipo puede perfectamente ubicarse en lugares que no afecten la vista paisajística de su entorno.

La costa del norte, en su parte occidental es de tipo mixto o compuesto, debido a los movimientos orogénicos de transgresiones (invasiones marinas) y regresiones, modificadas durante el cuaternario por la sedimentación fluvial y las corrientes marinas, las cuales influyen en la formación de las barras en la desembocadura de los ríos. En cambio, en la parte oriental, la costa norte presenta características de emersión, por ser una llanura más expuesta y arenosa y con muchas lagunas. En líneas generales, la costa norte es más regular que la del golfo de Fonseca y más extensa tanto en anchura como en longitud.

La costa del sur, es alta, es decir, más empinada hacia el golfo de Fonseca, y carece de lagunas, por lo que es más salubre que la del norte. Se trata de una costa típica de sumersión. Honduras cuenta con dos archipiélagos principales: uno en el mar Caribe y otro en el golfo de Fonseca. Las islas y cayos del primero son de origen orogénico y coralino, y las del segundo son de origen volcánico.

Las Islas de la Bahía son de origen orogénico y están formadas por el archipiélago principal del mar antillano hondureño e integrado por las islas de Utila, Roatán, Santa Elena, Barbereta, Morat y Guanaja. Tienen un área total de 260 km<sup>2</sup>. También forman parte de este archipiélago las islas del Cisne.

En el Archipiélago del golfo de Fonseca la mayoría de sus islas son de origen volcánico y datan en su formación del terciario, cuando se verificó el movimiento tectónico que dio origen a la depresión de dicho golfo. Entre las islas destacan la de Zacate Grande, la isla del Tigre y la isla Merenguera.

### 2.3.1. ESTUDIOS ANTERIORES

Con respecto a los antecedentes, en el país se realizó un estudio en la zona de la bahía de Chismuyo para el establecimiento de una central mareomotriz que pudiera suplir con 250MW a la ENEE con energía más limpia y barata.

Este proyecto se dividiría en dos etapas con las siguientes capacidades de generación: la primera etapa consistiría en la instalación de 30 bulbos de 5MW de capacidad cada uno, y la segunda etapa constaría con la instalación de 50 Bulbos de 5 MW cada uno, para un total de 250MW instalados, y tendría un costo estimado entre 220 y 300 \$MM (Flores Murillo, Turcios, & Marín, 2009).

### 2.3.2. MARCO LEGAL

En Honduras, las políticas y planes de desarrollo energético son dictados por un Gabinete Energético, convirtiéndose en la mayor autoridad del sector energético.

El Gabinete Energético es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, y programas relativos al subsector eléctrico. Es presidido por el Presidente de la República, con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) como secretaria y coordinadora. Debido a las muy pocas veces que se reúne este gabinete, en la práctica es la SERNA la responsable por la formulación de políticas y la supervisión del sector eléctrico (Geo & Ingeniería Ingenieros Consultores S.A., 2009).

El marco legal que proporciona las bases sobre la cual se rige el subsector eléctrico son las siguientes:

- 1) N° 158-94 de noviembre de 1994. Ley Marco del Subsector Eléctrico, Decreto 77. Mediante

esta ley se reformó el sector eléctrico del país. Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Su objetivo fundamental es facilitar la participación de la empresa privada en las actividades de generación y de distribución. Sin embargo, la participación privada solo se ha dado en el campo de la generación.

- 2) Acuerdo N° 934-97, de setiembre de 1997. Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico. Reglamenta la Ley Marco del Subsector Eléctrico Decreto 131-98, publicado en mayo de 1998.
- 3) Decreto 85-98, de abril de 1998. Ley de Incentivos con Fuentes Renovables. Establece la primera Ley de Incentivos con Fuentes Renovables. Lo planteado en esta ley fue modificado por el Decreto 70-2007.
- 4) Decreto 267-98 de diciembre de 1998. Reforma parcial a Ley de Incentivos.
- 5) Decreto 45-2000, de mayo del 2000. Reforma Art. 12 Decreto 267-98.
- 6) Decreto 70-2007. Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, de octubre del 2007. Consolida y actualiza los incentivos establecidos en el Decreto 85-98, anteriormente citado. Estos incentivos se dirigen a aquellos proyectos que utilicen fuentes hidráulicas, geotérmicas, solares, biomasa, eólica, alcohol, residuos sólidos urbanos, y fuentes vegetales.

#### 2.4. TEORÍAS DE SUSTENTO

Para desarrollar la investigación y verificar la viabilidad de la instalación de una planta de generación eléctrica a partir de energía oceánica en Honduras se tomarán como base investigaciones realizadas por el autor Francisco Jarabo Friedrich y José Antonio Carta Gonzáles quien plantea los diferentes principios que fundamentan el potencial energético de las diferentes tecnologías oceánicas.

#### 2.4.1. POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS MAREAS

Aunque se ha calculado la potencia total disipada por las mareas a nivel mundial en unos 3 millones de MW, el límite máximo de aprovechamiento disponible viene impuesto por la disipación de la energía en mares poco profundos y en los estuarios alrededor de las costas.

Este límite se ha estimado en 1 millón de MW, pero probablemente el potencial real sea menor, ya que no es fácil encontrar un estuario o accidente geográfico adecuado, no sólo por su extensión, sino por la amplitud de la marea en dicha zona, que debe ser como mínimo de 4 a 5 metros (Jarobo Friedrich, 2007).

En efecto, una central mareomotriz requiere, fundamentalmente, contener el agua en un depósito artificial durante la pleamar y soltarla durante la bajamar. Al igual que en las centrales hidroeléctricas, el agua pasa a través de unas turbinas para generar electricidad.

La forma más simple de construir este depósito artificial es levantando un dique de contención en la parte estrecha del estuario. La cantidad teórica de energía extraíble por ciclo de marea (unas 12 horas) se ha deducido teóricamente, llegándose a la expresión:

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot S \cdot h^2}{2} \quad (\text{Julios}) \quad (1)$$

Donde:

$E$  = producción energética

$\rho$  = densidad del agua (aproximadamente 1.000 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$S$  = superficie del depósito

$h$  = amplitud de la marea

Así, se puede calcular la producción energética teórica diaria (dos ciclos de marea) de un estuario determinado como:

$$E = 2.73 \times 10^{-3} \cdot S \cdot h^2 \quad (kW - h) \quad (2)$$

Donde:

$E$  = producción energética

$S$  = superficie del depósito

$h$  = amplitud de la marea

Por razones técnicas, el rendimiento probable de las centrales mareomotrices no superará el 25%, por lo que el potencial aprovechable es considerablemente menor que el disponible.

El funcionamiento de una central mareomotriz es posible de varias maneras: ciclos elementales o múltiples (embalse único o múltiple con presas intermedias) de simple o doble efecto (llenado y/o vaciado), pudiéndose combinar las instalaciones anteriores con sistemas de almacenamiento por bombeo de agua del mar.

La forma más sencilla de operar una central mareomotriz es mediante un ciclo elemental de efecto simple, que se realiza con un solo estuario, donde está situado el dique y las turbinas, fluyendo el agua en un solo sentido: del estuario al mar. En la pleamar, se cierra el estuario de forma que, al bajar la marea, se establece una diferencia de niveles de agua, entrando en funcionamiento la turbina hasta que, debido a la siguiente marea, los niveles se igualan. Las fases de funcionamiento de esta disposición serían:

- 1) Llenado durante la marea ascendente, pasando el agua al embalse a través de compuertas.
- 2) Espera mientras baja la marea; el nivel del embalse no varía al estar las compuertas cerradas.
- 3) Producción de energía mediante las turbinas, como consecuencia de la altura de caída del agua.

Como una disposición de este tipo proporciona energía sólo durante 3 horas, dos veces al día, se han propuesto diversas variaciones de este esquema como medio de generar potencia de forma más continua.

#### 2.4.1. POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS OLAS

Todo tipo de oscilación en la superficie de agua que sea periódica se le denomina ola. Las olas de los océanos son originadas por diversas causas. Entre estas causas se pueden señalar el viento, las fuerzas de atracción gravitacional que ejercen la Luna y el Sol sobre las masas oceánicas, los maremotos, las tormentas, etc. Sin embargo, de todas ellas, el viento constituye el agente que genera las olas más comunes y de mayor densidad energética.

Por ello, se suele decir que la energía que poseen las olas del mar son un derivado terciario de la energía solar, ya que el viento se origina como consecuencia del desigual calentamiento que el sol produce en la superficie terrestre, y el viento, al actuar sobre el agua del mar le transmite energía y la pone en movimiento, produciendo ondulaciones en las capas superficiales que constituyen el oleaje que se observa en todas las aguas de los océanos y que golpean las costas de los continentes.

Los mecanismos que intervienen en la interacción entre el viento y la superficie del mar son complejos y aún no se explican en su totalidad. En principio, el proceso puede resumirse de la siguiente forma: cuando el viento sopla a través de la superficie del mar las moléculas de aire interactúan con las moléculas de agua que están en contacto. La fuerza que se genera entre el aire y el agua modifica la superficie del océano, dando lugar a pequeños rizos, conocidos como olas de capilaridad. Las olas de capilaridad dan lugar a una mayor superficie de contacto, la cual incrementa la fricción entre agua y viento. Ello da lugar al crecimiento de la ola que, cuando ha alcanzado un cierto tamaño, facilita que el viento pueda ejercer una mayor presión sobre ella con el consiguiente incremento de la misma.

La energía de las olas oceánicas puede llegar a ser enorme, incluso siendo comparado con la fracción de energía potencialmente explotable; esta energía depende básicamente del viento que actúa sobre la superficie del océano, de su alcance y de la superficie sobre cual sopla. La producción

energética por metro de ancho de ola contenida en una ola oceánica puede expresarse en la siguiente ecuación:

$$E = \frac{g^2 \rho H^2 T}{32\pi} \text{ (kW/m)} \quad (3)$$

Donde:

$E$  = producción energética

$g$  = aceleración de la gravedad

$\rho$  = densidad del agua del océano

$H$  = amplitud de la ola

$T$  = periodo del movimiento

$\pi$  = constante numérica pi

Debido a que es imposible medir todas las alturas y periodos independientemente, para estimar la potencia total de un mar típico irregular se utiliza la denominada “altura significativa de las olas” y también un “periodo de referencia”, que no son más que mediciones promedio obtenidas por satélites o dispositivos de medición especiales; se sintetiza la ecuación siguiente para la producción energética teórica diaria:

$$E = 11.76 H^2 T \text{ (kW - h /m)} \quad (4)$$

Donde:

$E$  = producción energética

$H$  = amplitud de la ola

$T$  = periodo del movimiento

## CAPÍTULO III. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se describe la metodología de investigación utilizada en el desarrollo de la misma, se detallan los métodos, técnicas, tipos de estudio y diseño de la investigación para la obtención de la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Afirma Sampieri (2014) que:

La gestación del diseño del estudio representa el punto donde se conectan las etapas conceptuales del proceso de investigación como el planteamiento del problema, el desarrollo de la perspectiva teórica y las hipótesis con las fases subsecuentes cuyo carácter es más operativo. (p.126)

Es preciso destacar que en este capítulo se visualiza de una forma más práctica la relación entre todos los componentes teóricos establecidos en el capítulo anterior, lo que contribuye a cumplir con los objetivos propuestos y a dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

### 3.1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA

A través de la congruencia metodológica se logra mostrar las variables de estudio, establecer las metodologías, instrumentos y técnicas que se utilizan en el desarrollo del proyecto de investigación, permitiendo visualizar una congruencia tanto horizontal como vertical de los elementos descritos.

#### 3.1.1. MATRIZ METODOLÓGICA

La matriz metodológica muestra de forma sintetizada y lógica el diseño de la investigación; se establece una relación entre el objetivo general, el planteamiento del problema que fue plasmado a través de las preguntas de investigación y la identificación de las variables independientes y dependiente que permiten encaminar el desarrollo del estudio desde el inicio hasta su final.

En la Tabla 1 se presenta la Matriz Metodológica desarrollada para el proyecto de investigación por medio de la cual se consolidaron los elementos claves de la investigación.



**Tabla 1. Matriz de congruencia metodológica**

Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
		General	Específicos	Dependiente	Independiente
¿Qué aspectos técnicos que se deben tomar en cuenta para que la instalación de una planta de generación eléctrica a través de energía oceánica en los litorales de Honduras sea viable?	¿Cuál de las tecnologías de generación de energía oceánica representa una mayor conveniencia para los litorales hondureños?	Determinar los aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta para que la implementación de una planta de generación eléctrica a través de energía oceánica en los litorales de Honduras sea viable.	Identificar las tecnologías de generación de energía oceánica representa una mayor conveniencia para los litorales hondureños.	Tipos de Tecnologías para generación de energía oceánica.	Viabilidad Técnica
	¿Cuál es el potencial de generación eléctrica que se puede obtener a partir de la aplicación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en Honduras?		Estimar el potencial de generación eléctrica que se puede obtener a partir de la aplicación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en Honduras.	Potencial de Generación.	
	¿Cuáles son los impactos ambientales que podrían generar las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños?		Identificar son los impactos ambientales que podrían generar las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños	Impacto Ambiental.	
	¿Cuáles son los posibles impactos sociales que tendría la implementación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños?		Identificar algunos de los impactos sociales que tendría la implementación de las diferentes tecnologías de generación de energía oceánica en los litorales hondureños.	Aspecto Social.	
	¿Cuáles son las diferencias económicas que implica la aplicación de cada tipo de energía oceánica en los litorales hondureños?		Describir las implicaciones económicas que conlleva la aplicación de cada tipo de energía oceánica en los litorales hondureños	Aspectos económicos	

Fuente: (Propia, 2017)

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

“Una definición operacional nos dice que, para recoger datos respecto de una variable, hay que hacer esto y esto otro, además articula los procesos o acciones de un concepto que son necesarios para identificar ejemplos de éste” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p.120).

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p. 105). De acuerdo al objetivo que tuvo esta investigación, se determinaron las siguientes variables fundamentales de estudio:

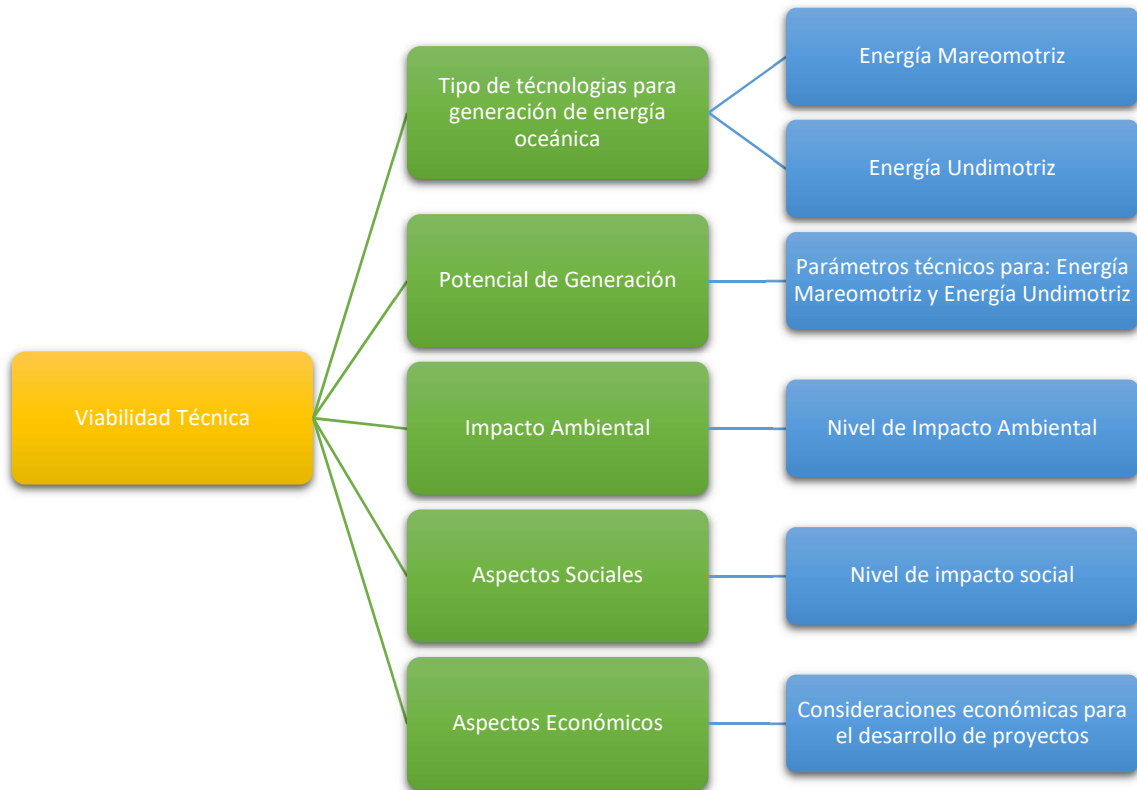
1. Variables independientes:
  - 1.1. Tipos de tecnología para generación de energía oceánica.
  - 1.2. Potencial de generación.
  - 1.3. Impacto ambiental.
  - 1.4. Aspectos económicos.
  - 1.5. Aspectos sociales.
  
2. Variable dependiente, la cual se ve influenciada por los datos reflejados del estudio de las variables independientes:
  - 2.1. Viabilidad técnica y económica.

En la Tabla 2 se presenta la operacionalización de las variables de este proyecto de investigación y en la Figura 5 el diagrama de operacionalización de las mismas.

**Tabla 2. Operacionalización de las variables**

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Técnicas
Tipos de Tecnologías para generación de energía oceánica.	La energía oceánica hace referencia a la energía renovable transportada por las olas, marea, corrientes, salinidad y diferencias de temperatura del océano.	Condiciones que debe tener el emplazamiento donde se ubicará la planta generadora de energía.	Energía mareomotriz Energía undimotriz.	Proporción de parámetros físicos disponibles: 1. Diferencia de altura entre mareas. 2. Velocidad de las olas. 3. Frecuencia de las olas.	•Análisis de datos. •Estimaciones.
Potencial de Generación.	Energía generada por un periodo de tiempo determinado.	Aprovechamiento del recurso marino para la generación de energía por un tiempo determinado.	Eficiencia y parámetros técnicos para: Energía mareomotriz Energía undimotriz.	•Disponibilidad de equipo. •Especificaciones técnicas del equipo. •KWh	Cálculos y estimaciones.
Impacto Ambiental.	Efecto que produce una determinada actividad humana sobre el medio ambiente.	Consecuencias de la implementación de una planta de generación de energía eléctrica a partir de energía marina en los ecosistemas circundantes.	Nivel de impacto ambiental.	•Especies endémicas en peligro de extinción presente en los ecosistemas marinos.	Revisión de datos del CITES y SINAPH y estudios en proyectos previos.
Aspecto Social.	Cambio inducido por un proyecto sostenido en el tiempo y en muchos casos extendido a grupos no involucrados en este.	Conjunto de beneficios o impactos negativos que puede representar un proyecto dentro de una sociedad.	Nivel de impacto social.	Beneficios: •Empleabilidad •Mejoramiento del nivel de vida.  Impactos negativos	Revisión de documentos y estudios de proyectos previos.
Aspectos económicos	Recursos necesarios para llevar a cabo una actividad o proyecto.	Consideraciones económicas que conllevará la aplicación de los diferentes tipos de energía oceánica en Honduras.	Implicaciones y desafíos económicos.	Costos de infraestructura y anclaje. Costos de instalación, conexión a la red, operación y mantenimiento. Costos de componentes mecánicos y eléctricos.	Análisis de costos en proyectos previos.

Fuente: (Propia, 2017)



**Figura 5. Diagrama de variables**

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

### 3.3. HIPOTESIS

“Las hipótesis son las guías para una investigación o estudio, que indican lo que tratamos de probar y se define como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p.104). A continuación, se plantea la hipótesis establecida para el proyecto de investigación:

Hipótesis 1 ( $H_1$ ): Entre las tecnologías marinas para la generación energética, la energía mareomotriz es la que representa un mayor potencial según los requerimientos técnicos dadas las condiciones de los litorales de Honduras.

Hipótesis 0 ( $H_0$ ): Entre las tecnologías marinas para la generación energética, la energía mareomotriz no es la que representa un mayor potencial según los requerimientos técnicos dadas las condiciones de los litorales de Honduras.

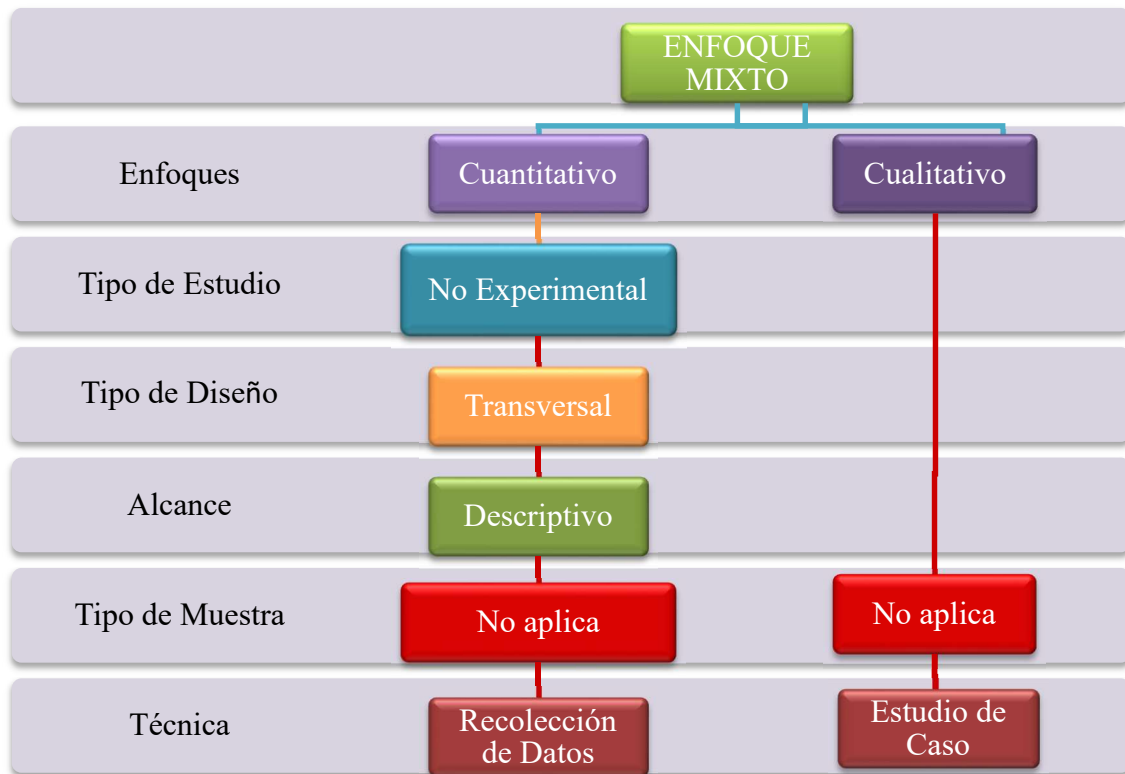
### 3.4. ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque de la investigación será mixto ya que se pretende realizar análisis utilizando el enfoque cuantitativo y cualitativo, esto con el fin de tener una mayor perspectiva de la problemática a abarcar y poder obtener resultados más específicos. En cuanto al enfoque cuantitativo se desarrollará en base a los datos recolectados de las diferentes tecnologías para generación de energía eléctrica a partir del océano, en este caso especificando y centrándose en la energía mareomotriz y la energía undimotriz. Por otro lado, el enfoque cualitativo será utilizado a partir de análisis de casos de estudio de proyectos previos para identificar los principales inconvenientes y factores ambientales, sociales y legales que intervienen en la implementación de una planta de generación eléctrica a partir de las tecnologías anteriormente mencionadas.

El tipo de estudio es el no experimental, ya que el estudio se realiza sin la manipulación deliberada de variables, y los investigadores solo observan el fenómeno para luego analizarlo. Por su parte, el tipo de diseño es transversal ya que los datos se recolectan en un solo momento, con el objetivo de describir las variables, así como analizar su incidencia en un solo momento dado sin esperar seguimiento (Sampieri, Fernández, & Pilar, 2014).

El alcance del estudio será descriptivo, ya que se buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren. Esto es, su objetivo no es como se relacionan éstas. (Sampieri, Fernández, & Pilar, 2014).

Estos tipos de estudio son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de los fenómenos, suceso, comunidad, contexto o situación.



**Figura 6. Enfoque de la investigación**

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

### 3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Luego de establecer el planteamiento del problema, definir el alcance de la investigación y formular la hipótesis se debe visualizar la forma de responder las preguntas de investigación y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Para ello se debe seleccionar o desarrollar el diseño de investigación y aplicarlo al contexto del estudio. “El termino diseño se refiere al plan o estrategia conseguida para obtener la información que se desea” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014).

#### 3.5.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación no se tomará ninguna población objetivo de análisis, por lo tanto, no será tampoco necesario obtener una muestra para realizar el estudio.

### 3.6. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Con el fin de cumplir con los objetivos de investigación se establecen instrumentos y técnicas que permiten la recopilación de datos y el análisis de los mismos. En la siguiente sección se describen las técnicas e instrumentos a utilizar.

#### 3.6.1. INSTRUMENTOS

Un instrumento de medición, según Sampieri, et al. (2014): “es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tienen en mente” (p.199).

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizará el programa de Microsoft Excel, Minitab y SPSS para desarrollar los cálculos estadísticos y realizar el análisis de resultados. Se partirá de la recolección de los datos sobre la amplitud de las mareas y la altura e intervalo de los oleajes en los litorales hondureños.

#### 3.6.2. TÉCNICAS

Las técnicas aplicadas en la investigación utilizadas para la medición de las variables independientes son las siguientes:

- 1) Cálculos manuales.
- 2) Análisis de datos.
- 3) Estimaciones mediante hojas de Excel.
- 4) Revisión de investigaciones y estudios previos.

### 3.7 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes utilizadas para el desarrollo de la investigación ayudan a determinar la factibilidad del mismo, estas fuentes se dividen en primarias y secundarias. A continuación, se describen las fuentes utilizadas para este proyecto de investigación:

### 3.7.1. FUENTES PRIMARIAS

“Las fuentes primarias proporcionan los datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes, entre libros documentos oficiales, artículos de publicaciones periódicas, tesis, trabajos presentados en conferencias, etc.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Bautista Lucio, 2014,p.61).

Para el presente estudio de viabilidad técnica se debe partir del análisis de los datos referentes a las mareas y oleajes de puntos específicos en la zona Norte y Sur del país, entre los cuáles se seleccionaron: Amapala, Puerto Cortés y Roatán, por la accesibilidad a las mediciones realizadas en estas ubicaciones.

En referencia a los datos relacionados con las mareas (mareas bajas y altas) fueron recolectados a través de documentos que facilita la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC) por medio de mediciones recaudadas por estaciones meteorológicas de la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO). Por otro lado, los datos relacionados con el oleaje fueron recolectados a través de una empresa (Windfinder) que fue sugerida por el personal de la AHAC con fundación en Alemania y dedicada a la previsión meteorológica y del viento, cabe mencionar que en su Sitio Web se contaba con información de las estaciones meteorológicas en las ubicaciones seleccionadas. Windfinder trabaja con previsiones que se basan en el modelo del Sistema Global de Predicción (GFS, por sus siglas en inglés); modelo numérico de predicción meteorológica creado, utilizado y gestionado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) estadounidense. Los pronósticos están disponibles en todo el mundo. Las previsiones se calculan 4 veces al día, aproximadamente a las 5h, 11h, 17h y 23h UTC. Las predicciones están disponibles en intervalos de 3 horas y alcanzan hasta un máximo de los 10 días siguientes.

### 3.7.2. FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias representan el primer paso en la búsqueda de la información están diseñadas para facilitar el acceso a las fuentes primarias y sus contenidos, están comprenden toda



la bibliografía que se utiliza para confirmar los hallazgos y ampliar el contenido de la información primaria:

- 1) Libros de texto.
- 2) Páginas de internet.
- 3) Fuentes virtuales.
- 4) Investigaciones y estudios relacionados con las energías marinas.

### 3.8. LIMITANTES DEL ESTUDIO

Las limitaciones del estudio son todos aquellos factores que intervienen directa o indirectamente para la realización del estudio de investigación, se han identificado las siguientes:

- 1) Disponibilidad de tiempo.
- 2) Disponibilidad de información.

Ambos factores fueron determinantes en el desarrollo de la investigación, en vista del tiempo que llevó obtener los datos e información para poder efectuar los respectivos cálculos relacionados con la generación de energía para ambas tecnologías. El retraso en la facilitación de la información llevó a realizar las estimaciones con los parámetros físicos solamente con registros de seis meses, ya que los demás no pudieron ser recolectados. Por otro lado, cabe destacar que el estudio se enfocó sólo en dos de las cinco tecnologías marinas mencionadas, debido a la carencia de información necesaria para realizar un estudio detallado de la energía disponible enfocada en otros parámetros físicos y mediciones.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En el presente capítulo se detallarán los productos del análisis de datos, se realizará un resumen de los datos e información recolectada y su interpretación.

### **4.1 PLAN DE ANÁLISIS**

Para el desarrollo de la investigación, el análisis de la información recolectada y la interpretación de los datos obtenidos, se partirá de un breve resumen general que muestra y evidencia la situación actual que se ve involucrada en la ejecución de proyectos de generación de energía a partir de las diferentes tecnologías oceánicas, se detallarán los principales aspectos teóricos y técnicos que podrían demostrar la viabilidad de las tecnologías marinas para la generación energética en nuestro país, partiendo de la potencialidad geográfica y la abundancia de costas que representarían un atractivo para el desarrollo de proyectos de esta índole.

Como siguiente apartado, se realizará el análisis de las diferentes variables, entre ellos: los tipos de tecnologías para generación de energía oceánica, aspectos ambientales y sociales que intervienen al momento de ejecutar los proyectos, aspectos técnicos y potencial de generación estimado a partir de los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo de la potencia instalada para centrales de energía a partir de fuentes oceánicas; y como último apartado, se detallarán los aspectos económicos a tomar en consideración para el desarrollo de proyectos de energía a partir de fuentes marinas

### **4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA OCEÁNICA**

La generación energética a partir de fuentes marinas ha tomado gran auge en los últimos años en muchos países del mundo. En particular, la energía mareomotriz y undimotriz, entre el resto de tecnologías marinas representan una alta contribución a la generación de energía en cualquier país que tenga accesos a los océanos; sin embargo, todas estas tecnologías aún se encuentran en etapas tempranas de desarrollo y es necesario profundizar en las investigaciones y las diversas aplicaciones que se pueden originar a partir de su utilización.

Muchos países como Francia, China, Noruega, Escocia, Canadá Argentina y Holanda, son algunos países pioneros en el desarrollo de proyectos en la generación de energía a partir de las diferentes fuentes oceánicas en el mundo; en el caso de Francia y China, cabe destacar que son dos países que tienen proyectos de energía mareomotriz de muy alta capacidad y que a la vez son proyectos guía para el desarrollo de estas tecnologías en otros países del mundo que tienen la posibilidad de investigar y aplicar la energía a partir de fuentes oceánicas porque cuentan con los recursos necesarios. Además, en el continente americano destacan países como Canadá y Argentina que ya han desarrollado proyectos de energía marina, siempre orientados a la energía mareomotriz. La tecnología marina que repunta también en la actualidad con una alta aplicabilidad es la energía undimotriz, que también tuvo su auge en países como Noruega y Escocia, pero que más tarde países como Portugal y España se unieron a la lista de generadores de energía a partir de fuentes marinas. Por ejemplo, la planta de energía undimotriz (generada por las olas del mar) de Mutriku (España) ha cumplido seis años en los que ha generado 1,3 GWh de electricidad, lo que constituye un "récord mundial" de generación de energía por este medio (Agencia EFE, 2016), considerándose un referente tecnológico a nivel internacional.

Por otro lado, el resto de tecnologías, entre ellas: energía a partir de corrientes marinas, de gradiente térmico o gradiente salino, son tecnologías mucho más jóvenes en la generación renovable y solamente han sido aplicadas como proyectos a pequeña escala y en zonas bastante específicas del mundo. Siempre repuntan en su aplicación Noruega y Escocia, en donde las investigaciones referentes a estas tecnologías son constantes e incluso ya poseen sistemas que son capaces de generar energía a partir de estas tecnologías. Sin embargo, en muchas Universidades, como la Universidad de Oxford, se desarrollan prototipos de tecnologías mejores adaptadas a las condiciones de cada zona geográfica.

Para Honduras, un país en el que todavía otras tecnologías para generar energía a partir de recursos renovables se encuentran en auge, significa un gran reto poder desarrollar proyectos de inversiones tan altas en tecnologías que aún no son tan confiables; por otro lado, la oportunidad para la generación a partir de energía oceánica en Honduras es muy alta debido a la disponibilidad de cada recurso. Por ejemplo, en referencia a la energía a partir del gradiente térmico, nuestro país se encuentra en una zona, en teoría, técnicamente muy favorable, ya que las zonas ecuatoriales y

tropicales presentan una diferencia más marcada en la temperatura de los océanos a diferentes profundidades, llegando a un gradiente térmico de al menos veinte grados Celsius (20°C); el único inconveniente para realizar un análisis en referencia a este tipo de tecnología es la obtención de los datos necesarios para determinar y comprobar su posible aplicación. Es por esta razón que al investigar respecto a los diferentes tipos de tecnología y su aplicabilidad en otros lugares, en la mayor parte de las tecnologías los proyectos son a pequeña escala y muchos de ellos aún se encuentran en investigación y etapas de mejora; por ende, la recolección de información para un análisis técnico se dificulta con respecto a tecnologías que son muy nuevas o que no se han aplicado en la región; es por ello que la orientación y análisis de la parte técnica se inclina solamente a dos tipos de tecnologías marinas: la mareomotriz y la undimotriz. De las cuales se pudieron recolectar una cantidad de datos significativa en cuanto a la amplitud de las mareas e intervalos de olas para poder desarrollar los cálculos correspondientes y realizar estimaciones de producción energética.

#### 4.2.1 TIPOS DE TECNOLOGÍAS PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA OCEÁNICA

La energía oceánica es una fuente de energía renovable que se fundamenta en la energía contenida en los océanos, esta energía la podemos obtener mediante las mareas (mareomotriz), las olas (undimotriz), corrientes oceánicas, gradiente térmico (mareomotermica) y gradiente salino (energía azul). Cada una de las tecnologías representa una amplia gama de componentes mecánicos y eléctricos que son necesarios para su utilización.

Sin duda, para nuestro país, cada una de estas tecnologías puede representar un aporte importante para la generación de energía eléctrica, el potencial que los océanos que rodean la nación es una fuente bastante grande que puede ser aprovechada de una u otra forma por los dispositivos y tecnologías adecuadas a nuestras características geográficas y parámetros físicos necesarios para su utilización.

El único inconveniente apreciable para el desarrollo de cualquier tecnología marina en el país se centra en la falta de información y en la carencia de dispositivos capaces de ser un apoyo para estudios de esta índole. Por ejemplo: la energía del gradiente térmico o mareomotermica, de acuerdo a las zona geográfica en la que el país se encuentra, tiene un potencial bastante alto debido a las diferencias en las temperaturas marinas a partir de ciertas profundidades, pero se carece de la

información necesaria para realizar los estudios correspondientes e implementar pequeños proyectos o investigaciones piloto.

Por esta razón, la investigación se centra en el estudio y estimación de los dos tipos de tecnologías que representan una mayor viabilidad y facilidad en la recolección de la información: la energía mareomotriz y la energía undimotriz. Ambas tecnologías tienen un mayor recorrido y una mayor utilización en muchos países del mundo, por lo que realizar estimaciones basadas en los datos recolectados representa una mayor posibilidad de encaminar próximos estudios a una investigación más profunda en estas tecnologías marinas para la generación de energía eléctrica. Para el desarrollo de investigaciones y estudios de viabilidad referentes al resto de tecnologías es necesario propiciar nuevos espacios e información referentes a estos temas considerados más recientes en el ámbito de las energías renovables.

#### 4.2.2 ASPECTOS TECNICOS Y SUS DESAFIOS

Mientras que las tecnologías de la energía del océano vienen en muchas formas, hay desafíos que son comunes a todos. La naturaleza de las tecnologías de energía oceánica significa que el mayor desafío es la operación en el propio medio marino.

La tecnología de localización offshore significa que el costo y la complejidad de cualquier operación aumentan dramáticamente. La fijación de un objeto al fondo marino se hace cada vez más difícil con la profundidad del agua, mientras que los buques y plataformas flotantes dan lugar a condiciones de trabajo dinámicas.

El ambiente oceánico puede ser muy enérgico (y de manera frecuente está específicamente dirigido como tal, debido al recurso que se busca, por ejemplo, corrientes de marea rápidas, climas de olas oceánicas grandes) y frecuentemente hostiles. El agua en movimiento constante somete el equipo a grandes fuerzas de las ondas y corrientes. El crecimiento y la corrosión marina deben tenerse en cuenta y evitarse. Una vez que los sistemas generan electricidad, también deben ser recogidos y transmitidos. La agregación eléctrica y el transporte a tierra es un reto importante en el mar. El cableado y la subestación común y las soluciones electrónicas de potencia utilizadas en tierra son mucho más difíciles y costosas de implementar y requieren consideraciones especiales

de diseño para protegerlas del medio marino, al mismo tiempo que conservan la capacidad de acceder a ellas para el mantenimiento requerido.

#### 4.2.2.1 CONSECUENCIAS ECONÓMICAS

La experiencia de las industrias petrolera y de gas y marina en alta mar ha demostrado que, si bien es técnicamente factible construir estructuras para operar en entornos marinos extremos, esto tiene implicaciones significativas en cuanto a costos.

Hay una serie de áreas comunes entre la mayoría o todas las tecnologías de energía oceánica, donde soluciones innovadoras y avances tecnológicos podrían abordar los desafíos técnicos de operar en el medio marino y ayudar a reducir costos para que las tecnologías de energía oceánica logren la comercialización. Éstas según Karim (2012) incluyen:

- Conectores eléctricos de conexión en húmedo económicos, a voltajes relevantes.
- Cables umbilicales dinámicos robustos.
- Sellos y cojinetes robustos y asequibles a prueba de agua.
- Amarres / cimientos rentables y duraderos.
- Materiales y / o revestimientos mejorados contra la incrustación biológica y la corrosión.
- Instalación y metodologías de O&M de bajo costo y tecnología específica.

#### 4.2.2.2 MEJORAS, INNOVACIÓN E INTEGRACIONES TECNOLÓGICAS

Siendo tecnologías nacientes, los dispositivos de energía oceánica podrían impulsar avances importantes en la generación energética con fuentes renovables. Para ello, no solo serán importantes las actividades de investigación y desarrollo (I+D) y de implantación para cada tipo de dispositivo, sino que también las mejoras tecnológicas y la innovación en materia de convertidores podrían beneficiarse de los progresos en esferas de actividad cercanas. Las energías marinas, están todavía por emerger como fuentes energéticas alternativas técnica y económicamente factibles. Su desarrollo ha de ser el fruto de una estrategia de mayor alcance en la que se aporten mecanismos de apoyo adecuados desde las tempranas fases de investigación y desarrollo (I+D) hasta la fase de demostración de viabilidad. Ello requiere arbitrar potentes

políticas públicas de apoyo a la investigación y al desarrollo tecnológico, específicamente focalizadas sobre estas energías, y con dotaciones financieras de gran envergadura.

El desarrollo de las tecnologías marinas exige elevadas sumas de capital, muy superiores a las requeridas por otras energías renovables. A los costes de puesta a punto de un prototipo resistente a las condiciones marinas, han de añadirse todos los derivados de instalación y pruebas en el mar, primeramente, en condiciones más protegidas, posteriormente en condiciones reales de mar abierto. Es por ello que, el capital necesario se incrementa a medida que se avanza a lo largo de las fases de desarrollo, sin correlación con los ingresos que se pueden obtener a corto y medio plazo.

En estas condiciones las insuficiencias de financiación y las intermitencias en la provisión de la misma están en el origen de numerosos fracasos e incidencias en los proyectos de energías marinas, que explican buena parte del retraso tecnológico del sector. En el ámbito de las olas y de las corrientes son principalmente pequeñas y medianas empresas las implicadas en el desarrollo de estas tecnologías y padecen dificultades, en muchos casos, insuperables para reunir el capital necesario. Pruebas tecnológicas y costos competitividad son dos pre-requisitos esenciales para implementación de la energía marina en los mercados energéticos, los altos costos de inversión y varias dificultades técnicas como la conexión y permisos para sistemas offshore siguen siendo sustanciales barreras al desarrollo de las energías oceánicas. Política específica, así como datos técnicos y de costes empíricos de la escala completa (factor de capacidad y duración del diseño, son necesarios para que las energías oceánicas alcancen el desarrollo comercial.

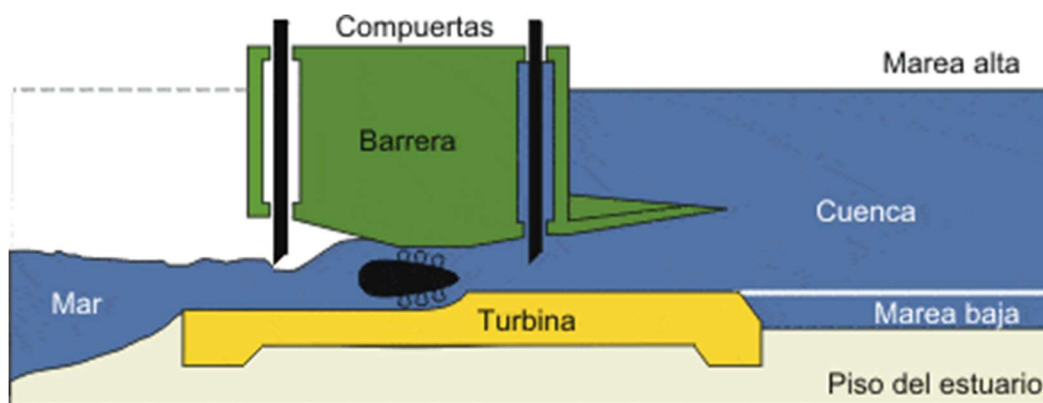
#### 4.2.2.3. LA ENERGÍA MAREOMOTRIZ

Para seleccionar el lugar adecuado para una central mareomotriz se debe tomar en cuenta tres parámetros fundamentales, estos son la amplitud de marea, el largo de la barrera y el área de la bahía que se pretende embalsar. El primero de estos parámetros nos indica el posible sitio donde podemos construir el embalse, el área a embalsar y las dimensiones de la barrera es importante considerarla ya que esto determina el potencial de la bahía, y por lo tanto el costo de la energía, con una mayor superficie que aprovechar, el costo de la energía disminuye, y con una barrera mayor, el costo de la energía producida aumenta. Existen varios modelos creados entre los años

sesentas, setentas y ochentas que, mediante relaciones entre el largo de la barrera, la altura de ésta, el área embalsada y la amplitud media de las mareas indican si el lugar es interesante como para desarrollar un proyecto o no.

Considerando las características ya mencionadas se puede afirmar que los sitios más propicios para desarrollar este tipo de proyecto serían bahías, o estuarios que cuenten con un área considerable. Por lo tanto, para el desarrollo de un proyecto de generación de energía a partir de energía mareomotriz hay que tomar en cuenta muchos aspectos que en primer lugar se relacionan con la ubicación precisa del sitio en el cuál se pretende desarrollar el proyecto, considerando que para poderlo ejecutar es imprescindible identificar el tipo de sistema a utilizar, entre ellos: los sistemas que utilizan estuarios y diques para construir depósitos de almacenamiento de agua con el propósito de aprovechar la energía cinética o potencial de las mareas y los sistemas que capturan la energía cinética de las corrientes marinas originadas por las mareas; siendo el primero de estos, el que requiere de una mayor especificación en cuanto a la ubicación y un mayor análisis de los parámetros físicos del sistema del que se ha recolectado la información para hacer el estudio correspondiente a su aplicabilidad.

El desarrollo de la investigación se encuentra enfocado en el aprovechamiento de la energía cinética y potencial a partir de diques o estuarios, donde se pueden implementar diversos métodos enfocados en barreras que permiten aprovechar las diferencias de nivel generadas por las mareas altas y bajas a través de turbinas diversas y acopladas a las condiciones de un sitio en particular.



**Figura 7. Presa de marea o mareoembalse**

Fuente: (Área Tecnología, 2016)



Se lograron obtener datos históricos de tres sitios específicos: Amapala, Puerto Cortés y Roatán. Se partirá de los datos históricos de 6 meses en los que a diario se han tomado dos mediciones de la amplitud de las mareas y para los cuales se identificarán las principales características de los tres puntos seleccionados. En primer lugar, se destaca el municipio de Amapala en la Isla del Tigre, ubicado en la zona Sur de Honduras; el Océano Pacífico que circunda las costas de Amapala cuenta con un gran potencial debido a que este se caracteriza por poseer un oleaje más fuerte y mareas con mayores rangos de amplitud.



**Figura 8. Ubicación del municipio de Amapala**

Fuente: (Google Maps, 2017)

“La amplitud de las mareas, es decir, la diferencia entre los niveles más altos (pleamar) y más bajo (baja mar) da lugar a que los mares contengan energía cinética” (Carta Gonzales et al., 2009, p.657). Esta energía cinética o también la energía potencial que podría ser almacenada varían según cada zona geográfica y puede ser aprovechada de una mejor forma en algunos sitios; para referirse específicamente a la amplitud de las mareas en Amapala, se muestra la siguiente tabla resumen (Tabla 3) en la que se pueden apreciar las mediciones que se toman a diario en dicha zona, cabe mencionar que las mediciones son tomadas de acuerdo al patrón en el que las mareas son generadas en los océanos del planeta, dando lugar a dos mareas altas y dos mareas, provocadas por el movimiento de rotación-traslación de la Tierra (interactuando también con el Sol) y el de translación de la Luna, la acción de las fuerzas gravitatorias y la fuerza centrífuga. En vista de estas razones, las mediciones son tomadas aproximadamente en lapsos de 6 horas en el día.

**Tabla 3. Estadísticas de la amplitud de las Mareas en Amapala**

Medición 1 (pies)		Medición 2(pies)	
Media	8.228296703	Media	8.522252747
Error típico	0.125660923	Error típico	0.146525312
Mediana	8.115	Mediana	8.405
Moda	6.99	Moda	9.74
Desviación estándar	1.695258536	Desviación estándar	1.976734536
Varianza de la muestra	2.873901503	Varianza de la muestra	3.907479427
Rango	7.16	Rango	8.1
Mínimo	4.97	Mínimo	5.14
Máximo	12.13	Máximo	13.24
Cuenta	182	Cuenta	182

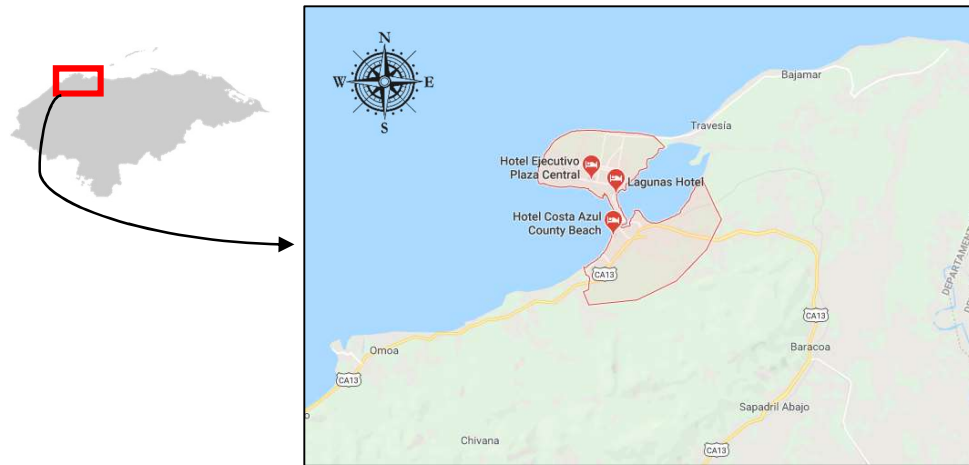
Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

De acuerdo a los datos recolectados, se puede apreciar en la Tabla 3 que la amplitud promedio de las mareas en referencia a las dos mediciones se encuentra entre 8.22 pies y 8.52 pies, un valor mínimo que se encuentra entre 7.16 pies y 8.10 pies, y un valor máximo que se encuentra entre 12.13 pies y 13.24 pies.

Para poder establecer una comparación de los parámetros físicos y analizar las características de los recursos que intervienen en el estudio (mareas y oleajes) los otros dos puntos que tomaron como referencia se encuentran ubicados o colindan con el Océano Atlántico: Puerto Cortés y Roatán. Ambos sitios cuentan con un alto porcentaje turístico y una fuerte influencia económica en el país, con estudios adecuados representan puntos importantes a seleccionar para la implementación de proyectos de energía marina.

Cabe destacar a Puerto Cortés como un municipio de mucha actividad industrial y manufacturera, sin hacer a un lado la alta actividad turística y operaciones portuarias que se desarrollan a diario como uno de los principales puertos del país. El municipio de Puerto Cortés en comparación con el de Amapala representa un menor potencial, típicamente el Océano Atlántico

es conocido por poseer un mar mucho más “tranquilo”, es decir, posee un oleaje menos intenso y una amplitud de mareas menor que en el Océano Pacífico.



**Figura 9. Ubicación del municipio de Puerto Cortés**

Fuente: (Google Maps, 2017)

Al igual que para el municipio de Amapala, para Puerto Cortés se recolectaron la misma cantidad de datos en los mismos lapsos en el transcurso del día. Dando como resultado lo mostrado en la Tabla 4:

**Tabla 4. Estadística de la amplitud de las Mareas en Puerto Cortés**

Medición 1(pies)		Medición 2 (pies)	
Media	0.447912088	Media	0.557582418
Error típico	0.01330011	Error típico	0.012090837
Mediana	0.49	Mediana	0.56
Moda	0.55	Moda	0.52
Desviación estándar	0.179428291	Desviación estándar	0.163114309
Varianza de la muestra	0.032194512	Varianza de la muestra	0.026606278
Rango	0.66	Rango	1.54
Mínimo	0.1	Mínimo	-0.65
Máximo	0.76	Máximo	0.89
Cuenta	182	Cuenta	182

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

De acuerdo a los datos recolectados, se puede apreciar en la Tabla 4 que la amplitud promedio de las mareas en referencia a las dos mediciones se encuentra entre 0.44 pies y 0.55 pies; por otro lado, los valores máximos recolectados se encuentran entre 0.76 pies y 0.89 pies, y siendo el valor que más se repite 0.55 y 0.52 respectivamente para cada medición. Esto lleva a poder afirmar que los rangos naturales de la amplitud de las mareas en la zona Norte es mucho menor que en la zona Sur, indicando que la producción energética sería también más baja.

Por último, se seleccionó el municipio de Roatán; la actividad en Roatán es destinada mayormente al ámbito turístico, tanto por parte de personas nacionales como extranjeras. Existen muchos restaurantes, complejos de hoteles y áreas para practicar deportes acuáticos como buceo y realizar visitas a los arrecifes presentes en la zona.



**Figura 10. Ubicación del municipio de Roatán**

Fuente: (Google Maps, 2017)

Para el municipio de Roatán, se recolectaron la misma cantidad de datos en los mismos lapsos en el transcurso del día que en las otras dos ubicaciones seleccionadas (Amapala y Puerto Cortés). A pesar de encontrarse en la zona Norte al igual que Puerto Cortés, los datos recolectados muestran que existe una pequeña diferencia en la amplitud de las mareas, denotando valores más altos; este cambio se debe a que por encontrarse en mar abierto y ser una Isla, recibe una mayor cantidad de viento, que también es un factor determinante en este parámetro físico. Dando como resultado lo mostrado en la Tabla 5:

**Tabla 5. Estadísticas de la amplitud Mareas en Roatán**

Medición 1 (pies)		Medición 2 (pies)	
Media	1.10802198	Media	1.35065934
Error típico	0.03299975	Error típico	0.02312741
Mediana	1.22	Mediana	1.34
Moda	1.28	Moda	1.26
Desviación estándar	0.44519093	Desviación estándar	0.31200582
Varianza de la muestra	0.19819496	Varianza de la muestra	0.09734763
Rango	1.93	Rango	1.52
Mínimo	0.24	Mínimo	0.56
Máximo	2.17	Máximo	2.08
Cuenta	182	Cuenta	182

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

De acuerdo a los datos recolectados, se puede apreciar en la Tabla 5 que la amplitud promedio de las mareas en referencia a las dos mediciones se encuentra entre 1.10 pies y 1.35 pies; por otro lado, los valores máximos recolectados pueden llegar a encontrarse entre 2.17 pies y 2.08 pies, y siendo el valor que más se repite 1.28 y 1.26 respectivamente para cada medición. Sin duda, la amplitud sigue siendo mucho menor que en la zona Sur, pero como se mencionó anteriormente, es un tanto mayor en comparación a Puerto Cortés. A continuación, se muestra una tabla resumen con los datos de sus respectivos rangos de marea máximos y mínimos.

**Tabla 6. Amplitud de las mareas en Honduras**

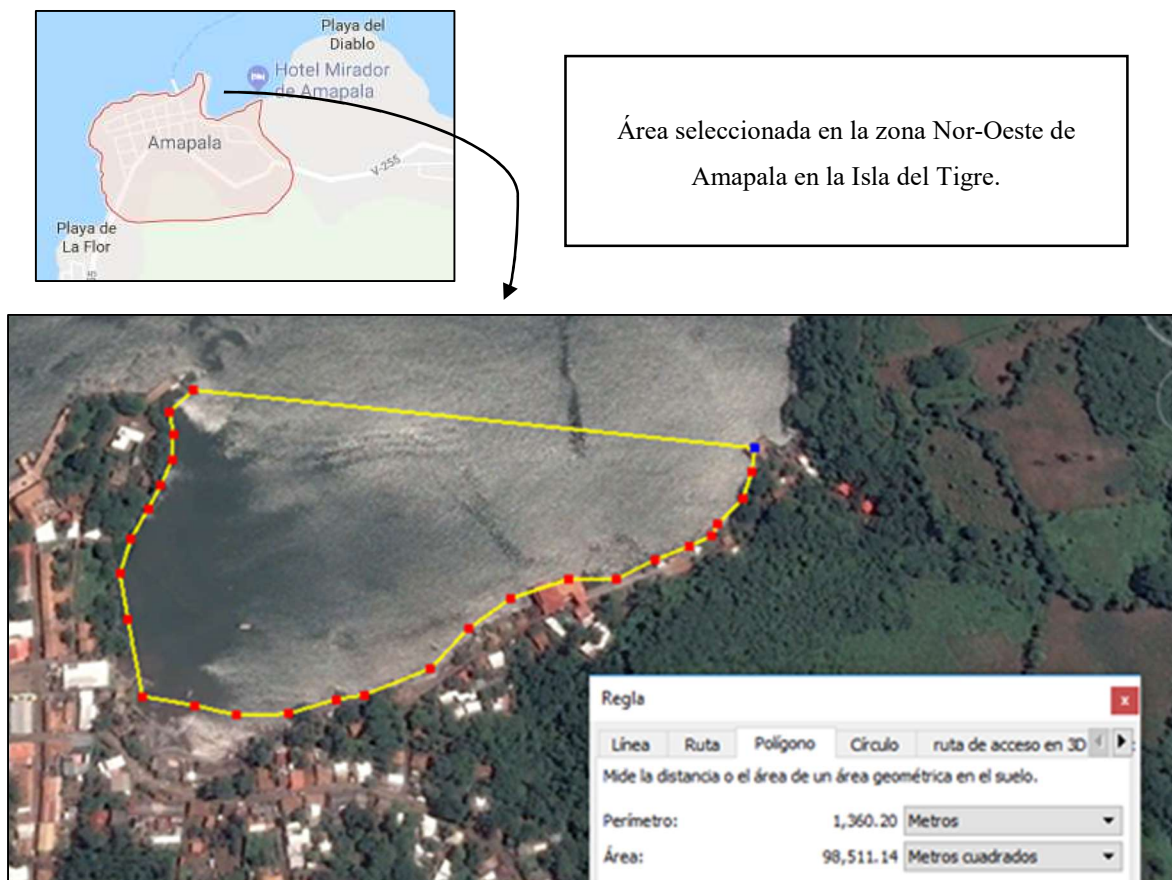
Sitio	Latitud (N)	Longitud(W)	Diferencia de Altura (metros)
Amapala	13°20,0'	87°49,0'	2.598
Puerto Cortés	15°50,0'	87°57,0'	0.168
Roatán	16°24,0'	86°20,0'	0.412

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

Según Dagá (2008), “la amplitud de marea mínima para que funcione una central mareomotriz que aprovecha la energía potencial de las mareas mediante barreras es de 0.9 metros”. Por lo tanto, los datos mostrados nos indican que dentro de los sitios referentes en la Tabla 6 sólo

Amapala tiene la amplitud de marea suficiente para poder realizar un posible proyecto en esas zonas.

Con base a esta información, se revisaron las posibles zonas de Amapala donde se podría realizar proyectos de centrales mareomotrices que utilicen la energía potencial-cinética de las mareas. Para este análisis sólo se tomó en cuenta la geografía del lugar, sin considerar factores que influyen en la parte económica como la cercanía a algún sistema interconectado, la profundidad y batimetría del sector, del tipo de dispositivos a utilizar para sacar un mayor aprovechamiento de este potencial natural, de los modos de operación de cada una de las unidades generadoras. “La energía extraíble depende tanto de las eficiencias de las máquinas cómo de la cantidad de turbinas el tamaño de estas que se puedan instalar” (Dagá, 2008, p.19)



**Figura 11. Área seleccionada en Amapala**

Fuente: (Google Maps, 2017)

En vista de que Amapala cuenta con los parámetros físicos que son necesarios para un aprovechamiento adecuado del recurso, es pertinente calcular con base en la ecuación (2) (que ha sido sintetizada a partir de la ecuación (1)), la energía natural que puede ser generada al día, obtenida a partir del promedio de ambas mediciones:

$$E = 2.73 \times 10^{-3} \cdot S \cdot h^2 = (2.73 \times 10^{-3})(98,511.14 m^2)(2.598 m)^2 = 1,815 \text{ kW} - h$$

Cabe destacar que la producción energética natural obtenida únicamente es en relación al potencial del recurso disponible, no intervienen en los cálculos la producción energética total que puede ser obtenida en base a estimaciones en las que se involucran otros parámetros mecánicos y eléctricos necesarios para el desarrollo e instalación de un proyecto específico. Sin embargo, se selecciona el lugar mostrado en la Figura 10 como el sitio más idóneo tomando en cuenta la geografía de la localidad y facilidad para la instalación de un proyecto de esta índole, características naturales que favorecen el aprovechamiento de la energía de las mareas y que ningún otro sitio en el municipio las reúne.

#### 4.2.2.4 LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ

Para la implementación de una planta de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de las olas (undimotriz) lo primero es seleccionar un sitio para el estudio de implementación de dicho sistema, posteriormente, es necesario ser capaz de describir el sistema eléctrico del lugar donde se quiera instalar el sistema de energía undimotriz, con el propósito de poder dimensionar el consumo de energía y la potencia eléctrica necesaria para alimentar el sistema eléctrico.

Luego, es necesario conocer las características generales del oleaje en la zona indicada. Para esto existen diversos estudios de olas; si el lugar no posee, es necesario efectuar una transferencia de oleaje para verificar los puntos de mayor potencial energético.

Para poder seleccionar que tecnología de dispositivo undimotriz es la más adecuada para la zona de interés, se hace necesario realizar una valorización de las características más importantes

de cada uno, con el propósito de ser capaz de evaluar en forma objetiva, cuál de ellos se adapta de mejor manera a las características del oleaje del sector.

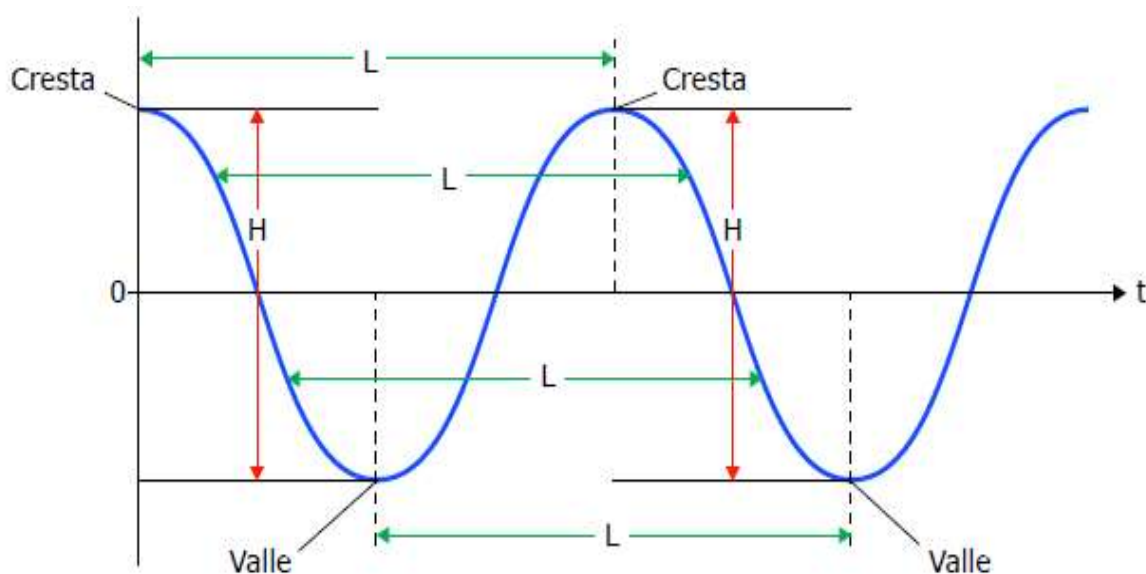
Como sabemos, la energía de las olas, fundamentalmente, es producto del viento que actúa sobre los océanos, generando ondas que en diferentes intervalos de tiempo pasan por una misma zona. La denominada energía undimotriz depende, básicamente, de la intensidad del viento que sopla sobre la superficie del océano, del tiempo en que el viento está soplando y del alcance o superficie sobre la cual sopla el mismo, por ello, para su análisis es necesario hacer uso de los intervalos de las olas y altura de las mismas en la zona objetivo para el desarrollo de un proyecto; lo ideal, es partir de una base de datos bastante amplia, de por lo menos 3 a 5 años para hacer un estudio exhaustivo de los cambios que pueden experimentar las condiciones de los océanos; sin embargo, para la recolección de datos solamente fue posible recolectar datos históricos de 6 meses, de los cuales se pueden obtener las siguientes estadísticas descriptivas para los mismos tres puntos seleccionados en el análisis referente a la energía mareomotriz: Amapala, Puerto Cortés y Roatán.

En primer lugar, para realizar una estimación de la energía natural que puede ser producida para aprovecharse a partir de los diferentes dispositivos existentes (Pelamis, Weptos, Wavedragon, entre los más destacados) en la generación undimotriz debemos identificar cómo se comporta una ola. Las olas se generan a partir de ondulaciones en las capas superficiales del mar debido al viento. Al crearse estas ondulaciones aumenta la superficie de contacto con el viento lo que genera más ondulaciones y eventualmente la formación de las olas que vemos comúnmente. (Sanchez, 2016). Las olas están constituidas por moléculas de agua que se mueven en forma circular. En la superficie del agua los movimientos son del mismo tamaño que la altura de ola, pero van disminuyendo a medida que se desciende por debajo de la superficie. Este movimiento circular cambia a elipsoidal a medida que las olas se van acercando a aguas más someras. Es éste movimiento circular (o elipsoidal dependiendo de la cercanía a la costa) el cuál puede ser aprovechado, directamente mediante hélices o indirectamente mediante dispositivos compuestos por columnas oscilantes de agua, para la generación eléctrica. De igual forma, en su movimiento circular las moléculas de agua son elevadas encima de la línea inmóvil de la superficie del agua, lo que representa una energía potencial. (Carta Gonzales et al., 2009)



Las olas se caracterizan por tener:

- Longitud de onda ( $L$ ): Distancia entre dos picos consecutivos.
- Altura de onda ( $H$ ): Diferencia entre un pico y un valle
- Periodo ( $T$ ): Tiempo (en segundos) que tarda un valle o un pico de la ola en recorrer su longitud de onda.



**Figura 12. Características de una ola**

Fuente: (Centrales de Energía Renovables, 2009)

Para cada lugar seleccionado se recolectaron los datos relacionados a la altura de las olas (altura de onda) y el intervalo de olas o período. Anteriormente se describieron las características propias de cada sitio seleccionado por lo que solamente resta ahondar en el análisis de los datos recolectados y establecer una comparación del potencial natural que puede llegar a proporcionar las características de cada lugar.

A continuación, se detalla en la Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9, la estadística descriptiva de los parámetros físicos descritos en Amapala, Puerto Cortés y Roatán, respectivamente.

**Tabla 7. Estadísticas de las olas en Amapala**

Altura de Olas (mts)		Intervalo de Olas (seg)	
Media	0.761184211	Media	14.94078947
Error típico	0.008542604	Error típico	0.475390259
Mediana	0.8	Mediana	14
Moda	0.9	Moda	14
Desviación estándar	0.148945398	Desviación estándar	8.288712395
Varianza de la muestra	0.022184732	Varianza de la muestra	68.70275317
Rango	0.5	Rango	7
Mínimo	0.5	Mínimo	11
Máximo	1	Máximo	18

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

De acuerdo a los datos recolectados, en la Tabla 7 se puede apreciar que la altura promedio de las olas en Amapala es de 0.76 metros, el valor máximo puede llegar a encontrarse hasta 1.00 metros, y siendo el valor que más se repite 0.90 metros; por otro lado, en cuanto al intervalo de olas se puede apreciar que la media se encuentra en 14.94 segundos, representando el valor que más se repite 14 segundos y llegando a un máximo de 18 segundos.

**Tabla 8. Estadística de olas en Puerto Cortés**

Altura de Olas (mts)		Intervalo de Olas (seg)	
Media	0.613815789	Media	6.493421053
Error típico	0.008593288	Error típico	0.053736821
Mediana	0.6	Mediana	6.5
Moda	0.6	Moda	6
Desviación estándar	0.149829096	Desviación estándar	0.936933489
Varianza de la muestra	0.022448758	Varianza de la muestra	0.877844363
Rango	0.6	Rango	5
Mínimo	0.3	Mínimo	3
Máximo	0.9	Máximo	8

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

Para el caso de Puerto Cortés y acorde a los datos recolectados, se puede apreciar en la Tabla 8 que la altura promedio de las olas es de 0.61 metros, el valor máximo puede llegar a encontrarse hasta 0.90 metros, y siendo el valor que más se repite 0.60 metros; por otro lado, en cuanto al intervalo de olas se puede apreciar que la media se encuentra en 6.49 segundos, representando el valor que más se repite 6 segundos y llegando a un máximo de 8 segundos.

**Tabla 9. Estadística de olas en Roatán**

Altura de Olas (mts)		Intervalo de Olas (seg)	
Media	1.442105263	Media	7.134868421
Error típico	0.013807567	Error típico	0.040012374
Mediana	1.5	Mediana	7
Moda	1.6	Moda	7
Desviación estándar	0.240743161	Desviación estándar	0.697639572
Varianza de la muestra	0.057957269	Varianza de la muestra	0.486700973
Rango	1	Rango	3
Mínimo	0.9	Mínimo	5
Máximo	1.9	Máximo	8

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

Por último, en relación a Roatán y acorde a los datos recolectados, se puede apreciar en la Tabla 9 que la altura promedio de las olas es de 1.44 metros, el valor máximo puede llegar a encontrarse hasta 1.90 metros, y siendo el valor que más se repite 1.60 metros; por otro lado, en cuanto al intervalo de olas se puede apreciar que la media se encuentra en 7.13 segundos, representando el valor que más se repite 7 segundos y llegando a un máximo de 8 segundos.

Con base en los parámetros físicos detectados en el análisis de los datos es posible desarrollar los cálculos de la energía natural diaria que podría ser aprovechada bajo esas condiciones para los tres sitios seleccionados en un mar irregular típico a partir de la ecuación (4):  $E = 11.76 H^2 T$ , ya sintetizada para desarrollar los cálculos a partir de la ecuación (3).

A continuación, se muestra en la Tabla 10 un resumen con los promedios de la altura y frecuencia del oleaje en los tres puntos:

**Tabla 10. Altura e intervalo de olas en Honduras**

Sitio	Latitud (N)	Longitud(W)	Altura de olas (mts)	Intervalo de olas (seg)
Amapala	13°20,0'	87°49,0'	0.760	14.940
Puerto Cortés	15°50,0'	87°57,0'	0.610	6.490
Roatán	16°24,0'	86°20,0'	1.440	7.130

Fuente: (Elaboración Propia, 2017)

Por lo tanto, los cálculos en base a la energía natural que puede ser aprovechada al día para cada ubicación geográfica en específico se sintetizan de la siguiente manera:

Para Amapala que tiene una altura de olas de 0.76 metros y un intervalo en el oleaje de 14.94 segundos la energía aprovechable sería:

$$E = 11.76 H^2T = (11.76)(0.760m)^2(14.940seg) = 101.48 kW - h/m$$

Para Puerto Cortés que tiene una altura de olas de 0.61 metros y un intervalo en el oleaje de 6.49 segundos la energía aprovechable sería:

$$E = 11.76 H^2T = (11.76)(0.610m)^2(6.490seg) = 28.40 kW - h/m$$

Y, por último, para Roatán que posee una altura de olas de 1.44 metros y un intervalo en el oleaje de 7.13 segundos la energía aprovechable sería:

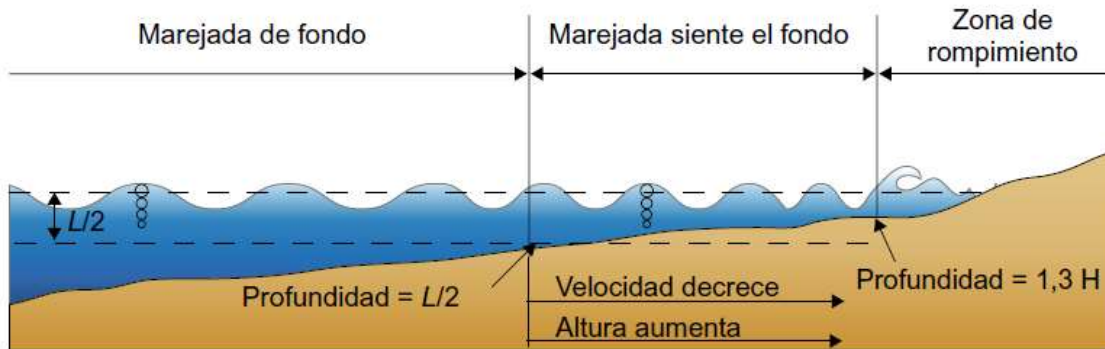
$$E = 11.76 H^2T = (11.76)(1.440m)^2(7.130seg) = 173.87 kW - h/m$$

Según Carta Gonzales et al., (2009): “El pico máximo de energía está entre los 4 y 12 segundos, que corresponden a las olas generadas por el viento. Las olas con períodos largos (entre 7 y 10 segundos) y grandes amplitudes (del orden de los 2 metros) tienen un flujo de energía que normalmente excede los 40-50 kW por metro de ancho” (p. 612). Es decir, que de acuerdo a las características recolectadas de las tres ubicaciones, tanto Amapala como Roatán representan un

aprovechamiento bastante significativo de la energía que puede producir las olas. Sin embargo, se puede apreciar para ambas ubicaciones que las características que influyen en un aprovechamiento significativo del oleaje son distintas, para el caso de Amapala, influye que los intervalos de oleaje son mayores en comparación a las dos ubicaciones restantes, pero la altura de las olas se encuentra por debajo de los oleajes en los litorales de Roatán, esto debido a las diferencias en los Océanos Atlántico y Pacífico. Además, la energía de las olas es directamente proporcional al cuadrado de su altura y su período, por lo que un aumento en cualquiera de los dos parámetros representa un beneficio para la generación que puede ser aprovechada por parte de este recurso.

Por otro lado, comparando las dos ubicaciones de la zona Norte (Puerto Cortés y Roatán) se puede apreciar que no existe discrepancia en las condiciones respecto a los intervalos en el oleaje, pero si existe una diferencia bastante significativa en relación a la altura que pueden alcanzar las olas, esto debido a que Roatán es una Isla y los vientos influyen en un mayor grado sobre los movimientos ondulatorios del mar que la circunda. Las zonas del mundo sujetas a vientos irregulares son las que disponen de mayores potenciales energéticos que pueden extraerse de las olas. Así, la actividad de las olas se ve incrementada en las latitudes  $30^\circ$  y  $60^\circ$  en ambos hemisferios, inducidas por los vientos alisios predominantes que soplan en estas regiones. (Carta Gonzales et al., 2009).

Sin duda, influirán otros factores que pueden llegar a generar un mayor aprovechamiento de este recurso energético, entre ellos: en primer lugar, y como se puede apreciar en la Figura 12, la ubicación que se seleccione para el desarrollo del proyecto undimotriz, esto debido a que las olas pueden presentar diferentes características dependiendo la profundidad en la que se encuentren, ya que su altura y periodos pueden cambiar en función de su velocidad. Como afirma Carta Gonzales et al., (2009): “Según las olas se van aproximando a la playa, su velocidad de avance y su longitud de onda disminuyen, y su altura aumenta hasta que la velocidad de las partículas del fluido excede la velocidad de avance de la ola, y la ola se hace inestable y rompe” (p. 609). Estos conceptos se aplican a las diferentes características que se pueden apreciar en las tres ubicaciones descritas, ya que las costas presentes en Amapala, Puerto Cortés y Roatán varían en relación a la profundidad de sus océanos en ciertas ubicaciones.



**Figura 13. Esquema del rompimiento de las olas en la costa**

Fuente: (Centrales de Energía Renovables, 2009)

En segundo lugar, pueden influir las características del sitio en donde se planea desarrollar un proyecto, en referencia a las barreras que puede encontrar el oleaje causando fenómenos de reflexión o difracción, provocando aumento de alturas o disminuciones de altura, respectivamente; esto debido a las ondas resultantes generadas tras los choques.

Como podemos apreciar, la energía natural que puede ser generada a través del aprovechamiento de las olas puede condicionarse por peculiaridades de cada zona en estudio; por otro lado, pero no menos importante, la influencia de los dispositivos de energía undimotriz a utilizar será un determinante para la generación final y la eficiencia que puede lograr un proyecto de esta índole.

#### 4.2.3 IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los aspectos más determinantes e influyentes en el desarrollo de proyectos de gran magnitud es, sin duda, el componente ambiental; la mayor parte de proyectos para la generación energética, por no afirmar que todos, requieren de un exhaustivo estudio de todas las implicaciones que pueden conllevar el desarrollo o introducción de grandes infraestructuras o componentes mecánicos y eléctricos que son necesarios para el funcionamiento de los mismos y el impacto que estos podrían tener en los ecosistemas que circundan la zona en la que se implementará el proyecto. Los impactos sobre la flora y fauna presente no es un factor que se encuentre alejado incluso de los proyectos energéticos a partir de fuentes marinas; sin embargo, estos impactos pueden llegar a

considerarse como mínimos debido a que no conllevan destrucción al medio natural o cambios drásticos en la utilización y perpetuación natural de los recursos disponibles en la zona seleccionada.

Por otro lado, siempre es importante tomar en cuenta que la introducción de los componentes mecánicos y eléctricos que intervienen en la generación a partir de cualquiera de las tecnologías marinas debe conllevar un estudio y análisis de los principales recursos presentes en el medio, ya que en muchas zonas en donde los proyectos pueden llegar a ser factibles interviene la presencia de especies endémicas o, más delicado aún, que la zona pertenezca o se encuentre muy cerca de áreas protegidas bajo normativas nacionales.

Un aspecto positivo y a resaltar según afirma Vergaray (2008): “Se espera un aumento en la cantidad de peces en la zona de localización del equipo ya que este se presenta como una estructura de volumen importante que favorece la congregación de cardúmenes. A su vez, esto provocaría eventualmente un aumento en la fuente de alimentación de ciertas aves las cuales también podrían aumentar su concentración en el lugar” (p. 32). En este sentido, algunos de los dispositivos que pueden ser implementados en los proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes oceánicas (específicamente: mareomotriz y undimotriz) no afectarían directamente las especies, pero refiriéndose desde un punto de vista ambiental, estos cambios en la organización de las especies en las zonas aledañas podría alterar las cadenas alimenticias y los flujos energéticos en los factores bióticos del lugar.

La energía mareomotriz es apreciada por su aporte a la disminución de la huella ecológica, sin embargo hay muchas otras consideraciones y aspectos que se han estudiado alrededor del mundo en relación a la bondad de este tipo de energía y su impacto en el ambiente. Estudios realizados en Corea del Sur pronosticaron daños ambientales como la reducción del área intermareal degradación de la calidad del agua del mar y destrucción de la vida marina que se generarían con la controversial construcción de la planta de energía mareomotriz en Garolim Bay (Lee y Yoo 2009).

En el Reino Unido se han determinado impactos físicos generalmente pequeños, pero que potencialmente podrían tener efectos significativos en las tasas de erosión y transporte de

sedimentos, lo cual a su vez podría tener un impacto en la producción de energía (Walkington y Burrows 2009). Por otro lado, existiría un aumento en los procesos de fotosíntesis a causa de la bioturbación causada por especies animales que colonizan las zonas aledañas a los dispositivos, lo que mejoraría la calidad del agua (Kirby, 2010).

Para el caso de la energía undimotriz, algunos dispositivos requieren una línea de alta tensión submarina, encontrándose dentro de uno de los factores determinantes que podría afectar algunas especies. Los campos magnéticos generados pueden ser de dos tipos: (a) estático, producido por la circulación de corriente continua que, como no varía en el tiempo (tiene frecuencia igual a cero), el campo tampoco varía en intensidad, y (b) cuasi-estático: que es producido por la corriente alterna, la cual, varía en el tiempo (es decir, tiene frecuencias mayor que cero) y produce un cambio en la intensidad del campo a través del tiempo. Como por el tramo submarino solo circulará corriente continua, los campos magnéticos generados serán de tipo estático. (Morales, 2011). Sin embargo, esto puede ser minimizado con el uso de diferentes materiales que disminuyan los campos generados. Otros casos en los que se puede evidenciar y a la vez minimizar el impacto ambiental es en relación a las etapas de construcción e instalación de los equipos, sobre todo en el caso de la energía mareomotriz, debido a las modificaciones realizadas por la introducción de la presa de marea en la zona seleccionada.

En general, el impacto ambiental de las energías marinas se verá determinado por la influencia de ciertas especies endémicas o en peligro de extinción, o mayor aún por la cercanía a zonas protegidas del país. Amapala, Puerto Cortés y Roatán, son tres ubicaciones en las que se conoce la afluencia de muchos organismos acuáticos, de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) las especies que comúnmente se pueden encontrar en la zona Norte y Sur son, entre los peces: róbalo, corvinas, jurel, lisas, baracudas, tiburones, delfines, sardinas, camarones, langostas, cangrejos, almejas y otros; entre las aves: pelicanos, garzas, gaviotas, fragatas, lechuzas, chorlitos y pericos, entre otras; entre la flora destacan los bosques de mangle. Por otro lado, Roatán destaca por los bastos arrecifes coralinos como parte de los ecosistemas más ricos en el planeta.

Sin duda, la inclusión de proyectos de energía marina representaría un reto para Honduras,



se debe realizar una Evaluación del Impacto Ambiental exhaustiva para minimizar los riesgos de sobre la Flora y Fauna presente en las costas; se deben realizar Inventarios Ambientales detallados que permitan describir todos los parámetros físicos y biológicos que pueden ser afectados por todas las etapas de un proyecto. El objetivo de dicho Inventario Ambiental es establecer el “estado cero” o estado preoperacional que permita comparar durante el programa de seguimiento, vigilancia y control, incluido en el Programa de Vigilancia Ambiental, que los impactos reales se ciñen a los predichos, con objeto de actuar en consecuencia si esto no fuera así. (Proyecto CENIT-OCEAN LÍDER, 2013). De esta forma los impactos serán mínimos y el desarrollo de un proyecto marino será más efectivo.

#### 4.2.4 ASPECTOS SOCIALES

La influencia y efectos que puede tener una población sobre un proyecto son bastante significativos, es importante promover la inclusión y participación de la sociedad en el desarrollo de cualquier proyecto de energía renovable. El impacto que los proyectos de energía renovable debe ir dirigido a generar la mayor cantidad de oportunidades y beneficios posibles para la población. Lo principal es el nivel de apropiación del proyecto por parte de los comunarios. Si estos no se involucran en el proyecto desde el primer momento, puede incluso peligrar la ejecución del mismo, puesto que la mano de obra es un aporte de la comunidad (Hueso, 2007)

Las características que se ven reflejadas en los municipios seleccionados para el estudio son un aspecto esencial en el análisis del componente social. En Amapala, la mayoría de los habitantes se dedican a la pesca y en menor grado a la agricultura de autoconsumo, limitada por la tenencia de la tierra que en su mayoría son propiedad de unas pocas familias. La agricultura en la zona es de autoconsumo y es realizada por pequeños productores, principalmente en las laderas, con utilización de sistemas tradicionales de cultivo, tales como la tala, roza y quema y la rotación migratoria de terrenos, que contribuyen a la degradación de los suelos. En Puerto Cortes, se destaca mayormente la actividad portuaria y de índole turístico, siendo la primera de estas una de las más importantes para el país por su alta participación en las importaciones y exportaciones nacionales. Para el caso de Roatán, es un municipio mayormente turístico, caracterizado por la alta afluencia de extranjeros a los diversos hoteles, restaurantes y hermosas playas.

Con la introducción de proyectos de energía las oportunidades laborales se abrirían para la población de estos sitios, podría proporcionar un giro a las actividades económicas y un beneficio para la población, tomando en cuenta por otro lado, que la utilización de energía limpia sería un factor determinante en colaboración con los problemas ambientales mundiales.

Como aspectos negativos, y como en otros proyectos se ha podido apreciar, hay que tener mucho cuidado con la población aledaña y sus posibles efectos, ya que en su mitigación e inclusión de las sociedades en cuestión se puede evitar de manera significativa el descontento de la población en general. Los impactos sociales de los proyectos de energía oceánica a nivel local son evaluados a medida que avanza su implantación, aunque es ya posible estimar su magnitud a tenor de la experiencia obtenida en otras industrias marítimas y en alta mar.

Los riesgos de esas tecnologías para el medio ambiente parecen ser relativamente bajos, pero el carácter incipiente de su implantación suscita incertidumbre acerca de las limitaciones que sus efectos sociales y medioambientales podrían imponer al desarrollo.

Cada tecnología oceánica ocasiona sus propios impactos en el medio ambiente y en la sociedad. Entre los posibles efectos positivos cabría mencionar la evitación de efectos adversos sobre la vida marina gracias a la reducción de otras actividades humanas en el entorno de las centrales, o mejorar el suministro de energía, el crecimiento económico, el empleo y el turismo a nivel regional. Los efectos negativos podrían consistir en el deterioro del paisaje, un menor espacio para los usuarios competidores, ruidos durante la construcción, ruidos y vibraciones durante el funcionamiento, campos electromagnéticos, alteración de la biota y de los hábitats, alteraciones en la calidad del agua y, posiblemente, contaminación causada por vertidos químicos o de petróleo, y otros impactos específicos, de carácter limitado, sobre los ecosistemas locales.

Por otro lado, cabe destacar que Honduras se posiciona como líder latinoamericano en inversión en energías renovables en relación a su Producto Interno Bruto (Renewables Global Status Report, 2017); con estas inversiones se mitigan los efectos del uso de los combustibles fósiles y se realiza un gran aporte a la reducción de gases de efecto invernadero, propiciando el cuidado de los recursos naturales y la armonía con las poblaciones que circundan el desarrollo de cada proyecto promovido con estos fines. Otro beneficio que podría percibir la población

hondureña como consecuencia de la aplicación de tecnologías de energía alternativa no convencionales es que los consumidores no estarán sujetos al vaivén de precios relacionados con el petróleo y se contará con precios de electricidad más estables (como ha sucedido con la introducción de energías como la solar y la eólica) y añadido a ello, el país invertiría menos recursos para adquirir carburantes para la producción energética, dando lugar a la posibilidad de nuevas inversiones en beneficio de la sociedad en general.

Estos cambios y tendencias al uso de nuevas tecnologías para la generación de energía en Honduras han representado para la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) un ahorro de más de 2,000 millones de lempiras y para el país en general 4,000 millones de divisas por la reducción de por lo menos 100 millones de galones de búnker para las plantas térmicas (Asociación Hondureña de Energía Renovable, 2017).

#### 4.2.5 ASPECTOS ECONÓMICOS

El costo de la energía es un parámetro importante, pero no es estático. A medida que las tecnologías se desarrollen su costo de energía se alterará. Algunos avances tecnológicos pueden reducir el costo total de la energía, algunos pueden aumentarla. El objetivo es producir una reducción global en el tiempo. Puede haber muchas rutas para lograr esto. Cualquiera que sea tomado el costo de la energía debe ser revisado y administrado rutinariamente. Esto significa que los desarrolladores de tecnología y los operadores de granjas de energía necesitan revisar sus estimaciones a menudo, como parte del desarrollo continuo de productos.

##### 4.2.5.1 FACTORES QUE AFECTAN EL COSTO DE LA ENERGÍA MARINA

Los costos de la energía de las tecnologías de las energías renovables marinas dependen de varios factores. Principalmente, estos incluyen costos de capital, costos de operación y mantenimiento (O&M) y la cantidad de electricidad producida (rendimiento).

Esencialmente, los costos de capital y los costos de O&M deben ser comparados con el desempeño, ya que ésta es la producción vendible y representa el ingreso al generador. Un dispositivo de alto rendimiento puede permitirse el lujo de ser costoso si sus costos son más que

satisfechos por el valor de la electricidad vendida. Sin embargo, si los costos son tan grandes que exceden los ingresos de generación, el dispositivo no será económicamente viable. El balance de costos y desempeño se manifiesta en el costo de la energía, y el objetivo de esta es la alternativa más barata: otra forma de generación de energía renovable o convencional.

Hay que considerar también los costes del estudio de impacto medioambiental, la obtención de los necesarios permisos de instalación y, en su caso, los costes de desmontaje. Estos costos de desmontaje según las estimaciones actuales, indican que éstas serán pequeños en comparación con los costos iniciales de capital y, al caer al final de un proyecto, el valor presente en un análisis de flujo de caja descontado es bajo y sólo tiene un efecto marginal en el costo de la energía.

Una instalación de alto rendimiento puede parecer cara; sin embargo, los costes de inversión pueden ser amortizados por la electricidad que se pueda vender. Aun así, si los costes son tan altos que exceden los ingresos obtenidos, la instalación no resultará económicamente viable.

Por otra parte, conviene considerar tres fases en el desarrollo de la tecnología:

La primera corresponde a cuando la tecnología es nueva y la potencia instalada es muy pequeña. En esta fase, se necesita una inversión encaminada a desarrollar el sistema, a fin de poder sufragar la demostración tecnológica antes de que pueda ser soportada por las tarifas eléctricas.

La segunda fase corresponde al periodo en el que la tecnología recibe un apoyo adicional sobre otras formas de energía renovable. Durante esta fase, es necesario continuar con el desarrollo, con objeto de mejorar la explotación, aumentando su operatividad y rendimiento energético, bajando los costes, mejorando la cadena de suministro y construyendo proyectos de mayor envergadura. No es realista esperar a que las reducciones de coste puedan ser conseguidas sin continuados programas de mejora y de investigación y desarrollo. La mejora es posible con una continua inversión o si existen beneficios procedentes de proyectos previamente desarrollados. Incluso es probable que, si existen interrupciones en el desarrollo de los programas, el progreso pueda pararse e incluso retroceder. Como en otros campos, a lo largo del tiempo, una vez iniciada la producción, el coste irá disminuyendo como consecuencia del paulatino descenso en la curva de aprendizaje.

En la fase final, es de esperar que los proyectos alcancen una economía de escala y los promotores puedan realizar mayores inversiones, ya en base a una tecnología probada. En esta fase, lo más probable es que los costes se reduzcan y, consecuentemente, se puedan obtener beneficios y los promotores puedan operar a precios de mercado próximos a los de otras energías renovables de uso común.

En el devenir de las diversas formas de energía marina ocurrirá algo similar a lo acontecido en el desarrollo de la energía eólica offshore. Por una parte, la madurez industrial del sector eólico y, por otra parte, los proyectos eólicos offshore realizados en países europeos como el Reino Unido, Dinamarca y Holanda, entre otros, permiten que se pueda contar con información más precisa, aún no disponible para las otras energías marinas que se encuentran en fase de desarrollo inicial.

#### 4.2.5.2 COSTOS DE CAPITAL

El costo de capital de las tecnologías de renovables marinas puede desglosarse en: el costo del propio dispositivo de generación (materiales, componentes y mano de obra en los procesos de fabricación y ensamble); Los costos asociados con la instalación (despliegue); Los costos de mantenerlo en la estación (cimientos o amarres); Y los costes de conexión a la red (cables eléctricos e interruptores). Algunos de estos costos son más dominantes que otros, y la distribución relativa de los centros de costos varía entre los diferentes conceptos del dispositivo y las ubicaciones del sitio.

Cabe señalar que los costos de capital de los dispositivos de energía marinas (corriente marina y mareas) no son estáticos y cambiarán con el tiempo debido a la evolución de la tecnología, los costos de las materias primas y componentes y la experiencia adquirida en la fabricación y despliegue.

Como era de esperar, el costo total del capital depende fuertemente del número de dispositivos construidos e instalados, y también de dónde se implementarán.

#### 4.2.5.3 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA

En muchos casos la estructura constituye el coste más grande de cualquier central de energía marina. Por lo general, tiene que interactuar con las olas o mareas y apoyar el equipo de conversión de energía, tales como cajas de cambio, hidráulica y generadores.

El costo de la estructura puede ser un simple producto del peso del material y el costo de ese material. Por ejemplo, una estructura de acero grande con una masa de 20 toneladas podría costar alrededor de £ 20.000 basado en un costo de acero de decir £ 1000 / tonelada (en relación a proyectos desarrollados en el Reino Unido).

Este enfoque es útil en algunos casos, pero muy a menudo la complejidad de la estructura tiene un gran efecto general sobre el costo. Así, una simple masa de material cuesta menos que una fabricación complicada. En la mayoría de los casos los costos unitarios para la fabricación de formas relativamente sencillas se clasifican y luego se calcula el número de cada tipo de forma. Esto generalmente resulta en la mayoría de la estructura que cuesta aproximadamente la misma unidad por unidad de masa, pero con algunos componentes que cuestan significativamente más.

La experiencia de la industria de la fabricación es esencial para desarrollar soluciones de bajo costo. A menudo, las operaciones de fabricación más costosas pueden ser simplificadas o eliminadas completamente sin cambios significativos en el concepto general. El asesoramiento de fabricantes experimentados es particularmente útil en el perfeccionamiento de los diseños estructurales.

#### 4.2.5.4 COSTOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

Los costos mecánicos y eléctricos incluyen todos los elementos que convierten el movimiento de los dispositivos utilizados o el agua circundante en energía eléctrica. Por ejemplo, estos pueden incluir los sistemas hidráulicos entre dos partes móviles de la estructura, las palas de una turbina de agua, la caja de cambios que aumenta la velocidad del eje y el generador eléctrico que convierte el movimiento a energía eléctrica.

Los costos mecánicos y eléctricos son fuertemente específicos del dispositivo. Estos componentes se dimensionan principalmente de acuerdo con la potencia de pico de salida del dispositivo. Así, una caja de engranajes está dimensionada de tal manera que el producto de su par nominal y su velocidad nominal de rotación es aproximadamente igual a la potencia del dispositivo. Del mismo modo, el producto de la corriente nominal del generador y de la tensión nominal del generador es aproximadamente la potencia nominal del dispositivo.

Determinar el nivel óptimo de potencia del dispositivo es un proceso iterativo. Generalmente no es económico instalar un sistema de conversión de energía que pueda convertir los niveles más altos de energía en el mar. Esto se debe a que estos altos niveles no suelen ocurrir y por lo tanto el dispositivo sería subutilizado la mayor parte del tiempo. En su lugar se hace un compromiso y el dispositivo está clasificado en menos de la potencia más alta probable que se ve. Ocasionalmente parte de la energía es vertida y no extraída por el dispositivo.

La relación entre la potencia media y la potencia máxima se conoce como factor de capacidad (Irena, 2014). Un factor de capacidad del 30% significa que el generador producirá la energía equivalente al 30% de la producida si pudiera funcionar a plena carga. El dispositivo no puede funcionar a plena carga todo el tiempo porque no hay suficiente potencia en el mar.

En muchos casos, después de elaborado el diseño, se revisa el balance de la producción a la capacidad instalada. Esto condujo a aumentos o disminuciones en el factor de capacidad.

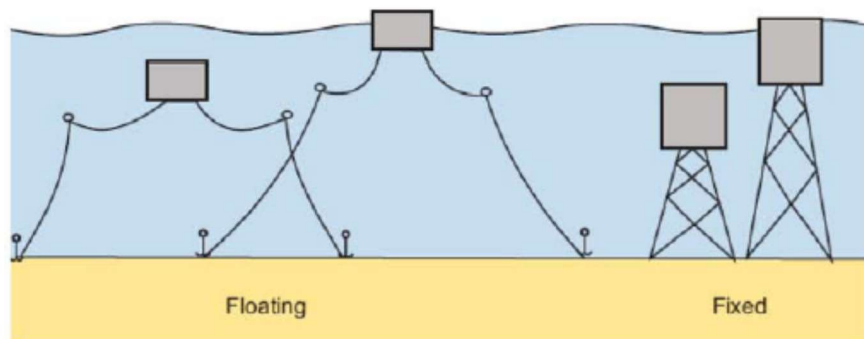
En realidad, el factor de capacidad, no es un factor de diseño, sino una consecuencia del equilibrio entre la producción y el coste. Así, algunos dispositivos tenían factores de capacidad inferiores al 10% y otros superiores al 50%. No es posible concluir cuál tiene la mejor economía global de estas cifras solamente.

#### 4.2.5.5 COSTOS DEL ANCLAJE (AMARRE)

Los amarres incluyen todos los componentes necesarios para mantener el dispositivo en su lugar. Para algunos diseños, los amarres y la estructura son efectivamente el mismo elemento, por ejemplo, la monopila utilizada en una turbina para aprovechar la de energía de las mareas también

podría ser considerada como la estructura principal. Sin embargo, en muchos casos los amarres son sistemas bastante separados que permiten que el dispositivo se mueva de forma independiente y sólo se requiere para mantenerlo en la estación y evitar que la deriva.

Para muchos sistemas de amarre, su diseño depende de las cargas medias y extremas (tormentas) que se les imponen por el mar. Esto contrasta con el diseño del sistema de toma de fuerza que se optimiza hacia las condiciones medias en el mar. La profundidad del agua, la corriente de marea y el margen también afectan el diseño y el costo del sistema de amarre. Por lo tanto, los amarres están diseñados para adaptarse tanto a la tecnología como a la ubicación de despliegue.



**Figura 14. Distintos tipos de amarre**

Fuente: (Entec UK Ltd., 2006)

#### 4.2.5.6 COSTO DE INSTALACIÓN

Como ya hemos visto, las diferentes tecnologías de aprovechamiento de la energía del mar, pueden ir instaladas en medios marinos o terrestres según las características de la planta de energía marina en cuestión. A diferencia de las instalaciones terrestres, donde el coste de la planta recae principalmente en la maquinaria, la propia instalación de las plantas para aprovechamiento de las Energías Marinas en el medio marino lleva implícitos costes adicionales que pueden suponer la mitad del coste total del proyecto.

El método de instalación dependerá de la naturaleza del dispositivo. La elección de los buques, por ejemplo, también cambiará. Algunos dispositivos pueden ser remolcados hasta el sitio usando un remolcador y sus anclajes colocados usando un manejador de anclajes.



Otros pueden ser transportados en un buque pesado o en una barcaza. Las pilas y otras estructuras pueden ser colocadas usando plataformas estables tales como las barcasas Jack-up que pueden flotar hacia fuera al sitio y fuera del mar para formar una plataforma temporal. Distintos tipos de buques especializados: Barcos pesados, Remolcadores, Barcasas Jack-up, Manejador de anclaje, entre otros.

Las industrias offshore, del petróleo, y el gas han desarrollado un gran número de buques especializados (como los de arriba) para completar todo tipo de trabajos en el mar. Remolcadores y otras embarcaciones no especializadas están ampliamente disponibles y se pueden obtener a menor costo, mientras que algunos de los especializados como las barcasas Jack-up son mucho más caros y son más difíciles de alquilar. En general, cuanto más especializado sea el buque, mayor será el costo.

Los costos asociados con el despliegue generalmente se estiman con tarifas de alquiler de buques. Estas son por lo general tarifas diarias. Las tarifas diarias para los buques cambian en respuesta a la demanda de los buques.

Los sistemas de energía marina son ligeramente diferentes a otras operaciones en alta mar. Muchos sistemas de energía marina están diseñados para ser desplegados en gran número. Esto significa que algunos necesitarán periodos más largos de contratación de buques y, en última instancia, podrán negociar tarifas más bajas o incluso justificar la adquisición de su propia embarcación dedicada. Los costos de implementación también están fuertemente relacionados con la ubicación. Las condiciones del mar, rangos de marea, etc. dictarán la elección y por lo tanto el costo del buque. La distancia al puerto también afectará el tiempo de transporte.

#### 4.2.5.7 COSTOS DE CONEXIÓN A LA RED

Los costes de conexión a la red incluyendo todos los cables, transformadores e interruptores necesarios para conectar la planta en alta mar a la red de distribución o subestación en tierra. Generalmente los costos dependen de la distancia a la costa, las condiciones del lecho marino a lo largo de cualquier ruta de cable y la energía que se transmite.

La energía producida en el mar debe ser transportada a la costa para ser inyectada en la red eléctrica. La transformación de la energía mecánica en energía eléctrica, a menudo a través de la energía hidráulica, puede hacerse en el mar (luego la electricidad se traslada a tierra) o en tierra firme (un fluido a presión encauzado en tierra para ser transformado en electricidad). Se pueden construir subestaciones marinas para concentrar, acondicionar y transportar la energía hasta tierra.

#### 4.2.5.8 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&M)

Los costos de O&M de las energías renovables marinas se pueden considerar en varias partes, incluyendo; Mantenimiento, tanto planificado como no planificado; Revisiones, donde es más económico reajustar los componentes durante la vida útil; Licencias y seguros para permitir que los dispositivos se mantengan en la estación y gestionar los riesgos asociados; Y el monitoreo continuo de las condiciones y el desempeño de los dispositivos. Al igual que los costos de capital, los costos de O&M también dependen del tamaño de las instalaciones y la ubicación, y también es probable que varíen de año a año. En la actualidad, es mucho más difícil estimar los costos de O&M que los costos de capital debido a la falta de experiencia en las explotaciones de oleaje y marea, aunque es posible inferir los costos de la experiencia con las instalaciones de petróleo y gas y los parques eólicos mar adentro.

A continuación, se discute el mantenimiento planificado y no planificado y cómo estos afectan la generación de energía y, por tanto, los ingresos del proyecto. Aquí describimos cómo consideramos los costos de estas actividades.

##### 1. Mantenimiento planificado

Los costos del mantenimiento planificado incluyen:

- Costo de las piezas de repuesto consumibles (por ejemplo, pastillas de freno nuevas, aceite de repuesto)
- Costo de servicio al buque en términos de tiempo y personal requerido
- Costo de esperar en las condiciones climáticas para tener derecho a permitir el servicio.

## 2. Mantenimiento no planificado

El costo de mantenimiento no planificado se considera de manera similar. Aquí, aunque los costos no se conocen, no se sabe qué partes fallarán y cuándo. Por lo tanto, los costos son una estimación del promedio probable para un proyecto. Los costos incluyen:

- Costo de las piezas de repuesto (por ejemplo, pastillas de freno nuevas, aceite de repuesto).
- Los costes de los repuestos mantenidos en caso de falla (para las plantas pequeñas sólo por ejemplo, un kit de reparación, pero para la plantas más grandes quizá repuestos de remplazo).
- Costo de servicio del sistema en términos de tiempo y personal requerido.
- Costo de tener equipo de servicio y personal en stand-by en caso de falla.

Por supuesto, hay mucho que se puede hacer para minimizar estos costos, y según se vaya desarrollando la industria el equipo será más confiable, las partes estarán más disponibles, más personal y equipo estará disponible a corto plazo para hacer reparaciones y una mayor eficiencia de la operación es posible. Los costos probables del mantenimiento no planificado, serán a menudo muy altos. Dado que el desafío es estimar no sólo los costos de hoy, sino también los costos en el futuro, se necesitaban algunas suposiciones acerca del aumento de la confiabilidad y la eficiencia operativa.

### 4.2.5.9 INCERTIDUMBRE EN LAS ESTIMACIONES

Sólo cuando se ha acumulado mucha experiencia, tanto en el desarrollo como en la ejecución de tecnologías de energía marina, se pueden hacer buenas estimaciones del costo de la energía. Aun así, las estimaciones para proyectos concretos seguirán siendo inciertas. La información sobre la incertidumbre nos ayuda a identificar qué áreas necesitamos investigar más, donde los costos deben ser calculados en más detalle tal vez. También muestra dónde las incertidumbres siempre existirán y donde éstas necesitan ser manejadas de manera diferente. Por ejemplo, la estimación de la producción de energía a largo plazo de una planta de energía de las olas será siempre incierta porque depende del clima y el tiempo es extremadamente difícil de predecir durante toda la vida del proyecto. Esto significa que los inversores del proyecto necesitan encontrar otras formas de

lidar con esta incertidumbre. Una forma es tratarlo como un riesgo del proyecto, de la misma manera que trata el riesgo de "mercado" de otros productos.

La combinación de estimaciones y sus incertidumbres puede ser difícil. Si las estimaciones se calculan con técnicas estadísticas rigurosas, entonces las mejores estimaciones y sus incertidumbres se pueden combinar estadísticamente también. Sin embargo, más a menudo las estimaciones no se basan en observaciones estadísticas y además hay complejas interacciones y trade-offs entre las diferentes opciones.

Por ejemplo, es muy improbable que todos los costos (si se estimen adecuadamente) estén todos en su extremo inferior, tampoco es probable que todos estén en su extremo superior. Por lo tanto, la suma de todos los costos bajos juntos no da un costo global razonablemente bajo. Además, si un parámetro reduce el costo de la energía podría influir en otro para aumentarlo de nuevo. Por ejemplo, si el recurso de la ola resulta estar en el extremo más alto de la estimación, podría producirse más energía y disminuir el coste de la energía, pero esto también podría causar un aumento de las tasas de desgaste y, por lo tanto, El costo de la energía de nuevo.

Para sistemas muy complicados pueden construirse modelos del coste de la energía que permitan todas estas interacciones. Una vez más, técnicas como los análisis de Monte Carlo se pueden utilizar para calcular tanto la mejor estimación combinada como la incertidumbre en esa estimación. Es una buena práctica hacer estimaciones de la incertidumbre en todas las estimaciones individuales, así como en estimaciones combinadas.

#### 4.2.5.10 TENDENCIA DE LOS COSTOS

Los mercados comerciales no están impulsando todavía el desarrollo de las tecnologías de la energía marina. Los principales impulsores son las iniciativas de I+D con apoyo gubernamental y los incentivos mediante políticas nacionales. Dado que todavía ninguna de las tecnologías de la energía oceánica, a excepción de las presas de marea, ha alcanzado un grado de madurez (con respecto a otras tecnologías solo se tiene información sobre la validación de dispositivos de demostración y prototipos), en la mayoría de los casos es difícil evaluar acertadamente la viabilidad económica de esas tecnologías.

En la Tabla 11 siguiente se indican los datos más significativos disponibles respecto a los factores de costo primarios que influyen en el costo nivelado de la energía, para cada subtipo de energía oceánica. En la mayoría de los casos, los parámetros del costo y el rendimiento están basados en datos dispersos, debido a la ausencia de publicaciones revisadas por homólogos y a la experiencia práctica en la materia, por lo que en muchas ocasiones reflejan estimaciones hipotéticas del costo y el rendimiento basadas en los conocimientos técnicos. En unos pocos casos se han llegado a averiguar los costos de inversión actuales, aunque basados en un pequeño número de proyectos y estudios que podrían no ser representativos del sector.

**Tabla 11. Costes de inversión actuales**

Tecnología de Energía oceánica	Costo de inversión (\$/ kW)	Costo de funcionamiento y mantenimiento (\$/ kW)	Factor de capacidad (%)	Periodo de vida nominal (años)
Oleaje	6200-16100	180	25-40	20
Marea	4500-5000	100	22,5-28,5	40

Fuente: (Entec UK Ltd., 2006)

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se detallarán las conclusiones expuestas a partir del análisis y resultados obtenidos, también se describirán algunas recomendaciones basadas en la recolección y análisis de cada una de las fuentes de información utilizadas.

### 5.1. CONCLUSIONES

- Las costas hondureñas representan un valioso recurso para el aprovechamiento energético marino, estimando específicamente el potencial de la energía mareomotriz y undimotriz, es muy importante destacar que la zona Sur de nuestro país cuenta con la amplitud suficiente para desarrollar estudios técnicos completos y aprovechar el potencial disponible de las mareas, que son hasta de 11 pies, tomando en cuenta todos los parámetros de construcción y ejecución de un proyecto de energía mareomotriz, el número de turbinas instaladas y el área del embalse, ya que estos son factores que determinan la cantidad de energía disponible y la potencia instalada. Por otro lado, la energía undimotriz demuestra ser aprovechable tanto en la zona Sur como en la zona Norte, enfatizando que en la zona Norte este potencial aprovechable se encuentra en las Islas de la Bahía (Roatán) debido a la influencia de los vientos en la generación de una mayor cantidad de ondas en el Océano propiciando alturas mayores en el oleaje. En Amapala, debido a las características del Océano Pacífico y más específicamente de las características generadas en el oleaje por el Golfo de Fonseca, la altura de las olas es menor, pero la frecuencia es mayor, evidenciando el fenómeno de difracción ocurrido en el oleaje cuando choca contra barreras u obstáculos en su paso.  
Con base en lo descrito, ambas tecnologías representan un potencial bastante significativo para la generación de energía marina; sin embargo, su aplicación dependerá de estudios más profundos que puedan utilizar esta energía natural disponible en el dimensionamiento de componentes mecánicos y físicos que maximicen su potencial.
- En vista de las características identificadas en cada ubicación, y de los parámetros físicos disponibles en cada sitio, se estimó que la producción energética natural para la energía mareomotriz es de  $1,815 \text{ kW} - h$  al día en Amapala, siendo el único lugar que reúne las condiciones necesarias para su aplicación. Para la producción energética natural en energía undimotriz se destacan dos ubicaciones: Amapala y Roatán, con parámetros físicos

diferentes, en relación a la altura del oleaje y su período, pero con una producción bastante similar debido a la proporcionalidad directa de la energía undimotriz con el cuadrado de la altura y período de olas; la producción energética para Amapala es de:  $101.48 \text{ kW} - h/m$  y para Roatán es de:  $173.87 \text{ kW} - h/m$ . Ambos casos representan un potencial significativo; sin embargo, resaltando un mayor potencial en Roatán.

- La generación eléctrica a partir de energías marinas representa altas oportunidades para satisfacer demandas energéticas en muchos sitios del mundo. Existen muchos dispositivos y modelos capaces de captar la energía cinética o potencial de las olas y mareas, entre otros centrados en la utilización del resto de energías marinas que aún se encuentran en etapas de investigación. Sin duda, el componente ambiental y su impacto a pesar de todas las innovaciones tecnológicas siempre se hará presente; por esta razón, es indispensable buscar estrategias para controlar y mitigar los impactos que el futuro desarrollo de estas tecnologías pueda conllevar a la flora y fauna en nuestro país, entre ellas: la utilización de componentes mecánicos y eléctricos fabricados a partir de materiales no contaminantes o un dimensionamiento adecuado del proyecto para el caso de la energía mareomotriz que involucra altos componentes de obras civiles; los factores bióticos y abióticos presentes en cada localidad que suponga un potencial significativo para la aplicación de un proyecto deberán ser inventariados y merecedores de los seguimientos correspondientes para evitar daños irreversibles a los ecosistemas, una Evaluación del Impacto Ambiental Oportuna supondrá una ganancia para los encargados de gestionar cualquier proyecto de generación eléctrica a partir de fuentes marinas y evitará conflictos con la sociedad en general.
- Los componentes sociales que involucra el desarrollo de cualquier proyecto de energía renovable son de especial cuidado; en particular, para la energía marina, los inconvenientes se pueden presentar ligados a los componentes ambientales, en relación a los cuidados de ciertas especies o áreas en específico. Por otro lado, los beneficios y aprovechamiento que pueden recibir las localidades y poblaciones aledañas a un proyecto dependerán de la orientación del mismo, es decir, si es un proyecto específico para una comunidad o si es un proyecto de generación mucho mayor. De cualquier forma, la importancia de involucrar a la sociedad y hacerla partícipe de este tipo de proyectos, evita cualquier tipo de conflictos posibles en relación a cualquier malestar. La gestión exitosa de proyectos de energía renovable se enmarca en que la población se vuelva parte del proyecto y cuide del mismo,

incentivando, además, nuevos espacios laborales y promoviendo en la sociedad el cuidado del medio ambiente y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales.

- Por los momentos, todos los tipos de tecnologías relacionadas con las fuentes marinas están en proceso de desarrollo y su implementación es muy cara, debido tanto a los equipos necesarios para su funcionamiento como a las grandes obras hidráulicas que se requieren y al bajo factor de planta que tienen, pero se espera que, en el futuro, cuando esta tecnología esté más desarrollada, los costos bajen considerablemente. En Honduras se tiene que realizar un trabajo arduo si se quiere implementar este tipo de sistemas, tanto a nivel de marco legal como en investigaciones para la implementación de la misma, ya que el inversionista no invertirá su capital si no se le ofrece un panorama claro al momento que se pueda determinar que es factible económicamente la implementación de dichas tecnologías. Una gran limitante, para realizar estudios más detallados y acabados sobre cómo generar energía por medio de estos recursos, es la poca información histórica existente de parámetros físicos como ser temperatura, salinidad, corrientes marinas, velocidad de las olas, mareas en distintos sitios de Honduras, dichos parámetros son necesarios para poder definir los sitios potenciales para poder instalar plantas de generación a partir de estos recursos, ya que existen fenómenos que no se pueden estimar sin tener una estadística confiable al respecto y muchas zonas que podrían ser interesantes de estudiar no cuentan con información alguna.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- Promover la instalación de estaciones de medición para recolectar información de todos los parámetros físicos que disponen los distintos sitios que representan un potencial para este desarrollo de estas tecnologías (estuarios, bahías, desembocaduras de los ríos al océano, etc), con instrumentos capaces de medir a distintas profundidades, para así llevar un registro y obtener estadísticas que podrían incentivar el desarrollo de estas tecnologías en el futuro.
- Fomentar la investigación nuevas formas de producción de energía oceánica, mediante plantas pilotos o a escala para analizar la factibilidad de aplicarlas en nuestro medio, de forma que nos permita obtener una alta rentabilidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Arias, Fidas (2006). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. (5ª ed.) Caracas - Venezuela: Episteme.
- Asmus, P. (2009). Hydrokinetic and Ocean Energy Renewable Power Generation from Ocean Wave, Tidal Stream, River Hydrokinetic, Ocean Current, and Ocean Thermal Technologies. Pike Research.
- Bennewitz Rodolfo (2005) “Evaluación Preliminar de una Central Mareomotriz en el Canal de Chacao” Colegio de Ingenieros de Chile A.G.
- Bernshtein L. B. (1961) “Tidal Energy for Electric Power Plants”
- Bald, J., Curtin, R., Díaz, E., Fontán, et al. (2013). Guía para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Energías Renovables Marinas. Informe técnico realizado en el marco del proyecto nacional de I+D CENIT- E OCEAN LIDER, Líderes en Energías Renovables Oceánicas. 75 pp.
- Castro, M. (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. (2ª.ed.). Caracas: Uyapal.
- Carta Gonzales, J. A., Calero Perez, R., Colmenar Santos, A., & Castro Gil, M. A. (2009). Centrales de Energias Renovables: generación eléctrica con energías renovables. Madrid: Pearson Educacion S.A.
- Cavia del Olmo, B. (2009) Explotación del potencial de energía del oleaje en función del rango de trabajo de prototipos captadores.
- Centre for Renewable Energy Sources (CRES) (2002), Wave energy Utilization in Europe, Current Status and Perspectives. European Thematic Network on Wave Energy.
- Cuenca N. (2002) “Mini Centrales Hidroeléctricas Flotantes de Aprovechamiento Cinético” Universidad Politécnica de Madrid.

- Daga Kunze, J. Sebastián. (2008). Aprovechamiento Hidroeléctrico de las Mareas y su Posible Desarrollo en Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile
- De Celis Hernández, A. (2015). Proyecto De Energías Renovables En El Mar: Validación del Uso de Códigos CFD En El Diseño de Plataformas.
- Dunnett, David y Wallace (2008) James S. Electricity generation from wave power in Canada. Renewable energy, pag 1-17.
- Driessnack, M., Sousa, V. y Costa, I. (2007). Revisión de los diseños de investigación relevantes parte 3: métodos mixtos y múltiples. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 179-182. Recuperado de [http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n5/es\\_v15n5a24.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n5/es_v15n5a24.pdf)
- EcofysValgesta. (2009). Estudio de Energías Renovables no convencionales.
- Entec UK Ltd. (2006, May). Cost estimation methodology: The Marine Energy Challenge approach to estimating the cost of energy produced by marine energy systems.
- Fernández P. (2005) “Energía Mareomotriz” Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.
- Flores Murillo, S., Turcios, E., & Marin, J. R. (2009). Generación de Energía a través de la Mareas, una alternativa en Honduras. Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC.
- Geo, & Ingeniería Ingenieros Consultores S.A. (2009). Análisis y comparación de las normativas técnicas que aplican a los proyectos de generación de energía eléctrica por fuentes renovables de energía. Recuperado a partir de <http://www.ahper.org/index.php/downloads.html>
- Hernandez Sampiere, R., Fernandez Collado, C., & Bautista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación (6.ª ed.). Mexico: Mc-Graw Hill / Interamericana Editores, S.A . DE C.V.
- International Energy Agency (Ed.). (2009). World Energy Outlook.
- Jarobo Friedrich, F. (2007). El libro de las energías renovables. S.A. de Publicaciones Técnicas.

- Jones, A., & Rowley, W. (2002). "Economic forecast for renewable ocean energy technologies". Marine Technology Society Journal.
- Kirby, R. (2010). "Distribution, transport and exchanges of fine sediment, with tidal power implications: Severn Estuary, UK". Marine Pollution Bulletin 61(1-3):21-36.
- Lee, J.-S. y Yoo, S.-H. (2009). "Measuring the environmental costs of tidal power plant construction: A choice experiment study". Energy Policy 37(12): 5069-5074.
- Lizano R., Omar G. (2002) Capítulo VIII: Ondas superficiales. FS-0115 FUNDAMENTOS DE OCEANOGRAFIA.
- Miguélez Pose, F. (2009). La Energía que viene del Mar.
- Robyns, B., Davigny, A., Francois, B., Henneton, A., & Sprooten, J. (2011). Production d'énergie électrique à partir des sources renouvelables. Lavoisier.
- Stewart Robert H. (2006) "Introduction to Physical Oceanography" Department of Oceanography, Texas A & M University. Cap 17 pp. 300–312.
- Thomsen, K. (2011). WEPTOS<sup>TM</sup> Innovating in Wave Energy. Recuperado a partir de <http://weptos.com>
- Walkington, I. y Burrows, R. 2009. "Modelling tidal stream power potential". Applied Ocean Research 31(4): 239-245.
- Willem Post, J. (2009). Blue Energy: electricity production from salinity gradients by reverse electro dialysis. Wageningen University.

# ANEXOS

Isla de Amapala  
13° 20,0' N, 87° 49,0' W

AGENCIA HONDUREÑA DE AERONAUTICA CIVIL  
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL DE HONDURAS  
OFICINA DE METEOROLOGIA SINOPTICA  
De Enero a Junio año 2016



ene-16

vie 01		sab 02		dom 03		lun 04		mar 05		mie 06		jue 07		vie 08		sab 09	
01:21 CST, 1.43	pie marea baja	02:06 CST, 1.83	pie marea baja	04:52 CST, 2.28	pie marea baja	04:52 CST, 2.28	pie marea baja	04:52 CST, 2.28	pie marea baja	05:51 CST, 2.03	pie marea baja	00:28 CST, 8.55	pie marea alta	01:21 CST, 8.91	pie marea alta	02:12 CST, 9.32	pie marea alta
07:37 CST, 8.42	pie marea alta	08:21 CST, 7.96	pie marea alta	10:26 CST, -0.69	pie marea baja	10:26 CST, -0.69	pie marea baja	10:26 CST, -0.69	pie marea baja	11:09 CST, -0.82	pie marea baja	06:45 CST, 1.62	pie marea baja	07:34 CST, 1.11	pie marea baja	08:18 CST, 0.56	pie marea baja
13:32 CST, 1.27	pie marea baja	14:16 CST, 1.76	pie marea baja	16:59 CST, 2.53	pie marea baja	16:59 CST, 2.53	pie marea baja	16:59 CST, 2.53	pie marea baja	18:00 CST, 2.38	pie marea baja	13:02 CST, 7.67	pie marea alta	13:57 CST, 8.11	pie marea alta	14:46 CST, 8.62	pie marea alta
20:09 CST, 8.64	pie marea alta	20:54 CST, 8.39	pie marea alta	23:32 CST, 8.29	pie marea alta	23:32 CST, 8.29	pie marea alta	23:32 CST, 8.29	pie marea alta			18:55 CST, 2.03	pie marea baja	19:46 CST, 1.56	pie marea baja	20:33 CST, 1.03	pie marea baja
dom 10		lun 11		mar 12		mie 13		jue 14		vie 15		sab 16					
02:59 CST, 9.71	pie marea alta	03:45 CST, 10.02	pie marea alta	04:30 CST, 10.20	pie marea alta	05:14 CST, 10.22	pie marea alta	06:00 CST, 10.08	pie marea alta	00:22 CST, -0.24	pie marea baja	01:12 CST, -0.01	pie marea baja				
09:01 CST, 0.04	pie marea baja	09:43 CST, -0.39	pie marea baja	10:26 CST, -0.69	pie marea baja	11:09 CST, -0.82	pie marea baja	11:53 CST, -0.76	pie marea baja	06:47 CST, 9.79	pie marea alta	07:36 CST, 9.38	pie marea alta				
15:33 CST, 9.13	pie marea alta	16:17 CST, 9.57	pie marea alta	17:01 CST, 9.92	pie marea alta	17:45 CST, 10.14	pie marea alta	18:31 CST, 10.21	pie marea alta	12:39 CST, -0.52	pie marea baja	13:29 CST, -0.12	pie marea baja				
21:18 CST, 0.53	pie marea baja	22:03 CST, 0.11	pie marea baja	22:48 CST, -0.18	pie marea baja	23:34 CST, -0.30	pie marea baja			19:19 CST, 10.14	pie marea alta	20:10 CST, 9.95	pie marea alta				
dom 17		lun 18		mar 19		mie 20		jue 21		vie 22		sab 23					
02:06 CST, 0.32	pie marea baja	03:06 CST, 0.66	pie marea baja	04:10 CST, 0.90	pie marea baja	05:18 CST, 0.94	pie marea baja	00:18 CST, 9.32	pie marea alta	01:22 CST, 9.45	pie marea alta	02:19 CST, 9.62	pie marea alta				
08:30 CST, 8.92	pie marea alta	09:30 CST, 8.49	pie marea alta	10:36 CST, 8.20	pie marea alta	11:48 CST, 8.13	pie marea alta	06:21 CST, 0.77	pie marea baja	07:21 CST, 0.47	pie marea baja	08:16 CST, 0.15	pie marea baja				
14:22 CST, 0.36	pie marea baja	15:22 CST, 0.84	pie marea baja	16:28 CST, 1.19	pie marea baja	17:38 CST, 1.29	pie marea baja	12:59 CST, 8.30	pie marea alta	14:03 CST, 8.64	pie marea alta	14:57 CST, 9.02	pie marea alta				
21:06 CST, 9.70	pie marea alta	22:06 CST, 9.46	pie marea alta	23:11 CST, 9.32	pie marea alta			18:44 CST, 1.16	pie marea baja	19:44 CST, 0.89	pie marea baja	20:37 CST, 0.60	pie marea baja				
dom 24		lun 25		mar 26		mie 27		jue 28		vie 29		sab 30					
03:09 CST, 9.77	pie marea alta	03:54 CST, 9.82	pie marea alta	04:34 CST, 9.75	pie marea alta	05:11 CST, 9.58	pie marea alta	05:48 CST, 9.30	pie marea alta	00:08 CST, 0.70	pie marea baja	00:47 CST, 1.02	pie marea baja				
09:04 CST, -0.10	pie marea baja	09:47 CST, -0.25	pie marea baja	10:27 CST, -0.25	pie marea baja	11:05 CST, -0.10	pie marea baja	11:42 CST, 0.17	pie marea baja	06:21 CST, 8.95	pie marea alta	07:01 CST, 8.51	pie marea alta				
15:45 CST, 9.33	pie marea alta	16:27 CST, 9.53	pie marea alta	17:05 CST, 9.60	pie marea alta	17:41 CST, 9.55	pie marea alta	18:16 CST, 9.40	pie marea alta	12:18 CST, 0.54	pie marea baja	12:56 CST, -0.97	pie marea baja				
21:24 CST, 0.38	pie marea baja	22:08 CST, 0.27	pie marea baja	22:50 CST, 0.29	pie marea baja	23:29 CST, 0.44	pie marea baja			18:51 CST, 9.17	pie marea alta	19:29 CST, 8.90	pie marea alta				
dom 31																	
01:27 CST, 1.37	pie marea baja																
07:41 CST, 8.11	pie marea alta																
13:34 CST, 1.43	pie marea baja																
20:10 CST, 8.62	pie marea alta																

## ANEXO 1. MAREAS AMAPALA ENERO 2016

feb-16

lun 01		mar 02		mie 03		jue 04		vie 05		sab 06			
02:10 CST, 1.72	pie marea baja	02:59 CST, 2.00	pie marea baja	03:55 CST, 2.14	pie marea baja	04:57 CST, 2.07	pie marea baja	05:59 CST, 1.75	pie marea baja	00:44 CST, 8.64	pie marea alta		
08:25 CST, 7.70	pie marea alta	09:15 CST, 7.35	pie marea alta	10:12 CST, 7.16	pie marea alta	11:15 CST, 7.18	pie marea alta	12:21 CST, 7.47	pie marea alta	06:56 CST, 1.23	pie marea baja		
14:17 CST, 1.86	pie marea baja	15:07 CST, 2.23	pie marea baja	16:05 CST, 2.45	pie marea baja	17:11 CST, 2.41	pie marea baja	18:16 CST, 2.08	pie marea baja	13:23 CST, 7.99	pie marea alta		
20:55 CST, 8.37	pie marea alta	21:46 CST, 8.20	pie marea alta	22:43 CST, 8.16	pie marea alta	23:43 CST, 8.31	pie marea alta			19:15 CST, 1.51	pie marea baja		
dom 07		lun 08		mar 09		mie 10		jue 11		vie 12		sab 13	
01:41 CST, 9.10	pie marea alta	02:34 CST, 9.60	pie marea alta	03:23 CST, 10.04	pie marea alta	04:10 CST, 10.35	pie marea alta	04:57 CST, 10.47	pie marea alta	05:43 CST, 10.37	pie marea alta	00:06 CST, -0.94	pie marea baja
07:47 CST, 0.58	pie marea baja	08:35 CST, -0.08	pie marea baja	09:20 CST, -0.67	pie marea baja	10:05 CST, -1.09	pie marea baja	10:49 CST, -1.30	pie marea baja	11:35 CST, -1.25	pie marea baja	06:31 CST, 10.06	pie marea alta
14:18 CST, 8.66	pie marea alta	15:08 CST, 9.36	pie marea alta	15:55 CST, 10.00	pie marea alta	16:41 CST, 10.49	pie marea alta	17:27 CST, 10.77	pie marea alta	18:13 CST, 10.82	pie marea alta	12:21 CST, -0.95	pie marea baja
20:08 CST, 0.82	pie marea baja	20:57 CST, 0.13	pie marea baja	21:45 CST, -0.46	pie marea baja	22:31 CST, -0.87	pie marea baja	23:18 CST, -1.04	pie marea baja			19:01 CST, 10.63	pie marea alta
dom 14		lun 15		mar 16		mie 17		jue 18		vie 19		sab 20	
00:55 CST, -0.62	pie marea baja	01:47 CST, -0.12	pie marea baja	02:44 CST, 0.45	pie marea baja	03:47 CST, 0.93	pie marea baja	04:56 CST, 1.20	pie marea baja	00:01 CST, 8.73	pie marea alta	01:07 CST, 8.78	pie marea alta
07:20 CST, 9.57	pie marea alta	08:13 CST, 9.00	pie marea alta	09:12 CST, 8.43	pie marea alta	10:18 CST, 8.00	pie marea alta	11:33 CST, 7.83	pie marea alta	06:05 CST, 1.18	pie marea baja	07:07 CST, 0.96	pie marea baja
13:10 CST, -0.44	pie marea baja	14:03 CST, 0.21	pie marea baja	15:01 CST, 0.88	pie marea baja	16:08 CST, 1.41	pie marea baja	17:21 CST, 1.64	pie marea baja	12:48 CST, 7.97	pie marea alta	13:52 CST, 8.31	pie marea alta
19:51 CST, 10.25	pie marea alta	20:45 CST, 9.76	pie marea alta	21:45 CST, 9.27	pie marea alta	22:51 CST, 8.90	pie marea alta			18:32 CST, 1.56	pie marea baja	19:32 CST, 1.27	pie marea baja
dom 21		lun 22		mar 23		mie 24		jue 25		vie 26		sab 27	
02:04 CST, 8.94	pie marea alta	02:55 CST, 9.13	pie marea alta	03:51 CST, 9.27	pie marea alta	04:12 CST, 9.32	pie marea alta	04:46 CST, 9.29	pie marea alta	05:20 CST, 9.15	pie marea alta	05:54 CST, 8.90	pie marea alta
08:00 CST, 0.63	pie marea baja	08:45 CST, 0.35	pie marea baja	09:26 CST, 0.13	pie marea baja	10:03 CST, 0.02	pie marea baja	10:39 CST, 0.04	pie marea baja	11:13 CST, 0.19	pie marea baja	11:47 CST, 0.45	pie marea baja
14:43 CST, 8.72	pie marea alta	15:27 CST, 9.08	pie marea alta	16:05 CST, 9.35	pie marea alta	16:39 CST, 9.51	pie marea alta	17:11 CST, 9.55	pie marea alta	17:44 CST, 9.49	pie marea alta	18:17 CST, 9.32	pie marea alta
20:23 CST, 0.91	pie marea baja	21:08 CST, 0.59	pie marea baja	21:49 CST, 0.36	pie marea baja	22:27 CST, 0.25	pie marea baja	23:03 CST, 0.26	pie marea baja	23:39 CST, 0.39	pie marea baja		
dom 28		lun 29											
00:14 CST, 0.63	pie marea baja	00:52 CST, 0.93	pie marea baja										
06:29 CST, 8.58	pie marea alta	07:07 CST, 8.19	pie marea alta										
12:22 CST, 0.80	pie marea baja	12:59 CST, 1.19	pie marea baja										
18:53 CST, 9.08	pie marea alta	19:32 CST, 8.79	pie marea alta										

## ANEXO 2. MAREAS AMAPALA FEBRERO 2016



mar-16

mar 01	mie 02	mie 03	vie 04	sab 05			
01:32 CST, 1.26 pie marea baja	02:17 CST, 1.58 pie marea baja	03:09 CST, 1.81 pie marea baja	04:09 CST, 1.87 pie marea baja	05:14 CST, 1.67 pie marea baja			
07:49 CST, 7.80 pie marea alta	08:36 CST, 7.46 pie marea alta	09:31 CST, 7.24 pie marea alta	10:34 CST, 7.25 pie marea alta	11:42 CST, 7.55 pie marea alta			
13:39 CST, 1.60 pie marea baja	14:27 CST, 1.97 pie marea baja	15:23 CST, 2.23 pie marea baja	16:30 CST, 2.25 pie marea baja	17:40 CST, 1.94 pie marea baja			
20:15 CST, 8.49 pie marea alta	21:04 CST, 8.24 pie marea alta	22:01 CST, 8.11 pie marea alta	23:03 CST, 8.16 pie marea alta				
dom 06	lun 07	mar 08	mie 09	vie 10	vie 11	sab 12	
00:07 CST, 8.45 pie marea alta	01:10 CST, 8.92 pie marea alta	02:06 CST, 9.48 pie marea alta	02:59 CST, 10.00 pie marea alta	03:49 CST, 10.39 pie marea alta	04:37 CST, 10.56 pie marea alta	05:25 CST, 10.48 pie marea alta	
06:17 CST, 1.19 pie marea baja	07:14 CST, 0.52 pie marea baja	08:06 CST, -0.21 pie marea baja	08:55 CST, -0.87 pie marea baja	09:42 CST, -1.35 pie marea baja	10:28 CST, -1.57 pie marea baja	11:15 CST, -1.49 pie marea baja	
12:48 CST, 8.13 pie marea alta	13:47 CST, 8.90 pie marea alta	14:40 CST, 9.72 pie marea alta	15:30 CST, 10.45 pie marea alta	16:18 CST, 10.98 pie marea alta	17:05 CST, 11.24 pie marea alta	17:52 CST, 11.20 pie marea alta	
18:45 CST, 1.31 pie marea baja	19:43 CST, 0.51 pie marea baja	20:35 CST, -0.30 pie marea baja	21:24 CST, -0.98 pie marea baja	22:12 CST, -1.43 pie marea baja	22:59 CST, -1.59 pie marea baja	23:47 CST, -1.43 pie marea baja	
dom 13	lun 14	mar 15	mie 16	vie 17	vie 18	sab 19	
06:14 CST, 10.17 pie marea alta	00:36 CST, -1.00 pie marea baja	01:27 CST, -0.37 pie marea baja	02:23 CST, 0.33 pie marea baja	03:24 CST, 0.97 pie marea baja	04:32 CST, 1.39 pie marea baja	05:43 CST, 1.49 pie marea baja	
12:03 CST, -1.12 pie marea baja	07:04 CST, 9.66 pie marea alta	07:57 CST, 9.04 pie marea alta	08:56 CST, 8.43 pie marea alta	10:03 CST, 7.96 pie marea alta	11:17 CST, 7.76 pie marea alta	12:30 CST, 7.87 pie marea alta	
18:41 CST, 10.88 pie marea alta	12:52 CST, -0.50 pie marea baja	13:45 CST, 0.25 pie marea baja	14:43 CST, 1.02 pie marea baja	15:50 CST, 1.62 pie marea baja	17:05 CST, 1.90 pie marea baja	18:17 CST, 1.82 pie marea baja	
	19:31 CST, 10.34 pie marea alta	20:25 CST, 9.68 pie marea alta	21:25 CST, 9.03 pie marea alta	22:30 CST, 8.51 pie marea alta	23:40 CST, 8.24 pie marea alta		
dom 20	lun 21	mar 22	mie 23	vie 24	vie 25	sab 26	
00:46 CST, 8.22 pie marea alta	01:43 CST, 8.37 pie marea alta	02:30 CST, 8.58 pie marea alta	03:10 CST, 8.77 pie marea alta	03:45 CST, 8.92 pie marea alta	04:19 CST, 8.98 pie marea alta	04:53 CST, 8.94 pie marea alta	
06:45 CST, 1.35 pie marea baja	07:37 CST, 1.07 pie marea baja	08:21 CST, 0.78 pie marea baja	09:00 CST, 0.53 pie marea baja	09:36 CST, 0.36 pie marea baja	10:10 CST, 0.31 pie marea baja	10:44 CST, 0.37 pie marea baja	
13:31 CST, 8.18 pie marea alta	14:20 CST, 8.56 pie marea alta	15:01 CST, 8.92 pie marea alta	15:36 CST, 9.22 pie marea alta	16:08 CST, 9.44 pie marea alta	16:40 CST, 9.55 pie marea alta	17:12 CST, 9.55 pie marea alta	
19:16 CST, 1.52 pie marea baja	20:05 CST, 1.14 pie marea baja	20:47 CST, 0.77 pie marea baja	21:25 CST, 0.46 pie marea baja	22:01 CST, 0.26 pie marea baja	22:36 CST, 0.18 pie marea baja	23:10 CST, 0.22 pie marea baja	
dom 27	lun 28	mar 29	mie 30	vie 31			
05:27 CST, 8.79 pie marea alta	06:03 CST, 8.55 pie marea alta	06:21 CST, 0.61 pie marea baja	01:00 CST, 0.90 pie marea baja	01:43 CST, 1.19 pie marea baja			
11:18 CST, 0.55 pie marea baja	11:53 CST, 0.80 pie marea baja	06:40 CST, 8.24 pie marea alta	07:21 CST, 7.93 pie marea alta	08:07 CST, 7.68 pie marea alta			
17:46 CST, 9.43 pie marea alta	18:22 CST, 9.21 pie marea alta	12:29 CST, 1.12 pie marea baja	13:10 CST, 1.45 pie marea baja	13:57 CST, 1.76 pie marea baja			
23:45 CST, 0.38 pie marea baja		19:00 CST, 8.93 pie marea alta	19:42 CST, 8.63 pie marea alta	20:31 CST, 8.36 pie marea alta			

ANEXO 3. MAREAS AMAPALA MARZO 2016

abr-16

vie 01	sab 02					
02:33 CST, 1.43 pie marea baja	03:30 CST, 1.54 pie marea baja					
09:01 CST, 7.54 pie marea alta	10:02 CST, 7.61 pie marea alta					
14:53 CST, 1.98 pie marea baja	15:59 CST, 1.99 pie marea baja					
21:26 CST, 8.19 pie marea alta	22:29 CST, 8.18 pie marea alta					
dom 03	lun 04	mar 05	mie 06	vie 07	vie 08	sab 09
04:34 CST, 1.43 pie marea baja	05:39 CST, 1.04 pie marea baja	06:38 CST, 8.83 pie marea alta	01:38 CST, 9.36 pie marea alta	02:34 CST, 9.89 pie marea alta	03:26 CST, 10.29 pie marea alta	04:17 CST, 10.48 pie marea alta
11:09 CST, 7.94 pie marea alta	12:14 CST, 8.54 pie marea alta	06:41 CST, 0.44 pie marea baja	07:37 CST, -0.25 pie marea baja	08:29 CST, -0.87 pie marea baja	09:19 CST, -1.32 pie marea baja	10:07 CST, -1.50 pie marea baja
17:09 CST, 1.69 pie marea baja	18:16 CST, 1.06 pie marea baja	13:16 CST, 9.31 pie marea alta	14:12 CST, 10.11 pie marea alta	15:04 CST, 10.81 pie marea alta	15:54 CST, 11.29 pie marea alta	16:43 CST, 11.47 pie marea alta
23:34 CST, 8.41 pie marea alta		19:17 CST, 0.26 pie marea baja	20:11 CST, -0.56 pie marea baja	21:02 CST, -1.23 pie marea baja	21:52 CST, -1.66 pie marea baja	22:40 CST, -1.77 pie marea baja
dom 10	lun 11	mar 12	mie 13	vie 14	vie 15	sab 16
05:07 CST, 10.43 pie marea alta	05:57 CST, 10.15 pie marea alta	06:17 CST, -1.09 pie marea baja	01:07 CST, -0.42 pie marea baja	02:01 CST, 0.33 pie marea baja	02:59 CST, 1.02 pie marea baja	04:04 CST, 1.51 pie marea baja
10:55 CST, -1.37 pie marea baja	11:44 CST, -0.96 pie marea baja	06:49 CST, 9.69 pie marea alta	07:42 CST, 9.12 pie marea alta	08:41 CST, 8.56 pie marea alta	09:44 CST, 8.13 pie marea alta	10:52 CST, 7.92 pie marea alta
17:32 CST, 11.34 pie marea alta	18:21 CST, 10.93 pie marea alta	12:34 CST, -0.32 pie marea baja	13:27 CST, 0.44 pie marea baja	14:25 CST, 1.20 pie marea baja	15:30 CST, 1.79 pie marea baja	16:43 CST, 2.08 pie marea baja
23:28 CST, -1.57 pie marea baja		19:12 CST, 10.31 pie marea alta	20:05 CST, 9.58 pie marea alta	21:02 CST, 8.87 pie marea alta	22:03 CST, 8.29 pie marea alta	23:09 CST, 7.95 pie marea alta
dom 17	lun 18	mar 19	mie 20	vie 21	vie 22	sab 23
05:11 CST, 1.73 pie marea baja	00:13 CST, 7.85 pie marea alta	01:09 CST, 7.94 pie marea alta	01:57 CST, 8.14 pie marea alta	02:38 CST, 8.37 pie marea alta	03:15 CST, 8.57 pie marea alta	03:51 CST, 8.71 pie marea alta
11:59 CST, 7.96 pie marea alta	06:14 CST, 1.69 pie marea baja	07:06 CST, 1.50 pie marea baja	07:50 CST, 1.25 pie marea baja	08:29 CST, 1.00 pie marea baja	09:06 CST, 0.81 pie marea baja	09:41 CST, 0.70 pie marea baja
17:53 CST, 2.04 pie marea baja	12:57 CST, 8.18 pie marea alta	13:44 CST, 8.50 pie marea alta	14:25 CST, 8.84 pie marea alta	15:01 CST, 9.16 pie marea alta	15:35 CST, 9.42 pie marea alta	16:09 CST, 9.58 pie marea alta
	18:51 CST, 1.77 pie marea baja	19:39 CST, 1.41 pie marea baja	20:21 CST, 1.03 pie marea baja	20:58 CST, 0.68 pie marea baja	21:34 CST, 0.42 pie marea baja	22:09 CST, 0.27 pie marea baja
dom 24	lun 25	mar 26	mie 27	vie 28	vie 29	sab 30
04:27 CST, 8.75 pie marea alta	05:03 CST, 8.70 pie marea alta	05:40 CST, 8.56 pie marea alta	06:19 CST, 8.38 pie marea alta	00:34 CST, 0.65 pie marea baja	01:17 CST, 0.87 pie marea baja	02:05 CST, 1.06 pie marea baja
10:16 CST, 0.69 pie marea baja	10:51 CST, 0.77 pie marea baja	11:27 CST, 0.93 pie marea baja	12:05 CST, 1.13 pie marea baja	07:00 CST, 8.20 pie marea alta	07:46 CST, 8.08 pie marea alta	08:39 CST, 8.07 pie marea alta
16:43 CST, 9.62 pie marea alta	17:19 CST, 9.55 pie marea alta	17:55 CST, 9.37 pie marea alta	18:34 CST, 9.13 pie marea alta	12:48 CST, 1.36 pie marea baja	13:36 CST, 1.58 pie marea baja	14:31 CST, 1.72 pie marea baja
22:43 CST, 0.23 pie marea baja	23:19 CST, 0.30 pie marea baja	23:55 CST, 0.15 pie marea baja		19:17 CST, 8.86 pie marea alta	20:05 CST, 8.61 pie marea alta	20:59 CST, 8.42 pie marea alta

ANEXO 4. MAREAS AMAPALA ABRIL 2016

may-16

dom 01	lun 02	mar 03	mie 04	jue 05	vie 06	sab 07
03:00 CST, 1.18 pie marea baja	04:02 CST, 1.14 pie marea baja	05:06 CST, 0.88 pie marea baja	06:08 CST, 8.81 pie marea alta	01:10 CST, 9.24 pie marea alta	02:09 CST, 9.69 pie marea alta	03:05 CST, 10.06 pie marea alta
09:37 CST, 8.21 pie marea alta	10:40 CST, 8.55 pie marea alta	11:44 CST, 9.98 pie marea alta	06:09 CST, 0.43 pie marea baja	07:09 CST, -0.11 pie marea baja	08:04 CST, -0.62 pie marea baja	08:56 CST, -0.98 pie marea baja
15:34 CST, 1.71 pie marea baja	16:42 CST, 1.44 pie marea baja	17:49 CST, 0.90 pie marea baja	12:46 CST, 9.74 pie marea alta	13:44 CST, 10.42 pie marea alta	14:39 CST, 10.99 pie marea alta	15:31 CST, 11.35 pie marea alta
22:00 CST, 8.37 pie marea alta	23:04 CST, 8.50 pie marea alta		18:51 CST, 0.20 pie marea baja	19:48 CST, -0.52 pie marea baja	20:41 CST, -1.11 pie marea baja	21:31 CST, -1.48 pie marea baja
dom 08	lun 09	mar 10	mie 11	jue 12	vie 13	sab 14
03:58 CST, 10.27 pie marea alta	04:50 CST, 10.28 pie marea alta	05:42 CST, 10.09 pie marea alta	06:33 CST, 9.73 pie marea alta	00:46 CST, -0.29 pie marea baja	01:37 CST, 0.40 pie marea baja	02:30 CST, 1.06 pie marea baja
09:47 CST, -1.10 pie marea baja	10:36 CST, -0.97 pie marea baja	11:26 CST, -0.58 pie marea baja	12:16 CST, -0.00 pie marea baja	07:26 CST, 9.28 pie marea alta	08:20 CST, 8.82 pie marea alta	09:17 CST, 8.44 pie marea alta
16:22 CST, 11.45 pie marea alta	17:12 CST, 11.28 pie marea alta	18:01 CST, 10.85 pie marea alta	18:51 CST, 10.24 pie marea alta	13:09 CST, 0.68 pie marea baja	14:04 CST, 1.36 pie marea baja	15:04 CST, 1.91 pie marea baja
22:20 CST, -1.56 pie marea baja	23:09 CST, -1.36 pie marea baja	23:57 CST, -0.91 pie marea baja		19:42 CST, 9.54 pie marea alta	20:35 CST, 8.85 pie marea alta	21:30 CST, 8.26 pie marea alta
dom 15	lun 16	mar 17	mie 18	jue 19	vie 20	sab 21
03:28 CST, 1.59 pie marea baja	04:30 CST, 1.92 pie marea baja	05:30 CST, 2.01 pie marea baja	00:22 CST, 7.67 pie marea alta	01:13 CST, 7.82 pie marea alta	02:00 CST, 8.05 pie marea alta	02:42 CST, 8.30 pie marea alta
10:16 CST, 8.20 pie marea alta	11:14 CST, 8.15 pie marea alta	12:09 CST, 8.26 pie marea alta	06:25 CST, 1.93 pie marea baja	07:12 CST, 1.74 pie marea baja	07:54 CST, 1.52 pie marea baja	08:34 CST, 1.30 pie marea baja
16:10 CST, 2.23 pie marea baja	17:16 CST, 2.27 pie marea baja	18:15 CST, 2.09 pie marea baja	12:58 CST, 8.50 pie marea alta	13:41 CST, 8.81 pie marea alta	14:22 CST, 9.14 pie marea alta	15:00 CST, 9.42 pie marea alta
22:27 CST, 7.86 pie marea alta	23:26 CST, 7.67 pie marea alta		19:05 CST, 1.77 pie marea baja	19:48 CST, 1.40 pie marea baja	20:28 CST, 1.03 pie marea baja	21:05 CST, 0.72 pie marea baja
dom 22	lun 23	mar 24	mie 25	jue 26	vie 27	sab 28
03:23 CST, 8.50 pie marea alta	04:03 CST, 8.65 pie marea alta	04:42 CST, 8.72 pie marea alta	05:21 CST, 8.73 pie marea alta	06:02 CST, 8.70 pie marea alta	00:12 CST, 0.42 pie marea baja	00:55 CST, 0.56 pie marea baja
09:11 CST, 1.13 pie marea baja	09:48 CST, 1.02 pie marea baja	10:26 CST, 0.98 pie marea baja	11:05 CST, 1.00 pie marea baja	11:46 CST, 1.07 pie marea baja	06:44 CST, 8.68 pie marea alta	07:30 CST, 8.69 pie marea alta
15:38 CST, 9.63 pie marea alta	16:16 CST, 9.74 pie marea alta	16:54 CST, 9.73 pie marea alta	17:33 CST, 9.62 pie marea alta	18:14 CST, 9.44 pie marea alta	12:30 CST, 1.19 pie marea baja	13:18 CST, 1.31 pie marea baja
21:41 CST, 0.48 pie marea baja	22:18 CST, 0.34 pie marea baja	22:54 CST, 0.29 pie marea baja	23:32 CST, 0.33 pie marea baja		18:57 CST, 9.21 pie marea alta	19:45 CST, 8.98 pie marea alta
dom 29	lun 30	mar 31				
01:43 CST, 0.71 pie marea baja	02:36 CST, 0.84 pie marea baja	03:34 CST, 0.89 pie marea baja				
08:20 CST, 8.76 pie marea alta	09:16 CST, 8.92 pie marea alta	10:16 CST, 9.18 pie marea alta				
14:12 CST, 1.41 pie marea baja	15:13 CST, 1.41 pie marea baja	16:18 CST, 1.25 pie marea baja				
20:37 CST, 8.77 pie marea alta	21:35 CST, 8.61 pie marea alta	22:37 CST, 8.61 pie marea alta				

**ANEXO 5. MAREAS AMAPALA MAYO 2016**

Jun-16

mie 01	jue 02	vie 03	sab 04	dom 05	lun 06	mar 07	mie 08	jue 09	vie 10	sab 11
04:37 CST, 0.81 pie marea baja	05:41 CST, 0.57 pie marea baja	06:45 CST, 9.07 pie marea alta	01:48 CST, 9.42 pie marea alta							
11:17 CST, 9.56 pie marea alta	12:20 CST, 10.02 pie marea alta	06:43 CST, 0.22 pie marea baja	07:41 CST, -0.14 pie marea baja							
17:21 CST, 0.89 pie marea baja	18:27 CST, 0.37 pie marea baja	13:20 CST, 10.50 pie marea alta	14:17 CST, 10.90 pie marea alta							
23:41 CST, 8.79 pie marea alta		19:26 CST, -0.18 pie marea baja	20:21 CST, -0.67 pie marea baja							
dom 05	lun 06	mar 07	mie 08	jue 09	vie 10	sab 11				
02:47 CST, 9.75 pie marea alta	03:42 CST, 9.99 pie marea alta	04:36 CST, 10.09 pie marea alta	05:26 CST, 10.02 pie marea alta	06:16 CST, 9.80 pie marea alta	00:23 CST, -0.10 pie marea baja	01:10 CST, 0.49 pie marea baja				
08:36 CST, -0.42 pie marea baja	09:28 CST, -0.53 pie marea baja	10:19 CST, -0.44 pie marea baja	11:08 CST, -0.15 pie marea baja	11:57 CST, 0.30 pie marea baja	07:05 CST, 9.48 pie marea alta	07:53 CST, 9.11 pie marea alta				
15:11 CST, 11.16 pie marea alta	16:03 CST, 11.22 pie marea alta	16:53 CST, 11.05 pie marea alta	17:42 CST, 10.68 pie marea alta	18:29 CST, 10.16 pie marea alta	12:46 CST, 0.85 pie marea baja	13:37 CST, 1.42 pie marea baja				
21:12 CST, -0.98 pie marea baja	22:02 CST, -1.08 pie marea baja	22:49 CST, -0.94 pie marea baja	23:37 CST, -0.60 pie marea baja		19:15 CST, 9.55 pie marea alta	20:02 CST, 8.93 pie marea alta				
dom 12	lun 13	mar 14	mie 15	jue 16	vie 17	sab 18				
01:58 CST, 1.08 pie marea baja	02:48 CST, 1.62 pie marea baja	03:41 CST, 2.02 pie marea baja	04:38 CST, 2.26 pie marea baja	05:35 CST, 2.31 pie marea baja	00:24 CST, 7.62 pie marea alta	01:18 CST, 7.82 pie marea alta				
08:42 CST, 8.76 pie marea alta	09:32 CST, 8.50 pie marea alta	10:23 CST, 8.35 pie marea alta	11:15 CST, 8.36 pie marea alta	12:06 CST, 8.51 pie marea alta	06:28 CST, 2.20 pie marea baja	07:16 CST, 1.99 pie marea baja				
14:30 CST, 1.93 pie marea baja	15:28 CST, 2.30 pie marea baja	16:28 CST, 2.46 pie marea baja	17:28 CST, 2.41 pie marea baja	18:22 CST, 2.18 pie marea baja	12:55 CST, 8.76 pie marea alta	13:42 CST, 9.08 pie marea alta				
20:50 CST, 8.37 pie marea alta	21:40 CST, 7.93 pie marea alta	22:32 CST, 7.65 pie marea alta	23:28 CST, 7.55 pie marea alta		19:11 CST, 1.83 pie marea baja	19:54 CST, 1.44 pie marea baja				
dom 19	lun 20	mar 21	mie 22	jue 23	vie 24	sab 25				
02:08 CST, 8.09 pie marea alta	02:55 CST, 8.39 pie marea alta	03:39 CST, 8.67 pie marea alta	04:21 CST, 8.91 pie marea alta	05:03 CST, 9.10 pie marea alta	05:45 CST, 9.25 pie marea alta	06:28 CST, 9.35 pie marea alta				
08:00 CST, 1.72 pie marea baja	08:42 CST, 1.44 pie marea baja	09:23 CST, 1.18 pie marea baja	10:04 CST, 0.98 pie marea baja	10:46 CST, 0.83 pie marea baja	11:28 CST, 0.77 pie marea baja	12:14 CST, 0.78 pie marea baja				
14:27 CST, 9.40 pie marea alta	15:10 CST, 9.67 pie marea alta	15:51 CST, 9.87 pie marea alta	16:33 CST, 9.96 pie marea alta	17:14 CST, 9.95 pie marea alta	17:56 CST, 9.84 pie marea alta	18:40 CST, 9.65 pie marea alta				
20:35 CST, 1.05 pie marea baja	21:14 CST, 0.70 pie marea baja	21:53 CST, 0.42 pie marea baja	22:31 CST, 0.23 pie marea baja	23:11 CST, 0.12 pie marea baja	23:52 CST, 0.11 pie marea baja					
dom 26	lun 27	mar 28	mie 29	jue 30						
00:35 CST, 0.19 pie marea baja	01:23 CST, 0.34 pie marea baja	02:14 CST, 0.51 pie marea baja	03:10 CST, 0.75 pie marea baja	04:12 CST, 0.87 pie marea baja						
07:13 CST, 9.43 pie marea alta	08:02 CST, 9.49 pie marea alta	08:56 CST, 9.54 pie marea alta	09:53 CST, 9.63 pie marea alta	10:55 CST, 9.77 pie marea alta						
13:02 CST, 0.87 pie marea baja	13:54 CST, 1.00 pie marea baja	14:52 CST, 1.12 pie marea baja	15:55 CST, 1.15 pie marea baja	17:00 CST, 1.02 pie marea baja						
19:26 CST, 9.40 pie marea alta	20:17 CST, 9.13 pie marea alta	21:13 CST, 8.88 pie marea alta	22:13 CST, 8.71 pie marea alta	23:18 CST, 8.68 pie marea alta						

**ANEXO 6. MAREAS AMAPALA JUNIO 2016**



AGENCIA HONDUREÑA DE AERONAUTICA CIVIL  
 SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL DE HONDURAS  
 OFICINA DE METEOROLOGIA SINOPTICA  
 De Enero a Junio año 2016



Puerto Cortes, Honduras  
 15° 50,0' N, 87° 57,0' W

ene-16

vie 01		sab 02		dom 03		lun 04		mar 05		mie 06		jue 07		vie 08		sab 09	
01:15 CST, 0.48	pie marea alta	02:18 CST, 0.42	pie marea alta	03:36 CST, 0.38	pie marea alta	05:01 CST, 0.36	pie marea alta	00:26 CST, 0.04	pie marea baja	01:13 CST, -0.01	pie marea baja	01:55 CST, -0.06	pie marea baja	02:34 CST, -0.10	pie marea baja	03:11 CST, -0.14	pie marea baja
08:24 CST, 0.10	pie marea baja	09:11 CST, 0.14	pie marea baja	10:01 CST, 0.17	pie marea baja	10:51 CST, 0.18	pie marea baja	06:12 CST, 0.37	pie marea alta	07:06 CST, 0.38	pie marea alta	07:51 CST, 0.40	pie marea alta	08:32 CST, 0.41	pie marea alta	09:11 CST, 0.43	pie marea alta
14:08 CST, 0.49	pie marea alta	14:58 CST, 0.50	pie marea alta	15:10 CST, 0.53	pie marea alta	16:44 CST, 0.56	pie marea alta	11:39 CST, 0.18	pie marea baja	12:23 CST, 0.18	pie marea baja	13:05 CST, 0.16	pie marea baja	13:46 CST, 0.14	pie marea baja	14:28 CST, 0.11	pie marea baja
21:09 CST, 0.16	pie marea baja	22:23 CST, 0.14	pie marea baja	23:30 CST, 0.09	pie marea baja			17:34 CST, 0.60	pie marea alta	18:21 CST, 0.64	pie marea alta	19:05 CST, 0.68	pie marea alta	19:47 CST, 0.71	pie marea alta	20:29 CST, 0.73	pie marea alta
dom 10		lun 11		mar 12		mie 13		jue 14		vie 15		sab 16					
03:49 CST, -0.16	pie marea baja	04:27 CST, -0.17	pie marea baja	05:07 CST, -0.16	pie marea baja	05:47 CST, -0.13	pie marea baja	06:29 CST, -0.09	pie marea baja	00:27 CST, 0.55	pie marea alta	01:32 CST, 0.47	pie marea alta				
09:49 CST, 0.44	pie marea alta	10:28 CST, 0.45	pie marea alta	11:06 CST, 0.47	pie marea alta	11:46 CST, 0.49	pie marea alta	12:28 CST, 0.51	pie marea alta	07:14 CST, -0.03	pie marea baja	08:02 CST, 0.02	pie marea baja				
15:10 CST, 0.09	pie marea baja	15:56 CST, 0.06	pie marea baja	16:45 CST, 0.05	pie marea baja	17:38 CST, 0.04	pie marea baja	18:39 CST, 0.03	pie marea baja	13:15 CST, 0.53	pie marea alta	14:06 CST, 0.56	pie marea alta				
21:12 CST, 0.74	pie marea alta	21:56 CST, 0.73	pie marea alta	22:42 CST, 0.69	pie marea alta	23:31 CST, 0.63	pie marea alta			19:49 CST, 0.03	pie marea baja	21:07 CST, 0.01	pie marea baja				
dom 17		lun 18		mar 19		mie 20		jue 21		vie 22		sab 23					
02:52 CST, 0.39	pie marea alta	04:26 CST, 0.35	pie marea alta	05:52 CST, 0.34	pie marea alta	00:46 CST, -0.11	pie marea baja	01:41 CST, -0.14	pie marea baja	02:29 CST, -0.16	pie marea baja	03:12 CST, -0.17	pie marea baja				
08:56 CST, 0.07	pie marea baja	09:55 CST, 0.11	pie marea baja	10:57 CST, 0.12	pie marea baja	06:59 CST, 0.35	pie marea alta	07:51 CST, 0.37	pie marea alta	08:35 CST, 0.39	pie marea alta	09:13 CST, 0.41	pie marea alta				
15:05 CST, 0.59	pie marea alta	16:09 CST, 0.62	pie marea alta	17:14 CST, 0.65	pie marea alta	11:58 CST, 0.12	pie marea baja	12:54 CST, 0.10	pie marea baja	13:46 CST, 0.07	pie marea baja	14:35 CST, 0.05	pie marea baja				
22:27 CST, -0.02	pie marea baja	23:42 CST, -0.06	pie marea baja			18:15 CST, 0.68	pie marea alta	19:09 CST, 0.70	pie marea alta	19:57 CST, 0.71	pie marea alta	20:41 CST, 0.70	pie marea alta				
dom 24		lun 25		mar 26		mie 27		jue 28		vie 29		sab 30					
03:52 CST, -0.16	pie marea baja	04:29 CST, -0.11	pie marea baja	05:05 CST, -0.11	pie marea baja	05:59 CST, -0.07	pie marea baja	06:13 CST, -0.03	pie marea baja	06:47 CST, 0.01	pie marea baja	00:41 CST, 0.42	pie marea alta				
09:47 CST, 0.42	pie marea alta	10:19 CST, 0.43	pie marea alta	10:50 CST, 0.44	pie marea alta	11:20 CST, 0.45	pie marea alta	11:52 CST, 0.46	pie marea alta	12:27 CST, 0.47	pie marea alta	07:22 CST, 0.06	pie marea baja				
15:21 CST, 0.03	pie marea baja	16:05 CST, 0.02	pie marea baja	16:50 CST, 0.02	pie marea baja	17:35 CST, 0.03	pie marea baja	18:22 CST, 0.04	pie marea baja	19:15 CST, 0.05	pie marea baja	13:05 CST, 0.47	pie marea alta				
21:21 CST, 0.68	pie marea alta	21:59 CST, 0.65	pie marea alta	22:37 CST, 0.60	pie marea alta	23:15 CST, 0.54	pie marea alta	23:56 CST, 0.48	pie marea alta			20:16 CST, 0.06	pie marea baja				
dom 31																	
01:34 CST, 0.36	pie marea alta																
07:59 CST, 0.10	pie marea baja																
13:51 CST, 0.48	pie marea alta																
21:26 CST, 0.06	pie marea baja																

ANEXO 7. MAREAS PUERTO CORTES ENERO 2016

feb-16

lun 01		mar 02		mie 03		jue 04		vie 05		sab 06			
02:41 CST, 0.31	pie marea alta	04:09 CST, 0.28	pie marea alta	05:37 CST, 0.28	pie marea alta	00:40 CST, -0.04	pie marea baja	01:27 CST, -0.09	pie marea baja	02:08 CST, -0.13	pie marea baja		
08:45 CST, 0.14	pie marea baja	09:42 CST, 0.16	pie marea baja	10:43 CST, 0.16	pie marea baja	06:40 CST, 0.31	pie marea alta	07:27 CST, 0.33	pie marea alta	08:08 CST, 0.37	pie marea alta		
14:43 CST, 0.48	pie marea alta	15:44 CST, 0.50	pie marea alta	16:48 CST, 0.53	pie marea alta	11:42 CST, 0.15	pie marea baja	12:35 CST, 0.12	pie marea baja	13:24 CST, 0.08	pie marea baja		
22:39 CST, 0.04	pie marea baja	23:45 CST, 0.01	pie marea baja			17:47 CST, 0.57	pie marea alta	18:41 CST, 0.62	pie marea alta	19:30 CST, 0.66	pie marea alta		
dom 07		lun 08		mar 09		mie 10		jue 11		vie 12		sab 13	
02:47 CST, -0.17	pie marea baja	03:25 CST, -0.19	pie marea baja	04:02 CST, -0.19	pie marea baja	04:40 CST, -0.17	pie marea baja	05:19 CST, -0.14	pie marea baja	05:58 CST, -0.09	pie marea baja	00:23 CST, 0.48	pie marea alta
08:45 CST, 0.40	pie marea alta	09:21 CST, 0.44	pie marea alta	09:57 CST, 0.47	pie marea alta	10:34 CST, 0.51	pie marea alta	11:12 CST, 0.54	pie marea alta	11:52 CST, 0.57	pie marea alta	06:40 CST, -0.03	pie marea baja
14:12 CST, 0.03	pie marea baja	14:59 CST, -0.01	pie marea baja	15:48 CST, -0.06	pie marea baja	16:39 CST, -0.08	pie marea baja	17:33 CST, -0.10	pie marea baja	18:32 CST, -0.10	pie marea baja	12:36 CST, 0.58	pie marea alta
20:17 CST, 0.69	pie marea alta	21:03 CST, 0.70	pie marea alta	21:50 CST, 0.68	pie marea alta	22:38 CST, 0.64	pie marea alta	23:28 CST, 0.57	pie marea alta			19:38 CST, -0.09	pie marea baja
dom 14		lun 15		mar 16		mie 17		jue 18		vie 19		sab 20	
01:26 CST, 0.40	pie marea alta	02:44 CST, 0.33	pie marea alta	04:18 CST, 0.29	pie marea alta	05:45 CST, 0.30	pie marea alta	00:33 CST, -0.09	pie marea baja	01:27 CST, -0.11	pie marea baja	02:13 CST, -0.12	pie marea baja
07:27 CST, 0.03	pie marea baja	08:20 CST, 0.08	pie marea baja	09:25 CST, 0.12	pie marea baja	10:36 CST, 0.13	pie marea baja	06:49 CST, 0.32	pie marea alta	07:37 CST, 0.35	pie marea alta	08:15 CST, 0.38	pie marea alta
13:27 CST, 0.59	pie marea alta	14:28 CST, 0.59	pie marea alta	15:40 CST, 0.58	pie marea alta	16:58 CST, 0.59	pie marea alta	11:45 CST, 0.11	pie marea baja	12:47 CST, 0.08	pie marea baja	13:41 CST, 0.05	pie marea baja
20:51 CST, -0.07	pie marea baja	22:10 CST, -0.07	pie marea baja	23:27 CST, -0.08	pie marea baja			18:06 CST, 0.61	pie marea alta	19:03 CST, 0.62	pie marea alta	19:51 CST, 0.63	pie marea alta
dom 21		lun 22		mar 23		mie 24		jue 25		vie 26		sab 27	
02:52 CST, -0.12	pie marea baja	03:27 CST, -0.11	pie marea baja	04:00 CST, -0.09	pie marea baja	04:31 CST, -0.07	pie marea baja	05:01 CST, -0.04	pie marea baja	05:30 CST, -0.00	pie marea baja	05:59 CST, 0.04	pie marea baja
08:48 CST, 0.41	pie marea alta	09:17 CST, 0.44	pie marea alta	09:44 CST, 0.46	pie marea alta	10:11 CST, 0.49	pie marea alta	10:38 CST, 0.50	pie marea alta	11:07 CST, 0.51	pie marea alta	11:38 CST, 0.51	pie marea alta
14:28 CST, 0.01	pie marea baja	15:12 CST, -0.02	pie marea baja	15:54 CST, -0.04	pie marea baja	16:34 CST, -0.04	pie marea baja	17:14 CST, -0.04	pie marea baja	17:55 CST, -0.03	pie marea baja	18:39 CST, -0.02	pie marea baja
20:33 CST, 0.63	pie marea alta	21:11 CST, 0.61	pie marea alta	21:46 CST, 0.58	pie marea alta	22:21 CST, 0.55	pie marea alta	22:56 CST, 0.51	pie marea alta	23:34 CST, 0.46	pie marea alta		
dom 28		lun 29											
00:16 CST, 0.41	pie marea alta	01:04 CST, 0.35	pie marea alta										
06:28 CST, 0.08	pie marea baja	07:01 CST, 0.11	pie marea baja										
12:14 CST, 0.51	pie marea alta	12:55 CST, 0.50	pie marea alta										
19:29 CST, 0.00	pie marea baja	20:30 CST, 0.02	pie marea baja										

ANEXO 8. MAREAS PUERTO CORTES FEBRERO 2016



mar-16

mar 01	mié 02	jue 03	vie 04	sáb 05		
02:05 CST, 0.31 pie marea alta	03:27 CST, 0.28 pie marea alta	05:00 CST, 0.28 pie marea alta	06:08 CST, 0.31 pie marea alta	00:51 CST, -0.06 pie marea baja		
07:41 CST, 0.15 pie marea baja	08:38 CST, 0.17 pie marea baja	09:53 CST, 0.18 pie marea baja	11:08 CST, 0.16 pie marea baja	06:56 CST, 0.35 pie marea alta		
13:45 CST, 0.50 pie marea alta	14:47 CST, 0.50 pie marea alta	16:01 CST, 0.52 pie marea alta	17:14 CST, 0.55 pie marea alta	12:12 CST, 0.12 pie marea baja		
21:42 CST, 0.02 pie marea baja	22:56 CST, 0.01 pie marea baja	23:59 CST, -0.03 pie marea baja		18:18 CST, 0.60 pie marea alta		
dom 06	lun 07	mar 08	mié 09	jue 10	vie 11	sáb 12
01:35 CST, -0.10 pie marea baja	02:15 CST, -0.12 pie marea baja	02:53 CST, -0.13 pie marea baja	03:31 CST, -0.13 pie marea baja	04:08 CST, -0.11 pie marea baja	04:47 CST, -0.07 pie marea baja	05:27 CST, -0.02 pie marea baja
07:35 CST, 0.40 pie marea alta	08:11 CST, 0.45 pie marea alta	08:47 CST, 0.51 pie marea alta	09:22 CST, 0.57 pie marea alta	09:58 CST, 0.62 pie marea alta	10:37 CST, 0.66 pie marea alta	11:18 CST, 0.67 pie marea alta
13:08 CST, 0.06 pie marea baja	14:00 CST, -0.01 pie marea baja	14:51 CST, -0.08 pie marea baja	15:41 CST, -0.14 pie marea baja	16:32 CST, -0.17 pie marea baja	17:26 CST, -0.18 pie marea baja	18:22 CST, -0.17 pie marea baja
19:13 CST, 0.64 pie marea alta	20:05 CST, 0.67 pie marea alta	20:54 CST, 0.67 pie marea alta	21:43 CST, 0.65 pie marea alta	22:33 CST, 0.60 pie marea alta	23:21 CST, 0.53 pie marea alta	
dom 13	lun 14	mar 15	mié 16	jue 17	vie 18	sáb 19
00:19 CST, 0.46 pie marea alta	01:20 CST, 0.39 pie marea alta	02:36 CST, 0.34 pie marea alta	04:05 CST, 0.32 pie marea alta	05:26 CST, 0.33 pie marea alta	00:09 CST, -0.03 pie marea baja	01:02 CST, -0.03 pie marea baja
06:10 CST, 0.03 pie marea baja	06:57 CST, 0.08 pie marea baja	07:53 CST, 0.13 pie marea baja	09:04 CST, 0.16 pie marea baja	10:25 CST, 0.16 pie marea baja	06:26 CST, 0.37 pie marea alta	07:10 CST, 0.41 pie marea alta
12:05 CST, 0.67 pie marea alta	12:55 CST, 0.64 pie marea alta	13:57 CST, 0.61 pie marea alta	15:15 CST, 0.58 pie marea alta	16:41 CST, 0.56 pie marea alta	11:40 CST, 0.14 pie marea baja	12:43 CST, 0.10 pie marea baja
19:24 CST, -0.13 pie marea baja	20:33 CST, -0.09 pie marea baja	21:48 CST, -0.06 pie marea baja	23:04 CST, -0.04 pie marea baja		17:55 CST, 0.57 pie marea alta	18:53 CST, 0.58 pie marea alta
dom 20	lun 21	mar 22	mié 23	jue 24	vie 25	sáb 26
01:45 CST, -0.03 pie marea baja	02:21 CST, -0.03 pie marea baja	02:54 CST, -0.02 pie marea baja	03:24 CST, -0.00 pie marea baja	03:53 CST, 0.01 pie marea baja	04:21 CST, 0.04 pie marea baja	04:48 CST, 0.07 pie marea baja
07:45 CST, 0.44 pie marea alta	08:15 CST, 0.48 pie marea alta	08:41 CST, 0.52 pie marea alta	09:06 CST, 0.55 pie marea alta	09:31 CST, 0.57 pie marea alta	09:58 CST, 0.59 pie marea alta	10:27 CST, 0.59 pie marea alta
13:35 CST, 0.05 pie marea baja	14:21 CST, 0.01 pie marea baja	15:02 CST, -0.03 pie marea baja	15:40 CST, -0.05 pie marea baja	16:17 CST, -0.07 pie marea baja	16:54 CST, -0.07 pie marea baja	17:31 CST, -0.06 pie marea baja
19:40 CST, 0.58 pie marea alta	20:21 CST, 0.58 pie marea alta	20:57 CST, 0.57 pie marea alta	21:31 CST, 0.55 pie marea alta	22:05 CST, 0.53 pie marea alta	22:41 CST, 0.50 pie marea alta	23:18 CST, 0.46 pie marea alta
dom 27	lun 28	mar 29	mié 30	jue 31		
05:16 CST, 0.10 pie marea baja	05:45 CST, 0.13 pie marea baja	00:47 CST, 0.38 pie marea alta	01:45 CST, 0.34 pie marea alta	02:59 CST, 0.33 pie marea alta		
10:58 CST, 0.59 pie marea alta	11:32 CST, 0.58 pie marea alta	06:17 CST, 0.16 pie marea baja	06:58 CST, 0.19 pie marea baja	07:57 CST, 0.22 pie marea baja		
18:11 CST, -0.04 pie marea baja	18:56 CST, -0.02 pie marea baja	12:11 CST, 0.57 pie marea alta	12:59 CST, 0.55 pie marea alta	14:01 CST, 0.54 pie marea alta		
23:59 CST, 0.42 pie marea alta		19:50 CST, 0.00 pie marea baja	20:55 CST, 0.02 pie marea baja	22:06 CST, 0.02 pie marea baja		

**ANEXO 9. MAREAS PUERTO CORTES MARZO 2016**

abr-16

vie 01	sáb 02						
04:22 CST, 0.33 pie marea alta	05:27 CST, 0.37 pie marea alta						
09:20 CST, 0.22 pie marea baja	10:44 CST, 0.19 pie marea baja						
15:19 CST, 0.54 pie marea alta	16:42 CST, 0.56 pie marea alta						
23:12 CST, 0.01 pie marea baja							
dom 03	lun 04	mar 05	mié 06	jue 07	vie 08	sáb 09	
00:07 CST, -0.01 pie marea baja	00:53 CST, -0.03 pie marea baja	01:36 CST, -0.04 pie marea baja	02:16 CST, -0.04 pie marea baja	02:55 CST, -0.03 pie marea baja	03:35 CST, -0.01 pie marea baja	04:15 CST, 0.02 pie marea baja	
06:15 CST, 0.42 pie marea alta	06:55 CST, 0.49 pie marea alta	07:32 CST, 0.56 pie marea alta	08:09 CST, 0.63 pie marea alta	08:46 CST, 0.70 pie marea alta	09:25 CST, 0.75 pie marea alta	10:06 CST, 0.77 pie marea alta	
11:55 CST, 0.13 pie marea baja	12:55 CST, 0.04 pie marea baja	13:49 CST, -0.05 pie marea baja	14:41 CST, -0.13 pie marea baja	15:32 CST, -0.19 pie marea baja	16:23 CST, -0.22 pie marea baja	17:15 CST, -0.22 pie marea baja	
17:55 CST, 0.59 pie marea alta	18:57 CST, 0.61 pie marea alta	19:53 CST, 0.63 pie marea alta	20:46 CST, 0.63 pie marea alta	21:36 CST, 0.61 pie marea alta	22:27 CST, 0.57 pie marea alta	23:18 CST, 0.51 pie marea alta	
dom 10	lun 11	mar 12	mié 13	jue 14	vie 15	sáb 16	
04:57 CST, 0.06 pie marea baja	00:12 CST, 0.46 pie marea alta	01:11 CST, 0.41 pie marea alta	02:21 CST, 0.38 pie marea alta	03:39 CST, 0.37 pie marea alta	04:53 CST, 0.40 pie marea alta	05:49 CST, 0.44 pie marea alta	
10:49 CST, 0.77 pie marea alta	05:42 CST, 0.19 pie marea baja	06:33 CST, 0.14 pie marea baja	07:54 CST, 0.18 pie marea baja	08:51 CST, 0.20 pie marea baja	10:16 CST, 0.20 pie marea baja	11:33 CST, 0.16 pie marea baja	
18:10 CST, -0.18 pie marea baja	11:36 CST, 0.74 pie marea alta	12:28 CST, 0.69 pie marea alta	13:51 CST, 0.63 pie marea alta	14:48 CST, 0.57 pie marea alta	16:16 CST, 0.54 pie marea alta	17:34 CST, 0.53 pie marea alta	
	19:08 CST, -0.13 pie marea baja	20:12 CST, -0.07 pie marea baja	21:21 CST, -0.02 pie marea baja	22:30 CST, 0.01 pie marea baja	23:32 CST, 0.04 pie marea baja		
dom 17	lun 18	mar 19	mié 20	jue 21	vie 22	sáb 23	
00:23 CST, 0.05 pie marea baja	01:05 CST, 0.06 pie marea baja	01:41 CST, 0.07 pie marea baja	02:13 CST, 0.08 pie marea baja	02:44 CST, 0.09 pie marea baja	03:13 CST, 0.10 pie marea baja	03:41 CST, 0.12 pie marea baja	
06:32 CST, 0.48 pie marea alta	07:05 CST, 0.52 pie marea alta	07:54 CST, 0.56 pie marea alta	08:00 CST, 0.60 pie marea alta	08:26 CST, 0.63 pie marea alta	08:53 CST, 0.65 pie marea alta	09:22 CST, 0.67 pie marea alta	
12:35 CST, 0.11 pie marea baja	13:25 CST, 0.06 pie marea baja	14:09 CST, 0.01 pie marea baja	14:48 CST, -0.02 pie marea baja	15:24 CST, -0.05 pie marea baja	15:59 CST, -0.07 pie marea baja	16:34 CST, -0.08 pie marea baja	
18:34 CST, 0.53 pie marea alta	19:23 CST, 0.53 pie marea alta	20:04 CST, 0.53 pie marea alta	20:40 CST, 0.53 pie marea alta	21:15 CST, 0.52 pie marea alta	21:51 CST, 0.51 pie marea alta	22:27 CST, 0.49 pie marea alta	
dom 24	lun 25	mar 26	mié 27	jue 28	vie 29	sáb 30	
04:09 CST, 0.14 pie marea baja	04:39 CST, 0.16 pie marea baja	05:11 CST, 0.18 pie marea baja	00:36 CST, 0.41 pie marea alta	01:32 CST, 0.39 pie marea alta	02:36 CST, 0.38 pie marea alta	03:42 CST, 0.40 pie marea alta	
09:53 CST, 0.67 pie marea alta	10:25 CST, 0.66 pie marea alta	11:00 CST, 0.65 pie marea alta	05:47 CST, 0.21 pie marea baja	06:34 CST, 0.23 pie marea baja	07:38 CST, 0.24 pie marea baja	09:02 CST, 0.24 pie marea baja	
17:10 CST, -0.07 pie marea baja	17:49 CST, -0.06 pie marea baja	18:32 CST, -0.04 pie marea baja	11:40 CST, 0.63 pie marea alta	12:28 CST, 0.61 pie marea alta	13:29 CST, 0.58 pie marea alta	14:46 CST, 0.55 pie marea alta	
23:06 CST, 0.46 pie marea alta	23:49 CST, 0.44 pie marea alta		19:22 CST, -0.02 pie marea baja	20:20 CST, 0.00 pie marea baja	21:23 CST, 0.02 pie marea baja	22:24 CST, 0.03 pie marea baja	

**ANEXO 10. MAREAS PUERTO CORTES ABRIL 2016**

may-16

dom 01	lun 02	mar 03	mie 04	jue 05	vie 06	sáb 07
04:41 CST, 0,45 pie marea alta	05:29 CST, 0,51 pie marea alta	00:09 CST, 0,04 pie marea baja	00:54 CST, 0,04 pie marea baja	01:37 CST, 0,05 pie marea baja	02:20 CST, 0,06 pie marea baja	03:03 CST, 0,07 pie marea baja
10:28 CST, 0,19 pie marea baja	11:11 CST, 0,11 pie marea baja	06:12 CST, 0,58 pie marea alta	06:53 CST, 0,66 pie marea alta	07:34 CST, 0,74 pie marea alta	08:15 CST, 0,80 pie marea alta	08:58 CST, 0,83 pie marea alta
16:14 CST, 0,54 pie marea alta	17:34 CST, 0,55 pie marea alta	12:43 CST, 0,02 pie marea baja	13:40 CST, -0,08 pie marea baja	14:32 CST, -0,16 pie marea baja	15:23 CST, -0,21 pie marea baja	16:13 CST, -0,23 pie marea baja
23:19 CST, 0,03 pie marea baja		18:43 CST, 0,56 pie marea alta	19:43 CST, 0,57 pie marea alta	20:38 CST, 0,56 pie marea alta	21:29 CST, 0,55 pie marea alta	22:19 CST, 0,52 pie marea alta
dom 08	lun 09	mar 10	mie 11	jue 12	vie 13	sáb 14
03:46 CST, 0,09 pie marea baja	04:31 CST, 0,11 pie marea baja	00:01 CST, 0,46 pie marea alta	00:55 CST, 0,44 pie marea alta	01:55 CST, 0,42 pie marea alta	03:00 CST, 0,43 pie marea alta	04:04 CST, 0,45 pie marea alta
09:41 CST, 0,84 pie marea alta	10:27 CST, 0,82 pie marea alta	05:20 CST, 0,14 pie marea baja	06:14 CST, 0,17 pie marea baja	07:18 CST, 0,20 pie marea baja	08:36 CST, 0,22 pie marea baja	10:00 CST, 0,21 pie marea baja
17:04 CST, -0,22 pie marea baja	17:56 CST, -0,18 pie marea baja	11:15 CST, 0,77 pie marea alta	12:07 CST, 0,70 pie marea alta	13:05 CST, 0,63 pie marea alta	14:15 CST, 0,56 pie marea alta	15:36 CST, 0,50 pie marea alta
23:09 CST, 0,49 pie marea alta		18:50 CST, -0,12 pie marea baja	19:48 CST, -0,06 pie marea baja	20:48 CST, 0,00 pie marea baja	21:48 CST, 0,05 pie marea baja	22:44 CST, 0,08 pie marea baja
dom 15	lun 16	mar 17	mie 18	jue 19	vie 20	sáb 21
04:58 CST, 0,49 pie marea alta	05:41 CST, 0,53 pie marea alta	00:16 CST, 0,12 pie marea baja	00:54 CST, 0,13 pie marea baja	01:29 CST, 0,14 pie marea baja	02:02 CST, 0,15 pie marea baja	02:33 CST, 0,15 pie marea baja
11:15 CST, 0,17 pie marea baja	12:17 CST, 0,12 pie marea baja	06:17 CST, 0,57 pie marea alta	06:49 CST, 0,61 pie marea alta	07:19 CST, 0,65 pie marea alta	07:49 CST, 0,68 pie marea alta	08:21 CST, 0,70 pie marea alta
16:58 CST, 0,48 pie marea alta	18:05 CST, 0,47 pie marea alta	13:08 CST, 0,07 pie marea baja	13:51 CST, 0,02 pie marea baja	14:30 CST, -0,02 pie marea baja	15:07 CST, -0,05 pie marea baja	15:42 CST, -0,08 pie marea baja
23:33 CST, 0,10 pie marea baja		18:58 CST, 0,47 pie marea alta	19:42 CST, 0,47 pie marea alta	20:21 CST, 0,47 pie marea alta	20:59 CST, 0,47 pie marea alta	21:36 CST, 0,47 pie marea alta
dom 22	lun 23	mar 24	mie 25	jue 26	vie 27	sáb 28
03:04 CST, 0,16 pie marea baja	03:36 CST, 0,17 pie marea baja	04:10 CST, 0,18 pie marea baja	04:46 CST, 0,20 pie marea baja	00:23 CST, 0,13 pie marea alta	01:13 CST, 0,13 pie marea alta	02:05 CST, 0,14 pie marea alta
08:54 CST, 0,71 pie marea alta	09:28 CST, 0,72 pie marea alta	10:03 CST, 0,71 pie marea alta	10:40 CST, 0,70 pie marea alta	05:29 CST, 0,21 pie marea baja	06:22 CST, 0,22 pie marea baja	07:29 CST, 0,23 pie marea baja
16:17 CST, -0,09 pie marea baja	16:53 CST, -0,09 pie marea baja	17:32 CST, -0,08 pie marea baja	18:13 CST, -0,07 pie marea baja	11:22 CST, 0,67 pie marea alta	12:11 CST, 0,63 pie marea alta	13:11 CST, 0,59 pie marea alta
22:14 CST, 0,47 pie marea alta	22:55 CST, 0,45 pie marea alta	23:37 CST, 0,44 pie marea alta		18:59 CST, -0,05 pie marea baja	19:49 CST, -0,02 pie marea baja	20:43 CST, 0,01 pie marea baja
dom 29	lun 30	mar 31				
03:00 CST, 0,47 pie marea alta	03:53 CST, 0,52 pie marea alta	04:44 CST, 0,59 pie marea alta				
08:51 CST, 0,21 pie marea baja	10:15 CST, 0,15 pie marea baja	11:29 CST, 0,07 pie marea baja				
14:25 CST, 0,54 pie marea alta	15:53 CST, 0,50 pie marea alta	17:19 CST, 0,48 pie marea alta				
21:39 CST, 0,04 pie marea baja	22:33 CST, 0,07 pie marea baja	23:25 CST, 0,09 pie marea baja				

**ANEXO 11. MAREAS PUERTO CORTES MAYO 2016**

jun 16

mie 01	jue 02	vie 03	sáb 04	dom 05	lun 06	mar 07	mie 08	jue 09	vie 10	sáb 11			
05:32 CST, 0,66 pie marea alta	00:14 CST, 0,10 pie marea baja	01:02 CST, 0,10 pie marea baja	01:49 CST, 0,10 pie marea baja	02:36 CST, 0,11 pie marea baja	03:23 CST, 0,11 pie marea baja	04:11 CST, 0,12 pie marea baja	05:02 CST, 0,14 pie marea baja	00:29 CST, 0,46 pie marea alta	01:18 CST, 0,46 pie marea alta	02:09 CST, 0,47 pie marea alta			
12:33 CST, -0,02 pie marea baja	06:19 CST, 0,73 pie marea alta	07:05 CST, 0,80 pie marea alta	07:52 CST, 0,84 pie marea alta	08:38 CST, 0,86 pie marea alta	09:24 CST, 0,85 pie marea alta	10:11 CST, 0,82 pie marea alta	10:58 CST, 0,76 pie marea alta	05:57 CST, 0,17 pie marea baja	06:59 CST, 0,19 pie marea baja	08:12 CST, 0,20 pie marea baja			
18:33 CST, 0,48 pie marea alta	13:30 CST, -0,10 pie marea baja	14:23 CST, -0,17 pie marea baja	15:13 CST, -0,20 pie marea baja	16:03 CST, -0,21 pie marea baja	16:51 CST, -0,19 pie marea baja	17:39 CST, -0,15 pie marea baja	18:28 CST, -0,10 pie marea baja	11:46 CST, 0,69 pie marea alta	12:38 CST, 0,61 pie marea alta	13:36 CST, 0,53 pie marea alta			
	19:36 CST, 0,48 pie marea alta	20:31 CST, 0,49 pie marea alta	21:21 CST, 0,48 pie marea alta	22:09 CST, 0,48 pie marea alta	22:55 CST, 0,47 pie marea alta	23:42 CST, 0,46 pie marea alta		19:17 CST, -0,04 pie marea baja	20:07 CST, 0,02 pie marea baja	20:58 CST, 0,07 pie marea baja			
dom 12	lun 13	mar 14	mie 15	jue 16	vie 17	sáb 18	dom 19	lun 20	mar 21	mie 22	jue 23	vie 24	sáb 25
03:02 CST, 0,49 pie marea alta	03:53 CST, 0,52 pie marea alta	04:40 CST, 0,56 pie marea alta	05:22 CST, 0,59 pie marea alta	00:05 CST, 0,17 pie marea baja	00:44 CST, 0,18 pie marea baja	01:21 CST, 0,18 pie marea baja	09:31 CST, 0,19 pie marea baja	10:45 CST, 0,16 pie marea baja	11:49 CST, 0,12 pie marea baja	12:43 CST, 0,07 pie marea baja	06:02 CST, 0,63 pie marea alta	06:40 CST, 0,67 pie marea alta	07:18 CST, 0,70 pie marea alta
09:31 CST, 0,19 pie marea baja	10:45 CST, 0,16 pie marea baja	11:49 CST, 0,12 pie marea baja	12:43 CST, 0,07 pie marea baja	13:29 CST, 0,03 pie marea baja	14:10 CST, -0,01 pie marea baja	14:47 CST, -0,05 pie marea baja	14:45 CST, 0,47 pie marea alta	16:05 CST, 0,43 pie marea alta	17:23 CST, 0,41 pie marea alta	18:26 CST, 0,41 pie marea alta	13:29 CST, 0,03 pie marea baja	14:10 CST, -0,01 pie marea baja	14:47 CST, -0,05 pie marea baja
21:49 CST, 0,11 pie marea baja	22:37 CST, 0,14 pie marea baja	23:23 CST, 0,16 pie marea baja		19:17 CST, 0,41 pie marea alta	20:00 CST, 0,43 pie marea alta	20:40 CST, 0,44 pie marea alta	01:57 CST, 0,18 pie marea baja	02:33 CST, 0,17 pie marea baja	03:10 CST, 0,17 pie marea baja	03:49 CST, 0,17 pie marea baja	04:32 CST, 0,17 pie marea baja	00:00 CST, 0,47 pie marea alta	00:43 CST, 0,48 pie marea alta
							07:55 CST, 0,72 pie marea alta	08:32 CST, 0,74 pie marea alta	09:09 CST, 0,75 pie marea alta	09:48 CST, 0,75 pie marea alta	10:29 CST, 0,73 pie marea alta	05:20 CST, 0,18 pie marea baja	06:16 CST, 0,18 pie marea baja
							15:23 CST, -0,07 pie marea baja	15:59 CST, -0,09 pie marea baja	16:36 CST, -0,10 pie marea baja	17:13 CST, -0,10 pie marea baja	17:53 CST, -0,08 pie marea baja	11:13 CST, 0,69 pie marea alta	12:03 CST, 0,64 pie marea alta
							21:19 CST, 0,45 pie marea alta	21:58 CST, 0,45 pie marea alta	22:38 CST, 0,46 pie marea alta	23:18 CST, 0,46 pie marea alta		18:34 CST, -0,06 pie marea baja	19:18 CST, -0,02 pie marea baja
dom 26	lun 27	mar 28	mie 29	jue 30									
01:28 CST, 0,51 pie marea alta	02:17 CST, 0,55 pie marea alta	03:09 CST, 0,60 pie marea alta	04:04 CST, 0,65 pie marea alta	04:59 CST, 0,71 pie marea alta	07:24 CST, 0,17 pie marea baja	08:41 CST, 0,15 pie marea baja	10:02 CST, 0,10 pie marea baja	11:17 CST, 0,04 pie marea baja	12:23 CST, -0,03 pie marea baja	13:02 CST, 0,57 pie marea alta	14:13 CST, 0,50 pie marea alta	15:39 CST, 0,45 pie marea alta	17:10 CST, 0,42 pie marea alta
20:06 CST, 0,03 pie marea baja	20:57 CST, 0,07 pie marea baja	21:51 CST, 0,11 pie marea baja	22:46 CST, 0,13 pie marea baja	23:41 CST, 0,14 pie marea baja									

**ANEXO 12. MAREAS PUERTO CORTES JUNIO 2016**



AGENCIA HONDUREÑA DE AERONAUTICA CIVIL  
 SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL DE HONDURAS  
 OFICINA DE METEOROLOGIA SINOPTICA  
 De Enero a Junio año 2016



Isla de Roatan  
 16° 24,0' N, 86° 20,0' W  
 ene-16

vie 01		sab 02		dom 03		lun 04		mar 05		mie 06		jue 07		vie 08		sab 09	
05:51 CST, 0,25 pie marea baja	00:20 CST, 1,02 pie marea alta	12:10 CST, 1,18 pie marea alta	06:38 CST, 0,34 pie marea baja	18:36 CST, 0,39 pie marea baja	13:00 CST, 1,22 pie marea alta	19:50 CST, 0,33 pie marea baja											
01:38 CST, 0,92 pie marea alta	03:03 CST, 0,88 pie marea alta	04:14 CST, 0,89 pie marea alta	05:08 CST, 0,92 pie marea alta	05:53 CST, 0,96 pie marea alta	06:01 CST, -0,24 pie marea baja	06:38 CST, 0,34 pie marea baja	07:13 CST, 1,04 pie marea alta	07:28 CST, 0,41 pie marea baja	08:18 CST, 0,44 pie marea baja	09:06 CST, 0,45 pie marea baja	09:50 CST, 0,43 pie marea baja	10:32 CST, 0,39 pie marea baja	10:34 CST, 1,00 pie marea alta	11:13 CST, 0,33 pie marea baja	11:55 CST, 0,27 pie marea baja	12:08 CST, 1,35 pie marea alta	12:37 CST, 0,21 pie marea baja
13:53 CST, 1,28 pie marea alta	14:46 CST, 1,35 pie marea alta	15:36 CST, 1,44 pie marea alta	16:23 CST, 1,54 pie marea alta	17:07 CST, 1,63 pie marea alta	17:49 CST, 1,72 pie marea alta	18:31 CST, 1,78 pie marea alta											
20:57 CST, 0,23 pie marea baja	21:53 CST, 0,11 pie marea baja	22:40 CST, -0,02 pie marea baja	23:22 CST, -0,14 pie marea baja														
dom 10		lun 11		mar 12		mie 13		jue 14		vie 15		sab 16					
01:16 CST, -0,39 pie marea baja	01:54 CST, -0,41 pie marea baja	02:34 CST, -0,38 pie marea baja	03:14 CST, -0,31 pie marea baja	03:56 CST, -0,21 pie marea baja	04:41 CST, -0,08 pie marea baja	05:29 CST, 0,05 pie marea baja	06:12 CST, 0,33 pie marea baja	06:47 CST, 0,97 pie marea alta	07:23 CST, 1,07 pie marea alta	08:00 CST, 1,10 pie marea alta	08:30 CST, 1,13 pie marea alta	09:08 CST, 1,13 pie marea alta	09:48 CST, 1,18 pie marea alta	10:30 CST, 1,23 pie marea alta	11:17 CST, 1,29 pie marea alta	12:08 CST, 1,35 pie marea alta	12:37 CST, 0,21 pie marea baja
12:37 CST, 0,21 pie marea baja	13:23 CST, 0,15 pie marea baja	14:12 CST, 0,12 pie marea baja	15:05 CST, 0,09 pie marea baja	16:06 CST, 0,08 pie marea baja	17:16 CST, 0,07 pie marea baja	18:31 CST, 0,03 pie marea baja											
19:14 CST, 1,80 pie marea alta	19:58 CST, 1,77 pie marea alta	20:44 CST, 1,68 pie marea alta	21:33 CST, 1,53 pie marea alta	22:29 CST, 1,34 pie marea alta	23:34 CST, 1,13 pie marea alta												
dom 17		lun 18		mar 19		mie 20		jue 21		vie 22		sab 23					
00:54 CST, 0,95 pie marea alta	02:28 CST, 0,84 pie marea alta	03:54 CST, 0,82 pie marea alta	05:01 CST, 0,85 pie marea alta	05:53 CST, 0,90 pie marea alta	06:37 CST, 0,94 pie marea alta	06:39 CST, -0,40 pie marea baja	06:23 CST, 0,17 pie marea baja	07:23 CST, 0,26 pie marea baja	08:24 CST, 0,30 pie marea baja	09:25 CST, 0,28 pie marea baja	10:21 CST, 0,24 pie marea baja	11:13 CST, 0,18 pie marea baja	07:15 CST, 0,98 pie marea alta				
13:07 CST, 1,42 pie marea alta	14:11 CST, 1,49 pie marea alta	15:16 CST, 1,57 pie marea alta	16:17 CST, 1,64 pie marea alta	17:11 CST, 1,69 pie marea alta	17:59 CST, 1,72 pie marea alta	18:43 CST, 1,70 pie marea alta	13:07 CST, 0,08 pie marea baja	12:26 CST, -0,03 pie marea baja	13:15 CST, -0,13 pie marea baja	14:06 CST, -0,21 pie marea baja	15:00 CST, -0,24 pie marea baja	15:59 CST, -0,24 pie marea baja	16:06 CST, 0,97 pie marea alta				
19:54 CST, -0,05 pie marea baja	21:09 CST, -0,15 pie marea baja	22:13 CST, -0,26 pie marea baja	23:08 CST, -0,34 pie marea baja	23:56 CST, -0,39 pie marea baja													
dom 24		lun 25		mar 26		mie 27		jue 28		vie 29		sab 30					
01:19 CST, -0,38 pie marea baja	01:56 CST, -0,33 pie marea baja	02:32 CST, -0,27 pie marea baja	03:06 CST, -0,18 pie marea baja	03:40 CST, -0,07 pie marea baja	04:14 CST, 0,04 pie marea baja	04:49 CST, 0,15 pie marea baja	07:49 CST, 1,02 pie marea alta	08:21 CST, 1,05 pie marea alta	08:52 CST, 1,08 pie marea alta	09:22 CST, 1,10 pie marea alta	09:54 CST, 1,12 pie marea alta	10:29 CST, 1,13 pie marea alta	11:07 CST, 1,14 pie marea alta				
12:48 CST, 0,07 pie marea baja	13:32 CST, 0,05 pie marea baja	14:17 CST, 0,05 pie marea baja	15:02 CST, 0,06 pie marea baja	15:49 CST, 0,09 pie marea baja	16:42 CST, 0,13 pie marea baja	17:43 CST, 0,15 pie marea baja	12:48 CST, 0,07 pie marea baja	13:32 CST, 0,05 pie marea baja	14:17 CST, 0,05 pie marea baja	15:02 CST, 0,06 pie marea baja	15:49 CST, 0,09 pie marea baja	16:42 CST, 0,13 pie marea baja	17:43 CST, 0,15 pie marea baja				
19:23 CST, 1,65 pie marea alta	20:01 CST, 1,57 pie marea alta	20:39 CST, 1,45 pie marea alta	21:17 CST, 1,32 pie marea alta	21:58 CST, 1,17 pie marea alta	22:43 CST, 1,02 pie marea alta	23:36 CST, 0,87 pie marea alta											
dom 31																	
05:26 CST, 0,25 pie marea baja	11:53 CST, 1,15 pie marea alta	18:53 CST, 0,15 pie marea baja															

**ANEXO 13. MAREAS ROATAN ENERO 2016**

feb-16

lun 01		mar 02		mie 03		jue 04		vie 05		sab 06			
00:43 CST, 0,75 pie marea alta	02:11 CST, 0,69 pie marea alta	03:39 CST, 0,69 pie marea alta	04:42 CST, 0,74 pie marea alta	05:29 CST, 0,81 pie marea alta	06:10 CST, 0,89 pie marea alta	06:12 CST, 0,33 pie marea baja	07:09 CST, 0,38 pie marea baja	12:45 CST, 1,17 pie marea alta	13:46 CST, 1,21 pie marea alta	14:50 CST, 1,28 pie marea alta	15:49 CST, 1,39 pie marea alta		
20:06 CST, 0,10 pie marea baja	21:32 CST, 0,02 pie marea baja	22:07 CST, -0,09 pie marea baja	22:54 CST, -0,21 pie marea baja	23:35 CST, -0,32 pie marea baja									
dom 07		lun 08		mar 09		mie 10		jue 11		vie 12		sab 13	
00:14 CST, -0,40 pie marea baja	00:52 CST, -0,45 pie marea baja	01:29 CST, -0,46 pie marea baja	02:07 CST, -0,41 pie marea baja	02:46 CST, -0,33 pie marea baja	03:25 CST, -0,21 pie marea baja	04:07 CST, -0,07 pie marea baja	06:47 CST, 0,97 pie marea alta	07:23 CST, 1,07 pie marea alta	08:00 CST, 1,10 pie marea alta	08:30 CST, 1,13 pie marea alta	09:08 CST, 1,13 pie marea alta	09:48 CST, 1,18 pie marea alta	10:30 CST, 1,23 pie marea alta
11:39 CST, 0,08 pie marea baja	12:26 CST, -0,03 pie marea baja	13:15 CST, -0,13 pie marea baja	14:06 CST, -0,21 pie marea baja	15:00 CST, -0,24 pie marea baja	15:59 CST, -0,24 pie marea baja	16:06 CST, 0,97 pie marea alta	11:39 CST, 0,08 pie marea baja	12:26 CST, -0,03 pie marea baja	13:15 CST, -0,13 pie marea baja	14:06 CST, -0,21 pie marea baja	15:00 CST, -0,24 pie marea baja	15:59 CST, -0,24 pie marea baja	16:06 CST, 0,97 pie marea alta
18:19 CST, 1,67 pie marea alta	19:05 CST, 1,69 pie marea alta	19:52 CST, 1,65 pie marea alta	20:40 CST, 1,54 pie marea alta	21:30 CST, 1,37 pie marea alta	22:25 CST, 1,17 pie marea alta	23:28 CST, 0,97 pie marea alta							
dom 14		lun 15		mar 16		mie 17		jue 18		vie 19		sab 20	
04:54 CST, 0,07 pie marea baja	00:46 CST, 0,79 pie marea alta	02:20 CST, 0,71 pie marea alta	03:47 CST, 0,72 pie marea alta	04:51 CST, 0,78 pie marea alta	05:39 CST, 0,86 pie marea alta	06:17 CST, 0,93 pie marea alta	11:29 CST, 1,43 pie marea alta	05:47 CST, 0,19 pie marea baja	06:32 CST, 0,28 pie marea baja	07:19 CST, 0,37 pie marea baja	08:03 CST, 0,31 pie marea baja	08:40 CST, 0,28 pie marea baja	09:14 CST, 0,20 pie marea baja
18:18 CST, -0,18 pie marea baja	19:37 CST, -0,17 pie marea baja	20:54 CST, -0,19 pie marea baja	22:00 CST, -0,23 pie marea baja	22:54 CST, -0,26 pie marea baja	23:40 CST, -0,28 pie marea baja								
dom 21		lun 22		mar 23		mie 24		jue 25		vie 26		sab 27	
00:19 CST, -0,28 pie marea baja	00:54 CST, -0,27 pie marea baja	01:27 CST, -0,23 pie marea baja	01:58 CST, -0,17 pie marea baja	02:28 CST, -0,10 pie marea baja	02:57 CST, -0,01 pie marea baja	03:26 CST, 0,09 pie marea baja	06:50 CST, 1,00 pie marea alta	07:19 CST, 1,07 pie marea alta	07:46 CST, 1,12 pie marea alta	08:13 CST, 1,18 pie marea alta	08:40 CST, 1,21 pie marea alta	09:09 CST, 1,24 pie marea alta	09:40 CST, 1,24 pie marea alta
11:55 CST, 0,03 pie marea baja	12:39 CST, -0,04 pie marea baja	13:21 CST, -0,09 pie marea baja	14:01 CST, -0,11 pie marea baja	14:41 CST, -0,11 pie marea baja	15:22 CST, -0,08 pie marea baja	16:06 CST, -0,04 pie marea baja	18:35 CST, 1,51 pie marea alta	19:13 CST, 1,48 pie marea alta	19:48 CST, 1,42 pie marea alta	20:23 CST, 1,33 pie marea alta	20:58 CST, 1,23 pie marea alta	21:36 CST, 1,11 pie marea alta	22:18 CST, 0,99 pie marea alta
dom 28		lun 29											
03:55 CST, 0,18 pie marea baja	04:28 CST, 0,28 pie marea baja	10:16 CST, 1,24 pie marea alta	10:57 CST, 1,22 pie marea alta	16:56 CST, 0,01 pie marea baja	17:57 CST, 0,05 pie marea baja	23:06 CST, 0,86 pie marea alta							

**ANEXO 14. MAREAS ROATAN FEBRERO 2016**

mar 16

mar 01	mie 02	jue 03	vie 04	sáb 05		
00:07 CST, 0.75 pie marea alta	01:29 CST, 0.68 pie marea alta	03:02 CST, 0.68 pie marea alta	04:10 CST, 0.75 pie marea alta	04:58 CST, 0.85 pie marea alta		
05:08 CST, 0.36 pie marea baja	06:05 CST, 0.42 pie marea baja	07:20 CST, 0.44 pie marea baja	08:35 CST, 0.40 pie marea baja	09:39 CST, 0.29 pie marea baja		
11:47 CST, 1.21 pie marea alta	12:49 CST, 1.21 pie marea alta	14:03 CST, 1.25 pie marea alta	15:16 CST, 1.34 pie marea alta	16:20 CST, 1.45 pie marea alta		
19:09 CST, 0.06 pie marea baja	20:23 CST, 0.02 pie marea baja	21:26 CST, -0.06 pie marea baja	22:18 CST, -0.16 pie marea baja	23:02 CST, -0.24 pie marea baja		
dom 06	lun 07	mar 08	mie 09	jue 10	vie 11	sáb 12
05:37 CST, 0.96 pie marea alta	06:13 CST, 1.10 pie marea alta	00:20 CST, -0.33 pie marea baja	00:58 CST, -0.31 pie marea baja	01:35 CST, -0.26 pie marea baja	02:14 CST, -0.17 pie marea baja	02:54 CST, -0.05 pie marea baja
10:35 CST, 0.14 pie marea baja	11:27 CST, -0.03 pie marea baja	06:49 CST, 1.24 pie marea alta	07:24 CST, 1.38 pie marea alta	08:00 CST, 1.50 pie marea alta	08:39 CST, 1.59 pie marea alta	09:20 CST, 1.63 pie marea alta
17:15 CST, 1.55 pie marea alta	18:07 CST, 1.61 pie marea alta	12:18 CST, -0.20 pie marea baja	13:08 CST, -0.33 pie marea baja	13:59 CST, -0.42 pie marea baja	14:53 CST, -0.44 pie marea baja	15:49 CST, -0.41 pie marea baja
23:42 CST, -0.30 pie marea baja		18:56 CST, 1.62 pie marea alta	19:45 CST, 1.57 pie marea alta	20:35 CST, 1.45 pie marea alta	21:26 CST, 1.29 pie marea alta	22:21 CST, 1.11 pie marea alta
dom 13	lun 14	mar 15	mie 16	jue 17	vie 18	sáb 19
03:37 CST, 0.07 pie marea baja	04:24 CST, 0.20 pie marea baja	00:38 CST, 0.81 pie marea alta	02:07 CST, 0.76 pie marea alta	03:28 CST, 0.80 pie marea alta	04:28 CST, 0.89 pie marea alta	05:12 CST, 0.98 pie marea alta
10:05 CST, 1.62 pie marea alta	10:57 CST, 1.56 pie marea alta	05:20 CST, 0.31 pie marea baja	06:31 CST, 0.39 pie marea baja	07:52 CST, 0.40 pie marea baja	09:07 CST, 0.34 pie marea baja	10:10 CST, 0.24 pie marea baja
16:51 CST, -0.32 pie marea baja	18:00 CST, -0.22 pie marea baja	11:59 CST, 1.47 pie marea alta	13:17 CST, 1.39 pie marea alta	14:43 CST, 1.36 pie marea alta	15:57 CST, 1.37 pie marea alta	16:55 CST, 1.39 pie marea alta
23:22 CST, 0.94 pie marea alta		19:15 CST, -0.14 pie marea baja	20:31 CST, -0.09 pie marea baja	21:36 CST, -0.08 pie marea baja	22:29 CST, -0.08 pie marea baja	23:12 CST, -0.08 pie marea baja
dom 20	lun 21	mar 22	mie 23	jue 24	vie 25	sáb 26
05:47 CST, 1.08 pie marea alta	06:17 CST, 1.17 pie marea alta	00:21 CST, -0.04 pie marea baja	00:51 CST, -0.01 pie marea baja	01:20 CST, 0.04 pie marea baja	01:48 CST, 0.09 pie marea baja	02:15 CST, 0.16 pie marea baja
11:02 CST, 0.12 pie marea baja	11:48 CST, 0.02 pie marea baja	06:43 CST, 1.25 pie marea alta	07:08 CST, 1.32 pie marea alta	07:33 CST, 1.38 pie marea alta	08:00 CST, 1.42 pie marea alta	08:29 CST, 1.44 pie marea alta
17:42 CST, 1.40 pie marea alta	18:23 CST, -0.07 pie marea baja	12:29 CST, -0.07 pie marea baja	13:07 CST, -0.13 pie marea baja	13:44 CST, -0.16 pie marea baja	14:21 CST, -0.17 pie marea baja	14:58 CST, -0.15 pie marea baja
23:48 CST, -0.06 pie marea baja		18:59 CST, 1.37 pie marea alta	19:33 CST, 1.33 pie marea alta	20:07 CST, 1.28 pie marea alta	20:43 CST, 1.21 pie marea alta	21:20 CST, 1.12 pie marea alta
dom 27	lun 28	mar 29	mie 30	jue 31		
02:43 CST, 0.24 pie marea baja	03:12 CST, 0.32 pie marea baja	03:44 CST, 0.40 pie marea baja	04:25 CST, 0.47 pie marea baja	01:01 CST, 0.79 pie marea alta		
09:00 CST, 1.43 pie marea alta	09:34 CST, 1.41 pie marea alta	10:13 CST, 1.38 pie marea alta	11:01 CST, 1.34 pie marea alta	05:24 CST, 0.53 pie marea baja		
15:38 CST, -0.11 pie marea baja	16:23 CST, -0.05 pie marea baja	17:17 CST, 0.01 pie marea baja	18:22 CST, 0.05 pie marea baja	12:03 CST, 1.31 pie marea alta		
22:01 CST, 1.02 pie marea alta	22:49 CST, 0.92 pie marea alta	23:47 CST, 0.84 pie marea alta		19:33 CST, 0.05 pie marea baja		

**ANEXO 15. MAREAS ROATAN MARZO 2016**

abr 16

vie 01	sáb 02					
02:24 CST, 0.81 pie marea alta	03:29 CST, 0.89 pie marea alta					
06:47 CST, 0.54 pie marea baja	08:11 CST, 0.46 pie marea baja					
13:21 CST, 1.31 pie marea alta	14:44 CST, 1.35 pie marea alta					
20:39 CST, 0.02 pie marea baja	21:34 CST, -0.03 pie marea baja					
dom 03	lun 04	mar 05	mie 06	jue 07	vie 08	sáb 09
04:17 CST, 1.02 pie marea alta	04:57 CST, 1.17 pie marea alta	05:34 CST, 1.35 pie marea alta	06:11 CST, 1.53 pie marea alta	00:22 CST, -0.07 pie marea baja	01:02 CST, -0.02 pie marea baja	01:42 CST, 0.05 pie marea baja
09:22 CST, 0.31 pie marea baja	10:22 CST, 0.10 pie marea baja	11:16 CST, -0.11 pie marea baja	12:08 CST, -0.31 pie marea baja	06:48 CST, 1.69 pie marea alta	07:27 CST, 1.81 pie marea alta	08:08 CST, 1.87 pie marea alta
15:57 CST, 1.42 pie marea alta	16:59 CST, 1.49 pie marea alta	17:55 CST, 1.53 pie marea alta	18:48 CST, 1.52 pie marea alta	12:59 CST, -0.45 pie marea baja	13:50 CST, -0.53 pie marea baja	14:42 CST, -0.52 pie marea baja
22:20 CST, -0.08 pie marea baja	23:03 CST, -0.10 pie marea baja	23:43 CST, -0.10 pie marea baja		19:38 CST, 1.47 pie marea alta	20:29 CST, 1.37 pie marea alta	21:20 CST, 1.24 pie marea alta
dom 10	lun 11	mar 12	mie 13	jue 14	vie 15	sáb 16
02:24 CST, 0.14 pie marea baja	03:09 CST, 0.24 pie marea baja	04:00 CST, 0.35 pie marea baja	00:23 CST, 0.92 pie marea alta	01:41 CST, 0.91 pie marea alta	02:55 CST, 0.96 pie marea alta	03:51 CST, 1.06 pie marea alta
08:51 CST, 1.86 pie marea alta	09:38 CST, 1.79 pie marea alta	10:30 CST, 1.66 pie marea alta	05:01 CST, 0.44 pie marea baja	06:18 CST, 0.50 pie marea baja	07:43 CST, 0.48 pie marea baja	09:00 CST, 0.40 pie marea baja
15:37 CST, -0.45 pie marea baja	16:35 CST, -0.32 pie marea baja	17:39 CST, -0.18 pie marea baja	11:33 CST, 1.52 pie marea alta	12:59 CST, 1.38 pie marea alta	14:18 CST, 1.30 pie marea alta	15:36 CST, 1.28 pie marea alta
22:14 CST, 1.11 pie marea alta	23:13 CST, 0.99 pie marea alta		18:48 CST, -0.05 pie marea baja	19:57 CST, 0.03 pie marea baja	20:59 CST, 0.09 pie marea baja	21:50 CST, 0.12 pie marea baja
dom 17	lun 18	mar 19	mie 20	jue 21	vie 22	sáb 23
04:34 CST, 1.16 pie marea alta	05:07 CST, 1.26 pie marea alta	05:36 CST, 1.36 pie marea alta	06:02 CST, 1.45 pie marea alta	00:11 CST, 0.21 pie marea baja	00:40 CST, 0.24 pie marea baja	01:08 CST, 0.28 pie marea baja
10:02 CST, 0.28 pie marea baja	10:52 CST, 0.15 pie marea baja	11:36 CST, 0.04 pie marea baja	12:15 CST, -0.06 pie marea baja	06:28 CST, 1.52 pie marea alta	06:55 CST, 1.58 pie marea alta	07:24 CST, 1.61 pie marea alta
16:36 CST, 1.28 pie marea alta	17:25 CST, 1.29 pie marea alta	18:06 CST, 1.28 pie marea alta	18:42 CST, 1.27 pie marea alta	12:51 CST, -0.13 pie marea baja	13:26 CST, -0.17 pie marea baja	14:01 CST, -0.19 pie marea baja
22:32 CST, 0.14 pie marea baja	23:08 CST, 0.16 pie marea baja	23:40 CST, 0.19 pie marea baja		19:17 CST, 1.26 pie marea alta	19:53 CST, 1.23 pie marea alta	20:29 CST, 1.18 pie marea alta
dom 24	lun 25	mar 26	mie 27	jue 28	vie 29	sáb 30
01:36 CST, 0.33 pie marea baja	02:06 CST, 0.38 pie marea baja	02:38 CST, 0.44 pie marea baja	03:14 CST, 0.50 pie marea baja	04:01 CST, 0.55 pie marea baja	00:38 CST, 0.93 pie marea alta	01:44 CST, 0.97 pie marea alta
07:55 CST, 1.62 pie marea alta	08:27 CST, 1.61 pie marea alta	09:02 CST, 1.58 pie marea alta	09:42 CST, 1.53 pie marea alta	10:30 CST, 1.47 pie marea alta	05:05 CST, 0.59 pie marea baja	06:29 CST, 0.57 pie marea baja
14:37 CST, -0.18 pie marea baja	15:16 CST, -0.15 pie marea baja	15:59 CST, -0.10 pie marea baja	16:49 CST, -0.04 pie marea baja	17:47 CST, 0.01 pie marea baja	11:31 CST, 1.40 pie marea alta	12:48 CST, 1.34 pie marea alta
21:08 CST, 1.12 pie marea alta	21:51 CST, 1.06 pie marea alta	22:38 CST, 0.99 pie marea alta	23:34 CST, 0.94 pie marea alta		18:50 CST, 0.05 pie marea baja	19:51 CST, 0.07 pie marea baja

**ANEXO 16. MAREAS ROATAN ABRIL 2016**



may-16

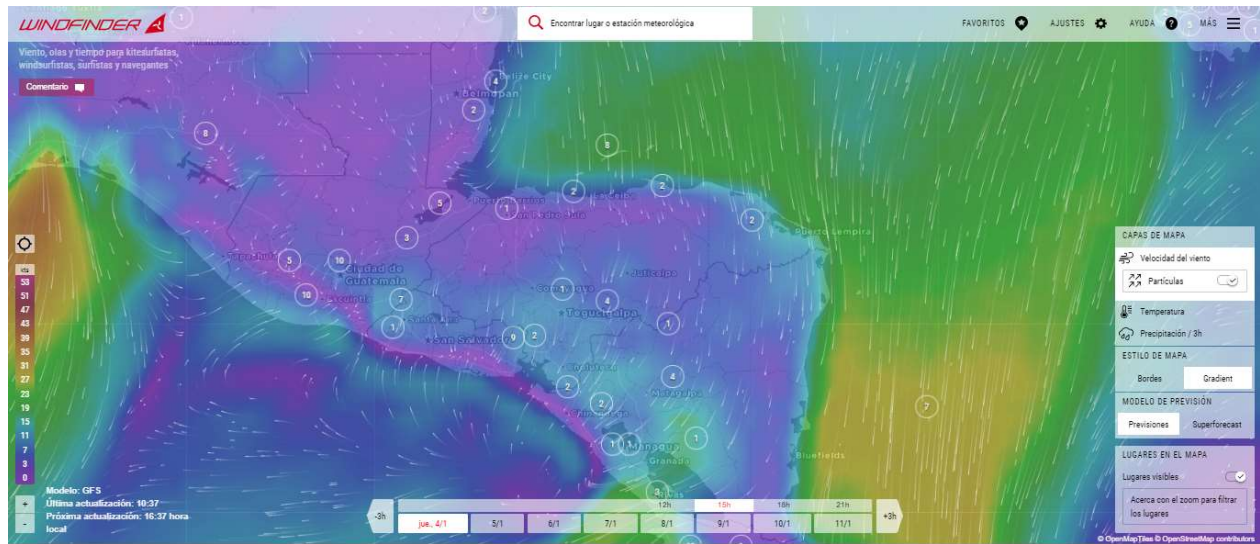
dom 01	lun 02	mar 03	mié 04	jue 05	vie 06	sáb 07
04:41 CST, 0.45 pie marea alta	05:29 CST, 0.51 pie marea alta	00:09 CST, 0.04 pie marea baja	00:54 CST, 0.04 pie marea baja	01:37 CST, 0.05 pie marea baja	02:20 CST, 0.06 pie marea baja	03:03 CST, 0.07 pie marea baja
10:28 CST, 0.19 pie marea baja	11:41 CST, 0.11 pie marea baja	06:12 CST, 0.58 pie marea alta	06:53 CST, 0.66 pie marea alta	07:34 CST, 0.71 pie marea alta	08:15 CST, 0.80 pie marea alta	08:58 CST, 0.83 pie marea alta
16:14 CST, 0.54 pie marea alta	17:34 CST, 0.55 pie marea alta	12:43 CST, 0.02 pie marea baja	13:40 CST, -0.08 pie marea baja	14:32 CST, -0.16 pie marea baja	15:23 CST, -0.21 pie marea baja	16:13 CST, -0.23 pie marea baja
23:19 CST, 0.03 pie marea baja		18:43 CST, 0.56 pie marea alta	19:43 CST, 0.57 pie marea alta	20:38 CST, 0.56 pie marea alta	21:29 CST, 0.55 pie marea alta	22:19 CST, 0.52 pie marea alta
dom 08	lun 09	mar 10	mié 11	jue 12	vie 13	sáb 14
03:46 CST, 0.09 pie marea baja	04:31 CST, 0.11 pie marea baja	00:01 CST, 0.46 pie marea alta	00:55 CST, 0.44 pie marea alta	01:55 CST, 0.42 pie marea alta	03:00 CST, 0.43 pie marea alta	04:04 CST, 0.45 pie marea alta
09:41 CST, 0.84 pie marea alta	10:27 CST, 0.82 pie marea alta	05:29 CST, 0.14 pie marea baja	06:14 CST, 0.17 pie marea baja	07:18 CST, 0.20 pie marea baja	08:36 CST, 0.22 pie marea baja	09:00 CST, 0.21 pie marea baja
17:04 CST, -0.22 pie marea baja	17:56 CST, -0.18 pie marea baja	11:15 CST, 0.77 pie marea alta	12:07 CST, 0.70 pie marea alta	13:05 CST, 0.63 pie marea alta	14:15 CST, 0.56 pie marea alta	15:36 CST, 0.50 pie marea alta
23:09 CST, 0.49 pie marea alta		18:50 CST, -0.12 pie marea baja	19:48 CST, -0.06 pie marea baja	20:48 CST, 0.00 pie marea baja	21:48 CST, 0.05 pie marea baja	22:44 CST, 0.08 pie marea baja
dom 15	lun 16	mar 17	mié 18	jue 19	vie 20	sáb 21
04:58 CST, 0.49 pie marea alta	05:41 CST, 0.53 pie marea alta	00:16 CST, 0.12 pie marea baja	00:54 CST, 0.13 pie marea baja	01:29 CST, 0.14 pie marea baja	02:02 CST, 0.15 pie marea baja	02:33 CST, 0.15 pie marea baja
11:15 CST, 0.17 pie marea baja	12:17 CST, 0.12 pie marea baja	06:17 CST, 0.57 pie marea alta	06:49 CST, 0.61 pie marea alta	07:19 CST, 0.65 pie marea alta	07:49 CST, 0.68 pie marea alta	08:21 CST, 0.70 pie marea alta
16:58 CST, 0.48 pie marea alta	18:05 CST, 0.47 pie marea alta	13:08 CST, 0.07 pie marea baja	13:51 CST, 0.02 pie marea baja	14:30 CST, -0.02 pie marea baja	15:07 CST, -0.05 pie marea baja	15:42 CST, -0.08 pie marea baja
23:33 CST, 0.10 pie marea baja		18:58 CST, 0.47 pie marea alta	19:42 CST, 0.47 pie marea alta	20:21 CST, 0.47 pie marea alta	20:59 CST, 0.47 pie marea alta	21:36 CST, 0.47 pie marea alta
dom 22	lun 23	mar 24	mié 25	jue 26	vie 27	sáb 28
03:04 CST, 0.16 pie marea baja	03:36 CST, 0.17 pie marea baja	04:10 CST, 0.18 pie marea baja	04:46 CST, 0.20 pie marea baja	00:23 CST, 0.43 pie marea alta	01:13 CST, 0.43 pie marea alta	02:05 CST, 0.44 pie marea alta
08:54 CST, 0.71 pie marea alta	09:28 CST, 0.72 pie marea alta	10:03 CST, 0.71 pie marea alta	10:40 CST, 0.70 pie marea alta	05:29 CST, 0.21 pie marea baja	06:22 CST, 0.22 pie marea baja	07:29 CST, 0.23 pie marea baja
16:17 CST, -0.09 pie marea baja	16:53 CST, -0.09 pie marea baja	17:32 CST, -0.08 pie marea baja	18:13 CST, -0.07 pie marea baja	11:22 CST, 0.67 pie marea alta	12:11 CST, 0.63 pie marea alta	13:11 CST, 0.59 pie marea alta
22:14 CST, 0.47 pie marea alta	22:55 CST, 0.45 pie marea alta	23:37 CST, 0.44 pie marea alta		18:59 CST, -0.05 pie marea baja	19:49 CST, -0.02 pie marea baja	20:43 CST, 0.01 pie marea baja
dom 29	lun 30	mar 31				
03:00 CST, 0.47 pie marea alta	03:53 CST, 0.52 pie marea alta	04:44 CST, 0.59 pie marea alta				
08:51 CST, 0.21 pie marea baja	10:15 CST, 0.15 pie marea baja	11:29 CST, 0.07 pie marea baja				
14:25 CST, 0.54 pie marea alta	15:53 CST, 0.50 pie marea alta	17:19 CST, 0.48 pie marea alta				
21:39 CST, 0.04 pie marea baja	22:33 CST, 0.07 pie marea baja	23:25 CST, 0.09 pie marea baja				

**ANEXO 17. MAREAS ROATAN MAYO 2016**

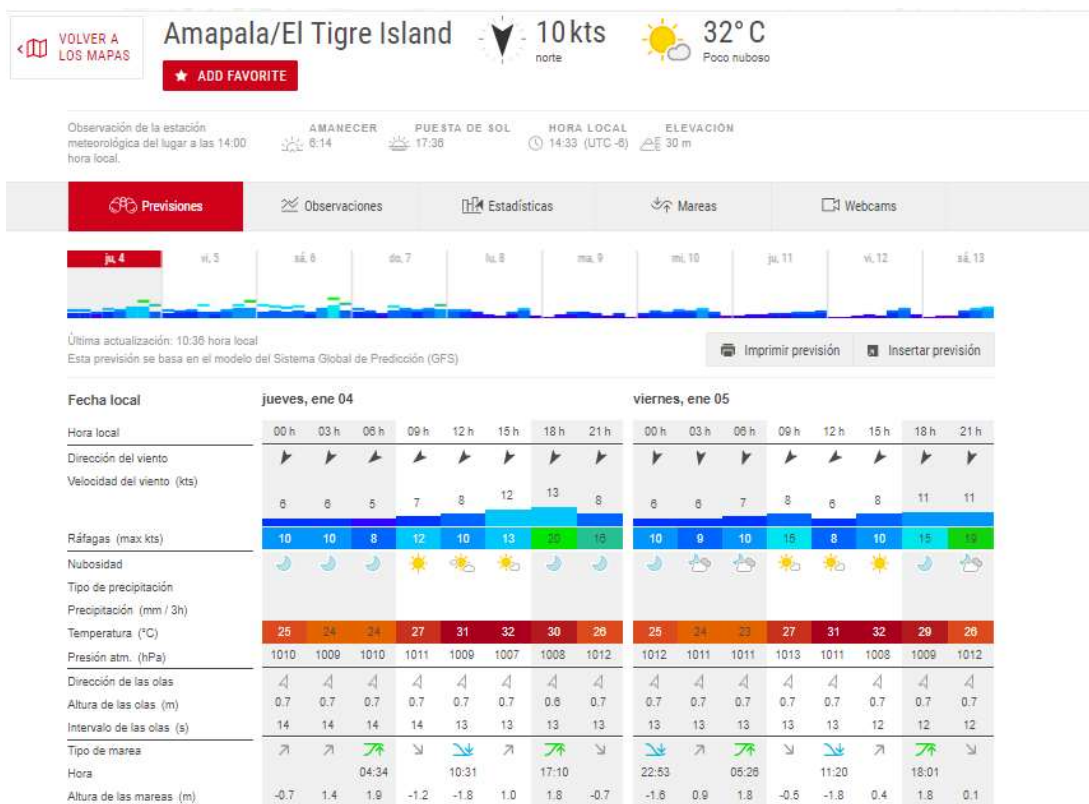
jun-16

mié 01	jue 02	vie 03	sáb 04	dom 05	lun 06	mar 07	mié 08	jue 09	vie 10	sáb 11
03:34 CST, 1.60 pie marea alta	04:21 CST, 1.78 pie marea alta	05:07 CST, 1.93 pie marea alta	05:54 CST, 2.04 pie marea alta							
10:00 CST, -0.05 pie marea baja	10:57 CST, -0.25 pie marea baja	11:50 CST, -0.40 pie marea baja	12:40 CST, -0.49 pie marea baja							
16:35 CST, 1.16 pie marea alta	17:38 CST, 1.17 pie marea alta	18:33 CST, 1.18 pie marea alta	19:23 CST, 1.17 pie marea alta							
21:41 CST, 0.23 pie marea baja	22:29 CST, 0.25 pie marea baja	23:16 CST, 0.25 pie marea baja								
dom 12	lun 13	mar 14	mié 15	jue 16	vie 17	sáb 18				
00:03 CST, 0.26 pie marea baja	00:50 CST, 0.27 pie marea baja	01:38 CST, 0.30 pie marea baja	02:29 CST, 0.34 pie marea baja	03:24 CST, 0.40 pie marea baja	04:26 CST, 0.46 pie marea baja	00:11 CST, 1.14 pie marea alta				
06:40 CST, 2.08 pie marea alta	07:26 CST, 2.06 pie marea alta	08:13 CST, 1.98 pie marea alta	09:00 CST, 1.84 pie marea alta	09:48 CST, 1.67 pie marea alta	10:40 CST, 1.48 pie marea alta	05:39 CST, 0.49 pie marea baja				
13:30 CST, -0.51 pie marea baja	14:18 CST, -0.46 pie marea baja	15:06 CST, -0.37 pie marea baja	15:55 CST, -0.24 pie marea baja	16:44 CST, -0.10 pie marea baja	17:34 CST, 0.04 pie marea baja	11:38 CST, 1.29 pie marea alta				
20:11 CST, 1.16 pie marea alta	20:57 CST, 1.14 pie marea alta	21:44 CST, 1.12 pie marea alta	22:31 CST, 1.11 pie marea alta	23:20 CST, 1.11 pie marea alta		18:25 CST, 0.16 pie marea baja				
dom 19	lun 20	mar 21	mié 22	jue 23	vie 24	sáb 25				
01:04 CST, 1.19 pie marea alta	01:55 CST, 1.26 pie marea alta	02:42 CST, 1.34 pie marea alta	03:24 CST, 1.44 pie marea alta	04:04 CST, 1.53 pie marea alta	04:42 CST, 1.62 pie marea alta	05:20 CST, 1.69 pie marea alta				
06:58 CST, 0.47 pie marea baja	08:12 CST, 0.40 pie marea baja	09:16 CST, 0.29 pie marea baja	10:10 CST, 0.17 pie marea baja	10:56 CST, 0.06 pie marea baja	11:37 CST, -0.03 pie marea baja	12:14 CST, -0.12 pie marea baja				
12:47 CST, 1.13 pie marea alta	14:07 CST, 1.03 pie marea alta	15:25 CST, 0.98 pie marea alta	16:28 CST, 0.98 pie marea alta	17:19 CST, 1.00 pie marea alta	18:02 CST, 1.03 pie marea alta	18:42 CST, 1.06 pie marea alta				
19:16 CST, 0.26 pie marea baja	20:04 CST, 0.34 pie marea baja	20:50 CST, 0.39 pie marea baja	21:32 CST, 0.42 pie marea baja	22:11 CST, 0.43 pie marea baja	22:48 CST, 0.43 pie marea baja	23:24 CST, 0.43 pie marea baja				
dom 26	lun 27	mar 28	mié 29	jue 30						
04:51 CST, 0.41 pie marea baja	00:19 CST, 1.33 pie marea alta	01:11 CST, 1.45 pie marea alta	02:06 CST, 1.58 pie marea alta	03:01 CST, 1.73 pie marea alta						
11:04 CST, 1.39 pie marea alta	06:08 CST, 0.36 pie marea baja	07:29 CST, 0.25 pie marea baja	08:44 CST, 0.09 pie marea baja	09:50 CST, -0.08 pie marea baja						
17:33 CST, 0.06 pie marea baja	12:15 CST, 1.22 pie marea alta	13:41 CST, 1.09 pie marea alta	15:12 CST, 1.02 pie marea alta	16:29 CST, 1.02 pie marea alta						
	18:24 CST, 0.17 pie marea baja	19:18 CST, 0.26 pie marea baja	20:13 CST, 0.32 pie marea baja	21:08 CST, 0.35 pie marea baja						

**ANEXO 18. MAREAS ROATAN JUNIO 2016**



ANEXO 19. SITIO WEB DE WINDFINDER



ANEXO 20. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE AMAPALA



VOLVER A LOS MAPAS

## Isla de Roatan Aeropuerto

18 kts  
norte

24°C  
Nubes fragmentadas

★ ADD FAVORITE

Datos basados en nuestro modelo de previsión  
 AMANECER 8:15 PUESTA DE SOL 17:27 HORA LOCAL 14:32 (UTC-5) ELEVACION 2 m

Previsiones Observaciones Estadísticas Webcams



Última actualización: 10:36 hora local  
 Esta previsión se basa en el modelo del Sistema Global de Predicción (GFS)  
 Imprimir previsión Insertar previsión

Fecha local	jueves, ene 04								viernes, ene 05							
Hora local	00 h	03 h	06 h	09 h	12 h	15 h	18 h	21 h	00 h	03 h	06 h	09 h	12 h	15 h	18 h	21 h
Dirección del viento	↖	↗	↗	↖	↘	↘	↘	↘	↖	↗	↗	↖	↘	↘	↘	↘
Velocidad del viento (kts)	12	12	13	13	17	18	17	17	16	16	15	12	11	11	10	10
Ráfagas (max kts)	13	13	15	14	19	20	18	18	18	16	15	13	11	11	10	10
Nubosidad	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁
Tipo de precipitación																
Precipitación (mm / 3h)				1	2	1	2									
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	24	25	25	25	24	24	25	25	25	25	25
Presión atm. (hPa)	1019	1018	1018	1020	1019	1018	1018	1021	1020	1019	1020	1022	1021	1019	1019	1021
Dirección de las olas	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖
Altura de las olas (m)	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
Intervalo de las olas (s)	7	7	8	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

### ANEXO 21. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ROATÁN

VOLVER A LOS MAPAS

## Puerto Cortes

7 kts  
norte

23°C  
Nubes fragmentadas

★ ADD FAVORITE

Datos basados en nuestro modelo de previsión  
 AMANECER 6:20 PUESTA DE SOL 17:33 HORA LOCAL 14:34 (UTC-5) ELEVACION 7 m

Previsiones Webcams



Última actualización: 10:36 hora local  
 Esta previsión se basa en el modelo del Sistema Global de Predicción (GFS)  
 Imprimir previsión Insertar previsión

Fecha local	jueves, ene 04								viernes, ene 05							
Hora local	00 h	03 h	06 h	09 h	12 h	15 h	18 h	21 h	00 h	03 h	06 h	09 h	12 h	15 h	18 h	21 h
Dirección del viento	↖	↗	↗	↖	↘	↘	↘	↘	↖	↗	↗	↖	↘	↘	↘	↘
Velocidad del viento (kts)	7	9	7	8	8	7	7	7	5	4	7	8	8	8	6	4
Ráfagas (max kts)	9	12	10	10	12	10	10	8	6	5	8	12	12	11	7	5
Nubosidad	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁
Tipo de precipitación																
Precipitación (mm / 3h)				1	4	2	2	1	3	3	4	5	5	4	1	
Temperatura (°C)	21	22	21	22	22	23	23	22	22	21	22	22	21	22	22	21
Presión atm. (hPa)	1020	1019	1020	1021	1020	1019	1019	1021	1021	1020	1020	1023	1022	1020	1020	1022
Dirección de las olas	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖
Altura de las olas (m)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5
Intervalo de las olas (s)	7	6	6	5	4	4	6	6	7	7	7	7	7	6	6	6

### ANEXO 22. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PUERTO CORTÉS