



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**MODALIDAD: PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DE
DESARROLLO.**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER
EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS**

TEMA:

**ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA DE LA ISLA
JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO.**

AUTOR:

ING. RICARDO ANDRÉS PAREDES MORA

TUTOR ACADÉMICO:

ING. ABELARDO PAUCAR CAMACHO, PhD

ECUADOR – BOLÍVAR – GUARANDA

Diciembre 2022.

EL DOCTOR JOSE ABELARO PAUCAR CAMACHO, EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS, UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

CERTIFICA

El trabajo de titulación denominado “Índice de Vulnerabilidad Costera de la isla Jambeli, cantón Santa Rosa, provincia de El Oro”, con la modalidad de Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo, elaborado por el Ing. Ricardo Andrés Paredes Mora, previo a la obtención del título de Magister en Prevención y Gestión de Riesgos, considero que dicho informe cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación en las instancias respectivas de la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar.

Guaranda, 23 de noviembre de 2022

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
JOSE ABELARDO
PAUCAR CAMACHO

Dr. José Abelardo Paucar Camacho
Tutor Trabajo de Titulación
Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos - UEB

Declaración juramentada de autenticidad de autoría

Yo, Ricardo Andres Paredes Mora, egresado del Programa de Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Bolívar, identificado(a) con C.I. 0706989464



Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo titulado:
“ Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro ”
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título de Magister de denominación de cuarto nivel académico
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Estatal de Bolívar.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo Andres Paredes Mora', written over a horizontal line.

Ricardo Andres Paredes Mora

070698946-4



Factura: 001-005-000006500



20220701003C04230

FIEL COPIA DE DOCUMENTOS EXHIBIDOS EN ORIGINAL N° 20220701003C04230

RAZÓN: De conformidad al Art. 18 numeral 5 de la Ley Notarial, doy fe que la(s) fotocopia(s) que antecede(n) es (son) igual(es) al(los) documento(s) original(es) que corresponde(n) a DECLARACION DE AUT y que me fue exhibido en 1 foja(s) útil(es). Una vez practicada(s) la certificación(es) se devuelve el(los) documento(s) en 1 foja(s), conservando una copia de ellas en el Libro de Certificaciones. La veracidad de su contenido y el uso adecuado del (los) documento(s) certificado(s) es de responsabilidad exclusiva de la(s) persona(s) que lo(s) utiliza(n).

MACHALA, a 13 DE DICIEMBRE DEL 2022, (13:53).



NOTARIO(A) RUTH ELIZABETH DAVILA HERAS

NOTARIA TERCERA DEL CANTÓN MACHALA

ABG. RUTH E. DÁVILA HERAS
NOTARIA TERCERA DE MACHALA
EL ORO - ECUADOR



NOTARÍA 3^{ra}

Mgs. Abg. Ruth E. Dávila Heras
Notaria Tercera de Machala



1 obligación que tiene en decir la verdad me solicita eleve a
2 Escritura Pública la siguiente **DECLARACIÓN JURADA**, al tenor de
3 las cláusulas que dicen:-----

4 **"PRIMERA.- COMPARECIENTE.-** Concorre a la celebración del
5 presente acto el señor Ingeniero **RICARDO ANDRES PAREDES**
6 **MORA**, portador de la cédula de ciudadanía número **cero siete**
7 **cero seis nueve ocho nueve cuatro seis cuatro**, domiciliado
8 en la Ciudadela Alcides Pesantes, del cantón Machala, Provincia
9 de El Oro, con teléfono número cero nueve ocho nueve cuatro
10 cero cero ocho uno siete, capaz para realizar todo acto o contrato.-

11 **SEGUNDA: DECLARACION JURADA.-** Yo, **RICARDO ANDRES**
12 **PAREDES MORA**, bajo juramento y en conocimiento de las penas
13 por perjurio y falso testimonio declaro: 1. Soy autor del trabajo
14 titulado: **" Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí,**
15 **Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro "**, el mismo que
16 presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título de
17 **Magister de denominación de cuarto nivel académico.** 2. El texto
18 de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros,
19 incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, el
20 texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente,
21 para la cual he respetado las normas internacionales de citas y
22 referencias de las fuentes consultadas. 3. El texto del trabajo final
23 que presento no ha sido publicado ni presentado antes en
24 cualquier medio electrónico o físico. 4. La investigación, los
25 resultados, datos, conclusiones y demás información presentada
26 que atribuyo a mi autoría son veraces. 5. Declaro que mi
27 trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad
28 Estatal de Bolívar. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la

RUTH E. DÁVILA HERAS
ABG. NOTARIA TERCERA DE MACHALA
EL ORO, ECUADOR



NOTARÍA 3^{ra}.

Mgs. Abg. Ruth E. Dávila Heras
Notaria Tercera de Machala



1 verdad".-----

2 **HASTA AQUÍ LA DECLARACION**, que conjuntamente con los

3 documentos que se adjunta queda elevada a Escritura Pública, con

4 todo el valor legal. Para la celebración y otorgamiento de la

5 presente escritura se observaron los preceptos legales que el caso

6 requiere; y leída que fue íntegramente por mí la Notaria, al

7 compareciente en forma física y alta voz toda la Escritura Pública,

8 aquel se ratifica en la aceptación de su contenido, y firma en

9 unidad de acto conmigo la Notaria, quedando incorporada en el

10 Protocolo de esta Notaría, la presente escritura pública de todo

11 lo cual, **DOY FE**.-----

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

Ricardo Andres Paredes Mora

Ing. RICARDO ANDRES PAREDES MORA

No. 070698946-4



Ruth E. Dávila Heras

ABG. RUTH E. DÁVILA HERAS
NOTARIA TERCERA DE MACHALA
EL ORO - ECUADOR

SE OTORGO ANTE MI, Y EN FE DE ELLO CONPIERO ESTE SEGUNDO TESTIMONIO EN FOTOCOPIAS CERTIFICADAS, EN CUATRO FOJAS, QUE SELLO, FIRMO Y RUBRICO EN EL MISMO LUGAR Y FECHA DE SU CELEBRACION.-



Ruth E. Dávila Heras

ABG. RUTH E. DÁVILA HERAS
NOTARIA TERCERA DE MACHALA
EL ORO - ECUADOR

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios por darme entendimiento y sabiduría para poder elegir el camino del conocimiento, para seguirme preparándome y forjar dentro de mí un profesional eficiente y eficaz.

A mi querida madre quien es el pilar del hogar le agradezco por inculcarme buenos valores y principios, quien me formo como persona de bien, y a cada uno de mis familiares quienes siempre me apoyaron para mi preparación continua como profesional.

Este trabajo se los dedico a cada uno anteriormente mencionado, como fruto de lo cosechado dentro de mí, y que ahora se ve reflejado en este nuevo nivel académico.

Agradecimiento

Como Maestrante de la Universidad Estatal de Bolívar le doy mi más sincero agradecimiento a usted Ing. Abelardo Paucar Camacho, PhD. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones como docente de preparación y como profesional.



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DIRECCIÓN DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

MAGISTER EN GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

TEMA:

**“ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
COSTERA DE LA ISLA JAMBELÍ,
CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE
EL ORO ”**

ÍNDICE

TEMA:.....	1
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
CAPÍTULO I. PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Justificación	13
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes investigativos.	15
2.2. Fundamentación Teórica	21
2.2.1. Vulnerabilidad Costera	21
2.2.2. Causas de la Vulnerabilidad Costera	21
2.2.3. Efecto de la Vulnerabilidad Costera	21
2.2.3. Evaluación de la Vulnerabilidad Costera	21
2.2.4. Estrategias o medidas de reducción de la vulnerabilidad Costera	22
2.2.5 Glosario de Términos	22
2.3. Fundamentación Legal	24
2.4. Hipótesis o ideas a defender	25
2.5. Variables.....	25
2.5.1. Variable Independiente:	25
2.5.2. Variable Dependiente:	25
2.6. Operacionalización de variables	26
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	28
1.1. Tipo, nivel y método de investigación	28
1.1.1. Tipo de Investigación	36
1.1.2. Nivel de Investigación	36
1.1.3. Métodos de investigación	36
1.2. Población y Muestra	37
1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información.	37
1.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos.....	38
CAPITULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1. Presentación de los resultados por objetivos	39

4.1.1. Resultados del Objetivo 1. Caracterizar el proceso de variación de línea de playa de la Isla Jambelí.	39
4.1.1.1. Variación de línea de playa de la isla jambelí.....	41
4.1.1.2. Tabla de Mareas del puerto costero.	45
4.1.2. Resultados del Objetivo 2. Determinar el índice de vulnerabilidad costera mediante variables geomorfológicas, oceanográficas y climática, para la zona costera de Jambelí.	51
4.1.3. Objetivo 3. Establecer estrategias de reducción de la vulnerabilidad costera para el área de influencia de la Isla Jambelí.	68
4.2 Comprobación de hipótesis	71
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76

Índice de imágenes.

Imagen 1. Mapa de Inundación proyectada para el año 2030.	18
Imagen 2. Mapa de Inundación proyectada para el año 2050.	18
Imagen 3. Mapa de incremento de mar proyectado a 1,5 metros, Isla Jambelí.....	19
Imagen 4. Mapa de riesgo con proyección a futuro por cambio climático.	19
Imagen 5. Gráfico de niveles de vulnerabilidad costera.....	22
Imagen 6. Perfil costero con erosión, isla Jambelí.	34
Imagen 7. Perfil costero de la isla Jambelí 2014.	35
Imagen 8. Perfil Costero de la isla Jambelí 2022.	35
Imagen 9. Oleaje de la isla jambelí, provincia de El Oro.....	40
Imagen 10. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia corta.....	41
Imagen 11. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia media.....	42
Imagen 12. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia larga.....	42
Imagen 13. Perfil costero Archipiélago Jambelí.....	43
Imagen 14. Perfil costero Archipiélago Jambelí erosión.....	43
Imagen 15. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia de playa.	44
Imagen 16. Perfil costero Archipiélago Jambelí sin modificación.....	44
Imagen 17. Perfil costero Archipiélago Jambelí, evidenciando la alta tasa de erosión en la zona de playa.	45
Imagen 18. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2014.	46
Imagen 19. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar	

2015.	46
Imagen 20. 2016.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 46
Imagen 21. 2017.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 47
Imagen 22. 2018.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 47
Imagen 23. 2019.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 48
Imagen 24. 2020.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 48
Imagen 25. 2021.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 49
Imagen 26. 2022.	Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 49
Imagen 27.	Mareas diarias Puerto Bolívar 2022..... 50
Imagen 28.	Mareas anuales Puerto Bolívar 50
Imagen 29.	Grafica mensual de pleamar y bajamar Puerto Bolívar 2022 51
Imagen 30.	Zona 1 de estudio, Isla Jambelí..... 51
Imagen 31.	Nivel de pendiente de la Zona 1 de estudio de la Isla Jambelí. 52
Imagen 32.	Línea de perfil costero de años 2014 al 2022, Isla Jambelí. 52
Imagen 33.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 1, Isla Jambelí. 54
Imagen 34.	Zona 2 de estudio, Isla Jambelí..... 55
Imagen 35.	Perfil costero 2014, Isla Jambelí..... 55
Imagen 36.	Perfil costero 2022, Isla Jambelí..... 55
Imagen 37.	Nivel de pendiente de la Zona 2 de estudio de la Isla Jambelí. 56
Imagen 38.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona, Isla Jambelí. ... 57
Imagen 39.	Zona 3 de estudio, Isla Jambelí..... 58
Imagen 40.	Modificación de la línea de perfil costero por inserción de escollera..... 58
Imagen 41.	Nivel de pendiente de la Zona 3 de estudio de la Isla Jambelí. 59
Imagen 42.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 3, Isla Jambelí. 61
Imagen 43.	Zona 4 de estudio, Isla Jambelí..... 61
Imagen 44.	Líneas de perfil costero 2014 al 2022, Isla Jambelí..... 61
Imagen 45.	Nivel de pendiente de la Zona 4 de estudio de la Isla Jambelí. 62
Imagen 46.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 4, Isla Jambelí. 63
Imagen 47.	Zona 5 de estudio, Isla Jambelí..... 64
Imagen 48.	Líneas de perfil costero 2014 y 2022, Isla Jambelí..... 64

Imagen 49.	Nivel de pendiente de la Zona 4 de estudio de la Isla Jambelí.	65
Imagen 50.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 5, Isla Jambelí.	66

Índice de figuras.

Figura 1.	Precipitación de la parroquia Jambelí.....	16
Figura 2.	Mapa de riesgo de inundación de la parroquia Jambelí.	17
Figura 3.	Detonantes por efectos de cambio climático de la isla Jambelí.	39
Figura 4.	Mapa de Ubicación Isla Jambelí.....	40
Figura 5.	Mapa de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí.	68

Índice de tabla.

Tabla 1.	Operacionalización de variables de estudio de la Isla Jambelí.....	27
Tabla 2.	Rangos y valores geomorfológicos de la Isla de Jambeli.	29
Tabla 3.	Rangos y valores de la pendiente costera en la Isla Jambeli.	30
Tabla 4.	Rangos y valores de la tasa de cambio de la línea costera de la Isla Jambeli.	30
Tabla 5.	Rangos y valores de la tasa de cambio en el nivel del mar de la Isla Jambelí. 31	
Tabla 6.	Rangos y valores del rango mareal de la Isla Jambeli.	32
Tabla 7.	Rango de índices, niveles y colores de representación de la vulnerabilidad costera.	33
Tabla 8.	Índice de Vulnerabilidad Costera, Variables y rangos para el área de estudio. 34	
Tabla 9.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 1.....	54
Tabla 10.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 2.....	57
Tabla 11.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambeli Zona 3.....	60
Tabla 12.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 4.....	63
Tabla 13.	Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 5.....	66
Tabla 14.	Resumen de la ponderación de la vulnerabilidad costera por zonas de estudio, Isla Jambelí.....	67
Tabla 15.	Categorización de vulnerabilidad por zonas, perfil costero del Archipiélago de Jambelí.	68
Tabla 16.	Estrategias por zona de estudio.	70

Índice de gráficos.

Grafico 1.	Grafica de Acreción y erosión sedimentaria de la Zona 1, Isla Jambelí.	53
Grafico 2.	Tabla de tasa de acreción y erosion Zona 3, Isla Jambelí.	60
Grafico 3.	Tabla de tasa de acreción y erosion Zona 4, Isla Jambeli.	63
Grafico 4.	Tabla de tasa de acreción y erosión Zona 5, Isla Jambeli.	65

Resumen

Las costas del Ecuador continental son susceptibles a procesos tectónicos y climáticos. Para las costas de la provincia de El Oro, en particular el archipiélago de Jambelí tiene un proceso tectónico de subsidencia, que, sumado a la tasa de erosión marina por los procesos climáticos, la convierten en una zona de alta vulnerabilidad costera. Estudios precedentes indican una tasa de incremento del nivel de mar para el sur de Ecuador, entre 2.1 a 2.7 mm/año, donde los efectos erosivos tienen variación en sus valores dependiendo de la litología y resistencia de los acantilados, así como planicies litorales extensas que permiten una mayor inundación marina. (Vera Alava, 2021)

Las zonas costeras son regiones dinámicas que pueden ser particularmente vulnerables a la característica local y regional, así como, a pequeña escala y a las amenazas globales.

Para calcular la vulnerabilidad costera de la Isla, se aplicó el Índice de Vulnerabilidad Costera mediante las variables: geomorfología, pendiente de la costa, cambios en el nivel del mar, erosión costera, rango mareal, oleaje y una variable ambiental. El resultado refleja que tramos de playas de arena presentan mayor vulnerabilidad a los riesgos climáticos.

Esta metodología será evaluada en varios parámetros, se consideró 1 la más baja y 5 la variable más alta en riesgo. Estos resultados se presentan gráficamente por el lugar de la zona según el resultado de categorización que obtenga.

Palabras clave: Cambio climático; variables; vulnerabilidad, erosión, geomorfología, pendiente.

Abstract

The coasts of continental Ecuador are susceptible to tectonic and climatic processes. For the coasts of the province of El Oro, in particular the Jambelí archipelago has a tectonic process of subsidence, which, added to the rate of marine erosion due to climatic processes, makes it an area of high coastal vulnerability. Previous studies indicate a rate of increase in sea level for southern Ecuador, between 2.1 to 2.7 mm/year, where the erosive effects have variation in their values depending on the lithology and resistance of the cliffs, as well as extensive coastal plains that allow greater marine inundation. (Vera Alava, 2021)

Coastal zones are dynamic regions that can be particularly vulnerable to local and regional character, as well as small-scale and global threats.

To calculate the coastal vulnerability of the Island, the Coastal Vulnerability Index has been applied using the variables geomorphology, slope of the coast, changes in sea level, coastal erosion, tidal range, waves and an environmental variable. The result reflects that stretches of sandy beaches are more vulnerable to climatic risks.

This Methodology will be evaluated in several parameters, being 1 the lowest and 5 the highest variable in risk. These results are presented graphically by place in the area according to the categorization result obtained.

Keywords: Climate change; variables; vulnerability, erosion, geomorphology, slope.

Introducción

Los estudios de variación costera comprenden la evolución de las playas en los últimos 10.000 a 12.000 años, referido a la edad Holoceno (palabra geológica empleada en edades). Varios autores (Gusi, Lujan, Barrachina, & Aguilera, 2010) han estudiado el avance y retroceso de la línea de playa a nivel mundial que es confrontable con la posición de diversas playas incluidas en el Ecuador. Hace 10.000 años la línea de playa se encontraba en la cota batimétrica de -30 m.d.n.m. (metros debajo del nivel de mar). Las variaciones han sido representadas en fases de erosión y acreción (sedimentación), siendo hace 6.000 y 4.000 años atrás que se, es decir que el nivel de mar estaba entre 2 y 3 m a la posición actual presentaron elevaciones superiores al nivel actual. Las poblaciones precolombinas (Historica, 2015) tuvieron desplazamientos por estos episodios climáticos, en especial hace 2.000 años atrás donde el nivel de mar se encontraba a +1m a la posición actual y descendió a - 1m. Con este antecedente se evidencia en documentos que el nivel de mar tiene una tasa alta de ascenso en los últimos 1.500 años.

La comisión oceanográfica climática de variación nivel de mar, reporta cambios para la costa del Ecuador entre 2.3 a 2.7 mm/año, este valor afecta directamente nuestras playas que debido a su geomorfología tiene episodios o evento de erosión y acreción modificando bruscamente nuestras costas. La finalidad de este estudio no solamente es demostrar en qué nivel de vulnerabilidad se encuentra diferentes zonas del perfil costero, si no proyectar a escenarios futuros de riesgos, para que los gobiernos locales competentes tengan un accionar preventivo a eventualidad peligrosas a las costas como el incremento del mar y sus fuertes precipitaciones, gestionando un correcto ordenamiento territorial.

El problema del riesgo de desastre en entornos urbanos o zonas costeras, localizadas en franjas altamente propensas a la acción de fenómenos naturales, es una de las temáticas prioritarias de la agenda global, sin embargo, es un gran desafío, siendo tan amplio y complejo, que existen numerosas perspectivas para intentar explicar los retos que supone dicha complejidad a nivel mundial. (Hernandez Aguilar, 2014)

Cada vez son más las regiones costeras de nuestro planeta que atraen la atención del mundo científico. Esto es debido a su singularidad y complejidad. Las zonas costeras son áreas sujetas a fuertes demandas por espacio, condiciones físicas y estéticas, y por sus recursos naturales necesarios para un gran número de actividades socioeconómicas. De esta manera, la costa ofrece oportunidades especiales para el desarrollo urbano, el turismo y la

recreación, el transporte, las pesquerías y la acuicultura y agricultura, entre muchas otras actividades posibles (Cabrera, y otros, 2012).

La variabilidad de las costas Ecuatorianas es un fenómeno natural y dinámico que se ha convertido en una constante y creciente amenaza ocasionada por el embate de las olas del mar y de la marea, principalmente, en los aguajes o mareas de sicigia, las mismas que paulatinamente han venido debilitando las barreras naturales formadas por bancos de arenas, taludes naturales, vegetación (estable hasta el momento de ser agredidas por el fenómeno) ubicados en las bermas de las referidas playas y tierra adentro. (Rosero, 2012).

Para la zona costera de Jambelí, caracterizada por sus amplias playas turísticas, tuvieron afectaciones en el 2008 y 2009, donde la tasa de erosión tuvo un valor de -5 m/año, causando daños totales y parciales a las estructuras recreacionales.

Desde el año 2012 por estudios realizados por (Rosero, 2012), se evidencio que la isla Jambeli comenzó a tener varias erosiones a lo largo del perfil costero, teniendo en cuenta que desde el año 2008 comenzó Jambelí a manifestar el incremento de mar y los fuertes oleajes que destruyeron gran parte de la línea de costa, dentro del año 2012 la perdida de playa se mantuvo dejando rastros de algas en líneas costeras, dejando como evidencia la erosión que el sitio mantuvo.

Debido al incremento del nivel del mar, el gobierno local de Santa Rosa, provincia de El Oro realizo una inserción de escolleras para evitar las olas de gran altura que llegaban hasta los 3 metros, esta obra se la evidencio en el año del 2014, lo cual desde año se partirá este estudio para conocer la variación entre erosión y acreción que este perfil costero ha tenido, categorizando los índices de vulnerabilidad de diferentes zonas de la playa.

La aplicación del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) en la Isla Jambelí será un estudio fundamental, porque da a conocer que zonas se encuentran no aptas para algún crecimiento de asentamientos humanos futuros, la isla Jambelí comenzó a tener variación en su perfil costero desde sus fuertes oleajes desde el año 2008, lo cual ocasiono daños materiales y perdida de sus playas, mediante la aplicación de IVC los gobiernos locales podrán determinar zonas de vulnerabilidad y poder realizar planes preventivos con visión a largo plazo.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD, obliga a los organismos sectoriales en especial municipios a emprender estudios que mitiguen el impacto de eventos naturales y garanticen el bienestar de las personas que se asientan en las zonas de vulnerabilidad. La elaboración de estudios de previsión a lo largo del territorio ecuatoriano permite disminuir el impacto causado por las amenazas existentes

al obtener una población capacitada, delimitación de zonas más vulnerables con las debidas restricciones, personal entrenado para manejar las situaciones de emergencia de una manera coordinada, fondos económicos debidamente canalizados situaciones que resumen una gestión de riesgo manejada con profesionalismo en todas las líneas de acción. (del Pozo Barrezueta, 2010).

La inserción del IVC en la isla Jambelí, ayudará a planes de ordenamiento territoriales futuros dentro de la isla por el crecimiento por ser zona turística, perseverando la sostenibilidad local como lo plantea la UNESCO, dentro de la Comisión Oceanográfica intergubernamental, aportará a una cultura preventiva y al llamado a la resiliencia.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Jambelí se encuentra conformada por una población de 5033 habitantes registradas en el censo del 2010 (INEC, 2010), si la proyectamos a la actualidad se debe considerar una tasa de incremento por año de 2.2%. Este valor de habitantes es incrementado en los meses de feriados por los turistas.

La isla Jambelí debe afrontar eventos extremos atribuidos al cambio climático, tales como, precipitaciones intensas, inundaciones severas tanto como temporales como permanentes, y el incremento del nivel del mar. Bajo este contexto, las implicaciones por cambio climático son de preocupación, sobre todo porque en las zonas costeras son de relevancia económica para el Ecuador. (Cid Nacer, 2019).

Ecuador ha presentado incremento del nivel del mar especialmente en playas turísticas, aquellos eventos de incremento se deben por las precipitaciones continuas que se han venido dando en el régimen costa por temporadas invernales y otro evento que ha inducido el incremento del mar son los sismos que se han presentado cerca del océano pacífico, trayendo repercusiones a los perfiles costeros.

La provincia de el Oro contempla 4 playas, pero solo 2 se mantienen con concentraciones turísticas altas en temporadas vacacionales, una de ellas es la Isla de Jambelí, siendo una de las más visitadas tanto por personas locales, nacionales y extranjeros, por otro lado, la playa de bajo alto, es la segunda más visitada de la provincia, mientras que la plata de El Coco y San Gregorio son playas muy poco frecuentes por turistas.

El crecimiento poblacional de los habitantes de la Isla Jambelí por el aumento turístico hizo que la población tenga un incremento de asentamientos sin planificación en zonas de riesgos, exponiendo la vida de las personas locales y turistas.

Una década atrás comenzó a sentirse el cambio climático y la variación en épocas invernales, lo que provocó una modificación en temporadas invernales, lo cual se pudo presenciar un aumento progresivo en el nivel costero, ocasionando pérdida de la playa y olas que impactaban con mayor fuerza a la costa de la isla Jambelí, lo cual provocó daño de viviendas, locales comerciales y pérdidas económicas.

El rápido crecimiento de la población y los servicios hace aún más necesario que se conozca la geomorfología sobre la cual se asienta esta población, para entender los procesos

naturales que ocurren en la zona. De esta manera se podrá comprender las vulnerabilidades que se pueden generar a partir de las formas de asentamiento. (Aguilar Lynch, 2015).

El conocimiento de la vulnerabilidad de un sector, la cual tiene como variables determinantes la geomorfología actual, la antropización y los procesos que hacen a la evolución de la línea de costa, entre otros, permitirá planificar la capacidad máxima soportable y definir una ordenación ambiental del territorio más eficiente, contribuyendo a la minimización de los impactos asociados. (Fernandez, Bertola, & Campo, 2017).

Es fundamental tener claro cómo se generan estos fenómenos naturales y cuáles son sus detonantes en una localidad vulnerable en conocimiento en preparación ante eventualidades que puedan generar daños a la integridad de las personas, por ello cabe recalcar la importancia de la gestión de riesgos en los procesos de desarrollo para brindar seguridad y bienestar a la población situada en una turística.

1.2. Formulación del problema

¿Qué factores influyen en el Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) para la isla de Jambeli, provincia El Oro?

1.3. Justificación

A lo largo de los años el perfil costero de la isla Jambeli ha sido un centro turístico tanto para personas locales como turistas, teniendo un crecimiento poblacional desorientada, sin conocer hace que dirección expandir los asentamientos humanos futuros, por lo que ha generado que se asienten en zonas de riesgos, por los problemas de erosión costera, ocasionando un nivel de riesgo latente hacia los pobladores.

Es esencial, por tanto, conocer la geomorfología y dinámicas naturales de las zonas litorales, la manera en que son influenciadas por los seres humanos y las relaciones que se dan entre ambos.

Por ello estos lugares de acogida para varias personas debe tener categóricamente identificado los puntos vulnerables del sector, generando mitigación y preparación a la sociedad asentada en la isla Jambeli, por ello este trabajo ayudara a dar a conocer a que eventos está expuesta la playa para que las autoridades locales y competentes den su accionar en periodos de retorno, fomentando una resiliencia a eventos futuros.

Dentro del estudio a realizarse se espera determinar las causas por las cuales se produjo la pérdida de masa del lugar y a su vez proponer respuestas inmediatas que aporten

a la solución, creando resiliencia y fortaleciendo las capacidades de toma de decisiones de las autoridades locales, para fomentar un turismo seguro y una economía que sea sustentable a la reconstrucción del escenario futuro, que buscara disminuir las vulnerabilidades.

La Gestión de Riesgos es un pilar fundamental en los gobiernos locales para determinar sitios seguros, mitigando los riesgos y creando zonas de asentamientos aptos para el crecimiento poblacional, creando así una cultura de prevención a futuros eventos peligrosos que amenacen al sector.

Las aplicaciones de las herramientas metodológicas apoyaran a la geo referenciación del sitio para proyectar eventualidades que puedan suceder y acceder a los geodatos que contenga para la interpretación y modelación de los mapas que resulten del levantamiento de información que vaya a obtenerse del lugar de estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el índice de vulnerabilidad costera para el establecimiento de estrategias de reducción en la isla de Jambeli, Provincia El Oro.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar el proceso de variación de línea costera de la isla Jambelí.
2. Determinar el índice de vulnerabilidad costera mediante variables geomorfológicas, oceanográficas y climática, para la zona costera de Jambelí.
3. Establecer estrategias de reducción de la vulnerabilidad costera para el área de influencia de la isla Jambelí.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos.

Los pobladores del balneario de la isla Jambelí recuerdan que hace más de 20 años había que caminar cerca de 200 metros desde el malecón hasta llegar al mar; hoy esta distancia se ha reducido a cinco metros debido a fenómenos naturales como aguajes y oleajes. La tasa de erosión estimada en los últimos 20 años de -6 m/año. (Jambelí, 2015).

En la isla habitan familias, quienes viven de la actividad turística a través de negocios de comida, hoteles, transporte marítimo, artesanías y bares. Sin embargo, los daños de las olas provocaron que lleguen cerca de dos mil personas cuando el promedio superaba los diez mil. (Jambelí, 2015).

La situación, que a través de los años no ha tenido una solución definitiva, estas olas de hasta cuatro metros, ingresaron a las viviendas causando daño a la integridad física de las personas que viven ahí. Estos incrementos del nivel del mar dañaron 50 metros del malecón y obligaron a la evacuación de familias cercanas a las orillas del mar.

Este fenómeno natural destruyó estructuras de hosterías y parte del malecón de Jambelí, en la zona costera de la provincia de El Oro; lo cual causó desesperación en la población de la isla Jambelí, resaltando que esta población estuvo expuesta a daños graves sin las medidas de mitigación correspondiente. (SNGRE, 2019).

El interés investigativo y correctivo para este tipo de eventos peligrosos han sido nulos por parte de autoridades, preocupados por una reactivación económica acelerada sin medir las consecuencias basadas a eventualidades pasadas, pudiendo ser mejoradas para una preparación en temas de resiliencia en un lugar en el cual la población interactúa de forma directa con el mar.

Debido a la topografía que presenta la parroquia rural de Jambelí, la mayor parte de este territorio se encuentra propensa a inundaciones; esto se debe a que permanece en una zona costera donde las intensas precipitaciones, generalmente originadas por el fenómeno cíclico del niño, ocasionan que la marea suba, llegando a cubrir un área considerable de la Parroquia.

Las precipitaciones que van de 500-750 se encuentra distribuido en parte céntrica y sur este de la parroquia, con una extensión de 11160,41 ha (43,89%), Finalmente las precipitaciones que van de 750 – 1000 mm se encuentran distribuidas en menor proporción en la parte norte de la parroquia, con una extensión de 1028,98 ha que representa el 4,05%

del total del área de la parroquia Jambelí. Es importante mencionar que la precipitación disminuye conforme se va acercando hacia el Océano Pacífico, este fenómeno se debe a la incidencia directa de la corriente marina fría de Humboldt, que disminuye la condensación y la formación de lluvia. (Jambelí, 2015).

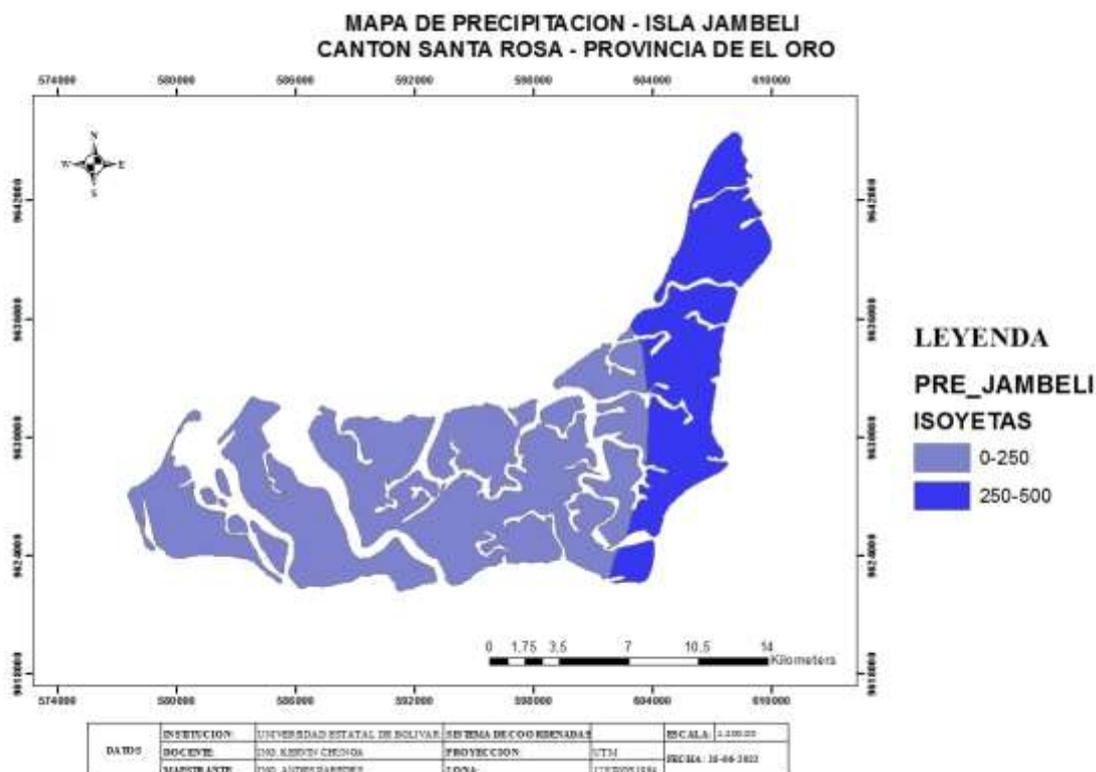


Figura 1. Precipitación de la parroquia Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Las zonas inundables de la parroquia jambelí mantienen una susceptibilidad alta y media. El área con susceptibilidad de inundación alta ocupa una extensión de 10882,28 ha lo que representa el 42,80 % del área total del territorio en estudio; estas zonas están en distribuidas en gran parte de la parroquia y son inundadas constantemente a casusa de los factores climáticos característicos de esta área. Las zonas con susceptibilidad de inundación media se mantienen en menores proporciones con un área de 63,22 ha equivalente al 0,25% del área total de la parroquia, y se encuentran principalmente en la parte suroeste de la misma. (Jambelí, 2015).



Figura 2. Mapa de riesgo de inundación de la parroquia Jambelí.

Fuente. (Jambelí, 2015)

La parroquia por asentarse en una zona costera de relieve plano, no está propensa a movimientos en masa, pero está expuesta a un alto riesgo de fenómenos naturales como tsunamis, inundaciones y sequías. Estos numerosos eventos naturales se ven latentes y su comportamiento varío por el cambio climático, este factor altera este tipo de fenómenos convirtiéndolos en una amenaza más latente para muchos gobiernos locales.

Lo que se pretende en este estudio de la isla Jambelí, no es solo determinar su nivel de vulnerabilidad, si no proyectar a escenarios futuros para que los gobiernos locales estén preparados para afrontar este tipo de eventos, la preparación ante este tipo de eventualidades es importante por el nivel de fortalecimiento de los organismos de respuesta y para las personas que habitan en aquellas zonas expuestas.

A continuación, se visualizará algunos mapas de riesgos con proyección a largo plazo como una alerta preventiva para los gobiernos locales y para aquellas instituciones que fomentan la reducción de riesgos de desastres.



Imagen 1. Mapa de Inundación proyectada para el año 2030.

Fuente. (Seas, s.f.).

Imagen 1 con proyección al año 2030 con incremento del nivel de mar en zonas costeras, por varios del cambio climático.



Imagen 2. Mapa de Inundación proyectada para el año 2050.

Fuente. (Seas, s.f.)

Imagen 2 con proyección al año 2050 con incremento del nivel de mar en zonas costeras, por varios del cambio climático.

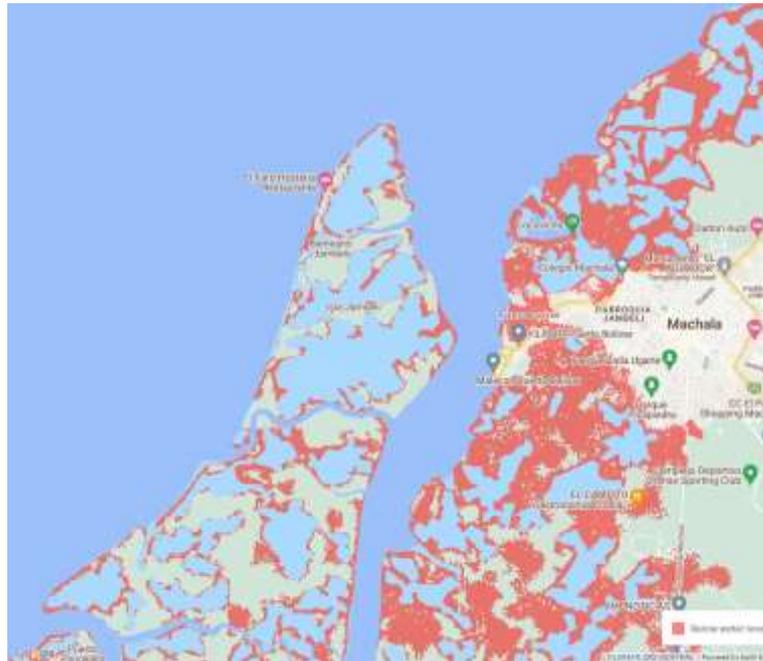


Imagen 3. Mapa de incremento de mar proyectado a 1,5 metros, Isla Jambelí.

Fuente. (Seas, s.f.).

La imagen3 nos detalla la cantidad de metros que alcanzara el mar en el perfil costero hasta el año 2050 que es un total de 1.5 mts, lo cual nos quiere decir que desde el año 2022 hasta el 2050 el nivel del mar incrementara un 0.05 mts anualmente.

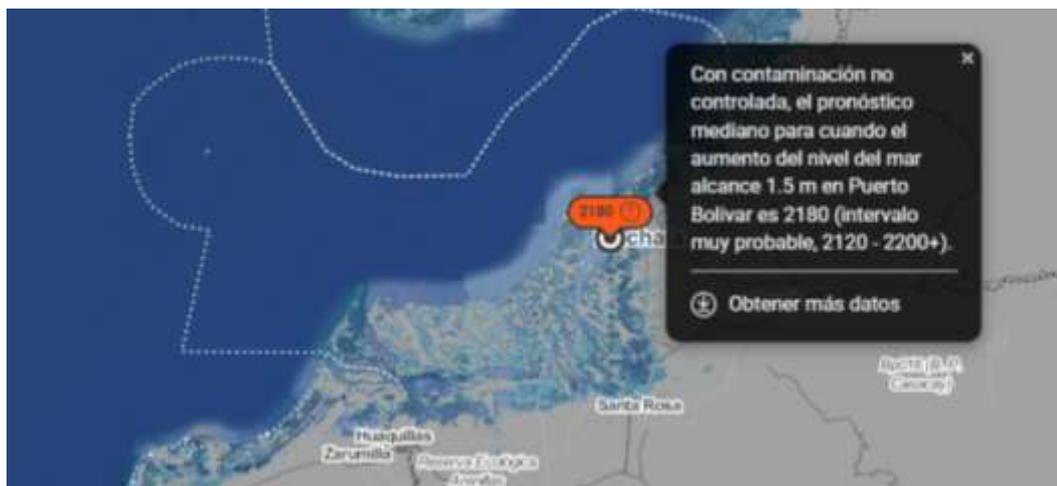


Imagen 4. Mapa de riesgo con proyección a futuro por cambio climático.

Fuente. (Seas, s.f.).

En las imágenes 1,2 y 3 se observó una variación en el incremento del mar por la presencia del cambio climático, Surging Seas: Sea level rise analysis by Climate Central, es una plataforma virtual el cual nos ayuda a proyectar diferentes sectores del mundo,

para poder tener una visión a futuro de las consecuencias que la variación del cambio climático ocasione, como se mostró anteriormente en las imágenes en los años 2030 al 2050 el nivel del mar tenga un incremento de 1.5 mts. La Imagen 4 hace énfasis a la contaminación descontrolada la cual es un detonante de aceleración para el cambio climático, generando variación en el incremento del mar.

Según (Centrero Uceda, 2005), manifiesta que en diversos trabajos muestran que el NMM se situó casi 1 m por encima del actual hace aproximadamente entre 5500 y 2000 años en momentos en los que las condiciones climáticas fueron similares a las que se esperan para finales del presente siglo, por ello el cambio climático ha tenido una modificación acelerada por el incontrolable contaminación que en la actualidad se manifiesta, por ello en el estudio se proyectó al 2050 con el incremento anteriormente mencionado de 1.5 mts , siendo superior por el corto tiempo en que se prevé un aumento del nivel del mar.

- **Cambio climático**

La variación del cambio climático se debe al crecimiento acelerado de la población y de las cantidades enormes de desperdicios que son insertados al medio ambiente de forma directa, causan un acelerado proceso de cambios desfavorables a quienes diariamente interactuamos con el ambiente.

Según la Comisión Oceanográfica Intergubernamental busca preservar la biodiversidad terrestre y marina de nuestro planeta es esencial para nuestro bienestar, fomentando el desarrollo sostenible. (UNESCO, 2021).

Gran parte del turismo se concentra en los perfiles costeros del Ecuador, muchas de estos perfiles han sufrido variación en su geomorfología en el transcurso de los años, teniendo erosiones y en otros casos acreciones provocan cambios en la línea de playa. El incremento del nivel del mar y las fuertes precipitaciones es otro de los factores detonantes que hacen que parte del territorio este cubierto por agua.

La Isla Jambelí ha tenido variación en los últimos 5 años por fenómenos naturales, detonados por el acelerado cambio climático, trayendo consigo pérdidas económicas y estructurales. El crecimiento de turistas y el crecimiento de asentamientos humanos provocaban un mal manejo de desechos y ocasionaban daños al ambiente, detonando emisiones de olores desagradables, este tipo de emisiones aceleraban el cambio climático, afectando al bienestar de las personas.

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Vulnerabilidad Costera

Se define vulnerabilidad Costera como “la incapacidad de las zonas costeras para afrontar la variabilidad climática y eventos extremos”. Este concepto enfatiza la idea de enfrentar el evento adverso con las fortalezas y debilidades inherentes al sistema costero; en este sentido, los componentes costeros locales ejercen un papel determinante en la vulnerabilidad física de la costa. (Pendleton, 2010).

2.2.2. Causas de la Vulnerabilidad Costera

El aumento del nivel del mar induce cambios en las áreas costeras, que en conjunto con otras variables climáticas, geológicas y oceanográficas hace evidente la necesidad de cuantificar dichos cambios, estos cambios se deben al proceso acelerado del cambio climático, teniendo glaciares desprendidos y derretidos, provocando el incremento del nivel del mar. (Fernández J. M., 2017).

2.2.3. Efecto de la Vulnerabilidad Costera

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de las tormentas, así como con el posible ascenso del nivel medio del mar, esto ha provocado fuertes oleajes en los perfiles costeros, haciendo pérdida de sus playas y a su vez destrucción de viviendas situadas en cerca del perfil. (Centrero Uceda, 2005).

2.2.3. Evaluación de la Vulnerabilidad Costera

A continuación, se mostrará la tabla usada para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera(IVC,) en las diferentes zonas de estudio se detallará en forma general los índices de vulnerabilidad de cada sector y el rango que pertenece cada una de ellas.

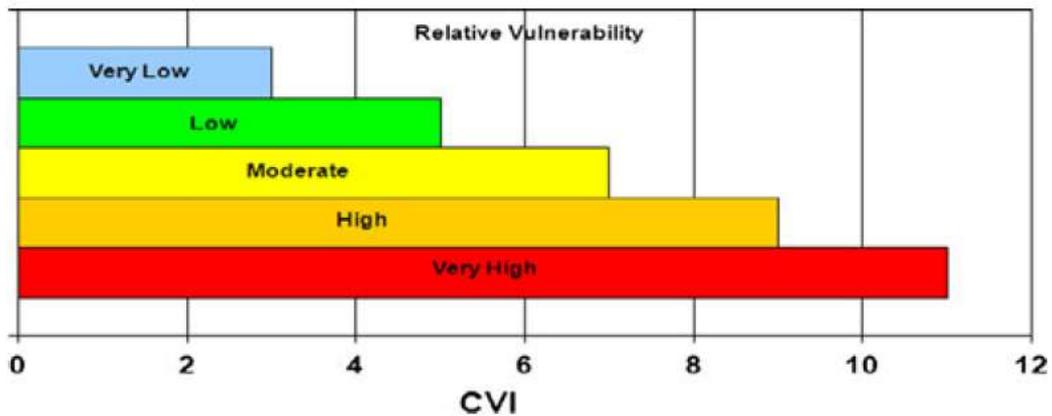


Imagen 5. Gráfico de niveles de vulnerabilidad costera.

Fuente. (Ojeda , Ignacio, Martin , & Fraile, 2019).

2.2.4. Estrategias o medidas de reducción de la vulnerabilidad Costera

Para reducir la vulnerabilidad de las costas se debería tomar las siguientes medidas:

1. Evitar la contaminación local y emisión de gases.
2. Si existe la presencia de fuertes oleajes, implementar rompeolas a lo largo del perfil de playa que está siendo afectado.
3. Reubicar asentamientos que se encuentren vulnerables a una amenaza.
4. Realizar estudios de riesgos actualizados.
5. Realizar monitoreos anuales de la playa por sus procesos de erosión y acreción.
6. Mediante los organismos competentes realizar campañas preventivas, dando a conocer la situación actual del territorio en temas de riesgos.

2.2.5 Glosario de Términos

- **Amenaza:** Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. (Naciones Unidas, 2009).
- **Vulnerabilidad:** Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. (Naciones Unidas, 2009).

- **Gestión del riesgo de desastres:** El proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre. (Naciones Unidas, 2009).
- **Resiliencia:** La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. (Naciones Unidas, 2009).
- **Cambio Climático:** Producto del quehacer tecno-industrial que genera Gases de Efecto Invernadero (GEI), que son los causantes del aumento en la temperatura del planeta. (Calixto Flores, 2017).
- **Erosion:** La erosión es un movimiento de suelo superficial, ocasionado por diversos factores, principalmente agentes hídricos y eólicos, que resulta en la reducción de la profundidad del horizonte superior, cambios en las características del suelo y la alteración de su capacidad para soportar el desarrollo de la planta. (Brunel & Seguel, 2011).
- **Acreción:** Es la acumulación de sedimentos y la consolidación de terrenos por encima del nivel de las mareas, dicho procesos es característico de costas bajas y dan lugar al desarrollo y crecimiento de las playas y otras formas de acumulación costera. (Navarrete Ramírez, 2014)
- **Geomorfología:** La geomorfología es una ciencia de la tierra que tiene su origen ligado a la geología, dentro de la que constituye el Último eslabón de 10s estudios estratigráficos, la fase actual de la evolución del modelado de la corteza terrestre. No es, por tanto, de extrañar, que la geomorfología haya sido, hasta muy recientemente, una ciencia marcadamente histórica, 10 mismo que 10 ha sido la geología. (Sala, 1984).

2.3. Fundamentación Legal

Constitución de la República del Ecuador, 2008

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Constitucional, 2008).

Sección IX

Gestión del Riesgo

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. (Constitucional, 2008)

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad. (Constitucional, 2008).

2.4. Hipótesis o ideas a defender

Los factores geomorfológicos, climáticos y oceanográficos influyen en el Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) en la zona costera de la isla Jambelí.

2.5. Variables.

2.5.1. Variable Independiente:

Factores geomorfológicos, climáticos y oceanográficos

2.5.2. Variable Dependiente:

Índice de Vulnerabilidad Costera

2.6. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Técnicas e instrumentos
Variable independiente: Factores geomorfológicos, climáticos y oceanográficos	El aumento del mar por el aumento de precipitaciones en el perfil costero puede ocasionar daños graves, por la falta de conocimiento y preparación de la población asentada en la localidad.	Factores geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geomorfología (m.s.n.m./m.d.n.m.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planicie litoral y terraza alta, mayor a 9 m.s.n.m. ▪ Planicie litoral y terraza media, 6- 8 m.s.n.m ▪ Planicie litoral de playa arenosa y terraza media, 3-5 m.s.n.m. ▪ Planicie litoral de playa arenosa y terraza baja 1-3 m.s.n.m. ▪ Valle fluvial y desembocadura de río, Playa arenosa y terraza plana 	Mapas de riesgos (ArcGis 10.5) Geoportales
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pendiente de la costa (en grados °) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor o igual a 8 ▪ Entre 4 y 8 ▪ Entre 2 y 4 ▪ Entre 1 y 2 ▪ Entre 0 y 1 	Google Earth, Inclímetro(App móvil)
		Factores climáticos	Cambio del nivel del mar (mm/año)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor a -1 ▪ Entre -1 y 0 ▪ Entre 0,1 y 2 ▪ Entre 2,1 y 4 ▪ Mayor a 4 	Geoportales: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.
		Factores oceanográficos	Tasa de cambio de la línea de costa (m/año)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor o igual a 0,1 ▪ 0 	Geoportales: Instituto Oceanográfico y

				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre -0,1 y 0,5 ▪ Entre -0,6 y -1 ▪ Menor a -1 	Antártico de la Armada.
			Altura de la ola (m)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre 0 y 2,9 ▪ Entre 3 y 4,9 ▪ Entre 5 y 5,9 ▪ Entre 6 y 6,9 ▪ Mayor a 7 	Geoportales: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.
			Rango Mareal (m)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor a 0,5 ▪ Entre 0,5 y 1,9 ▪ Entre 2 y 4 ▪ Entre 4,1 y 6 ▪ Mayor a 6 	Geoportales: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.
Variable dependiente: Índice de Vulnerabilidad Costera		Vulnerabilidad costera	Índice y nivel de vulnerabilidad costera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muy Baja: 0 a 2,5 	Información secundaria.
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja: 2,6 a 4,5 	
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Media: 4,6 a 6,5 	
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta: 6,6 a 8,5 	
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muy alta 8,6 en adelante 	

Tabla 1. Operacionalización de variables de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente: Paredes, R.2022.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Tipo, nivel y método de investigación

Esta metodología empleada en la investigación busca aplicar un análisis adaptable a la costa del archipiélago de la isla jambelí que permita identificar las zonas de riesgos desde un Índice de Vulnerabilidad Costera. Debido a la deficiencia o carencia evaluación de la vulnerabilidad costera en la provincia de El Oro, donde la caracterización práctica de estrategias de prevención de riesgos es limitada en la localidad.

La metodología de esta investigación se puede dividir en tres partes: planteamiento del problema y establecimiento de objetivos, recolección de datos, análisis de resultados y conclusiones.

La medición de la vulnerabilidad en la isla jambelí, tiende a ser muy conceptuales y basarse en métodos cualitativos. Se debe en gran medida a que la medición de esta requiere de un gran número de variables que pueden influenciar en la construcción de riesgos de una población. Según (Durán-Gil, 2017) los Índices de Vulnerabilidad son importantes puesto que permiten la comparación espacial de la vulnerabilidad, utiliza un único valor derivado de una multiplicidad de características de la realidad.

El modelo de Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), está basado en el Coastal Vulnerability Index (CVI), aquel que incorpora variables de otros índices, adaptadas para el cálculo de la vulnerabilidad por zonas. El IVC, asigna a cada una de sus variables un valor basado en la magnitud de su contribución a los cambios físicos de la costa, que va del 1 al 5 (vulnerabilidad muy baja a vulnerabilidad muy alta, respectivamente). (Fernández J. M., 2017).

A continuación, se detallará la tabla del modelo del índice de vulnerabilidad costera, con sus respectivas variables:

Para el entendimiento de este cálculo de Vulnerabilidad Costera, se describe cada una de las variables, para poder conocer cómo se obtuvo los valores a calcular.

- **Geomorfología**

La última variable geomorfológica es la tasa de cambio de la línea costera, la cual permite conocer el retroceso o avance del mar con respecto a la costa. Si bien un retroceso en la línea de costa puede deberse a un incremento en el nivel del mar, como a una disminución de los sedimentos disponibles, esta variable permite entender las dinámicas costeras a lo largo del tiempo, en escalas de tiempo recientes. (Vera Alava, 2021).

La variable geomorfología expresa la erosión relativa de otros tipos de formas de relieve.

Ponderación	Características
1 (Vulnerabilidad muy baja)	Planicie litoral y terraza alta, mayor a 9 m.s.n.m
2 (Vulnerabilidad baja)	Planicie litoral de playa arenosa y terraza media, hasta 6 – 8 m.s.n.m.
3 (Vulnerabilidad moderada)	Planicie litoral de playa arenosa y terraza media 3-5 m.s.n.m
4 (Vulnerabilidad alta)	Planicie litoral de playa arenosa y terraza baja 1-3 m.s.n.m.
5 (Vulnerabilidad muy alta)	Valle fluvial y desembocadura de río, Playa arenosa y terraza plana

Tabla 2. Rangos y valores geomorfológicos de la Isla de Jambeli.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

- **Pendiente de zona costera**

La pendiente de la zona costera de estudio se la obtuvo mediante la utilización de una aplicación móvil denominada Inclinometro, la cual se la colocó en 3 puntos distintos para tomar diferentes muestras del ángulo de inclinación de la zona, para ello se colocó el teléfono encima de una tabla en la superficie de la costa, arrojando los valores de pendiente.

Ponderación	Características
1 (Vulnerabilidad muy baja)	≥ 8
2 (Vulnerabilidad baja)	4 – 8
3 (Vulnerabilidad moderada)	2 – 4
4 (Vulnerabilidad alta)	1 – 2
5 (Vulnerabilidad muy alta)	0 – 1

Tabla 3. Rangos y valores de la pendiente costera en la Isla Jambeli.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

- **Tasa de cambio de la línea de costa (erosión-acreción).**

La erosión costera es uno de los principales problemas de la isla Jambeli. Para su cálculo se ha digitalizado dos líneas de costa a partir de las imágenes satelitales del 2014 hasta 2022. Mediante la herramienta Google Earth se pudo colocar 2 líneas de costa visualizando en varios puntos erosión y en otra acreción, usando una opción de medición en metros de las distancias de ciertas líneas de costa.

Ponderación	Características
1 (Vulnerabilidad muy baja)	Acreción ≥ 3
2 (Vulnerabilidad baja)	Equilibrio 1 – 3
3 (Vulnerabilidad moderada)	Erosión Baja 1 - -1
4 (Vulnerabilidad alta)	Erosión media -1 - -3
5 (Vulnerabilidad muy alta)	Erosión Alta < -3

Tabla 4. Rangos y valores de la tasa de cambio de la línea costera de la Isla Jambeli.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

- **Tasa de cambio en el nivel del mar**

La variable relativa del cambio del nivel del mar se ha conseguido a partir de la página web del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador – INOCAR, esto se realizó durante el año 2014 al 2022. En la siguiente tabla se muestran los valores de la tasa de cambio en el nivel del mar, estos datos se obtuvieron anteriormente mencionado por el INOCAR y se realizó la respectiva diferencia en rangos.

Ponderación	Características
1 (Vulnerabilidad muy baja)	< -1
2 (Vulnerabilidad baja)	-1 - 0
3 (Vulnerabilidad moderada)	0,1 - 2
4 (Vulnerabilidad alta)	2,1 - 4
5 (Vulnerabilidad muy alta)	> 4

Tabla 5. Rangos y valores de la tasa de cambio en el nivel del mar de la Isla Jambelí.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

- **Rango mareal**

El rango de mareas es la diferencia vertical entre la pleamar y la bajamar. Los datos se han obtenido de la página web del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador – INOCAR, durante el año 2014 al año 2022. En la siguiente tabla se muestran los valores del rango mareal estos datos se obtuvieron del INOCAR para que a su vez se pueda realizar la respectiva discriminación en rangos. (Vera Alava, 2021).

Ponderación	Características
1 (Vulnerabilidad muy baja)	< 0,5
2 (Vulnerabilidad baja)	0,5 – 1,9
3 (Vulnerabilidad moderada)	2 - 4
4 (Vulnerabilidad alta)	4,1 - 6
5 (Vulnerabilidad muy alta)	> 6

Tabla 6. Rangos y valores del rango mareal de la Isla Jambeli.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

- **Calculo del IVC adaptado a la Isla Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro.**

Para este cálculo de variables para el Índice de Vulnerabilidad Costera se utilizará la formula correspondiente la cual se ha usado en estudios anteriores a perfiles costeros como lo menciona (Vera Alava, 2021).

$$IVC = \sqrt{(a \times b \times c \times d \times e \times f) / 6}$$

Donde:

- Geomorfología
- Pendiente costera
- cambio de la línea de costa
- tasa de cambio del nivel del mar
- Altura de la ola
- Rango mareal

Una vez identificada la fórmula del cálculo y sus variables, se obtiene el Índice de Vulnerabilidad Costera - IVC, que permite a su vez determinar el nivel de vulnerabilidad y colores de representación, que se muestran en la siguiente tabla:

Índice de Vulnerabilidad Costera - IVC	Nivel de vulnerabilidad	Color de representación
< 2,5	Vulnerabilidad Muy Baja	
2,6 – 4,5	Vulnerabilidad Baja	
4,6 -6,5	Vulnerabilidad Media	
6,6 – 8,5	Vulnerabilidad Alta	
8,6 – 10,5	Vulnerabilidad Muy Alta	

Tabla 7. Rango de índices, niveles y colores de representación de la vulnerabilidad costera.

Fuente. Elaboración propia,2022.

VARIABLES	Muy Baja 1	Baja 2	Media 3	Alta 4	Muy alta 5
Geomorfología	Planicie litoral y terraza media, mayor a 9 m.s.n.m	Planicie litoral y terraza media, hasta 6 – 8 m.s.n.m.	Planicie litoral de playa arenosa y terraza baja 3-5 m.s.n.m	Planicie litoral de playa arenosa y terraza baja 1- 3 m.s.n.m.	Valle fluvial y desembocadura de rio, Playa arenosa y terraza plana
Pendiente de la costa (°)	Mayor o igual a 8	Entre 4 y 8	Entre 2 y 4	Entre 1 y 2	Entre 0 y - 1
Tasa de cambio de la línea de costa (m/año)	Mayor o igual a 3	1 y 3	Entre 1 y -1	Entre -1 y - 3	Menor a -3
Tasa de cambio del nivel del mar (mm/año)	Menor a -1	Entre -1 y 0	Entre 0,1 y 2	Entre 2,1 y 4	Mayor a 4
Altura de la ola (m)	Entre 0 y 2,9	Entre 3 y 4,9	Entre 5 y 5,9	Entre 6 y 6,9	Mayor a 7
Rango Mareal (m)	Menor a 0,5	Entre 0.5 y 1,9	Entre 2 y 4	Entre 4,1 y 6	Mayor a 6

Tabla 8. Índice de Vulnerabilidad Costera, Variables y rangos para el área de estudio.

Fuente. (Vera Alava, 2021).

Para seguir con los cálculos, se analiza el cambio que ha tenido la isla Jambelí por procesos de erosión o acreción, mediante la plataforma Google Earth se señalara la línea de costa de los años 2014 al 2022, observando las variaciones correspondientes. Para ellos se tomaron varias zonas del perfil costeros, las cuales han presentado variaciones y modificaciones en el entorno costero, lo que a continuación se detallara son cálculos que representaran un nivel de riesgo, el cual podrá ayudar a determinar zonas aptas y no aptas para la expansión de asentamientos, a un corto, mediano y largo plazo.

Para este cálculo hemos dividido nuestro perfil costero en 5 partes, las cuales en cada tramo se evaluará el nivel de vulnerabilidad, categorizando por sectores.

Para la medición de las líneas de playa de los años 2014 y 2022, se procede a trazar 2 líneas las cuales se las dibuja teniendo en cuenta el rastro de plata último que haya tenido, al tener aquella información se podrá visualizar la variación de líneas en ambos periodos, para ello mediante una medición se calcula los metros de plata perdidos y recuperados, dando como signo negativo a la erosión y signo positivo a la acreción.

A continuación, se mostrará un ejemplo de erosión entre el año 2014 al 2022.

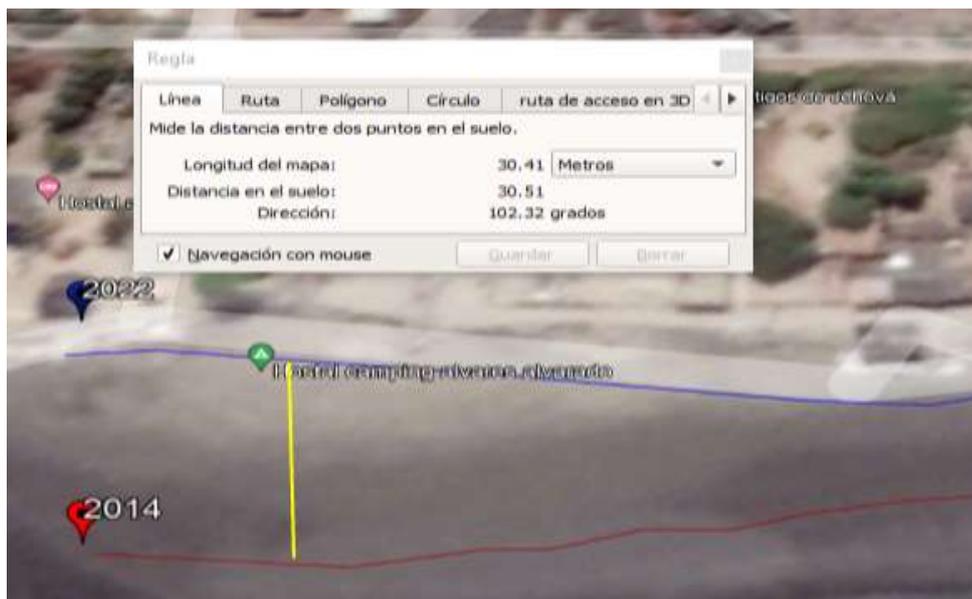


Imagen 6. Perfil costero con erosión, isla Jambelí.

Fuente. Google Earth.

En la imagen 27 se observa 2 líneas de playa del año 2014 (roja) y la azul del año 2022, las cuales expresan una presencia de erosión, un retroceso de la línea de playa, ocasionando que el lugar sea vulnerable a un fuerte oleaje alcanzando parte de los asentamientos humanos que se encuentran cercanos a la playa. A su vez, mediante la herramienta de medición se calculó la distancia entre las 2 líneas, dando como resultado los metros perdidos de playa, siendo un proceso de erosión sus valores acompañados del signo negativo.



Imagen 7. Perfil costero de la isla Jambelí 2014.

Fuente. Google Earth.

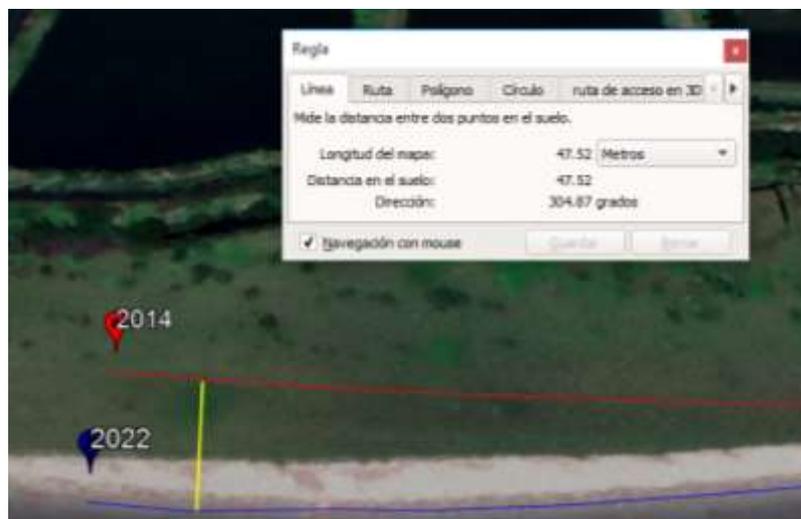


Imagen 8. Perfil Costero de la isla Jambelí 2022.

Fuente. Google Earth.

En la imagen 28 observamos una línea de playa correspondiente al año 2014, a su vez en la siguiente imagen 29 observamos la línea de playa del 2022, pero con una variación de metros de playa recuperados, este fenómeno se lo denomina acreción, que

significa recuperación de playa, no obstante, se observa la distancia en metros recuperada que es de 47.52 metros, lo cual es un aspecto positivo para el perfil de costa.

Por lo cual en los gráficos del 1 al 5 se verán reflejados la acreción y erosión por zonas de estudios, dando a conocer los metros perdidos y los recuperados.

1.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo es de tipo de investigación no experimental, ya que no manipula variables, tiene como propósito desde su contexto natural estimar un índice de vulnerabilidad costera (IVC), para el sector del archipiélago isla jambelí. Sobre las comunidades asentadas, se realiza una investigación bibliográfica-documental (Rosero Pincay, 2012), donde se recopiló y seleccionó información de documentos, libros, revistas, artículos, tesis entre otros, esta información sirvió para fundamentar teóricamente las variables.

A su vez se realizó una investigación de campo, donde (Rosero, 2012) señala algunas variables de investigación las cuales ayudaran al cálculo de la estimación de la vulnerabilidad costera. La investigación contempló la búsqueda, recopilación y selección de la información geomorfológica para las áreas de estudio, así como, la revisión de información satelital de cada zona costera litoral mediante plataformas geoespaciales, que aportaron para el detalle visible del cambio de este fenómeno natural.

1.1.2. Nivel de Investigación

En esta investigación utilizaremos algunas variables para los diferentes alcances que este trabajo necesite, como un nivel descriptivo que detalla los procesos ocurridos por fenómenos de hidrodinámica que afectaron a la comunidad asentada, así como, se describe los factores climáticos, geomorfológico y oceanográficos que inciden en el índice de vulnerabilidad costera.

1.1.3. Métodos de investigación

- **Analítico:** Presente en la lógica de la investigación para el tratamiento de la indagación, la fundamentación del objeto, su abordaje metodológico y la interpretación de los resultados.

- **Histórico:** Esencial para el análisis del comportamiento de la dinámica del mar con la tierra y los efectos sobre las comunidades asentadas, mediante la revisión de fuentes primarias que serán analizadas y descritas.
- **Hipotético deductivo:** Accede a la formulación de la idea a defender sustentada en los aspectos teóricos asumidos, siguiendo las reglas lógicas de la suposición, permite llegar a conclusiones y generalizaciones empíricas.

1.2. Población y Muestra

- **Población.** – El cantón Santa Rosa está conformada por una población de 76.148 habitantes. (INEC, 2011)
- **Muestra.** – La Parroquia Jambelí, abarca la gran mayoría del Archipiélago de Jambelí ubicado al occidente de la provincia de El Oro en el Océano Pacífico, lo cual tiene una muestra poblacional de 1.718 habitantes, con una extensión de 251,9 Km² (Jambelí, 2015).

1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

- **Entrevista:** Se establecerá un diálogo con la población asentada en el sector de la isla de Jambelí, a fin de conocer las amenazas y vulnerabilidades existentes en la zona de estudio.
- **Análisis documental:** Se realizará un análisis de la información obtenida de fuentes primarias y secundarias a través de documentos, archivos y bases de datos otorgadas por Instituciones Públicas como el Municipio de Santa Rosa, Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo (INEC), así como de información obtenida Artículos Académicos, Normas Técnicas, Trabajos Investigativos, Revistas Científicas, entre otros.
- **Observación no experimental:** Se recopilará información a través de trabajos de observación realizada en el área de influencia, a fin de conocer el índice de vulnerabilidad costera.
- **Observación experimental:** mediante la herramienta ArcGis 10.5 se podrá proyectar y observar el análisis mediante mapas sobre las zonas vulnerables de la isla Jambelí.

- **Trabajo de campo:** Se realizará un acercamiento en el área de influencia del estudio, con el fin de obtener información que permita identificar y calcular el número de personas y edificaciones que podrían verse afectadas en caso de un incremento del nivel del mar, afectando el perfil costanero.

1.4. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

A continuación, se describe el proceso para la recolección, procesamiento y presentación de resultados por objetivos específicos.

- **Objetivo 1:** se realizó recopilación y sistematización de información secundaria, el uso de imágenes satelitales (Google Earth) para la caracterización de la variación de la línea costera, así como, mediante información del INOCAR se presenta la incidencia de las mareas y oleajes en la zona de línea de playa.
- **Objetivo 2:** mediante la revisión de información secundaria, en su mayor parte de obtuvo de Geoportales, y por otro lado se realizó la correspondiente observación de campo (anexo 1), se realizó la caracterización de los factores geomorfológicos, climáticos y oceanográficos, la correlación de estos factores permitió aplicar el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera para la zona de estudio, en el capítulo 2 se detalla el proceso metodológico y los resultados obtenidos.
- **Objetivo 3:** de igual forma, mediante la revisión de información secundaria se elaboró la matriz con estrategias/acciones para la reducción de la vulnerabilidad costera en la Isla Jambeli.

CAPITULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de los resultados por objetivos

4.1.1. Resultados del Objetivo 1. Caracterizar el proceso de variación de línea de playa de la Isla Jambeli.

El archipiélago de la isla jambelí, por su ubicación geográfica está expuesta principalmente a la variación del perfil costero por procesos de fenómenos naturales, las cuales tienen detonantes consecutivos, que se representa en la figura 3.



Figura 3. Detonantes por efectos de cambio climático de la isla Jambelí.

Fuente: Paredes, R.2022.

Todos aquellos fenómenos mencionados son capaces de ocasionar daños físicos y materiales dentro de la comunidad de Jambeli, por ser un perfil costero el nivel del mar es bajo y es propenso a fuertes agujajes o en su caso a tsunamis, provocados por sismos o algún detonante externo. Las fuertes precipitaciones a su vez provocan que haya un incremento de marea lo cual las olas alcanzan niveles altos llegando hasta las 3,5 m. (Jambelí, 2015)

A continuación, se presenta el mapa de ubicación del lugar de estudio que corresponde a la isla Jambeli, que pertenece a la provincia El Oro y se localiza en la parte sur oeste de Ecuador.

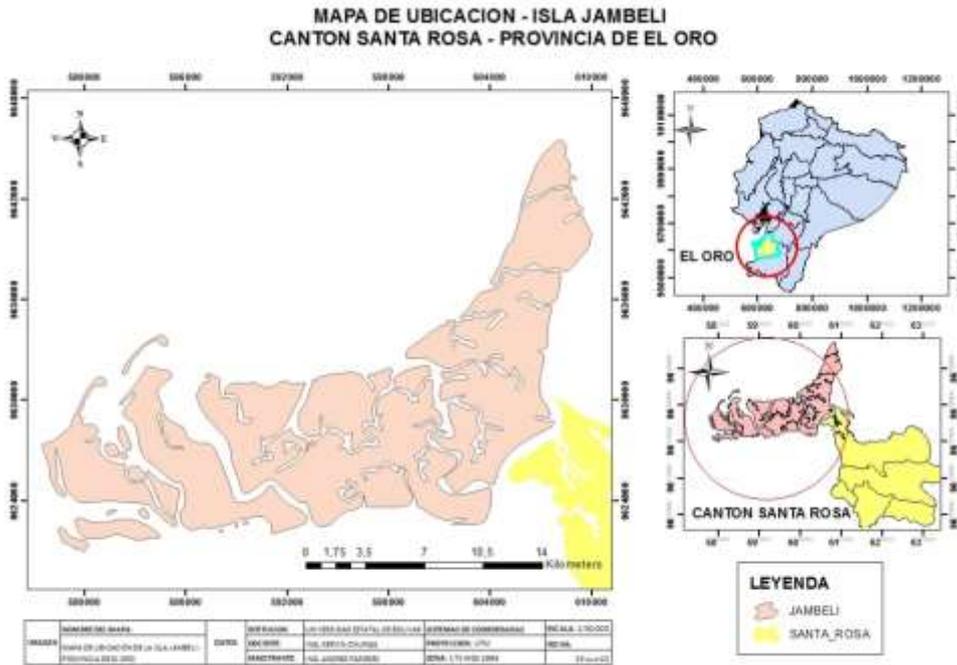


Figura 4. Mapa de Ubicación Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

En la imagen 6 se representa el impacto que tuvo oleajes en el año 2011 por el incremento del mar hacia el perfil costero del balneario jambelí, ocasiona pérdida de playa y destrucción de negocios que se encontraban en cercanos a la playa.



Imagen 9. Oleaje de la isla jambelí, provincia de El Oro

Fuente. (Macas, 2011)

Para este estudio se analiza el factor estructural, la dinámica de las mareas, a la vez demostrar el proceso histórico de la línea de costa con la variación de año y por la implementación de muros que controlan el impacto de olas a la línea costera.

4.1.1.1. Variación de línea de playa de la isla jambelí.

El Archipiélago de Jambelí ha sufrido modificaciones respecto los perfiles costeros, al momento de la implementación de muros de contención ante los fuerte aguajes que amenazaban a la población asentada a lo largo del perfil de costa, lo cual les provoco fuertes daños y pérdidas, cual ayudo a recuperar parte de su línea de playa y, por otro lado, provocó que se perdiera gran parte de playa, por lo cual a continuación sea demostrara aquellos fenómenos presentes en el área de estudio:

Las imágenes 7,8 y 9 representan los metros de distancia que tiene cada cota es diferente, desde 14 metros que corresponde hasta dónde llega la marea, la de 17 metros que corresponde al alcance máximo que tiene la marea y por último la de 24 metros que corresponde toda la distancia que tiene el perfil costero hasta el mar. Estas imágenes corresponden al mes de marzo del año 2014 donde comenzó a ver un incremento del nivel del mar, provocaron fuertes daños físicos, social y económicos.

La línea amarilla representa la distancia que tiene desde donde inicia el perfil del mar hasta sitio que tiene el alcance de la marea en la playa, posee diferentes alcances, mientras que, la línea roja representa los tramos de separación de cada muestra del alcance el mar con respecto a la playa de la Isla Jambeli.

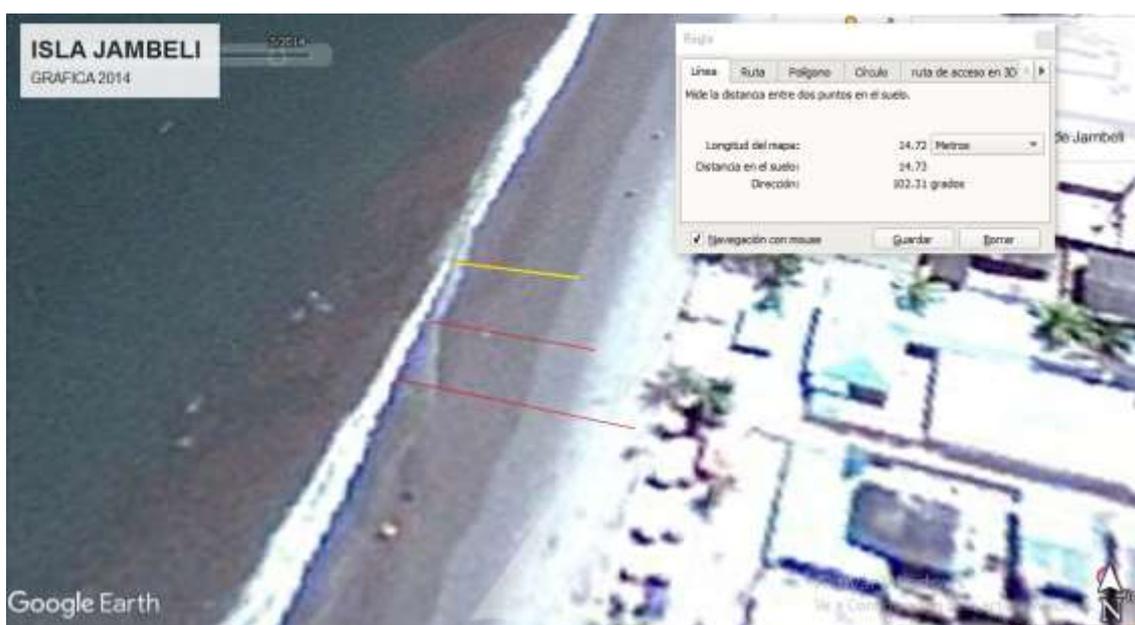


Imagen 10. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia corta.

Fuente. Google Earth.

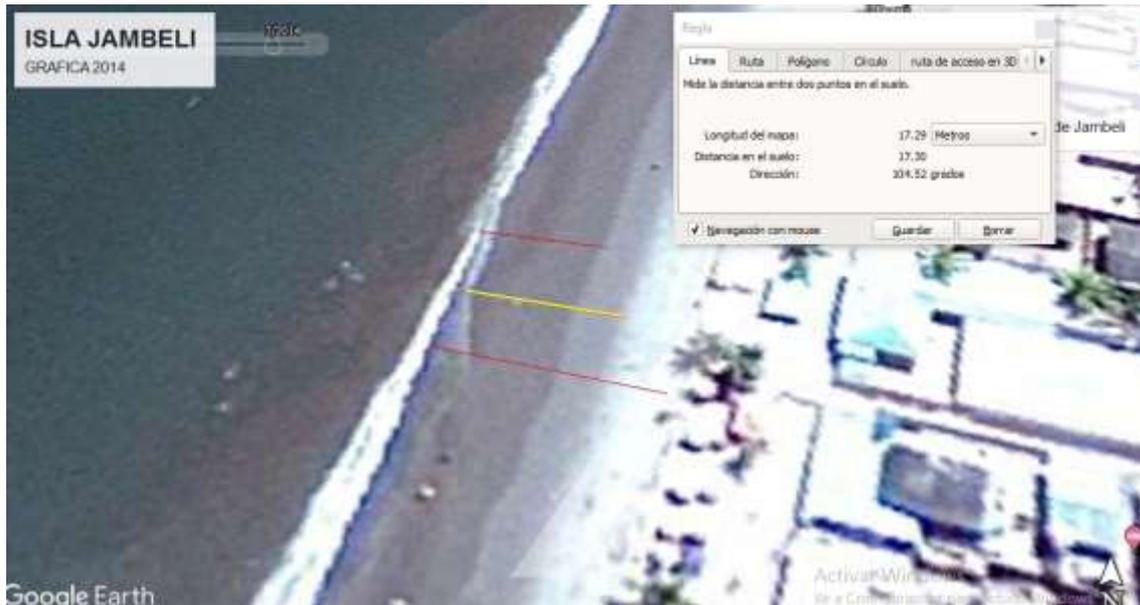


Imagen 11. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia media.

Fuente. Google Earth.

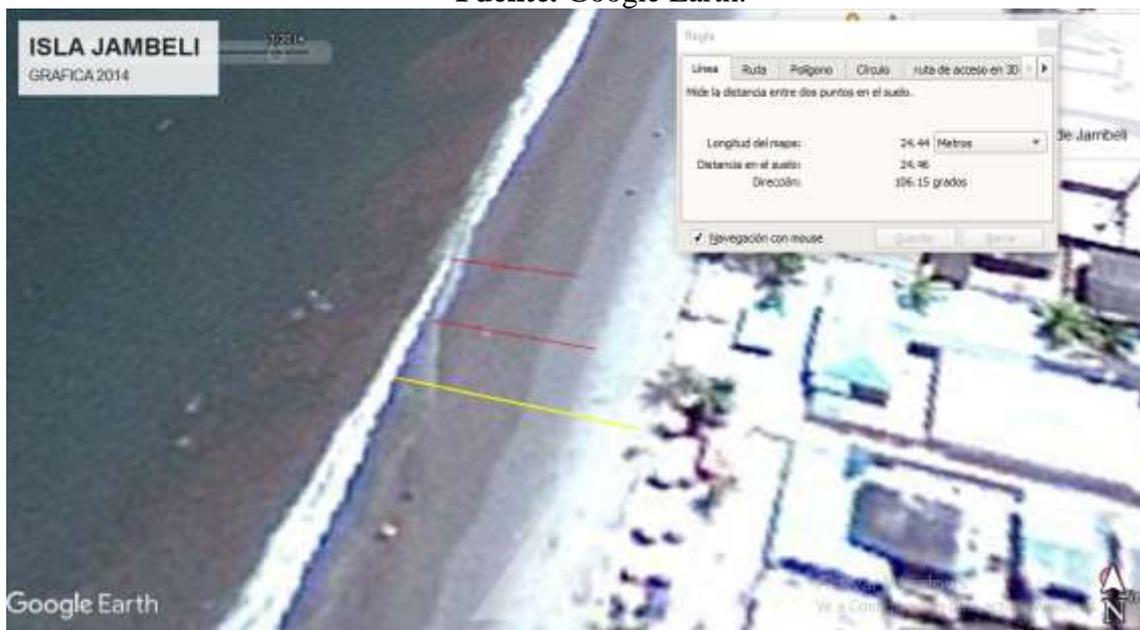


Imagen 12. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia larga.

Fuente. Google Earth.

A continuación, se muestra como el perfil fue modificado por la implementación de los muros de contención que ayudo a disminuir el incremento del mar hacia el perfil costero. (Jambelí, 2015).

Luego de la implementación de las barreras que rodeaban el balneario Jambelí se observó una erosión de 50 metros de recuperación de playa lo cual en eventos anteriores se

habían perdido por proceso de fenómenos naturales que provocaron la pérdida del perfil costero.



Imagen 13. Perfil costero Archipiélago Jambelí.

Fuente. Google Earth.

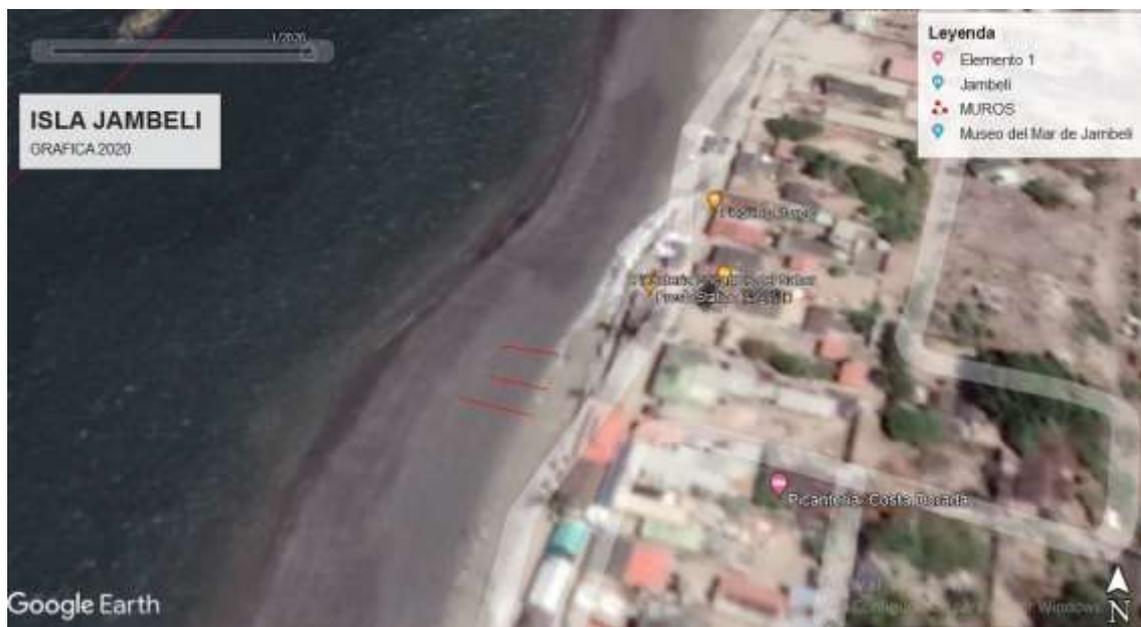


Imagen 14. Perfil costero Archipiélago Jambelí erosión.

Fuente. Google Earth.

En la Imagen 12 observamos que las líneas rojas tienen más espacio de playa que la Imagen 9, esto se debe a un proceso de acreción, que significa recuperación de playa, ya que

dentro del año 2014 al 2022 se obtuvo recuperación de perfil costero por la aplicación de estructuras recreacionales que impedían que las olas llegaran con fuerza al perfil de la costa.

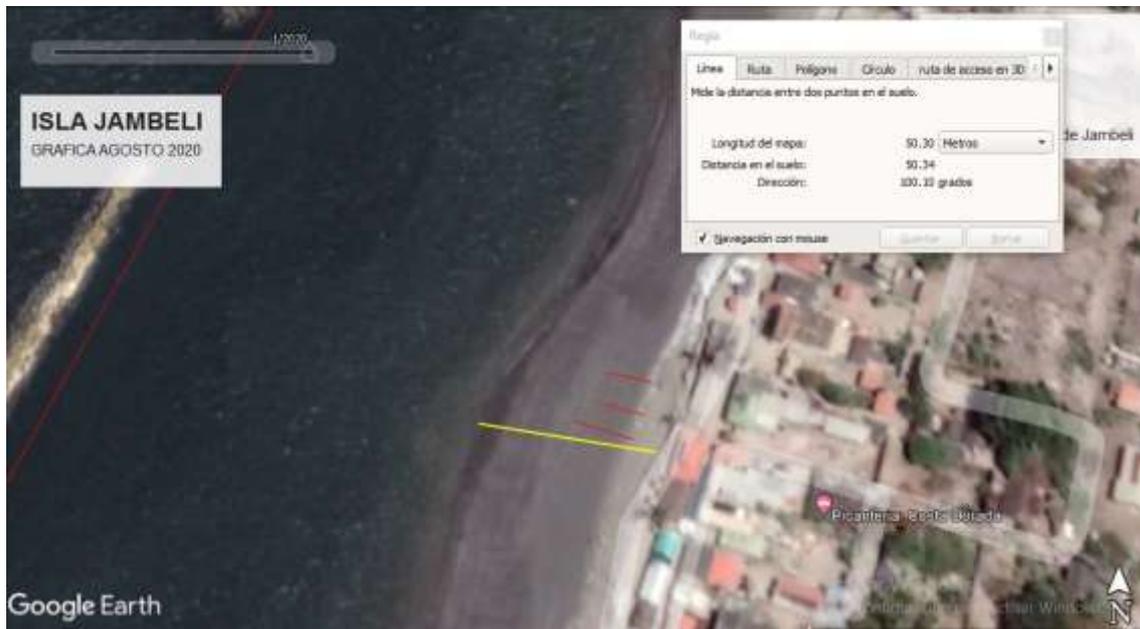


Imagen 15. Perfil costero Archipiélago Jambelí distancia de playa.

Fuente: Google Earth.

No obstante, este cambio hizo que se presentara el mismo fenómeno natural, lo cual hizo que se modifique el sistema perdiendo parte del perfil costero, a continuación, se demuestra los cambios ocurridos.

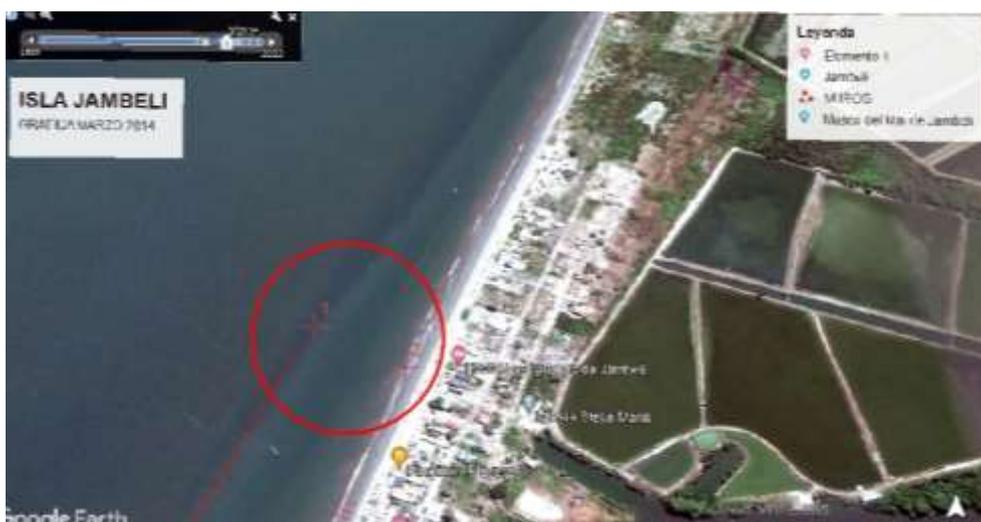


Imagen 16. Perfil costero Archipiélago Jambelí sin modificación.

Fuente. Google Earth.



Imagen 17. Perfil costero Archipiélago Jambelí, evidenciando la alta tasa de erosión en la zona de playa.

Fuente. Google Earth.

4.1.1.2. Tabla de Mareas del puerto costero.

Mediante estos registros anuales desde que el archipiélago de jambelí sufrió el fuerte impacto de los agujeros en el perfil costero, observaremos los picos altos de olas antes y después de la colocación de los muros rompe olas, estas muestras de mareas se las tomaron desde año del 2014 a la fecha actual, para poder analizar su variación en incremento en ola.

El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, dentro de su portal virtual, se obtuvo diferentes muestras anuales por meses aleatorios para obtener un intervalo de marea, así poder obtener la información requerida para la ponderación de valores dentro del cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera, siendo un indicador esencial la tabla de mareas.

Ecuador mantiene diferentes puntos de partida para los perfiles costeros, en este caso, el punto de partida para la tabla de mareas entre otras variables es Puerto Bolívar, que pertenece al Cantón Machala, pero es punto de partida para los estudios oceanográficos.

Las imágenes 15 a la 23, reflejan la altura en metros del nivel del mar, teniendo en cuenta que existen días en los cuales hay oleaje o incremento del mar que alcanzan niveles altos y otros los cuales están bajo los niveles, por ello en las imágenes se visualiza la hora y la altura del mar en que encuentra y en que otra hora varia sus niveles, teniendo en cuenta que la letra P significa los pies de altura y la B significa bajo los niveles.

PUERTO BOLÍVAR

28/02/2014 Viernes		01/03/2014 Sábado		02/03/2014 Domingo	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
03:46	2.94 P	04:40	3.10 P	05:29	3.20 P
09:40	0.11 B	10:29	-0.01 B	11:15	-0.06 B
16:23	3.22 P	17:10	3.37 P	17:54	3.43 P
22:16	0.23 B	23:02	0.08 B	23:45	0.00 B

Imagen 18. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2014.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2014).

PUERTO BOLÍVAR

31/03/2015 Martes		01/04/2015 Miércoles		02/04/2015 Jueves	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
02:09	2.40 P	03:02	2.53 P	03:45	2.66 P
08:10	0.87 B	08:59	0.77 B	09:38	0.67 B
14:49	2.61 P	15:32	2.75 P	16:09	2.86 P
20:49	0.87 B	21:30	0.73 B	22:05	0.60 B

Imagen 19. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2015.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2015).

PUERTO BOLÍVAR

30/04/2016 Sábado		01/05/2016 Domingo		02/05/2016 Lunes	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
03:54	0.86 B	05:02	0.90 B	03:04	2.53 P
10:25	2.63 P	11:33	2.67 P	06:12	0.86 B
16:36	1.10 B	17:51	1.04 B	12:44	2.78 P
22:46	2.49 P	ND	ND	19:01	0.88 B

Imagen 20. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2016.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2016).

PUERTO BOLÍVAR

31/05/2017 Miércoles		01/06/2017 Jueves 		02/06/2017 Viernes	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
02:32	0.40 B	03:29	0.60 B	04:31	0.79 B
09:18	3.04 P	10:17	2.92 P	11:18	2.82 P
15:13	0.73 B	16:17	0.85 B	17:24	0.91 B
21:30	2.76 P	22:33	2.63 P	23:43	2.55 P

Imagen 21. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2017.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2017).

PUERTO BOLÍVAR

30/06/2018 Sábado		01/07/2018 Domingo		02/07/2018 Lunes	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
06:15	2.91 P	00:16	0.46 B	00:51	0.53 B
12:08	0.75 B	06:48	2.91 P	07:21	2.89 P
18:14	2.81 P	12:43	0.80 B	13:18	0.85 B
ND	ND	18:48	2.77 P	19:24	2.72 P

Imagen 22. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2018.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2018).

PUERTO BOLÍVAR

31/07/2019 Miércoles 		01/08/2019 Jueves		02/08/2019 Viernes	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
04:05	2.90 P	04:55	3.07 P	05:43	3.20 P
09:54	0.61 B	10:42	0.46 B	11:30	0.35 B
16:08	2.95 P	16:59	3.06 P	17:48	3.13 P
22:11	0.18 B	22:58	0.06 B	23:44	0.00 B

Imagen 23. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2019.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2019).

PUERTO BOLÍVAR

31/08/2020 Lunes		01/09/2020 Martes		02/09/2020 Miércoles 	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
03:43	2.78 P	04:28	2.89 P	05:06	2.96 P
09:38	0.66 B	10:20	0.56 B	10:57	0.48 B
15:52	2.71 P	16:36	2.80 P	17:14	2.85 P
21:47	0.41 B	22:28	0.34 B	23:04	0.31 B

Imagen 24. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2020.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2020).

PUERTO BOLÍVAR

30/09/2021 Jueves		01/10/2021 Viernes		02/10/2021 Sábado	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
05:00	1.20 B	00:03	2.21 P	01:20	2.32 P
11:05	2.09 P	06:23	1.16 B	07:32	1.02 B
17:24	1.04 B	12:28	2.15 P	13:38	2.30 P
ND	ND	18:40	0.98 B	19:44	0.83 B

Imagen 25. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2021.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2021).

PUERTO BOLÍVAR

19/07/2022 Martes		20/07/2022 Miércoles 		21/07/2022 Jueves	
Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)	Hora (hh:mm)	Altura (metros)
02:26	0.43 B	03:17	0.65 B	04:12	0.86 B
09:08	3.07 P	09:54	2.89 P	10:44	2.71 P
15:08	0.63 B	16:01	0.72 B	16:59	0.80 B
21:29	2.70 P	22:25	2.56 P	23:28	2.45 P

Imagen 26. Tabla de Mareas del INOCAR: Estación mareográfica de Puerto Bolívar 2022.

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2022).

A continuación, se mostrará otros tipos de rangos de mareas que El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada nos ofrece para poder cumplir con los indicadores del cálculo de variables del IVC, dándonos resultados de mareas, diarias, semanales, mensuales y anuales.

En la Imagen 24, se observa en forma de ondas el incremento y disminución del mar, teniendo en X los metros de altura y en Y los intervalos de las horas.

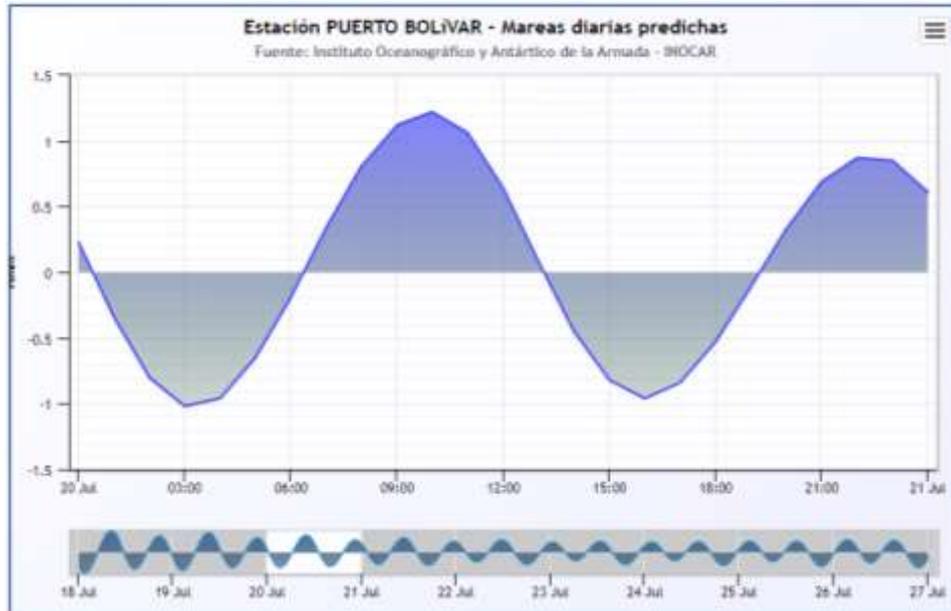


Imagen 27. Mareas diarias Puerto Bolívar 2022

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2022).

En la Imagen 25 se observa también en forma de ondas el incremento y disminución del mar, pero de forma anual, dando en el sentido de las X los metros alcanzado y en Y los meses del año en que este alcanzo su máximo y mínimo nivel.

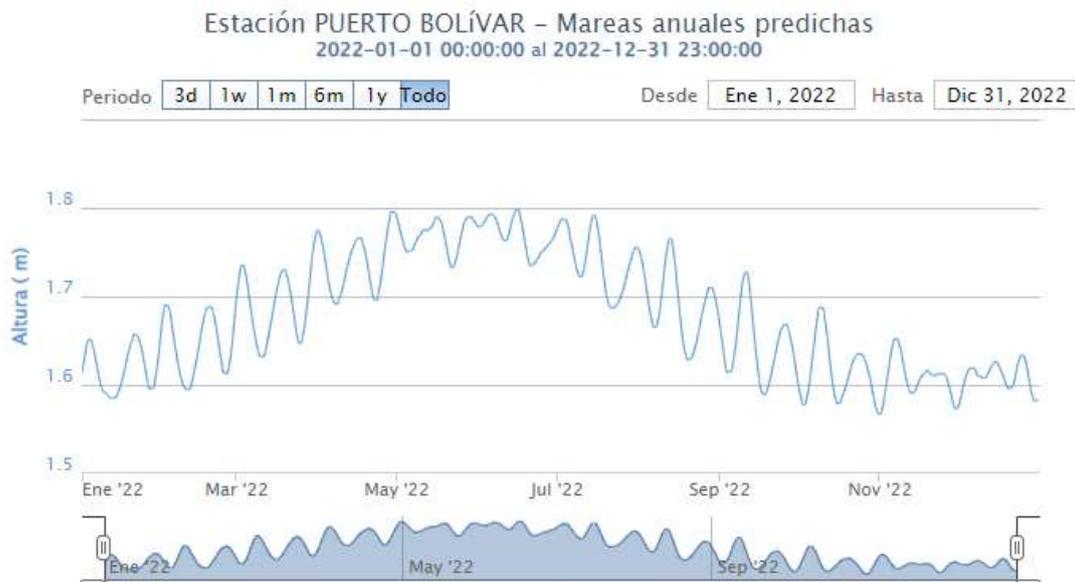


Imagen 28. Mareas anuales Puerto Bolívar

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2022).

En la Imagen 26 observamos lo que es una gráfica de pleamar y bajamar, que son sus puntos máximos y mínimos que han tenido en diferentes días de los meses del año.

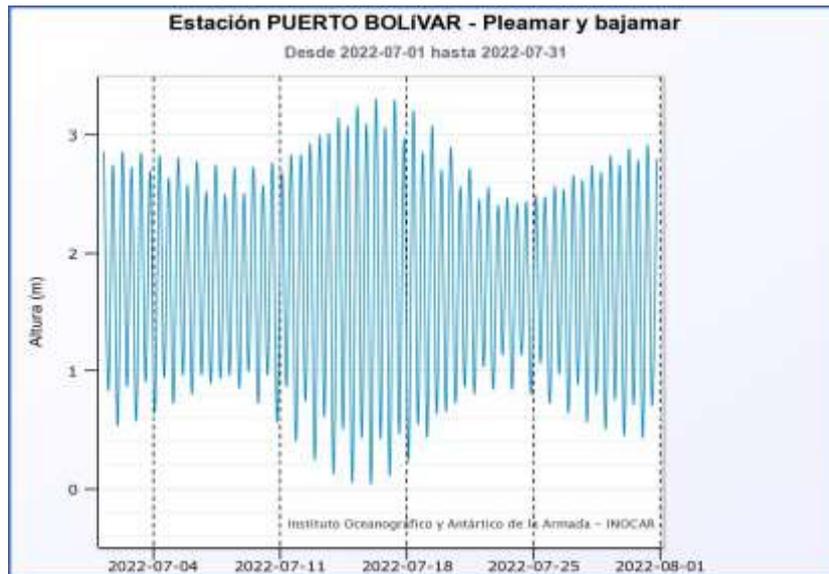


Imagen 29. Grafica mensual de pleamar y bajamar Puerto Bolívar 2022

Fuente. (INOCAR, Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2022).

4.1.2. Resultados del Objetivo 2. Determinar el índice de vulnerabilidad costera mediante variables geomorfológicas, oceanográficas y climática, para la zona costera de Jambelí.

Resultados del Índice de Vulnerabilidad Costera por zona en la isla Jambelí.

- **Zona 1.** En esta primera zona se delimito el área de estudio que corresponde el perfil costero, desde el punto 1 hasta el punto 2, con una población asentada de 150 personas.



Imagen 30. Zona 1 de estudio, Isla Jambelí.

Fuente: Google Earth.

Uno de los indicadores que nos pide para el cálculo del IVC es su nivel de pendiente, para lo cual se utilizó la misma herramienta que es el GOOGLE EARTH, la cual nos da la posibilidad de saber la pendiente, ya que hay zonas en las cuales el acceso era peligroso.

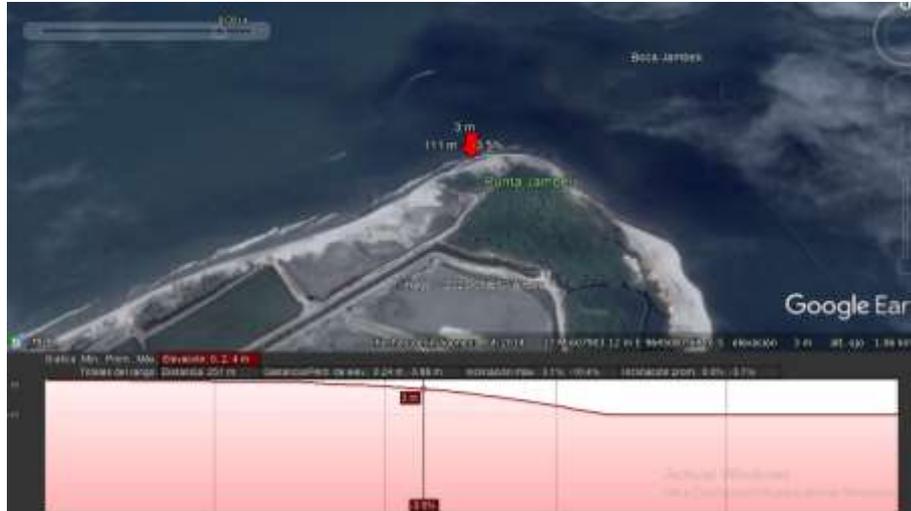


Imagen 31. Nivel de pendiente de la Zona 1 de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente: Google Earth.

Para la medición de línea de perfil costero se trazó 2 líneas las cuales cada una tiene su variación, entre erosión y acreción, por ello, la línea amarilla representa el periodo del año 2014, mientras que, la línea roja representa la línea actual del año 2022.

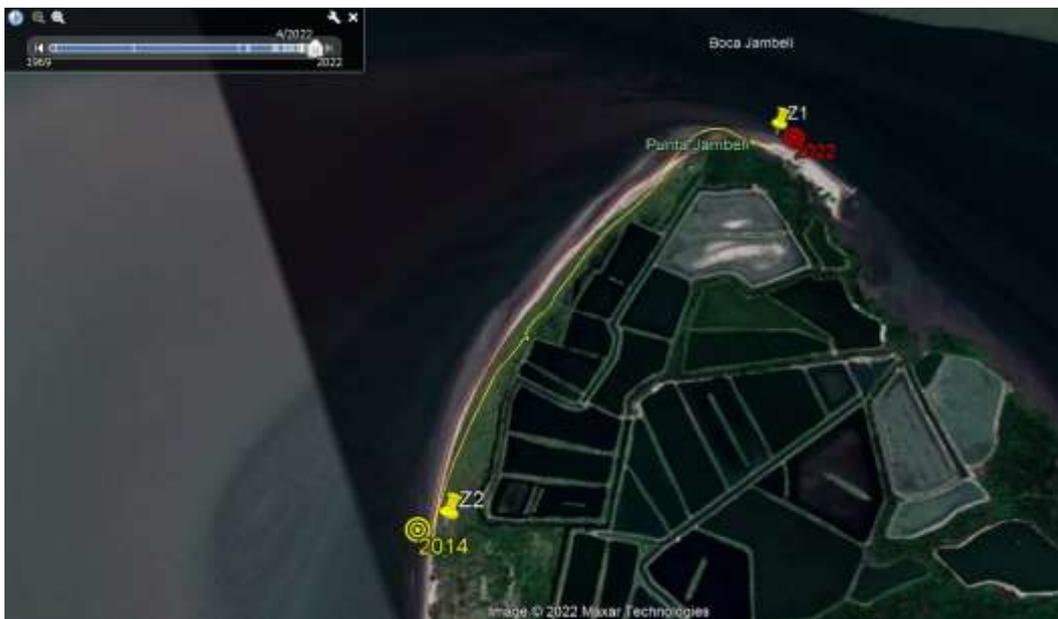


Imagen 32. Línea de perfil costero de años 2014 al 2022, Isla Jambelí.

Fuente: Google Earth.

Una vez obtenido los datos de variación de las 2 líneas de ambos años 2014 y 2022, se procedió a tabular la información la cual se ve reflejado en el Grafico1, la cual el color azul representa la acreción o la recuperación de playa, mientras que el color rojo significa la erosión o pérdida del perfil costero detallados en metros.

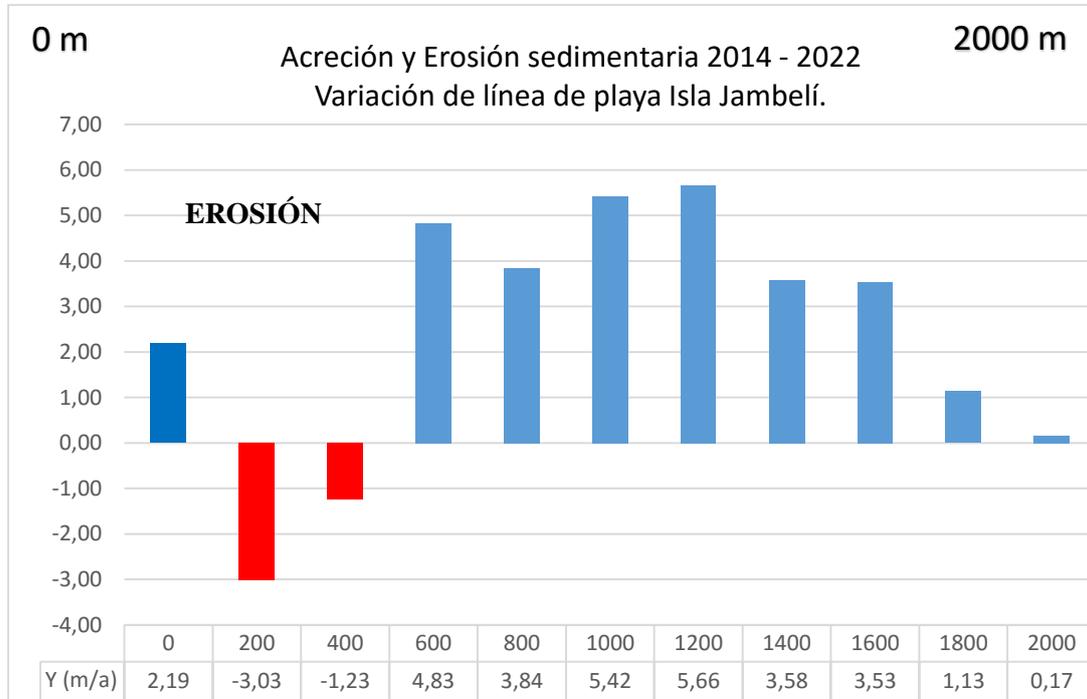


Grafico 1. Grafica de Acreción y erosión sedimentaria de la Zona 1, Isla Jambelí.

Fuente: Paredes, R.2022.

Para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), se colocó los valores correspondientes a los rangos que la Tabla6 nos daba a conocer, estos valores se obtuvieron a partir de la indagación previa de cada una de las variables, tomando muestras de estudios en campo y por medio de plataformas virtuales del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

El nivel de vulnerabilidad se detalla por el rango de valores en que se encuentra categorizada el Índice de vulnerabilidad costera para el sector de jambelí que se detalla en la Tabla1.

Sitio	Geomorfología	Pendiente	Tasa de cambio de línea	Cambio de nivel de mar (mm/año)	Altura de ola (m)	Altura de marea (m)	Vulnerabilidad CVI
	3	3	1	3	2	2	BAJA

Tabla 9. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 1.

Fuente. Paredes, R.2022.

Como resultado, se obtuvo un perfil costero con vulnerabilidad baja que va dentro de los parámetros de 0 a 4,5, pero a su vez se observa una línea corta roja, la cual mediante el Grafico 1 se muestra una gran pérdida del perfil costero entre los 200 a 400 m de playa. Se tomó en cuenta ese pequeño tramo como observación visual para futuras proyecciones.



Imagen 33. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 1, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

- **Zona 2** Se delimito nuestra segunda zona de estudio, del perfil costero, punto 2 y punto 3, con una población asentada de 325 personas.

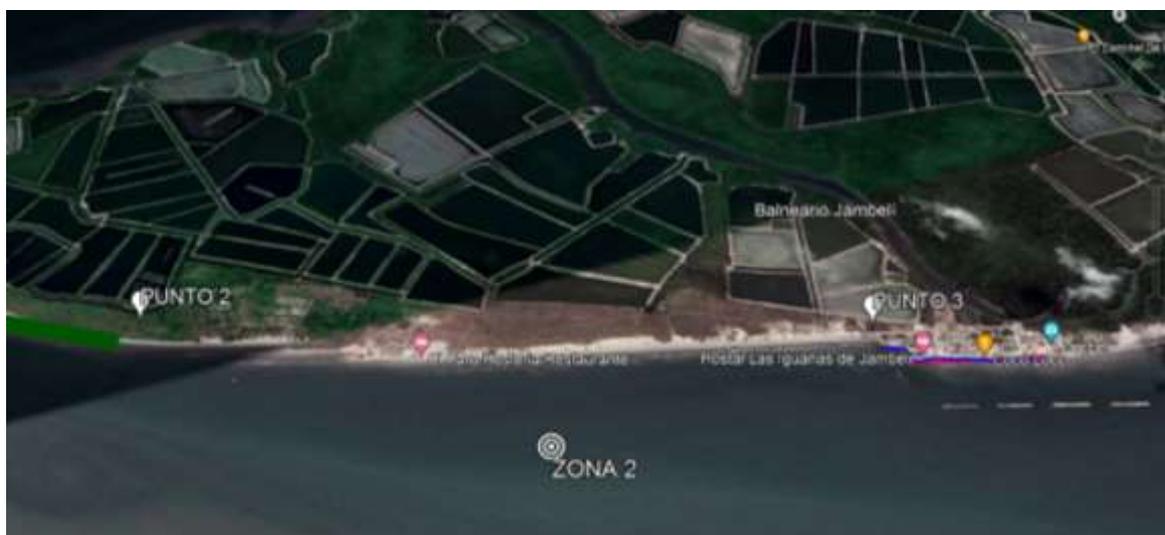


Imagen 34. Zona 2 de estudio, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para la medición de línea de perfil costero se trazó 2 líneas las cuales cada una tiene su variación, entre erosión y acreción, por ello la línea amarilla representa el periodo del año 2014, mientras que la línea roja representa la línea actual del año 2022.



Imagen 35. Perfil costero 2014, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.



Imagen 36. Perfil costero 2022, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

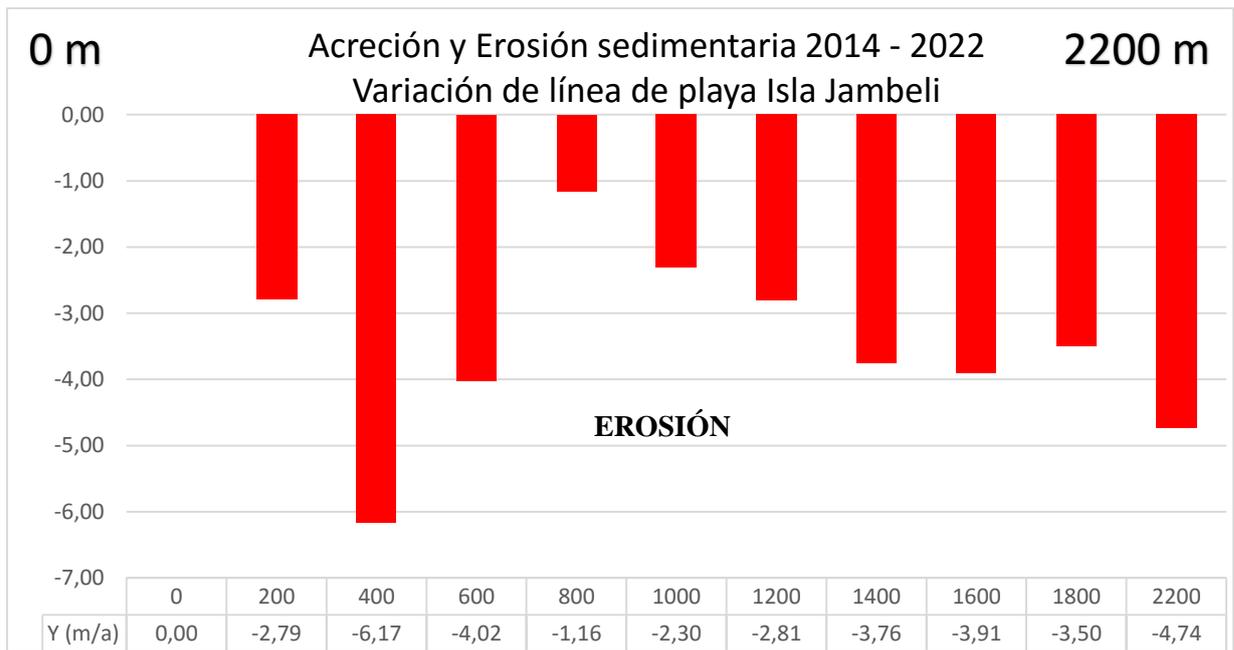
Uno de los indicadores que nos pide para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), es su nivel de pendiente, para lo cual se utilizó la misma herramienta que es el GOOGLE EARTH, la cual nos da la posibilidad de saber la pendiente.



Imagen 37. Nivel de pendiente de la Zona 2 de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

A continuación, se observa que, en el segundo sector o punto de estudio, tenemos demasiada erosión en un tramo de 2200 mts de playa, lo cual nos da a conocer que esa



zona en el pasar de los años ira desapareciendo y será un factor de riesgos para futuros asentamientos, lo cual reduciría el nivel de expansión que pueda tener la isla.

Tabla de tasa de acreción y erosion Zona 2, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), se colocó los valores correspondientes a los rangos que la Tabla6 nos daba a conocer, estos valores se obtuvieron

a partir de la indagación previa de cada una de las variables, tomando muestras de estudios en campo y por medio de plataformas virtuales del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

El nivel de vulnerabilidad se detalla por el rango de valores en que se encuentra categorizada el Índice de vulnerabilidad costera para el sector de jambelí que se detalla en la Tabla1.

Sitio	Geomorfología	Pendiente	Tasa de cambio de línea	Cambio de nivel de mar (mm/año)	Altura de ola (m)	Altura de marea (m)	Vulnerabilidad CVI
JAMBELÍ (ZONA2)	3	3	5	3	2	2	MUY ALTA 9,49

Tabla 10. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 2.

Fuente. Paredes, R.2022.

Como resultado se obtiene un perfil costero con vulnerabilidad alta siendo mayor a 8,6 y siendo como resultado 9,49 la cual se ve representada con una línea roja, la cual mediante la tabla16 se observó gran pérdida del perfil costero.



Imagen 38. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

- **Zona 3** Se delimito nuestra segunda zona de estudio, del perfil costero, punto 3 y punto 4, con una población asentada de 1.200 personas.



Imagen 39. Zona 3 de estudio, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para la medición de línea de perfil costero se trazó 2 líneas las cuales cada una tiene su variación, entre erosión y acreción, por ello la línea amarilla representa el periodo del año 2014, mientras que la línea roja representa la línea actual del año 2022.

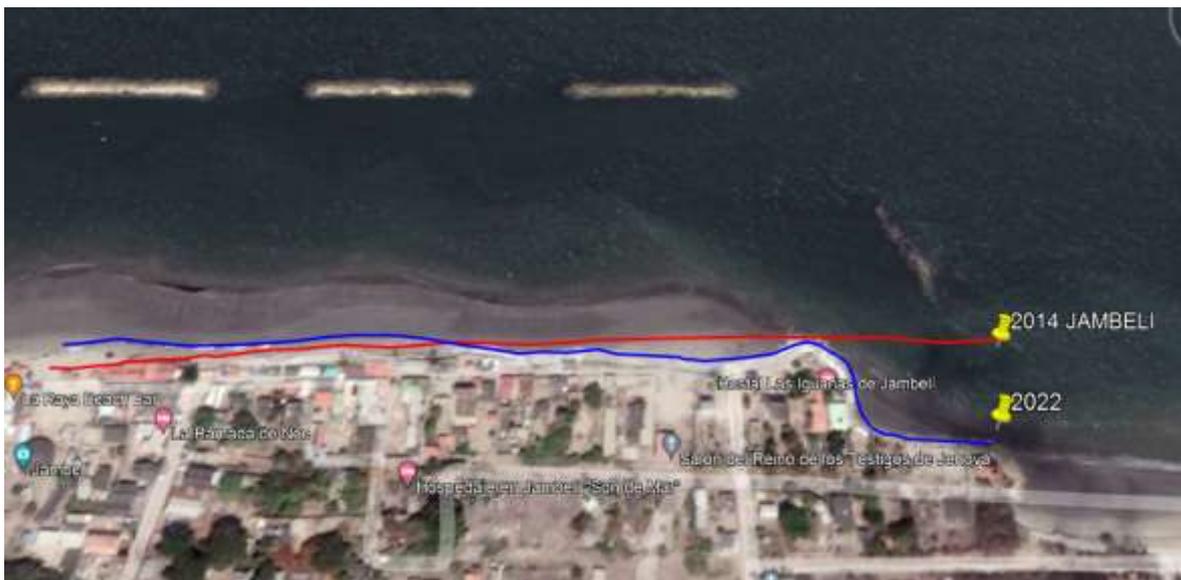


Imagen 40. Modificación de la línea de perfil costero por inserción de escollera.

Fuente. Google Earth.

Uno de los indicadores que nos pide para el cálculo del IVC es su nivel de pendiente, para lo cual se utilizó la misma herramienta que es el GOOGLE EARTH.

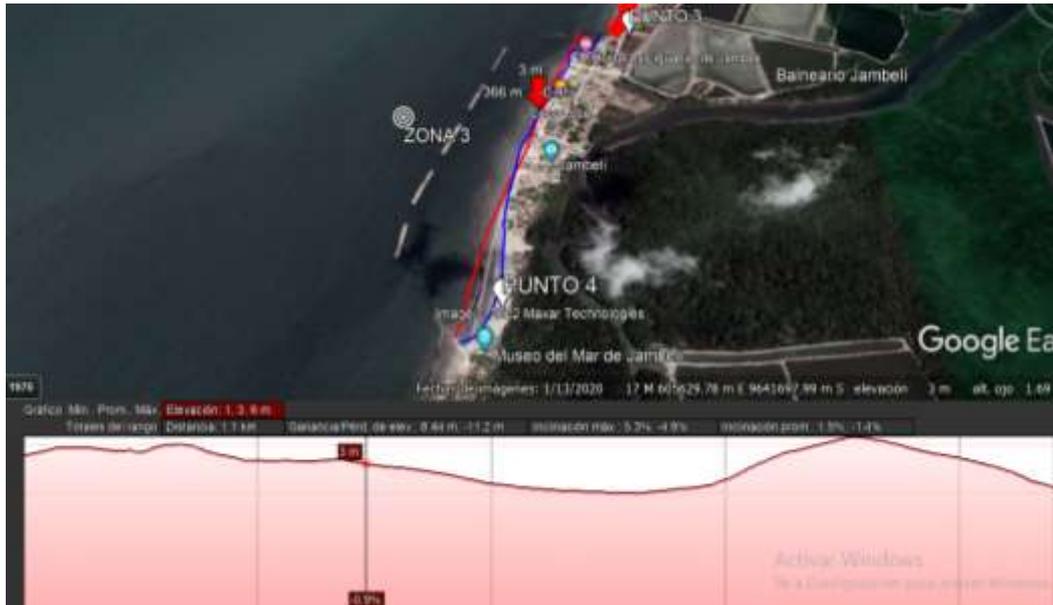


Imagen 41. Nivel de pendiente de la Zona 3 de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

En el Grafico 3, se observa que parte de donde comienza el punto 3 se vio afectada por la implementación de la estructura recreacional o se lo conoce como rompe olas, esta estructura hizo que el perfil de costa tenga una modificación, ya que en parte la estructura impide que ingrese las olas con fuerza a la parte del balneario, pero a su vez desvió la fuerza de las olas hacia el lado norte de la isla, por ello en la gráfica y en la imagen 42 y 43 se ve una gran diferencia entre el antes y después de la implementación de la estructura.

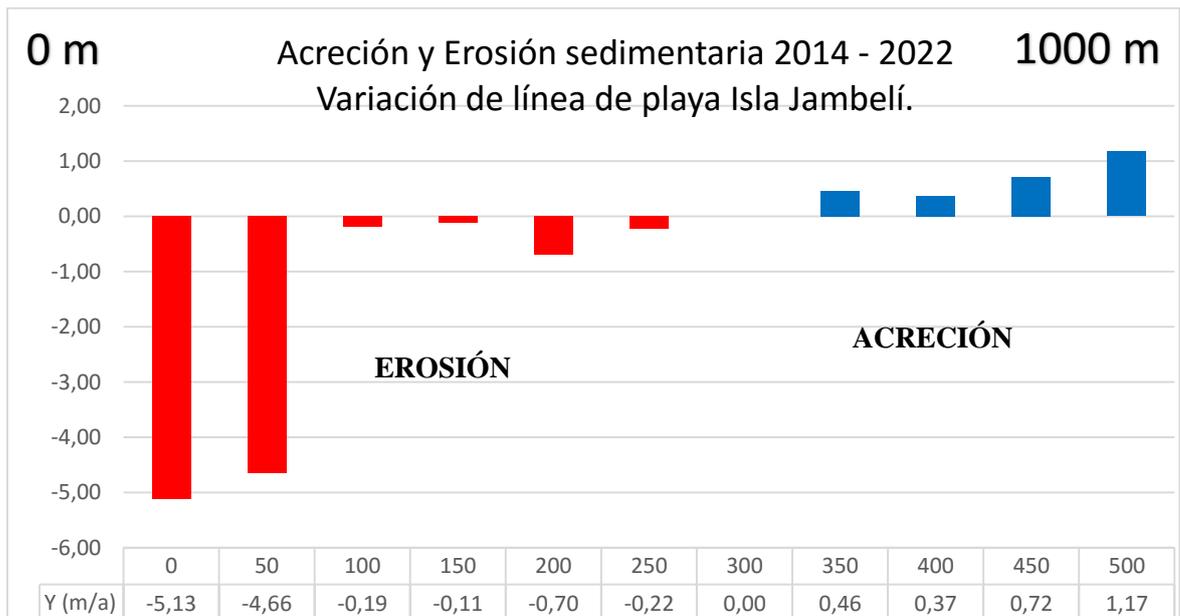


Grafico 2. Tabla de tasa de acreción y erosion Zona 3, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para el cálculo del IVC, se colocó los valores correspondientes a los rangos que la Tabla6 nos daba a conocer, estos valores se obtuvieron a partir de la indagación previa de cada una de las variables, tomando muestras de estudios en campo y por medio de plataformas virtuales del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

El nivel de vulnerabilidad se detalla por el rango de valores en que se encuentra categorizada el Índice de Vulnerabilidad Costera para el sector de jambeli que se detalla en la Tabla1.

Sitio	Geomorfología	Pendiente	Tasa de cambio de línea	Cambio de nivel de mar (mm/año)	Altura de ola (m)	Altura de marea (m)	Vulnerabilidad CVI
JAMBELÍ (ZONA3)	3	3	3	2	2	2	Moderado 6,00

Tabla 11. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambeli Zona 3.

Fuente. Paredes, R.2022.

Como resultado obtuvimos un perfil costero con vulnerabilidad moderada dentro del rango de 4,6 a 6,5 la cual se ve representada con una línea amarilla, la cual mediante la tabla16 se observó gran pérdida del perfil costero.



Imagen 42. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 3, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

- **Zona 4** Se delimito nuestra segunda zona de estudio, del perfil costero, punto 4 y punto 5, con una población asentada de 28 personas.



Imagen 43. Zona 4 de estudio, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para la medición de línea de perfil costero se trazó 2 líneas las cuales cada una tiene su variación, entre erosión y acreción, por ello la línea amarilla representa el periodo del año 2014, mientras que la línea roja representa la línea actual del año 2022.



Imagen 44. Líneas de perfil costero 2014 al 2022, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Uno de los indicadores que nos pide para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), es su nivel de pendiente, para lo cual se utilizó la misma herramienta que es el Google Earth.

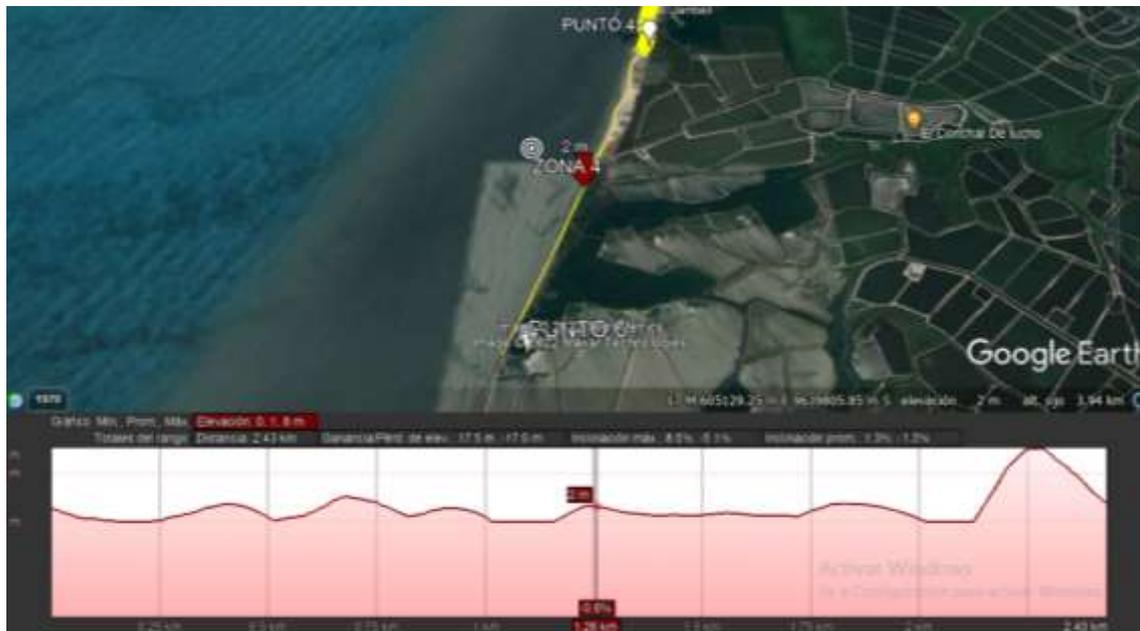


Imagen 45. Nivel de pendiente de la Zona 4 de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Dentro del punto 4 y 5 se observa un tramo de 2,400 mts de playa con una cantidad de erosión o pérdida del perfil costero, siendo su tramo más largo de erosión un poco mayor a 2 mts.

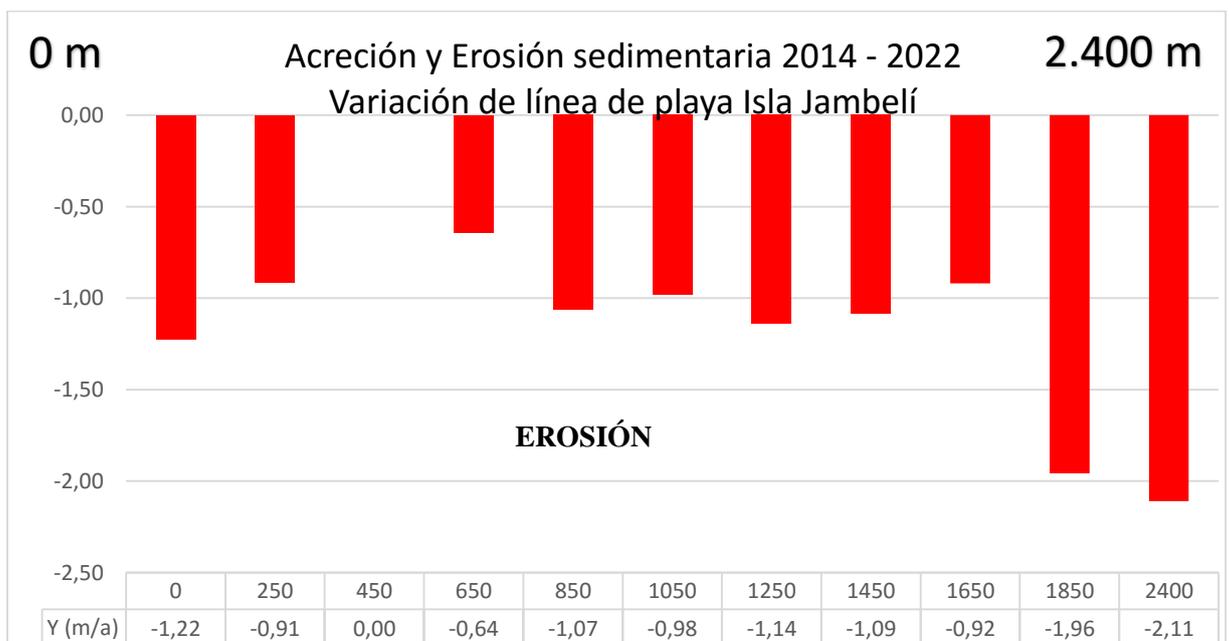


Grafico 3. Tabla de tasa de acreción y erosion Zona 4, Isla Jambeli.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), se colocó los valores correspondientes a los rangos que la Tabla6 nos daba a conocer, estos valores se obtuvieron a partir de la indagación previa de cada una de las variables, tomando muestras de estudios en campo y por medio de plataformas virtuales del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada. El nivel de vulnerabilidad se detalla por el rango de valores en que se encuentra categorizada el Indice de vulnerabilidad costera para el sector de jambelí que se detalla en la Tabla1.

Sitio	Geomorfología	Pendiente	Tasa de cambio de línea	Cambio de nivel de mar (mm/año)	Altura de ola (m)	Altura de marea (m)	Vulnerabilidad CVI
JAMBELÍ (ZONA4)	3	3	4	3	2	2	ALTA 8,49

Tabla 12. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 4.

Fuente. Paredes, R.2022.

Como se observó anteriormente en el Grafico4, su nivel de perdida de playa o erosion ha provocado que aquella zona se la considere como zona de vulnerabilidad alta, teniendo un nivel de vulnerabilidad de 8,49, dentro del rango de 6,6 a 8,5.



Imagen 46. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 4, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

- **Zona 5** Se delimito nuestra segunda zona de estudio, del perfil costero, punto 5 y punto 6, con una población asentada de 15 personas.



Imagen 47. Zona 5 de estudio, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para la medición de línea de perfil costero se trazó 2 líneas las cuales cada una tiene su variación, entre erosion y acreción, por ello la línea amarilla representa el periodo del año 2014, mientras que la línea roja representa la línea actual del año 2022.



Imagen 48. Líneas de perfil costero 2014 y 2022, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Uno de los indicadores que nos pide para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), es su nivel de pendiente, para lo cual se utilizó la misma herramienta que es el GOOGLE EARTH.

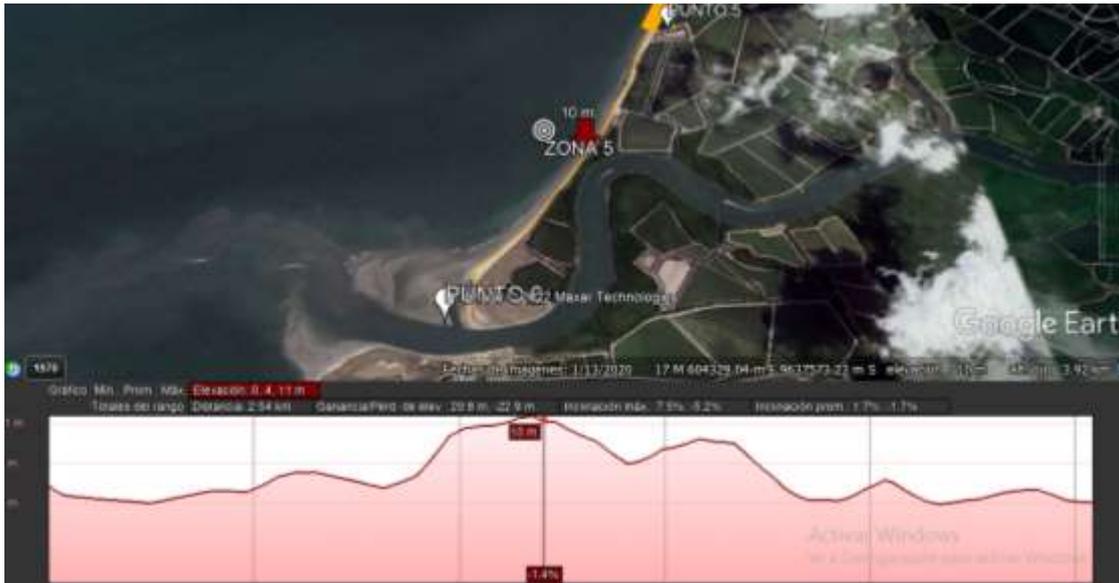


Imagen 49. Nivel de pendiente de la Zona 4 de estudio de la Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

En el tramo de los 2,400 mts de playa entre el punto 5 y 6 se observa que parte del final del perfil costero hubo un incremento en la recuperación de playa desde el 2014 a la fecha actual 2022, teniendo una acreción de 19 mts de playa.



Gráfico 4. Tabla de tasa de acreción y erosión Zona 5, Isla Jambeli.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para el cálculo del IVC, se colocó los valores correspondientes a los rangos que la Tabla6 nos daba a conocer, estos valores se obtuvieron a partir de la indagación previa de cada una de las variables, tomando muestras de estudios en campo y por medio de plataformas virtuales del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

El nivel de vulnerabilidad se detalla por el rango de valores en que se encuentra categorizada el Índice de vulnerabilidad costera para el sector de jambelí que se detalla en la Tabla1.

Sitio	Geomorfología	Pendiente	Tasa de cambio de línea	Cambio de nivel de mar (mm/año)	Altura de ola (m)	Altura de marea (m)	Vulnerabilidad CVI
JAMBELÍ (ZONA5)	3	2	3	3	2	2	MODERADA 6,00

Tabla 13. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí Zona 5.

Fuente. Paredes, R.2022.



Imagen 50. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera de la Zona 5, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para determinar la categorización del nivel de riesgos de las zonas determinadas, se basa en una tabla que nos da los rangos a los cuales nuestras ponderaciones anteriores deben estar señaladas dependiendo en intervalo se encuentre, a su vez cada valor que se usó para la asignación de cada variable fue realizado por el análisis obtenido en campo y a la vez mediante la ayuda de programas como es el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada y Google Earth.

Zonas	Geomorfología costera	Pendiente costera	Cambio de línea de costa (m)	Cambio del nivel del mar (m)	Altura de ola (m)	Rango mareal (m)	Vulnerabilidad (IVC)
ZONA 1	Planicielitoral de playa arenosa y terraza media, 3 - 5m.s.n.m.	3	1	3	2	2	4,24
ZONA 2	Planicielitoral de playa arenosa y terraza media, 3 - 5m.s.n.m.	3	5	3	2	2	9,49
ZONA 3	Planicielitoral de playa arenosa y terraza media, 3 - 5m.s.n.m.	3	3	2	2	2	6,00
ZONA 4	Planicielitoral de playa arenosa y terraza media, 3 - 5m.s.n.m.	3	4	3	2	2	8,49
ZONA5	Planicielitoral de playa arenosa y terraza media, 3 - 5m.s.n.m.	2	3	3	2	2	6,00

Tabla 14. Resumen de la ponderación de la vulnerabilidad costera por zonas de estudio, Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

Correspondiente a la Tabla 8, se manifiesta un resumen del cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) por zonas de estudio, planteando cada uno de los rangos correspondientes para determinar qué grado de vulnerabilidad contempla aquellos lugares analizados.

ZONAS	UBICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD	METROS DE PLAYA (MTS)	POBLACIÓN
ZONA 1	ISLA JAMBELÍ	BAJA	2,000 MTS	150 PERSONAS
ZONA 2	ISLA JAMBELÍ	MUY ALTA	2,200 MTS	325 PERSONAS
ZONA 3	ISLA JAMBELÍ	MEDIA	1,000 MTS	1.200 PERSONAS
ZONA 4	ISLA JAMBELÍ	ALTA	2,400 MTS	28 PERSONAS
ZONA5	ISLA JAMBELÍ	MEDIA	2,400 MTS	15 PERSONAS

Tabla 15. Categorización de vulnerabilidad por zonas, perfil costero del Archipiélago de Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022..

Como resultado final del análisis por zonas y las ponderaciones correspondientes a las variables de estudio se obtuvo un mapa el cual esta categorizado por sus niveles de vulnerabilidad, la cual ayudara a las autoridades competentes realizar las gestiones correspondientes para minimizar este tipo de fenómenos que se presenta por el acelerado cambio climático y a su vez a fortalecer las capacidades de su población para hacer frente a este tipo de eventos peligrosos.



Figura 5. Mapa de Vulnerabilidad Costera de la Isla Jambelí.

Fuente. Paredes, R.2022.

4.1.3. Objetivo 3. Establecer estrategias de reducción de la vulnerabilidad costera para el área de influencia de la Isla Jambelí.

Como parte fundamental dentro de la prevención de riesgos es adoptar estrategias que ayuden a disminuir las vulnerabilidades, parte de este estudio es demostrar de forma técnica a las autoridades competentes lo que está ocurriendo en la Isla Jambelí, por diferentes procesos naturales las cuales provocan un severo daño a la población que actualmente se asienta en Jambelí, y a su vez proponer planes de desarrollo a futuro sabiendo que tipo de vulnerabilidad tiene cada zona limitada.

A continuación, se detallará por zonas alternativas las cuales ayuden a disminuir la vulnerabilidad y sus efectos por cambio climático.

Zonas	Detalle de la zona	Estrategias / acciones	Responsables / colaboradores
ZONA 1	<p>Zona sin riesgo a pérdida de playa, tiene actividad acuícola.</p> <p>Zona con vegetación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer a quienes se dedican a la parte acuícola sobre a qué riesgos están expuestos y cómo actuar frente a ellos. • Fomentar el tema de manejo de desperdicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Rosa • Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE). • GAD Parroquial de Jambelí.
ZONA 2	<p>Zona con alto riesgo de pérdida de playa, viviendas expuestas a oleajes, personas expuestas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicar los asentamientos humanos en zonas seguras. • Dar a conocer a la población sobre los tipos de riesgos que están expuestos. • Fomentar el tema de manejo de desperdicios. • Evitar la presencia de turistas o personas locales que deseen ingresar a la playa. • Implementar estructuras recreacionales o rompe olas, para disminuir el nivel de oleaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Rosa • Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE). • GAD Parroquial de Jambelí.
ZONA 3	<p>Zona con variación de erosión y acreción, modificado por la implementación de estructura recreacional o rompe olas.</p> <p>Zona de balneario turística</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a la población de cómo actuar frente a una amenaza natural. • Dar a conocer a la población sobre los tipos de riesgos que están expuestos. • Fomentar el tema de manejo de desperdicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Rosa • Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE). • GAD Parroquial de Jambelí.

ZONA 4	<p>Zona en proceso de pérdida de playa, no apta para asentamientos humanos.</p> <p>Zona con vegetación</p> <p>Zona con actividad acuícola.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No permitir asentamientos humanos futuros. • Evitar la presencia de turistas o personas locales que deseen ingresar a la playa. • Dar a conocer a quienes se dedican a la parte acuícola sobre a qué riesgos están expuestos y cómo actuar frente a ellos. • Fomentar el tema de manejo de desperdicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Rosa • Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE). • GAD Parroquial de Jambelí.
ZONA 5	<p>Zona en proceso de recuperación de playa por acreción.</p> <p>Zona sin habitantes</p> <p>Zona con poca vegetación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar futuros asentamientos. • Evitar que turistas o personas locales hagan uso de la playa. • Dar a conocer a la población los tipos de riesgos y efectos tiene el proceso de cambio climático. • Perseverar la limpieza de las playas 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Rosa • Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE) • GAD Parroquial de la Isla Jambelí.

Tabla 16. Estrategias por zona de estudio.

Fuente. Paredes, R.2022.

Para el correspondiente monitoreo a la variación que el cambio climático provoca en la isla jambelí, se recomienda que se haga el mismo análisis anualmente para poder saber si los procesos naturales han dado aspectos positivos en la recuperación de playa o a su vez si se va perdiendo parte del perfil costero. Esto ayudara a los Gobiernos competentes a tener una mejor planificación de territorio, ejecutando planes preventivos y fomentando su recuperación rápida. Por ello las autoridades locales competentes que es el Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Rosa, deberá coordinar las gestiones de planificación para dar seguimiento a las variaciones la naturaleza genera por acción del cambio climático.

La Gobernación de la Provincia de El Oro, en conjunto con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia (SNGRE), deberán evaluar los impactos que estos cambios acelerados provoquen dentro del lugar de estudio, siendo un lugar turístico, se debe incrementar la reducción de riesgos, con el fin de tener respuestas inmediatas ante estos eventos peligrosos.

4.2 Comprobación de hipótesis

El presente trabajo de investigación al ser un tipo de hipótesis descriptivo, se comprueba través de las ideas a defender.

Al correlacionar las variables de estudio (geomorfológico, climatológico y oceanográficos) se logró obtener el Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), para 5 zonas de estudio, la variable geomorfológica presenta variación en los últimos años por la modificación de su playa, en su incremento de mar, comprobando su variación con muestras de años pasados, entre otros aspectos oceanográfico.

El Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) permitió determinar el nivel vulnerabilidad mediante un cálculo de variables aleatorias dentro de la isla jambelí, se comprobó que cada año hubo una acreción de 0,66 mts al sur de la isla, mientras que, al norte hubo una gran erosión por la colocación de los muros que hizo que tuviera una pérdida de playa anual de 6,85 mts, causando una modificación al paisaje costero.

CONCLUSIONES

- Se determinó las variaciones de playa ocasionadas por procesos geomorfológicos, climáticos y oceanográfico, dándonos como variables para el proceso de cálculo de la vulnerabilidad costera adaptada para la isla de jambelí.
- La evaluación de la vulnerabilidad costera es crucial para la futura planificación y desarrollo territorial, se obtuvo como resultado dentro del perfil costero de la isla de jambelí con una expansión de 10.000 mts, 5 zonas las cuales están categorizadas por su nivel de vulnerabilidad, teniendo un sector de vulnerabilidad baja, dos sectores con vulnerabilidad media, una vulnerabilidad alta y otra muy alta.
- Mediante los registros históricos se plantió medidas preventivas ante este fenómeno natural, por su variación que ha tenido en el trayecto de los años, teniendo en cuenta la inserción de la estructura de romper olas dentro de este proceso natural.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear el modelo de Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) en diferentes entornos costeros de la Provincia de El Oro, destacando la versatilidad, adaptación y fácil manipulación de los datos referente a su contorno de estudio, teniendo en cuenta sus variables.
- Se recomienda compartir la información sobre los resultados de estudio con las autoridades locales competentes y demás entes de interés; con ello se desea difundir este estudio, dejando una base de información esencial para futuras propuestas de desarrollo local. con el fin de mejorar el modelo desarrollado.
- Monitorear anualmente los procesos geomorfológicos, climáticos y oceanográficos de la isla jambelí, para poder gestionar medidas preventivas y correctivas respecto a la variación de playa desde la inserción de la estructura rompe ola, y saber cómo influye en las posteriores zonas laterales del perfil costero.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Lynch, M. (2015). *Propuesta de un índice de vulnerabilidad Costera aplicado a tres sectores de la Región Lima*. Lima.
- Brunel, N., & Seguel, O. (2011). Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Centro de Desarrollo para el Secano Interior, Universidad Católica del Maule*, 12.
- Cabrera, J., Morales, M., Alcantara, J., Correa, I., Perez, R., & Moya, B. (2012). *Los riesgos litorales en el contexto del manejo integrado costero*.
- Calixto Flores, R. (2017). *La comunicación para la educación ambiental y la gestión de riesgos por las consecuencias del cambio climático: leyes, retos y definiciones*. Mexico: UPN.
- Centrero Uceda, A. S.-A. (2005). *Impactos sobre las zonas costeras*. España.
- Cid Nacer, J. R. (2019). *La informática y la gestión integrada de los sistemas de alertas tempranas dentro del manejo integrado de zonas costeras*. Corporación universidad de la costa. Barranquilla: Corporación universidad de la cost.
- Constitucional, T. (. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito.
- del Pozo Barrezueta, H. (2010). *Código Organizo deOrganización Territorial, COOTAD*. Quito: LEXISFINDER.
- Durán-Gil, C. A. (2017). Análisis espacial de las condiciones de vulnerabilidad social, económica, física y ambiental en el territorio colombiano. *Perspectiva geográfica*, 11-32.
- Fernández, J. M. (2017). Aplicación del Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) a los barrios costeros del partido de Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina. *Geoacta*, 13-23.
- Fernández, J. M. (2017). Aplicación del Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) a los barrios costeros del partido de Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina. *Geoacta*, 13-23.
- Fernandez, J., Bertola, G. R., & Campo, A. M. (2017). *Aplicación del Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) a los barrios costeros del partido de Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina*. Buenos Aires: Geoacta.
- Gusi, F., Lujan, J., Barrachina, A., & Aguilera, G. (2010). *Aproximación al estudio del poblamiento litoral-costero durante la edad del bronce en la fachada oriental de la península Ibérica y del Mediodía francés*.
- Hernandez Aguilar, M. (Diciembre de 2014). *Evaluacion de riesgo y vulnerabilidad ante la amenaza de huracanes en zonas costeras del caribe mexicano: Chutemal y Mahahual*. Obtenido de <http://repobiblio.cuc.uqroo.mx/handle/20.500.12249/98>
- Historica, C. N. (2015). *Una Nación Desplazada*. Bogota.
- INEC. (27 de Octubre de 2011). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/el_oro.pdf
- INOCAR. (Marzo de 2014). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Abril de 2015). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Mayo de 2016). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador:

- <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Junio de 2017). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Julio de 2018). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Agosto de 2019). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Septiembre de 2020). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Octubre de 2021). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- INOCAR. (Julio de 2022). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de Tabla de mareas puertos del Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas#busqueda-de-datos-de-mareas>
- Jambelí, G. A. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Isla Jambelí*. Santa Rosa.
- Lapo, F. (13 de Enero de 2016). *VISTAZO*. Obtenido de Viviendas destruidas y familias evacuadas por primer oleaje: <https://www.vistazo.com/actualidad/viviendas-destruidas-y-familias-evacuadas-por-primer-oleaje-NYVI12258>
- Macas, F. (29 de Septiembre de 2011). *EL UNIVERSO*. Obtenido de Muro de piedra toma forma frente a la playa de Jambelí: <https://www.eluniverso.com/2011/09/29/1/1447/muro-piedra-toma-forma-frente-playa-jambeli.html/>
- Naciones Unidas. (2009). *UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastre*. Ginebra: ISDR.
- Navarrete Ramírez, S. M. (2014). *Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa*. Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- Ojeda, J., Ignacio, J., Martín, D., & Fraile, P. (2019). Análisis de la vulnerabilidad costera a partir de un Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC): sector costero de la provincia de Huaura. 13.
- Pendleton, E. A. (2010). Importance of coastal change variables in determining vulnerability to sea-and lake-level change. *Journal of Coastal Research*, 176-183.
- PNUD. (2012). *Propuesta Metodológica Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal*. Quito: AH.
- Rosero Pincay, J. (2012). *Aplicación de los SIG para Análisis de los Riesgos por Variabilidad Costera, Ecuador*. Quito: USFQ.
- Rosero, J. (2012). *Aplicación de los SIG para Análisis de los Riesgos por Variabilidad Costera, Ecuador*. Quito.

- Sala, M. (1984). Geomorfología actual. Guía conceptual, temática y bibliográfica. *Revista de geografía*, 209-248.
- Seas, S. (s.f.). *Surging Seas: Sea level rise analysis by Climate Central*. Obtenido de <https://sealevel.climatecentral.org/>
- SNGRE. (3 de ENERO de 2019). *Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/secretaria-de-gestion-de-riesgos-realiza-monitoreo-constante-en-isla-jambeli/>
- UNESCO. (2021). *Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO*. Obtenido de <https://es.unesco.org/themes/planeta-oceano#:~:text=La%20Comisi%C3%B3n%20Oceanogr%C3%A1fica%20Intergubernamental%20de,estos%20cambios%20medioambientales%20sin%20precedentes>.
- Universo, E. (22 de Diciembre de 2018). *El Universo*. Obtenido de En la playa de Jambelí, oleaje provocó grandes daños: <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/12/22/nota/7109193/playa-jambeli-oleaje-provoco-grandes-danos/>
- Vera Alava, M. (2021). *Estimación de un índice de vulnerabilidad costera: efectos sobre las comunidades asentadas en el medio litoral Manabita*. Manabi.

ANEXOS

Anexo 1. Memorias fotográficas

En las siguientes imágenes representan el perfil costero del archipiélago de Jambelí, su acumulación de sedimento marino, su planicie litoral de playa, su proceso de erosión acreción.







La hora de la red no está sincronizada
Local:9 jul. 2022 11:34:34 ECT
17M 605702 9641824

Observación: Isla Jambeli - Cantón Santa Rosa
Índice de Vulnerabilidad Costera
Universidad Estatal de Bolívar



La hora de la red no está sincronizada
Local:9 jul. 2022 11:34:45 ECT
17M 605702 9641824

Observación: Isla Jambeli - Cantón Santa Rosa
Índice de Vulnerabilidad Costera
Universidad Estatal de Bolívar



La hora de la red no está sincronizada
Local: 9 jul. 2022 11:47:00 ECT
- 17M 605686-9641806
Observación: Isla Jambeli - Cantón Santa Rosa
Índice de Vulnerabilidad Costera
Universidad Estatal de Bolívar







La hora de la red no está sincronizada
Local:9 jul. 2022 11:44:29 ECT
17M 605711 9641845

Observación: Isla Jambeli - Cantón Santa Rosa
Índice de Vulnerabilidad Costera
Universidad Estatal de Bolívar