



## **Las Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas y su Influencia en la Navegación de los Buques en la Costa Ecuatoriana.**

Holguín Granda, Andrés Omar y Romero Vallejo, José Fernando

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Ciencias Navales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Oficial de Marina

Director: Mgs. Chavarría Calderón, Ricardo Antonio

Oficial Colaborador: TNFG-SU Jara Bautista Byron Andrés

1 de diciembre del 2022.

# COPYLEAKS

tesis Holguin-Romero.docx

Scanned on: 19:36 November 7, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	101
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	65
Omitted Words	2317

Firma

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ricardo".

**Mgs. Chavarría Calderón, Ricardo Antonio**

C.C.: 0907938468



**Departamento de Seguridad y Defensa  
Carrera de Ciencias Navales**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de titulación, "Las condiciones meteorológicas y oceanográficas y su influencia en la navegación de los buques en la costa ecuatoriana." fue realizado por los señores **Holguín Granda, Andrés Omar y Romero Vallejo, José Fernando** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Salinas, diciembre 1 de 2022**

Firma

**Mgs. Chavarría Calderón, Ricardo Antonio**

C.C.: 0907938468



**Departamento de Seguridad y Defensa  
Carrera de Ciencias Navales**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Holguín Granda, Andrés Omar** y **Romero Vallejo, José Fernando**, con cédulas de ciudadanía n° 0951636885 Y 0942233735 declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Las condiciones meteorológicas y oceanográficas y su influencia en la navegación de los buques en la costa ecuatoriana** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Salinas, diciembre 1 de 2022**

Firma

**Holguín Granda, Andrés Omar**

C.C.: 0951636885

Firma

**Romero Vallejo, José Fernando**

C.C.: 0942233735



**Departamento de Seguridad y Defensa  
Carrera de Ciencias Navales**

**Autorización de Publicación**

Nosotros **Holguín Granda, Andrés Omar** y **Romero Vallejo, José Fernando** con cédulas de ciudadanía n° 0951636885 Y 0942233735, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"Las condiciones meteorológicas y oceanográficas y su influencia en la navegación de los buques en la costa ecuatoriana las condiciones meteorológicas y oceanográficas y su influencia en la navegación de los buques en la costa ecuatoriana"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Salinas, diciembre 1 de 2022**

Firma

**Holguín Granda, Andrés Omar**

C.C.: 0951636885

Firma

**Romero Vallejo, José Fernando**

C.C.: 0942233735

**Dedicatoria**

El presente trabajo de titulación está dedicado en primer lugar a Dios por ser nuestra fortaleza cada día. A nuestros padres y familia por el apoyo condicional antes, durante y hasta el final de nuestros días. A los señores docentes y oficiales de la Escuela Superior Naval por haber compartido sus conocimientos, consejos y experiencias tanto académicas como militar, en conclusión, gracias a todas aquellas personas que siempre confiaron en nosotros e hicieron posible cumplir con esta grandiosa meta de ser Oficiales de marina.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haber permitido alcanzar la meta deseada por haber hecho su voluntad, a nuestros padres, familia y amigos que fueron el pilar fundamental para cada día levantarme y seguir adelante a pesar de las dificultades, al Sr Mgs. Ricardo Chavarría y a la PhD. Erika Romero Cárdenas, los cuales supieron brindarme de su tiempo y las directrices correctas para poder concluir con mi trabajo de titulación.

## Índice de Contenido

Portada.....	1
Resultado de la herramienta Copyleaks.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de Contenido .....	8
Índice de Tablas.....	12
Índice de Figuras .....	13
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Introducción .....	17
Las Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas y su Influencia en la Navegación de los Buques en la Costa Ecuatoriana .....	19
Planteamiento del Problema.....	19
Pronóstico.....	20
Control de Pronóstico .....	20
Contextualización .....	20
Análisis Crítico.....	21
Enunciado del Problema.....	21
Preguntas .....	21

Hipótesis.....	22
Variable Independiente. ....	22
Variable Dependiente.....	22
Justificación .....	22
Objetivos .....	23
General .....	23
Específicos.....	23
Capítulo I .....	24
Fundamentación Teórica .....	24
Antecedentes.....	24
Oceanografía y Meteorología .....	25
La Oceanografía .....	25
Dinámica del Océano .....	25
Las Olas de Mar .....	26
Formación de olas y sus factores de crecimiento .....	27
Escala de Douglas .....	28
Mareas .....	29
Corrientes Marinas .....	30
Meteorología.....	32
Tiempo atmosférico.....	32
Viento .....	33
Formación del viento, variaciones, desventajas y ventajas .....	33
Viento de Mar y Mar de Fondo .....	34
Escala de Beaufort.....	35

	10
Resistencia al Avance Producida por el Viento .....	36
Nubosidad .....	37
Temperatura .....	38
Presión atmosférica .....	39
Precipitación .....	39
Condiciones climáticas en la costa ecuatoriana .....	40
Influencia del efecto Coriolis .....	40
Instrumentos de navegación .....	42
Partes del buque más afectadas.....	43
Tráfico Marítimo.....	45
Control de tráfico marítimo .....	46
Importancia de tráfico marítimo .....	46
Ruta marítima .....	47
Principales rutas marítimas nacionales .....	47
Principales puertos del Ecuador .....	48
Puerto de Esmeraldas.....	48
Puerto de Manta .....	49
Puerto de Guayaquil .....	50
Efectos directos de la meteorología y oceanografía en la navegación ....	51
Métodos de pronóstico meteorológicos y oceanográficos .....	52
Visualización del pronóstico.....	53
Accidentes por condiciones meteorológicas y oceanográficas.....	54
Marco Conceptual.....	55
Compás .....	55

	11
Cartas náuticas .....	55
Viento cruzado .....	56
Salinidad .....	56
Variabilidad del nivel del mar .....	56
Fricción .....	56
Navegación .....	57
Tensión superficial .....	57
La Oceanografía Física .....	57
Plataformas oceánicas .....	57
Tiempo Atmosférico .....	58
Efecto Coriolis .....	58
Observación directa .....	58
Análisis de tendencias .....	59
Escala de Douglas .....	59
Ruta marítima .....	59
Marco Legal .....	59
Capítulo II .....	63
Fundamentación Metodológica .....	63
Enfoque o Tipo de Investigación .....	63
Alcance o Niveles de la Investigación .....	63
Diseño de la Investigación .....	63
Muestra .....	64
Técnica de Recolección de Datos .....	64
Instrumentos de Recolección de Datos .....	64

	12
Procesamiento y Análisis de Datos.....	65
.....	73
Tráfico marítimo de los buques en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil .....	75
Capitulo III.....	79
Resultados de la investigación .....	79
Datos Informativos.....	79
Antecedentes de la Propuesta.....	80
Justificación.....	80
Objetivo general .....	81
Objetivos específicos.....	81
Fundamentación de la propuesta.....	81
Diseño de la propuesta .....	82
Requisitos tecnológicos del software .....	82
Diseño del software .....	83
Metodología para ejecutar la propuesta.....	92
Plan de trabajo.....	92
Conclusiones .....	95
Recomendaciones .....	96
Bibliografía .....	97

### Índice de Tablas

Tabla 1. Dinámica de los Océanos .....	26
Tabla 2. Escala de mar de Douglas .....	29

Tabla 3. Factores Meteorológicos que afectan la navegación .....	32
Tabla 4. Escala del viento de Beaufort .....	36
Tabla 5. Medición de nubosidad en escala de octas.....	38
Tabla 6. Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas del 2017 al 2018.....	69
Tabla 7. Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas durante el 2019 .....	70
Tabla 8. Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas del 2020 al 2021.....	71
Tabla 9. Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas durante el 2022 .....	72
Tabla 10. Temperatura durante los años desde el 2017 al 2018.....	73
Tabla 11. Temperatura durante los años desde el 2019 al 2020.....	73
Tabla 12. Temperatura durante los años desde el 2021 al 2022.....	74
Tabla 13. Condiciones atmosféricas del 2018 al 2022 en el Puerto Esmeraldas ....	74
Tabla 14. Buques arribados al Sistema Portuario .....	78
Tabla 15. Presupuesto probable para programación y elaboración del programa .	94

### Índice de Figuras

Figura 1. Factores del clima de las olas .....	27
Figura 2. Comportamiento y Características de las olas generadas por el viento .....	30
Figura 3. Corrientes marinas del mundo .....	31
Figura 4. Mar de fondo.....	34
Figura 5. Efecto Coriolis.....	41
Figura 6. Instrumentos Necesarios para la navegación.....	42
Figura 7. Casco de un Buque.....	43
Figura 8. Partes de un barco.....	44
Figura 9. Quilla y Roda .....	45

Figura 10. Cambio del O2 junto con las circulaciones oceánicas .....	67
Figura 11. La relación entre la temperatura del aire y la fuerza del viento...	68
Figura 12. Tráfico marítimo en relación a las condiciones climáticas .....	76
Figura 13. Medidas divididas según su enfoque en el uso de la distancia...	77
Figura 14. Esquema del proceso de diseño de software .....	83
Figura 15. Proceso secuencial de creación de base de datos .....	83
Figura 16. Pantalla principi de la creacion del programa .....	84
Figura 17. Creación apartada de puertos .....	84
Figura 18. Apartado de temperatura en el programa.....	85
Figura 19. Ubicación de puertos.....	87
Figura 20. Búsqueda de imagen de ubicación de puerto.....	88
Figura 21. Inserción ubicación del puerto.....	88
Figura 22. Ubicación del puerto asociado con la imagen .....	89
Figura 23. Registro de datos de oxigeno.....	90
Figura 24. Registro de datos de temperatura .....	91
Figura 25. Histórico de datos .....	92
Figura 26. Cronograma de creación del programa digital .....	94

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de las condiciones meteorológicas y oceanográficas en la navegación de los buques al aproximarse a los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil; este análisis sirvió para la determinación de variables que afectan en el momento de realizar la singladura a diferentes lugares, el mismo que cuenta con una fundamentación teórica amplia acorde a las variables en estudio.

La fundamentación metodológica utilizada en la investigación estuvo bajo un enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo explicativo y descriptivo, para lo cual se elaboró diversas tablas de datos, entre ellas las separadas por estaciones, años y por distintas variables meteorológicas y oceanográficas como: presión atmosférica, dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, oxígeno del agua en diferentes profundidades, la misma que fue tomada utilizando la herramienta de la Botella Van Dorn; todas estas variables fueron detalladas acorde a la necesidad de la investigación. Adicional se estableció una tabla referente a las naves o buques que arribaron a los puertos en estudio, los cuales se relacionan con el tráfico marítimo, por tal razón se realizó un análisis en base a la distancia entre ellos.

Por tanto, se propuso diseñar un programa informático de visualización de datos oceanográficos y meteorológicos históricos para los buques que navegan en la costa ecuatoriana, con la finalidad que esta sea alimentada y utilizada para la navegación.

**Palabras clave:** Puertos marítimos, software, Tráfico Marítimo.

### **Abstract**

The objective of this research was to analyze the influence of meteorological and oceanographic conditions on the navigation of ships approaching the ports of Esmeraldas, Manta and Guayaquil; this analysis was used to determine the variables that affect the voyage to different places, which has a broad theoretical basis according to the variables under study.

The methodological basis used in the research was under a quantitative, non-experimental, explanatory and descriptive approach, for which several data tables were elaborated, including those separated by seasons, years and by different meteorological and oceanographic variables such as: atmospheric pressure, wind direction, wind speed, temperature, water oxygen at different depths, which was taken using the Van Dorn Bottle tool; all these variables were detailed according to the need of the research. Additionally, a table was established referring to the ships or vessels that arrived at the ports under study, which are related to maritime traffic, for this reason an analysis was made based on the distance between them.

Therefore, it was proposed to design a computer program to visualize historical oceanographic and meteorological data for ships that sail along the Ecuadorian coast, in order to be fed and used for navigation.

**Keywords:** *Oceanography, Meteorology, Maritime Traffic.*

## Introducción

La navegación a nivel mundial es importante debido al traslado de bienes o personas a diferentes partes del país o fuera del mismo, sin embargo, para llevar una navegación segura sin afectar la integridad del personal y del material a bordo de las unidades requieren estudiar ciertas medidas y condiciones que pueden facilitar o dificultar la navegación. La mayoría de estos factores recaen en las condiciones meteorológicas y oceanográficas presentes en los lugares por los cuales se planifica navegar.

Este proyecto tiene como objetivo analizar las condiciones meteorológicas y oceanográficas presentes en la costa ecuatoriana, específicamente en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil, mediante el análisis de datos estadísticos, y el análisis del tráfico marítimo de los buques en dichos puertos para identificar la incidencia de las condiciones meteorológicas y oceanográficas en el ingreso de los buques a dichos puertos.

El capítulo 1 está conformado por el marco teórico, conceptual y los problemas de la investigación, en el cual se mencionará cuáles son las condiciones que afectan a los buques mientras navegan, así como también generalidades relacionadas a la oceanografía y entender el comportamiento del mar en la costa ecuatoriana

El capítulo 2 se constituye por la fundamentación metodológica en donde en base a la información obtenida se determinó el enfoque, el alcance y la unidad de análisis para identificar el comportamiento del mar desde un punto de vista científico, adicional se analizó la cantidad de buques que arribaban a los puertos en las distintas etapas del año, tratando de relacionar etapas del año con condiciones favorables para navegar.

Finalmente, en el capítulo 3 se plantea la propuesta de Diseñar un programa informático de visualización de datos oceanográficos y meteorológicos históricos para

los buques que navegan en la costa ecuatoriana a través de la digitalización de datos ya existentes para la optimización del acceso a la información necesaria en la navegación.

## **Las Condiciones Meteorológicas y Oceanográficas y su Influencia en la Navegación de los Buques en la Costa Ecuatoriana**

### **Planteamiento del Problema**

La navegación a nivel mundial es importante debido a la forma de traslado de bienes o personas a diferentes partes del país o fuera del mismo, lo que conlleva a utilizar diferentes consideraciones, logrando una navegación segura, la misma que debe realizarse de forma eficiente (Jáuregui-Lobera, 2020).

En Ecuador las condiciones meteorológicas y oceanográficas son distintas en las diferentes costas ecuatorianas debido a los afloramientos que se relacionan con la disminución de temperaturas modificando las estructuras térmicas superficiales, en otras costas como la de Salinas existió aumento de temperaturas y menor salinidad, lo que conlleva a que la distribución meridional sufrió anomalías, provocando diferentes perturbaciones afectando a la navegación.

Una de las causas que se debe tener en cuenta durante la navegación es la temperatura del agua debido a que afecta directamente a la densidad, ya que esta cambia de manera diferente a la temperatura de la tierra, siendo este factor una característica del agua de mar causante de problemas y accidente en la navegación (Cabrera Luna & Donoso, 1993).

Otra de las causas que se toma en cuenta en esta investigación es el tiempo atmosférico, el mismo que cuando existe alteraciones ocasiona retraso en el avance del buque debido al aumento de la fuerza del viento, y variación en parámetros como la temperatura, humedad y la presión atmosférica lo que ocasiona mayor uso de los recursos (San Gil, De Rivera, & Julián, 2020).

Las corrientes marinas, el oleaje y las mareas, en situaciones adversas provocan perturbaciones en el funcionamiento de los buques lo cual afecta el rumbo planificado y en ciertos casos inestabilidad en los buques debido a las variaciones o cambios relacionados con el tiempo atmosférico (García, Hernández, & Orozco-Morales, 2020).

Se puede mencionar que algunos problemas en la navegación se producen por la escasa información entre los navegantes y las respectivas autoridades portuarias, ya estas tienen el control de las diferentes operaciones portuarias, las cuales se relacionan con la entradas y salidas de los diferentes buques en el mar.

### **Pronóstico**

Un correcto de análisis de las diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas serviría para identificar las variaciones del tiempo atmosférico, las corrientes marinas y de la marea en las costas ecuatorianas para proponer una guía de seguridad de aproximación que contribuiría a la navegación de tal manera que disminuye los diferentes riesgos que se pueden presentar.

### **Control de Pronóstico**

El análisis de las condiciones oceanográficas y metrológicas debe establecerse como primordial para la navegación de los buques en las diferentes costas ecuatorianas porque se tomarán medidas en el diseño de una guía de seguridad de aproximación a los diferentes puertos.

### **Contextualización**

Durante el estudio de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, deben analizarse de manera exhaustiva, cada una de las variables que se plantean en esta investigación, debido a que estas influyen en la navegación tales como: la temperatura, el viento, la humedad entre otros puntos. Estas hacen que la navegación se pueda

desarrollar con éxito utilizando de forma eficientes los recursos o en caso de existir alguna alteración produzca desventajas causando el ineficiente uso de los diferentes recursos y la afectación al personal que se encuentran a bordo de los buques.

### **Análisis Crítico**

La compilación de los datos está basada en las diferentes variables relacionados con la investigación que se obtendrá de instituciones oficiales cuya base de datos contribuya al respectivo análisis, con base a las diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas que influyen en la navegación.

### **Enunciado del Problema**

Los cambios que se producen en el clima ocasionan diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas que influyen en la navegación de los buques en las costas ecuatorianas. Así mismo, la presencia de datos informativos obtenidos de los equipos de navegación en ciertas ocasiones no se interpreta correctamente lo que conlleva a realizar maniobras peligrosas a bordo y que comprometan la seguridad del personal y material.

### **Preguntas**

¿De qué manera las condiciones meteorológicas y oceanográficas influyen en la navegación de los buques al aproximarse a los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil?

¿Cómo funciona la navegación de los buques en la determinación del tráfico marítimo de los buques en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil durante los últimos 5 años?

**Hipótesis.**

Las condiciones meteorológicas y oceanográficas influyen en la navegación de los buques al aproximarse a los en los puertos Esmeraldas, Manta y Guayaquil.

***Variable Independiente.***

Las condiciones meteorológicas y oceanográficas.

***Variable Dependiente.***

Navegación de los buques.

**Justificación**

La presente investigación está relacionado con el análisis de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, cuya información es de vital importancia para el aporte de la navegación de buques en la costa ecuatoriana, la misma que se relaciona con la temperatura del agua del mar, la misma que influye en el proceso de navegación de las diferentes embarcaciones o buques, datos que se establecen de acuerdo a los diferentes cambios que existen en el contexto, cuya relación se canaliza con el tiempo atmosférico que genera mayor información en relación a las diferentes variables meteorológicas que afecta al rumbo y estabilidad del buque durante la navegación, las mismas que se conectan con las corrientes marinas, oleaje y marea que representan a las condiciones oceanográficas que suma para establecer los resultados que sirven para el personal que gobierna los diferentes buques para el diseño de una guía de seguridad.

## **Objetivos**

### ***General***

Analizar la influencia de las condiciones meteorológicas y oceanográficas en la navegación de los buques al aproximarse a los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil a través del procesamiento de datos estadísticos para el diseño de un modelo de guía de seguridad de aproximación a puerto.

### ***Específicos***

Diagnosticar las condiciones meteorológicas y oceanográficas en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil, mediante la recopilación de datos estadísticos para el reconocimiento de situación en los puertos indicados.

Explicar cómo funciona la navegación de los buques a través del análisis de datos para la determinación el tráfico marítimo de los buques en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil.

Diseñar un programa informático de visualización de datos oceanográficos y meteorológicos históricos para los buques que navegan en la costa ecuatoriana a través de la digitalización de datos ya existentes para la optimización el acceso a la información necesaria en la navegación.

## Capítulo I

### Fundamentación Teórica

#### Antecedentes

Desde tiempos remotos, el conocimiento acerca de las corrientes y los vientos eran indispensable durante la navegación marítima. Normalmente las embarcaciones de aquellas épocas utilizaban los recursos naturales como un medio inmediato de propulsión. Actualmente se han realizado estudios más minuciosos sobre el tema, llegando a tal punto de desarrollar predicciones meteorológicas con el fin de brindar seguridad en la navegación y de cierto modo hacerla más eficiente, reduciendo el consumo de combustible y tiempo a emplear.

La oceanografía tiene su origen en la hidrografía donde los diferentes representantes de las capitanías en el siglo XVIII elaboraban las cartas de navegación y a través de estas se conocían como fluctuaban los vientos, lo cual permitía direccionar a las embarcaciones y como resultado conllevó a planificar diferentes expediciones que se las denominó científicas; estas eran dirigidas por las instituciones hidrográficas que se constituían en las diferentes ramas de la Armada.

La oceanografía actual inició con la Expedición Challenger que duró de entre 1872 y 1876. Se caracterizó por ser una expedición estructurada que logró para recopilar datos sobre una vasta gama de propiedades oceánicas, incluidas las temperaturas del mar, la química del agua marina, las corrientes, la vida marina y la geología del fondo marino.

“Para la expedición, se dispuso el barco HMS Challenger, una corbeta de la Armada británica (un pequeño buque de guerra) que se convirtió en el primer barco oceanográfico dedicado con sus propios laboratorios, microscopios y otros equipos

científicos a bordo. La expedición fue dirigida por el naturalista británico John Murray y el naturalista escocés Charles Wyville Thompson” (Gabiña, 2019).

Desde la antigüedad han existido cambios en los distintos fenómenos atmosféricos, lo que llevó a profundizar en el estudio de ellos a través de la creación de nuevos instrumentos creados por diferentes investigadores, tales como el anemómetro construido por Hooke destinado para medir la velocidad del viento, el higrómetro cuya función era medir la humedad del aire, entre otros instrumentos y descubrimientos que se han realizado conforme al avance tecnológico. Esto llevó a establecer estudios como la cinemática, la termodinámica, que han sido de gran aporte en la navegación.

Benjamín Franklin realizó uno de los mayores aportes a la metrología, ya que gracias a varios de sus viajes por la costa este de Estados Unidos y su interés por la corriente cálida, logro reunir información necesaria para poder publicar el primer mapa cartográfico, posteriormente otros investigadores determinaron la importancia de la corriente cálida y como influía en el clima y en la temperatura del aire (Viñas, 2020).

## **Oceanografía y Meteorología**

### ***La Oceanografía***

También conocida como ciencia del mar, está relacionada con las diferentes estructuras y procesos que pueden ser físicos, químicos o biológicos, los mismos que marcan una dinámica de los organismos del agua del mar incidiendo en los movimientos del ambiente marino (García Solorsano, 2017).

### ***Dinámica del Océano***

El océano ocupa un lugar destacado en el ecosistema, la mayor parte de la hidrósfera está conformada por el océano, por ende, su superficie ocupa las tres cuartas partes del globo terráqueo. La dinámica del océano representa los diversos

movimientos y recorridos del agua oceánica, así también los diferentes cambios que posee el océano y cómo influyen en el terreno. La dinámica de las aguas ocupa un papel muy importante en el relieve terrestre ya que estudia los diferentes recorridos por los que transita en la hidrosfera. La dinámica oceánica está conformada por los continuos movimientos del agua en el mar en conjunto con los vientos, las diferencias térmicas y de salinidad entre zonas, entre ellos los diferentes movimientos que se ocasionan son las olas, mareas y corrientes marinas (Minster, 1997).

**Tabla 1**

*Dinámica de los Océanos*

<b>Dinámica oceánica</b>	
<b>Dinámica de aguas continentales</b>	<b>Dinámica hídrica oceánica</b>
Tiene un mayor enfoque en el relieve terrestre.	El agua de mar se encuentra en un continuo movimiento.
Las aguas en constante actividad o escorrentía fluyen por la superficie, las cuales no tienen un cauce fijo.	Los factores que alteran el movimiento del agua son los fuertes vientos y la salinidad entre zonas marinas.
Se ven involucrados los lagos, los ríos y los torrentes los cuales conectan con los océanos.	Genera movimientos como las olas, corrientes marinas y marea.
Ejercen una intensa labor de erosión.	Ejercen movimientos sísmicos.

*Nota:* Esta tabla muestra las diferencias de la actitud dinámica de los océanos. Realizada por el autor.

***Las Olas de Mar***

Como se mencionó anteriormente “las olas son diversas ondulaciones de agua sobre la superficie del océano. Las olas viajan varios kilómetros por el área marina a velocidades variadas y principalmente decaen en las playas” (Correa, 2018). En lo que respecta la meteorología el viento es uno de los más importantes para la navegación, mientras que para la oceanografía son las olas.

Estas cuentan con características únicas, las cuales son: longitud, altura, velocidad de traslación y periodo.

**Longitud.** Es la distancia que existe entre dos crestas.

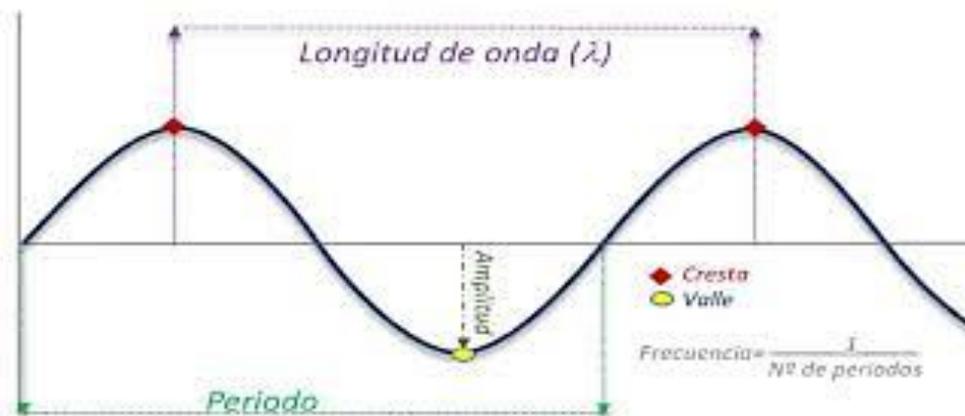
**Altura.** Es la distancia en sentido vertical que alcanza la ola desde su punto más alto hasta el fondo del valle.

**Velocidad de traslación:** Se refiere a la velocidad de traslación que tiene la cresta de la ola que es desplazada de manera horizontal.

**Periodo.** “Se trata del tiempo medido en formato de segundos en el que dos crestas consecutivas pasan por un mismo punto en alta mar” (Universidad de Chile, 2019).

## Figura 1

*Factores del clima de las olas*



Nota: Generalidades. Obtenido de Dirección de Hidrografía y Navegación, 2021

## **Formación de olas y sus factores de crecimiento**

Cuando existe una buena corriente de viento se puede formar una ola, esto se debe a que el viento comienza a interactuar con una superficie de mar que se encuentra inmóvil, trasmite su energía en toda la superficie, la distribuye generando un arrastre y

produciendo ondulaciones variables, dando paso a la formación de crestas de escasos centímetros que van aumentando su altura y longitud con ayuda de las corrientes de viento, para formar una ola.

Los factores de crecimiento de las olas son: intensidad del viento, cuanto más fuerte sea la corriente de viento que toque la superficie marina, mayor tamaño tendrá la ola. La persistencia es el tiempo que el viento sopla sobre la superficie con la misma dirección e intensidad, este factor determinará el punto más alto que podrá adquirir la ola. Finalmente, la distancia marítima es la que determina la correcta formación de las olas, en caso de que estas no reúnan las características antes mencionadas, no se consideraran olas, por el simple hecho de que no llegan a tener intensidad ni dirección.

### ***Escala de Douglas***

Percy Douglas fue quien creó esta escala en el año de 1917, esta es la encargada de otorgar información de cómo se encuentra el mar, básicamente sirve para describir el comportamiento del oleaje, es usada en varias partes del mundo puesto que su uso no supone ninguna dificultad gracias a que es muy sencilla de interpretar (Portillo, 2020).

**Tabla 2***Escala de mar de Douglas*

<b>Beaufort</b>	<b>Nombre</b>	<b>Altura de las olas (metros)</b>
0	Calma	0
1	Rizada	0.1
2	Marejadilla	0.1 – 0.50
3	Marejada	0.5 – 1.25
4	Fuerte Marejada	1.25 – 2.50
5	Gruesa	2.50 – 4.00
6	Muy gruesa	4.00 – 6.00
7	Arbolada	6.00 – 9.00
8	Montañosa	9.0 – 14.00
9	Enorme	>14.0

*Nota:* Adaptado de *EMD*, por Oceanica-Nautical Learning, 2020, <https://oceanicanautica.es/cy/presion-atmosferica-generacion-vientos/attachment/douglas/>

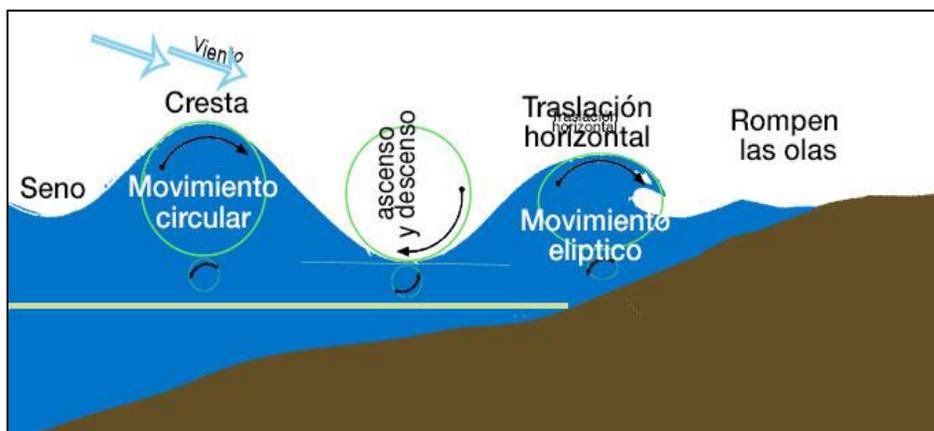
## **Mareas**

Estas se consideran como los diferentes cambios por tiempo que se suscitan en el nivel del mar produciendo fuerzas de atracción gravitacional entre los astros, los mismos que son el sol y la luna que atraen las diferentes masas de agua, lo que determinará mareas altas o mareas bajas.

“El viento provoca que el agua se mueva de forma circular al momento que arriba a la costa y toca el fondo, se produce un desbalance de los cuerpos de agua y la ola quiebra. Cuando existen cambios se generan los tsunamis, estos son olas de grandes magnitudes causadas por erupciones volcánicas en el lecho marino o seísmos” (Núñez, 2022).

## Figura 2

*Comportamiento y Características de las olas generadas por el viento*



*Nota:* Las olas. Ilustración obtenida de MasMar.2013.

Las olas son ondulaciones de la superficie del agua, las cuales son formadas por el viento de manera que están suministradas con una mayor parte de energía y estas cambian las líneas de las costas notablemente, las mismas que ocasionan la propagación energética del viento a la mar, es decir si no hubiera la generación de viento no se podrían formar las olas, el viento es una de las bases fundamentales para la formación de las olas, muy indistinto hacia qué región sopla el viento.

## Corrientes Marinas

Se considera los movimientos de las aguas que se suscitan en la superficie de los océanos y mares, esto produce los movimientos de compensación, las mismas que

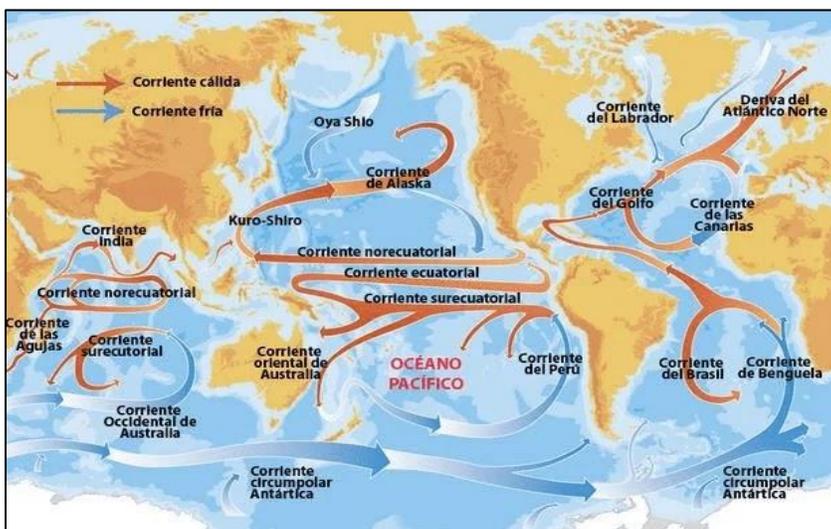
se producen por el fondo marino y la superficie, la cual contribuye e influyen el clima. Un sendero mal establecido en el mar puede arrojar a una corriente marina que puede favorecer o entorpecer en el tiempo de la navegación.

Las corrientes marinas tienen una incidencia directa en la navegación de los buques, ya que el agua transfiere su movimiento a cualquier cuerpo que este dentro de ella, entonces dependiendo de las habilidades del capitán utilizará esta ventaja para que el buque tenga un impulso mayor y por consiguiente utilice menos energía, por el contrario, si se trata de maniobrar en contra de la corriente, el requerimiento energético aumentará.

Se puede definir a las corrientes marinas como cuerpos de agua que tienen un desplazamiento horizontal, el cual cuenta con una dirección y velocidad, mismo que le otorgara una intensidad a la corriente. Estas pueden ser cambiar de forma periódica o por otro lado pueden mantenerse de manera permanente (Johnson, 2020).

### Figura 3

#### *Corrientes marinas del mundo*



Nota: Corrientes marinas del mundo. Obtenido de Concha Hierro, 2019.

## **Meteorología**

La meteorología se encarga de estudiar los diferentes fenómenos, el curso del tiempo y el medio atmosférico que se establecen para el análisis de las variables meteorológicas que afectan de forma directa a la navegación, tales variables son: la presión atmosférica, la humedad y la temperatura, cuyas variables juntas tiene una fuerte relevancia en el proceso correspondiente.

Uno de los efectos más frecuentes es el viento, debido a la densidad que este puede llegar a tener afectando así a la embarcación, otros de los factores que se mezclan es a la humedad, a mayor humedad la presión disminuye, lo que hace que el vapor del agua haga menos denso el aire.

### ***Tiempo atmosférico***

El tiempo atmosférico está compuesto por varias variables meteorológicas que relacionan al estado de la atmosfera en un espacio determinado tales como: el viento, la presión atmosférica, la temperatura, la humedad y la precipitación, las mismas de manera directa se relacionan con la navegación de cualquier embarcación o buque.

### **Tabla 3**

*Factores Meteorológicos que afectan la navegación*

<b>Factores</b>
Viento
Humedad
Nubosidad
Temperatura
Presión atmosférica

*Nota:* En la presente tabla se encuentra los factores meteorológicos que afectan a la navegación marítima. Realizada por el autor.

## **Viento**

Es la corriente de aire que se maneja de forma horizontal, el mismo que señala dos ítems importantes que son la velocidad y la dirección, punto que de forma directa se relaciona con la navegación, se mide a través de instrumentos específicos en nudos, a través de escala de Beaumont utilizando adicional las cartas náuticas (Villegas Oelckers, 2019).

### ***Formación del viento, variaciones, desventajas y ventajas***

La variabilidad de la presión atmosférica dependiendo del punto geográfico donde se ubique y las temperaturas que existen a nivel global, producen una distribución térmica en la superficie de la tierra y en los océanos, y es allí que se genera el viento. En otras palabras, las masas de aire caliente suelen ascender y reemplazar a las masas de aire denso o frío, el viento se origina de la reacción de equilibrio de presiones.

Existen ciertas desventajas para la navegación cuando los vientos son demasiado fuertes producen olas grandes haciendo que el buque genere movimientos bruscos, lo que puede poner en peligro a la tripulación por el movimiento de las aguas oceánicas. La variación de los vientos es influenciada por los diferentes cambios en la presión atmosférica y temperaturas que se pueden producir en las distintas capas de aires existentes, lo que ocasiona que los vientos se vuelvan débiles y retrasen el acercamiento del buque afectando la navegación.

Por tanto, el viento favorece a los buques en la navegación cuando se aproxima a los diferentes puntos de llegada, es decir a los puertos donde se establezca el destino de arribo, es importante revisar la escala antes mencionada porque esta mostrará las condiciones de la fuerza del viento (Marina Port Premià, 2012).

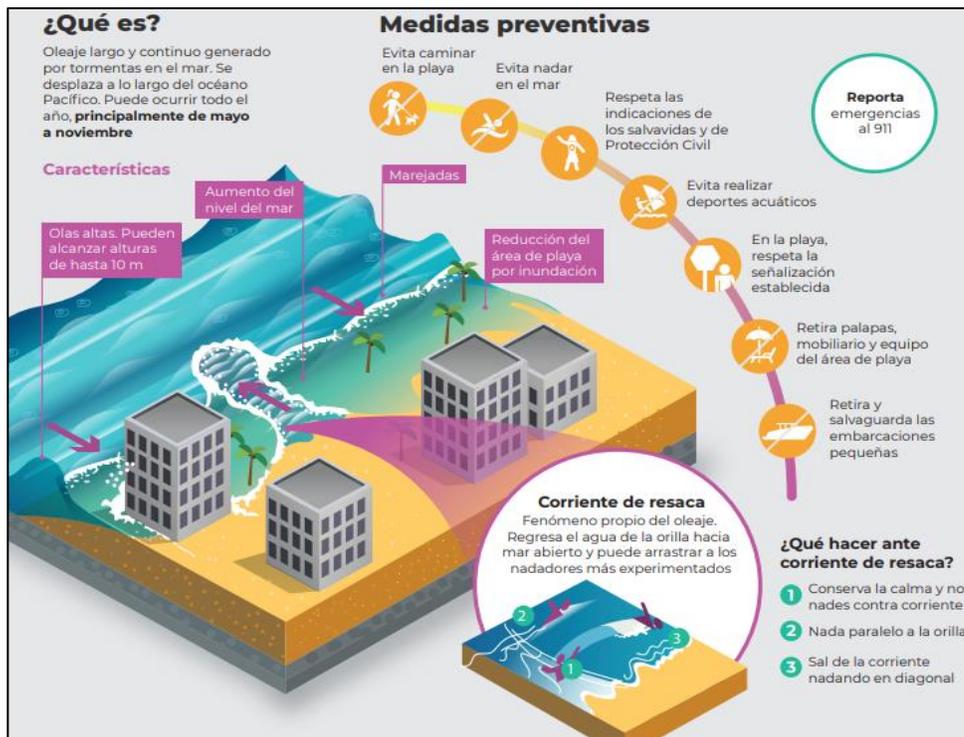
## Viento de Mar y Mar de Fondo

Anteriormente se habló sobre la formación de las olas se debe a partir de la influencia del viento; al momento que este deja de soplar sobre la superficie del mar, no significa que la producción de olas será nula, de hecho, estas continúan su curso normal, pero en el transcurso perderán altitud y transferirán energía a las partículas de aire que se encuentran en la cresta, y es aquí que se produce el denominado viento de mar.

El efecto mar de fondo se genera a partir de la decaída del viento de mar, este puede propagarse a largas distancias en función de la energía inicial del oleaje para que el impulso se reduzca considerablemente deben existir obstáculos de gran tamaño, como formaciones rocosas o de coral.

**Figura 4**

### Mar de fondo



Nota: Adaptado de *Mar de Fondo* (Infografía), por Centro Nacional de prevención de desastres, 2019, CENAPRED <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/322-INFOGRAFAMARDEFONDO.PDF>

### ***Escala de Beaufort***

Esta escala fue creada por el almirante Francis Beaufort y fue diseñada con la finalidad de medir y describir de una manera más simple las velocidades que produce el aire en el mar. Casals (2017) afirma que: esta es una escala empírica, relacionada con el estado del mar, respecto a la altura de sus olas y a la fuerza del viento. Cuánto más bajo es el valor, significa que menos dificultad para maniobrar en la navegación. Y cuánto más alto, cada vez es más complicado. Sus valores numéricos van del 0 al 12, donde cada parámetro cuenta con ciertas características para su mejor comprensión.

Tabla 4

## Escala del viento de Beaufort

Nombre	Beaufort	Nudos	Metros / Segundo	Kilómetros / Hora	Millas / Hora	Condiciones en	
	B	kt	m/s	Km/h	MPH	Mar	Tierra
Calma	0	menor a 1	menor a 0.5	menor a 2	menor a 1	Como espejo	Humo sube verticalmente.
Aire Ligero	1	1 a 3	0.5 a 1.4	2 a 5	1 a 4	Pequeñas ondas de agua.	Humo se va lentamente de forma diagonal dejando estela.
Brisa Ligera	2	4 a 6	1.5 a 2	6 a 11	5 a 7	Ondas pequeñas de agua menores a 20 cm. Crestas tienen una formación tipo vidrio.	Se siente el aire ligero en el cuerpo.
Brisa Suave	3	7 a 10	3 a 4	12 a 19	8 a 11	Ondas de agua grandes entre 21 y 60 cm. La cresta de la onda empieza a romper.	Banderas semiextendidas, las hojas se empiezan a mover.
Brisa Moderada	4	11 a 16	5 a 7	20 a 29	12 a 18	Olas pequeñas entre 61 y 100 cm. Pocas olas una tras otra.	Polvo y pequeñas ramas se mueven.
Brisa Fresca	5	17 a 21	8 a 10	30 a 39	19 a 24	Olas medias entre 1.1 y 1.8 m. Muchas olas una tras otra.	Árboles pequeños empiezan a moverse.
Brisa Fuerte	6	22 a 27	11 a 13	40 a 50	25 a 31	Olas grandes entre 1.9 y 3 m. Al romper la ola, se llega el aire con moléculas de agua.	Ramas grandes se mueven, sombrillas difíciles de controlar.
Viento Moderado	7	28 a 33	14 a 16	51 a 61	32 a 38	Mar picado, olas entre 3.1 y 4 m.	Árboles enteros en movimiento, molestias al caminar.
Viento Fresco	8	34 a 40	17 a 20	62 a 74	39 a 46	Olas moderadamente altas, entre 4.1 y 5.5 m. Las crestas se rompen formando un cilindro.	Difícil de caminar en contra del viento, ramas pequeñas son sopladadas y rotas de los árboles.
Viento Fuerte	9	41 a 47	21 a 23	76 a 87	47 a 54	Olas altas, entre 5.6 y 7 m. Visibilidad afectada con un poco de niebla de agua.	Daños estructurales pueden surgir a edificios o viviendas, tejas y láminas del techo se pueden soltar.
Gran Viento	10	48 a 55	24 a 27	88 a 102	55 a 63	Olas muy altas, entre 7.1 a 9 m. Visibilidad altamente afectada por la niebla de agua. Superficie del mar, blanca en su mayoría.	Árboles arrancados desde sus raíces, daños estructurales a edificios y viviendas.
Tempestad	11	56 a 63	28 a 33	103 a 118	64 a 73	Olas excepcionalmente altas, entre 9.1 y 11 m., visibilidad pobre.	Daños estructurales importantes a edificios y viviendas.
Huracán	12 ó más	64 ó más	33 ó más	119 ó más	74 ó más	Olas de 11 a 14 m ó más, aire lleno de niebla de agua, visibilidad mala.	Daños estructurales catastróficos, devastación.

Nota: Adaptado de *Escala de Beaufort*, por AEMET, 2019, [https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/maritima/escalas\\_de\\_viento\\_y\\_oleaje.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/maritima/escalas_de_viento_y_oleaje.pdf)

Los factores que afectan a la resistencia al avance de un barco se clasifican en dos:

**Fricción.** Es producida cuando el viento golpea el buque en todas sus partes estructurales. Para tener una mejor perspectiva la navegabilidad se debe analizar la fricción del viento aparente, el cual a su vez debe ser revisado en sus dos componentes principales. Componente lateral, produce una escora en el buque y el componente longitudinal tiene dos subdivisiones: la positiva es cuando el viento llega por la popa y produce un impulso y consecuentemente aumentara la velocidad, por el contrario, la negativa es cuando el viento llega hacia la proa, lo cual produce una disminución considerable en la aceleración del buque e inclusive podría quedarse semi estático.

**Fricción por agua.** La velocidad del buque se verá afectada por la velocidad con la que el agua pasa a través del casco que a su vez va a depender del tipo de corriente marina. También se debe tomar en cuenta la forma que tiene el casco del buque, el tipo de materiales con los cuales fue construido y el volumen de sumersión del mismo casco.

Al momento que una embarcación comienza la navegación, lo hace de manera lenta hasta alcanzar un punto de aceleración constante, donde el casco resistirá las olas de desplazamiento, mismas que son generadas del propio movimiento del navío. Cada ola o conjunto de olas producen una resistencia específica que, como se mencionó anteriormente, ayudarán al impulso del barco o por el contrario disminuirán la velocidad del mismo.

### **Nubosidad**

Cuando existe la presencia de nubes, puede que la navegación del buque no se vea mayormente afectada, pero antes de zarpar se debe analizar el tipo de nubes o

niebla que exista en el momento, esto con el fin de trazar nuevas rutas en caso de que las nubosidades presentes sean de tormentas u otro tipo de fenómenos. Actualmente la niebla no presenta una gran problemática gracias a la existencia de los sistemas de GPS.

La nubosidad también cuenta con su propia escala de medición en octas, donde mediante la representación gráfica se presenta el estado de las nubes:

**Tabla 5**

*Medición de nubosidad en escala de octas*

Símbolo	Extensión cielo cubierto	
	0/8	Despejado
	1/8	Poco nuboso
	2/8	Poco nuboso
	3/8	Poco nuboso
	4/8	Nuboso
	5/8	Nuboso
	6/8	Muy nuboso
	7/8	Muy nuboso
	8/8	Cubierto

*Nota: Adaptado de Escala de nubosidad en octas, por Meteorito MX, 2018, meteorito.mx (<https://meteorito.mx/clases/nubosidad/fisico.html>).*

### **Temperatura**

“La temperatura promedio de la zona roza los 24-25°C, aunque puede llegar a ser menor a 22°C en regiones de cordillera” (Varela & Ron, 2018). Estos valores de temperatura se pueden ver afectados en un par de años más, debido al calentamiento climático. También se toman en cuenta para reconocer cuan factible es la navegación y cuales podrían ser los posibles escenarios una vez que el navío se encuentre mar adentro.

## **Presión atmosférica**

Es la fuerza que se relaciona con el aire y la superficie terrestre, es decir con la atmósfera, la misma que cambia de acuerdo a las diferentes condiciones y a la altura sobre el nivel del agua de mar, lo que hace que el aire se desplace de un lugar a otro. A mayor altura terrestre en relación al nivel del mar disminuye la presión del aire.

La presión atmosférica también influye en el proceso de navegación, ya que cuando se presenta una mayor presión también se presenta una mayor densidad en el aire, lo que marca un proceso directo. También se puede presentar un proceso indirecto, cuando existe una mayor humedad en el aire se produce una menor presión atmosférica que se da porque el vapor del agua es menos denso que el aire en las diferentes zonas.

## **Precipitación**

Las precipitaciones ya sean cortas o largas, siempre pueden producir complicaciones en los buques, por cuya razón se pueden tomar dos aspectos fundamentales, uno de los primeros es el factor humano, donde la actividad de los mismos dentro de la embarcación puede verse reducida, debido a que es incómodo trabajar bajo la lluvia además de que produce problemas de salud, por otro lado tenemos las afecciones directas en la navegación, el aumento del oleaje podría perjudicar en gran manera el casco del buque y por consiguiente su estructura general.

En caso de que las precipitaciones sean excesivas el líquido que se acumule en cubierta de no ser drenado puede producir una sobrecarga, con lo cual el dinamismo de la embarcación se perdería.

Es por tanto que se hace imperativo revisar las precipitaciones anteriores y aproximadas de las zonas en las que se vaya a navegar. Según el Reyes Álava (2019), en las estaciones San Lorenzo, La Libertad, Puerto Bolívar y Guayaquil se registraron

precipitaciones acumuladas sobre la normal. Sin embargo, la tendencia pluviométrica de la zona norte de la costa ecuatoriana demostró un comportamiento de precipitaciones decrecientes (pág. 6-10).

Cuando existe una tormenta fuerte es muy peligroso que cualquier tipo de embarcación este mar adentro, debido a que los niveles de agua aumentan y las mareas se alteran. También se toma en cuenta las descargas eléctricas en forma de rayos, al buque estar en el mar los rayos buscan un conductor que les facilite su llegada a tierra, por ello es fundamental que las embarcaciones cuenten con pararrayos en la parte más alta.

### **Condiciones climáticas en la costa ecuatoriana**

La costa ecuatoriana se caracteriza por tener un clima de tipo tropical la mayoría del tiempo, por lo general las temperaturas superan los 20°C, durante las estaciones invernales se pueden evidenciar precipitaciones abundantes y la vegetación tiende a crecer mucho más. La región insular tiene un clima variado, donde se presentan climas húmedo tropicales, secos tropicales, tropical monzón y sabana

Puerto de Esmeraldas, Manta y Guayaquil. Las ráfagas de viento suelen ser 12km/h hasta un máximo de 25km/h. Su temperatura varía desde tropical subhúmedo, subtropical húmedo y subtropical muy húmedo, con una temperatura media de 23°C. Según indica Arreaga (2022) los valores de oleaje son: min. 0,25M y máx. 1.20-1.70, además esta misma entidad señala que la navegabilidad es de ligera o moderada.

### **Influencia del efecto Coriolis**

El efecto Coriolis es definido como una desviación producida por diversos factores externos, como la velocidad del viento, corrientes oceánicas, etc. Esta surge de la rotación de la Tierra sobre su eje, en caso de que esta rotación fuese nula el trazo

sería lineal u horizontal. “La potencia del Efecto Coriolis, es aquella que se suscita por la rotación de la Tierra en el espacio exterior, y la trayectoria con la que se desvían objetos que también tienen cierto movimiento respecto al planeta” (Areaciencias, 2020).

Esta acción también se puede determinar por “la masa y rapidez de rotación del objeto. Tiene una acción directa sobre cualquier cuerpo que tenga movimientos libres y rápidos, un claro ejemplo de esto serían los cohetes o aviones e incluso las corrientes oceánicas” (GeoEnciclopedia, 2016).

Cuando exista una rotación o un movimiento de un cuerpo este efecto tendrá acción, como por ejemplo con los huracanes o tifones, los cuales ocupan una gran cantidad de energía rotatoria para poder adquirir la fuerza necesaria para desplazarse en sentido horario en el hemisferio sur y en sentido contrario en el hemisferio norte.

## Figura 5

### *Efecto Coriolis*



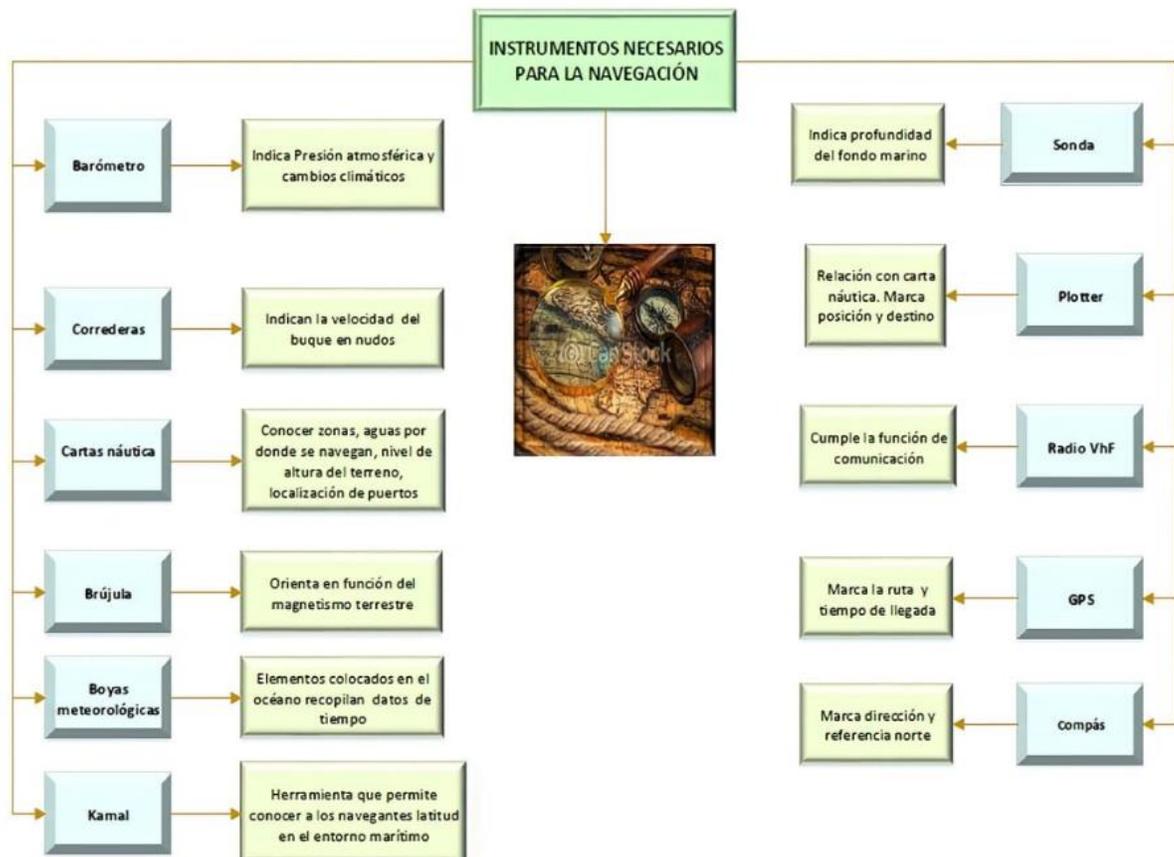
Nota: Adaptado de Efecto Coriolis por EcuRed, 2020, [https://www.ecured.cu/Efecto\\_Coriolis](https://www.ecured.cu/Efecto_Coriolis)

## ***Instrumentos de navegación***

Son herramientas que se utilizan para determinar rumbo, velocidad, posicionamiento, etc. En la parte de la fisura se describe los instrumentos necesarios para la navegación:

**Figura 6**

### *Instrumentos Necesarios para la navegación*



*Nota: Obtenida de Sellés, Manuel A. Instrumentos de navegación: del Mediterráneo al Pacífico, 2018.*

## **Buques**

Son embarcaciones o también llamados barcos que tienen diferentes dimensiones que sirven para la navegar y como medio de transporte en el mar. Este tiene varias características entre ellas se pueden denotar las siguientes:

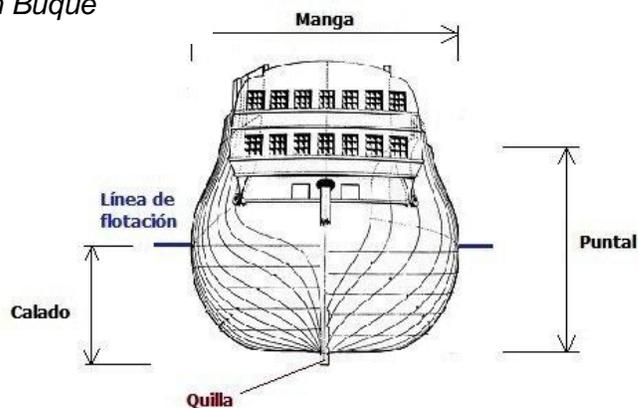
## Partes del buque más afectadas

Cuando los buques zarpan de cualquier puerto, toman en cuenta cada uno de los aspectos que podrían afectar de manera significativa la misión que vayan a cumplir, por lo general ciertas partes de los mismos suelen verse mayormente afectadas, estas son:

**Casco.** Esta es una de las partes que recibe mayor daño al momento de la navegación, puesto que está expuesta. Ayuda a la navegación y la flotabilidad de la nave, además brinda protección estructural. La razón por la cual tiende a recibir mayor daño es debido a que afronta los golpes de las olas y cualquier tipo de acción que pueda venir del exterior.

### Figura 7

*Casco de un Buque*



*Nota:* Adaptado de *Casco de un buque* Singladuras, 2018.

**Proa.** “Es la sección delantera de la embarcación, más ajustada que la popa y en forma acuñada. Su función es seccionar las aguas y el oleaje para mejorar la navegación del barco” (ONNautic, 2020).

La proa actuara como un cortador de resistencias presentes en el agua, según el tipo de proa que tenga la embarcación será menor o mayor el avance que tenga el buque. Existen 6 tipos de proas, las cuales son:

**Popa.** Es la parte posterior del buque, en este sitio se pueden encontrar los sistemas de propulsión y de maniobrabilidad. Ayuda a que la embarcación pueda tener movimiento en cualquier cuerpo de agua. Dependiendo del tipo de popa y oleaje, su propulsión y maniobrabilidad se verá afectada.

**Amura y Aleta.** Estas dos partes cumplen con la función de unión de la proa con la popa y dependiendo de las maniobras que realice el barco se recibirá un impacto menor o mayor de las olas, es decir entre menos balanceo o cabeceo, el buque se mantendrá en condiciones normales.

**Figura 8**

*Partes de un barco*



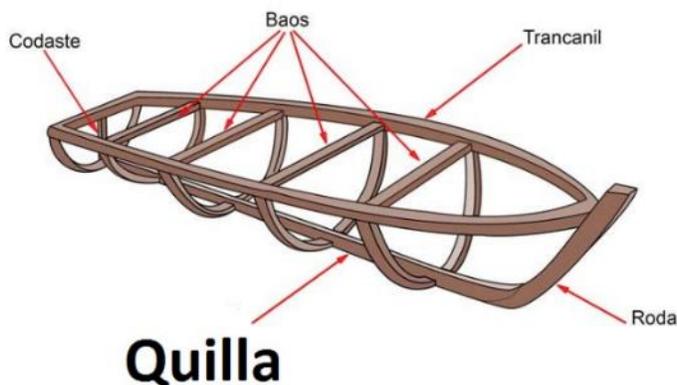
*Nota:* Adaptado de Partes de un barco, Sail and Trip, 2018.

**Quilla.** Se encuentra en la parte inferior del buque y también es una pieza de unión que soporta una gran carga de esfuerzo, puesto que recibe impactos directos de las olas.

**Roda.** Esta pieza se une con la quilla y ayuda a soportar los golpes de las olas. Esta es una de las piezas más fuertes de la embarcación puesto que su trabajo logra que los grandes oleajes no afecten a las demás partes del buque.

### Figura 9

*Quilla y Roda*



*Nota:* Adaptado de Quilla y Roda, EcuRed, 2018: <https://www.ecured.cu/Quilla>

**Borda.** Protege al personal que va en la embarcación y así mismo a los bienes materiales que se tengan a bordo. Cuando las condiciones climáticas no son las más adecuadas, esta estructura ayuda a evitar las caídas al mar de todos aquellos que se encuentren realizando actividades en cubierta.

### Tráfico Marítimo

El tráfico marítimo se refiere relativamente a todos aquellos procedimientos de transportación de mercancías que se realizan por vía marítima y fluvial, desde la antigüedad se ha utilizado este medio para comerciar alrededor de todo el mundo, debido a sus grandes características favorables, siendo el mejor medio para transportar grandes cantidades a un bajo costo y de manera organizada y rápida.

Cabe recalcar que la Organización Marítima Internacional es la encargada de establecer ciertas normas y leyes para la seguridad y cuidado marítimo, ya que en la

actualidad se ha incrementado la contaminación y la piratería en las áreas marítimas, por lo cual se establecen medidas que ayudan a combatir este tipo de problemas que se dan, este tipo de normas son puestas en acuerdo entre países en igualdad de condiciones.

### ***Control de tráfico marítimo***

Ecuador cuenta con la resolución número 032/04, la cual habla sobre el control del tráfico marítimo de las diversas naves que ingresan al país, donde el Art.1- señala que El control del tráfico marítimo de las naves que ingresen al país, lo efectuarán las capitanías de Puerto, en coordinación con las autoridades portuarias jurisdiccionales, de acuerdo a las disposiciones legales de Policía Marítima, aduaneras, así como de la Normativa Tarifaria para los Puertos Comerciales del Estado y Reglamento de Operaciones Portuarias de cada una de las Autoridades Portuarias (Consejo Nacional de la Marina Mercante y Puertos, 2018).

### ***Importancia de tráfico marítimo***

Según indica la Sekimizu (2015), “Cerca del 90% de la comercialización mundial se traslada mediante el transporte marítimo internacional”, si este medio se detiene por algún motivo las importaciones y exportaciones también lo harían, afectando al mundo entero.

La economía global siempre está en constante cambio, esto se pudo evidenciar claramente durante la pandemia, donde todas las cadenas productivas se vieron afectadas e inclusive actualmente por acción de la guerra Rusia-Ucrania, varios productos que son distribuidos a nivel mundial se han encarecido. Partiendo de este precepto el tráfico marítimo adquiere su importancia del hecho de la transportación de cualquier tipo de elementos alrededor del mundo, es decir que, gracias a este tipo de

operaciones, los diversos países se ven abastecidos y la economía mundial puede seguirse nutriendo. En caso de que el tráfico marítimo se vea afectado de alguna forma, la economía también lo hará, puesto que ambas funcionan de manera sinérgica.

### **Ruta marítima**

Una ruta marítima se define como el rumbo que siguen los diversos navíos desde un punto geográfico específico, estas pueden ser usadas para el tráfico comercial, logístico, militar, etc. En otras palabras, las rutas marítimas permiten que el mundo se encuentre conectado de cierto modo, para facilitar procesos de transporte, que en su gran mayoría son de tipo comercial.

### ***Principales rutas marítimas nacionales***

***Puerto de Guayaquil.*** Este es uno de los puertos que tiene una gran cantidad de exportaciones en el Ecuador debido a que tiene una cercanía con el canal de Panamá. Este puerto es el principal punto de conexión entre la región Sudamericana y la costa del continente americano. Sus condiciones meteorológicas y oceanográficas permiten que diversas embarcaciones puedan navegar sin mayor dificultad.

***Puerto Bolívar.*** Es el sitio portuario con mayor exportación bananera a nivel nacional, por lo general los buques de esta zona cuentan con una visibilidad buena de entre 10km y 20km, la temperatura máxima que se ha registrado es de 30°C y a nivel de mar 24°C, también se pueden hallar vientos de hasta 14 nudos y lloviznas aisladas (INOCAR, 2022).

***Puerto Manta.*** Se caracteriza por ser un puerto turístico y pesquero de alta importancia, además se localiza a 600 millas náuticas del canal de Panamá, también es uno de los puertos más cercanos hacia el continente asiático. Su organización e infraestructura permite que las diversas embarcaciones puedan maniobrar sin

problemas. Sus temperaturas promedio van de los 23°C hasta los 30°C como máximo, mientras que la temperatura del mar alcanza los 27°C. Por otro lado, los vientos van de los 4 hasta los 16 nudos y provienen del sursuroeste, dependiendo del día, la nubosidad puede ser parcial.

## **Principales puertos del Ecuador**

### ***Puerto de Esmeraldas***

Es uno de los puertos más importantes del Ecuador puesto que es una vía de comunicación directa con el noroeste del país, su extensión fluvial abarca los 90km aproximadamente. Cuenta con 5 afluentes, los cuales son: Guayllabamba, Blanco, Quinindé y Toachi.

La costa de Esmeraldas se extiende desde el Rio Mataje hasta el Cabo San Francisco, es dentro de esa jurisdicción que el puerto del lugar puede ejercer sus funciones. Dentro de la zona delimitada se han detectado ciertos factores que afectan a la navegación de las embarcaciones que transiten por allí.

***Peligros en la navegación.*** En la zona norte cerca de la Bahía Ancón de Sardinias hasta la entrada del Canal Limones se han registrado niveles de marea baja, por lo tanto, la navegación dentro de estos sitios únicamente debe hacerse por personal previamente autorizado, mismos que deben conocer correctamente la zona (Derrotero, 2021).

***Mareas, corrientes y vientos.*** Las mareas del puerto de Esmeraldas se caracterizan por lograr su máxima altura y su máximo de bajamares en un periodo de 24 horas, por lo general estas tienen una amplitud promedio de 3.4 metros. En lo que respecta a los vientos la velocidad oscila entre los 11 a 12 km/h.

**Temperatura.** La temperatura promedio del agua de mar es 26°C, la cual tiene variaciones en funciones de las corrientes de la temporada.

### **Puerto de Manta**

Está ubicado en la provincia de Manabí, su ensenada se extiende desde la Punta Murciélago hasta la Punta Jaramijó, en cuanto a su extensión total es de 21,5 MN y va desde la Punta San Mateo hasta Crucita.

**Peligros en la navegación.** En la zona no se presenta mayor peligro, debido a que cuenta con una buena fuente fluvial, pero en caso que se registren anomalías, los navegantes deberán conocer las maniobras correctas para poder llevar las embarcaciones hasta su destino final.

**Mareas, corrientes y vientos.** Las mareas del puerto suelen ser semidiurnos, se debe tomar en cuenta las pleamares y las bajamares las cuales son dos y su amplitud más grande registrada es de 3 metros. Por lo general en los meses de noviembre a abril son donde se presentan estos fenómenos mayormente. Las corrientes suelen tener una velocidad aproximada 0.5 Kn. Los vientos de esta región suelen inclinarse hacia el oeste, pero la mayor, fuerza suele estar en los meses de agosto y noviembre

**Temperatura.** La temperatura promedio del agua de mar al igual que el puerto de Esmeraldas es 26°C, pero su temperatura máxima registrada es de 35,5°C. En ciertas temporadas se tienen valores de 17°C. Esta zona suele permanecer nublada, y tener un índice de lluvias de 90mm, pero solo en los meses de enero a junio. La humedad relativa alcanza un 78%.

### ***Puerto de Guayaquil***

El puerto de Guayaquil, está ubicado al sur de la urbe a orillas del Estero del Salado, su extensión es de 10 Km, dentro de esta se dirige una gran parte de la economía debido a que en este sector se reciben la mayor parte de exportaciones e importaciones. El canal del Morro es el canal que conecta con el Océano Pacífico y se localiza entre la isla Puna y su extensión total es de 36 millas.

Es el segundo puerto más grande del país, y cuenta con una moderna infraestructura que le permite analizar todas las variaciones que puedan afectar a la navegación del sitio. El acceso al terminal desde el mar y tiene una longitud 51 millas náuticas (Zona Logística, 2019).

***Peligros en la navegación.*** Se debe tener cuidado con las rocas de gran tamaño que se encuentran sumergidas en el área debido a que pueden causar daños en la estructura de las embarcaciones, además se puede usar de referencia las boyas 9 y 10, también, los navegantes observaran la profundidad de la zona navegable (INOCAR, 2021).

***Mareas, corrientes y vientos.*** Las mareas del puerto tienen un coeficiente de 97 en la mañana y puede llegar hasta un máximo de 107 en las tardes. La velocidad de las mismas tiene una magnitud de 4,4 nudos y su dirección dependerá completamente de la marea además cuenta con una amplitud de 4,4 m. En lo que respecta a precipitaciones, se evidencia que son muy poco frecuentes (CNP, 2022).

***Temperatura.*** La temperatura promedio registrada en la zona es de 25°C en la estación de verano y esta aumenta hasta los 34,8 °C, al caer la noche los valores sufren un descenso y llegan hasta los 19,5 °C. Pero también dentro de estos factores se toma en cuenta las diversas corrientes y la situación climática cambiante.

## **Efectos directos de la meteorología y oceanografía en la navegación**

La navegación de los buques se puede ver afectada por diversos factores como el viento y el oleaje, los cuales ya se han mencionado anteriormente, cuando uno de estos pierde el equilibrio se produce una inestabilidad a nivel del mar.

Cuando el oleaje sufre alteraciones produce ciertos obstáculos para las naves, llegando inclusive a convertirse en un peligro latente, el cual puede provocar desde daños estructurales hasta un volcamiento de la embarcación. Este fenómeno es el que más influye en la navegación de los buques, donde el capitán o quien este al mando en el momento, deberá decidir en si anclar la embarcación mientras las olas recuperan un cauce normal o continuar navegando.

En caso de que el navío llegue a afrontar golpes de agua superiores a los que puede soportar puede comprometer su navegabilidad, es decir que durante el transcurso que quede la capacidad de los diversos equipos y sistemas se verá reducida significativamente. También las averías se hacen más notorias, ya que el barco pierde su forma normal y aumenta la agitación.

En la navegación el buque puede experimentar tres tipos de movimiento: balanceo, cabeceo y oscilación vertical.

Cuando el buque realiza una navegación normal se produce un movimiento de cabeceo el cual es angular alrededor de un eje transversal. “Cuando el buque tiene un cabeceo se trima alternativamente por proa y por popa” (Valle Cabezas, 2018).

El balanceo del buque debe ser normal y controlado, ya que si este movimiento es muy grande la estabilidad del buque puede verse comprometida, porque puede perder el punto de equilibrio dinámico, necesario para mantener la flotabilidad. En caso

de que el balanceo siga siendo extremo, se debe corregir el curso para que el impacto de las olas se distribuya hacia la amura de la banda.

“El cabeceo se genera por medio de la oscilación vertical del buque suele ser igual al lapso de agrupación con las olas. La incidencia del desplazamiento de cabeceo sobre el movimiento de balance paramétrico es dependiente de la coordinación (acoplamiento) existente entre ellos” (Conocimientos Navales, 2017). Para evitar este tipo de movimientos, únicamente se debe reducir la velocidad del navío y mantener el curso.

La oscilación vertical se origina cuando el buque se mueve en el mismo sentido de la ola y su velocidad es menor, entonces por acción de la fuerza del mar el barco puede ser atravesado y consecuentemente hundido, es por esta razón que el buque debe ser maniobrado para recibir el impacto de las olas por la aleta y no por popa.

### **Métodos de pronóstico meteorológicos y oceanográficos**

Hoy en día a pesar de contar con tecnología más avanzada no se puede estimar de manera exacta las condiciones climáticas, solo se realizan estimaciones en base de estudios y comparaciones respecto a otros años. Se puede afirmar que todos los pronósticos, tanto meteorológicos como oceanográficos, son aproximaciones casi exactas del panorama que se puede hallar al momento en que la embarcación zarpe.

Sin embargo, eso no quiere decir que estos pronósticos no cuenten con una base científica y verídica, es por tal motivo que siempre están bajo un análisis exhaustivo con el fin de que los buques no tengan problemas mayores antes, durante y después de la navegación.

Algunos de los métodos de predicción más usados son:

**Pronóstico simple.** Se basa en la observación del clima actual y hace afirmaciones de constancia, donde supone que el calor o viento generado en un

determinado día, se mantendrá constante durante la semana. Este método únicamente debe ser usado en lugares donde el clima es constante y no presenta variaciones de ningún tipo.

**Análisis de tendencias.** Este método comienza con el análisis de la situación climática actual en un lugar determinado, para posteriormente realizar suposiciones de corto plazo, ya que, al momento de revisar la dirección del viento, temperatura o precipitación, supone que no tendrá una variación muy grande en el transcurso del día.

**Climatología.** “Es la ciencia que estudia los climas. Se fundamenta en el análisis de las medidas registradas de los parámetros meteorológicos en un gran número de locaciones, y para cada sitio en el mayor número de años posible” (Navarra, 2017). Esto es uno de los métodos que es más usado a nivel global puesto que sus predicciones sirven para determinaciones a largo plazo, pero igualmente se deben analizar los valores respecto a variaciones en años pasados para que las aproximaciones sean más cercanas a la realidad.

Se podría decir que la mejor forma de tener un buen pronóstico del tiempo es juntar la información de todos estos métodos para generar un consenso general e igualmente esto deberá ser verificado por un grupo de expertos en pronósticos del tiempo. Aunque se tenga a la mano sistemas avanzados de análisis de información y satélites de monitoreo, siempre debe existir un ente que este pendiente a todas las variaciones que se estén generando en el momento.

### **Visualización del pronóstico**

**Observación directa.** Este tipo de visualización debe ser realizada para la persona interesada en conocer las variaciones climáticas del momento, esto puede deberse a que no tiene acceso a los datos climatológicos cuando está en navegación. Es por tanto que la probabilidad de que se use el método climatológico es baja. Entonces

únicamente se basará en la experticia y en el reconocimiento de los diversos factores que alteran el clima.

Un claro ejemplo de la observación directa, es cuando las condiciones climáticas comienzan a cambiar desde las nubes hasta las corrientes de viento, en este punto se aplica un método analógico para asociar el tipo de nubes con el viento, y predecir que una tormenta esta por desencadenarse, entre más volumen y tonalidad tengan las nubes mayores será la precipitación.

### **Accidentes por condiciones meteorológicas y oceanográficas**

Según un informe publicado por Safety and Shipping Review (2018) “Las equivocaciones producidas por seres humanos fueron las causantes del 75% y 96% de los accidentes marítimos”. La estadística restante se puede otorgar a problemas con las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Pero, no se puede dejar de lado que los accidentes marítimos por agentes externos como las olas o el viento también son reales y peligrosos por que pueden dañar la nave y al personal de tripulantes que se encuentren en su interior.

Si los vientos son demasiado fuertes producirán que el buque comience a perder la estabilidad y desplace todo su contenido, pudiendo provocar el hundimiento del mismo. Por lo general el movimiento de la carga de un buque es normal y ocurre con mucha frecuencia, es por tal motivo que el capitán debe asegurar que todo lo que este en cubierta este correctamente asegurado e igualmente todo en el interior. Cabe recordar que el desequilibrio de peso en el navío provocara que este pierda su navegabilidad.

Como ya se mencionó anteriormente, ahora todos los sistemas de navegación cuentan con información del pronostico del tiempo, a pesar de que estos datos no sean

exactos al 100%, otorga elementos suficientes para dilucidar un escenario de cómo se puede ver afectada la navegación para con ello crear planes de contingencia. Por tanto, es imperativo que la observación a bordo se mantenga desde el zarpe del buque, porque los cambios meteorológicos y oceanográficos suceden casi enseguida.

Sin embargo, “las condiciones climáticas adversas no son uno de los mayores causantes de accidentes en el mar actualmente, de hecho, con toda la información que se posee el número de accidentes debería ser menor” (Llagostera Barbero, 2021).

## **Marco Conceptual**

### ***Compás***

Sirve como instrumento para la navegación debido a que proporciona la posición o dirección de referencia y enmarca el rumbo del buque, permitiendo la medición de los diferentes ángulos de forma horizontal, los que se gradúan de acuerdo a las manecillas del reloj. Existen diferentes tipos de compás entre ellos, los magnéticos, giroscópicos, los electrónicos y los satelitales.

### ***Cartas náuticas***

Son representaciones de las diferentes escalas de aguas que se consideran navegables, indicando las profundidades y alturas tanto del agua como del terreno, siendo un instrumento que detalla puertos, peligros, localización, información que es esencial en el momento de navegación. Existen diferentes tipos de cartas náuticas según la escala que esta represente, entre ellas están las cartas generales, cartas de arribamiento, la de navegación costera, las recaladas y los cuarterones.

Es importante mencionar que se pueden encontrar cartas impresas y electrónicas, en cualquier caso, es importante entender lo que estas significan para el proceso de navegación.

***Viento cruzado***

“Aquel viento que sopla de forma perpendicular en relación a un objeto en relación a la tierra (Instituto de hidrología, 2019)”.

***Salinidad***

Contenido de sales que tiene el agua de los distintos océanos, debido a los diferentes componentes de cloruro de sodio. La salinidad y la temperatura del agua afectan a la densidad del agua del mar, siendo esta importante en el momento de navegación debido a la circulación del océano.

***Variabilidad del nivel del mar***

Son los diferentes cambios que se originan por temperatura y cantidad de sal que están en el movimiento oceánico, por los diferentes cambios climáticos y el calentamiento del globo terráqueo.

***Fricción***

Es producida cuando el viento golpea el buque en todas sus partes estructurales. Para tener una mejor perspectiva la navegabilidad se debe analizar la fricción del viento aparente, el cual a su vez debe ser revisado en sus dos componentes principales. Componente lateral, produce una escora en el buque y el componente longitudinal tiene dos subdivisiones: la positiva es cuando el viento llega por la popa y produce un impulso y consecuentemente aumentara la velocidad, por el contrario, la negativa es cuando el viento llega hacia la proa, lo cual produce una disminución considerable en la aceleración del buque e inclusive podría quedarse semi estático

### ***Navegación***

Trasladarse de un lugar a otro a través de la aplicación de varios métodos, cuyos métodos involucran el zarpado de un buque hasta el punto que se determine como llegada de forma responsable, eficiente y eficaz pese a las distintas amenazas que se pueden presentar en el momento de la navegación.

En la navegación moderna se utilizan diferentes herramientas tales como el sextante que se utiliza para medir los astros tales como las estrellas, la radionavegación utiliza radiotransmisores para ubicar a la posición de un buque que esta estático con la finalidad de encontrarlo en caso de que este haya perdido el rumbo. Actualmente aparece el GPS que se relaciona con la transmisión satelital.

### ***Tensión superficial***

Se manifiesta como una las fuerzas que existe entre moléculas de forma interna en los líquidos frente en las diferentes superficies sólidas lo que hace que se produzca la flotabilidad es decir el no hundimiento de la embarcación.

### ***La Oceanografía Física***

Pertenece a una rama de la oceanografía, esta se relaciona con el estudio de los distintos procesos físicos que se dan en el interior de los mares u océanos, lo que conlleva a entender la circulación del océano y la forma de distribuir el calor del mismo interactuando con la atmosfera cuyo resultado es los diferentes climas que se posee en la tierra.

### ***Plataformas oceánicas***

Son aquellas estructuras que se encuentran por debajo de la cuenca oceánica, la mayoría de estas pueden presentarse como problema cuando la marea se encuentra en su punto de descenso, ya que, al no estar completamente junto al nivel del mar, se

pueden observar los trozos de roca sobresaliente de la superficie y estas se las considera “dorsales oceánicas”. Cuando el buque llega a su destino, tiene que lanzar anclas muchos metros antes de llegada a su puerto.

### ***Tiempo Atmosférico***

El tiempo atmosférico está compuesto por varias variables meteorológicas que relacionan al estado de la atmosfera en un espacio determinado tales como: el viento, la presión atmosférica, la temperatura, la humedad y la precipitación, las mismas de manera directa se relacionan con la navegación de cualquier embarcación o buque.

### ***Efecto Coriolis***

Es una desviación producida por diversos factores externos, como la velocidad del viento, corrientes oceánicas, etc. Esta surge de la rotación de la Tierra sobre su eje, en caso de que esta rotación fuese nula el trazo seria lineal u horizontal. “La potencia del Efecto Coriolis, es aquella que se suscita por la rotación de la Tierra en el espacio exterior, y la trayectoria con la que se desvían objetos que también tienen cierto movimiento respecto al planeta” (Areaciencias, 2020).

### ***Observación directa***

Este tipo de visualización debe ser realizada para la persona interesada en conocer las variaciones climáticas del momento, esto puede deberse a que no tiene acceso a los datos climatológicos cuando está en navegación. Es por tanto que la probabilidad de que se use el método climatológico es baja. Entonces únicamente se basará en la experticia y en el reconocimiento de los diversos factores que alteran el clima.

### ***Análisis de tendencias***

Este método comienza con el análisis de la situación climática actual en un lugar determinado, para posteriormente realizar suposiciones de corto plazo, ya que, al momento de revisar la dirección del viento, temperatura o precipitación, supone que no tendrá una variación muy grande en el transcurso del día.

### **Escala de Douglas**

Es una escala encargada de otorgar información de cómo se encuentra el mar, básicamente sirve para describir el comportamiento del oleaje, es usada en varias partes del mundo puesto que su uso no supone ninguna dificultad gracias a que es muy sencilla de interpretar.

### ***Ruta marítima***

Una ruta marítima se define como el rumbo que siguen los diversos navíos desde un punto geográfico específico, estas pueden ser usadas para el tráfico comercial, logístico, militar, etc.

### **Marco Legal**

Dentro del presente marco legal se toma en consideración la preparación de los Guardiamarinas en calidad de estudiantes, donde se toma como base el “Reglamento a La Ley de Personal de Las Fuerzas Armadas” donde señala que todos los aspirantes serán evaluados a través de un proceso de militarización y formación para dotar de las competencias y destrezas al personal de oficiales y de tropa en el cumplimiento de sus funciones.

“El artículo 58 de la Ley Orgánica de la Defensa Nacional, establece: El reclutamiento, ingreso, formación, capacitación, perfeccionamiento, especialización, permanencia, promoción, licenciamiento, separación o baja del personal de las Fuerzas

Armadas permanentes, se realizará de conformidad con la Ley de Personal de las Fuerzas Armadas y su reglamento” (Ley Orgánica de la Defensa Nacional, 2015)

“El Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas en vigencia, define un marco conceptual y metodológico que orienta el conocimiento, análisis, diseño e implementación de los procesos educativos militares y del proceso de enseñanza aprendizaje para el personal militar en servicio activo” (Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador, 2021).

La Ley de Personal de las Fuerzas Armadas (2017), menciona en sus artículos que: “Art. 25.- Docencia Militar. – Es el arte de enseñar, como medio para mejorar el aprendizaje, dentro de los procesos educativos, modalidades de estudio, áreas de conocimiento e instrucción militar.”

“Art. 26.- Docente Militar. - Es aquel militar que cumple con las competencias y perfiles profesionales para impartir determinados conocimientos, según el ámbito de su especialidad, de acuerdo a las necesidades de Fuerza y nombrado en Orden General”.

Para la presente investigación se considera la Convención de Naciones Unidas sobre el derecho del Mar, para lo cual se toma en consideración:

Convenio sobre el reglamento internacional para prevenir los abordajes, (1972).

“Parte B Reglas de rumbo y gobierno. – Sección 1 conducta de los buques en condición de baja visibilidad. Regla 5: Todos los buques mantendrán en todo momento una eficaz vigilancia visual y auditiva, utilizando asimismo todos los medios disponibles que sean apropiados a las circunstancias y condiciones del momento, para evaluar plenamente la situación y el riesgo de abordaje”.

Convenio sobre el reglamento internacional para prevenir los abordajes, (1972).

“Parte B Reglas de rumbo y gobierno. – Sección 1 conducta de los buques en condición de baja visibilidad. Regla 6: Todo buque navegará en todo momento a una velocidad de

seguridad tal que le permita ejecutar la maniobra adecuada y eficaz para evitar el abordaje y pararse a la distancia que sea apropiada a las circunstancias y condiciones del momento.”

“Art. 20.- Submarinos y otros vehículos sumergibles: En el mar territorial, los submarinos y cualesquiera otros vehículos sumergibles deberán navegar en la superficie y enarbolar su pabellón” (Mar, 2012).

Se considera el registro oficial del Instituto oceanográfico y antártico de la Armada (INOCAR), para lo cual se considera el Capítulo IV de la Estructura Institucional Descriptiva, Artículo 10.- Estructura Descriptiva. - 1.2.1.3. Gestión de Oceanografía y Meteorología Marina (INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, 2021).

Se toma a consideración la Ley Orgánica De Navegación, Gestión Seguridad Y Protección Marítima (2021), donde se hace referencia al artículo

“Art. 7.- Conformación del Sistema de Organización Marítima Nacional. - El Sistema de Organización Marítima Nacional está conformado por las entidades de la administración pública, cuyas competencias se encuentran vinculadas a las distintas actividades que se desarrollan en el ámbito de aplicación de la presente Ley; y, que deben ser coordinadas y articuladas para el ejercicio efectivo de la coadministración marítima, manteniendo cada una de ellas la rectoría de su ámbito de competencia y gestión. La Autoridad de la Defensa Nacional, es el ente rector de las políticas públicas en materia marítima nacional”.

“Para el cumplimiento de los fines del Sistema de Organización Marítima Nacional, las autoridades nacionales establecerán los respectivos mecanismos de cooperación y coordinación interinstitucional que sean necesarios, respetando el ámbito de sus competencias. Los delegados de las autoridades descritas en los literales

anteriores, serán permanentes” (Ley Orgánica De Navegación, Gestión Seguridad y Protección Marítima, 2021).

Dentro de los reglamentos internos de actividad marítima del Ecuador se encuentra el decreto No. 168, el cual tiene como objetivo reglamentar las diversas instituciones jurídicas asociadas con la actividad marítima y portuaria, contempladas en el Código de Policía Marítima, en todo cuanto trata sobre los actos administrativos, métodos y requisitos para el ejercicio de tales ocupaciones. Donde en su Capítulo V sobre Arqueo, Avalúo, Clasificación E Inspección De Naves, menciona la clasificación de las naves según servicio, sistema y uso (Reglamento A La Actividad Marítima, 2015).

Sobre las capitanías que se encuentran dentro del territorio ecuatoriano existe una reglamentación dentro del Código de Policía Marítima, donde en su Título I – De las Capitanías del Puerto menciona:

“Art. 2.- Las capitanías de puerto de la República tienen por objeto, dentro de los límites de sus respectivas circunscripciones, cumplir las siguientes obligaciones: Vigilar la correcta y segura navegación de todas las embarcaciones nacionales o extranjeras que trafiquen en sus aguas jurisdiccionales; Exigir el orden, comodidad y seguridad de los pasajeros y tripulantes ecuatorianos embarcados en naves (Código de policía Marítima, 2018).”

## Capítulo II

### Fundamentación Metodológica

La presente investigación recoge fundamentos relevantes que se relacionan con el tema de estudio, mismos que se analizan en base a la información establecida; por tanto, se establecen los siguientes ítems:

#### **Enfoque o Tipo de Investigación**

El estudio antes descrito se relaciona con las condiciones meteorológicas y oceanográfica, el cual tiene un enfoque de investigación cuantitativo, debido a que se recopila información, para posterior ser analizada a través de los datos que originan las mismas variables en estudio en la navegación que realizan los buques.

#### **Alcance o Niveles de la Investigación**

El nivel de investigación que se ha considerado utilizar para este trabajo es el explicativo, documental; por consiguiente, se recopila información basada en las variables en estudio de modo que se puedan mostrar rasgos importantes obtenidos en la parte documental. Aquí se recopila información donde se establecen la cantidad de buques que han arribado en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil, los mismos que se consideran en el tráfico marítimo. De forma consecutiva se podrá presentar un programa informático con información histórica de datos meteorológica y oceanográfica propia de los puertos ya mencionados y que pueda servir de ayuda durante la navegación.

#### **Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es de tipo no experimental debido a la descripción y explicación de las variables en estudio, por cuya razón se realizan tablas de datos, donde se establece información de las variables relacionados con la parte

meteorológica y oceanográfica, las mismas que están clasificadas de acuerdo a las estaciones lluviosas y no lluviosas.

### **Muestra**

Para la siguiente investigación se obtuvieron datos desde el 2017 al 2020 correspondiente al ingreso de los buques en los diferentes puertos e indicando la movilidad de carga. Adicional se establece datos que fueron tomadas a 5 millas de la costa es decir a una distancia considerablemente lejos previo al ingreso de los buques un puerto y a diferentes profundidades a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m y sobre todo en las estaciones lluviosa y no lluviosa en el intervalo de años desde el 2017 al 2021, la misma que sirve para el diagnóstico y explicación de los objetivos planteados en la investigación.

### **Técnica de Recolección de Datos**

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos dependieron de los objetivos y fueron los siguientes:

- Se utilizaron datos obtenidos de investigaciones experimentales de condiciones climáticas y meteorológicas previas por (Valenzuela-Cobos et al., 2021).
- Se realizó una búsqueda bibliográfica para determinar las condiciones del tráfico marítimo en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil, y para presentar el programa informático con información meteorológica y oceanográfica previo al ingreso para estos puertos.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

El instrumento de recolección de datos que se utilizó fue la tabla de registro del oxígeno disuelto, de la temperatura y de las condiciones atmosféricas; en las cuales se tomaron datos de las variables correspondiente a los objetivos. Dentro del primer objetivo se analizaron los registros de las condiciones oceanográficas mediante la

herramienta de la Botella Van Dorn, la misma que cumple la función de recoger el agua a diferentes profundidades 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m; la cual sirve para tomar muestras en aguas de corrientes predominantes, dicho de otra manera, las muestras van a variar a medida que cambie la profundidad. Además de la revisión de diversos registros de tablas de documentos portuarias y el tráfico de los buques en los años comprendidos entre 2018 y 2020.

### **Procesamiento y Análisis de Datos**

El procesamiento y análisis de datos será establecido a través de la tabulación de la información en diferentes tablas a medida que se establecerá una relación entre el oxígeno y la fuerza del viento con las variables oceanográficas y meteorológicas según corresponda. Por otra parte, la cantidad de oxígeno disuelto a diferentes profundidades, estaciones lluviosas y temperaturas, ciertamente fueron medidas en el intervalo de los años comprendidos entre el 2018 y el 2020.

Entre las mediciones meteorológicas y oceanográficas que se determinaron fueron oxígeno disuelto y temperatura del aire. Una de las magnitudes más ampliamente observadas para el estudio de la oceanografía física y química es la concentración de oxígeno disuelto también conocido como O<sub>2</sub>. Agregando a los anterior, la presencia del O<sub>2</sub> refleja procesos tanto físicos como biológicos en el océano así mismo cualquier cambio en el O<sub>2</sub> podría influir directamente en la fisiología de la vida marina (Portner and Knust, 2007; Vaquer-Sunyer and Duarte, 2008). Sobre todo, el O<sub>2</sub> también refleja el efecto acumulativo del consumo biológico de oxígeno y se puede utilizar como un marcador pasivo no conservador que informa las características de la circulación oceánica y la formación de masas de agua (Talley et al., 2011).

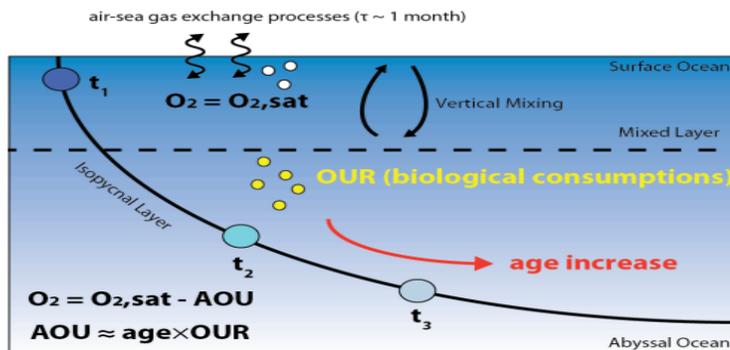
El O<sub>2</sub> se puede descomponer en dos factores tales como cambios resultantes de la termodinámica y de la respiración biológica. Primero nos fijamos en el efecto

termodinámico. La fracción molar seca del O<sub>2</sub> atmosférico es de aproximadamente el 21 %, que suministra O<sub>2</sub> a la superficie del océano a través de los intercambios de gases aire-mar. El O<sub>2</sub> en la superficie depende de la temperatura y la salinidad del océano (principalmente impulsada por la temperatura a través de la ley de Henry), y generalmente está cerca de la saturación en la superficie dentro de un pequeño porcentaje. En resumen, el O<sub>2</sub> superficial es inversamente covariable con los gradientes de temperatura de la superficie del mar. Las temperaturas cálidas de las latitudes bajas disminuyen la solubilidad del O<sub>2</sub>, y las temperaturas bajas de las latitudes medias a altas la aumentan porque el agua fría disuelve más gases. Se verifica que existe relación entre el Oxígeno disuelto como condición oceanográfica y su influencia en las corrientes marinas.

El movimiento del agua de la plataforma continental que bordea dicha corriente está determinado por eventos de vientos locales y distantes, influencias de las mareas y la propia corriente adyacente (Wyrski, 1962). La respuesta depende de la naturaleza de dicho forzamiento, las estructuras de agua existentes, el ancho de la plataforma, la batimetría subyacente y las características de la costa. El oxígeno preformado es la concentración de oxígeno disuelto justo antes del momento del transporte al océano interior. Básicamente el O<sub>2</sub> determinado por termodinámica, mezcla vertical y otros procesos mecánicos superficiales como la formación de burbujas y la inyección directa de gas a través de estos procesos (Figura 10).

**Figura 10**

*Cambio del O<sub>2</sub> junto con las circulaciones oceánicas*



blue gradient: dissolved oxygen  
 dark blue: high oxygen, light blue: low oxygen  
 time:  $t_1 < t_2 < t_3$

*Nota: El esquema muestra cómo cambia el O<sub>2</sub>. Tomado de Wyrski, K. (1962), The oxygen minima in relation to ocean circulation, Deep Sea Res., 9, 11–23.*

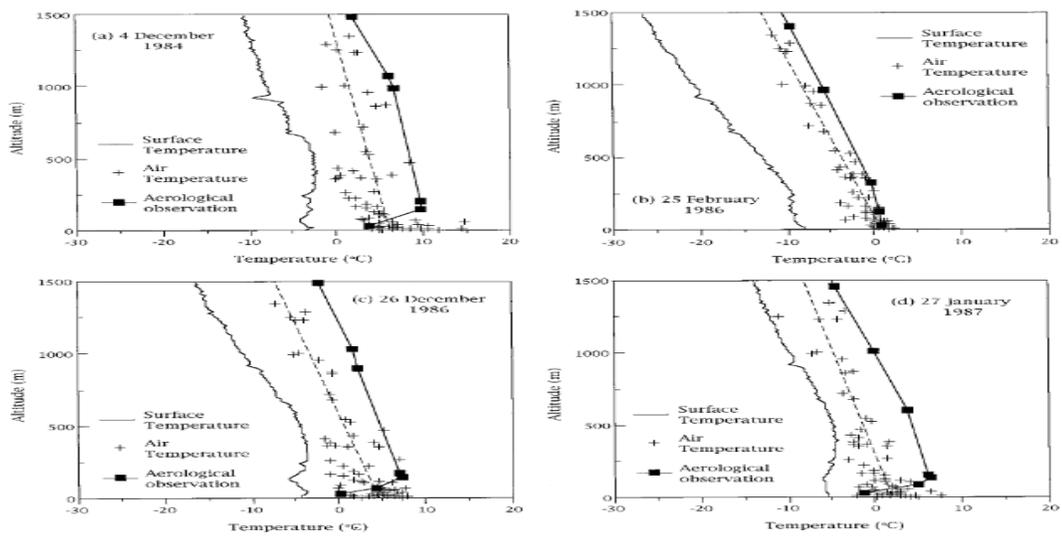
Por otro lado, las temperaturas máximas y mínimas se determinaron en las estaciones lluviosa y no lluviosa en el intervalo de años desde el 2017 al 2022 (Tabla 6). El conocimiento de las temperaturas superficiales es muy importante no solo para obtener las condiciones de contorno de la atmósfera sino también para comprender las condiciones ambientales necesarias para los seres humanos (Yates et al., 1984; Caselles and Sobrino 1991).

Las correlaciones entre las temperaturas del aire y la fuerza del viento se ha demostrado que son altas y se encuentran estimadas a partir de píxeles individuales en las estaciones AMeDAS (Figura 11). Diferentes investigadores han demostrado similares resultados, los coeficientes de correlación mostraron picos máximos en los radios de 100 a 400 m en todas las escenas, mientras en otra investigación el 4 de diciembre de 1984 apareció un pico máximo en los coeficientes de correlación en el radio de 400 m, el radio más grande entre los de las escenas analizadas. Los coeficientes de correlación disminuyeron monótonamente después del pico máximo y

no se pudo observar un máximo secundario incluso en un radio mayor de 10 km (Kawashima et al., 2000).

### Figura 11

*La relación entre las temperaturas del aire y la fuerza del viento*



*Nota: La relación entre las temperaturas del aire y la fuerza del viento. Tomado de Kawashima et al., 2000*

Tabla 6

Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas del 2017 al 2018.

ESTACIÓN	ALTUR A	AÑO	GUAYAQU IL	MANT A	ESMERALDA S	AÑO	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S
LLUVIOSA	0	2017	5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	2018	5,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	10		5,2 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>		5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	20		5,9 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>		5,2 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	30		5,7 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>		5,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	40		5,4 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>		5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	50		4,3 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>		4,7 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>
	75		3,7 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>		3,4 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>
	100		2,3 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,3 <sup>b</sup>		2,5 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>
NO LLUVIOSA	0		5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>		5,4 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	10		5,6 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>		5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	20		5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>		5,4 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	30		5,1 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>		5,5 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	40		5,6 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>		5,3 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	50		3,9 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,8 <sup>b</sup>		4,1 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
	75		3,7 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>		3,6 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>
	100		2,6 <sup>b</sup>	2,7 <sup>b</sup>	2,3		2,9 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>

Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas. \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las concentraciones de Oxígeno disuelto entre las diferentes alturas por cada estación lluviosa y no lluviosa Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.

**Tabla 7***Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas durante el 2019*

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ALTURA</b>	<b>AÑO</b>	<b>GUAYAQUIL</b>	<b>MANTA</b>	<b>ESMERALDAS</b>
<b>LLUVIOSA</b>	0	2019	5,7 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	10		5,4 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	20		5,4 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	30		5,6 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	40		5,8 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	50		4,7 <sup>b</sup>	4,6 <sup>b</sup>	4,6 <sup>b</sup>
	75		3,2 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,8 <sup>b</sup>
	100		2,6 <sup>b</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,3 <sup>b</sup>
<b>NO LLUVIOSA</b>	0		5,7 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	10		5,1 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	20		5,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	30		5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	40		5,5 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>
	50		4,1 <sup>b</sup>	4,2 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
	75		3,4 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>
	100		2,3 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,7 <sup>b</sup>

*Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas.  
\*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las concentraciones de Oxígeno disuelto entre las diferentes alturas por cada estación lluviosa y no lluviosa Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.*

Tabla 8

*Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas del 2020-2021*

ESTACIÓN	ALTUR A	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S
LLUVIOSA	0	2020	5,6 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	2021	5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	10	0	5,3 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	1	5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	20		5,4 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>		5,3 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>
	30		5,2 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>		5,4 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	40		5,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>		5,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	50		4,3 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>		3,5 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>	4,6 <sup>b</sup>
	75		3,4 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>		3,6 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>
	100		2,7 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>		2,4 <sup>b</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>
NO LLUVIOSA	0		5,5 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>		5,8 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	10		5,5 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>		5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	20		5,5 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>		5,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	30		5,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>		5,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
	40		5,5 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>		5,3 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
	50		4,1 <sup>b</sup>	4,2 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>		4,3 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>
	75		3,5 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>		3,6 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>
	100		2,7 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>		2,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>

*Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas. \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las concentraciones de Oxígeno disuelto entre las diferentes alturas por cada estación lluviosa y no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.*

Tabla 9

*Análisis del oxígeno disuelto a diferentes alturas durante el 2022*

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ALTURA</b>	<b>AÑO</b>	<b>GUAYAQUIL</b>	<b>MANTA</b>	<b>ESMERALDAS</b>
<b>LLUVIOSA</b>	0	2022	5,0 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
	10		5,1 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	20		5,5 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>
	30		5,2 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
	40		5,1 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
	50		3,8 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	4,8 <sup>b</sup>
	75		3,2 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,0 <sup>b</sup>
	100		2,1 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>
	<b>NO LLUVIOSA</b>		0	2022	ND
10		ND	ND		ND
20		ND	ND		ND
30		ND	ND		ND
40		ND	ND		ND
50		ND	ND		ND
75		ND	ND		ND
100		ND	ND		ND

*Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas.  
\*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las concentraciones de Oxígeno disuelto entre las diferentes alturas por cada estación lluviosa y no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.*

Tabla 10

Temperatura durante los años desde el 2017 al 2018

TEMPORAD A	TEMPERATUR A	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S
LLUVIOSA	MÍNIMA	201 7	23,31 <sup>b</sup>	23,49 <sup>b</sup>	23,52 <sup>b</sup>	201 8	23,80 <sup>b</sup>	23,64 <sup>b</sup>	23,22 <sup>b</sup>
	MÁXIMA		29,41 <sup>a</sup>	29,74 <sup>a</sup>	30,19 <sup>a</sup>		29,80 <sup>a</sup>	30,03 <sup>a</sup>	30,87 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA	MÍNIMA		23,17 <sup>b</sup>	23,23 <sup>b</sup>	23,13 <sup>b</sup>		23,16 <sup>b</sup>	23,62 <sup>b</sup>	23,97 <sup>b</sup>
	MÁXIMA		29,41 <sup>a</sup>	29,78 <sup>a</sup>	30,78 <sup>a</sup>		29,53 <sup>a</sup>	29,67 <sup>a</sup>	30,67 <sup>a</sup>

Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas. \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las temperaturas mínimas y máximas por cada estación lluviosa o no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.

Tabla 11

Temperatura durante los años desde el 2019 al 2020

TEMPORAD A	TEMPERATUR A	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S	AÑ O	GUAYAQUI L	MANT A	ESMERALDA S
LLUVIOSA	MÍNIMA	201 9	23,29 <sup>b</sup>	23,91 <sup>b</sup>	23,92 <sup>b</sup>	202 0	23,43 <sup>b</sup>	23,60 <sup>b</sup>	23,62 <sup>b</sup>
	MÁXIMA		29,73 <sup>a</sup>	29,77 <sup>a</sup>	30,46 <sup>a</sup>		29,63 <sup>a</sup>	30,42 <sup>a</sup>	30,37 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA	MÍNIMA		23,89 <sup>b</sup>	23,36 <sup>b</sup>	23,34 <sup>b</sup>		23,45 <sup>b</sup>	23,34 <sup>b</sup>	23,03 <sup>b</sup>
	MÁXIMA		29,53 <sup>a</sup>	30,12 <sup>a</sup>	29,95 <sup>a</sup>		29,39 <sup>a</sup>	29,96 <sup>a</sup>	30,79 <sup>a</sup>

Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas. \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las temperaturas mínimas y máximas por cada estación lluviosa o no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.

Tabla 12

Temperatura durante los años desde el 2021 al 2022

TEMPORADA	TEMPERATURA	AÑO	GUAYAQUIL	MANTA	ESMERALDAS	AÑO	GUAYAQUIL	MANTA	ESMERALDAS
LLUVIOSA	MÍNIMA	2021	24,14 <sup>b</sup>	23,83 <sup>b</sup>	23,29 <sup>b</sup>	2022	23,29 <sup>b</sup>	23,91 <sup>b</sup>	23,92 <sup>b</sup>
	MÁXIMA		29,60 <sup>a</sup>	29,89 <sup>a</sup>	30,62 <sup>a</sup>		29,73 <sup>a</sup>	29,77 <sup>a</sup>	30,46 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA	MÍNIMA		23,83 <sup>b</sup>	24,01 <sup>b</sup>	23,69 <sup>b</sup>		ND	ND	ND
	MÁXIMA		29,62 <sup>a</sup>	29,86 <sup>a</sup>	31,07 <sup>a</sup>		ND	ND	ND

Nota: \*Los puertos estudiados se encuentran en las ciudades de Guayaquil, Manta y Esmeraldas. \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las temperaturas mínimas y máximas por cada estación lluviosa o no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021.

Tabla 13

Condiciones atmosféricas del 2018 al 2022 en el Puerto Esmeraldas

TEMPORADA	AÑO	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	DIRECCIÓN DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO
LLUVIOSA	2018	1012.8 <sup>a</sup>	315 <sup>b</sup>	23 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA		1014.7 <sup>a</sup>	320 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>
LLUVIOSA	2019	1010.1 <sup>a</sup>	311 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA		1013.5 <sup>a</sup>	317 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>
LLUVIOSA	2020	1011.7 <sup>a</sup>	304 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA		1010.6 <sup>a</sup>	328 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>
LLUVIOSA	2021	1011.5 <sup>a</sup>	310 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup>
NO LLUVIOSA		1012.1 <sup>a</sup>	318 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>
LLUVIOSA	2022	1010.4 <sup>a</sup>	301 <sup>b</sup>	17 <sup>a</sup>

Nota: \*Diferentes letras indican diferentes estadísticas entre las condiciones atmosféricas por cada estación lluviosa o no lluviosa. Tomado de Valenzuela-Cobos et al., 2021

Los datos meteorológicos obtenidos nos llevan a atribuir un efecto reducido sobre los caudales medios de agua y sobre sus variaciones estacionales por la acción mecánica del viento. Por otro lado, la variación semidiurna de la presión atmosférica sólo puede producir alrededor del 10% de los flujos, dado que estas dos fuerzas externas, el viento y la presión atmosférica, ejercen efectos moderados, la circulación debe ser principalmente termohalina (Béthoux et al., 1982).

Tráfico marítimo de los buques en los puertos de Esmeraldas, Manta y Guayaquil

El transporte marítimo es uno de los emprendimientos económicos más grandes del mundo y representa el 80% del comercio mundial (UNCTAD, 2016). Se han establecido un gran número de rutas marítimas en todo el mundo para proporcionar rutas logísticamente eficientes y rentables para el transporte marítimo. Sin embargo, al mismo tiempo, el tráfico marítimo (TM) está afectando negativamente a los entornos marinos (Halpern et al., 2015; Bracker, 2019).

El mal tiempo es la causa del 30% de las pérdidas de barcos. En el transporte marítimo, el costo del tiempo es alto. Por esta razón, es necesario completar el viaje lo antes posible. La carga debe ser entregada en el puerto de destino lo antes posible sin sufrir daños. La meteorología marítima se ocupa de los pronósticos del aire, el viento, la temperatura, la visibilidad, las corrientes y las olas para los barcos que operan en el mar.

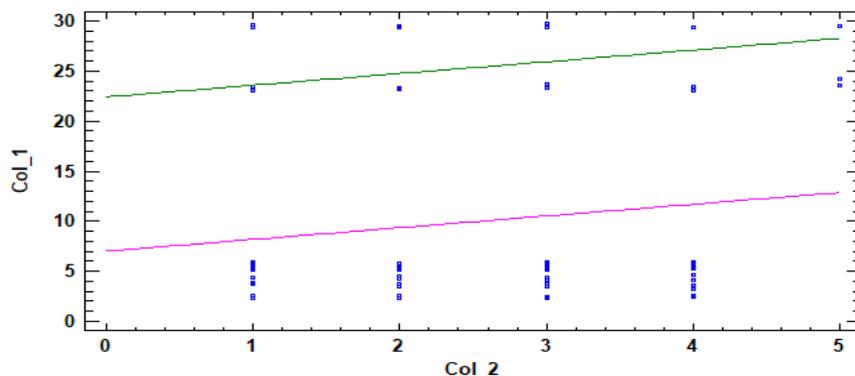
Los puertos marítimos son uno de los principales elementos de transporte en todo el mundo, ya que actúan como puntos que permiten el flujo de carga a través de las cadenas de suministro mundiales (Burns, 2018). Por tanto, la red de transporte marítimo puede entenderse como una estructura compleja compuesta por un conjunto de vértices (puertos) conectados entre sí por líneas marítimas (bordes). Nótese que,

aunque esta es la forma sencilla y más común de modelar redes marítimas, más adelante se comentarán otras alternativas.

Existe una relación paralela entre el tráfico marítimo y las condiciones climáticas, de hecho, como las cargas tienen origen y destino de un número cuantificable de fletes, la red de transporte marítimo puede entenderse como una red dirigida con bordes abultados (Dorogovtsev and Mendes, 2013). Esta CN se puede explorar matemáticamente a través de conceptos bien conocidos y estudiados como grado de nodo, longitudes de camino más cortas, agrupamiento o estructuras comunitarias (Boccaletti et al., 2006) que pasan a formar parte de la metodología denominada Análisis de Redes Complejas (CNA).

## Figura 12

*Tráfico marítimo en relación a las condiciones climáticas*



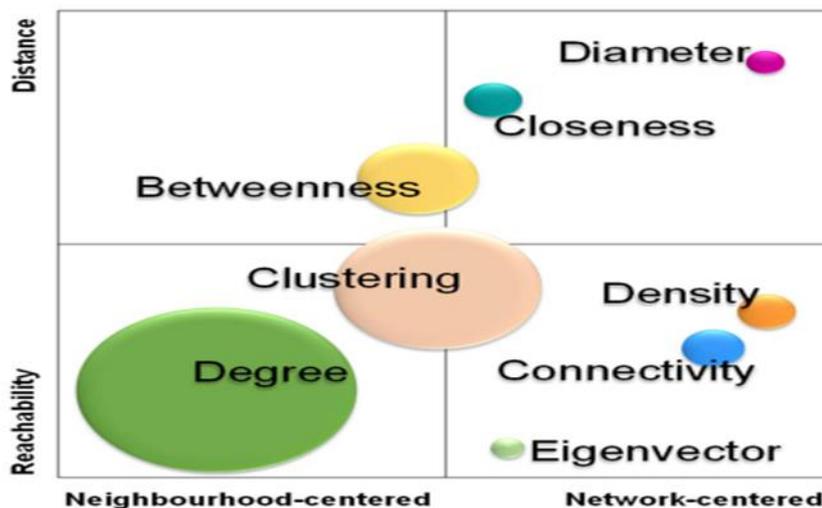
*Nota: Tráfico marítimo Vs Condiciones Climáticas. Tomado Dorogovtsev, S.N., and Mendes, J.F. (2013).*

La figura 12 presenta los principales motivos por los que se realizan diferentes movimientos en el tráfico marítimo. A lo largo de la historia la red de transporte marítimo ha sido de vital importancia. Es posible rastrear la historia de la humanidad y los centros de poder mundial, o "núcleos geográficos", siguiendo los sucesivos nodos centrales de esta red. En el entorno de cada nodo central sucesivo de la red de transporte marítimo,

se ha desarrollado una cultura y una civilización dominantes en cada punto de la historia (Attali, 2007; Stopford, 2009). El transporte marítimo del comercio mundial está ligado al volumen de la carga, la cercanía de los puertos, la densidad de la carga, la conectividad mundial por lo que los desafíos de seguridad y protección son una alta prioridad para las naciones de todo el mundo. Los datos de vigilancia marítima se recopilan a diferentes escalas y se utilizan cada vez más para lograr niveles más altos de conocimiento de la situación.

### Figura 13

*Medidas divididas según su enfoque en el uso de la distancia*



*Nota: Medidas divididas según su enfoque en el uso de la distancia o no, y su enfoque en toda la red o solo en los vecinos del nodo. Tomado: Attali, J. (2007). A Brief History of the Future. New Perspectives Quarterly*

La variable degree (color verde) tiene la mayor relación en el tráfico marino debido a la incidencia que tiene la eslora con la profundidad del mar. Los indicadores de clustering y betweenness (colores rosado y amarillo) son las variables con mayor importancia debido a que la cantidad de barcos en una misma vía interfiere en la velocidad que pueden tener entre las navegaciones; las variables de diameter,

closeness, density, connectivity and Eigenvector tiene una leve relevancia en el tráfico marítimo porque están ligadas a factores visuales o físicos que pueden tener cada navegación.

**Tabla 14**

*Buques arribados al Sistema Portuario*

PUERTO S	Número de naves arribadas				MOVIMIENTO DE CARGA DE TRÁFICO INTERNACIONAL)			
	2017	2018	2019	2020	Toneladas métricas			
					2017	2018	2019	2020
<b>APE</b>	188	187	142	80	581.249	546.241	351.248	195.090
<b>APM</b>	435	496	516	419	784.776	904.765	921,227	855.364
<b>APG</b>	726	838	886	1001	8.699.340	8.517.310	9,195,938	10.685.052

*Nota:* Buques arribados y carga movilizada de tráfico marítimo. Tomado de Ministerio de transporte y Obras públicas, Boletín de estadísticas portuarias.

En base a la tabla 14 se establece la cantidad de naves que han ingresado a los puertos de Esmeralda, Manta y Guayaquil mostrando una variación entre los diferentes años mostrando que en APE y APM las naves arribadas has disminuido en relación al año 2019; a diferencia de APG que se analiza un aumento de los buques atracados. De igual manera se establecen los movimientos de las cargas relacionados con el tráfico internacional establecido en toneladas métricas.

## Capítulo III

### Resultados de la investigación

En base a la investigación establecida se determinó que las condiciones oceanográficas y meteorológicas inciden en la navegación, la misma que se detalló en las diferentes tablas de datos numéricos que fueron tomados a diferentes profundidades donde se resaltan las estaciones lluviosas y no lluviosas y se consideró variables como la temperatura, oxígeno, el viento entre otros; dicho análisis indica que la variabilidad del viento hace que los buques cambien la ruta de navegación aumentando los costos en los que incurren al momento de navegar. Por lo tanto, afectan en el tráfico marítimo porque su afluencia hace que los buques disminuyan la velocidad en el momento de la navegación. Por lo que se pone a consideración un programa informático donde se registrarán datos relacionados con las variables meteorológicas y oceanográficas.

#### Datos Informativos

**Título.** Diseño de un programa informático de visualización de datos oceanográficos y meteorológicos históricos para los buques que navegan en la costa ecuatoriana.

**Tipo de proyecto.** El proyecto está relacionado con la finalidad del registro de datos históricos, dirigido al área de seguridad y defensa.

**Institución responsable.** Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Unidad Académica Especial Salinas.

**Cobertura poblacional.** Está orientado para el desarrollo de la navegación de diferentes buques que arriben a la costa ecuatoriana.

**Cobertura territorial.** Provincia de Santa Elena, Cantón Salinas, Escuela Superior Naval “CMDTE. Rafael Morán Valverde”

### **Antecedentes de la Propuesta**

La propuesta se establece por la necesidad de recopilar los datos de la variable en un solo programa debido a que no existen datos históricos de las condiciones oceanográficas y meteorológicas que permitan revisar la información para la navegación de los diferentes buques y por ende que no afecten el tráfico marítimo. Como antecedente podemos tomar en consideración las publicaciones del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (derroteros), los cuales tienen una perspectiva general de los puertos a nivel nacional donde nos brinda información relacionada con la meteorología y oceanografía de la zona además de características específicas de dichos puertos.

### **Justificación**

Para la gente de mar es fundamental y necesario tener en cuenta las variables meteorológicas y oceanográficas, ya que el desconocimiento de las mismas pone en gran riesgo la navegación segura de los buques por este motivo en base a la investigación realizada se decidió diseñar un programa informático que tenga como finalidad el registro de datos relacionados con las variables meteorológicas y oceanográficas, los cuales aportarán a la navegación de los buques en la costa ecuatoriana, permitiendo visualizar la ubicación de los diferentes puertos a través de un mapa en la zona costera del Ecuador.

Esta propuesta brinda la facilidad de acceder a mucha información necesaria, que en algunos casos se vuelven complejas de identificar, de tal manera esta alternativa muestra la relación de gráficas, tablas con las variables de estudio y a su vez sintetizan la información que puede ser utilizada en distintos escenarios. Dicho programa se establece con la finalidad de digitalizar la información de datos históricos de las diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas que influyen en la navegación.

**Objetivo general**

Diseñar un programa informático de visualización de datos oceanográficos y meteorológicos históricos para los buques que navegan en la costa ecuatoriana a través de la digitalización de datos ya existentes para la optimización del acceso a la información necesaria en la navegación.

**Objetivos específicos**

Definir información específica necesaria a las variables de estudio mediante la creación de tablas de datos con registros climáticos y meteorológicos históricos para la navegación segura de los diferentes buques.

Determinar el lenguaje de programación a través de la utilización de una plataforma de desarrollo para el almacenamiento y sistematización de datos.

Demostrar el funcionamiento del programa mediante la exposición de los datos establecidos en el programa para la mejora de la navegación de los buques en los puertos.

**Fundamentación de la propuesta**

En relación al resultado de la investigación se diseña un programa informático que marca la relación de las condiciones oceanográficas y meteorológica con la navegación de los buques en la costa ecuatoriana, por cuya razón se establece la plataforma de visualización de datos históricos y el tráfico de los diferentes buques.

La presente propuesta pretende aportar al conocimiento de las tecnologías de la información con respecto al uso de datos y como transformarlos en información para posteriormente convertirla en información valiedera, la misma que nos permitirá la toma de decisiones correspondientes. El programa diseñado es interactivo ya que existen diversas opciones que brindan información oportuna para la navegación de los

diferentes buques de tal forma que aporta a evitar problemas en el tráfico marítimo en la costa ecuatoriana.

### **Diseño de la propuesta**

El diseño de la aplicación tiene como finalidad presentar información de manera gráfica los datos oceanográficos y meteorológicos recopilados a través de los años para establecer las características climáticas con sus variantes de las costas ecuatorianas, por tanto, los diferentes elementos que se establecen dentro del diseño de la propuesta se lo detallan a continuación:

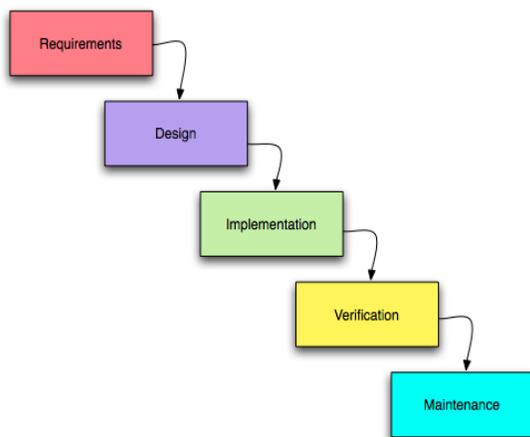
### **Requisitos tecnológicos del software**

En el diseño del programa se utilizará una plataforma de desarrollo que normalmente sirve para crear diferentes tipos de programas y proyectos no sólo para entornos Windows, sino también para plataformas como Android o MacOS, Microsoft SQL Server, un lenguaje de programación estandarizado de gestión de base de datos relacional, utilizado para manipular, recuperar datos, crear tablas y definir relaciones entre ellas.

## Diseño del software

**Figura 14**

*Esquema del proceso de diseño de software*

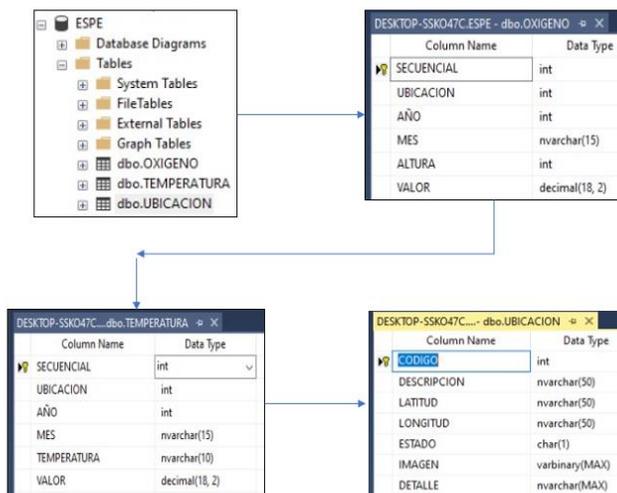


*Nota: Diagrama del proceso del diseño del software. Tomado de Historia de la Informática.2010 <https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/28/ingenieria-del-software/>*

Para el diseño de datos se creó en la aplicación SQL Server una base de datos ESPE con sus respectivas tablas.

**Figura 15**

*Proceso secuencial de creación de base de datos*

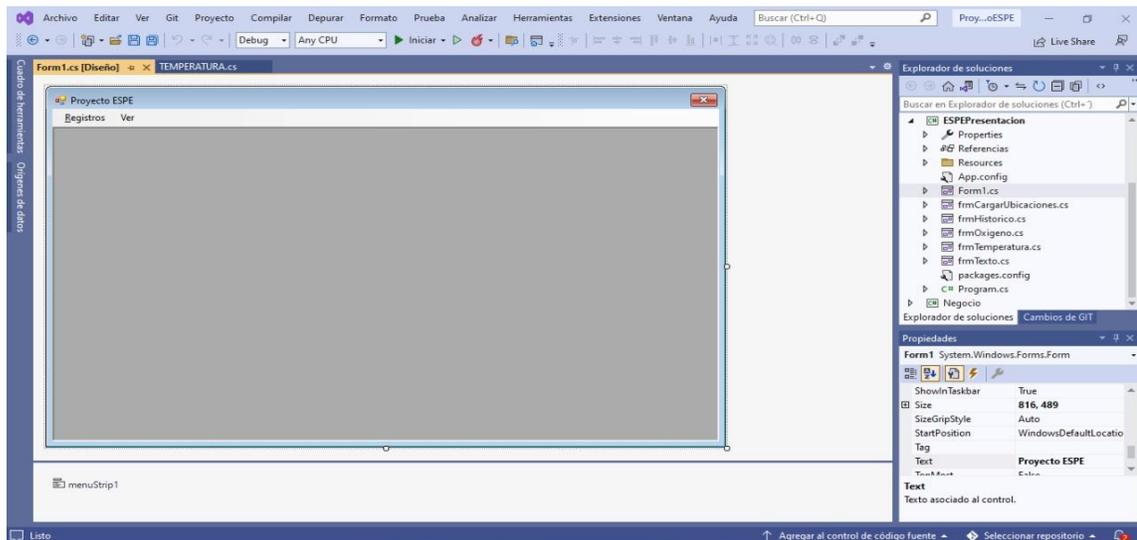


*Nota: Proceso para la creación de una base de datos. Capturas de pantalla realizadas por el autor*

El diseño de los formularios con los que interactuara el usuario se realizó en el lenguaje de programación Microsoft Visual Studio 2022 C Sharp.

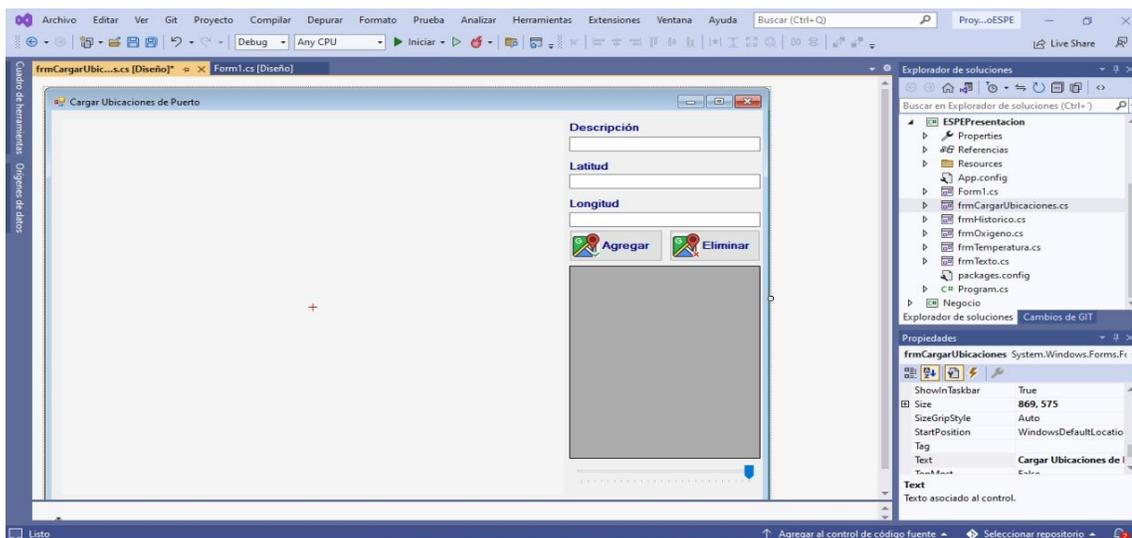
**Figura 16**

*Pantalla principal de creación de programa*



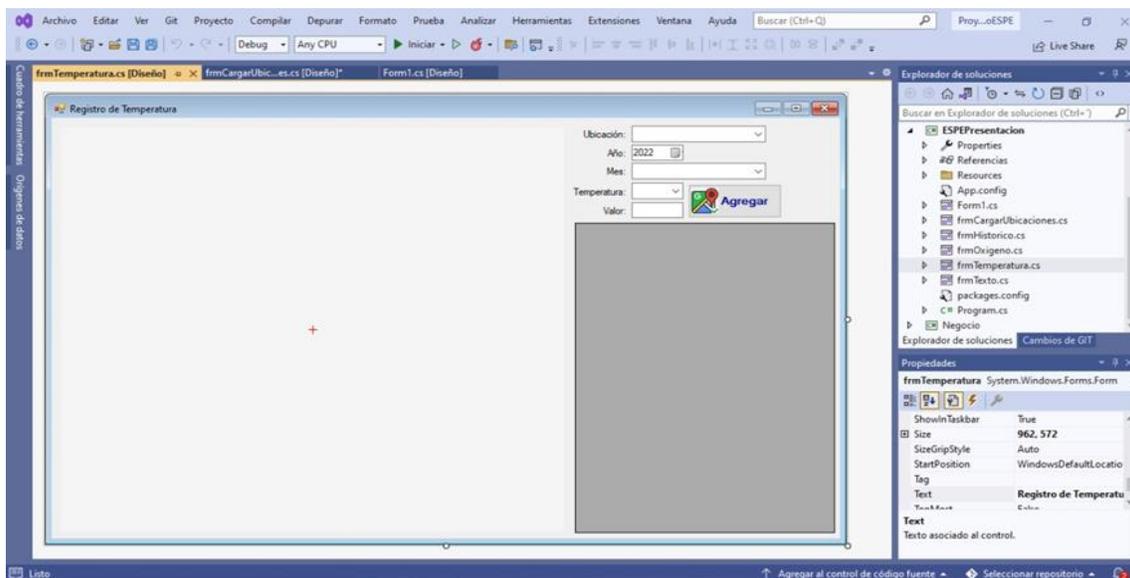
**Figura 17**

*Creación apartada de puertos*



**Figura 18**

*Apartado de temperatura en el programa*



### **Pantalla principal**

Una vez abierto el software, se desplegará una pantalla con fondo referente a la navegación. El cual demuestra aspectos de la navegación como lo son el propio Buque Escuela Guayas en su costado izquierdo y un faro al costado derecho, guardando relación con el propósito del software.

### **Menú de acciones**

El menú de opciones, se encuentra ubicado en la esquina superior izquierda de la pantalla inicial, presenta dos pestañas correspondientes a la sección “Registros” cuya función es adicionar información a la base de datos del programa y la opción “Ver” que se utilizará para la visualización de la información.

### **Menú Registro**

El menú registro, tiene como finalidad poder visualizar las opciones que se encuentran asociadas a este nivel. A continuación, se detalla una lista de opciones

provenientes de la sección “Registro” del programa, los cuales acceden a las siguientes pantallas:

- Ubicación de puertos
- Datos oxígenos
- Datos temperatura
- Salir

### **Menú Ver**

El menú “ver” contiene la en su grupo la opción “Histórico” la cual contiene una pantalla la cual nos permite realizar la consulta de los datos ya almacenados de las diferentes tablas recopiladas de información anual y mensual de las variables meteorológicas y oceanográficas, estos pueden ser visualizados al seleccionar la opción “Histórico” la cual es una pestaña que se despliega dentro del mismo menú de “Ver”

### **Opción Ubicación de Puertos**

Una de las opciones que tiene el software, es la posibilidad de registrar puertos en un mapa geo referenciado dentro de la misma aplicación, esto con la finalidad de mejorar el reconocimiento visual de estos puntos en el mapa y poder determinar las condiciones meteorológicas y oceanográficas en el puerto seleccionado para los buques que navegan cerca de la zona indicada.

las siguientes acciones:

- a) Clic en Registros.
- b) Clic en Ubicación de Puertos

En esta ventana se registran las ubicaciones de los puertos de Esmeralda, Manta y Guayaquil ya sea por medio de información como latitud y longitud, o con el

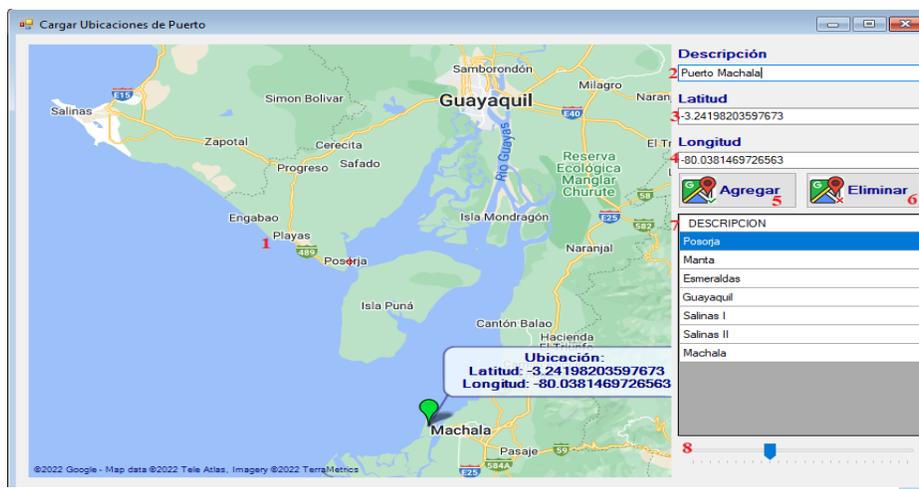
mismo cursor del mouse que es desplazado en el mapa geo referenciado para su respectivo registro de información.

El proceso de llenado es el siguiente:

1. Se realiza la acción de doble clic en el mapa.
2. Descripción del puerto.
3. Carga automáticamente de las coordenadas de latitud al realizar la acción doble clic.
4. Carga automáticamente de las coordenadas de longitud al realizar la acción doble clic.
5. Botón de acción de grabar ubicación del puerto.
6. Botón de acción de eliminar ubicación del puerto.
7. Lista de ubicación de puertos registrados.
8. Barra de zoom del mapa.

**Figura 19**

*Ubicación de puertos*

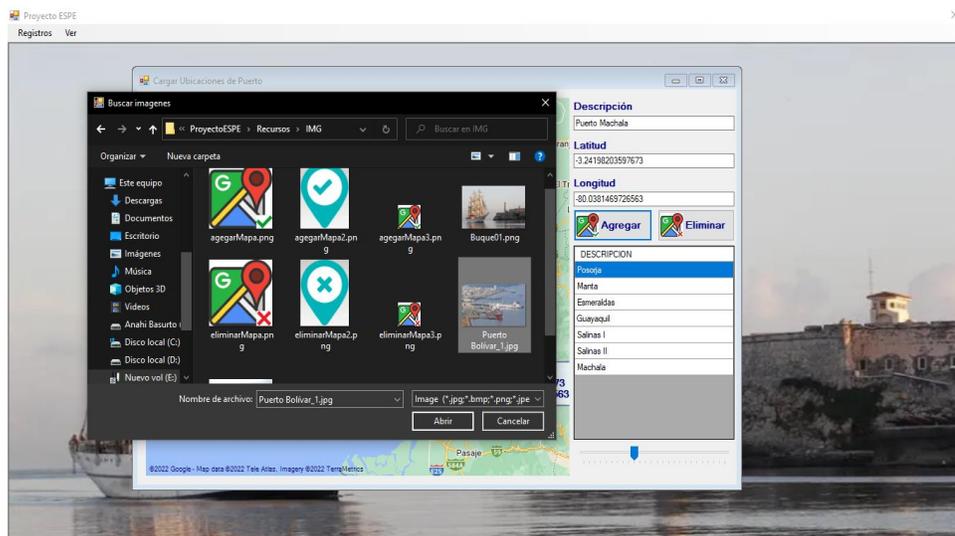


*Nota: Ubicación de latitud y longitud en el mapa. Elaborado por el autor.*

Al realizar la acción de “Agregar”, se deberá escoger una imagen para asociar el registro de ubicación del puerto. Se selecciona la imagen escogida y se pulsa abrir.

**Figura 20**

*Búsqueda de imagen de ubicación de puerto*

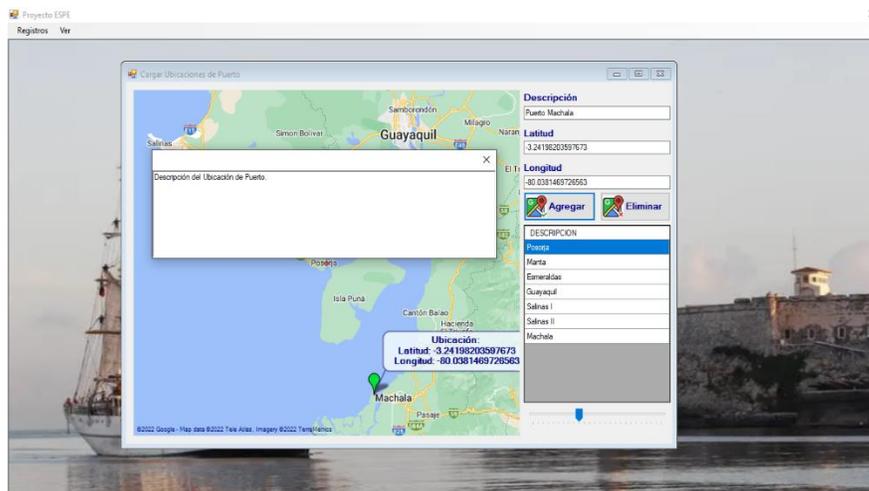


*Nota: Búsqueda de icono para registrar la ubicación del puerto. Elaborado por el autor.*

Posteriormente se le registra un breve detalle de la ubicación del puerto, de preferencia que indique el nombre del puerto o la ubicación del mismo.

**Figura 21**

*Insertión ubicación del puerto*

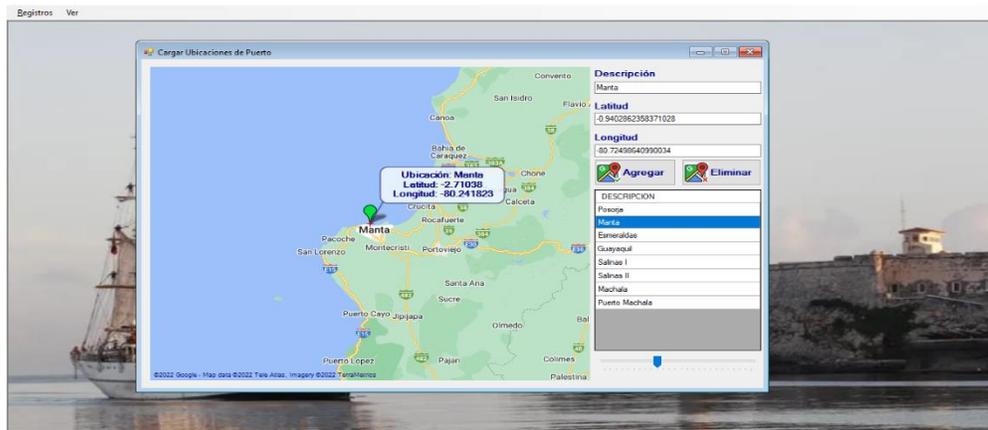


*Nota: Detalle del puerto según ubicación. Elaborado por el autor.*

Finalmente cerramos la ventana de edición de texto. Esta acción registrará la ubicación del puerto con una imagen asociada y un breve detalle. Para la edición de un puerto se realizará la acción de doble clic en el detalle de puerto "7". Se cargará la ubicación en el mapa y los registros en los respectivos controles.

## Figura 22

*Ubicación del puerto asociado con la imagen.*



*Nota: Detalle del puerto según ubicación. Elaborado por el autor.*

## Registro de Datos de Oxigeno

Una vez identificado la influencia de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, y su influencia en las condiciones del estado del mar, el software permite el acceso a dos ventanas con referencia a esta variable de estudio.

Para acceder a esta ventana se realiza las siguientes acciones:

- a) Clic en Registros.
- b) Clic Datos Oxigeno

En esta ventana se registran los datos de oxígeno referente a los puertos con sus respectivos valores en los meses y años seleccionados, el proceso para adicionar información es el siguiente:

1. Seleccionar ubicación del puerto.
2. Ingresar el año.
3. Seleccionar el mes.
4. Seleccionar la profundidad.
5. Registrar el valor.
6. Acción "Agregar".
7. Lista de los registros agregados.

**Figura 23**

*Registro de datos de oxígeno*

UBICACION	AÑO	MES	ALTURA	VALOR
4	2017	ENERO	0	5.34
4	2017	ENERO	10	5.45
4	2017	ENERO	20	5.92
4	2017	ENERO	30	5.51
4	2017	ENERO	40	5.49
4	2017	ENERO	50	4.73
4	2017	ENERO	75	3.94
4	2017	ENERO	100	2.19

*Nota: Registro de los datos históricos de oxígeno. Elaborado por el autor.*

**Registro de Datos de temperatura.**

Una vez identificado la influencia de la temperatura, y su influencia en las condiciones del estado del mar, el software permite el acceso a dos ventanas con referencia a esta variable de estudio.

Para acceder a esta ventana se realiza las siguientes acciones:

- a) Clic en Registros.
- b) Clic Datos Temperatura

En esta ventana se registran los datos de temperatura referente a los puertos con sus respectivos valores en los meses y años seleccionados, el proceso para adicionar información es el siguiente:

1. Seleccionar ubicación del puerto.
2. Ingresar el año.
3. Seleccionar mes.
4. Seleccionar la temperatura.
5. Registrar el valor.
6. Acción "Agregar".
7. Lista de los registros agregados.

**Figura 24**

*Registro de datos de temperatura*

Registro de Temperatura

Ubicación: Guayaquil 1

Año: 2017 2

Mes: ENERO 3

Temperatura: MINIMO 4

Valor: 5

Agregar 6

UBICACION	AÑO	MES	TEMPERA	VALOR
1003	2017	ENERO	MINIMO	22.80
1003	2017	ENERO	MÁXIMO	29.71

*Nota: Registro de los datos de temperatura. Elaborado por el autor.*

## Histórico

En esta ventana se visualizará el histórico con sus respectivos gráficos de los datos de oxígeno y temperatura registrados de los diferentes puertos.

Para acceder a esta ventana se realiza las siguientes acciones:

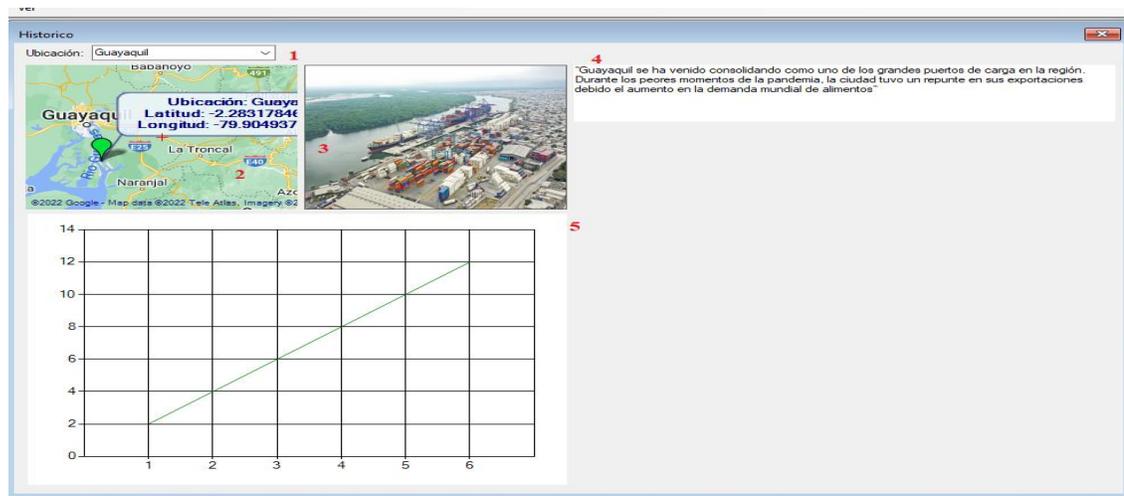
- a) Clic en Ver.
- b) Clic Histórico

Datos a mostrar:

1. Seleccionar la ubicación del puerto.
2. Carga automática de ubicación.
3. Carga automática imagen asociada.
4. Carga automática de breve descripción del puerto.
5. Visualización de gráficos (en desarrollo).

## Figura 25

### *Histórico de datos*



*Nota: Registro de datos históricos de variables. Elaborado por el autor.*

## Metodología para ejecutar la propuesta.

### ***Plan de trabajo.***

1. Recopilación de la información. Detalla aquí como obtuvimos los datos.
2. Selección de herramienta de programación para realizar el aplicativo, se escogió el lenguaje de programación .Net con base de datos SQL para el desarrollo del

aplicativo a construcción de aplicaciones usando NET trae consigo una serie de beneficios:

- Reducir el tiempo de creación de los proyectos.
  - Poder usar las varias funciones ya diseñadas que posibilitan a los diseñadores hacer un proyecto de importación y habituación a las necesidades en vez de un desarrollo desde cero.
  - Facilitar el mantenimiento de las aplicaciones elaboradas en la plataforma.
  - Disminución de costes por la reducción de los tiempos de creación y de mantenimiento.
3. Diseño de las tablas en el la herramienta Base de Datos para el respectivo registro de la información.
  4. Diseño de los formulario componentes, controles de datos o controles basados en Windows para la interacción del usuario el cual será el responsable de la carga de datos.
  5. Diseño de los reportes para la visualización grafica de los datos registrados.

**Fuente de financiamiento.** El presente proyecto será financiado por los Guardiamarinas de cuarto año Romero Vallejo José Fernando y Holguín Granda Andrés Omar.

**Presupuesto.** El presupuesto de la programación y elaboración del programa fue la siguiente.

**Tabla 15**

*Presupuesto probable para programación y elaboración del programa*

<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
Servicio por desarrollo de software	200
Almacenamiento local base de datos SQL	20
Equipo de computo	250
Acceso a internet	30
Licencias de suscripción mensual (visual studio)	45
<b>Total</b>	<b>495</b>

*Nota: Presupuesto para proyecto. Elaborado por el autor.*

**Cronograma.** Se elabora un cronograma dependiendo de los días empleados por cada actividad al momento de elaborar el programa.

**Figura 26**

*Cronograma de creación del programa digital*

CREACIÓN DEL PROGRAMA DIGITAL				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
ACTIVIDAD A REALIZAR	DURACION	COMIENZO	FIN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Captación de datos historicos	5 días	14/06/2022	18/06/2022	■	■										
Creación de modulo de datos	1 días	20/06/2022	20/06/2022	■											
Creación de formulario "Mantenedor de ubicacion de puerto"	5 días	01/07/2022	05/07/2022				■								
Creación de formulario "Datos de oxigeno"	5 días	06/07/2022	10/07/2022					■							
Creación de formulario "Datos de temperatura"	5 días	11/07/2022	15/07/2022						■						
Creación de formulario "Visualizacion de datos historicos"	10 días	02-ago	12/08/2022									■	■		

*Nota: Cronograma con actividades a desarrollar para la creación del programa digital. Elaborado por el autor.*

### **Conclusiones**

La identificación de las condiciones meteorológicas y oceanográficas presentes en los Esmeraldas, Manta y Guayaquil, facilita el reconocimiento de la situación de los puertos estudiados.

El tráfico marítimo de los buques que navegan en la costa ecuatoriana está influenciado por la variación de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, permitiendo la identificación de etapa favorables durante el año para el ingreso de buques a puerto.

El diseño de un programa informático de visualización de datos meteorológicos y oceanográficos facilita el acceso a la información necesaria durante la navegación.

### **Recomendaciones**

Analizar la información de las variables estudiadas antes de navegar, para predecir alguna tendencia de cambios en las condiciones meteorológicas y oceanográficas, las mismas que pueden afectar la navegación.

Verificar en fuentes alternas los factores que hacen que aumente o disminuye la cantidad de buques que navegan en las costas, debido a que estas inciden en el tráfico marítimos de los buques en los puertos mencionados.

Utilizar simultáneamente los equipos de navegación propios del buque y la información obtenida del programa informático para la correcta toma de decisiones durante la navegación.

## Bibliografía

- Areaciencias. (2020, 13 noviembre). El Efecto Coriolis.  
<https://www.areaciencias.com/meteorologia/efecto-coriolis/#:%7E:text=El%20Efecto%20Coriolis%20es%20la,est%C3%A1%20en%20continuo%20movimiento%20rotatorio.>
- Attali, J. (2007). A Brief History of the Future. *New Perspectives Quarterly*, 24, 76-83.
- Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., and Hwang, D.-U. (2006). Complex networks: Structure and dynamics. *Physics Reports*, 424, 175-308.
- Cabrera Luna, E., & Donoso, M. C. (Enero de 1993). Estudio de las características oceanográficas. *Centro de investigaciones Oceanográficas e hidrográficas del Caribe*(13), 3-101. doi:<https://doi.org/10.26640/22159045.52>
- Caselles, V., and J. A. Sobrino, 1991: Shelter and remotely sensed night temperatures in orange groves. *Theor. Appl. Climatol.*,44, 113–122.
- Código de Policía Marítima. (2018). CODIGO DE POLICIA MARITIMA. Lexis.  
<https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/CODIGO%20DE%20POLICIA%20MARITIMA.pdf>
- Conocimientos Navales. (2017). Comportamiento del buque entre olas. Estabilidad del buque.  
<http://estabilidaddelbuque2.blogspot.com/2017/01/comportamiento-del-buque-entre-olas.html>
- Consejo Nacional De La Marina Mercante Y Puertos. (2018). Control Del Tráfico Marítimo De Las Naves Que Ingresen Al País. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018->

10/Resoluci%C3%B3n\_CNMMMP\_032-04\_Control\_del\_Tr%C3%A1fico\_Mar%C3%ADtimo\_de\_las\_naves\_que\_ingresan\_al\_pa%C3%ADs.pdf

Correa, I. D. (2018). Olas del mar. EAFIT.

<https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/como-se-crean-las-olas-del-mar.aspx>

Derrotero. (2021). DE LA COSTA CONTINENTAL E INSULAR DEL ECUADOR.

INOCAR. [https://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero\\_2021.pdf](https://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero_2021.pdf)

Dorogovtsev, S.N., and Mendes, J.F. (2013). Evolution of networks: From biological nets to the Internet and WWW. OUP Oxford. ISBN 0199686718.

Gabiña. (2019). ¿Cuál fue y para qué sirvió la expedición científica marina más importante del siglo XIX? Quora. <https://es.quora.com/Cu%C3%A1l-fue-y-para-qu%C3%A9-sirvi%C3%B3-la-expedici%C3%B3n-cient%C3%ADfica-marina-m%C3%A1s-importante-del-siglo-XIX>

García Solorsano, D. K. (2017). La oceanografía operacional para el planeamiento y desarrollo de las operaciones navales. Salinas.

García, G. D., Hernández, S. L., & Orozco-Morales, R. (2020). Estimación en línea del efecto del oleaje. RIELAC, 41, 1-47. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/eac/v41n1/1815-5928-eac-41-01-1.pdf>

GeoEnciclopedia. (2016, 26 diciembre). El Efecto Coriolis - Información y Características. Información y Características | Ciencias de La Tierra. <https://www.geoenciclopedia.com/el-efecto-coriolis/#:%7E:text=Sin%20embargo%2C%20a%20medida%20que,influencia%20sobre%20las%20corrientes%20oce%C3%A1nicas.>

INOCAR. (2021). Monitoreo oceánico. <https://www.inocar.mil.ec/web/>.  
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/monitoreo-oceanico#boyas-de-olas>

INOCAR. (2021). Monitoreo oceánico. <https://www.inocar.mil.ec/web/>.  
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/monitoreo-oceanico#boyas-de-olas>

INOCAR. (2022, mayo). Reporte meteorológico portuario. Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.  
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/reporte-meteorologico-portuario>

Instituto de hidrología, m. (1 de Agosto de 2019). [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co). Obtenido de [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co):  
<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e>

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, A. D. (2021). Registro Oficial, Órgano de la República del Ecuador. Quinto Suplemento N° 482 - Registro Oficial.  
 Obtenido de [http://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10\\_DWL\\_FL/eyJjYXJwZXRhIjoicm8iLCJ1dWkljoiZDI0OThjY2YtZDlmOC00ZGQ4LTkwZTYtOWEwNDMxOTMzNTEyLnBkZiJ9](http://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/eyJjYXJwZXRhIjoicm8iLCJ1dWkljoiZDI0OThjY2YtZDlmOC00ZGQ4LTkwZTYtOWEwNDMxOTMzNTEyLnBkZiJ9)

Jáuregui-Lobera, I. (2020). Navegación e historia de la ciencia: La vida a bordo:. *JONNPR*, 5(3), 347-358. doi: 10.19230/jonnpr.3433

Johnson, R. (2020, 26 agosto). QUE SON LAS CORRIENTES MARINAS.

EDUCAMOS PARA LA VIDA. <https://www.rojotse.com.co/2020/11/que-son-las-corrientes-marinas.html>

Ley de Personal de las Fuerzas Armadas. (2017). Ley de Personal de las Fuerzas Armadas. Ministerio del Interior-Ministerio de Defensa Nacional.

[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/LEY\\_PERSONAL\\_FUERZAS\\_ARMADAS.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/LEY_PERSONAL_FUERZAS_ARMADAS.pdf)

Ley Orgánica de la Defensa Nacional. (2015). Ley Orgánica de la Defensa Nacional. Ministerio de Defensa. [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15\\_LEY-ORGANICA-DE-LA-DEFENSA-NACIONAL.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15_LEY-ORGANICA-DE-LA-DEFENSA-NACIONAL.pdf)

Ley Orgánica De Navegación, Gestión Seguridad Y Protección Marítima. (2021).

Ley Orgánica De Navegación, Gestión Seguridad Y Protección Marítima.

Lotaip. [https://Www.Quevedo-Ponce.Com/Wp-](https://Www.Quevedo-Ponce.Com/Wp-Content/Uploads/2021/07/Ley-Organica-De-Navegacion-Gestion-Seguridad-Y-Proteccion-Maritima.Pdf)

[Content/Uploads/2021/07/Ley-Organica-De-Navegacion-Gestion-Seguridad-Y-Proteccion-Maritima.Pdf](https://Www.Quevedo-Ponce.Com/Wp-Content/Uploads/2021/07/Ley-Organica-De-Navegacion-Gestion-Seguridad-Y-Proteccion-Maritima.Pdf)

Llagostera Barbero, L. (2021, 4 mayo). Análisis de la afectación de las condiciones meteorológicas en los accidentes marítimos. Estudio de casos concretos.

Facultat de Nàutica de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya.

Mar, C. d. (2012). Convención de Naciones Unidas sobre el derecho del Mar.

Registro Oficial Suplemento 857 de 26-dic.-2012. Obtenido de

[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/feb15\\_CONVENCION-DE-LAS-](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/feb15_CONVENCION-DE-LAS-)



REGLAMENTO A LA ACTIVIDAD MARÍTIMA. (2015). REGLAMENTO A LA ACTIVIDAD MARÍTIMA. LOTAIP. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_Reglamento-a-la-actividad-mar%C3%ADtima.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_Reglamento-a-la-actividad-mar%C3%ADtima.pdf)

REGLAMENTO A LA ACTIVIDAD MARÍTIMA. (2015). REGLAMENTO A LA ACTIVIDAD MARÍTIMA. LOTAIP. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_Reglamento-a-la-actividad-mar%C3%ADtima.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_Reglamento-a-la-actividad-mar%C3%ADtima.pdf)

Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador. (2021). REGLAMENTO DE EDUCACIÓN MILITAR DE LAS FUERZAS ARMADAS DEL ECUADOR. Ministerio de Defensa Nacional. <https://digedo.armada.mil.ec/web/content/8452?unique=4256f4c9311cb489ca7f90f6b50291b6fbe45d74&download=true>

Reyes Alava, J. (2019). Comportamiento de la temperatura y la precipitación del perfil costero ecuatoriano en el año 2018 (N.o 1). Instituto Oceanográfico de la Armada, División de Meteorología.

Safety and Shipping Review. (2018). Shipping losses continue to fall but new cyber and climate risks and perennial human error problem threaten safety progress. AGCS Global. <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/news/safety-shipping-review-2018.html>

San Gil, J., De Rivera, J. L., & Julián, G. (2020). TIEMPO ATMOSFERICO, CLIMA Y PSICOPATOLOGÍA. PSICOTERS. Obtenido de [http://www.psicoter.es/pdf/86\\_C017\\_01.pdf](http://www.psicoter.es/pdf/86_C017_01.pdf)

- Sekimizu, K. (2015, 20 noviembre). "El transporte marítimo: indispensable para el mundo". Organización Marítima Internacional. Obtenido de <https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/47-WMD-theme-2016-.aspx>
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics* 3e. Routledge.
- Talley, L. D., G. L. Pickard, W. J. Emery, and J. H. Swift (2011), *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction*, 6th ed., 560 pp., Elsevier, Boston, U.S.A.
- UNCTAD (UN Conference on Trade and Development). (2016), *Review of Maritime Transport 2016*; UNCTAD: Geneva, Switzerland.
- Universidad de Chile. (2019). *Dinámica de los océanos. Curso Geografía del Mar*. [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h621.html#:~:text=Per%C3%ADodo%20\(T\)%3A%20es%20el,onda%20\(H%2FL\)](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h621.html#:~:text=Per%C3%ADodo%20(T)%3A%20es%20el,onda%20(H%2FL)).
- Valenzuela Cobos, J.D., Guevara Viejó, F., Villamar Aveiga, M., & Monserrate Maggie, V. (2021). *Analysys of Socioeconomic Vulnerability to Climate Events in the Cantons Santa Elena and LA Libertad*. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 121-129. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.175>.
- Valle Cabezas, J. (2018). *Estudio teórico experimental de las no linealidades del amortiguamiento en el movimiento de balance de buques*. *Archivo Digital UPM*. [https://oa.upm.es/111/1/Tesis\\_Jesus\\_Valle.pdf](https://oa.upm.es/111/1/Tesis_Jesus_Valle.pdf)
- Vaquer-Sunyer, R., and Duarte, C. M. (2008), *Thresholds of hypoxia for marine biodiversity*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 105(40), 15452-15457.

Varela, A. L., & Ron, S. R. (2018). Geografía y Clima del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>

Villegas Oelckers, R. (29 de Octubre de 2019). La navegación electrónica y la meteorología. Revista de Marina, 136(972). Obtenido de

<https://revistamarina.cl/es/articulo/la-navegacion-electronica-y-la-meteorologia>

Viñas. (2020). Aportaciones de Franklin a la Meteorología. Tiempo.

<https://www.divulgameteo.es/fotos/misarticulos/Aportaciones-Franklin.pdf>

Wyrki, K. (1962), The oxygen minima in relation to ocean circulation, Deep Sea Res., 9, 11–23.

Yates, H. W., Tarpley, J. D., Schneider, S. R., McGinn, D. F., and Scofield, R. A. (1984), The role of meteorological satellites in agricultural remote sensing. Remote Sens. Environ., 14, 219–233.

Zona Logística. (2019, 10 octubre). El Puerto de Guayaquil: Una joya para la economía del Ecuador. Zona logística. <https://zonalogistica.com/el-puerto-de-guayaquil-una-joya-para-la-economia-del-ecuador/>