

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

Estudio de prefactibilidad para la construcción de un muelle en  
pasaje Kastdalen, Puerto Ayora, Islas Galápagos.

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Oceanográfico**

Presentado por:

Daniela Andrea Saltos Aguilar

César Andrés Enderica Posligua

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2021

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a mi mamá Sara Aguilar y mi papá Cesar Saltos porque este logro no hubiese sido posible sin el apoyo y los principios inculcados en mí.

A mi abuela Ma. Angela Valarezo y abuelo Víctor Aguilar quienes han estado conmigo desde mis primeros pasos hacia el camino del conocimiento con los brazos abiertos para sostener y empujarme a seguir perseverante.

A mis tres hermanas, Lía, Ana y Sarita por apoyarme ante cualquier adversidad en cuerpo y alma.

**Daniela Saltos**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Elizabeth Posligua Coello quien ha sido participe de mi crecimiento personal y profesional transmitiéndome su sabiduría y por sobre todo el sentido del humor.

A la Ing. Cristina Paola Espinal Merchán quien me transmite su sabiduría en el ámbito laboral y profesional.

A mi difunto hermano Andrés Fernando Enderica Posligua quien cumpliría años este 24 de septiembre.

**César Enderica**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi mamá Sara Aguilar por ser la mujer que me motiva todos los días a convertirme en una profesional capaz impulsándome a indagar en conocimiento.

Agradezco a todas las personas que estuvieron conmigo durante toda mi etapa universitaria, porque cada uno de ustedes aportó con su granito de arena a que yo alcanzara esta meta (Lía S, Ana A, María José A, Cristian A, Karen M, María José G, Johan S, Alex S, Mario H, Steven P y la lista es infinita).

Finalmente, a mis profesores quienes sin descanso y con mucha vocación compartieron su conocimiento conmigo, les estaré eternamente agradecida.

**Daniela Saltos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a mi madre, Elizabeth Posligua, por motivarme a seguir creciendo y superarme cada día.

Hago mención especial a quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera y han hecho de mi alguien mejor (A. Espinoza, P. Bravo, J. Balvin, C. Neira, J. Urgilés, T. González, G. Ponce, G. Torres, N. Vargas, M. Salazar, J. Prado, G. Mendoza, J. Alvia, F. Ramos, F. López, D. Montesdeoca y demás colegas).

Por último, a mis profesores quienes compartieron sus conocimientos con mucha dedicación.

**César Enderica**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Daniela Andrea Saltos Aguilar* y *César Andrés Enderica Posligua*, damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.



Daniela Andrea

Saltos Aguilar



César Andrés

Enderica Posligua

# EVALUADORES

---

**MSc. Luis Altamirano**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**MSc. Alex Villacrés Sánchez**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En Bahía Academia se desarrolla el turismo navegable que es fuente económica de Puerto Ayora en Santa Cruz, sin embargo, actualmente la escasez en infraestructura portuaria no permite suplir las tendencias emergentes. Debido a la crisis financiera por Covid-19, para proyectos de reactivación económica, el proceso de planificación se ha vuelto más estricto por lo que el presente trabajo tiene como objetivo exponer la viabilidad para la construcción de un muelle que optimice las operaciones portuarias en Pasaje Kastdalen ubicado en la franja costera con una propuesta de diseño conceptual adicional considerando las características físico-oceanográficas de Bahía Academia. Para el efecto, se dividió el proyecto en dos etapas: (i) prefactibilidad y (ii) diseño conceptual. Los resultados obtenidos por etapa fueron: (i) Bahía Academia solo cuenta con 4 muelles donde se desarrollan más del 50% de las actividades comerciales de Puerto Ayora, por lo que la construcción de un nuevo muelle sería viable teniendo un impacto social positivo del 18% mínimo, (ii) Bahía Academia registra condiciones oceanográficas favorables para el emplazamiento de un muelle en Pasaje Kastdalen de uso comercial o recreativo, con longitudes mínimas de 90 y 70 metros respectivamente para evitar que embarcaciones con calado a máxima carga de 1.5 metros puedan atracar sin quedarse varadas durante bajamares de sicigia. Se concluyó que la viabilidad de este proyecto no estaría del todo completa sin el análisis de las variables oceanográficas presentes en el sitio de estudio.

**Palabras Claves:** Prefactibilidad, oceanografía, diseño conceptual, muelle.

## ABSTRACT

In Bahía Academia, navigable tourism is developed, which is an economic source of Puerto Ayora in Santa Cruz, however, currently the shortage of port infrastructure does not allow to meet emerging trends. Due to the financial crisis caused by Covid-19, for economic reactivation projects, the planning process has become stricter, so the present work aims to expose the viability for the construction of a dock that optimizes port operations in Pasaje Kastdalen located on the coastal strip with an additional conceptual design proposal considering the physical-oceanographic characteristics of Academia Bay. For this purpose, the project was divided into two stages: (i) pre-feasibility and (ii) conceptual design. The results obtained by stage were: (i) Bahía Academia only has 4 docks where more than 50% of the commercial activities of Puerto Ayora are developed, so the construction of a new dock would be viable, having a positive social impact from 18 Minimum%, (ii) Academia Bay registers favorable oceanographic conditions for the location of a dock in Pasaje Kastdalen for commercial or recreational use, with minimum lengths of 90 and 70 meters respectively to prevent vessels with a maximum load of 1.5 meters from being able to dock without being stranded during low tides of syzygy. It was concluded that the viability of this project would not be completely complete without the analysis of the oceanographic variables present at the study site.

**Key Words:** *Pre-feasibility, Oceanography, Conceptual Design, Pier*

# ÍNDICE

EVALUADORES.....	I
RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Descripción del Problema .....	2
1.2. Justificación del Problema .....	2
1.3. Alcance .....	4
1.4. Localización.....	4
1.5. Estudios Previos .....	5
1.6. Objetivos.....	6
1.6.1. Objetivo General .....	6
1.6.2. Objetivos Específicos.....	6
1.7. Marco Teórico.....	6
1.7.1. Prefactibilidad.....	6
1.7.2. Infraestructura portuaria .....	6
1.7.3. Características del sitio.....	7
1.7.3.1. Características geotécnicas .....	7
1.7.3.2. Características oceanográficas .....	7
CAPITULO II.....	9
2. METODOLOGÍA .....	9
2.1. Marco Lógico.....	9
2.2. Prefactibilidad .....	11
2.2.1. Mercado.....	11
2.2.2. Marco Legal.....	11

2.2.3.	Aspectos técnicos .....	12
2.2.4.	Evaluación del impacto ambiental.....	12
2.3.	Diseño Conceptual.....	13
2.3.1.	Batimetría .....	15
2.3.2.	Marea .....	15
2.3.3.	Vientos .....	15
2.3.4.	Corrientes.....	15
2.3.5.	Oleaje.....	15
2.3.6.	Sismicidad.....	16
2.3.7.	Dimensionamiento.....	16
CAPITULO III.....		18
3.	RESULTADOS .....	18
3.1.	Actores Involucrados.....	18
3.2.	Árbol de Problemas .....	18
3.3.	Árbol de Objetivos .....	19
3.4.	Análisis de Alternativas .....	20
3.5.	Estructura Analítica .....	21
3.6.	Prefactibilidad .....	22
3.6.1.	Mercado.....	22
3.6.1.1.	Área del mercado .....	25
3.6.1.2.	Población.....	25
3.6.1.3.	Condiciones comerciales .....	25

<b>3.6.1.4.</b>	<b>Demanda</b> .....	26
<b>3.6.1.5.</b>	<b>Oferta</b> .....	28
<b>3.6.1.6.</b>	<b>Balance oferta y demanda</b> .....	29
<b>3.6.1.7.</b>	<b>Precios y tarifas</b> .....	29
<b>3.6.1.8.</b>	<b>Comercialización</b> .....	30
<b>3.6.1.9.</b>	<b>Aspectos técnicos</b> .....	30
<b>3.6.2.</b>	<b>Evaluación del impacto ambiental</b> .....	31
<b>3.6.2.1.</b>	<b>Área de influencia</b> .....	31
<b>3.6.2.1.1.</b>	<b>Directa</b> .....	31
<b>3.6.2.1.2.</b>	<b>Indirecta</b> .....	31
<b>3.6.2.2.</b>	<b>Fases del proyecto</b> .....	32
<b>3.6.2.2.1.</b>	<b>Preparación</b> .....	32
<b>3.6.2.2.2.</b>	<b>Construcción</b> .....	32
<b>3.6.2.2.3.</b>	<b>Operación</b> .....	33
<b>3.6.2.2.4.</b>	<b>Matrices de interacción</b> .....	33
<b>3.6.3.</b>	<b>Marco legal</b> .....	34
<b>3.6.3.1.</b>	<b>Desarrollo sostenible</b> .....	34
<b>3.6.3.2.</b>	<b>Permisos</b> .....	35
<b>3.7.</b>	<b>DISEÑO CONCEPTUAL</b> .....	37
<b>3.7.1.</b>	<b>Batimetría</b> .....	37
<b>3.7.2.</b>	<b>Mareas</b> .....	38
<b>3.7.3.</b>	<b>Vientos</b> .....	38

3.7.4.	Corrientes.....	39
3.7.5.	Oleaje.....	39
3.7.6.	Sismicidad.....	41
3.7.7.	Dimensionamiento.....	42
3.7.7.1.	Tipología estructural.....	43
3.7.7.2.	Método Constructivo.....	44
3.7.7.2.1.	Pilotes.....	44
3.7.7.3.	Elementos estructurales.....	45
3.7.8.	Propuesta #1.....	46
3.7.9.	Propuesta #2.....	47
CAPITULO IV.....		48
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		48
4.1.	Conclusiones.....	48
4.2.	Recomendaciones.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....		50
APÉNDICES.....		53
APÉNDICE A – TABLAS.....		53
APÉNDICE B – CODIGO MATLAB.....		72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1. Viajes por puerto incluido transporte público.</b> Fuente: Ministerio de Turismo 2019.....	3
<b>Ilustración 2. Ubicación de Pasaje Kastdalen en Puerto Ayora.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	5
<b>Ilustración 3. Estructura de la matriz del marco lógico.</b> Fuente: The Education Club .....	9
<b>Ilustración 4. Relación vertical y horizontal del marco lógico.</b> Fuente: (Ortegón & Prieto, 2005).....	10
<b>Ilustración 5. Criterios de valoración para el impacto ambiental.</b> Fuente: (Espinoza, 2006).....	13
<b>Ilustración 6. Tipología estructural para atraque en función del uso.</b> Fuente: (ROM, 2011) .....	14
<b>Ilustración 7. Árbol de problemas.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	19
<b>Ilustración 8. Árbol de objetivos.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	20
<b>Ilustración 9. Estructura analítica.</b> Fuente: Autores, 2021.....	22
<b>Ilustración 10. Muelles en Bahía Academia.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	24
<b>Ilustración 11. Área de influencia acorde a los beneficios del nuevo muelle.</b> .....	25
<b>Ilustración 12. Comparación del crecimiento del turismo en tierra y abordó 2007 – 2014.</b> Fuente: (DPNG, 2015).....	26
<b>Ilustración 13. Crecimiento del número de establecimientos de alojamiento regularizados y no regularizados en Santa Cruz.</b> Fuente: (DPNG, 2015).....	27
<b>Ilustración 14. Número de embarcaciones y pescadores registrados anualmente en Santa Cruz.</b> Fuente: (PNG, 2004) .....	27
<b>Ilustración 15. Organismos reguladores de permisos en las Galápagos.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	35
<b>Ilustración 16. Batimetría de Bahía Academia.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	37

<b>Ilustración 17. Magnitud y dirección de vientos en Bahía Academia en época húmeda (izquierda) y seca (derecha) con datos desde 1979-2020.</b>	Fuente: Elaborado con WRPlot. 38
<b>Ilustración 18. Magnitud y dirección de corrientes en Bahía Academia en época húmeda (izquierda) y seca (derecha) con datos desde 2001-2016.</b>	Fuente: Elaborado con WRPlot. 39
<b>Ilustración 19. Probabilidad de ocurrencia de altura significativa en época húmeda (superior) y seca (inferior) con datos desde 1996-2018.</b>	Fuente: Elaborado con Matlab. .... 40
<b>Ilustración 20: Periodo para del oleaje en Bahía Academia desde 1996 a 2018 durante época húmeda (superior) y seca (inferior).</b>	Fuente: Elaborado con Matlab. .... 41
<b>Ilustración 21. Condiciones climáticas durante la maniobra de atraque.</b>	Fuente: (ROM, 2011)..... 42
<b>Ilustración 22. Buque diseño (Eslora, calado, manga y puntal).</b>	..... 42
<b>Ilustración 23. Emplazamiento de muelle en Pasaje Kastdalen.</b>	..... 43
<b>Ilustración 24. Diseño de pilotes.</b>	Fuente: (ROM, 2011)..... 44
<b>Ilustración 25. Vista isométrica de muelle comercial.</b>	..... 46
<b>Ilustración 26. Vista isométrica de muelle recreativo.</b>	..... 47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2. Actores involucrados.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	56
<b>Tabla 3. Matriz de marco lógico.</b> Fuente: Autores, 2021.....	58
<b>Tabla 4. Distribución de la ocupación por tipo de actividad en la isla Santa Cruz.</b> Fuente: GAD Santa Cruz.....	59
<b>Tabla 5. Establecimientos con relación a el sector turística.</b> Fuente: Observatorio de Turismo en base al catastro MINTUR y del PNG.....	59
<b>Tabla 6. Población Económicamente Activa (PEA) por sexo.</b> Fuente: INEC, Censo de Población. ....	59
<b>Tabla 7. Número de Visitantes al Parque Nacional de Galápagos por año.</b> Fuente: (Latinoamericano, 2006).....	60
<b>Tabla 8. Composición de la flota pesquera artesanal de Galápagos por tipo.</b> Fuente: (Latinoamericano, 2006).....	60
<b>Tabla 9. Tarifas por permisos de ocupación de muelles.</b> Fuente: GAD Santa Cruz.....	60
<b>Tabla 10. Ingresos brutos estimados para las principales pesquerías.</b> Fuente: (Latinoamericano, 2006).....	61
<b>Tabla 11. Ingresos netos anuales estimados por participante en las principales pesquerías.</b> Fuente: (Latinoamericano, 2006) .....	61
<b>Tabla 12. Costos de equipo para servicio de alquiler.</b> Fuente: CGREG .....	62
<b>Tabla 13. Costos de elementos estructurales prefabricados y materiales varios.</b> Fuente: Consulsua. ....	62
<b>Tabla 14. Salario mínimo sectorial por función.</b> Fuente: Ministerio del trabajo. ....	63
<b>Tabla 15. Análisis porcentual de los impactos.</b> Fuente: Autores, 2021.....	64
<b>Tabla 16. Acciones principales de la fase de construcción y operación con sus indicadores ambientales.</b> Fuente: Autores, 2021.....	65

<b>Tabla 17. Matriz de interacción entre acciones del proyecto y factores ambientales.</b>	
Fuente: Autores, 2021 .....	67
<b>Tabla 18. Criterios de valoración en relación con acciones e indicadores ambientales</b>	
Fuente: Autores, 2021 .....	70
<b>Tabla 19. Matriz de valoración cuantitativa del impacto total.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	72
<b>Tabla 20. Matriz de valoración cualitativa del impacto total.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	74
<b>Tabla 21. Coeficientes de respuesta sísmica.</b> Fuente: (NEC, 2001).....	75
<b>Tabla 22. Resguardo de seguridad y longitud de cabo para atraque o amarre en paralelo y punta.</b> Fuente: Autores, 2021 .....	75
<b>Tabla 23. Presupuesto para muelle de 90x7 plataforma fija y 60x7 plataforma flotante.</b>	
Fuente: Consulsua .....	76
<b>Tabla 24. Presupuesto para muelle de 70x6 plataforma fija y 10x3 plataforma flotante.</b>	
Fuente: Consulsua .....	77

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Las costas son los sitios más dinámicos en el mundo, ya sea debido a la interacción atmosfera-océano o a las actividades antropogénicas que se asientan en el lugar. Actualmente para asegurar un buen desarrollo, dichas actividades se ejecutan bajo el concepto de sostenibilidad (Beatley, T., Brower, D. J., Schwan, A. , 2002).

El archipiélago de las Galápagos o también llamadas “islas encantadas”, se encuentra conformada por un grupo de islas e islotes de origen volcánico, siendo las más populares San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela. Su tan peculiar geomorfología y biodiversidad ha conllevado que la visión para su manejo tenga un horizonte equilibrado entre el ser humano y la naturaleza, ya que es icono de conservación a nivel mundial. En vista de que solo el 0.2% del archipiélago es área urbana, a nivel institucional la prioridad es permitir y mantener un desarrollo sostenible (PNG, 2004).

Debido a la pandemia por COVID – 19, se ha agudizado la presión sobre los distintos sectores productivos de las islas, registrando descensos en sus actividades comerciales, por lo que en la actualidad surge la necesidad de proyectos de reactivación económica impulsando a su sociedad a indagar en conocimiento y así poder cambiar la matriz productiva de tal manera que no comprometa las posibilidades de las generaciones futuras. (PNUD, 2021).

La isla Santa Cruz contribuye con el mayor desarrollo económico del archipiélago por ser sede turística debido a su ubicación céntrica y su bahía. Frente a Bahía Academia se encuentra abrigado Ayora caracterizándose como un puerto muy dinámico, ya que ofrece actividades turísticas, pesqueras, comerciales, etc. Puerto Ayora es un punto de intercambio de servicios de aprovisionamiento para la isla Santa Cruz y otras islas por contar con diversos muelles que facilitan esa interacción (CGREG, 2016).

Dentro de los campos de la ingeniería, la oceanografía cuenta con un extenso conjunto de conocimientos que permiten ofrecer productos funcionales adaptados a las características costeras preservando sus recursos. Bajo este contexto, esta tesis pretende deducir la prefactibilidad para la construcción de un nuevo muelle en Puerto

Ayora de isla Santa Cruz, mediante el análisis de las variables que permitan estimar su viabilidad.

### **1.1. Descripción del Problema**

A pesar de no contar con una superficie extensa, entre las 3 islas más resididas, en Santa Cruz se concentra la mayor densidad poblacional conllevando a una mayor intensidad en la demanda por espacio habitacional. Puerto Ayora está en constante crecimiento, especialmente sobre su franja costera, siendo Bahía Academia su centro emblemático, no solo de aprovisionamiento sino también de tránsito.

El modelo de gobierno en las Galápagos es único debido a las características ecológicas, turísticas y habitacionales de las islas, por lo que existen limitaciones en ese crecimiento urbano y rural debido a las estrictas regulaciones del Parque Nacional de las Galápagos con el fin de preservar su biodiversidad.

Bajo este contexto, se fomenta el turismo navegable en Santa Cruz, por lo que debe de existir el conjunto de facilidades físicas que permitan brindar estos servicios de forma segura y cómoda. Es muy importante contar con estructuras que se adapten a esas necesidades. Entonces, como gran parte de sus actividades se desenvuelven sobre o dentro del agua, la conexión entre tierra y agua es infraestructura portuaria.

Aun así, la escasez de infraestructura en Puerto Ayora no permitirá cubrir las tendencias emergentes. Solo cuatro muelles resultan en un elevado congestionamiento de naves de carga a raíz del crecimiento poblacional y los nuevos desafíos relacionados al cambio climático como las condiciones ambientales.

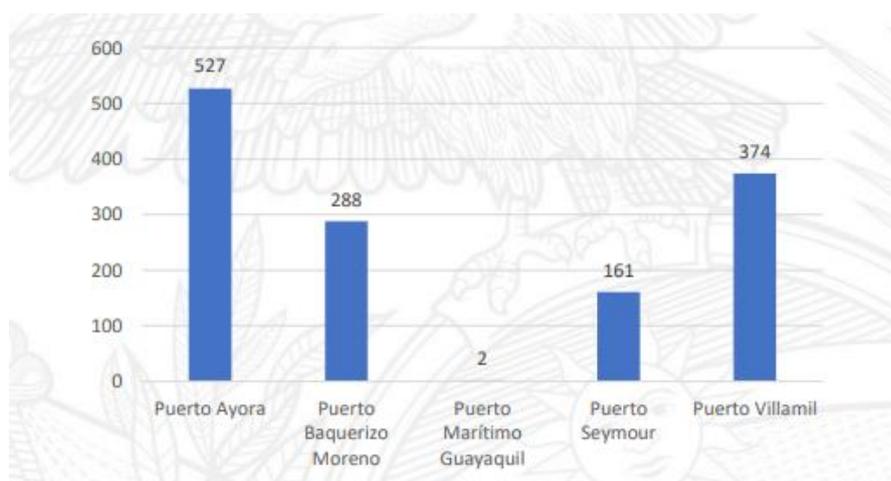
Cada muelle cumple una función específica; uno está destino al tránsito de pasajeros, otro está destinado a actividades pesqueras, otro es para aprovisionamiento de víveres para los isleños y el ultimo solo tiene fines recreativos.

### **1.2. Justificación del Problema**

Según el Ministerio del Turismo (2019), se reporta que solo entre el mes de agosto 2019 hasta septiembre 2019, se registraron 1.352 salidas de botes en los que se movilizan 23.824 pasajeros. Aproximadamente el 52% pertenece al transporte público, mientras

que el transporte turístico movilizó un 46%, el 2% restante corresponde a lanchas privadas o embarcaciones con destino a Tortuga Bay.

Las facilidades de embarque y desembarque disponibles funcionalmente permiten ofrecer servicios comerciales con acceso a puntos estratégicos para la distribución de cargas de víveres, pesca, aun así, no equivalen a un mismo pulso económico como lo es el movimiento de pasajeros, el cual abarca más del 80% de la Isla Santa Cruz.



**Ilustración 1. Viajes por puerto incluido transporte público.** Fuente: Ministerio de Turismo 2019.

El GAD de Santa Cruz está impulsando proyectos de sumo interés considerados en la franja costera de Bahía Academia con el fin de aprovechar sus recursos haciendo correcto uso de su suelo, entre ellos mejoras y/o implementación de infraestructura que permita sectorizar y optimizar todas las actividades que ofrecen organizaciones o asociaciones asentadas en las islas.

Sin embargo, las limitaciones por la crisis financiera tornan más selectivo el proceso de inversión de estos proyectos, por lo que realizar un estudio de prefactibilidad para la construcción de una facilidad portuaria como lo es un muelle, nos ayuda con información base para dar luz verde a su emprendimiento considerando las características del sitio.

El empoderamiento mediante el conocimiento permitiría estimar sitios seguros para la ubicación de facilidades que permitan optimizar el espacio reubicando comerciantes, sacándole buen provecho a las propiedades del suelo y características oceanográficas, por lo que se realiza también una propuesta de diseño conceptual de un muelle que

pretende satisfacer la necesidad de un sistema eficiente de entrega de forma segura y que permita atracar embarcaciones pequeñas en Bahía Academia.

### **1.3. Alcance**

El presente documento se basa en estimar la prefactibilidad para la construcción de un muelle en Puerto Ayora donde se:

- Analiza la competencia del producto (muelle) en el mercado con un balance de oferta y demanda en Bahía Academia
- Expone el entorno del marco legal que se debe considerar para obtener permisos y autorizaciones de construcción.
- Expone los aspectos técnicos relacionados al proyecto en cuanto a los recursos materiales y profesionales disponibles en la isla.
- Evalúa el posible impacto ambiental provocado por la fase constructiva y de operación del proyecto.

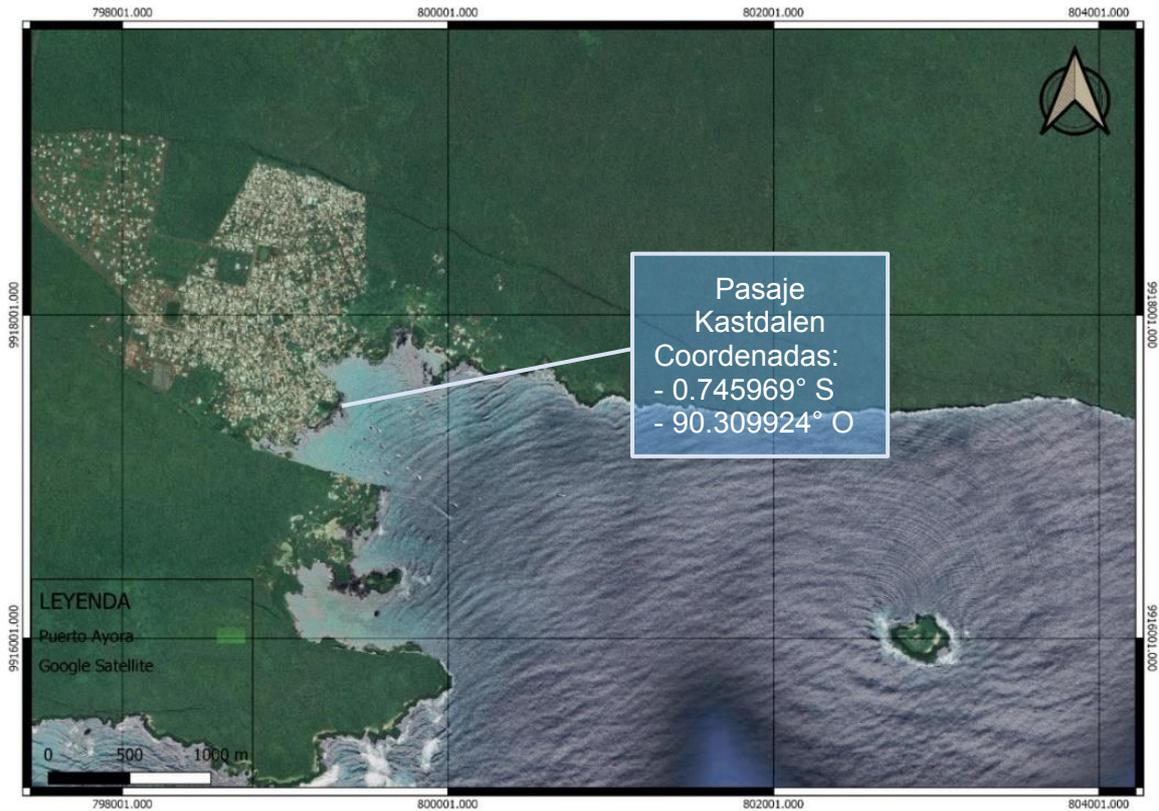
Debido a la emergencia sanitaria producto de la pandemia producida por el virus COVID 19 se limita la posibilidad de visita de campo a la ubicación de estudio (Santa Cruz, Galápagos), el contacto directo con los actores involucrados al cliente y recopilación directa de información, por lo que se adoptaron alternativas como reuniones virtuales a través de la plataforma ZOOM y demás vías electrónicas.

La naturaleza de este proyecto puede cumplir con la finalidad de ser un diseño base para la toma de decisiones de autoridades de Santa Cruz para implementación de infraestructura portuaria y debido a la información considerada para el mismo, servirá como línea base ambiental para el entendimiento de las condiciones ambientales en Bahía Academia.

### **1.4. Localización**

La isla Santa Cruz tiene una extensión de aproximadamente 985.6 km<sup>2</sup>, siendo considerada centro turístico. Cuenta con la carretera más larga del archipiélago, la cual atraviesa la isla de norte a sur, desde Baltra hasta Puerto Ayora respectivamente, frente Bahía Academia.

Entre Puerto Ayora, la ciudad más poblada del archipiélago y Bahía Academia se asienta sobre la franja costera el producto de este proyecto conocido como el pasaje Kastdalen formando parte del departamento de policía, entre la capitanía y la hostería estrella de mar.



**Ilustración 2. Ubicación de Pasaje Kastdalen en Puerto Ayora. Fuente: Autores, 2021**

### **1.5. Estudios Previos**

Para la ejecución del presente proyecto se consideró relevante la siguiente documentación:

- Diseño Conceptual de Una Facilidad Portuaria en Bahía Academia, Isla Santa Cruz, Galápagos. Romina Granja, 2020.
- Muelle de carga en Puerto Ayora. GAD Santa Cruz.
- Carta náutica IOA 20310 de Puerto Ayora (Bahía Academia). Escala 7500. INOCAR, 2019.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Exponer la viabilidad de la construcción de un muelle para optimizar las operaciones turísticas navegables en Puerto Ayora con una propuesta de diseño conceptual adicional considerando las características físico oceanográficos de Bahía Academia.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio de prefactibilidad para la construcción de un muelle en Puerto Ayora.
- Analizar los parámetros oceanográficos de Bahía Academia que influyen en el diseño del muelle.
- Diseñar la propuesta conceptual del muelle.

## **1.7. Marco Teórico**

### **1.7.1. Prefactibilidad**

Los estudios de prefactibilidad permiten identificar la situación actual “sin” y “con” proyecto. Se basa en la recopilación de información inicial que sirve como base para la toma de decisiones del emprendimiento del proyecto considerando las problemas y objetivos que se desean tratar (Thompson, 2009).

### **1.7.2. Infraestructura portuaria**

La infraestructura portuaria son estructuras naturales o artificiales que facilitan las operaciones de embarque y desembarque en tierra de cargas movilizadas por transporte marítimo. Se considera parte de esta infraestructura los canales de acceso, muelles, obras de protección como diques, rompeolas, espigones, escolleras, atracaderos, bodegas para contenedores, entre otros (Gonzalez & Asencio, 2018).

### **1.7.3. Características del sitio**

Siempre es recomendable realizar una caracterización del lugar en el que se va a intervenir en base a la finalidad del proyecto, por lo que a continuación se mencionan las características que se consideran relevantes y que facilitarán el entendimiento de los criterios empleados para obtener el diseño conceptual.

#### **1.7.3.1. Características geotécnicas**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) es una guía para análisis y dimensionamiento de edificaciones (Ej. Puentes, torres, muelles, presas, etc.), basándose en las propiedades físicas del suelo que influirán en el diseño de la obra, para garantizar su integridad considerando el factor sísmico.

- **Suelo**

En ingeniería, la mecánica de suelos nos ayuda a ser conscientes de las propiedades físicas de las capas superficiales de la corteza terrestre. El tipo de suelo encontrado en esos estratos es determinante de la capacidad máxima de carga que podrá resistir el terreno. En base a la estabilidad que el suelo puede proporcionar, se estima el tipo de cimentación y profundidad que se necesitará para que la estructura no colapse.

- **Sismicidad**

La presencia del cinturón de fuego en el pacífico sur provoca que sus países costeros registren constante actividad sísmica, por lo que las normas de construcción consideran la vulnerabilidad de las estructuras debida a vibraciones de alta o baja frecuencia para el cálculo de sus diseños. El factor de sismicidad permite estimar las fuerzas provocadas por el sismo y el espectro de respuesta de la estructura.

#### **1.7.3.2. Características oceanográficas**

Según la Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas (2018), las características oceanográficas que gobiernan el sitio de estudio son condicionantes para el diseño de facilidades portuarias que se deben considerar, ya que influyen en la elección de la tipología estructural y su dimensionamiento.

- **Marea**

Los proyectos de ingeniería de la zona costera, incluida la construcción de puentes, muelles, etc., requieren un conocimiento preciso de la influencia de la luna y el sol para poder anticipar variaciones en el mar que puedan comprometer la estructura. La marea permite estimar la frecuencia, periodo y magnitud de los cambios verticales en el nivel del agua, ya sea en condiciones normales de pleamares y bajamares, por estacionalidad, eventos extremos tales como sicigia, cuadratura o fenómenos cíclicos como El Niño.

- **Viento**

Las oscilaciones que se aprecian en el mar son debido a distintos tipos de ondas provocadas por astros, fenómenos naturales, vientos, etc. El viento genera perturbaciones en la masa de agua que nacen del Fetch, ocasionando oleajes de viento tipo Sea y Swell. En ciertas ocasiones, el viento aumenta el nivel del mar por encima de los valores promedios, por lo que conocerlo y parametrizarlo nos ayuda a estimar o prevenir fenómenos en el oleaje y corriente de zonas de abrigo costero.

- **Corrientes**

La magnitud y dirección del flujo de agua es conocido como corriente y este puede cambiar por estacionalidad debido a fuerzas gravitacionales y vientos. Cuando se planifica una obra portuaria, considerar las corrientes para el diseño puede evitar intensificar procesos de erosión y sedimentación acelerados garantizando la estabilidad de la estructura por más tiempo.

- **Oleaje**

La incidencia de las olas sobre una estructura disipa energía que es de suma importancia durante condiciones extremas como tormentas, ya que, para el diseño de infraestructura portuaria, la altura máxima del oleaje y su frecuencia definen parámetros como alturas en su dimensionamiento.

# CAPITULO II

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Marco Lógico

El marco lógico es una herramienta utilizada para organizar los procesos de proyectos exponiendo los objetivos y facilitando la participación y comunicación entre las partes interesadas. Es comúnmente utilizado cuando se cuenta con proyectos que no están claramente orientados a un solo propósito o cuando no se tiene una visión clara de los beneficios si se llegasen a ejecutar (Ortegón & Prieto, 2005).

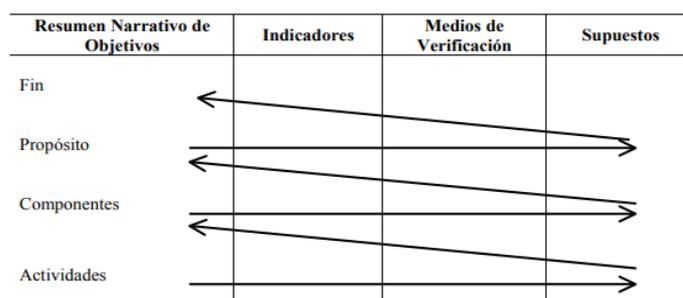
La metodología del marco lógico se divide en 2 fases. La fase 1 identifica el problema analizando los objetivos que nos permitan mejorar la situación expuesta y las estrategias o alternativas que den respuesta a esa situación. En la fase 2 se realiza la matriz del marco lógico planificando el proyecto como si se convirtiera en un plan ejecutable.

OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>FIN</b> Es una definición de cómo el proyecto contribuirá a la solución del problema	Mide el impacto general que tendrá el proyecto	Fuentes de información que se pueden utilizar para verificar los objetivos logrados	Indican acontecimientos, decisiones o condiciones necesarias para la sostenibilidad
<b>PROPÓSITO</b> Es el impacto directo a ser logrado a partir de los resultados	Describe el impacto logrado al final del proyecto	Fuentes de información que permitan ver si los objetivos se están logrando	Indican acontecimientos, decisiones o condiciones para que el PROPÓSITO contribuyan para el logro del FIN
<b>RESULTADOS</b> Son las obras, servicios y capacitación que se requiere para el proyecto	Descripciones breves de cada uno de los RESULTADOS que se tienen que terminar en el proyecto	Dónde se puede encontrar la información para verificar que los RESULTADOS han sido producidos	Indican acontecimientos, decisiones o condiciones para que los RESULTADOS alcancen el PROPÓSITO
<b>ACTIVIDADES</b> Tareas que se deben cumplir para alcanzar los resultados	Contiene el presupuesto para cada actividad a ser producido por el proyecto	Información dónde se puede verificar si el presupuesto ha sido gastado de acuerdo a lo planificado	Indican acontecimientos, decisiones o condiciones que tienen que suceder para completar los RESULTADOS

**Ilustración 3. Estructura de la matriz del marco lógico.** Fuente: The Education Club

La matriz de tamaño 4x4 representa de manera abreviada los aspectos que se consideran más relevantes para la ejecución del proyecto. Las columnas contemplan los indicadores, medios de verificación y supuestos, mientras que las filas son el resumen narrativo de los objetivos.

El fin del proyecto se describe en base a los aspectos que impulsan el objetivo general, dado como una solución al posible problema. El propósito es una hipótesis del impacto de los resultados debidos a la ejecución de la propuesta. Los componentes se basan en los resultados o los entregables (informes, estudios, diseños, etc.) una vez finalizado el proyecto. Y las actividades es un listado de los recursos que se requieren para cada componente.



**Ilustración 4. Relación vertical y horizontal del marco lógico.** Fuente: (Ortegón & Prieto, 2005)

La lógica de este marco se entiende con vínculos de distribución vertical y horizontal. La relación vertical inicia de abajo hacia arriba, donde las actividades son requeridas para completar los componentes. Así mismo, los componentes ayudan a cumplir el propósito que finalmente logrará el fin del proyecto. La relación horizontal inicia de derecha a izquierda, donde si los supuestos se dan, se procede a enlistar los medios de verificación que se necesitarían para poder calcular los indicadores que alcanzan y valoran el desarrollo de los objetivos.

Se da una breve introducción a la primera fase en el CAPITULO I donde se abordan los antecedentes, descripción y justificación de la necesidad de este proyecto, definiendo su objetivo general y estrategias como objetivos específicos. Adicionalmente se hace el análisis de actores involucrados, árbol de problemas, árbol de objetivos, análisis de alternativas y la estructura analítica del proyecto para poder construir la matriz del marco lógico.

El desarrollo de la según fase, en el resumen narrativo se consideran las siguientes componentes:

## **2.2. Prefactibilidad**

### **2.2.1. Mercado**

Esta componente nos ayuda a mostrar la demanda del producto que se desea proponer con el presente proyecto, contando con las siguientes actividades para el marco lógico:

- *Balance oferta y demanda*
- *Precio y tarifas*

Consiste en recopilar información que identifique las características, presentaciones y usos del producto en la extensión geográfica estudiada, que en este caso es Bahía Academia. Como se desea ofertar un muelle que brinde servicios de carga y descarga, el estudio se centra en la posible competencia de este:

- *Muelle de carga*
- *Muelle del malecón*
- *Muelle Gus Angermeyer*
- *Muelle de pescadores*

Una vez identificada la competencia se procede a realizar un análisis de demanda basado en el comportamiento histórico y el actual para tener una idea del tamaño del consumo con fuentes estadísticas. De igual manera se realiza el análisis de la oferta exponiendo los servicios o capacidades de los muelles disponibles con el fin de pronosticar las posibilidades de participación del proyecto.

Como parte de este estudio, también se precisan los precios y tarifas usados por la competencia para fijar el rango de precios de los servicios que debería ofertar la propuesta de este proyecto si estuviera en operación.

### **2.2.2. Marco Legal**

Con el fin de deducir si el proyecto es viable legalmente, es importante tomar en cuenta las normas que los rigen de acuerdo con sus características geográficas, constructivas y de servicio. Esta componente expone las leyes que rigen en el archipiélago además de derivar los costos de permisos y estimar tiempos de autorizaciones. Se lo divide en dos actividades para el marco lógico:

- El entorno interno del proyecto donde se considera el marco legal para contratos laborales, servicios, clientes, entidades bancarias, abastecimiento, etc.
- El entorno externo del proyecto donde se considera el marco legal para regulaciones laborales, tributarias, ambientales, financieras, sanitarias, etc.

Se recopila toda la información encontrada en bibliotecas virtuales y entrevista dirigida a la directora de Urbanismo y Ordenamiento Territorial del GAD de Santa Cruz, Arquitecta Sheila Rosero.

### **2.2.3. Aspectos técnicos**

Con esta componente se responde a la posibilidad de fabricación del producto haciendo referencia a las siguientes actividades:

- *Actividades claves de la fase constructiva del proyecto*
- *Costo de recurso humano y material*

Dependiendo de la tipología estructural, se identifican las actividades involucradas en las fases de su desarrollo, definidas con la guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas (2008):

- Preparación
- Construcción
- Operación & Mantenimiento

Los costos se estimaron con los servicios de alquiler de maquinaria que hay en la isla y tomando en cuenta que, en las Galápagos, el costo de vida es 80% más alto que en continente.

### **2.2.4. Evaluación del impacto ambiental**

Esta componente permite evaluar las fases de construcción y operación involucradas en el desarrollo de un proyecto estimando la posibilidad de un impacto positivo o negativo, con el fin de prevenir posibles agresiones al ambiente.

La metodología planteada será la de Espinoza (2006) para una evaluación somera, ya que es de menor complejidad con el objetivo de ser utilizado como indicador de la

incidencia ambiental, donde se identifica cualitativa y cuantitativamente el impacto provocado.

Una vez que se identifican las principales acciones realizadas durante la fase de construcción y operación, se procede a evaluar con una matriz, si la interacción es positiva o negativa al interactuar con los factores físicos (aire, suelo, agua), bióticos (flora, fauna, paisaje) y socioeconómicos (empleo, social).

Criterio	Caracterización y Valoración		
	Positivo (1)	Negativo (-1)	Neutro (0)
Carácter (C)	Positivo (1)	Negativo (-1)	Neutro (0)
Grado de perturbación (P)	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia (I)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Extensión (E)	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Total	12	8	4

**Ilustración 5. Criterios de valoración para el impacto ambiental.** Fuente: (Espinoza, 2006)

Para valorar cuantitativamente el impacto, se estiman los criterios de valoración presentados en la Ilustración 5, con su respectiva escala, con el fin de evaluar el impacto total para cada acción realizando el producto del carácter con la suma del grado de perturbación, importancia, extensión y duración como se muestra a continuación:

$$Impacto\ Total = C (P + I + E + D) \quad (1)$$

Se valora el impacto cualitativamente como SEVERO para valores menores a -10, MODERADO para valores entre -6 y -10, COMPATIBLE para valores entre -6 y 0, NEUTRAL para valores iguales a 0, BAJO para valores entre 0 y 6, MEDIANO para valores entre 6 y 10 y ALTO para valores mayores a 10.

### 2.3. Diseño Conceptual

Esta componente expone una propuesta de diseño que beneficie al sector de Bahía Academia en Puerto Ayora considerando las siguientes actividades para el marco lógico:

- Tipología estructural
- Método constructivo
- Elementos estructurales

En base a los servicios que se ofrecen en Bahía Academia, se definen las configuraciones físicas de atraque más recomendadas de acuerdo con la ROM 0.5-0.5, tomando en cuenta la clasificación funcional por uso y tipo de mercancía como se muestra en la Ilustración 6.

Tipo de mercancía		Sistema de manipulación de mercancías	Configuración física del atraque	
USO COMERCIAL	GRANELES LÍQUIDOS	Productos Petrolíferos y químicos	Bombeo por tubería	
				MONOBOYA
				CAMPO DE BOYAS
				PANTALÁN DISCONTINUO
			Gases Licuados	Brazos de carga/descarga+tubería
				PANTALÁN DISCONTINUO
	GRANELES SÓLIDOS	Con instalación especial	Sistemas continuos	PANTALÁN CONTINUO O DISCONTINUO
		Sin instalación especial	Sistemas discontinuos	MUELLE
	MERCANCÍA GENERAL	Carga Convencional	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
			Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Contenedores	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Ro-ro	Por medios rodantes	PANTALÁN DISCONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
		Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
Parte por medios rodantes y parte por elevación			MUELLE	
Multipropósito	Medios rodantes+elevación	MUELLE		
PASAJEROS	Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO	
		Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE	
	Cruceros y otras embarcaciones de pasajeros		PANTALÁN CONTINUO	
USO PESQUERO	PESCA	Sistemas discontinuos por elevación	PANTALÁN CONTINUO	
			MUELLE	
USO NÁUTICO-DEPORTIVO			PANTALÁN CONTINUO	
USO INDUSTRIAL			MUELLE	
USO MILITAR			PANTALÁN CONTINUO	

**Ilustración 6. Tipología estructural para atraque en función del uso.** Fuente: (ROM, 2011)

El diseño conceptual forma parte de las primeras tareas de un proyecto de diseño, siendo un proceso o método que, utilizando los recursos disponibles (estructurales, tecnológicos, culturales, creativos, etc.) encuentra una solución óptima a un problema o necesidad multivariable, en el que todas las variables son importantes.

En este documento, se propone el diseño conceptual de un muelle manteniendo presente las condicionantes mencionadas en la ROM (2011), por lo que se analizan las siguientes:

### **2.3.1. Batimetría**

Con el fin de hacer un reconocimiento del emplazamiento se elabora la batimetría 2D interpolando los valores de profundidad expuestos en la carta náutica IOA 20310 de Puerto Ayora con el programa Ocean Data View para visualizar los accidentes topográficos de mayor relevancia.

### **2.3.2. Marea**

El máximo rango de la marea para Bahía Academia se estima de la diferencia entre pleamares y bajamares para el cálculo del máximo nivel de agua que enfrentara la estructura con la ayuda de las tablas de marea del INOCAR.

### **2.3.3. Vientos**

Se estima la magnitud y dirección del viento predominante en Bahía Academia con datos satelitales registrados cada mes desde 1979 – 2020 obtenidos de COPERNICUS. Con la herramienta RSTUDIO se procesa la información obteniendo los valores promedio, máximo y mínimo y con WRPLOT se construye la gráfica para poder visualizar los resultados para época húmeda y seca.

### **2.3.4. Corrientes**

Se estima la magnitud y dirección de la corriente predominante en Bahía Academia con datos satelitales registrados cada mes desde 2001 – 2016 obtenidos de COPERNICUS. Con la herramienta RSTUDIO se procesa la información obteniendo los valores promedio, máximo y mínimo y con WRPLOT se construye la gráfica para poder visualizar los resultados para época húmeda y seca.

### **2.3.5. Oleaje**

Se estima la altura significativa, periodo pico y dirección del oleaje predominante en Bahía Academia con datos satelitales registrados cada hora desde 1996 – 2018 obtenidos del WAVEWATCHII. Se usa MATLAB para procesar y visualizar los resultados para época húmeda y seca con el código del apéndice B.

Granja (2020) realizó la modelación del oleaje para Bahía Academia en tres puntos distintos para la ubicación de un puerto y coincide que el “Sitio B” se ubica a 100 metros del sitio estudiado en la presente tesis, por lo que se cuenta con la predicción de la altura significativa y periodo pico de la ola en la zona.

### 2.3.6. Sismicidad

En las islas Galápagos los estudios de suelo son limitados a falta de laboratorios para análisis, sin embargo, ya que la formación de la isla Santa Cruz hace aproximadamente 2 millones de años es de origen volcánico, constituida principalmente de capas espesas de material rocoso basáltico (Balón & Balladares, 2018).

Una vez que se conoce el perfil de suelo sobre el que se desea construir, con la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) se define la caracterización del peligro sísmico de acuerdo con el factor de la zona (Z) de las Galápagos para estimar el espectro elástico horizontal de diseño por aceleraciones con los coeficientes de perfil de suelo:

- Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto ( $F_a$ )
- Desplazamientos para diseño en roca ( $F_d$ )
- Comportamiento no lineal de los suelos ( $F_s$ )

### 2.3.7. Dimensionamiento

Para el dimensionamiento primero se definen las dimensiones de eslora (L), calado (D), manga (B) y puntal (T) del buque para el cual el diseño sea útil, para con la batimetría estimar la orientación y longitud de la estructura. Una vez realizado el emplazamiento, se procede a calcular con las fórmulas de la ROM:

- Altura de los pilotes

$$H = Emp + A.R + h_1 + h_3 + Esp.Ag \quad (2)$$

Depende de la distancia que se va a empotrar ( $Emp$ ) el pilote considerando el tipo de suelo, el anclado en roca ( $A.R$ ) para garantizar estabilidad del pilote, la longitud del cuerpo del pilote sumando el calado a máxima carga ( $h_1$ ) y el resguardo de seguridad que garantiza que la embarcación no quede varada ( $h_3$ ).

## ATRAQUE EN PARALELO

- Resguardo de seguridad entre naves

$$L_o = 20\% \quad (3)$$

- Longitudes de los cabos de amarre

$$Largo = 0.3L \quad (4)$$

$$Través = 0.4B \quad (5)$$

$$Esprín = 0.8L \quad (6)$$

## ATRAQUE EN PUNTA

- Resguardo de seguridad entre naves

$$L_a = (1.0 - 1.5)B \quad (7)$$

- Longitudes de los cabos de amarre

$$Largo = 0.3B \quad (8)$$

Usando el programa SAP2000 se realiza el modelamiento de los elementos estructurales que, como pilotes, vigas longitudinales, transversales y losas que responden positivamente ante la actividad sísmica de zona (Z) en función del tipo de suelo y sus coeficientes:

- Fa: Coeficiente de amplificación del suelo de periodo corto
- Fd: Desplazamientos por diseño de roca.
- Fs: Comportamiento no lineal del suelo.
- $\eta$ : Razón entre la aceleración espectral y PGA.

# CAPITULO III

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Actores Involucrados

Para la tabla de actores se debe analizar el interés y la influencia de los actores involucrados en el proyecto a ejecutarse según la función o rol que cumple cada uno de ellos. Para definir el grado en del interés y de influencia se establece una escala para el interés del 1 al 5 siendo: 1 totalmente desinteresado, 2 desinteresado, 3 neutro, 4 interesado, 5 completamente interesado. Para la influencia: 1 poca influencia, 2 neutra, 3 mucha influencia (Ortegón & Prieto, 2005).

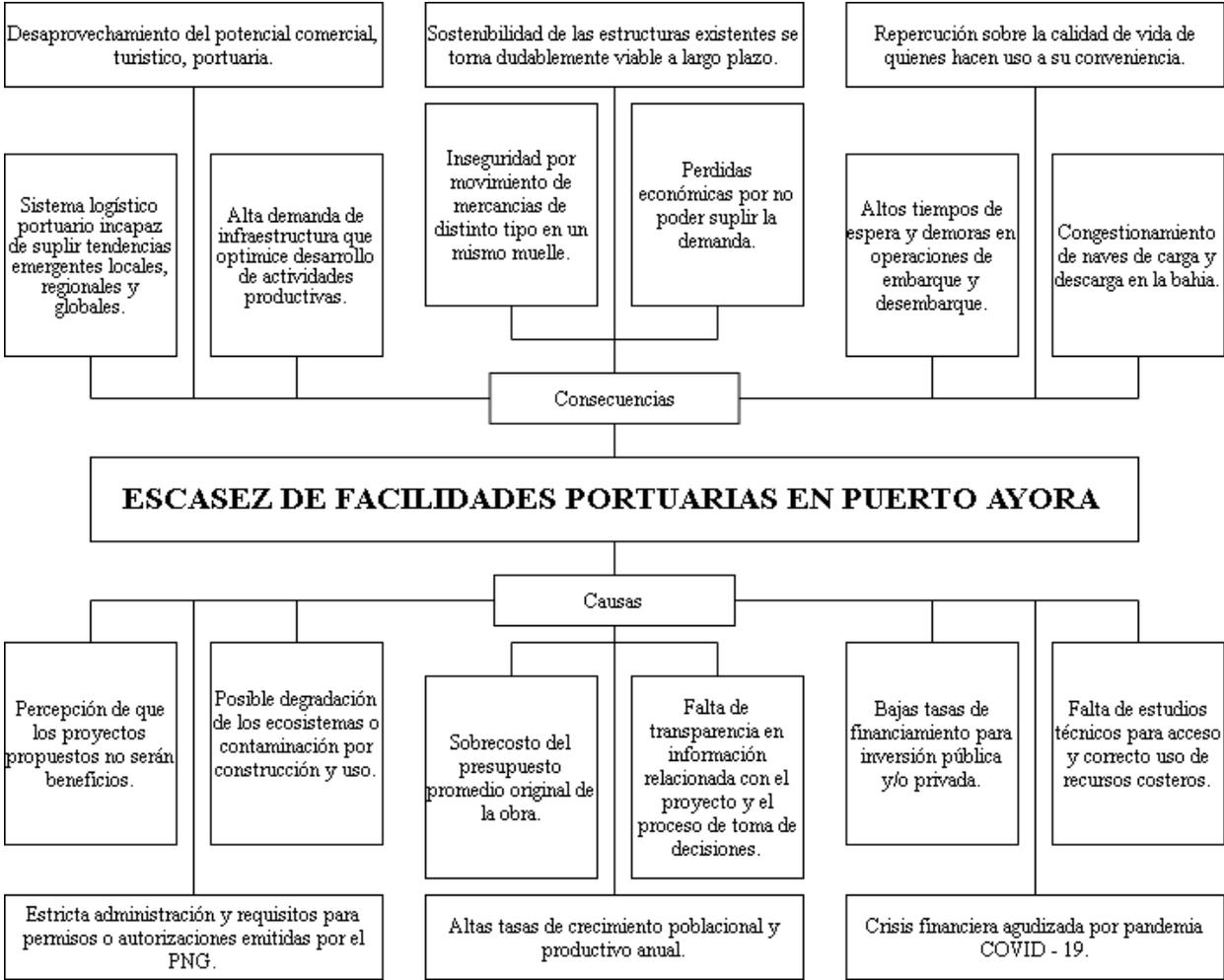
Además de su descripción también plantea una resultante con el producto de interés e influencia, que permite reconocer la relevancia de los actores dentro del proyecto siendo los organismos de regulación y aprobación de normativas más relevantes en la ejecución del proyecto: Dirección de Parque Nacional, Ministerio de Ambiente, Consejo de Gobierno de Régimen Especial y el GAD de Santa Cruz con un puntaje de 15 en su resultante mostrado **Error! Reference source not found..**

### 3.2. Árbol de Problemas

Según un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Latinoamérica tiene muchos conflictos al momento de invertir en infraestructura. Empezando por el hecho de que la Organización de las Naciones Unidas ha estimado que al menos un 14% del PIB debe estar destino a proyectos de infraestructura para lograr alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible, en muchos países al igual que en Ecuador, esta tasa no alcanza ni el 4%. Todo esto conlleva a conflictos equivalentes a demoras, rediseños y sobrecostos.

La falta de estudios que estimen el estado de los recursos existente o que permitan entender las condiciones ambientales también son un gran problema que conlleva a la realidad existente en Puerto Ayora. Por no tener una claridad acerca de las capacidades de uso de su franja costera sin una correcta administración o logística, resulta en congestión, inseguridad, desaprovechamiento y pérdidas.

Mediante un árbol se logra mapear los problemas, donde las raíces son las causas, el tronco es la principal problemática y las hojas o ramas son los efectos ocasionados como se muestra en la Ilustración 7.



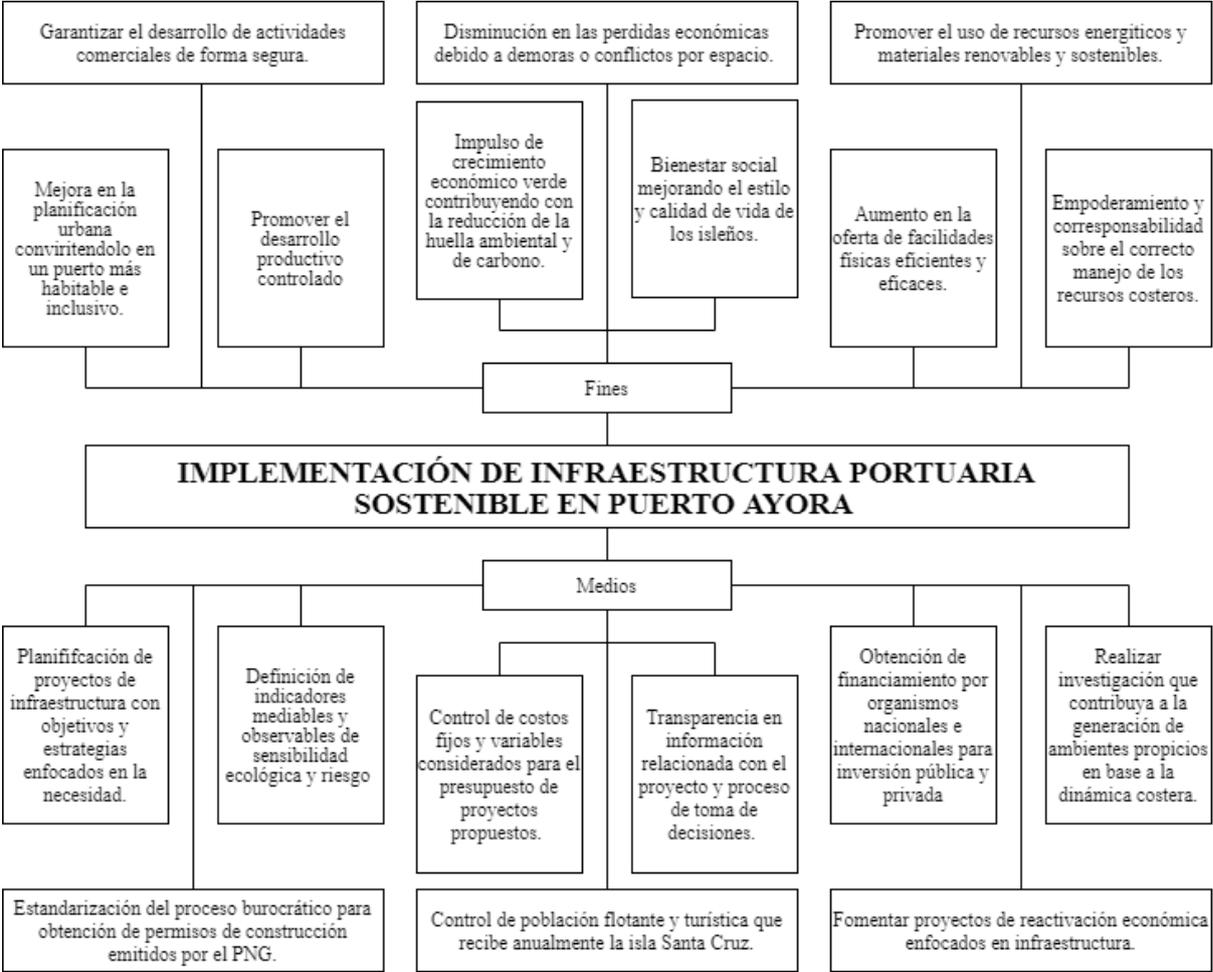
**Ilustración 7. Árbol de problemas.** Fuente: Autores, 2021

**3.3. Árbol de Objetivos**

Una vez realizado el árbol de problemas a raíz de la escasez de facilidades portuarias en Puerto Ayora, el objetivo se vuelve muy simple y obvio, exponiéndose entonces la necesidad de implementar infraestructura portuaria sostenible.

Cuando se habla de infraestructura bajo el contexto de sostenibilidad, nos referimos a una estructura física que permita el equilibrio entre los ámbitos económicos, sociales y ambientales generando trabajo e ingresos.

Entre las ventajas de implementar infraestructura sostenible, se destaca la evolución de las urbes desde el ámbito de la organización, el progreso, la gobernanza y la gestión a través de innovaciones en el diseño urbanístico y estrategias económicas. En la Ilustración 8 se exponen los medios y los fines en torno al objetivo.



**Ilustración 8. Árbol de objetivos.** Fuente: Autores, 2021

**3.4. Análisis de Alternativas**

El análisis de alternativas tiene la finalidad de definir acciones o estrategias que resuelvan los problemas antes mencionados a través de las raíces (medios) del árbol de objetivos. Estas alternativas deben tener un impacto positivo sobre el caso analizado aportando con la meta alcanzando uno o varios fines.

Se proponen las siguientes estrategias con su respectivo porcentaje de aporte a las 9 finalidades presentadas en el árbol de objetivos (Ilustración 8):

Estrategia #1: Planificar y desarrollar proyectos con diseños de infraestructura portuaria en base al desarrollo productivo y ordenamiento espacial de Puerto Ayora y las condiciones ambientales en Bahía Academia. Aporte del 66.6%.

Estrategia #2: Definir indicadores terrestres y marinos de sensibilidad ecológica y riesgo por construcción, medibles y observables para Puerto Ayora y Bahía Academia. Aporte del 55.5%.

Estrategia #3: Realizar estudios de las características oceanográficas de Bahía Academia prediciendo su comportamiento a largo plazo en presencia de infraestructura y/o durante condiciones extremas. Aporte del 44.4%.

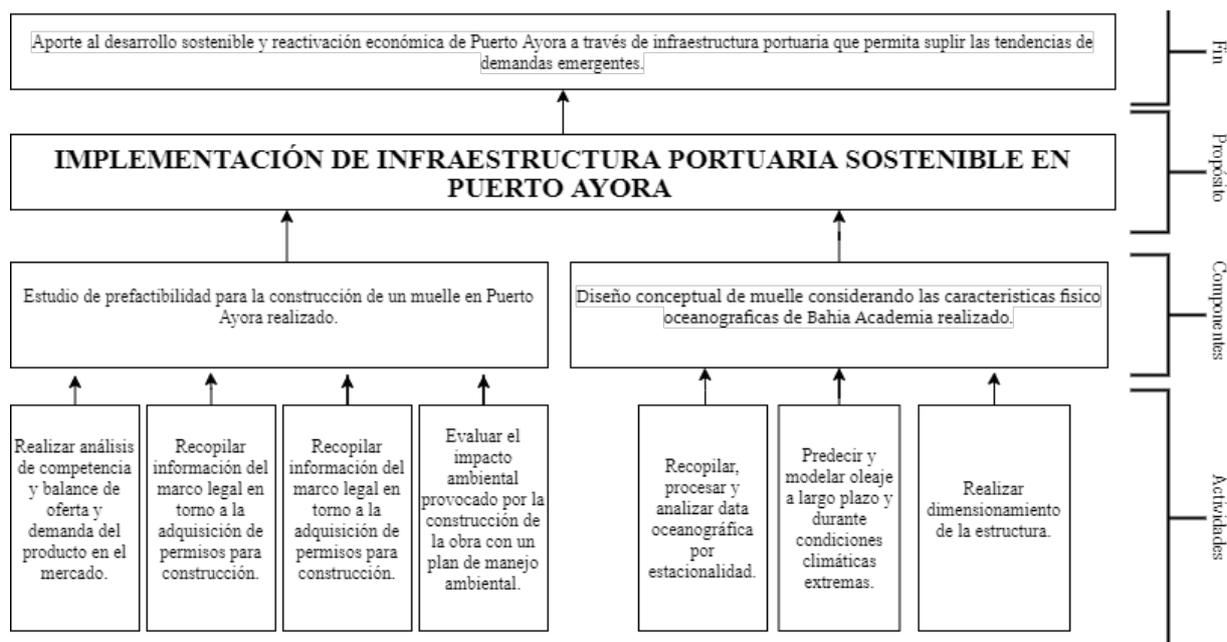
Estrategia #4: Estandarizar requisitos para obras de infraestructura basados en parámetros de sostenibilidad durante el proceso de selección o toma de decisiones. Aporte del 77.7%.

Debido al alcance de esta tesis, la información plasmada en este documento funciona como base directamente para la Estrategia #1 y Estrategia #3.

### **3.5. Estructura Analítica**

De forma esquemática con un árbol de niveles jerárquicos se representa el resultado de los problemas, objetivos y estrategias para la estructura analítica de este proyecto.

Si las estrategias 1 y 3 se basan en la planificación y desarrollo de proyectos de diseño y la realización de estudios pertinentes, las componentes consideradas son el producto de este documento; el estudio de prefactibilidad para la construcción de un muelle en Puerto Ayora con la propuesta de diseño conceptual tomando en cuenta las características físico-oceanográficas de Bahía Academia. Las actividades para la realización de cada componente son en otras palabras, los objetivos específicos de este proyecto como se muestra en la Ilustración 9, obteniendo como resultado la matriz.



**Ilustración 9. Estructura analítica.** Fuente: Autores, 2021

### 3.6. Prefactibilidad

#### 3.6.1. Mercado

El estudio de mercado se define como el proceso de planificar, recopilar, analizar y comunicar datos relevantes acerca del tamaño, poder de compra de los consumidores, disponibilidad de los distribuidores y perfiles del consumidor con la finalidad de ayudar a tomar decisiones y a controlar las acciones de marketing en una situación de mercado específica.

El principal problema o motivo por el cual se genera este estudio de mercado no va más allá de lograr identificar y estudiar la necesidad creciente de la construcción de un nuevo muelle ubicado en Puerto Ayora. La preocupación de los habitantes de la zona al presentarse una demanda creciente en cuanto a fácil acceso u óptimo para embarque o desembarque turístico y de productos marinos y a la optimización de espacios en donde atracan o se desembarcan dichos productos basándose en los números que se están presentando y proyectando en base a la reactivación del turismo de la isla, por los estragos y/o impacto causado por el COVID-19.

Por lo tanto, el objetivo del estudio es la recopilación de información y/o datos que permita:

- Identificar la actividad o uso principal del muelle.
- Conocer las principales actividades económicas de la zona.
- Evaluar el crecimiento del sector turístico y pesquero
- Conocer los beneficios que traerá consigo la construcción de un nuevo muelle.

Es importante el poder reconocer cual o cuales son las ocupaciones por tipo de actividad en donde los habitantes de la isla se están dedicando principalmente al turismo y comercio.

Una de las actividades principales en Puerto Ayora es el turismo, por lo tanto, ha radicado en que se generen diversas actividades económicas que logran suplir las necesidades de los turistas que son:

- Tiendas de equipos para buceo y otras actividades dentro del mar.
- Restaurantes.
- Hoteles.
- Bares/Discootecas.
- Galerías de arte.
- Operadoras de turismo.
- Mercado de artesanías.
- Negocios locales como tiendas de materiales de construcción.
- Muelles.

La identificación de la actividad o uso principal del muelle está basada en la problemática detallada en el estudio que se radica del turismo y las necesidades o demandas que genera el mismo, cabe recalcar que en la actualidad existen muelles los cuales están funcionando.

Al mencionar que ya existen actualmente muelles con sus respectivas actividades se detallarán las mismas para la identificación del nicho o tipo de consumidor que deberá suplir el proyecto/estudio:

**Muelle de Pescadores** ubicado en el Barrio Pelican Bay en la principal arteria turística de la Avenida Charles Darwin, a una distancia de medio kilómetro desde el muelle turístico de Gus Angermeyer:

- Venta de pescado fresco.
- Observación de paisaje.
- Observación de aves.
- Observación de fauna marina.
- Fotografía.

**Muelle turístico Gus Angermeyer** como principal operación o centro de operaciones del turismo tanto terrestre como marítimo, cumpliendo con el embarque de pasajeros a las embarcaciones turísticas:

- Observación del paisaje.
- Observación de aves.
- Zona de descanso.
- Caminatas.
- Fotografía.
- Observación de fauna marina.

**Muelle de carga** ubicado junto al mar donde se puede observar la fauna marina y apreciar el trabajo con madera, joyería con materiales reciclados, esculturas con vidrio reciclado, confección de carteras, camisetas pintadas, entre otros.



**Ilustración 10. Muelles en Bahía Academia.** Fuente: Autores, 2021

### **3.6.1.1. Área del mercado**

La zona o área de influencia que tendrá la construcción del muelle podrá variar de acuerdo con el crecimiento o expansión de la actividad económica de la isla/bahía, pero podemos establecer un límite como se puede visualizar en la Ilustración 11 guiándonos a los establecimientos que tiene relación a la actividad económica como se lo detalla en la **Error! Reference source not found.**



**Ilustración 11. Área de influencia acorde a los beneficios del nuevo muelle.**

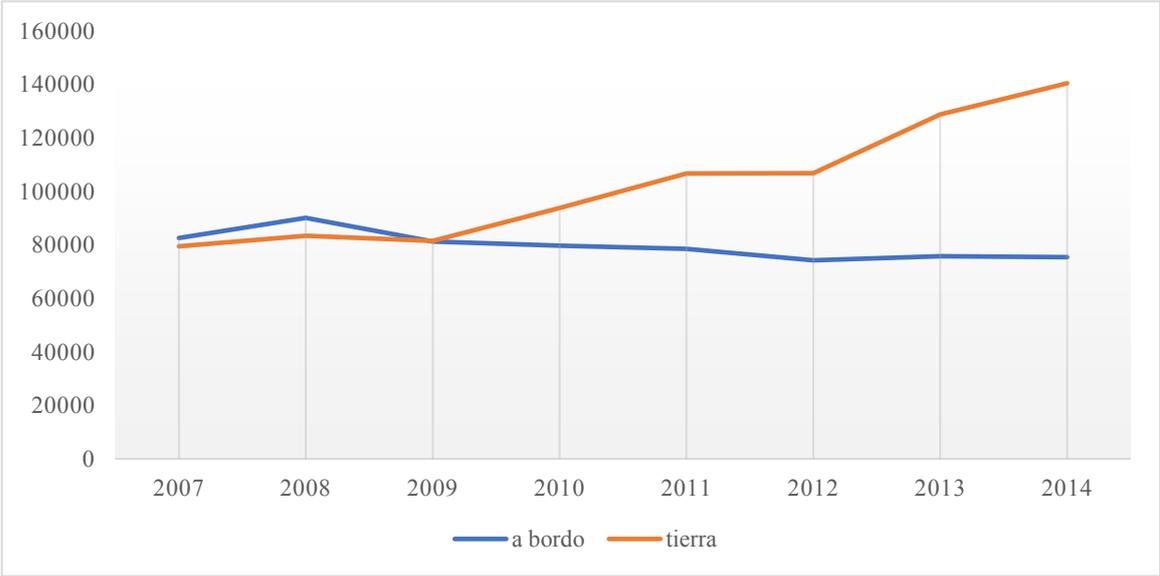
### **3.6.1.2. Población**

La población consumidora o consumidores al cual se dirigirá las actividades del nuevo muelle que se propone mediante el estudio, se desglosa entre las personas económicamente activas de la isla (Tabla 5), los visitantes/turistas locales o extranjeros (Tabla 6) y la composición de la flota pesquera artesanal (Tabla 7).

### **3.6.1.3. Condiciones comerciales**

Las condiciones en la que se desarrollará la comercialización están basadas en el detalle que se realizó en la sección de población del área del mercado, haciendo énfasis en el crecimiento o recuperación de las visitas de los turistas a la isla, a pesar del impacto que provoco el COVID-19, agregando a esto la comparación del crecimiento entre el turismo en tierra y abordó, logrando demostrar en la Ilustración 12 el escenario de crecimiento rápido o tendencia de los nuevos visitantes/turistas al preferir en los últimos años

permanecer en la isla y disfrutar de los diferentes tipos de establecimientos asentados en ella.

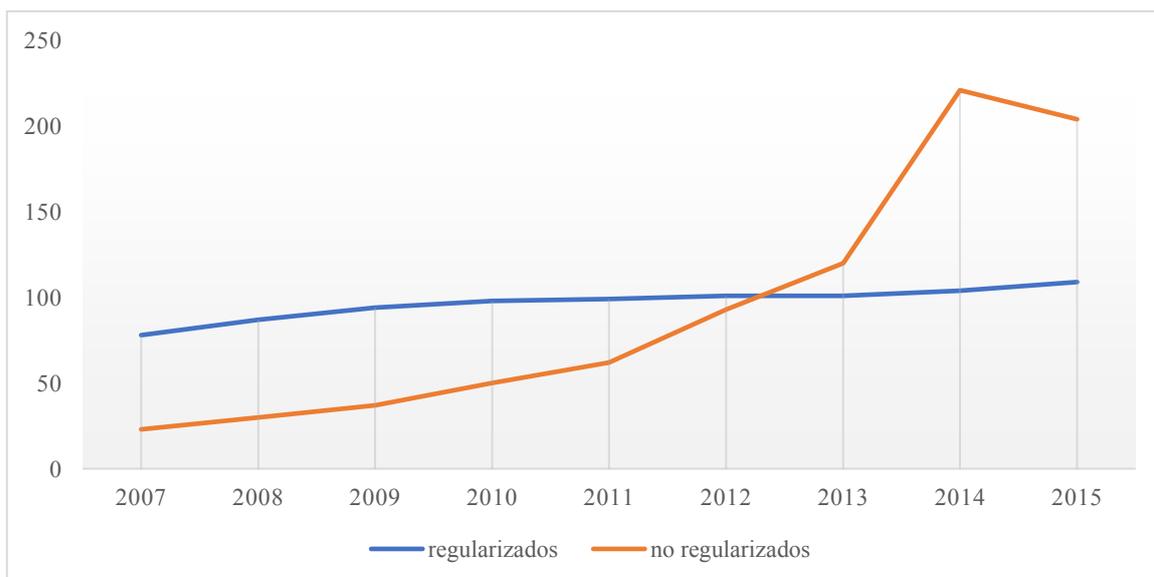


**Ilustración 12. Comparación del crecimiento del turismo en tierra y abordó 2007 – 2014.** Fuente: (DPNG, 2015)

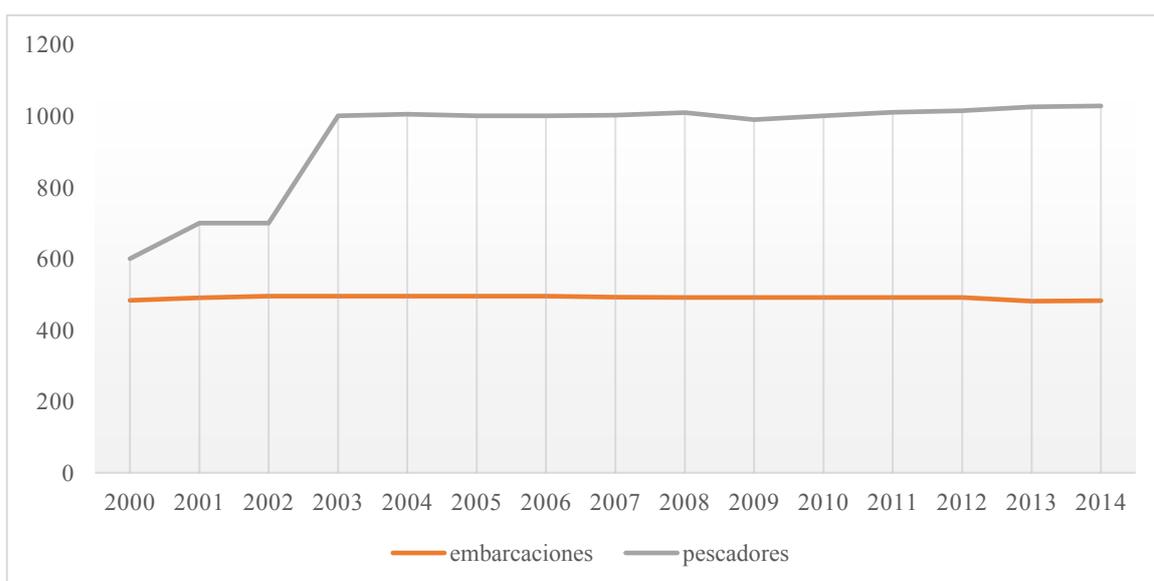
**3.6.1.4. Demanda**

De acuerdo con el análisis del comportamiento de la demanda atada a las actividades que tendrá o asignará al muelle que se propone en el estudio, podemos demostrar mediante los datos recolectados mostrados en la Ilustración 13 que indiferente de que si el crecimiento de los establecimiento de alojamiento sean regulados o no, existe un crecimiento el cuál como ya se ha mencionado en el objetivo/definición del problema que constituye el estudio actual y es la optimización del espacio o lugar en donde se pueda realizar el desembarque tanto de productos pesqueros u otros, como propiamente el de las llegadas/salidas de los turistas visitantes de la isla.

Cabe recalcar que de acuerdo con la Ilustración 14 a pesar de no existir un aumento en el número de embarcaciones, ni un crecimiento acelerado, hay una excepción en el número de pescadores en el año 2002, el cual despuntó o marcó una estabilidad o crecimiento moderado en los años siguientes.



**Ilustración 13. Crecimiento del número de establecimientos de alojamiento regularizados y no regularizados en Santa Cruz. Fuente: (DPNG, 2015)**



**Ilustración 14. Número de embarcaciones y pescadores registrados anualmente en Santa Cruz. Fuente: (PNG, 2004)**

Santa Cruz es la isla que registra la mayor parte del movimiento de los pasajeros, ya que es de donde prácticamente se movilizan al resto de las islas promediando de entre 60.000 a 70.000 pasajeros al año de los cuales 55% se dirigen hacia Isabela, 32% hacia San Cristóbal y 12% hacia Floreana, tal y como podemos demostrar o identificar de acuerdo con las rutas registradas.

- Ruta 1: San Cristóbal – Santa Cruz – San Cristóbal.
- Ruta 2: Santa Cruz – San Cristóbal – Santa Cruz.
- Ruta 3: Isabela – Santa Cruz – Isabela.
- Ruta 4: Santa Cruz – Floreana – Santa Cruz.
- Ruta 5: Santa Cruz – Isabela – Santa Cruz.

Estas rutas están cubiertas o compuestas por 31 embarcaciones con capacidad de transportar entre 8 y 35 pasajeros.

Otra de las actividades que genera la demanda actual del uso de muelles, es el transporte marítimo que es mejor conocida como tour diario o tour puerto a puerto, el cual se utilizan las embarcaciones de transporte público para suplir esa necesidad del turismo.

#### **3.6.1.5. Oferta**

El comportamiento histórico de la oferta básicamente se resume en los datos demostrados o descritos en la sección de la demanda del estudio, recalcando que la capacidad actual o el número de embarcaciones ha disminuido, mientras que el de pescadores ha ido en aumento a lo largo del tiempo. Es importante mencionar que distintas evaluaciones realizadas indican que el número de embarcaciones y pescadores activos no son más del 50% registrado, lo que permite demostrar o indicar que hay una cantidad de esfuerzo pesquero que no ejerce la actividad.

El presente estudio, permitirá que la oferta sea favorable en contra a la demanda en varias de las actividades económicas que se ejecutarán o formarán parte de estas del nuevo muelle, el cual se las detalla a continuación:

- Optimización de transporte marítimo.
- Optimización de desembarque para embarcaciones pesqueras
- Mejora en el tiempo invertido o ruta de movilización de turistas y/o residentes.

De acuerdo con los puntos mencionados, podemos identificar que actualmente el “muelle de los pescadores” no se encuentra actualmente en la ubicación más óptima en cuanto a tiempo y desplazamiento de las embarcaciones con los productos con sus productos pesqueros.

Incluyendo a todo lo mencionado en lo engloba a los muelles de la provincia de las Galápagos, ninguno de ellos cuenta con un Plan de Manejo Ambiental que permita minimizar o mitigar realmente los impactos que son generados por las operaciones de estos recintos portuarios. Tampoco cuentan con ningún tipo de seguridad industrial, por lo que aparte de las operaciones de carga y descarga de mercancías, estos son utilizado también para el abastecimiento de combustibles en embarcaciones menores.

Finalmente, solo el 17% de los puertos existentes cuenta con dichas facilidades portuarias para el embarque y desembarque. El único muelle ubicado en Puerto Ayora de uso público que se encuentran destinado para el embarque y desembarque de pasajeros, y cuenta con las facilidades portuarias es el Gus Angermeyer.

Por lo que se busca como ya se había mencionado en las actividades o beneficios a estas que tendría un nuevo muelle en la bahía, y que cuente con todos los reglamentos, seguridades respectivas y regulaciones correspondiente para el buen uso y funcionamiento de este.

#### **3.6.1.6. Balance oferta y demanda**

Tal y como hemos venido describiendo en las demás partes del estudio, lo que podemos analizar e indicar es de que existe un crecimiento por parte de todas las actividades económicas derivándose en una demanda del sector turístico el que a su vez generar mayor demanda en las demás, provocando que el crecimiento sea en cadena.

En base a los datos que se han recolectado sobre el crecimiento de los sectores y/o actividades económicas podemos ver que el futuro tanto de la demanda como el de la oferta, existirá un crecimiento que se deberá suplir de una u otra forma.

Esto implicará implementaciones de regulaciones, o aplicación de regulaciones ya existentes para ofrecer un producto/servicio con calidad y no provoque el descontrol de este.

#### **3.6.1.7. Precios y tarifas**

Actualmente los mecanismos para la fijación de los precios en cuanto al uso de los muelles para las embarcaciones son expedidos por el Gobierno Municipal de Santa Cruz, indiferente de que sea persona natural o jurídica. El pago será recurrente de manera

mensual por cada embarcación como se lo indica en la Tabla 8, recalcando que esto será parte de los servicios y apoyos complementarios al proyecto/estudio.

En cuanto a la fijación/o asignación de precios para los productos pesqueros existe de manera irregular ya que los que toman esta decisión son propiamente pescadores mediante pugnas tal como se describe en la sección de comercialización de precios y tarifas en el presente estudio.

#### **3.6.1.8. Comercialización**

Los ingresos económicos que genera la pesquería de pepino de mar es una de las de mayor relevancia o importancia en las Galápagos, a la cual le sigue por debajo la langosta espinosa y la pesca de altura como se muestra en la Tabla 9, ya que, en todas las pesquerías, los involucrados como el armador recibe mayores ingresos netos que un pescador como se detalla en la Tabla 10.

Tomando en cuenta que los valores o costos pueden variar ya que el precio de los productos pesqueros cambia año a año y su presentación, la comercialización de los productos pesqueros en realidad es muy versátil y varía por el tipo de pesquería, principalmente frescos enteros o en filete.

Otra característica en la comercialización de los productos pesqueros consiste en que los pescadores definen los precios, provocando que puedan variar significativamente pugnas de precios entre ellos mismos, pero en cuanto a la venta de exportación, los intermediarios son quienes definen el precio, afectando y generando un descontrol de precios a nivel local y la concentración de la mayoría de las ganancias en los intermediarios.

#### **3.6.1.9. Aspectos técnicos**

Si bien es cierto que la isla se encuentra alejada del continente, cuenta con conexiones marítimas y aéreas que permiten el traslado de los recursos materiales y humanos de ser necesarios. Si se plantea la construcción de un muelle, se debe contar con maquinaria. A pesar de la escasez en la isla por las restricciones de uso dispuestas por el Régimen Especial de las Galápagos, Puerto Ayora cuenta con servicios de alquiler de equipos expuestos en la Tabla 11. **Costos de equipo para servicio de alquiler.** Fuente: CGREG

. El alquiler inicia con el usuario realizando el pedido del servicio directamente a través de obras públicas o la página web. Hecho esto se revisa la disponibilidad, acto seguido, la administración enviará el recibo de pago. Una vez cancelada la cuota, desde el primer día de la fase constructiva del proyecto se asignará el equipo destinado al sitio de la obra.

Así mismo, para las obras de infraestructura se cuenta con elementos estructurales prefabricados de hormigón armado que invierten menor tiempo de construcción tales como pilotes, vigas y losas. Se estimaron los costos de estos elementos y materiales varios con los costos utilizados por Consultora Consulsua para proyectos realizados en las Galápagos expuestos en Tabla 13.

Acerca del recurso humano, es importante mencionar la necesidad de ingenieros oceanográficos, portuarios y civiles al momento de implementar infraestructura costera debido a los parámetros que se deben considerar, por lo que se expone el salario mínimo del personal necesario para la ejecución del proyecto considerando funcionarios de grado 1 con un incrementado del 80% para Galápagos en la **Error! Reference source not found..**

### **3.6.2. Evaluación del impacto ambiental**

#### **3.6.2.1. Área de influencia**

##### **3.6.2.1.1. Directa**

La pequeña porción de la franja costera donde se desarrolla el proyecto se ubica al final de la intersección entre la Av. Charles Darwin y la calle 12 de febrero (Pasaje Kastdalen), extendiéndose hacia la bahía donde actualmente se encuentra asentado el departamento de policía de Puerto Ayora. El área donde el impacto será directo debido a las actividades de construcción, operación y mantenimiento es de aproximadamente 1050 mt<sup>2</sup>.

##### **3.6.2.1.2. Indirecta**

Adyacente al sitio donde se realizan las fases de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, existe la presencia de mangle, por lo que la zona de influencia indirecta fue estimada con un radio de 30 metros para enfocarnos en su impacto.

### **3.6.2.2. Fases del proyecto**

#### **3.6.2.2.1. Preparación**

La fase de preparación hace referencia al acondicionamiento de la zona, antes de la fase de construcción de la estructura. Se basa en el aseo del sitio, específicamente al retiro de materiales sólidos presentes en tierra y agua, tales como restos de basura, embarcaciones y/o fauna marina. Seguido se procede a la señalización adecuada de la zona debido a máquinas y obreros trabajando, ya sea en tierra con letreros y en agua con boyas. También se sitúa y fija la malla antidispersante perpendicular al agua que evitará la propagación de sedimentos en la bahía debido a la fase de construcción.

Una vez que se haya verificado que no existan estorbos y la malla este correctamente colocada, entonces se podrá romper y retirar la roca excedente que se encuentra al finalizar el pasaje, para aplanar lo más posible el área de construcción delimitada.

#### **3.6.2.2.2. Construcción**

Se inicia rellenando el terreno natural creando un talud para mejorar el terreno de cimentación sobre el que irá la plataforma terrestre. Una vez listo el terreno se procede a crear la plataforma de pavimento que se unirá con la estructura de amarre. Luego se procede a perforar los sitios donde irán ubicados los pilotes hasta alcanzar la profundidad de empotramiento requerida.

La fase constructiva se divide para dos estructuras; fija y flotante.

Para la estructura fija, se procede a ubicar los pilotes de madera en las perforaciones distanciadas 3 veces su diámetro. Luego se agrega y compacta grava en el espacio vacío entre el pilote y la perforación para estabilizarlo. Seguido se amarran los pilotes con vigas de madera garantizando el distanciamiento entre ellos y permitiendo crear un marco sobre el cual se procede a ubicar los tablonés de madera para crear la pasarela.

Para la estructura flotante, se procede a ubicar los pilotes de acero en las perforaciones distanciadas 3 veces su diámetro. Luego se agrega y compacta grava en el espacio vacío entre el pilote y la perforación para estabilizarlo. Se procede a ubicar la plataforma flotante sobre los pilotes mediante bridas laterales que permiten la movilidad vertical

provocada por el oleaje, contrarrestando el movimiento horizontal. Para unir la estructura fija con la flotante, se instala la pasarela articulada como faldón.

Cabe recalcar que tanto para la estructura fija y flotante, las perforaciones y asentamiento de pilotes se harán al mismo tiempo tomando en cuenta las debidas consideraciones, como el diámetro y profundidad para cada sitio.

Una vez finalizada la instalación de la pasarela articulada, se realizan las instalaciones de equipamiento (cableado, iluminación, accesorios de amarre, etc.). Finalmente, se podrá retirar la malla antidispersante, solo si todo el material suspendido en el agua se ha depositado en el fondo, para evitar que llegue a otros sectores.

#### **3.6.2.2.3. Operación**

En la fase de operación, el pantalán permitirá el acordonamiento de fibras pesqueras de hasta 9.5 metros de eslora con calados máximos de 1 a 1.5 metros. La estructura funcionará para recepción de carga y descarga de pesca con la ayuda de gavetas a través de la plataforma.

#### **3.6.2.2.4. Matrices de interacción**

En base a las actividades que se desarrollan en las fases de construcción y operación, se identifican las principales acciones de posible interacción positiva o negativa con el medio para clasificarlas con relación a los factores e indicadores ambientales.

En la Tabla 16 se demuestra que existen 44 interacciones, siendo 28 negativas y 16 positivas. La manipulación y funcionamiento de maquinaria para limpieza, extracción, perforación y colocación del muelle es la acción de más impacto debido a la interacción que tiene con todos los factores ambientales. El suelo es el factor físico más afectado negativamente durante todo el proyecto y el empleo es el factor socioeconómico más afectado positivamente.

Se califican los criterios de carácter (C), perturbación (P), importancia (I), extensión (E) y duración para la valoración cuantitativa de las acciones en la Tabla 17 y Tabla 18. **Matriz de valoración cuantitativa del impacto total.** Fuente: Autores, 2021

.Se presentan los resultados de la matriz de evaluación de impactos de manera cualitativa, una vez que fue calculada la magnitud del impacto total con la fórmula de la en donde se visualiza el cero (0) en los casos donde no aplica calificar.

Resumiendo, los resultados expuestos en la Tabla 14, se identifica que el 64% de las acciones realizadas por este proyecto son potencialmente negativas y el 36% es positivo.

Sin embargo, la gran mayoría de las acciones negativas corresponden en un 32% a un impacto moderado y compatible con el medio ambiente, concentrados en la fase de construcción. Se observa que, durante la fase de operación, el factor suelo y agua es afectado en un nivel moderado debido a la generación de desechos líquidos y sólidos. Aunque la potencialidad de los impactos positivos es menor, se observa que, durante la fase de construcción y operación, el factor socioeconómico se beneficiaría con la generación de empleo, contribuyendo con la economía del sector con un impacto de magnitud mediana y baja del 18%.

### **3.6.3. Marco legal**

Debido a que el archipiélago es icono de conservación, la planificación y ejecución de proyectos deben pasar por algunos filtros administrativos de organizaciones reguladoras y las normativas impuestas. Para el caso de las Galápagos, se determina la jerarquía en cuanto a el entorno legal de implementar un nuevo muelle.

#### **3.6.3.1. Desarrollo sostenible**

El turismo en las Galápagos se rige bajo los principios para un desarrollo sostenible controlados por el Parque Nacional y la Reserva Marina concentrado principalmente en los puntos de mayor influencia de turistas. Toda operación se sujeta a normas pertenecientes de la Ley de Desarrollo Turístico, Ley Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Reglamento Especial de Turismo en Áreas Naturales Protegidas y planes de manejo (Congreso Nacional, 1998).

La Autoridad Ambiental Nacional dispone de la Unidad Administrativa de Áreas Protegidas de Galápagos para ejercer jurisdicción en el manejo de recursos naturales y actividades de conformidad con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en cooperación con el Plan para el Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial de Galápagos y políticas generales de planificación dictadas por el Consejo de Gobierno del

Régimen Especial de la provincia de Galápagos (Ley Orgánica Especial de la Provincia de Galápagos, 2015).



**Ilustración 15. Organismos reguladores de permisos en las Galápagos.** Fuente: Autores, 2021

**3.6.3.2. Permisos**

Dentro de los permisos y autorizaciones requeridos por los organismos aprobadores, para ejecutar un muelle se encuentran:

ORGANISMOS	FUNCIÓN
GAD Municipal Santa Cruz/ Consejo de Gobierno del Régimen Especial	Aprueba el proyecto y emite permiso de construcción.
Dirección del Parque Nacional de Galápagos / Ministerio del Ambiente	Emite listado de documentación (licencias y certificaciones) para aprobación de proyectos. Ejemplo: proyecto escrito, memoria técnica, memoria descriptiva.
Ministerio de Transporte y Obras Públicas	Emite permisos de construcción, operación, modificación y /o ampliación de facilidades portuarias.

Para construir una obra de infraestructura como lo es el muelle, se reunirán las entidades pertinentes (Parque Nacional Galápagos, GAD Municipal de Santa Cruz, Consejo de Gobierno del Régimen Especial y ADATUR) más el interesado para designar quién administrará la obra y quién la financiará, esta decisión estará sujeta al uso que vaya a tener el muelle para la sociedad.

En el caso de que el GAD Municipal de Santa Cruz administre la obra, por ser un proyecto relevante para la sociedad de la isla, no pagará ningún tipo de tarifa y lo hará bajo una de las dos modalidades de construcción: administración directa o contratación de obra.

- Administración directa

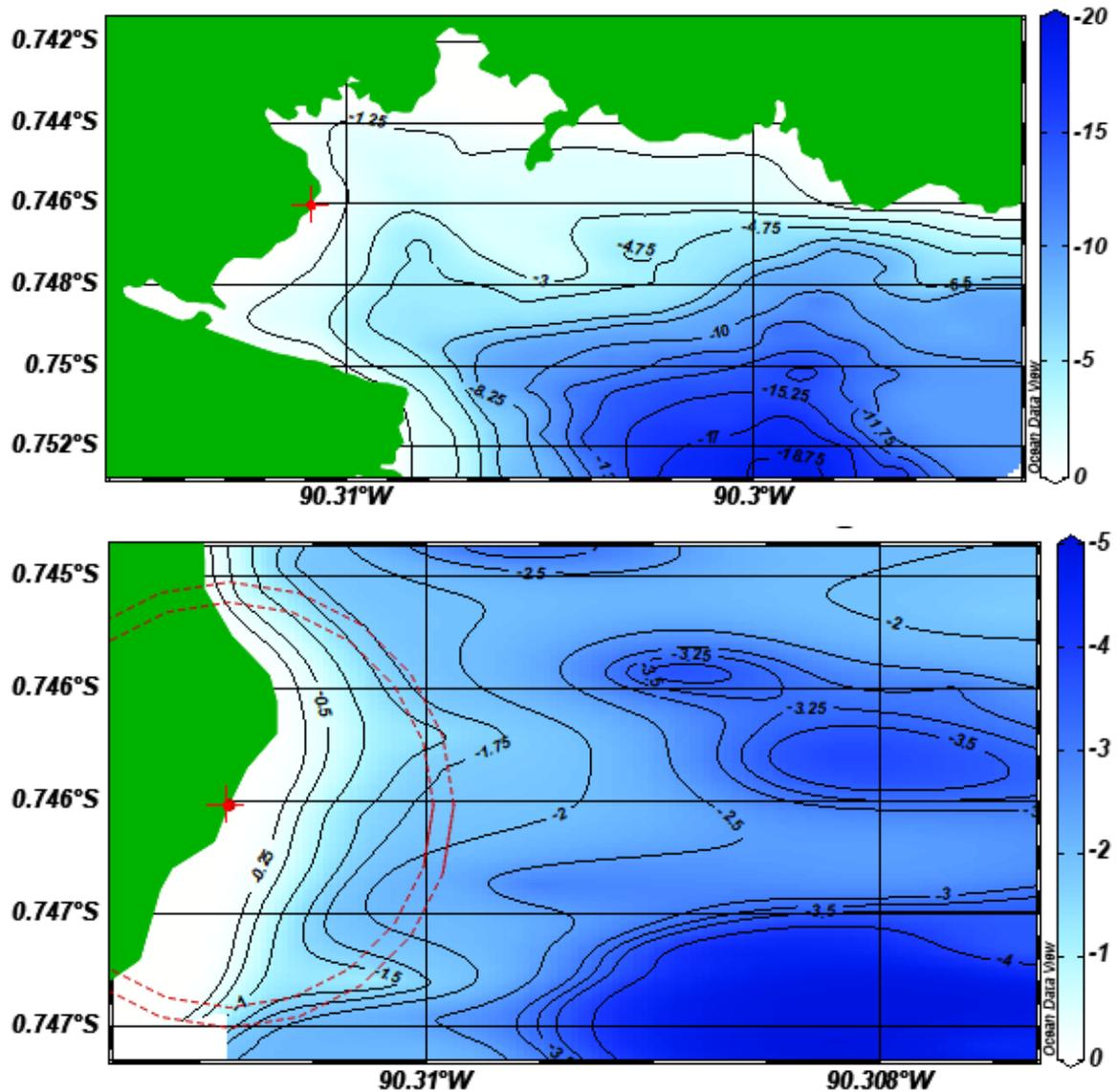
Requiere de un administrador de obra y un fiscalizador externo (es prestado de otra institución pública, también de obra, como el Consejo de Gobierno o Parque Nacional Galápagos), con fondos propios o financiación de terceros como ADATUR.

- Contratación de obra

El municipio aprueba el proyecto (detalles constructivos, presupuesto) y lleva el proyecto a concurso dentro del Sistema de Contratación Pública por monto y por proceso. Una vez escogido el ganador, el municipio procede a asignarle un administrador de contrato o contratista (que cumpla las cláusulas de contrato de obra), y un fiscalizador de obra (contrala que la construcción se haga acorde los planos y aprueba cualquier cambio). Al presupuesto final se debe considerar un porcentaje para el fiscalizador en caso de que el municipio no tenga personal.

### 3.7. DISEÑO CONCEPTUAL

#### 3.7.1. Batimetría



**Ilustración 16. Batimetría de Bahía Academia.** Fuente: Autores, 2021

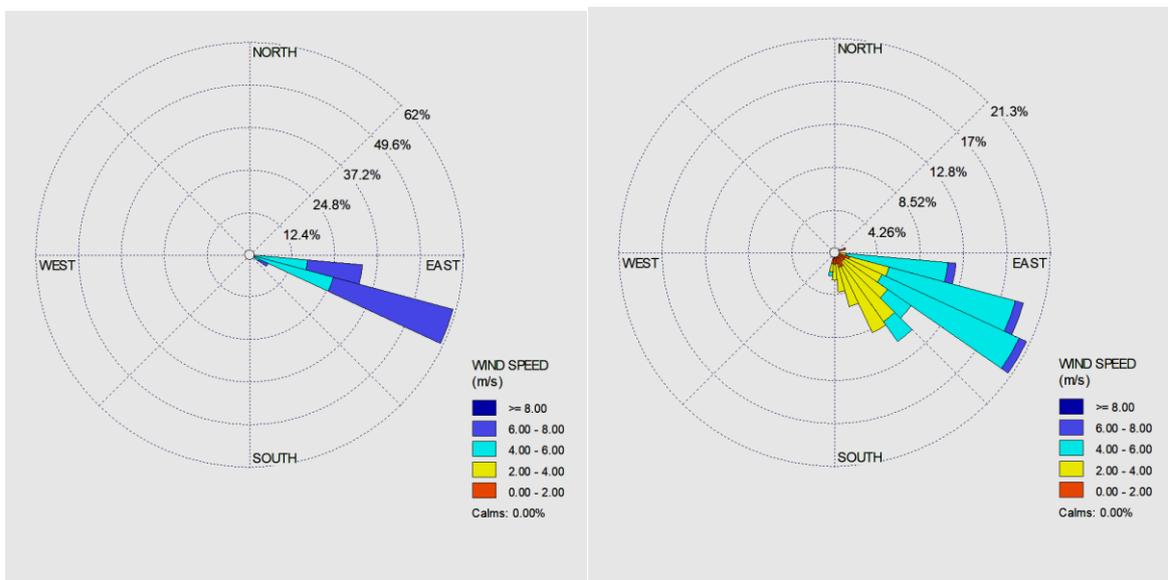
Al realizar la batimetría se logra observar que, desde el punto de estudio, 80 a 90 metros hacia la bahía tienen tendencia a quedar descubiertos durante las mareas más bajas. La pendiente de la bahía es muy suave por lo que se encuentran los veriles separados homogéneamente los primeros 50 a 60 metros de distancia desde la costa. A una distancia de 100 metros se logra alcanzar los veriles de 1.5 – 2 de profundidad.

### 3.7.2. Mareas

La marea tiene un patrón semidiurno en las Galápagos. Entre mareas existe un periodo de 12 horas aproximadamente, mientras que en un periodo de 24 horas (1 día) se registra dos mareas altas y dos mareas bajas. El rango de marea promedio, es decir la diferencia entre pleamar y bajamar, es de 1.72 metros aproximadamente, durante sicigias es de 1.91 metros y cuadratura de 1.53 metros.

### 3.7.3. Vientos

Entre diciembre y mayo, meses pertenecientes a la época húmeda, las velocidades mínimas y máximas del viento oscilan de 0.03 a 6.21 m/s con dirección de este y sureste, respectivamente. Durante los meses de junio a noviembre, meses correspondientes a la época seca, los vientos inciden desde el sureste con velocidades mínimas y máximas de 2.67 y 7.34 m/s, respectivamente. Los vientos promedios en Galápagos tienen una velocidad de 4.8 m/s anualmente, registrándose velocidades de 3.61 m/s con una dirección de 126° durante la época húmeda y velocidades de 6.00 m/s con una dirección de 107° durante época seca, en su mayoría incidiendo desde sureste.

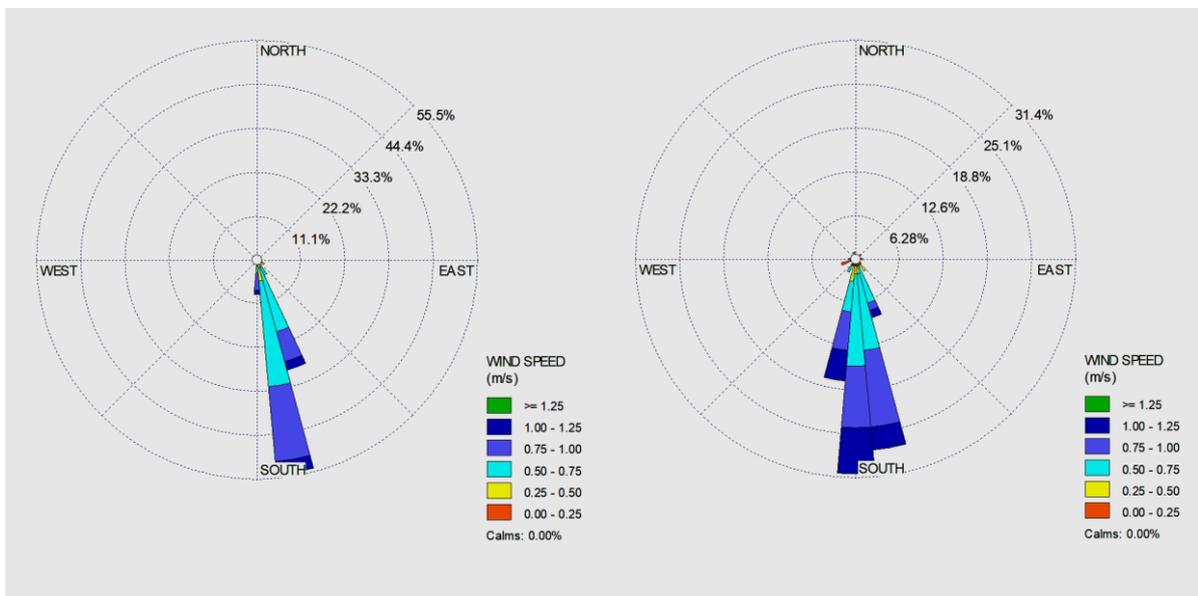


**Ilustración 17. Magnitud y dirección de vientos en Bahía Academia en época húmeda (izquierda) y seca (derecha) con datos desde 1979-2020. Fuente:**

Elaborado con WRPlot.

### 3.7.4. Corrientes

Entre diciembre y mayo, meses pertenecientes a la época húmeda, las velocidades mínimas y máximas de las corrientes oscilan de 0.7 a 1.1 m/s con dirección de este y sureste, respectivamente. Durante los meses de junio a noviembre, meses correspondientes a la época seca, las corrientes inciden desde el sureste con velocidades mínimas y máximas de 0.7 y 0.9 m/s, respectivamente. Las corrientes promedio en Bahía Academia tienen una velocidad de 0.67 m/s anualmente con dirección de 171°, durante época húmeda y seca la velocidad no sufre mayor cambio, sin embargo, la dirección es de 166° y 177°, respectivamente incidiendo siempre desde el sur.



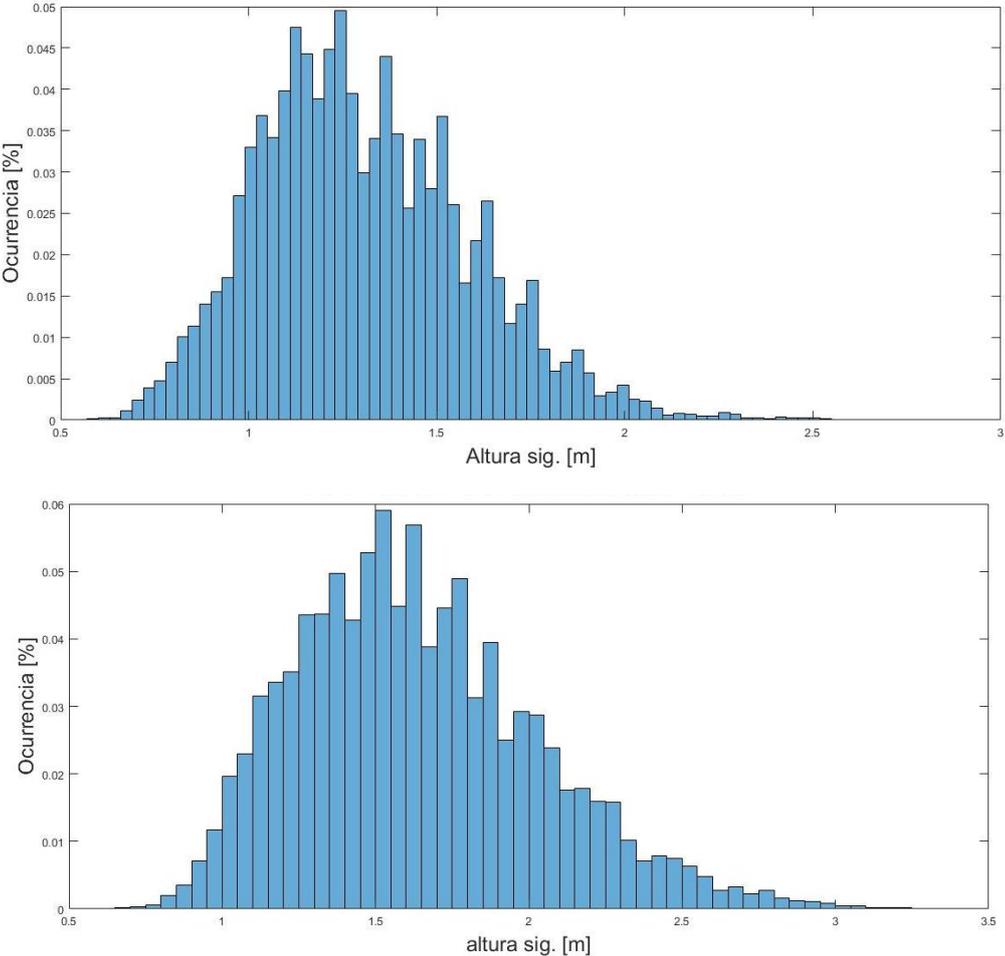
**Ilustración 18. Magnitud y dirección de corrientes en Bahía Academia en época húmeda (izquierda) y seca (derecha) con datos desde 2001-2016. Fuente:**

Elaborado con WRPlot.

### 3.7.5. Oleaje

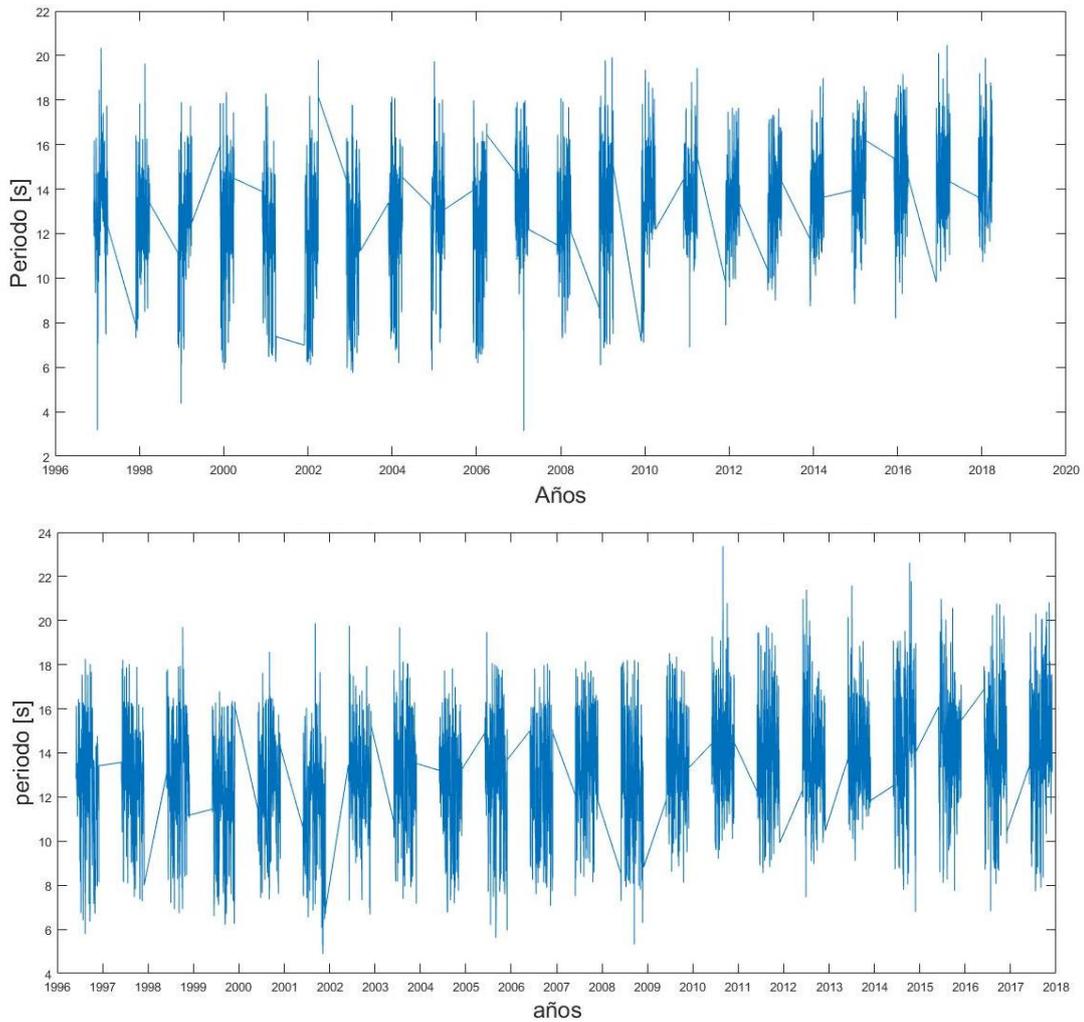
Se obtuvo la altura significativa de las olas en aguas profundas con data histórica de 22 años según su probabilidad de ocurrencia, periodo y dirección máxima y promedio. Para la época húmeda se registran valores de altura de ola de 1.20 y 1.40 metros con una frecuencia de incidencia del 48% y 50% respectivamente. Para la época seca en bahía academia se registran valores de altura de ola de 1.75 y 1.70 metros con una frecuencia de incidencia del 48% y 50% respectivamente.

Realizado el análisis de la data considerando el tercio de los valores extremos, se obtiene que la altura significativa del oleaje en época húmeda y seca es de 1.63m y 2.09 m, respectivamente. El periodo del oleaje no cambia mucho por estacionalidad, registrándose valores máximos de hasta 15.52 segundos.



**Ilustración 19. Probabilidad de ocurrencia de altura significativa en época húmeda (superior) y seca (inferior) con datos desde 1996-2018.** Fuente: Elaborado con Matlab.

Granja (2020) realizó la predicción del cambio en la altura de la ola por procesos de refracción hacia aguas más someras con el modelo computacional Delft3D en Bahía Academia, información que nos favorece mucho para el diseño, obteniendo como resultado olas más bajas de entre 10 a 15 cm incidiendo con mayor frecuencia y periodos de 13 a 14.5 segundos.



**Ilustración 20: Periodo para del oleaje en Bahía Academia desde 1996 a 2018 durante época húmeda (superior) y seca (inferior).** Fuente: Elaborado con Matlab.

### 3.7.6. Sismicidad

Según Filson (1973) las Islas Galápagos constituyen el segundo archipiélago con la mayor actividad volcánica en el mundo y según la NEC posee un factor de sismicidad alto ( $Z=0.30g$ ). Evidencia de esto, en su historial posee innumerables casos de sismos, el más fuerte alcanzó una magnitud de momento ( $M_w$ ) de 6.3 (UCSG, 2018).

Es decir que el archipiélago cuenta con casos en que los sismos causaron perjuicios a su infraestructura, por lo cual es importante considerar la respuesta ante tal eventualidad considerando los coeficientes de acuerdo con su tipo de suelo (Tabla 21).

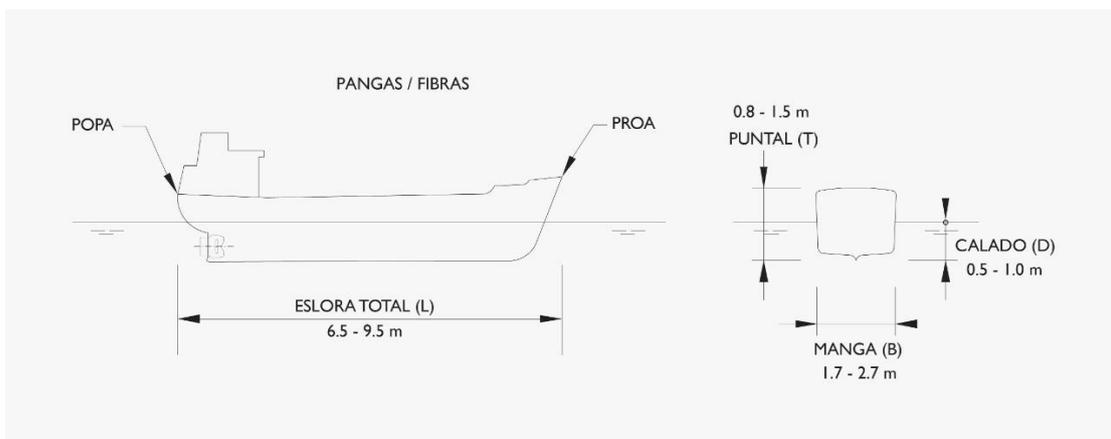
### 3.7.7. Dimensionamiento

De los parámetros antes mencionados, debido a que los vientos y corrientes predominantes tienen una magnitud máxima de 7.34 m/s y 1.10 m/s respectivamente en Bahía Academia, según la guía, las condiciones climáticas del sitio son favorables durante maniobras de atraque como se visualiza en la Ilustración 21.

	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA MANIOBRA DE ATRAQUE				
	FAVORABLES (——)	MODERADAS (-·-·-)		DESFAVORABLES (- - - -)	
Velocidad Viento ( $V_{v,1 \text{ min}}$ )	< 17 m/s	$\geq 17$ m/s	< 17 m/s	$\geq 17$ m/s	Cualquier valor
Velocidad corriente ( $V_{C,10 \text{ min}}$ )	< 1 m/s	< 1 m/s	$\geq 1$ m/s	$\geq 1$ m/s	Cualquier valor
Altura de ola o de la onda generada por buques en tránsito ( $H_s$ o $H_{b,max}$ )	< 2 m para $\Delta \geq 3000$ t < 1 m para $\Delta < 3000$ t	< 2 m para $\Delta \geq 3000$ t < 1 m para $\Delta < 3000$ t		< 2 m para $\Delta \geq 3000$ t < 1 m para $\Delta < 3000$ t	$\geq 2$ m para $\Delta \geq 3000$ t $\geq 1$ m para $\Delta < 3000$ t

**Ilustración 21. Condiciones climáticas durante la maniobra de atraque.** Fuente: (ROM, 2011)

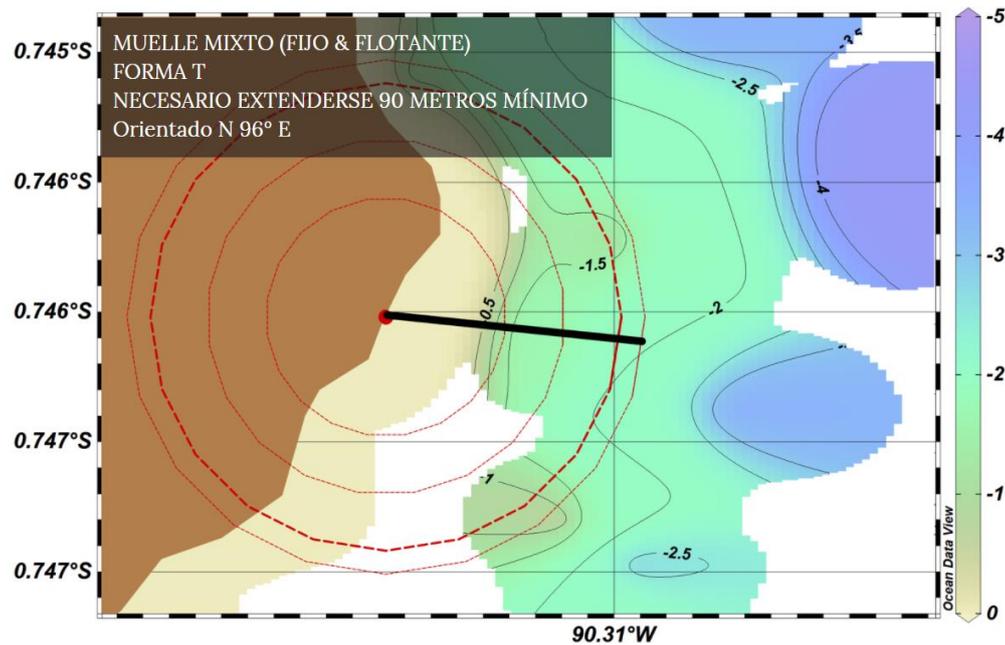
En Santa Cruz, más del 50% de la actividad pesquera artesanal se desarrolla principalmente con 3 tipos de embarcaciones: Pangas, fibras y botes. No existe mucha diferencia entre las pangas y fibras, más que su dimensionamiento. El material de las pangas es madera y alcanzan esloras de hasta 6.5 metros, mientras que las fibras son sintéticas con esloras de hasta 9.5 metros máximo (Zapata, 2006).



**Ilustración 22. Buque diseño (Eslora, calado, manga y puntal).**

### 3.7.7.1. Tipología estructural

Según el tipo de embarcaciones que se movilizan en Bahía Academia, se realizó el emplazamiento para el diseño, siendo pangas y fibras pesqueras pequeñas. Hemos considerado los tamaños más comunes con eslora máxima de 9.5m y un calado a máxima carga de 1.5m. Para garantizar que las embarcaciones no se queden varadas, debemos considerar un muelle con un largo de 90 metros mínimo para alcanzar veriles de profundidad de 2 metros en adelante.



**Ilustración 23. Emplazamiento de muelle en Pasaje Kastdalen.**

Según la batimetría, desde el norte hacia el este, la estructura tendría una orientación de 96 grados evitando bajos y alcanzando la profundidad requerida a menor distancia. Así mismo esta orientación cumpliría lo establecido en la ROM de permitir el atraque en dirección a las fuerzas predominantes incidiendo desde el SE.

Planteamos la idea de hacer un muelle mixto de uso comercial, donde la estructura fija de 90x7 metros, uniéndose mediante una rampa de 10 metros de largo a una plataforma flotante de 60x7 metros que siempre estará al nivel de la marea donde se desarrollarán las operaciones de carga y descarga.

### 3.7.7.2. Método Constructivo

#### 3.7.7.2.1. Pilotes

Consultado con el ingeniero civil Johan Sudario y el experto en obras portuarias Alex Villacrés, debido a que la bahía se asienta sobre un tipo de roca competente, la estructura podría ser cimentada sobre pilotes. Para la implantación de los pilotes, lo más recomendable es perforar la roca antes que considerar hincarlos ya que eso los destrozaría. Sobre el veril de 2 metros de profundidad se ubicaría el pilote con una altura de 6.5 metros, donde se consideró 1 metro de empotramiento, 1 metro de anclado en roca,  $\frac{1}{2}$  metro de resguardo de seguridad entre el fondo y la embarcación, 1.5 metros del calado a máxima carga y 2.5 metros de espejo de agua para evitar el desborde de la plataforma flotante debido a las máximas mareas.

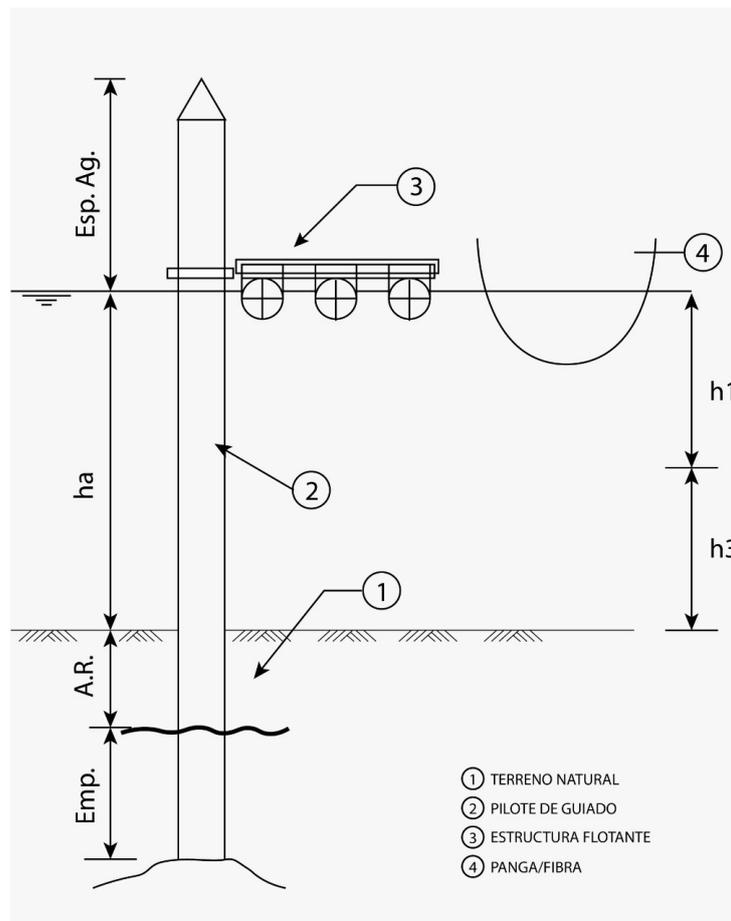


Ilustración 24. Diseño de pilotes. Fuente: (ROM, 2011)

### 3.7.7.3. Elementos estructurales

Ya que este muelle no tendría que resistir fuerzas de atraque por embarcaciones de mayor escala como buques, con la ayuda de la NEC se estimó una carga viva de 5KN/m<sup>2</sup> y carga muerta de 2KN/m<sup>2</sup> para realizar el modelamiento de la respuesta sísmica para la estructura con SAP2000. Con el fin de evitar fallas estructurales, la estructura fija necesita:

- Pilotes de 50x50 cm, separados cada 7.50 m longitudinalmente y 7.00 m transversalmente, con acero de refuerzo en toda la longitud del pilote  $\phi 12$  c/20 mm y estribos de  $\phi 10$ mm c/15 cm.
- Sobre los pilotes, las vigas longitudinales y transversales tendrían una sección de 40x50 cm de 3 m y 6 m de longitud respectivamente entre ejes, con acero de refuerzo longitudinal  $7\phi 16$  mm en la fila superior e inferior y  $4\phi 10$  mm en los laterales, además estribos  $\phi 10$ mm c/15 cm.
- Finalmente, para la plataforma, las losas 2.70 m X 1.00 m con un espesor de 40cm con acero de refuerzo en el sentido longitudinal del muelle  $\phi 12$ mm c/100 cm y en el sentido transversal del muelle  $\phi 12$ mm c/150 cm.

Como ultimas consideraciones del diseño, la plataforma flotante se pueden usar pilotes de acero para garantizar solo su movimiento vertical. Se estimaron las distancias que debe existir entre las embarcaciones al momento de atracar para evitar daños entre ella, así mismo las longitudes de los cabos de amarre conocidos como largo, través y esprín presentadas en la Tabla 22.

### 3.7.8. Propuesta #1

Esta propuesta se basa en el diseño de un muelle de uso comercial para mercancías de pesca o movilización de pasajeros. Con forma de T, la estructura fija (90x7) ocuparía de 22 pilotes y la flotante (60x7) de 8 pilotes. Con la ayuda de 20 flotadores HDPE, la plataforma flotante permitiría atracar mínimo 16 embarcaciones en punta, con 17 cornamusas para cabos de amarre que mantienen un espacio seguro de 3.5 metros para cada embarcación.



**Ilustración 25. Vista isométrica de muelle comercial.**

### 3.7.9. Propuesta #2

Con la idea de brindar un espacio para apreciar el paisaje de Bahía Academia, esta propuesta se basa en el diseño de un muelle de uso recreativo para actividades como pesca deportiva, kayak, snorkel o surf. Con forma de T, la estructura fija (70x6) ocuparía de 20 pilotes y la flotante (10x3) de 4 pilotes con la ayuda de 10 flotadores HDPE. Las dimensiones del muelle son las mínimas para evitar las áreas que quedan descubiertas durante la marea baja.



Ilustración 26. Vista isométrica de muelle recreativo.

# CAPITULO IV

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- El análisis de las características oceanográficas permite generar una base de datos con ubicaciones seguras para futuros proyectos de facilidades portuarias, sin embargo, se evidencia el efecto de no contar con profesionales ya que no se obtiene respuesta inmediata ante la necesidad, resultando en estructuras ineficientes.
- Gracias al estudio de mercado, se sabe que solo estos 4 muelles representan más del 50% de las actividades económicas/comerciales de la bahía. Moviendo un tránsito de más de 70mil turistas al año, solo 1 de los 4 muelles cuenta con las facilidades portuarias para embarcar y desembarcar pasajeros. Existiendo más de 1000 pescadores con más de 400 embarcaciones dedicados a la pesca artesanal, solo 1 de los 4 muelles es usado directamente para desembarque de pesca, sin embargo, su ubicación, vuelve poco eficiente sus operaciones.
- La construcción de un nuevo muelle en pasaje Kastdalen tendría un impacto social de 18% positivo mínimo, permitiendo sectorizar y optimizar actividades.
- A pesar de obtener como resultado un impacto ambiental mayormente negativo, este es moderado y compatible que puede ser mitigado o prevenido con un correcto plan de manejo ambiental donde se considere un plan de control de desechos con una correcta deposición final de los mismos, un plan de seguimiento en el que se plantee la estrategia de contar con un evaluador ambiental durante la fase constructiva que garantice el cumplimiento de normas y un plan de mitigación o prevención que defina un área de destino de los materiales y desechos producidos por la obra con el fin de evitar su distribución a sitios pocos deseos como el manglar.
- De la mano con el PNG y el GAD Santa Cruz se pueden obtener los permisos con un costo aproximado de \$1000 estimando que la fase constructiva del proyecto se podría llevar a cabo de 3 a 5 meses.

- La viabilidad del proyecto no estaría del todo completa sin el análisis oceanográfico. Porque, a pesar de localizarse en una dársena natural, eso implica que toda embarcación o infraestructura que se ubique en Bahía Academia va a estar expuesta a las condiciones oceanográficas, por lo que deben considerarse.
- Pasaje Kastdalen ubicado en la franja costera de Puerto Ayora presenta condiciones oceanográficas favorables convirtiéndolo en un sitio seguro para la implementación de infraestructura portuaria para uso comercial o turístico.
- Para ambas propuestas conceptuales se debería disponer de un presupuesto base de entre \$800000 - \$1000000, donde ya se incluyen estudios de suelo y la actividad más costosa de la fase constructiva ( y Tabla 22)

#### **4.2. Recomendaciones**

- El presupuesto una obra de infraestructura como la de un muelle podría ser más costoso al importar elementos prefabricados en la isla, sin embargo, se lo recomienda ya que el impacto ambiental resultaría menor al no tener que construir las piezas in situ generando más desechos.
- Para proyectos de infraestructura pensados en el archipiélago, se deben enfocar los estudios a establecer la viabilidad del proyecto desde la perspectiva ambiental, considerando que Galápagos es un área protegida, por lo que se recomiendan considerar soluciones basadas en la naturaleza.
- Gestionar la logística del proyecto con personal que intervenga directamente en los organismos influyentes dentro del proceso legal y técnico a fin de lograr obtener permisos en el menor tiempo.
- Debido a la demanda del mercado en Puerto Ayora, se deberían considerar proyectos de infraestructura portuaria de mayor magnitud para el atraque de buques carga de mayor calado y eslora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Balón, K., & Balladares, E. (2018). *ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LAS ISLAS GALÁPAGOS*.
- Beatley, T., Brower, D. J., Schwan, A. . (2002). *An Introduction to Coastal Zone Management (second)*.
- CGG. (2012). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SANTA CRUZ*. Consejo de Gobierno de Galapagos.
- CGREG. (2016). *Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Régimen Especial de Galápagos*. Puerto Baquerizo Moreno: Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 4ta Edición*.
- Congreso Nacional. (1998). *Ley Especial para la Provincia de Galápagos*.
- Consejo de Gobierno del Régimen de Galápagos . (2021 ). *Alquiler de equipo Caminero para servicios varios (última actualización)*.
- DPNG. (2015). *Informe anual de visitantes a las áreas protegidas de Galápagos*.
- Espinoza, G. (2006). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*.
- Filson, J., Simkin, T., and Leu, L. (1973). *Seismicity of a caldera collapse: Galapagos islands 1968*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Cruz. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Santa Cruz*.
- Gonzalez, R., & Asencio, L. (2018). *Infraestructura portuaria en 2035*.
- Granja, R. (2020). *Diseño Conceptual de Una Facilidat Portuaria en Bahía Academia, Isla Santa Cruz, Galapagos*.

- Guerrero, D., & Castillo, S. (2011). *Guía metodológica para la elaboración de estudios de prefactibilidad en obras civiles*. Bucaramanga.
- INOCAR. (2011). *Islas Galápagos*.
- Latinoamericano, F. F. (2006). *La pesca artesanal vivencial en Galápagos: Sistematización del proceso*.
- Ley Orgánica Especial de la Provincia de Galápagos. (2015).
- Manuel Guil Bozal. (2006). *Escala Mixta de Likert y Thurstone*.
- MIDUVI. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC*.
- Ministerio de Turismo . (2019). *Monitoreo viajes y embarcaciones*.
- Naresh K. Malhotra . (2008). *LIBRO, "Investigación de Mercados"*.
- Nativi Merchán, S., Lopez Moncada, M., Martillo Bustamante, C. (2018). *Clasificación de la línea costera de la Isla Santa Cruz*.
- NEC. (2001). *Norma Ecuatoriana de Construcción*.
- Ortegón, E., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. CEPAL. Naciones Unidas.
- Parque Nacional Galápagos. (2014). *Plan de Manejo de Áreas protegidas de Galápagos para el Buen Vivir*.
- PNG. (2004). *Ambientes Marinos y Costeros de Galápagos*. Puerto Ayora.
- PNUD. (2021). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador*.
- ROM. (2011). *Obras de Atraque y Amarre: Criterios generales y Factores del Proyecto*. España.
- SENPLADES. (2010). *Guía metodológica para proyectos de inversión*. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.

Thompson, L. J. (17 de Abril de 2009). Obtenido de Blogspot:  
<http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/04/estudio-de-prefactibilidad.html>

UCSG. (2018). *Daños y comportamiento estructural de la edificación irregular en bahía de caráquez - dado el sismo de 16 de abril del 2016.*

Wildaid. (2010). *Análisis de la Cadena de Aplicación de la Ley en el Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical.* San Francisco.

Zapata, F. (2006). *La pesca artesanal vivencial en Galapagos: Sistematización del proceso.* Quito.

# **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A – TABLAS**

ACTORES		CUALITATIVO			CUANTITATIVO		
		INTERÉS	PROBLEMAS PERCIBIDOS	MANDATOS Y RECURSOS	INTERÉS	INFLUENCIA	TOTAL
Sociedad	Población afectada positivamente	- Desarrollo económico. - Desarrollo productivo	Dificultad de comercialización	interés de emprendimiento	5	1	5
	Población afectada Negativamente (lancheros)	Conservar fuente de ingresos.	- Pérdida parcial o total de su sustento económico	Apelar al GAD para el mantenimiento o reinserción económica del grupo de personas que actualmente que aportan con la circulación del comercio y el turismo (lancheros).	2	2	4
	Organizaciones No Gubernamentales (ONGs)	Validación en su participación de toma de decisiones	Peticiones emitidas no sean tomadas en cuenta	Colaboración en mesas de trabajo organizadas por ministerios	4	2	8
	Activistas ambientales	Preservación de recursos naturales	Uso inapropiado de espacios de la isla para la circulación y acoderamiento de naves de bajo calado	Manifestaciones	5	1	5
Ejecutores	Sector Privado - Constructoras	Beneficios de rol de contratistas.	El estudio de prefactibilidad del proyecto sea no viable	Contratos y acuerdos de nivel de servicio	5	2	10

Líneas de Supervisión	Ministerio de Ambiente/ Dirección Parque Nacional Galápagos	Preservación de recursos naturales	Uso inapropiado de espacios de la isla para la circulación y acoderamiento de naves de bajo calado	Licencia ambiental	5	3	15
	Ministerio de Transporte y Obras Públicas	Implementar regulaciones y evaluar el proyecto para garantizar una red de transporte seguro y competitivo	Establecimiento de infraestructuras improvisadas que no cumplan con estándares de seguridad	Resolución sobre permiso de construcción y operación	5	3	15
	GAD Santa Cruz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar el mayor beneficio para la población de Santa Cruz.</li> <li>- Fortalecer acuerdos para futuros proyectos de modificación y mantenimiento.</li> </ul>	Ubicación no adecuada del malecón de pesqueros, debido a que es una zona de alta biodiversidad, lo que significa un grave impacto ambiental. (La ubicación de la infraestructura no va acorde al tema ecosistémico - deficiencia de ordenamiento territorial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenamiento territorial, plan de manejo costero integrado, plan de desarrollo y ordenamiento municipal, plan de uso y gestión de suelo.</li> <li>- Constitución del 4% de espacio público y aprobación de proyectos.</li> </ul>	5	3	15

	Consejo de Gobierno del Régimen Especial	Designar los espacios y recursos que garanticen la conservación de las Galápagos y el buen vivir, a través de la designación adecuada de espacios y recursos	Ubicación no adecuada del malecón de pesqueros, debido a que es una zona de alta biodiversidad, lo que significa un grave impacto ambiental. (La ubicación de la infraestructura no va acorde al tema ecosistémico - deficiencia de ordenamiento territorial).	Aprobación del proyecto (dependiente de aprobación de demás ministerios)	5	3	15
Financiamiento	ADATUR	Beneficios económicos de la gestión de un muelle	Poco flujo de usuarios que ingresan y salen de la isla.	- Estudio de prefactibilidad. - Capital Monetario - Base de datos del presente proyecto	5	2	10
	Entidades Financieras	Ingresos a través de tasas de intereses	- Factores externos que puedan perjudicar cobranzas. (Ej: pandemia COVID - 19) - Aumento de Riesgo País.	Aprobación de créditos	3	3	9

**Tabla 1. Actores involucrados.** Fuente: Autores, 2021

OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN			
Aporte al desarrollo sostenible y reactivación económica de Puerto Ayora a través de infraestructura portuaria que permita suplir las tendencias de demandas emergentes.	Al menos uno de los diseños sostenibles de obras de infraestructura es tomados en las discusiones del cabildo para toma de decisión del próximo año 2022.	El diseño conceptual forma parte de la carta de opciones de infraestructura base del GAD.	Autoridades de Santa Cruz toman el diseño como base para toma de decisiones sobre la infraestructura a llevarse a cabo para el desarrollo marítimo portuario de la isla.
PROPÓSITO			
Implementación de infraestructura portuaria sostenible en Puerto Ayora	A septiembre 2021 un diseño conceptual será entregado para Puerto Ayora como propuesta de infraestructura portuaria en Bahía Academia.	Proyecto de tesis Acta de aceptación	Los estudiantes terminan a tiempo su diseño
COMPONENTES			
Prefactibilidad para construcción de un muelle	Estudio que expone viabilidad para la construcción de un muelle en pasaje Kastdalen realizado.	Documento de tesis con todos los resultados de las actividades.	Se consigue información penitente en línea. Se realizan las encuestas o entrevistas necesarias.
Diseño Conceptual de un muelle	Dimensionamiento de muelle con análisis de variables oceanográficas.		Se cuenta con los conocimientos y herramientas para analizar las variables y realizar el dimensionamiento.
ACTIVIDADES			
<i>Realizar estudio de mercado</i>	Número de muelles en operación Porcentaje de impacto social	Informe con estudio de mercado	Se aprueba la realización de una propuesta de diseño conceptual de un

<i>Realizar estudio legal</i>	Listado de organismos reguladores Numero de permisos	Informe con estudio legal Biblioteca virtual	<p>muelle para Puerto Ayora ubicado en Bahía Academia.</p> <p>Se cuenta con el presupuesto, tiempo y herramientas requeridas para desarrollar las actividades de cada componente</p>
<i>Realizar estudio de aspectos técnicos</i>	Costos de maquinarias, materiales y mano de obra	Informe con estudio técnico	
<i>Realizar evaluación de impacto ambiental</i>	área de influencia directa e indirecta Porcentaje de impacto negativo y positivo	Informe con EIA	
<i>Realizar análisis de alternativas</i>	Numero de estrategias identificadas	informe con estrategias	
<i>Realizar propuesta de diseño de muelle</i>	Numero de propuestas de diseño	Informe con diseño de muelle	

**Tabla 2. Matriz de marco lógico.** Fuente: Autores, 2021

OCUPACIÓN	PORCENTAJE
Turismo y Comercio	44%
Administración pública y defensa	5%
Pesca	6%
Otras actividades A	45%
Total	100%

**Tabla 3. Distribución de la ocupación por tipo de actividad en la isla Santa Cruz.** Fuente: GAD Santa Cruz.

SECTOR TURÍSTICO	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS
Alojamiento	54
Agencia de viajes	65
Alimentos y bebidas	61
Transporte terrestre turístico	3
Crucero navegable	57
Embarcaciones turísticas sin alojamiento	37
Total	278

**Tabla 4. Establecimientos con relación a el sector turística.** Fuente: Observatorio de Turismo en base al catastro MINTUR y del PNG.

SEXO	SANTA CRUZ	
	PEA	%
Hombre	4.582	59
Mujer	3.179	41
Total	7.761	100

**Tabla 5. Población Económicamente Activa (PEA) por sexo.** Fuente: INEC, Censo de Población.

AÑOS	EXTRANJEROS	NACIONALES	TOTAL	CRECIMIENTO ANUAL (%)
2016	149.766	68.599	218.365	10
2017	167.011	74.789	241.800	10.73
2018	182.037	93.780	275.817	14.07
2019	182.501	88.737	271.238	-1.66
2020	41.337	31.182	72.519	-72.16
1er Semestre 2021	13.403	25.088	38.491	-46.92%

**Tabla 6. Número de Visitantes al Parque Nacional de Galápagos por año.** Fuente: (Latinoamericano, 2006)

Tipo de embarcación	Número
Pangas	52
Fibras	39
Botes	22
Total	113

**Tabla 7. Composición de la flota pesquera artesanal de Galápagos por tipo.** Fuente: (Latinoamericano, 2006)

CATEGORIA	VALOR
Gabarras/Barcazas combustible	\$ 283.54
Barcazas de carga	\$ 40.00
Barcaza de pasajeros	\$ 214.15
Tour de bahía y buceo	\$ 35.69
Cabotaje	\$ 42.33
Embarcaciones de pesca	\$ 7.14
Taxis	\$ 7.14

**Tabla 8. Tarifas por permisos de ocupación de muelles.** Fuente: GAD Santa Cruz.

PRODUCTO	INGRESO BRUTO	AÑO
Pepino de mar	\$3.981.912	2011
Langosta espinosa	\$2.002.720	2014
Pesca de altura	\$1.180.320	2013

**Tabla 9. Ingresos brutos estimados para las principales pesquerías.** Fuente: (Latinoamericano, 2006)

PRODUCTO	ARMADOR	PESCADOR
Pepino de mar	\$5.952	\$1.401
Langosta espinosa	\$3.670	\$1.835
Pesca de altura	\$20.225	\$10.112
Peces costeros	\$7.846	\$5.884
Pesca seco-salado (bacalao)	\$7.238	\$2.413

**Tabla 10. Ingresos netos anuales estimados por participante en las principales pesquerías.** Fuente: (Latinoamericano, 2006)

	CODTIPO	Días Laborables [\$]	Actividades Productivas (Descuento 50%) [\$]	Fin de semana Feriados [\$]	Actividades Productivas Fin de semana (50% de descuento) [\$]
1	TRACTOR	91.00	46.00	104.00	52.00
2	CARGADORA	66.00	33.00	79.00	40.00
3	RODILLO	50.00	25.00	63.00	31.00
4	MOTONIVELADORA	83.00	41.00	95.00	48.00
5	RETROEXCAVADORA	67.00	34.00	80.00	40.00
6	VOLQUETES	47.00	23.00	57.00	29.00
7	TANQUERO	48.00	24.00	59.00	29.00
8	EXCAVADORA ORUGA	93.00	47.00	106.00	53.00
9	MINI CARGADORA	43.00	22.00	56.00	28.00
10	TRACTO CAMIÓN	66.00	33.00	77.00	38.00
11	CAMA BAJA	30.00	15.00	43.00	21.00
12	TANQUERO 1500 GAL	40.00	20.00	51.00	25.00
13	TRACTOR AGRÍCOLA MAQUINA	62.00	31.00	75.00	37.00
14	PASTEURIZADORA	0.18	NA	NA	NA
15	EQUIPOS COLISEO SANTA CRUZ	150.00	NA	NA	NA

**Tabla 11. Costos de equipo para servicio de alquiler.** Fuente: CGREG

MATERIALES PRE-FABRICADOS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO DESDE:
Pilote	u	100
Viga	u	130
Losa	u	100
MATERIALES VARIOS		
Pernos cabeza de Coco Galvanizados	u	0.8
Tablones de teca	u	60
Cuartones de Teca	u	55
Flotador HPDE	u	100
Cornamusas	u	320

**Tabla 12. Costos de elementos estructurales prefabricados y materiales varios.** Fuente: Consulsua.

RECURSO HUMANO	
CARGO	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL (\$)
Fiscalizador de obra	4.000
Inspector de obra	3.000
Ingeniero Civil	1.600
Ingeniero Oceanográfico	1.600
Ingeniero Portuario	1.600
Operadores	1.000

**Tabla 13. Salario mínimo sectorial por función.** Fuente: Ministerio del trabajo.

IMPACTO		Construcción	Operación	Total	
Negativos	Severo	0%	0%	0%	64%
	Moderado	18%	14%	32%	
	Compatible	30%	2%	32%	
Positivos	Alto	0%	0%	0%	36%
	Mediano	5%	14%	18%	
	Bajo	18%	0%	18%	
Total		70%	30%		

**Tabla 14. Análisis porcentual de los impactos.** Fuente: Autores, 2021

FASE	ACCIONES	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL
Construcción	Concurrencia de obreros y afluencia	Paisaje	Calidad sensorial visual.
		Empleo	Empleo por actividad.
	Movilización de materiales para construcción de muelle	Aire	Calidad por ruido.
			Calidad por emisiones sólidas y gaseosas.
		Suelo	Desechos solidos
		Empleo	Empleo por actividad
		Social	Economía del sector
	Recepción y asentamiento de materiales.	Paisaje	Calidad sensorial visual.
		Empleo	Empleo por actividad
	Manipulación y marcha de maquinaria para limpieza, extracción, perforación y colocación.	Aire	Ruido
			Calidad por emisiones sólidas y gaseosas.
		Suelo	Características geológicas físicas.
			Desecho sólido y particulado.
		Agua	Calidad química y microbiológica.
Flora	Especies marinas y terrestres.		

		Fauna	Especies marinas y terrestres.	
		Paisaje	Calidad sensorial visual	
		Empleo	Empleo por actividad	
		Social	Economía del sector	
		Aire	Calidad por ruido.	
			Calidad por emisiones.	
			Agua	Calidad química y microbiológica.
	Características físicas oceanográficas.			
	Paisaje	Calidad sensorial visual		
	Empleo	Empleo por actividad		
	Social	Economía del sector		
	Operación & Mantenimiento	Generación de residuos por actividad	Aire	Desechos gaseosos
			Suelo	Desecho sólido y particulado.
Agua			Calidad química y microbiológica.	
Flora			Especies marinas y terrestres.	
Fauna			Especies marinas y terrestres.	
Operación y servicio de carga y descarga.		Paisaje	Calidad sensorial visual	
		Empleo	Empleo por actividad	
		Social	Economía del sector	
Afluencia humana		Paisaje	Calidad sensorial visual	
		Empleo	Empleo por actividad	
		Social	Economía del sector	

**Tabla 15. Acciones principales de la fase de construcción y operación con sus indicadores ambientales.**

Fuente: Autores, 2021

FASE	ACCIONES	FÍSICO						BIÓTICO			SOCIOECONÓMICO		TOTAL	
		AIRE		SUELO		AGUA		FLORA		FAUNA	PAISAJE	EMPLEO		SOCIAL
		Calidad por ruido.	Emisiones sólidas y/o gaseosas.	Desechos sólidos y particulados.	Características geológicas físicas.	Calidad química y microbiológica.	Características físicas oceanográficas.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Calidad sensorial visual.		Empleo por actividad.
CONSTRUCCIÓN	Concurrencia de obreros y afluencia			-							-	+	+	4
	Movilización de materiales para construcción de muelle	-	-	-								+	+	6
	Recepción y ubicación de materiales.										-	+		2

	Manipulación y marcha de maquinaria para limpieza, extracción, perforación y colocación.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	12
	Instalación y equipamiento de accesorios varios del muelle.	-	-			-	-						+	+	7
OPERACIÓN & MANTENIMIENTO	Generación de residuos por actividad		-	-		-	-	-	-						7
	Operación y servicio de carga y descarga.												+	+	3
	Afluencia humana												+	+	3
TOTAL		3	4	4	2	3	1	2	2	2	2	6	7	6	44

Tabla 16. Matriz de interacción entre acciones del proyecto y factores ambientales. Fuente: Autores, 2021

FASE	ACCIONES	CRITERIO DE VALORACIÓN	FÍSICO					BIÓTICO					SOCIOECONÓMICO		
			AIRE		SUELO	AGUA		FLORA		FAUNA		PAISAJE	EMPLEO	SOCIAL	
			Calidad por ruido.	Emisiones sólidas y/o gaseosas.	Desechos sólidos y particulados.	Características geológicas físicas.	Calidad química y microbiológica.	Características físicas oceanográficas.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Calidad sensorial visual.	Empleo por actividad.	Economía del sector.
CONSTRUCCIÓN	<i>Concurrencia de obreros y afluencia</i>	C	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1
		P	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		I	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	<i>Movilización de materiales para construcción de muelle</i>	C	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		P	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		I	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		E	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		D	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Recepción y ubicación de materiales.</i>	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0
		P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

OPERACIÓN & MANTENIMIENTO		E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
		D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	<i>Manipulación y marcha de maquinaria para limpieza, extracción, perforación y colocación.</i>	C	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
		P	2	2	2	2	1	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1
		I	1	1	2	2	2	0	1	1	2	2	1	2	1	2	1
		E	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		D	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	<i>Instalación y equipamiento de accesorios varios del muelle.</i>	C	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		P	1	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1
		I	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1
		E	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		D	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1
	<i>Generación de residuos por actividad</i>	C	0	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
		P	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
I		0	1	2	0	2	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	
E		0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
D		0	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	
<i>Operación y servicio de carga y descarga.</i>	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
<i>Afluencia humana</i>	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	
	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	



OPERACIÓN & MANTENIMIENTO	<i>Recepción y ubicación de materiales.</i>													
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	4	0
	<i>Manipulación y marcha de maquinaria para limpieza, extracción, perforación y colocación.</i>													
		-6	-6	-7	-7	-6	0	-5	-5	-7	-7	-6	6	5
	<i>Instalación y equipamiento de accesorios varios del muelle.</i>													
		-4	-4	-4	0	-5	-7	0	0	0	0	7	4	4
	<i>Generación de residuos por actividad</i>													
		0	-5	-6	0	-6	0	-6	-6	-6	-6	0	0	0
<i>Operación y servicio de carga y descarga.</i>														
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	8	

	<i>Afluencia humana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	8

**Tabla 18. Matriz de valoración cuantitativa del impacto total.** Fuente: Autores, 2021

FASE	ACCIONES	FÍSICO						BIÓTICO					SOCIOECONÓMICO		
		AIRE		SUELO		AGUA		FLORA		FAUNA		PAISAJE	EMPLEO	SOCIAL	
		Calidad por ruido.	Emisiones sólidas v/o gaseosas	Desechos sólidos y particulados.	Características geológicas físicas.	Calidad química y microbiológica.	Características físicas oceanográficas.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Especies marinas.	Especies terrestres.	Calidad sensorial visual.	Empleo por actividad.	Economía del sector.	
CONSTRUCCIÓN	<i>Concurrencia de obreros y afluencia</i>	0	0	Co	0	0	0	0	0	0	0	Co	Bajo		
	<i>Movilización de materiales para construcción de muelle</i>	Compatible				0	0	0	0	0	0	0	Bajo		
	<i>Recepción y ubicación de materiales.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Co	Bajo	0	
	<i>Manipulación y marcha de maquinaria para limpieza, extracción,</i>	Moderado					0	Compatible		Moderado			Me	Bajo	

	<i>perforación y colocación.</i>												
	<i>Instalación y equipamiento de accesorios varios del muelle.</i>	Compatible	0	Co	Mo	0	0	0	0	Me	Bajo	Bajo	
OPERACIÓN & MANTENIMIENTO	<i>Generación de residuos por actividad</i>	0	Co	Mo	0	Mo	0	Moderado			0	0	0
	<i>Operación y servicio de carga y descarga.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mediano	
	<i>Afluencia humana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mediano	

**Tabla 19. Matriz de valoración cualitativa del impacto total.** Fuente: Autores, 2021

COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN DEL SUELO DE PERIODO CORTO (Fa)	DESPLAZAMIENTOS POR DISEÑO EN ROCA (Fd)	COMPORTAMIENTO NO LINEAL DEL SUELO (Fs)	RAZÓN ENTRE ACELERACIÓN ESPECTRAL Y PGA ( $\eta$ )
0.9	0.9	0.75	2.48

**Tabla 20. Coeficientes de respuesta sísmica.** Fuente: (NEC, 2001)

PARALELO	PUNTA
Largo	
$L_o = 2.85$ m	$L_a = 0.80$ m
Través	
1.10 m	
Esprín	
7.60 m	
Resguardo	
1.9 m	3.15 m

**Tabla 21. Resguardo de seguridad y longitud de cabo para atraque o amarre en paralelo y punta.** Fuente: Autores, 2021

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	P. TOTAL
INSTALACIÓN DE OBRA					180,765.36
Trazado y replanteo de área de construcción	m2.	830	100.75	83,622.50	
Limpieza de terreno	m2.	0	450.15	-	
Transporte de materiales prefabricados al sitio de proyecto	glb	1	40,857.15	40,857.15	
Transporte del equipo al sitio de proyecto	glb	1	56,285.71	56,285.71	
INFRAESTRUCTURA FIJA	m2	60			298,914.52
Pilotes Prefabricados	m3	25	869.07	21,726.75	
Hincado de Pilotes	m.	40	450.00	18,000.00	
Montaje de Pilotes	u	20	719.07	14,381.40	
Vigas Pre Fabricadas	u	10	490.79	4,907.92	
Montaje de Vigas	u	10	390.79	3,907.92	
Losetas de Hormigón Pre Fabricadas	m3	56	1,572.79	88,076.24	

Montaje Losetas	u	10	1,272.79	12,727.90	
Defensa y Montaje de Pilote	u	20	6,759.32	135,186.40	
PASARELA MUELLE HORMIGON	m2	0			35,879.59
Instalación de Pasarela Muelle	glb	1	5,170.12	5,170.12	
Pasamano	glb	1	4,047.38	4,047.38	
Elevación de Pasarela	glb	1	6,000.00	6,000.00	
Pernos cabeza de Coco Galvanizados	u	211	0.80	169.06	
Tablones de teca	u	298	61.00	18,192.98	
Cuartones de Teca	u	42	54.42	2,300.05	
PLATAFORMA FLOTANTE	m2	0			131,017.58
Pilotes Prefabricados	m3	5	869.07	4,345.35	
Hincado de Pilotes	m.	8	450.00	3,600.00	
Montaje de Pilotes	u	4	719.07	2,876.28	
Instalación de Plataforma Flotante	glb	1	15,121.21	15,121.21	
Unión de apoyo flotante a pasarela	glb	1	4,202.99	4,202.99	
Flotador HPDE	u	10	101.72	1,017.20	
Viga C metálica	u	1129	17.44	19,685.40	
Pernos cabeza de Coco Galvanizados	u	1540	0.80	1,232.00	
Tablones de teca	u	679	61.00	41,419.00	
Cuartones de Teca	u	93	24.20	2,258.67	
Cajones de acero	u	126	10.70	1,348.20	
Tubos cuadrados de acero	ml	700	9.82	6,874.00	
Defensa y Montaje de Pilote	u	4	6,759.32	27,037.28	
VARIOS					68,220.32
Caseta de materiales y guardianía	m2.	40	55.20	2,208.00	
Instalación provisional de agua	mes	12	93.02	1,116.24	
Instalación provisional luz	mes	12	50.15	601.80	
Guardianía	mes	4	5,000.00	20,000.00	
Permisos ministerios, GAD, Consejo	Global	1	2,000.00	2,000.00	
Carpetas de copias de planos	Juego	4	60.00	240.00	
Letrero de obra	u.	10	239.90	2,399.00	
Informe de ingeniería	u.	1	2,500.00	2,500.00	
Casetas	u	3	3,776.97	11,330.91	
Bancos	u	3	1,359.59	4,078.77	
Pintura y mano de obra	m2	830	16.32	13,545.60	
Cornamusas	u	10	320.00	3,200.00	

Tabla 22. Presupuesto para muelle de 90x7 plataforma fija y 60x7 plataforma flotante. Fuente: Consulsua

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	P. TOTAL
INSTALACIÓN DE OBRA					479,672.14
Trazado y replanteo de área de construcción	m2.	350	100.75	35,262.50	
Limpieza de terreno	m2.	350	450.15	157,552.50	
Transporte de materiales prefabricados al sitio de proyecto	glb	3	45,047.62	135,142.86	
Transporte del equipo al sitio de proyecto	glb	3	50,571.43	151,714.29	
INFRAESTRUCTURA FIJA	m2	350			317,391.03
Pilotes Prefabricados	m3	24	869.07	20,857.68	
Hincado de Pilotes	m.	40	450.00	18,000.00	
Montaje de Pilotes	u	20	719.07	14,381.40	
Vigas Pre Fabricadas	u	10	490.79	4,907.92	
Montaje de Vigas	u	10	390.79	3,907.92	
Losetas de Hormigón Prefabricadas	m3	56	1,872.79	104,876.24	
Montaje Losetas	u	12	1,272.79	15,273.48	
Defensa y Montaje de Pilote	u	20	6,759.32	135,186.40	
VARIOS					80,172.16
Caseta de materiales y guardianía	m2.	45	80.20	3,609.00	
Instalación provisional de agua	mes	30	93.02	2,790.60	
Instalación provisional luz	mes	30	210.15	6,304.50	
Guardianía	mes	6	5,000.00	30,000.00	
Permisos ministerios, GAD, Consejo	Global	1	2,000.00	2,000.00	
Carpetas de copias de planos	Juego	4	100.00	400.00	
Letrero de obra	u.	10	450.90	4,509.00	
Informe de ingeniería	u.	1	2,000.00	2,000.00	
Casetas	u	4	4,256.97	17,027.88	
Bancos	u	2	1,359.59	2,719.18	
Pintura y mano de obra	m2	350	16.32	5,712.00	
Cornamusas	u	10	310.00	3,100.00	

**Tabla 23. Presupuesto para muelle de 70x6 plataforma fija y 10x3 plataforma flotante.** Fuente: Consulsua

## APÉNDICE B – CODIGO MATLAB

```
DAT=
data_oleaje_bahia

DAT_2000_seca=
DAT(12665:14128,:);

DAT_2005_seca=
DAT(27273:28736,:);

DAT_1996_humeda=
DAT(1:488,:);

DAT_2001_humeda=
DAT(14129:15096,:);

DAT_2006_humeda=
DAT(28737:29704,:);

DAT_1996_seca=DAT(
977:2440,:);

DAT_2001_seca=
DAT(15585:17048,:);

DAT_2006_seca=
DAT(30193:31656,:);

DAT_1997_humeda=
DAT(2441:3408,:);

DAT_2002_humeda=
DAT(17049:18016,:);

DAT_2007_humeda=
DAT(31657:32624,:);

DAT_1997_seca=
DAT(3897:5360,:);

DAT_2002_seca=
DAT(18505:19968,:);

DAT_2007_seca=
DAT(33113:34576,:);

DAT_1998_humeda=
DAT(5361:6328,:);

DAT_2003_humeda=
DAT(19969:20936,:);

DAT_2008_humeda=
DAT(34577:35552,:);

DAT_1998_seca=
DAT(6817:8280,:);

DAT_2003_seca=
DAT(21425:22888,:);

DAT_2008_seca=
DAT(36041:37504,:);

DAT_1999_humeda=
DAT(8281:9248,:);

DAT_2004_humeda=
DAT(22889:23864,:);

DAT_2009_humeda=
DAT(37505:38472,:);

DAT_1999_seca
=DAT(9737:11200,:);

DAT_2004_seca=
DAT(24353:25816,:);

DAT_2009_seca=
DAT(38961:40424,:);

DAT_2000_humeda=
DAT(11201:12176,:);

DAT_2005_humeda=
DAT(25817:26784,:);

DAT_2010_humeda=
DAT(40425:41392,:);
```

DAT_2010_seca= DAT(41881:43344,:);	DAT_2016_humeda= DAT(57953:58928,:);	DAT_2002_humeda;
DAT_2011_humeda= DAT(43345:44312,:);	DAT_2016_seca= DAT(59417:60880,:);	DAT_2003_humeda;
DAT_2011_seca= DAT(44801:46264,:);	DAT_2017_humeda= DAT(60881:61848,:);	DAT_2004_humeda;
DAT_2012_humeda= DAT(46265:47240,:);	DAT_2017_seca= DAT(62337:63800,:);	DAT_2005_humeda;
DAT_2012_seca= DAT(47729:49192,:);	DAT_2018_humeda= DAT(63801:64768,:);	DAT_2006_humeda;
DAT_2013_humeda= DAT(49193:50160,:);		DAT_2007_humeda;
DAT_2013_seca= DAT(50649:52112,:);		DAT_2008_humeda;
		DAT_2009_humeda;
DAT_2014_humeda= DAT(52113:53080,:);	HUM=[DAT_1997_hum eda;	DAT_2010_humeda;
DAT_2014_seca= DAT(53569:55032,:);	DAT_1998_humeda;	DAT_2011_humeda;
	DAT_1999_humeda;	DAT_2012_humeda;
DAT_2015_humeda= DAT(55033:56000,:);	DAT_2000_humeda;	DAT_2013_humeda;
DAT_2015_seca= DAT(56489:57952,:);	DAT_2001_humeda;	DAT_2014_humeda;
		DAT_2015_humeda;

```

DAT_2016_humeda;          DAT_2011_seca;          ylabel('ocurrencia [%]'),
                           DAT_2012_seca;
                           DAT_2013_seca;          H_3=
DAT_2017_humeda;          DAT_2014_seca;          histogram(hsg_SEC,'no
                           DAT_2015_seca;          rmalization','probability
                           DAT_2016_seca;          ),
                           DAT_2017_seca];          xlabel('altura sig. [m]'),
time_HUM= HUM(:,1);          ylabel('ocurrencia [%]'),

SEC=[DAT_1996_seca        time_SEC= SEC(:,1);
;
  DAT_1997_seca;          hsg_HUM= HUM(:,8);
  DAT_1998_seca;          hsg_SEC= SEC(:,8);
  DAT_1999_seca;
  DAT_2000_seca;          per_HUM= HUM(:,9);
  DAT_2001_seca;          per_SEC= SEC(:,9);
  DAT_2002_seca;
  DAT_2003_seca;          dir_HUM= HUM(:,10);
  DAT_2004_seca;          dir_SEC= SEC(:,10);
  DAT_2005_seca;
  DAT_2006_seca;
  DAT_2007_seca;          H_2 =
  DAT_2008_seca;          histogram(hsg_HUM,'n
  DAT_2009_seca;          ormalization','probabilit
  DAT_2010_seca;          y'),
                           xlabel('altura sig. [m]'),

%% ESTADÍSTICA DE
OLEAJE

n_hsg_hum =
length(hsg_HUM);

n_hsg_sec=
length(hsg_SEC);

%% Altura significativa

h_o_HUM =
sortrows(hsg_HUM,'de
scend','MissingPlacem
ent','last');

h_s_HUM =
(1/floor(n_hsg_hum/3))
*sum(h_o_HUM(1:floor
(n_hsg_hum/3)))

%EPOCA HUMEDA

```

```
h_o_SEC =  
sortrows(hsg_SEC,'descend','MissingPlaceme  
nt','last');
```

```
h_s_SEC =  
(1/floor(n_hsg_sec/3))*  
sum(h_o_SEC(1:floor(n  
_hsg_sec/3)));  
%EPOCA SECA
```

```
% Altura promedio
```

```
h_mean_hum =  
mean(hsg_HUM,'omitnan');%humeda  
h_mean_sec =  
mean(hsg_SEC,'omitnan');%seca
```

```
%Altura máxima  
(extremo)
```

```
h_max_hum =  
max(hsg_HUM);  
%humeda  
h_max_sec =  
max(hsg_SEC); %seca
```

```
%% Periodo  
significativo
```

```
T_o_HUM =  
sortrows(per_HUM,'descend','MissingPlaceme  
nt','last');
```

```
T_s_HUM =  
(1/floor(n_hsg_hum/3))  
*sum(T_o_HUM(1:floor  
(n_hsg_hum/3)));
```

```
T_o_SEC =  
sortrows(per_SEC,'descend','MissingPlaceme  
nt','last');
```

```
T_s_SEC =  
(1/floor(n_hsg_sec/3))*  
sum(T_o_SEC(1:floor(  
n_hsg_sec/3)));
```

```
%Periodo medio
```

```
Tm_HUM=mean(per_H  
UM,'omitnan');  
Tm_SEC=mean(per_S  
EC,'omitnan');
```

```
%Periodo pico
```

```
T_peak_HUM=max(per  
_HUM);
```

```
T_peak_SEC=max(per  
_SEC);
```

```
plot(time_HUM,per_HU  
M),datetick,
```

```
xlabel('años'),
```

```
ylabel('periodo [s]'),
```

```
plot(time_SEC,per_SE  
C),datetick,
```

```
xlabel('años'),
```

```
ylabel('periodo [s]'),
```

```
plot(time_HUM,hsg_H  
UM), datetick,
```

```
xlabel('años'),
```

```
ylabel('altura sig. [m]'),
```

```
plot(time_SEC,hsg_SE  
C), datetick,
```

```
xlabel('años'),
```

```
ylabel('altura sig. [m]'),
```