



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**INFLUENCIA DE CONDICIONES FISICOQUÍMICAS SOBRE**  
**MACROINVERTEBRADOS MARINOS DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA**  
**DE LA PLAYA LA VIEJITA, SALINAS-ECUADOR**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previo a la obtención del Título de**

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**Vergara Moreira Manolo Alexander**

**DOCENTE TUTOR:**

**Blga: María Herminia Cornejo Rodríguez Ph.D.**

**SANTA ELENA – ECUADOR**

**2024**

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

INFLUENCIA DE CONDICIONES FISICOQUÍMICAS SOBRE  
MACROINVERTEBRADOS MARINOS DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA  
DE LA PLAYA LA VIEJITA, SALINAS-ECUADOR  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

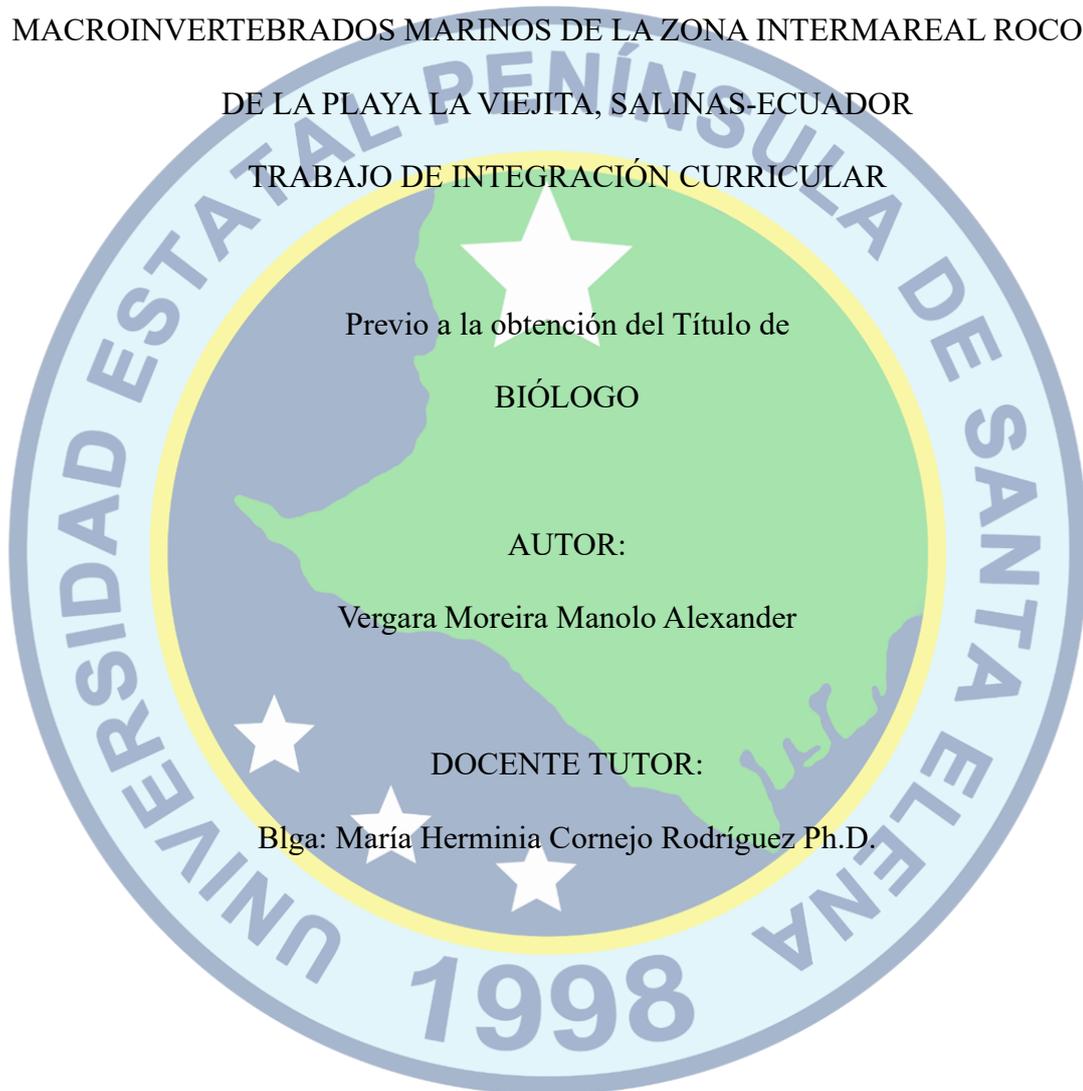
Previo a la obtención del Título de  
BIÓLOGO

AUTOR:

Vergara Moreira Manolo Alexander

DOCENTE TUTOR:

Blga: María Herminia Cornejo Rodríguez Ph.D.



UPSE

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa la viejita, Salinas-Ecuador”, elaborado por Vergara Moreira Manolo Alexander, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



---

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0905260881

# DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, "Influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa la Viejita, Salinas-Ecuador", elaborado por Vergara Moreira Manolo Alexander, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para sustentación.

Atentamente



Blga. Jodie Darquea Arteaga, M. Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0918674359

## **DEDICATORIA**

Primeramente, dedico la tesis a Dios por darme salud y bienestar en el transcurso de mi carrera.

Dedico este logro a mi familia, a mis padres Manuel Vergara y Vilma Moreira por depositar su confianza y contribuir en mi formación académica además de brindarme su amor, a mi hermano Andy Vergara y su familia Adriana Álava, Joan Vergara y James Vergara, por ser darme su apoyo incondicional. Muchas gracias por estar presentes con su amor.

A abuelita Vilma Guerra por formar parte de crecimiento como persona a mis tíos y tías en especial a Adrian Contreras; Eduardo, Alfredo y Diana Merelo, por su amor y su apoyo durante toda mi carrera. De la misma forma a mi madrina Karina Vergara por estas conmigo en todo momento. Gracias por siempre estar conmigo en todo momento. A mi pareja Gabriela Ortega por ser mi acompañante durante los 5 años de carrera y apoyarme con su amor y apoyo, a mis amigos Santiago, Luis, Samantha y Rebeca que estuvieron conmigo en la buenas y malas durante toda la carrera de igual manera a mis amigos externos de la universidad Kevin Ruiz, por estar conmigo apoyándome desde la distancia.

Gracias por todo su apoyo y amor.

Con agradecimiento Manolo Alexander Vergara Moreira

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiar mi camino en mi formación académica, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por permitirme formar parte de la institución e instruir mi formación profesional, a la base naval de Salinas por permitirme desarrollar mi investigación dentro de su institución, a mis padres por el apoyo en el desarrollo de mi vida y carrera universitaria, a mi pareja por estar conmigo brindándome su tiempo y ayuda durante mis estudios, a mis amigos y amigas que formaron parte del proceso de aprendizaje, a mi tutora por sus enseñanzas y observaciones durante el desarrollo del trabajo de investigación y por ultimo a todos los maestros que me impartieron clases desde el momento que ingrese a la universidad hasta el momento que culmine mis estudios.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de integración Curricular por **Manolo Alexander Vergara Moreira** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: jueves 18 de Julio del 2024



Ing, Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

**DIRECTOR DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



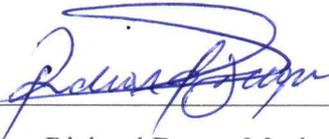
Blga, Jodie Darquea Arteaga, M.Sc.

**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga, María Cornejo Rodríguez, Ph.D.

**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo, Richard Duque Marín, M.Sc.

**DOCENTE GUÍA DE LA UICC II**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcdo, Pascual Roca Silvestre, Mgtr.

**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, MANOLO ALEXANDER VERGARA MOREIRA

Declaro que:

Manifiesto que, la responsabilidad por las ideas, contenido y resultados plasmados en este Trabajo de Integración, pertenecen exclusivamente al autor, el patrimonio intelectual del mismo le corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena



---

Manolo Alexander Vergara Moreira

C.I 1719998583

# 1. Índice General

RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	3
GLOSARIO .....	5
ABREVIATURAS .....	7
CAPÍTULO I .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. JUSTIFICACIÓN .....	11
3. OBJETIVOS .....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos específicos .....	13
4. HIPOTESIS.....	13
CAPÍTULO II.....	14
5. MARCO TEÓRICO.....	14
5.1 Antecedentes .....	14
5.2 Ecosistemas marinos.....	16
5.3 Características del intermareal rocoso .....	17
5.4 Ecosistema bentónico.....	19
5.5 Condiciones Fisicoquímicas .....	20
5.6 Temperatura .....	21
5.7 Salinidad .....	21
5.8 Oxígeno disuelto .....	22
5.9 Conductividad eléctrica .....	23
5.10 Solidos totales disueltos.....	24

5.11	Invertebrados.....	24
5.12	Macroinvertebrados .....	26
5.13	Macroinvertebrados marinos .....	28
5.14	Macroinvertebrados marinos como indicadores biológicos .....	29
5.15	Descripción de las clases de macroinvertebrados encontrados en el Área de investigación .....	31
5.15.1	Clase Malacostraca .....	31
5.15.2	Clase Anthozoa .....	32
5.15.3	Clase Bivalva .....	33
5.15.4	Clase Gasterópoda .....	34
5.15.5	Clase Echinoidea.....	35
5.15.6	Clase Asteroidea.....	35
5.15.7	Clase Ophiuroidea.....	36
5.15.8	Clase Polichaeta .....	37
	CAPITULO III.....	39
	6. MARCO METODOLOGICO.....	39
6.1	Área de estudio .....	39
6.1.1	Coordenadas.....	39
6.1.2	Áreas colindantes .....	40
6.2	División de área .....	40
6.3	Tipo de enfoque .....	42
6.4	Permiso de investigación .....	42
6.5	Metodología .....	42
6.5.1	Condición de marea .....	42

6.5.2	Delimitación de transectos .....	42
6.5.3	Obtención de parámetros fisicoquímicos .....	44
6.5.4	Densidad y diversidad de macroinvertebrados marinos .....	45
6.6	Identificación de macroinvertebrados marinos .....	46
6.7	Análisis de datos .....	48
6.7.1	Base de datos.....	48
6.7.2	Índice de diversidad de Shannon y Weaver .....	48
6.7.3	Análisis estadístico.....	48
	CAPITULO IV.....	52
7.	RESULTADOS .....	52
7.1	Parámetros fisicoquímicos .....	52
7.1.1	Matriz de correlación .....	52
7.2	Diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos .....	53
7.3	Influencia de los parámetros fisicoquímicos en la diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos.....	65
7.3.1	Comparación de Parámetros fisicoquímicos con la diversidad. ....	65
7.3.2	Comparación de Parámetros fisicoquímicos con la densidad.....	66
	CAPÍTULO V .....	71
8.	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	77
10.	ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Área de estudio</i> .....	39
<b>Figura 2</b> <i>División por zonas al área de estudio en intermareal rocoso.</i> .....	40
<b>Figura 3</b> <i>Cuadrante usado en el monitoreo de fauna y flora marina en el protocolo NaGisa.</i> .....	43
<b>Figura 4</b> <i>División de zonas en transectos.</i> .....	43
<b>Figura 5</b> <i>Matriz de correlación de Spearman de los parámetros fisicoquímicos.</i> .....	53
<b>Figura 6.</b> <i>Promedio y Rango de Índices de Diversidad por Zona</i> .....	64
<b>Figura 7</b> <i>Matriz de correlación entre la diversidad con los 9 parámetros fisicoquímicos</i> .....	66
<b>Figura 8</b> <i>Análisis de correspondencia canónica de parámetros fisicoquímicos y</i> <i>densidad de organismos.</i> .....	68
<b>Figura 9</b> <i>Análisis de correspondencia canónica con agrupación por zonas de estudio</i> .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Coordenadas de las zonas de monitoreo.</i> .....	41
<b>Tabla 2</b>	Densidad de los géneros de macroinvertebrados. ....	54
<b>Tabla 3</b>	<i>Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Cnidaria</i> .....	56
<b>Tabla 4</b>	<i>Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Arthropoda</i> .....	57
<b>Tabla 5</b>	<i>Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Mollusca</i> .....	59
<b>Tabla 6</b>	<i>Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Echinodermata</i> .....	62
<b>Tabla 7</b>	<i>Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Annelida.</i> .....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Aplicación del protocolo NaGISA para toma de densidades. ....	89
<b>Anexo 2.</b> Aplicación de cuadrante cerca de la línea del transecto. ....	90
<b>Anexo 3.</b> Comunidad de macroinvertebrados compartiendo un espacio bajo el cuadrante. ....	90
<b>Anexo 4.</b> Ejemplo de organismo observado a través del estereoscopio para identificación (género <i>Calcinus</i> ). ....	91
<b>Anexo 5.</b> Obtención de índice de diversidad de Shannon-Weaver en el software estadístico Past 4. ....	91
<b>Anexo 6.</b> Índice de diversidad de Shannon en el periodo de tiempo de la investigación. ....	91
<b>Anexo 7.</b> Obtención y configuración de la gráfica del análisis de correspondencia canónica en el software estadístico Past 4. ....	92
<b>Anexo 8.</b> Valores obtenidos en la prueba múltiple de normalidad. ....	93
<b>Anexo 9.</b> Certificación de identificación de géneros de macroinvertebrados. ....	93
<b>Anexo 10.</b> Primera parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente. ....	94
<b>Anexo 11.</b> Segunda parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente. ....	95
<b>Anexo 12.</b> Tercera parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente. ....	96
<b>Anexo 13.</b> Cuarta parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente. ....	97
<b>Anexo 14.</b> Quinta parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente. ....	98

<b>Anexo 15.</b> Planteamiento del problema de la investigación.....	99
<b>Anexo 16.</b> Promedio de las condiciones fisicoquímicas en las tres zonas de muestreo. .....	100
<b>Anexo 17.</b> Valores diarios correspondientes a los parámetros fisicoquímicos e índice de Shannon de cada zona muestreada.....	100

## RESUMEN

Las playas rocosas albergan numerosos macroinvertebrados que enfrentan estrés debido a las mareas y variaciones fisicoquímicas. Un estudio en la playa “La Viejita” en Salinas, Ecuador, durante abril y mayo de 2024, evaluó cómo las condiciones fisicoquímicas afectan a estos organismos en la zona intermareal rocosa. Utilizando el protocolo NaGISA, se registraron 22 géneros de macroinvertebrados de las clases: Malacostraca, Anthozoa, Bivalva, Gasterópoda, Echinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea y Polichaeta.

En un área de 120 m<sup>2</sup>, *Notochthamalus* predominó con 1848 organismos/m<sup>2</sup>, seguido de *Zoanthus* con 217 organismos/m<sup>2</sup>. *Cerithium*, *Anachis* y *Acanthais* presentaron densidades moderadas (3-6 organismos/m<sup>2</sup>), mientras que *Calcinus*, *Heliaster* y *Tetraclita* mostraron densidades bajas (1 organismo/m<sup>2</sup>). *Bunodosoma*, *Actinostella* y *Vasula* tuvieron densidades casi nulas.

La temperatura del agua mostró una correlación positiva mínima con la temperatura del aire y la humedad relativa, y negativa mínima con la salinidad. La diversidad fue mayor en el supralitoral (0.677 bits), seguido del infralitoral (0.189 bits) y el mesolitoral (0.153 bits). La diversidad alcanzó un máximo de 0.4 bits el 30 de abril y disminuyó a 3.7 bits entre el 9 y 16 de mayo. La diversidad presentó correlaciones débiles con la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y los sólidos totales disueltos.

*Notochthamalus* mostró una mínima inclinación hacia la temperatura del agua y una relación inversa con los sólidos totales disueltos y la salinidad. *Calcinus* se asoció con el supralitoral, *Columbela* predominó en el mesolitoral y *Sifonaria* en el infralitoral.

Las condiciones fisicoquímicas influyen en el comportamiento y desplazamiento de los géneros muestreados; *Notochthamalus* tuvo la mayor densidad debido a su capacidad para soportar variaciones en el ecosistema.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados, condiciones fisicoquímicas, densidad y diversidad.

## ABSTRACT

Rocky beaches host numerous macroinvertebrates that face stress due to tides and physicochemical variations. A study conducted at "La Viejita" beach in Salinas, Ecuador, during April and May 2024, evaluated how physicochemical conditions affect these organisms in the rocky intertidal zone. Using the NaGISA protocol, 22 genera of macroinvertebrates from the classes Malacostraca, Anthozoa, Bivalva, Gastropoda, Echinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, and Polychaeta were recorded.

In an area of 120 m<sup>2</sup>, *Notochthamalus* predominated with 1848 organisms/m<sup>2</sup>, followed by *Zoanthus* with 217 organisms/m<sup>2</sup>. *Cerithium*, *Anachis*, and *Acanthais* presented moderate densities (3-6 organisms/m<sup>2</sup>), while *Calcinus*, *Heliaster*, and *Tetraclita* showed low densities (1 organism/m<sup>2</sup>). *Bunodosoma*, *Actinostella*, and *Vasula* had nearly negligible densities.

The water temperature showed a minimal positive correlation with air temperature and relative humidity, and a minimal negative correlation with salinity. Diversity was highest in the supralittoral zone (0.677 bits), followed by the infralittoral (0.189 bits) and the mesolittoral (0.153 bits). Diversity peaked at 0.4 bits on April 30 and decreased to 3.7 bits between May 9 and 16. Diversity showed weak correlations with water temperature, dissolved oxygen, and total dissolved solids.

*Notochthamalus* showed a minimal inclination towards water temperature and an inverse relationship with total dissolved solids and salinity. *Calcinus* was associated with the supralittoral zone, *Columbela* predominated in the mesolittoral, and *Sifonaria* in the infralittoral. Physicochemical conditions influence the behavior and distribution

of the sampled genera; Notochthamalus had the highest density due to its ability to withstand ecosystem variations.

**Keywords:** Macroinvertebrates, physicochemical conditions, density, and diversity.

## GLOSARIO

**Influencia:** Efecto o impacto que un factor o variable tiene sobre otro, provocando cambios o modificaciones.

**Macroinvertebrados:** Organismos invertebrados de gran tamaño con un tamaño mínimo de 5 milímetros. Estos son reconocibles a simple vista.

**Intermareal:** Zona costera comprendida entre las marcas de pleamar y bajamar.

**Ecológico:** Relacionado con las interacciones de los seres vivos en su ambiente en distintos niveles de agrupación. A la vez estudia el comportamiento entre las comunidades, evaluando composición y distribución

**Condiciones Físicoquímicas:** Conjunto de parámetros que caracterizan una ubicación, agrupando fenómenos físicos y químicos.

**Físicoquímico:** Relacionado a las propiedades físicas y químicas de un sistema, en relación con una ubicación en específico.

**Biodiversidad:** Variedad de especies animales y vegetales en un ecosistema.

**Perturbación:** Alteración o cambio en las condiciones normales de un sistema.

**Equilibrio ecológico:** Estado de estabilidad de un ecosistema.

**Gasterópodos:** Moluscos con concha en espiral, como los caracoles.

**Equinodermos:** Animales marinos con cuerpo calcáreo y esqueleto interno, como las estrellas de mar.

**Cirripedo:** Grupo de crustáceos marinos que incluye los percebes y otros organismos con conchas calcáreas.

**Bivalvos:** Moluscos con dos valvas o conchas, como las almejas.

**Poliquetos:** Anélidos marinos con numerosos segmentos y pares de parapodios.

**Crustáceos:** Artrópodos acuáticos, como cangrejos, camarones y langostas.

**Quitina:** Polisacárido que forma el exoesqueleto de algunos invertebrados.

**Bioindicador:** Organismo cuya presencia o ausencia indica la calidad de un ambiente.

**Salinidad:** Concentración de sales disueltas en el agua.

**pH:** Medida de acidez o alcalinidad de una solución.

**Oxígeno disuelto:** Cantidad de oxígeno presente en el agua.

**Radiación solar:** Energía electromagnética emitida por el Sol.

**Conservación:** Protección y preservación de los recursos naturales.

**Manejo adaptativo:** Ajuste de prácticas de gestión según los cambios en el ecosistema.

**MBONPp2p:** Red Mundial de Biodiversidad Marina de Proyecto Piloto a Productos (por sus siglas en inglés, Marine Biodiversity Observation Network Pilot to Products).

**Estadístico:** Persona especializada en la recolección, análisis e interpretación de datos numéricos, generalmente en el contexto de la investigación científica.

**Correspondencia canónica:** Método estadístico utilizado para analizar las relaciones entre dos conjuntos de variables.

## ABREVIATURAS

**REMACOPSE:** La Reserva de Producción de Fauna Marino Costero Puntilla Santa Elena (Ecuador).

**MAATE:** Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Ecuador).

**INOCAR:** Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador.

**INHAMI:** Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología de Ecuador.

**NaGISA:** Global Network for Coastal and Marine Assessment.

**MBON:** Marine Biodiversity Observation Network.

**UV:** Ultravioleta.

**HR:** Humedad Relativa.

**pH:** Potencial de Hidrógeno.

**OD:** Oxígeno Disuelto.

**CE:** Conductividad Eléctrica.

**TDS o STD:** Sólidos Totales Disueltos.

**Mg/L:** Miligramos por litro.

**S/cm:** Siemens por centímetro (unidad de conductividad).

**O<sub>2</sub>:** Oxígeno molecular.

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono.

**°C:** Grados Celsius (temperatura).

**T. aire:** Temperatura del aire.

**T. agua:** Temperatura del agua.

**Log<sub>10</sub>:** Logaritmo en base 10.

**TPH:** Total de Petróleo Hidrocarburos.

**ppt:** Partes por mil (también partes por milímetro).

**ppm:** Partes por millón.

**cm:** Centímetro.

**m:** Metro.

**m<sup>2</sup>:** Metro cuadrado.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En la Armada de Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador, se encuentra la playa "La Viejita", la misma cuenta con comunidades de macro y micro invertebrados marinos de interés ecológico y económico. Estos organismos carentes de estructura osea favorecen a la formación y el funcionamiento de los ecosistemas marinos, y su estudio permite obtener información de suma importancia sobre la salud y el desarrollo de estos ecosistemas costeros. Es importante estudiar y comprender cómo los cambios en las condiciones fisicoquímicas pueden influir de manera directa o indirecta a estas comunidades y, en consecuencia, el equilibrio ecológico de la región (Carolina & Hermosilla, 2015).

La escasa información sobre la relación entre los macroinvertebrados marinos y su entorno en el Ecuador hace que sea difícil predecir y reducir los efectos perjudiciales la biodiversidad y ecología de la zona intermareal rocosa (Carr, 1991). Comprender cómo estos organismos reaccionan a los cambios en los parámetros fisicoquímicos internos y externos del agua de mar es crucial. Dado que los macroinvertebrados marinos pueden reaccionar rápidamente a los cambios en su entorno, estas reacciones sirven como señales tempranas de perturbaciones ambientales (Coan & Valentich, 2012).

Esta investigación puede analizar y comprender cómo las condiciones fisicoquímicas afectan a los macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita". El objetivo principal es obtener datos validos ante a la comunidad científica

que permitan sugerir métodos de conservación y manejo adecuado de este ecosistema costero, de manera que se puedan hacer predicciones coherentes.

La Evaluación del estado de salud de estos ecosistemas y la implementación de estrategias enfocadas a la conservación y al manejo efectivo, es necesario comprender cómo los cambios en los parámetros fisicoquímicos como la temperatura, la salinidad, el pH, los niveles de oxígeno disuelto, la radiación solar y la temperatura superficial del aire afectan a las comunidades de macroinvertebrados marinos. (Cordero, 2016).

Entre las clases de macroinvertebrados influenciadas por la temperatura tenemos a los gasterópodos, equinodermos, bivalvos, poliquetos y los crustáceos puesto que parámetros como el pH, los niveles de oxígeno en el agua (OD), la temperatura y la salinidad, influyen en procesos fisiológicos que llevan a cabo estos organismos, variando la distribución, reproducción y alimentación de manera directa. Considerando las mediciones de las condiciones ambientales es posible visualizar y analizar que procesos pueden ser alterados o simplemente determinar si se trata de un bioindicador tan solo por su presencia o ausencia. De esta manera que se ha logrado categorizar los niveles de parámetros fisicoquímicos a los cuales pueden resistir ciertos invertebrados, llegando a conclusiones como en el caso del pH, el cual al ser más ácido afecta a la quitina de los exoesqueletos en algunos crustáceos, haciendo incluso que mueran al momento de no poder migrar del medio afectado (Sarzosa & Tipanguano, 2023).

## 2. JUSTIFICACIÓN

A través de esta investigación se propone analizar y comprender la relación entre las condiciones fisicoquímicas y las comunidades de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita"; información científica relevante para el establecimiento de estrategias de conservación y manejo de este ecosistema costero. Sabiendo que los macroinvertebrados marinos desempeñan un papel fundamental en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas bentónicos del mar. Se los considera como indicadores sensibles de la calidad ambiental y cumplen algunas funciones importantes, como la descomposición de materia orgánica y la regulación de poblaciones pertenecientes a organismos del mismo medio. El estudio de estos seres vivos proporciona información valiosa sobre el estado de salud del ecosistema y permite evaluar su resiliencia frente a cambios ambientales (Campos, 2012).

En la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita", es crucial comprender cómo los cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua pueden afectar a las comunidades de macroinvertebrados marinos presentes en esta zona de acceso limitado. Aunque se han realizado diversos estudios en las zonas intermareales rocosas de la provincia de Santa Elena, existe una escasa información sobre cómo estos cambios afectarán a las comunidades de macroinvertebrados marinos en esta zona. Al comprender la relación entre las condiciones fisicoquímicas y los macroinvertebrados marinos presentes en el área ya mencionada, se podrán identificar posibles impactos y desarrollar estrategias de conservación y manejo adaptativas (Giacometi, 2019). Esta investigación contribuye al conocimiento científico existente y proporcionará información relevante para la toma de decisiones en la gestión de este valioso ecosistema costero. Además, los hallazgos

podrían tener implicaciones más amplias para comprender los efectos de los cambios ambientales en las comunidades marinas en otras áreas geográficas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita, mediante técnicas de medición y obtención de parámetros, el protocolo NaGISA y análisis estadísticos, determinando posibles cambios en la presencia de bioindicadores del ecosistema.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Establecer los parámetros fisicoquímicos de la playa La Viejita con equipos de medición y plataformas de instituciones nacionales.
- Determinar la diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos en playa La Viejita mediante índices ecológicos, la aplicación del protocolo NaGISA y técnicas de identificación.
- Relacionar los parámetros fisicoquímicos con la diversidad y densidad de macroinvertebrados mediante análisis de correspondencia canónica y análisis de correlación.

### **4. HIPOTESIS**

Existe una relación entre los parámetros fisicoquímicos y las comunidades de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita".

## CAPÍTULO II

### 5. MARCO TEÓRICO

#### 5.1 Antecedentes

En un estudio realizado por Cardenas (2020), se enfocó en examinar los patrones pertenecientes a la diversidad de especies dentro de las comunidades de la costa rocosa o intermareal rocosa a lo largo de las costas de América del Sur, siguiendo los Gradientes Latitudinales (GLD). El objetivo fue investigar los procesos que podrían sustentar o interrumpir estos patrones esperados de los gradientes latitudinales (GLD) a diferentes escalas espaciales. Los resultados de la investigación mostraron que la composición de especies cambió según la latitud en ambas costas. Se observó que el reemplazo de especies fue el fenómeno predominante a todas las escalas espaciales, representando más del 95% de los cambios observados, mientras que la pérdida total de especies fue inferior al 5%. La diversidad de especies demostró una fuerte dependencia del componente de diversidad y de la escala espacial. Se encontró una relación positiva entre la diversidad beta y el nivel regional y una relación negativa entre la diversidad normal y alfa con el nivel de sitio. La variable más destacada para explicar los patrones de diversidad en las costas estudiadas fue la temperatura de la superficie del mar (TSM), explicando entre el 14% y el 22% de la variación observada. Mientras que los parámetros regionales y locales también contribuyeron, aunque en menor medida, representando cada una entre el 5% y el 14%. Los resultados permitieron apreciar que los patrones de diversidad de especies siguieron los gradientes latitudinales con algunas interrupciones y que la descripción de la diversidad dependió de la escala y de la métrica seleccionada. Cardenas (2020), en su propuesta hace mención que los

procesos locales y regionales se ven influenciados significativamente a diferentes escalas en los valores de diversidad.

Un antecedente relevante relacionado con las variables físicas, químicas y microbiológicas en relación con la presencia de macroinvertebrados en litorales rocosos de Santa Elena, Ecuador es un estudio titulado "Relación entre variables ambientales y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en ecosistemas costeros rocosos" realizado por Hidalgo (2016).

Los autores examinaron la relación entre las variables ambientales y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en litorales rocosos de la región de Santa Elena, Ecuador. Su enfoque buscó analizar la diversidad, riqueza, uniformidad, pH del agua, oxígeno disuelto, niveles de hidrocarburos totales (TPH) y Coliformes totales en diferentes puntos o estaciones de muestreo.

Los resultados mostraron la diversidad, riqueza y uniformidad de los macroinvertebrados, estaban de una manera relacionadas con factores como el pH del agua y el oxígeno disuelto. Estas variables tuvieron una mayor incidencia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en las estaciones de muestreo.

Además, los investigadores observaron que el nivel de TPH y los Coliformes totales también influían en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados. Se encontró que Ballenita se diferenciaba de los demás debido a los niveles anormales de hidrocarburos, mientras que en La Chocolatera y La Lobería se caracterizaban por los niveles de oxígeno disuelto y pH del agua.

Estas investigaciones recalcan la importancia de las variables físicas, químicas y microbiológicas sobre la presencia y distribución de los macroinvertebrados en los litorales rocosos de Santa Elena. Además, resaltan la influencia de factores como el pH del agua, el oxígeno disuelto y la contaminación por hidrocarburos en la estructura de la comunidad de los organismos mencionados en sus ecosistemas.

## **5.2 Ecosistemas marinos**

Los ecosistemas marinos son increíblemente diversos, por tener una gran variedad de formas de vida que interactúan entre sí (Alverson et al., 2008). Considerando la complejidad y tamaños de los corales y los peces en los arrecifes coralinos e incluso las ballenas recorriendo los océanos, cada espacio perteneciente a los ecosistemas marinos está constituido mayormente de vida. Estos ecosistemas también suelen incluir manglares, estuarios, praderas marinas y fosas oceánicas. Estos hábitats tienen su propia comunidad de organismos los cuales se adaptan de una manera increíble a las condiciones particulares de su entorno (Álvarez & Rodríguez, 2018). Suelen referirse a los arrecifes de coral como los "bosques tropicales del mar" debido a la cantidad de especies que albergan y las conexiones entre organismos que se desarrollan en el medio (Stow, 2024). El 25% o más de todas las especies marinas dependen de las condiciones que les brindan los arrecifes de coral, y también se considera que en algún momento de su existencia dependieron expresamente de aquí (Batten, 2023). Además de los corales y los peces, los arrecifes de coral albergan una amplia gama de organismos, como esponjas, moluscos, crustáceos y equinodermos (Sánchez & Angarita, 2012). Estos ecosistemas funcionan como una especie de guardería natural para los peces y proporcionan un hogar para muchas especies.

Los ecosistemas marinos tienen que ver con el funcionamiento del planeta de una manera muy importante. Los océanos funcionan como un almacén de carbono, absorbiendo cantidades exorbitantes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera y ayudan a frenar el avance del cambio climático (Etchegaray & Flores, 2023). Además, la fotosíntesis realizada por las microalgas pertenecientes al fitoplancton marino produce aproximadamente la mitad del oxígeno que llega a nuestros pulmones (Chevez, 2021). Estos organismos microscópicos son de gran importancia para mantener el equilibrio de los niveles de oxígeno en la atmósfera y permitir que la vida en la Tierra vaya correctamente.

A pesar de lo importante que son los ecosistemas marinos, están bajo una creciente presión debido a las actividades humanas desmedidas. La sobrepesca, la contaminación, el cambio climático y la destrucción del hábitat son las principales amenazas que afectan a estos ecosistemas. La pesca excesiva menora las poblaciones de peces y desequilibra la cadena trófica de los ecosistemas marinos, mientras que la contaminación, como los derrames de petróleo y contaminación por desechos plásticos, afectan negativamente a la vida marina y a estos ecosistemas (Acero & Polanco, 2017).

### **5.3 Características del intermareal rocoso**

Las zonas intermareales rocosas son caracterizadas por sus cualidades únicas y complejas en el ámbito ambiental, además, gracias a los diversos sustratos existe una gran heterogeneidad, debido, a la alta diversificación de parámetros físicos como: la temperatura, el oxígeno disuelto, sólidos disueltos, nutrientes, conductividad, salinidad y varias condiciones atmosféricas. Estos factores interactúan en espacios

limitados o específicos, ejerciendo una gran presión de selección sobre las especies bentónicas presentes (Underwood, 1981).

En estas zonas poseen un difícil acceso y ambientes con gran complejidad, donde las condiciones físicas experimentan una fuerte variación. La combinación de factores como la marea, el accionar de las olas, variación en sedimentos, desecación, temperatura y salinidad resultan en una notable complejidad ambiental y una gran heterogeneidad en estos espacios específicos. Las especies bentónicas que se encuentran en estas áreas enfrentan una poderosa presión de selección como resultado de esta combinación de factores (Pedraza Venegas, 2011; Silva et al., 2015).

Los intermareales rocosos están divididos en: supralitoral, mesolitoral e infralitoral, todos con características distintas en cuanto a su exposición al agua y al aire. En el nivel supralitoral existe una región o área de transición entre los ambientes terrestres y marinos, que se mantiene en exposición de manera constante. Las condiciones del oleaje varían el tamaño que ocupa cada zona, y recibe humedad a través de la aspersion o la vaporización de las olas (Batten, 2023). El nivel mesomareal está cubierto por el agua durante las mareas altas y expuesto a las condiciones aéreas durante las bajamares. El último nivel que es el submareal o infralitoral se mantiene sumergido la mayoría del tiempo, aunque algunas veces puede tener exposición al igual que sus zonas adyacentes. Cada una de estas zonas posee características y subdivisiones (Marin y Shanks, 2011).

Existe mucha importancia en la topografía, ya que está muy influenciada por la acción y fuerza de las olas. Se ha registrado que, en las costas con grandes pendientes o estructuras acantiladas, las olas generan un efecto más notable. En contraste en las costas planas, existen pendientes moderadas y líneas costeras con gran amplitud longitudinal, como también, perfiles irregulares donde se observa el accionar de las olas más moderadas que el resto de las zonas (Cubit, 1984).

Otro punto importante en las áreas costeras es la dinámica de los sedimentos. Mantener el equilibrio en la línea de costa es fundamental, especialmente en zonas con una gran deriva litoral, ya que pueden producirse depósitos estacionales de arena (Batten, 2023). La gran acumulación de arena en las playas y áreas rocosas mareales provocan una disminución notable en la densidad y distribución de fauna y flora de los intermareales y submareales. Además, se determinó en un estudio que la granulometría de arena y la sedimentación pueden alterar la composición de las estructuras biológicas o comunidades macrobentónicas en estos lugares (Marin y Shanks, 2011).

#### **5.4 Ecosistema bentónico**

Las comunidades bentónicas se encuentran en dos áreas principales: el área litoral y el área abisal. La zona litoral es donde se encuentra la mayor diversidad de especies, aunque los organismos que viven allí han desarrollado métodos para protegerse contra la exposición al sol y los cambios de marea (Ochoa, 2019). Algunos animales excavan en la arena húmeda para evitar los cambios de marea, mientras que otros se refugian en sus conchas para retener agua dentro (Fernandez, 2016).

La zona intermareal, a la que se puede acceder fácilmente durante la bajamar, es un lugar ideal para la investigación y proporciona información importante sobre el estado de un ecosistema. En esta región se encuentran macroinvertebrados bentónicos conocidos como indicadores biológicos, lo que los convierte en organismos fáciles de observar en el trabajo de campo (Franco, 2019).

La región submareal, que se encuentra más alejada de la costa y siempre está cubierta por el mar, se puede explorar con equipos de buceo o snorkel, y su límite está afectado por el nivel de la marea baja.

El término "litoral arenoso fangoso" se refiere a un sistema ecológico marino que presenta sedimentos con características variadas como resultado de la combinación de arena y fango. Estos sedimentos se encuentran con frecuencia estratificados. Los organismos que habitan en un suelo o sedimento se adaptan a sus características mecánicas (Franco, 2019).

### **5.5 Condiciones Físicoquímicas**

Las condiciones físicoquímicas son factores físicos y químicos del entorno que influyen en los organismos y al desarrollo de los ecosistemas. Las condiciones físicas más influyentes sobre estos individuos incluyen la temperatura, la luz, la salinidad, la turbidez y la disponibilidad de oxígeno (Macias & Mera, 2024). Estos factores afectan a los organismos de forma directa, como la temperatura que influye en procesos metabólicos y en la reproducción. La luz es esencial para organismos fotosintéticos y puede limitar la distribución de los organismos acuáticos presentes. La salinidad y la turbidez afectan la adaptación de los organismos marinos y la

cantidad de alimento presente en el medio. La respiración de los organismos acuáticos depende de la disponibilidad de oxígeno, que varía según la temperatura y a biología de las especies (Macias & Mera, 2024).

El pH, la concentración de nutrientes, la presencia de contaminantes, la composición química del agua y la disponibilidad de elementos esenciales son ejemplos de condiciones químicas. El pH del agua es una medida de su acidez o alcalinidad y puede influir en la disponibilidad de nutrientes y la toxicidad de sustancias químicas producidas ya sea de manera natural o de manera antropogénica.

### **5.6 Temperatura**

Dado que tiene un impacto significativo en el desarrollo de los organismos a lo largo de algunas de sus etapas de vida, la temperatura es un factor importante en los ecosistemas marinos. El intercambio gaseoso como el elemento oxígeno y la molécula de dióxido de carbono en los ecosistemas marinos, puede verse significativamente afectado por las variaciones de los valores de la temperatura. La temperatura promedio en los océanos y a diferentes profundidades es de alrededor de 4°C, aunque puede haber desde menos de 2°C hasta 32°C. La distribución y adaptación de los organismos marinos en diferentes áreas y profundidades del océano están significativamente influenciadas por esta variabilidad térmica (Nogueira & Nogueira, 2012)

### **5.7 Salinidad**

La cantidad total de sales inorgánicas disueltas en el agua de mar se conoce como salinidad. Este parámetro se puede cuantificar de manera porcentual en partes por mil y en partes por millón (ppt, ppm o ‰).

Según Keener et al., (2002), La salinidad del medio marino puede verse afectada por una variedad de factores ambientales. La luz solar, por ejemplo, contribuye a la evaporación del agua dulce, lo que afecta la salinidad. Además, las precipitaciones inestables diluyen las concentraciones iónicas en el agua de mar, lo que es otro factor que puede afectar la salinidad del océano.

El pH, que representa el potencial de hidrógeno, indica el nivel de acidez o alcalinidad de una solución o un sustrato en algunos casos, y su escala internacional varía de 0 a 14 (Moreno et al.,2023). El pH del agua de mar es particularmente importante para el ámbito biológico porque puede influir en varios cambios y afectar a las especies que viven allí. Si el pH es inferior a 7, la solución se considera ácida, mientras que, si el pH es mayor a 7, se denomina básica o alcalina. Estas variaciones de pH pueden alterar los ecosistemas marinos e incluso influir en la migración de las especies que dependen de ese medio (Navarro, 2018).

### **5.8 Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto presente en el agua marina es un recurso químico esencial de la vida marina y su presencia es necesaria en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Cuando se menciona oxígeno (O<sub>2</sub>) disuelto en el campo químico, se refiere a la cantidad de oxígeno molecular (O<sub>2</sub>) gaseoso que se encuentra distribuido

en el agua y disponible para el consumo de los organismos acuáticos (Macias & Mera, 2024).

Hay dos fuentes principales de oxígeno disuelto en el agua de mar. La primera es la difusión desde la atmósfera, donde las olas y la turbulencia cambian el oxígeno entre el aire y la superficie del agua. La segunda fuente es la producción de oxígeno de tipo fotosintético, producido de organismos como las macroalgas y microalgas, que utilizan la energía solar para realizar un intercambio gaseoso, transformando el dióxido de carbono en oxígeno durante dicho proceso como fotosíntesis (Batten, 2023).

Muchos factores afectan la disponibilidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua marina. Uno de los principales factores que afectan la concentración de oxígeno disuelto es la temperatura del agua. La capacidad del agua para retener oxígeno aumenta a bajas temperaturas, mientras que disminuye a temperaturas más altas. Debido a la capacidad de retención que posee el agua salada, se mantiene en la columna de agua poco oxígeno en comparación con el agua dulce, también, la salinidad del agua puede influir fuertemente en la cantidad de oxígeno disuelto (Macias & Mera, 2024).

## **5.9 Conductividad eléctrica**

La capacidad del agua para conducir corriente eléctrica de manera iónica se conoce como conductividad eléctrica (EC). La presencia de sales y otros minerales disueltos en el agua lo explica. La conductividad se mide en siemens por metro (S/cm) o microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

La conductividad está directamente influenciada por la salinidad del agua, que es la concentración total de sales disueltas en el agua. La conductividad del agua aumenta con la concentración de sales. Esto se debe a que los iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ), cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) actúan como conductores de corriente eléctrica (García, 2012).

### **5.10 Sólidos totales disueltos**

Los sólidos disueltos totales (SDT o TDS) son el resto que queda después de evaporar una muestra de agua filtrada a través de un filtro de fibra de vidrio de 1.5 micras, que se calienta a  $180^\circ\text{C}$  y se mide su concentración en mg/L. Todas las sales, minerales, metales y otros compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos en agua, incluidos los que pasan el filtro, están incluidos en los SDT. Estas sustancias disueltas se pueden encontrar en aguas superficiales y subterráneas, residuos humanos e industriales, efluentes urbanos y agrícolas, y sales arrastradas por la lluvia o el deshielo (Arellano & Lindao, 2019)

### **5.11 Invertebrados**

Aproximadamente el 95% de todas las especies conocidas son invertebrados, el grupo animal más diverso y numeroso. Desde microorganismos unicelulares hasta organismos multicelulares extremadamente complejos, tienen una amplia gama de formas y tamaños (Blanco & Blanco, 2023).

La ausencia de columna vertebral es la característica principal que distingue a los invertebrados. En su lugar, exhiben esqueletos internos, exoesqueletos e

hidroesqueletos. Además, en contraste con la simetría radial de los cnidarios y ctenóforos, los invertebrados se distinguen por su simetría bilateral o radial. La presencia de una amplia variedad de sistemas de reproducción, locomoción y alimentación que varían según los diversos grupos taxonómicos es otro rasgo distintivo (Cano & Macias, 2006).

Los invertebrados cumplen una variedad de funciones dentro de los ecosistemas. Muchos invertebrados marinos funcionan como filtradores en los ambientes acuáticos, alimentándose mediante filtración de partículas en suspensión y contribuyendo a la purificación del agua (Moreno, 2021). Los invertebrados también cumplen funciones importantes en la cadena alimentaria, como depredadores, herbívoros y descomponedores. Por ejemplo, los insectos polinizadores son esenciales para la reproducción de las plantas terrestres, mientras que los poliquetos marinos son esenciales descomponedores de materia orgánica en el fondo marino (Ríos & Torres, 2022).

Los invertebrados desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas. Los organismos descomponedores ayudan a descomponer la materia orgánica y reciclan nutrientes importantes para las plantas. Además, muchos invertebrados actúan como polinizadores, facilitando la reproducción de plantas con flores y la producción de frutas y semillas. Debido a que son presa de varios depredadores, incluyendo mamíferos y aves, los invertebrados son vitales para las cadenas alimentarias (Cano & Macias, 2006).

Debido a su diversidad, adaptaciones distintivas y potencial para el descubrimiento de nuevos compuestos bioactivos, los invertebrados han sido objeto de numerosos estudios científicos. Algunos invertebrados, como los moluscos y los anélidos marinos, producen sustancias químicas que tienen características farmacológicas, que han servido en la investigación de medicamentos y terapias. Además, los invertebrados, como las moscas de la fruta y los gusanos nematodos, se han convertido en modelos para la investigación genética y biológica del desarrollo (Ríos & Torres, 2022).

### **5.12 Macroinvertebrados**

Los macroinvertebrados, que son organismos invertebrados de tamaño considerable, son esenciales para los ecosistemas acuáticos y terrestres. Estos organismos, que son visibles a simple vista, pertenecen a una amplia gama de grupos taxonómicos, incluidos artrópodos, moluscos, anélidos y equinodermos (Chilán & Ortega, 2012). Los macroinvertebrados pueden colonizar una amplia gama de hábitats acuáticos y terrestres debido a su gran diversidad de formas, tamaños y adaptaciones. En los ecosistemas terrestres, se encuentran en suelos, hojarasca y humus; en los ecosistemas acuáticos, se encuentran en ríos, lagos, estuarios y océanos (Batten, 2023). Esta diversidad surge a partir de la adaptación de los macroinvertebrados a condiciones ambientales específicas, en algunos casos extremas para su biología. Estas adaptaciones incluyen la capacidad de los macroinvertebrados para tolerar factores físicos y químicos del medio, así como la disponibilidad de alimentos y refugio.

Los macroinvertebrados cumplen funciones importantes en los ecosistemas. En los ecosistemas acuáticos, desempeñan funciones de descomposición, fragmentación y consumo de materia orgánica, lo que contribuye a la descomposición y ciclado de nutrientes (Tamaris, 2018). Muchos macroinvertebrados acuáticos actúan como presas o depredadores en las cadenas alimentarias dulceacuícolas y marinas, controlando las poblaciones de otros organismos de reproducción acelerada. En los ecosistemas terrestres los macroinvertebrados ayudan a la descomposición y mineralización de la materia orgánica, mejorando la estructura del suelo y aumentando la fertilidad (Batten, 2023).

Los macroinvertebrados marinos se utilizan con frecuencia para detectar la contaminación antropogénica en los océanos. El entorno bentónico puede acumular la energía del medio ambiente y controlar o modificar una variedad de procesos físicos, químicos, geológicos y biológicos que pueden ocurrir. Por lo tanto, es importante para el ciclo vital de los océanos (de la Torre, 2001). Estos organismos que viven dentro o sobre el sedimento marino juegan un papel crucial en una variedad de aspectos de los recursos marinos, dentro en la masa de agua como en el sedimento. También juegan un papel importante en la suspensión y reciclaje de energía que, de no ser así quedaría en el fondo del mar. (Elias et al., 2021).

A los macroinvertebrados se les utiliza como bioindicadores para medir la calidad del ambiente acuático y terrestre. La presencia, abundancia y diversidad de macroinvertebrados pueden indicar la salud y el estado de conservación de los ecosistemas. Algunos grupos de macroinvertebrados son más susceptibles que otros a la contaminación y las perturbaciones ambientales, lo que facilita la identificación

de cambios y alteraciones ambientales (Ladrera et al., 2013). Por ejemplo, la ausencia de ciertas especies de macroinvertebrados acuáticos puede indicar una mala calidad del agua, mientras que la presencia de especies tolerantes puede ser indicativa de una degradación ambiental.

### **5.13 Macroinvertebrados marinos**

Los macroinvertebrados juegan un papel crucial en los ecosistemas marinos. Estos organismos sin columna vertebral son visibles a simple vista, a diferencia de los microinvertebrados que requieren un estereoscopio para ser observados. Las zonas intermareales son áreas costeras que están expuestas al aire durante la bajamar y sumergidas bajo el agua durante la pleamar. A pesar de su complejidad, estas zonas desempeñan un papel vital. Debido al constante flujo y reflujo de las mareas, los niveles de agua, la salinidad y la temperatura en estas áreas experimentan cambios drásticos a lo largo del día (Batten, 2023).

Los macroinvertebrados han desarrollado adaptaciones únicas para sobrevivir en los hábitats rocosos marinos. Este grupo incluye una variedad de organismos como erizos, caracoles, bivalvos, cangrejos, anémonas, gusanos poliquetos, corales y estrellas de mar, entre otros. Cada uno desempeña un papel crucial en el ecosistema al mantener la diversidad, la productividad primaria y el equilibrio en las zonas intermareales (Genzano, 2010).

Estos macroinvertebrados son esenciales en el ecosistema intermareal, ya que sirven como alimento para otros animales y depredan sobre organismos más pequeños, siendo clave en la cadena alimentaria. Además, juegan un papel vital en la aeración

de los sustratos y el reciclaje de nutrientes en el medio ambiente. Su presencia, distribución y abundancia son indicadores cruciales para evaluar la salud general del ecosistema marino, proporcionando insights sobre su estado (Sisquiarco, 2023).

Es crucial destacar que la diversidad y densidad de macroinvertebrados pueden variar significativamente entre diferentes áreas intermareales, afectadas por factores como la ubicación geográfica, la disponibilidad de alimentos y las perturbaciones humanas o naturales. Por lo tanto, la conservación de estos hábitats delicados es fundamental para preservar la salud y la biodiversidad de los ecosistemas marinos (Cedeño y Quinteros, 2016).

#### **5.14 Macroinvertebrados marinos como indicadores biológicos**

Los macroinvertebrados marinos incluyen crustáceos, moluscos, equinodermos, cnidarios y anélidos. Estos organismos viven en varios lugares en el mar, desde las costas hasta los fondos marinos, así como en los arrecifes de coral y los lechos de algas (Orellana, 2022). Su diversidad biológica y abundancia los convierten en excelentes indicadores de la salud del ecosistema marino, para sacar conclusiones de manera científica.

Los macroinvertebrados marinos son buenos indicadores biológicos debido a su estrecha conexión con el entorno donde residen. Las modificaciones en las condiciones del agua, la calidad del sedimento y la disponibilidad de alimentos tienen un impacto directo en estos organismos. Por consiguiente, los cambios en el ecosistema marino pueden afectar tanto positiva como negativamente la abundancia, distribución y diversidad de estos seres vivos (Batten, 2023).

La presencia o ausencia de ciertos grupos de macroinvertebrados marinos suelen ser indicativo de cambios importantes en el ecosistema. Se sabe que los equinodermos, incluidos los erizos de mar y las estrellas de mar, son sensibles a la contaminación del agua y a los cambios en la composición del sedimento. Su disminución en una zona específica puede indicar la presencia de contaminantes o la degradación del hábitat allí (Orellana, 2022).

De manera similar, se utiliza ampliamente a los moluscos bivalvos, como los mejillones y las almejas, como indicadores biológicos en investigaciones sobre la calidad del agua. Estos organismos filtran cantidades significativas de agua y tienen la capacidad de acumular contaminantes en sus tejidos. La presencia de moluscos bivalvos sanos en un lugar puede indicar una buena calidad del agua, mientras que su ausencia o deterioro en su salud puede indicar contaminación o problemas ambientales (de la Lanza & Pulido, 2000).

Los macroinvertebrados marinos también pueden revelar la estructura y funciones de los ecosistemas marinos. Los crustáceos, como los cangrejos y los camarones, juegan un papel crucial en la cadena alimenticia y en la descomposición de la materia orgánica en las zonas abisales marinas. La presencia y la diversidad de estas características pueden indicar la salud y la productividad del ecosistema marino (Mercedes, 2021)

Los macroinvertebrados marinos son cruciales para la alimentación de peces, aves y otros organismos marinos, además de servir como indicadores biológicos. Las

poblaciones de estas especies y la dinámica de los ecosistemas marinos en general pueden verse afectadas por su abundancia y disponibilidad (Rosas, 2013).

Para utilizar los macroinvertebrados marinos como indicadores biológicos, se llevan a cabo muestreos y análisis en diferentes sitios y momentos para evaluar su presencia, abundancia y diversidad. Estos datos se comparan con estudios de referencia o con sitios no afectados para determinar los cambios y la salud del ecosistema.

## **5.15 Descripción de las clases de macroinvertebrados encontrados en el Área de investigación**

### **5.15.1 Clase Malacostraca**

Los Malacostraca son crustáceos que forman parte del filo Artrópoda y del subfilo Crustáceos. Estos invertebrados acuáticos tienen una estructura corporal dividida en catorce partes, distribuidas en las regiones cefálica, torácica y abdominal. La región cefálica, situada en la parte superior de la cabeza, incluye antenas, ojos compuestos y un aparato bucal especializado para la alimentación (Batten, 2023). El tórax está rodeado con una concha y contiene órganos con apéndices utilizados en el día a día. La parte abdominal consta de seis o siete segmentos, y algunos malacostráceos tienen una pequeña estructura de tipo apéndice llamada gasterópodo. Estos crustáceos pueden habitar una variedad de ecosistemas oceánicos, tanto en aguas saladas como en aguas dulces (Rogers et al., 2020).

Debido a su dieta, que consiste principalmente en otros organismos vivos, los malacostráceos son principalmente carnívoros. Sin embargo, algunos también se alimentan de materia orgánica en descomposición o carroña, desempeñando un papel crucial en la supervivencia de los ecosistemas. Los cangrejos ermitaños, las langostas y los cangrejos son depredadores de moluscos y peces pequeños, siendo elementos importantes en las cadenas alimentarias de los ecosistemas marinos (Rogers et al., 2020).

La presencia y función de los malacostráceos en los ecosistemas marinos son fundamentales. Su capacidad para regular las poblaciones de presas ayuda a mantener el equilibrio en las comunidades acuáticas. Además, al alimentarse de materia orgánica en descomposición, contribuyen a la descomposición y al ciclo de nutrientes de los animales muertos, afectando así el flujo de energía y los ciclos de nutrientes en los ecosistemas acuáticos.

### **5.15.2 Clase Anthozoa**

Las anémonas, como *Bunodosoma* y *Actinostella*, desempeñan un papel crucial en los ecosistemas marinos al servir de hábitat para diversas especies y regular la cadena alimentaria. Estos organismos se encuentran comúnmente en las zonas rocosas del intermareal a lo largo de la costa ecuatoriana (Lancellotti y Vasquez, 2000; Durán et al., 2022). Poseen una estructura simple pero funcional, con simetría bilateral o radial dividida en ejes oral y aboral, lo que les permite adaptarse a diferentes entornos (Flora, 2013). Junto con pólipos de coral y medusas, contribuyen significativamente a la diversidad de hábitats marinos, ofreciendo refugio y alimento a diversos organismos marinos (Batten, 2023).

Estas anémonas, conocidas por su capacidad depredadora utilizando tentáculos urticantes llamados cnidosistos, juegan un papel crucial en el ciclo de nutrientes de los ecosistemas marinos. Además de regular las poblaciones de presas y mantener el equilibrio de las cadenas tróficas, ayudan en el reciclaje de nutrientes al liberarlos nuevamente al ambiente a través de sus excreciones (López-Martínez, 2019). Su presencia no solo beneficia a otros organismos marinos al proporcionar refugio y alimento, sino que también contribuye a la estabilidad y equilibrio de los ecosistemas marinos, asegurando la disponibilidad de nutrientes y promoviendo la productividad biológica (López-Martínez, 2019).

### **5.15.3 Clase Bivalva**

Los bivalvos, como mejillones, ostras, vieiras y almejas, se caracterizan por tener una concha compuesta por dos valvas. En especies fijas como las ostras, la valva superior, que está conectada al sustrato, es más grande que la inferior. Estas valvas son mantenidas unidas por grandes músculos aductores ubicados en la parte superior del cuerpo (Brigitte, 2021; Hickman et al., 2020; Rupp y Hayward, 2009). El pie, presente en todos los géneros excepto los sedentarios, se adapta funcionalmente para cavar madrigueras. Los bivalvos tienen una cabeza pequeña que carece de rádulas, y la mayoría posee un par de branquias grandes que facilitan la respiración y la captura de partículas de alimentos diminutas.

Estos organismos son conocidos como filtradores debido a su habilidad para capturar partículas suspendidas en el agua a través de sus branquias. Los cilios en las branquias

generan corrientes de agua que atrapan fitoplancton y materia orgánica en suspensión, moviendo las partículas hacia la boca del bivalvo mientras el agua fluye a través de ellas. Esta capacidad de filtración es crucial para los ecosistemas acuáticos, ya que no solo provee nutrientes esenciales para los bivalvos, sino que también ayuda a mantener la claridad del agua y controlar la concentración de organismos microscópicos (Brigitte, 2021). Además, las conchas de los bivalvos proporcionan hábitats y refugio para otros organismos marinos, contribuyendo aún más a la biodiversidad y estabilidad de los ecosistemas acuáticos (Rodney et al., 2009; Montagna et al., 2026).

#### **5.15.4 Clase Gasterópoda**

Los gasterópodos, según lo señalado por Lozano-Guzmán et al. (2020), constituyen el grupo más diverso dentro de los moluscos, con aproximadamente 35,000 especies vivas y unas 15,000 especies fósiles. Su capacidad de adaptación les ha permitido colonizar una amplia gama de entornos tanto acuáticos como terrestres. Este grupo incluye desde formas primitivas como las lapas hasta especies más evolucionadas como las babosas y los caracoles, que pueden respirar aire. En los trópicos, los caracoles tienen un tamaño promedio de entre 1 y 8 cm, pero pueden encontrarse desde ejemplares muy pequeños hasta varios decímetros. Los gasterópodos se encuentran en diversos hábitats marinos, desde el intermareal hasta profundidades oceánicas, e incluso incluyen especies pelágicas que habitan en aguas abiertas.

Además de su presencia en ambientes marinos, los gasterópodos también habitan en aguas salobres, dulces y terrestres, donde su distribución está influenciada por factores como el contenido mineral del suelo, la humedad y la acidez. Estos animales han logrado colonizar una amplia variedad de áreas, desde regiones congeladas como

los polos hasta bosques, áreas áridas, árboles y diferentes tipos de suelos, incluso adoptando formas parasitarias debido a su gran capacidad de adaptación. La capacidad de adaptarse a una diversidad de entornos es un ejemplo destacado de su éxito evolutivo y su habilidad para prosperar en diferentes condiciones ambientales (Batten, 2023).

#### **5.15.5 Clase Echinoidea**

Los equinodermos estudiados por Silva et al. (2001) y Sánchez Bonilla (2022) carecen de brazos y tienen una forma esférica con apariencia aplanada y redondeada. Según estos estudios, los osículos se fusionan en estos organismos para formar púas móviles y ornamentales. Presentan estrías y espinas de color púrpura oscuro. El cuerpo de estos equinodermos es circular o ligeramente alargado, con entre seis y ocho pares de poros dispuestos a lo largo del área. Exhiben áreas poríferas estrechas debido a la organización de entre cuatro y seis poros en series verticales. La concha de estos organismos, documentada por Vallejo (2007) y Sánchez Bonilla (2022), tiene un grosor considerable y una forma ovalada con una superficie ventral cóncava y un dorso convexo. Se observa una notable proximidad entre los tubérculos primarios ambulacrales. Estos equinodermos tienen una concha que varía en grosor de 6 a 33 milímetros y una altura de 3 a 19 milímetros (Batten, 2023).

#### **5.15.6 Clase Asteroidea**

Los equinodermos, también conocidos como asteroideos, tienen una amplia variabilidad en tamaño, desde ejemplares pequeños de apenas 2 cm hasta otros que pueden superar el metro de diámetro (Armas & Herrera, 2023). Estos organismos

tienen un cuerpo discoidal del cual crecen brazos de longitud variable según el género. Se encuentran en una variedad de sustratos marinos, desde fondos rocosos hasta estructuras blandas, habitando desde áreas intermareales hasta profundidades abisales que pueden superar los 5000 metros (Buyami, 2019).

Cada brazo de un asteroide presenta un surco ambulacral en su parte inferior, donde se encuentran pequeños orificios para los pies de tubo. Este surco está cubierto de espinas que protegen el ambulacrum. En la punta de cada brazo, el pie de tubo actúa como un órgano sensorial que detecta vibraciones y estímulos químicos, a veces con pigmentos rojos que funcionan como rudimentarios órganos visuales (Vásquez, 2023).

La superficie externa de los asteroides está formada por diminutas placas calcificadas llamadas osículos, entre las cuales se proyectan extensiones delgadas conocidas como pápulas. Estos organismos desempeñan diversas funciones biológicas en su hábitat marino, incluyendo la capacidad notable de regenerar brazos perdidos y contribuir al equilibrio ecológico de los ecosistemas marinos, temas destacados en la investigación de Vásquez (2023).

#### **5.15.7 Clase Ophiuroidea**

Los invertebrados marinos con brazos delgados y sin surcos ambulacrales se reconocen fácilmente por su disco central, como señaló Moreno (2020). Aunque a menudo se confunden con individuos de la clase Asteroidea debido a su tamaño y estructura similar, se distinguen por la presencia de vértebras esqueléticas en sus apéndices. Este rasgo se observa en las estrellas de brazos delicados, conocidas también como ophiuras,

según indican Varela & Sánchez (2019) y Sánchez Bonilla (2022). Estos organismos específicos se encuentran en zonas marinas con profundidades que van desde la zona intermareal hasta aproximadamente 6000 metros (Fernandez & Carvajal, 2018).

A diferencia de otros grupos de equinodermos, estas especies muestran su mayor diversidad y abundancia en el océano Atlántico, especialmente en la zona tropical que va desde el golfo de México hasta los mares de Europa. Estudios realizados por Blanco (2017) y Sánchez-Bonilla (2022) han documentado este patrón.

#### **5.15.8 Clase Polichaeta**

Los poliquetos, también conocidos como Polychaeta, son anélidos que representan el grupo más grande de este filo, con alrededor de 10,000 especies descritas. Son considerados los más primitivos dentro de su grupo y muestran notables similitudes con los primeros anélidos. Principalmente acuáticos, estos organismos se encuentran sobre todo en ambientes marinos (Baez Espinoza, 2015).

Cada segmento del cuerpo de un poliqueto tiene apéndices llamados parápodos, que poseen ramas dorsal y ventral con múltiples cerdas o quetas. Estos apéndices son fundamentales para la locomoción y las capacidades sensoriales de estos animales (Sepúlveda et al., 2003). Los poliquetos son en su mayoría carnívoros y habitan en fondos arenosos. Algunas especies se alimentan de sedimentos como las lombrices de tierra, mientras que otras filtran partículas de alimento del agua. Esta diversidad y adaptabilidad a distintos hábitats marinos hacen de los poliquetos un grupo interesante para el estudio de la evolución y la ecología (Witman y Smith, 2003 citados en Carlton y Ruiz, 2019).

Anteriormente, se pensaba que los poliquetos y otros anélidos eran modelos del ancestro común de los artrópodos debido a características compartidas como la segmentación y la anatomía nerviosa. Sin embargo, los avances en filogenética y análisis moleculares han cambiado esta perspectiva. Los estudios filogenéticos actuales sugieren que los anélidos están más estrechamente relacionados con los moluscos que con los artrópodos. A medida que la ciencia evoluciona con nuevos datos y técnicas de análisis más sofisticadas, es importante estar abierto a revisar ideas anteriores y aceptar nuevas interpretaciones respaldadas por la evidencia científica actual (Macias y Veliz, 2023).

## CAPITULO III

### 6. MARCO METODOLOGICO

#### 6.1 Área de estudio

##### 6.1.1 Coordenadas

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un entorno costero de tipo rocoso conocido como "La Viejita" en Ecuador. Este sitio se encuentra ubicado en la Base Naval de Salinas, en el cantón homónimo de la provincia de Santa Elena, las coordenadas (latitud/longitud) del área son: -2.176406, -80.92077 (**Figura 1**).

**Figura 1**  
*Área de estudio*



*Nota.* La imagen A es una fotografía satelital de la playa La Viejita, tiene un rectángulo rojo que hace referencia al punto exacto donde se ubica el área de estudio, además en la esquina inferior izquierda esta una referencia al punto norte con una flecha color negro. En la imagen B se aprecia el mapa de la provincia de Santa Elena, posee una

flecha roja señalando el área de estudio y en la esquina inferior izquierda hay una referencia al punto norte con una flecha color negro. Tomado de Google Earth, 2023.

### **6.1.2 Áreas colindantes**

La playa "La Viejita" se sitúa en la punta más prominente del Océano Pacífico, limitando al norte con las aguas del Pacífico, Hacia el sur se encuentra la costa de la ciudad., al este con la reserva de fauna marina REMACOPSE y al oeste con la ciudad de Salinas (REMACOPSE, 2023).

## **6.2 División de área**

El área de estudio fue elegida por sus dimensiones óptimas, la misma abarca 177 m<sup>2</sup>, dividida en tres zonas: supralitoral, intermareal e infralitoral (**Figura 2**). Cada zona tendrá un transecto de 50 metros de longitud paralelo a la línea de la costa. La distancia entre las zonas establecidas es de 10 metros entre las mismas, es decir, desde la línea de la costa hasta el primer punto (Supralitoral) habrá 10 metros, siguiente al primer punto existirá una distancia de 10 metros hasta el segundo punto (mesolitoral) y culminará con la misma distancia hasta el siguiente y último punto (infralitoral) (Miloslavich & Carbonini, 2010). En la **Tabla 1** se puede apreciar las coordenadas de las zonas mencionadas.

### **Figura 2**

*División por zonas al área de estudio en intermareal rocoso.*



*Nota.* En la imagen se aprecia como se distribuyen las zonas en el intermareal rocoso en referencia a la marea, dividiendo a la zona litoral en tres subzonas. Tomado de Hernández, 2021.

**Tabla 1**

*Coordenadas de las zonas de monitoreo.*

Zona	Coordenadas
Supralitoral	<b>Inicio:</b> 2°11'06"S 80°59'17"W
	<b>Fin:</b> 2°11'07"S 80°59'16"W
Meslitoral	<b>Inicio:</b> 2°11'05"S 80°59'17"W
	<b>Fin:</b> 2°11'06"S 80°59'15"W
Infralitoral	<b>Inicio:</b> 2°11'04"S 80°59'17"W
	<b>Fin:</b> 2°11'05"S 80°59'15"W

*Nota.* La tabla muestra los valores correspondientes a las coordenadas desde el inicio hasta el final correspondiente a cada zona.

### **6.3 Tipo de enfoque**

La investigación actual posee un enfoque descriptivo y cuantitativo, y la información recopilada se ha utilizado principalmente para un análisis estadístico y comparativo. Esta técnica ha permitido establecer una conexión entre los datos recopilados y las técnicas utilizadas en la investigación.

### **6.4 Permiso de investigación**

Se adquirió el permiso de investigación con el código MAATE-ARSFC-2024-0145 emitido por el MAATE (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica), en el que se autoriza la recolección de especímenes sin fines comerciales para investigación científica.

### **6.5 Metodología**

#### **6.5.1 Condición de marea**

Los muestreos se llevaron a cabo de manera diurna en el punto más bajo de la marea, para mayor facilidad de desplazamiento y toma de datos. Se revisó de manera previa la tabla de marea en plataforma del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

#### **6.5.2 Delimitación de transectos**

En la investigación se utilizó una cinta métrica de 50 metros, la cual estuvo adherida al sustrato utilizando varillas o rocas obtenidas del lugar para evitar que la marea cambie la dirección de la línea del transecto. Se llevaron a cabo tres transectos, cada uno correspondiente a una zona específica: supralitoral, intermareal o e infralitoral. Cada

transecto tuvo 50 metros de largo y se empleó cuadrantes de 1m<sup>2</sup> con 100 cuadros o celdas (**Figura 3**).

### **Figura 3**

*Cuadrante usado en el monitoreo de fauna y flora marina en el protocolo NaGisa.*



*Nota.* En la imagen se aprecia el uso del cuadrante para el registro de la cobertura algas del intermareal rocoso, si bien no se trata de conteo de invertebrados el cuadrante, las dimensiones y el número de celdas es similar, puesto que, se está cumpliendo lo estipulado en el protocolo NaGisa. Tomado de Miloslavich & Carbonini, 2010.

Estos cuadrantes fueron ubicados a intervalos de 10 metros a lo largo de la línea, lo que resultó en un total de 5 cuadrantes (**Figura 4**). Los cuadrantes fueron aplicados en la línea de estudio de manera intercalada de izquierda a derecha. Los monitoreos se llevaron a cabo en intervalos de siete días, lo que implica la ejecución de las mediciones periódicas una vez por semana (Miloslavich & Carbonini, 2010).

### **Figura 4**

*División de zonas en transectos.*



*Nota.* Transecto 1 (T1), Transecto 2 (T2) y Transecto 3 (T3). Obtenido y modificado de Sessa et al., 2013.

### 6.5.3 Obtención de parámetros fisicoquímicos

Se utilizó un multiparámetro 5 en 1 marca OOTDTY modelo C223 que permitió medir la temperatura (°C), pH (0-14), conductividad eléctrica (S/cm), sólidos disueltos (ppt) y salinidad (ppt) del agua. También se empleó un oxímetro marca YSI modelo 550A-12 en el cual fue posible visualizar el valor de oxígeno disuelto en el agua (mg/l). Además, se recopilaron valores de parámetros externos al agua en plataformas web de instituciones nacionales con validez, como la página web del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) que mediante el modelo meteorológico WRF aportó los valores de la humedad relativa (hPa) y temperatura superficial del aire (°C). El modelo meteorológico WRF ha mostrado confiabilidad en sectores no complejos de características similares a la playa la Viejita, como se menciona en el estudio de Jiménez (2014).

Asimismo, se obtuvo de manera diaria la escala de índice de radiación UV del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI), las mismas que fueron categorizadas y adaptadas para el ingreso a la base de datos. Si bien la plataforma del

INHAMI categoriza 1-2 bajo, 3-5 moderado, 6-7 alto, 8-10 muy alto y 11 como extremadamente alto. Para llenar la base de datos se consideró 1-2 (bajo) con el valor “1”, 3-5 (moderado) con “2”, 6-7 (muy alto) con “3”, 8-10 (muy alto) con “4” y 11 (extremadamente alto) con “5”

#### **6.5.4 Densidad y diversidad de macroinvertebrados marinos**

Se empleó el protocolo NaGISA para medir la densidad de organismos por m<sup>2</sup>, de manera que los macroinvertebrados móviles y sésiles no formadores de colonias sean contabilizados y los macroinvertebrados sésiles que colonizan estén medidos en porcentaje de cobertura (Miloslavich & Carbonini, 2010).

Durante el estudio, se identificaron de manera in situ los organismos hasta el nivel de género utilizando guías de campo y claves dicotómicas, y los datos recopilados se registraron en una ficha de campo (Fischer, 1995). No se consideró llegar a especie puesto que para una identificación sea precisa hasta ese nivel, es recomendable llegar hasta los análisis moleculares de tipo genético, como mencionan en su investigación Beltrán et al (2021).

Posterior a la identificación se llevó a cabo la toma de datos relacionados al conteo y cobertura de los macroinvertebrados presentes. Se seleccionaron cuidadosamente las muestras de los organismos que no se pudieron identificar en campo durante el primer monitoreo. Estas muestras serán fijadas en alcohol al 70% para garantizar su preservación. Además, se documentaron cuidadosamente las muestras, registrando su ubicación y fecha de recolección.

Los organismos sin identificar tuvieron nombres temporales relacionados con el punto de monitoreo y la clase taxonómica a la cual pertenece, esto con el fin de poder llevar la contabilización de la abundancia y definir el porcentaje, desde el primer día de investigación.

La fórmula para obtener la densidad a partir de la abundancia es la siguiente:

**Densidad**= Número total o cobertura de organismos de una misma especie/área total.

Para transformar de porcentaje de cobertura a un número natural, se consideró el conteo de los organismos que se presentaron en una celda del cuadrante, una vez contados mediante la fórmula utilizada en la metodología MBON P2P (2019), se estimó la cantidad de organismos que ocupa el porcentaje. Esta condición se aplicó en por cada cuadrante monitoreado en relación con el organismo identificado.

La fórmula es la siguiente.

$$C = Ni / Tc * 100$$

Donde: “C” es la Cobertura,” Ni” hace referencia al número de individuos del género presentes en las celdas o cuadrículas y “Tc” Total de cuadrículas.

## **6.6 Identificación de macroinvertebrados marinos**

En el laboratorio, se llevó a cabo la identificación de los organismos fijados anteriormente con ayuda de un estereoscopio y registro fotográfico, donde se compararon características y morfología con guías taxonómicas. Los resultados de la identificación fueron comparados con información previa tomada en campo.

Los géneros identificados fueron agrupados en tablas con su Filo correspondientes, estos fueron: Moluscos, Artrópodos, Equinodermos, Anélidos, Cnidarios. Además de agruparlos se indicaron las características de identificación.

Las referencias usadas para realizar la identificación de macroinvertebrados marinos están constituidas por el libro de zoología de invertebrados de Padilla (2023) para conceptos generales de los invertebrados. Referencias de crustáceos como Hickman & Todd (2000) y Ball y Haig (1974). Para los moluscos se revisó literatura como Giraldo et al. (2014), Londoño-Cruz et al. (2013) y Coan y Valentich-Scott (2012). Obras como Hendler et al. (1995) y Hickman (1998) fueron revisadas en relación con los equinodermos. Para los corales se verificó las obras de Hickman (2008), Hickman et al. (2005). La identificación de organismos a nivel de género fue corroborada por el PhD. Xavier Piguave, gracias a su experiencia en el campo, puesto que, él imparte la materia de Invertebrados, además, ha aportado a la comunidad científica con la publicación de artículos en revistas científicas. De igual manera, la Blga. Karla Jaramillo por su colaboración en la identificación de Cnidarios. En el caso de la identificación de Annelidos la Dra. Maria Herminia Cornejo corroboró la identificación de los organismos poliquetos.

Al corroborar la identificación se realizaron tablas descriptivas, señalando Filo, Clase y Género. En estas tablas se menciona la o las características importantes que posee cada género para la identificación in situ.

La información importante referente a la identificación aplicada fue incorporada en los resultados de la investigación, de manera que se agruparon los géneros según su clase,

con características únicas de identificación y la fotografía de los organismos presentes en la playa La Viejita de Salinas.

## **6.7 Análisis de datos**

### **6.7.1 Base de datos**

Se empleará el programa de Microsoft Excel para el ingreso de datos de las fichas de campo, dividiendo los datos en: fecha, nombre del parámetro fisicoquímico, valor correspondiente al parámetro, transectos, filo, clase, género y número o porcentaje del organismo.

### **6.7.2 Índice de diversidad de Shannon y Weaver**

Se obtuvo con ayuda del software estadístico Past, debido a la exactitud de resultados que brinda este programa. En el mismo se consiguió un índice de diversidad específico por cada zona o transecto muestreado (supralitoral, mesolitoral e infralitoral).

### **6.7.3 Análisis estadístico**

La aplicación de una prueba de normalidad a los 9 parámetros fisicoquímicos permitió identificar aquellas variables que sus datos carecen de una distribución normal. El test se efectuó con el software estadístico Past, mediante un test de normalidad combinado o múltiple, generando una matriz con valores correspondientes a “p” de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling. Además, para que los datos fueran homogéneos se procedió a estandarizar los valores transformándolos a logaritmo base 10.

La densidad de macroinvertebrados muestreados fue sometida a una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov por sus características y como se ajustan a esta prueba, de esta manera se verifica el tipo de distribución y así define si se trata de datos paramétricos o no paramétricos, además de, corroborar el valor de “p” de esta prueba con la teoría y así aceptar o rechazar la hipótesis de la distribución. En este caso también se realizó una estandarización transformando a logaritmo base 10 todos los valores. De los 9 parámetros fisicoquímicos sometidos a la prueba múltiple de normalidad, 4 variables tuvieron distribución normal por tener los valores de “p” igual o superior a 0,05, mientras que 5 variables obtuvieron un valor de “p” inferior a 0,05 (**Anexo 8**), por consiguiente, se consideró que por existir inferior cantidad de variables normales los datos serían considerados en su totalidad como no paramétricos. Desde este punto el coeficiente de correlación de Spearman fue considerado como óptimo para las correlaciones futuras.

Mediante una prueba multivariable de normalidad realizada en el software Past, se confirmó que, los parámetros fisicoquímicos tenían datos con una distribución anormal y valores dispersos dentro de la variable.

En caso de tratarse de datos paramétricos se considera la correlación de Pearson como oportuna, mientras que, si son no paramétricos como en el caso de esta investigación, se aplica la correlación de Spearman para la obtención e interpretación del valor de “p”. En el software estadístico Past 4, donde se ingresaron las variables no paramétricas, se aplicó una correlación grupal mediante una matriz de correlación, con un valor de “p” de Spearman  $r_s$  por cada par de parámetros. Debido a que el programa Past realiza una

tabla de valores conjunta de valores “p” que se pueden contrastar los valores entre sí y concluir con los parámetros que más se asocian. Aceptando o rechazando la hipótesis como se menciona en la estadística de rs de Spearman. Al someter el conjunto de datos a una matriz de correlación fue posible agrupar en pares a las variables que según el valor de “p” tenían una determinada correlación, ya sea positiva por compartir un incremento o una disminución, como también, negativa por tener una relación proporcional inversa.

Mediante un gráfico de líneas o una curva lineal se describió cómo ha cambiado el índice de diversidad a lo largo del tiempo. Observando la tendencia y las fluctuaciones significativas en el índice de diversidad durante el período analizado.

Los índices de diversidad obtenidos de los 8 monitoreos fueron relacionados con promedios con las condiciones fisicoquímicas, generando una matriz de correlación de Spearman.

Mediante un gráfico de líneas o una curva lineal se describió cómo ha cambiado el índice de diversidad a lo largo del tiempo. Observando la tendencia y las fluctuaciones significativas en el índice de diversidad durante el período analizado.

El análisis de correspondencia canónica, una técnica multivariada, permitió explorar la influencia conjunta de los parámetros en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados marinos, el mismo fue modelado en programa estadístico Past 4.3. En este análisis se introdujeron las densidades independientes de cada género ordenadas en función a las zonas de estudio y la fecha, además, estos datos fueron acompañados

con los valores de las 9 condiciones fisicoquímicas obtenidas. También se usaron elipses para agrupar los géneros según la zona con la que más están relacionados. Dándole coloraciones independientes como: rojo en zona supralitoral, celestes en mesolitoral y amarillo en infralitoral.

Las densidades fueron homogeneizadas o estandarizadas transformándolas al logaritmo base 10, de manera que se conservó la distancia entre valores y el tamaño del promedio de cada conjunto de datos. Este procedimiento se aplicó a los datos cuya distribución no era lineal o normal.

## CAPITULO IV

### 7. RESULTADOS

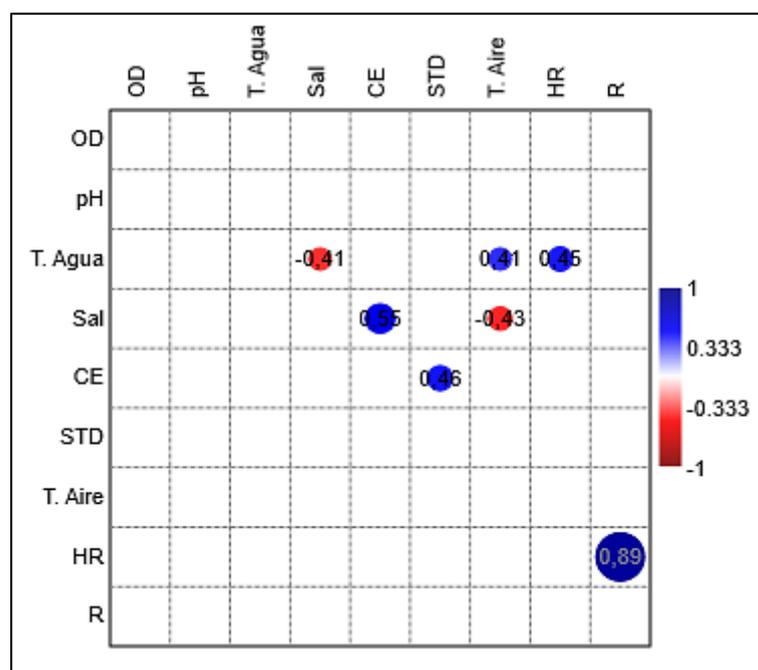
#### 7.1 Parámetros fisicoquímicos

##### 7.1.1 Matriz de correlación

En la matriz de correlación de Spearman (**Figura 5**), se logra apreciar los pares de variables y sus correlaciones. La temperatura del agua tiene una correlación positiva mínima con la temperatura del aire ( $p=0.041$ ) y la humedad relativa ( $p=0.045$ ), y una correlación negativa mínima con la salinidad ( $p=-0.041$ ). La salinidad se correlaciona positivamente a nivel medio con la conductividad eléctrica ( $p=0.055$ ) y negativamente a nivel medio con la temperatura del aire ( $p=-0.043$ ). La conductividad eléctrica tiene una baja correlación positiva con los sólidos totales disueltos ( $p=0.046$ ). Por último, hay una alta correlación positiva entre la humedad relativa y la radiación solar ( $p=0.89$ ), mostrando un fuerte vínculo entre estas variables.

**Figura 5**

*Matriz de correlación de Spearman de los parámetros físicoquímicos.*



*Nota.* En la imagen se muestra el valor de “p” de la correlación de Spearman por cada par de parámetros, además, se abreviaron términos como: Oxígeno disuelto (OD), Temperatura del agua (T. agua), potencial de Hidrógeno (pH), Salinidad (sal), Conductividad Eléctrica (CE), Humedad relativa (HR) y Radiación solar (R).

## 7.2 Diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos

En el área total con 120 m<sup>2</sup>, *Notochthamalus* dominó con una densidad de 1848 organismos/m<sup>2</sup>, seguido por *Zoanthus* con 217 organismos/m<sup>2</sup>, lo que sugiere su fuerte presencia y adaptabilidad en el ecosistema. Géneros como *Cerithium* (4 organismos/m<sup>2</sup>), *Anachis* (6 organismos/m<sup>2</sup>), y *Acanthais* (3 organismos/m<sup>2</sup>) tienen densidades moderadas, indicando una buena representación sin llegar a dominar. Otros como *Calcinus*, *Heliaster*, y *Tetraclita* tienen densidades bajas (1 organismo/m<sup>2</sup>), sugiriendo nichos ecológicos específicos o competencia con otras especies. Por otro lado, géneros como *Bunodosoma*, *Actinostella*, y *Vasula* tienen densidades tan bajas que

se redondean a 0 organismos/m<sup>2</sup>, señalando una presencia mínima o ausencia en el área estudiada (**Tabla 2**). Esta variación en densidad refleja una diversidad razonable en el ecosistema, aunque la dominancia de *Notochthamalus* y *Zoanthus* podría impactar significativamente la estructura y dinámica ecológica.

**Tabla 2**

*Densidad de los géneros de macroinvertebrados.*

<b>Género</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (organismos/m<sup>2</sup>)</b>
<i>Acanthais</i>	369	3 o/m <sup>2</sup>
<i>Anachis</i>	697	6 o/m <sup>2</sup>
<i>Bunodosoma</i>	26	0.22≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Actinostella</i>	44	0.37≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Calcinus</i>	66	0.55≈1 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Carditamera</i>	58	0.48≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Coenobita</i>	319	3 o/m <sup>2</sup>
<i>Columbella</i>	332	3 o/m <sup>2</sup>
<i>Dolabrifera</i>	24	0.20≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Echinometra</i>	36	0.30≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Eriphia</i>	26	0.22≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Eurythoe</i>	9	0.08≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Heliaster</i>	106	1 o/m <sup>2</sup>
<i>Cerithium</i>	455	4 o/m <sup>2</sup>
<i>Notochthamalus</i>	221700	o/m <sup>2</sup>

<i>Ophiocomella</i>	230	2 o/m <sup>2</sup>
<i>Planaxis</i>	234	2 o/m <sup>2</sup>
<i>Siphonaria</i>	391	3 o/m <sup>2</sup>
<i>Tegula</i>	29	0.24≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Tetraclita</i>	70	1 o/m <sup>2</sup>
<i>Vasula</i>	6	0.05≈0 o/m <sup>2</sup> (presencia)
<i>Zoanthus</i>	26000	217 o/m <sup>2</sup>

*Nota.* Cada género posee el total de organismos y la densidad correspondiente.

En las siguientes tablas se describirán las características de identificación de los organismos monitoreados. En la primera tabla se agrupa a los géneros pertenecientes al filo Cnidaria (**Tabla 3**); en la segunda están aquellos que conforman el filo Arthropoda (**Tabla 4**); en la tercera se encuentran los del filo Mollusca (**Tabla 5**); en la cuarta están los organismos del filo Echinodermata (**Tabla 6**); por último, en la quinta tabla (**Tabla 7**) se encuentra el filo Annelida.

**Tabla 3**

*Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Cnidaria*

Filo	Clase	Género	Fotografía	Características
Cnidaria	Anthozoa	<i>Bunodosoma</i>		Es un género de las anémonas de mar. Este organismo tiene un cuerpo blando y columnar que tiene tentáculos alrededor de la boca. Puede tener una variedad de colores, como verde o marrón y en algunos casos rojo, con manchas en los pólipos (Vélez, 2018).
		<i>Actinostella</i>		Este género carece de pólipos y su característica más llamativa es la forma en que atrapa su alimento en forma de embudo, tienen coloraciones entre verde a gris con franjas amarillas en algunos casos (Vélez, 2018).
		<i>Zoanthus</i>		Este género de corales blandos pequeños formadores de colonias posee un disco basal común produce tentáculos cortos y redondeados. Por lo general, estos corales tienen un tono brillante y atractivo, como amarillo, naranja, marrón o verde. Se encuentran en aguas cálidas del Pacífico e Índico y en arrecifes de coral poco profundos (Vélez, 2018).

*Nota.* Las imágenes fueron capturadas *in situ*, para apreciar las coloraciones que se pierden al momento de fijarlas.

**Tabla 4**

*Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Arthropoda*

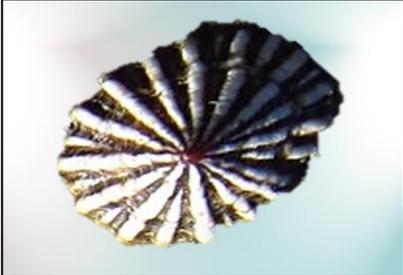
Filo	Clase	Género	Fotografía	Características
Arthropoda	Thecostraca	<i>Notochthamalus</i>		<p>Este género tiene un tamaño pequeño y una concha con un orificio. El apéndice exterior le permite capturar alimentos. Según Carolina y Hermosilla (2001), la concha puede presentar una variedad de patrones de color y ornamentación. En su etapa adulta, los organismos permanecen adheridos a sustratos duros, como placas calcáreas, sin tener pedúnculos. Su concha tiene numerosos tubos en las paredes y está compuesta por cuatro placas calcáreas (Celis et al., 2007).</p>
		<i>Tetraclita</i>		

	<i>Calcinus</i>		<p>El cuerpo de ellos es suave y utilizan conchas de otros moluscos para proteger su abdomen. Pueden encontrarse en muchos lugares diferentes, como las playas o los arrecifes de coral (Moscoso, 2013).</p>
Malacostraca	<i>Coenobita</i>		<p>Con cuatro patas, antenas, una pinza de mayor tamaño y otra pequeña. El pedúnculo ocular está comprimido lateralmente, con el lado interno en posición vertical y deprimido cerca de la base. Su ojo se encuentra en una posición subparalela (Moscoso, 2013).</p>
	<i>Eriphia</i>		<p>Cinco dientes anterolaterales se encuentran en el caparazón, excepto el ángulo externo de las órbitas, y hay una gran pilosidad en los pereópodos (Fischer, 1995).</p>

*Nota.* Algunos géneros fueron visualizados en el estereoscopio y fotografiados por su pequeño tamaño, estos poseen un fondo celeste.

**Tabla 5**

*Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Mollusca*

Filo	Clase	Género	Fotografía	Características
Mollusca	Gasteropoda	<i>Dolabrifera</i>		<p>Es un tipo de babosa marina que se conoce como nudibranquio. No tienen concha y tienen colores vibrantes y patrones atractivos. Algunas especies pueden tener apéndices en la cabeza que parecen cuernos (Cruz et al., 2007).</p>
		<i>Siphonaria</i>		<p>Es un tipo de caracoles marinos con pulmón, con una concha en forma de copa o cuenco. Pueden encontrarse en intermareales y respiran aire externo al del agua (Fischer, 1995).</p>
		<i>Cerithium</i>		<p>Es un tipo de caracol de mar que con frecuencia tiene costillas o crestas en la superficie y una concha alargada con forma de espiral. Puede encontrarse en varios hábitats marinos, como estuarios y arrecifes de coral (Mair et al., 2002).</p>

*Acanthais*



En la superficie, tiene una concha alargada y estrecha con espinas pronunciadas. Pueden habitar en una variedad de sustratos marinos, desde arena hasta rocas (Fischer, 1995).

*Anachis*



Existe una concha fusiforme o cónica. La concha puede presentar una variedad de patrones de color y ornamentación, este caracol marino suele desplazarse en relación a la marea (Mair et al., 2002).

*Tegula*



Concha gruesa de forma trocoide o piramidal. Las estrías oblicuas y muy finas (casi imperceptibles) en su escultura externa siguen la dirección de la espira (IFOP, 2018)

*Planaxis*



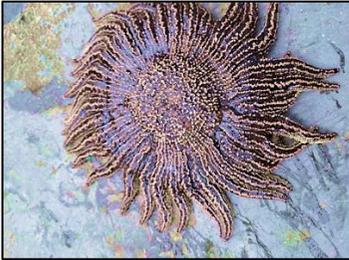
Con un periostraco fibroso de color verde oliva a chocolate, son pequeñas y de forma bicónica. Escultura con estrías regulares en espiral. Tamaño 31mm (Cruz, sf).

<p><i>Vasula</i></p>		<p>Género de caracoles marinos. Tiene una concha cónica o globosa, en algunos casos con espinas. La concha puede tener algunos de patrones y colores (Fischer, 1995).</p>
<p><i>Columbela</i></p>		<p>Es un tipo de caracol de mar. Tiene una concha alargada y una forma espiral marcada. La concha puede presentar una variedad de patrones de color y ornamentación (Fischer, 1995).</p>
<p>Bivalva <i>Carditamera</i></p>		<p>La concha es más larga que alta y tiene quince costillas radiales o ribetes con surcos profundos que pueden tener una textura lisa o escamosa, particularmente en la parte posterior (Mair et al., 2002).</p>

*Nota.* Algunos géneros fueron visualizados en el estereoscopio y fotografiados por su tamaño inferior a los 5 mm y, estos poseen un fondo celeste.

**Tabla 6**

*Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Echinodermata*

Filo	Clase	Género	Fotografía	Características
	Asteroidea	<i>Helliaster</i>		El disco tiene una forma corporal con varios rayos. El tono negro predomina en la base, pero la superficie del cuerpo tiene un color oscuro que se asemeja al negro, con espinas blancas (Bustos, 2018).
Echinodermata	Ophiuridea	<i>Ophiocomella</i>		Está entre las estrellas de mar. Su cuerpo es aplanado y sus brazos son alargados y flexibles. Pueden presentar diferentes colores y patrones en la superficie de su cuerpo (Humara-Gil et al., 2022).
	Echinoidea	<i>Echinometra</i>		El cuerpo rígido es de color morado y está encerrado en un exoesqueleto calcáreo de forma ovalada formado por placas soldadas entre sí. Las espinas cónicas, fuertes, afiladas y estriadas de su estructura externa pueden ser púrpura o negras (Fischer, 1995).

*Nota.* El género *Echinometra* fue fotografiado fuera de su medio natural por la limpieza que se le aplicó para la identificación.

**Tabla 7**

*Tabla descriptiva de los géneros pertenecientes al filo Annelida.*

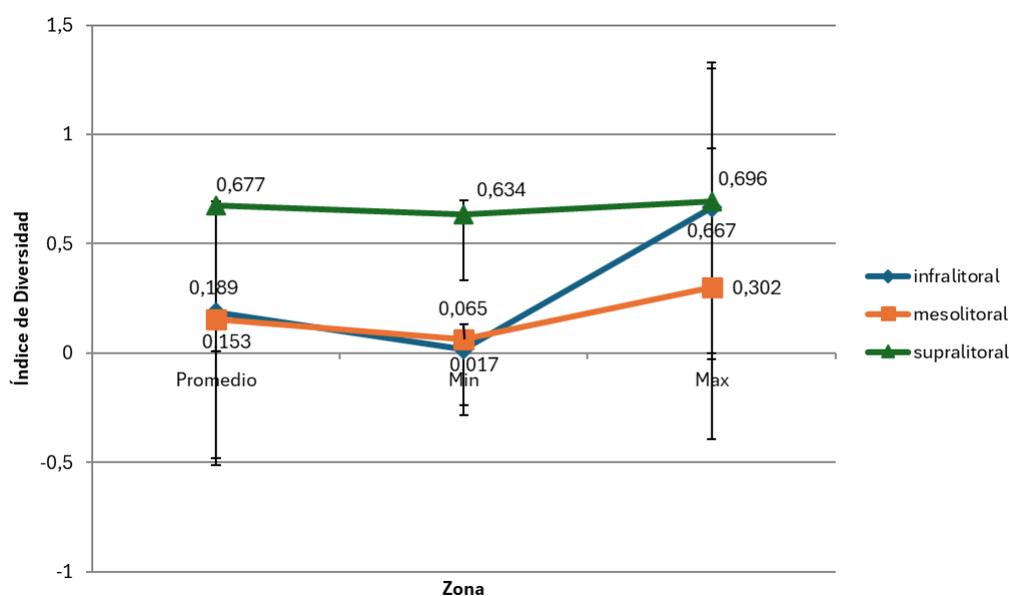
Filo	Clase	Género	Fotografía	Características
Annelida	Polychaeta	<i>Eurythoe</i>		Es un tipo de gusano de mar poliqueto. El cuerpo de estos animales es alargado y segmentado y tiene muchos apéndices llamados parapodios. Pueden ser brillantes como rojo o anaranjado (Borda et al., 2012).

*Nota.* La fotografía de este género fue capturada *in situ*.

Al analizar los índices de diversidad de los macroinvertebrados marinos en diferentes zonas, vemos que el infralitoral tiene un promedio de 0.189 bits, con un mínimo de 0.017 bits y un máximo de 0.667 bits, lo que muestra bastante variación. El mesolitoral tiene un promedio de 0.153 bits, con un rango entre 0.065 bits y 0.302 bits, indicando menos variabilidad. El supralitoral tiene el mayor promedio de 0.677 y los valores están bastante cerca entre sí, variando entre 0.634 bits y 0.696 bits (**Figura 6**). Esto sugiere que la diversidad es mucho más alta y constante en el supralitoral comparado con las otras zonas. Los cambios en el índice de diversidad a lo largo del tiempo se muestran con un pico alrededor del 30 de abril, indicando alta riqueza de especies, y una disminución notable entre el 9 y el 16 de mayo, reflejando cambios en la distribución de organismos (**Anexo 6**).

**Figura 6.**

*Promedio y Rango de Índices de Diversidad por Zona*



*Nota.* Las líneas poseen un color específico de referencia según el índice de diversidad de cada zona o transecto, los puntos y valores numéricos se ubican según el promedio, valor mínimo y valor máximo.

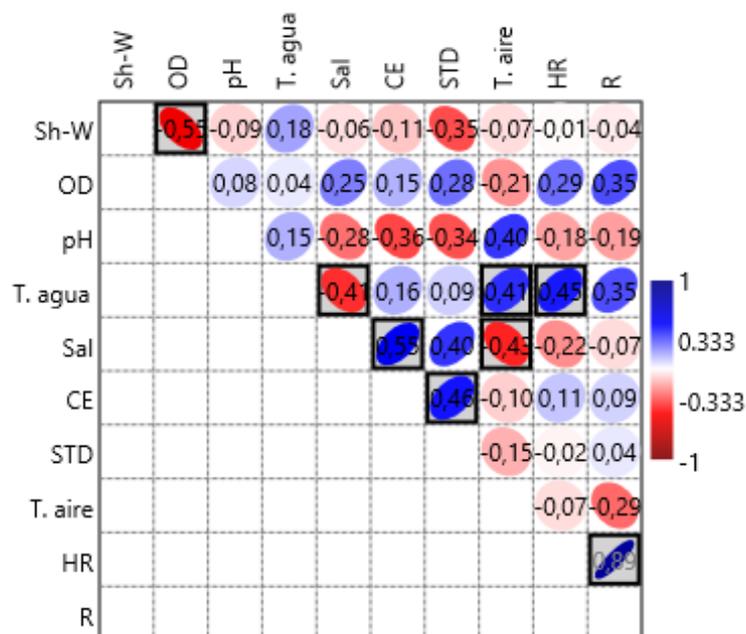
### **7.3 Influencia de los parámetros fisicoquímicos en la diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos.**

#### **7.3.1 Comparación de Parámetros fisicoquímicos con la diversidad.**

En la **Figura 7**, se presenta la comparación de los 9 parámetros con los índices de diversidad mediante una matriz de correlación de Spearman muestra que la diversidad tiene una correlación positiva débil con la temperatura del agua ( $p = 0.18$ ), lo que significa que no están fuertemente relacionados. Además, hay una correlación negativa moderada con los niveles de oxígeno disuelto ( $p = -0.55$ ), indicando que la diversidad aumenta cuando el oxígeno disminuye. Los sólidos totales disueltos también tienen una baja correlación negativa con la diversidad ( $p = -0.35$ ). Solo 3 de los 9 parámetros muestran alguna correlación con la diversidad, ya sea débil o moderada.

**Figura 7**

Matriz de correlación entre la diversidad con los 9 parámetros fisicoquímicos



*Nota.* Se trata de una correlación de Spearman múltiple, donde el objetivo de la gráfica radica en el valor de p para evaluar el grado de asociación entre los índices de diversidad de Shannon-Weaver (Sh-W) y los parámetros: Oxígeno disuelto (OD), Temperatura del agua (T. agua), potencial de Hidrógeno (pH), Salinidad (sal), Conductividad Eléctrica (CE), Humedad relativa (HR) y Radiación solar (R).

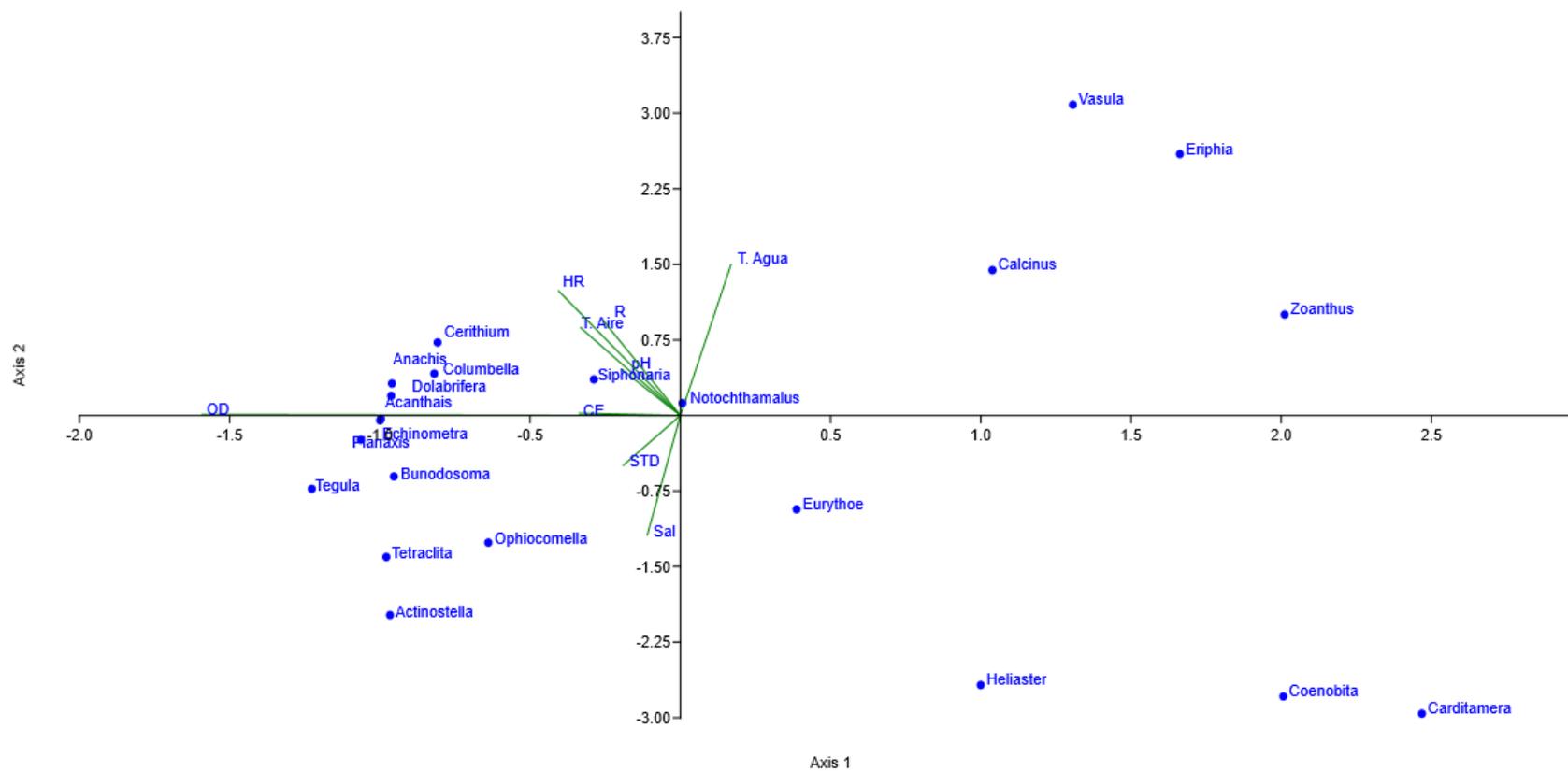
### 7.3.2 Comparación de Parámetros fisicoquímicos con la densidad.

Entre los 22 géneros encontrados, la mayoría de las densidades fueron influenciadas por 9 factores fisicoquímicos, mostrando afinidad hacia las tendencias de cada condición. En la **Figura 8** se pueden ver estos análisis. La conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto afectaron medianamente a géneros como *Cerithium*, *Anachis* y otros. *Notochtamalus* tiene una inclinación mínima a la temperatura del agua y una relación inversa con los sólidos totales disueltos y la salinidad. *Eurythoe*, *Heliaster*, *Coenobita* y *Carditamera* no se relacionan con la humedad relativa, temperatura del aire, pH y radiación. La temperatura del agua influye en *Calcinus*, *Vasula*, *Eriphia* y *Zoanthus*, y

poco en otros géneros como *Echinometra* y *Tegula*. La humedad relativa, temperatura del aire, pH y radiación afectan a *Cerithium*, *Anachis* y otros. *Echinometra* y varios géneros más se relacionan con sólidos totales disueltos y salinidad, y tienen una relación inversa con *Vasula* y *Eriphia*. Además, existen condiciones fisicoquímicas que forman grupos en los ejes, relacionándose indirectamente por las densidades.

**Figura 8**

*Análisis de correspondencia canónica de parámetros fisicoquímicos y densidad de organismos.*

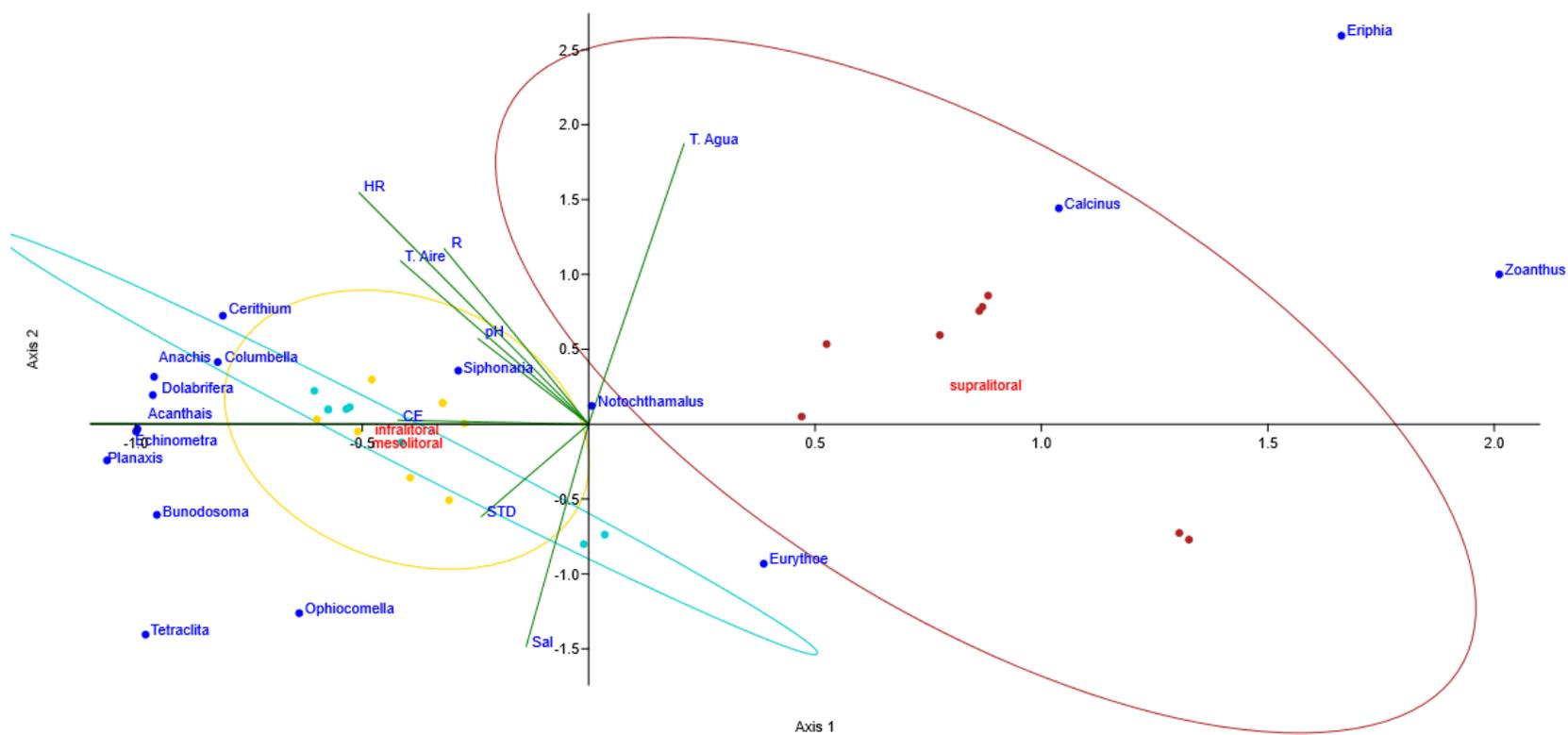


*Nota.* En la gráfica se logró apreciar la relación mediante una correspondencia canónica entre los 9 parámetros fisicoquímicos y la densidad de 22 generos de invertebrados, las abreviaturas de los parámetros son los siguientes: Oxígeno disuelto (OD), Temperatura del agua (T. agua), potencial de Hidrógeno (pH), Salinidad (sal), Conductividad Eléctrica (CE), Humedad relativa (HR) y Radiación solar (R).

En la **Figura 9** se puede apreciar que el generos que se asocia y tiene una tendencia en el Supralitoral es *Calcinus* dado que se asoció de manera estadística en la elipse color rojo, mientras que en el mesolitoral predomino el género *Columbela* conformando la elipse color celeste. Por último, en el infralitoral el género Sifonaria tiene una alta asociación a dicha zona.

**Figura 9**

*Análisis de correspondencia canónica con agrupación por zonas de estudio*



*Nota.* La elipse de color es correspondiente a cada zona: rojo en zona supralitoral, celestes en mesolitoral y amarillo en infralitoral.

## CAPÍTULO V

### 8. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1.1. DISCUSIÓN

Según el estudio de Pluas (2022), se ha determinado que los invertebrados marinos pueden intentar adaptarse a variaciones ambientales. En la presente investigación se corrobora esta afirmación, puesto que uno de todos los géneros de macroinvertebrados se vio presente todas las zonas de la playa La Viejita, lo cual implica que existe una adaptación a las condiciones que existen en la plataforma rocosa.

Barreiro & Garcia (2022) destacan que los cambios en el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos pueden ser influenciados por factores antropogénicos, el ingreso inconstante de nutrientes en las mareas y el exceso de turismo en la zona. Estas condiciones externas pueden afectar las condiciones abióticas y, por ende, la respuesta de los organismos a estos cambios. Esto contrasta con los resultados de la investigación, debido a que, la playa La Viejita no tiene acceso a turistas y se trata de una playa con jurisdicción de la Armada del Ecuador, sin embargo, estas características del lugar no influyen en la interacción de los organismos con los parámetros del medio y el agrupamiento de géneros con condiciones paramétricas independientes.

Por otro lado, el estudio de Limón (2019) sobre ecosistemas marino-rocosos muestra una mayor presencia del género *Siphonaria*, que representa el 38% de los Moluscos; del género *Tetraclita*, con el 54% dentro de los Crustáceos; y de *Echinometra*, que alcanza el 36% en Equinodermos. Estos resultados difieren con los hallazgos del presente estudio, donde el cirrípedo de la clase *Thecostraca*, específicamente del género

*Notochthamalus*, muestra una presencia del 72% en comparación con los demás organismos estudiados.

González (2014), menciona que el turismo interfiere en la composición de las comunidades de organismos del área rocosa de la playa de Montañita, Ecuador, ya que se reportó una baja diversidad de especies con un índice de 0,7 bits. Al contrario, los resultados de la playa La Viejita en la presente investigación, determinan que la composición de las comunidades de organismos, en este caso macroinvertebrados, es caracterizada por organismos cuya adaptabilidad le permite colonizar, dominar y componer en mayor parte la fauna del lugar. Esto se corrobora con los bajos índices obtenidos en el lugar acompañados, la alta densidad de un género (*Notochthamalus*) y a la vez con el limitado acceso del lugar.

En un estudio realizado por Angel (2014) sobre la riqueza, abundancia y diversidad en la zona intermareal rocosa, se encontraron similitudes en las clases identificadas en ambos estudios, tales como Malacostraca, Anthozoa, Bivalva, Gasterópoda, Echinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea y Polichaeta. Estos hallazgos sugieren que las interacciones entre las distintas clases en estos ecosistemas pueden ser comunes. Esto se relaciona positivamente con la investigación, puesto que, las clases son las mismas en totalidad en ambos resultados.

En una investigación desarrollada por el Departamento de Ecología e Hidrología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia (2008), que señala que los géneros del filo Echinodermata, incluyendo Echinometra, son influenciados por los niveles de temperatura. Ambos estudios abarcan periodos de tiempo cortos y se centran en los

factores que afectan a los invertebrados, pero las diferencias en la ubicación geográfica y la adaptabilidad de los organismos en estos ecosistemas variados pueden estar influyendo también. Además, solo los géneros *Echinometra* y *Helliaster* se asociaron con 2 parámetros y fueron los sólidos totales disueltos y la salinidad.

Según León y Salvador (2019), el género *Acanthais*, al igual que otros géneros marinos, muestra una alta sensibilidad a los cambios en la salinidad. Su biología está adaptada a condiciones específicas de salinidad, lo que les permite desarrollarse adecuadamente en sus hábitats particulares. Los resultados de esta investigación resaltan la importancia de entender cómo las condiciones fisicoquímicas, como la salinidad del agua, afectan a los géneros marinos, especialmente a aquellos que son sensibles a las variaciones del medio. Esta afirmación difiere de los resultados de la investigación, puesto que, fueron pocos los géneros de macroinvertebrados que estuvieron influenciados por la salinidad. Además, en el estudio llevado a cabo por Gallardo (2013), se aprecia una asociación baja entre la salinidad y la diversidad de especies de gasterópodos. No obstante, se destaca la gran variabilidad en el comportamiento de este factor. Por lo tanto, los gasterópodos poseen una mayor capacidad de adaptación a condiciones de alta salinidad y períodos de desecación como medio para garantizar su supervivencia. Estos resultados se asocian con la evidencia obtenida, debido a que, los géneros pertenecientes a la clase gasterópoda se asociaron de manera inversa con parámetros fisicoquímicos y no se relacionaron con la salinidad.

## 1.2. CONCLUSIONES

Las condiciones fisicoquímicas presentes en la playa la Viejita, no existieron variaciones extremas, además, algunos parámetros tienden a asociarse entre sí, es decir, suelen incrementar en paralelo o variar inversamente. Estos datos permiten tener referencia de como se encuentra los valores referentes a algún parámetro prediciendo niveles en base a alguna condición fisicoquímica asociada y medida en el área. Además, estos datos se complementan con un monitoreo de organismos vivos cuya susceptibilidad a variables en los parámetros del medio sea alta, como ejemplo de esto se encuentran los macroinvertebrados.

En la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita", se encontró una comunidad diversa de macroinvertebrados marinos, siendo el género dominante fue *Notochthamalus*. Este género colonial resiste las variaciones en los parámetros del medio y se no se asocia en específico con alguna condición paramétrica. Estas características permiten que la densidad por m<sup>2</sup> de este organismo sea superior a las demás. Además, las condiciones ya mencionadas le permiten desarrollarse en cualquier punto de la plataforma rocosa del intermareal y no verse afectado por la presencia o ausencia de agua.

El infralitoral registra una diversidad inconstante, con un promedio bajo, mientras que el mesolitoral también muestra baja diversidad, pero con una mayor estabilidad. El supralitoral tiene la mayor y más constante diversidad. Estos datos sugieren que la escasa presencia de agua genera un ambiente más diverso y probablemente las condiciones del agua pueden ser un factor en las interacciones biológicas de la playa La Viejita.

Los parámetros temperatura del agua, oxígeno y sólidos disueltos se relacionan más a los niveles de diversidad, pudiendo ser estas las condiciones que influyen a las comunidades de macroinvertebrados.

En la playa La Viejita, la mayor parte de los géneros de macroinvertebrados se vieron influenciados por la mayoría de los factores fisicoquímicos analizados. La temperatura del agua, los sólidos disueltos y la salinidad fueron los más influyentes sobre la densidad de organismos, afectando géneros como *Calcinus*, *Vasula* y *Zoanthus*. La humedad, temperatura del aire, pH y radiación impactaron en géneros como *Cerithium* y *Columbella*, mientras que la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto tuvieron poco efecto sobre la densidad de los organismos.

Tres generos se tuvieron una alta asociación con la zona donde se los registró en la playa La Viejita: en el Supralitoral fue *Calcinus*, el mesolitoral el género *Columbela* y en el infralitoral el género *Sifonaria*.

### 1.3. RECOMENDACIONES

Para investigaciones sobre efectos fisicoquímicos, se recomienda realizar mediciones periódicas para obtener datos variados y precisos. Las pruebas y correlaciones estadísticas deben estandarizarse para generar gráficos claros y coherentes, y especificar si los datos son paramétricos o no para evitar inconsistencias. Además, replicar este tipo de estudios en múltiples localidades puede ayudar a identificar otros factores que puedan influir en los resultados.

Evaluar la tolerancia de uno de los Filos estudiados a parámetros similares permitirá obtener información actualizada sobre la dinámica de población y la interacción con el medio. Esto ayuda a entender cómo varían estos cambios en el tiempo y espacio, y facilita el análisis de datos. El autor sugiere combinar pruebas moleculares con la caracterización morfológica para identificar organismos a nivel de especie, creando un recurso informático específico sobre macroinvertebrados y condiciones fisicoquímicas. Se recomienda continuar con este enfoque, identificando los organismos hasta el nivel de especie con métodos moleculares.

Es crucial entender cómo funcionan programas estadísticos como Past o Minitab y cómo insertar datos correctamente. Errores en estos procesos pueden invalidar los análisis y gráficos. Se recomienda conocer las características de los valores, elegir un programa adecuado a los objetivos y procesar los datos correctamente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Acero, A., & Polanco, A. (2017). First record of the sea slug *Stylocheilus striatus* (Quoy & Gaimard, 1825) (*Anaspidea, Aplysiidae*) and swarming behavior for Bazaruto Archipelago, Mozambique with the first record of *Pleurobranchus forskalii* Rüppel & Leuckart, 1828 (Nudipleura, Pleurobranchidae) for Bazaruto Island (*Gastropoda, Heterobranchia*). Check List, 13(5).
- Álvarez Calderón, C. E., & Rodríguez Beltrán, C. A. (2018). Ecosistemas criminales: hábitats para la convergencia y la globalización desviada. Revista Científica General José María Córdova, 16(24).
- Alverson, W. S., Vriesendorp, C., del Campo, Á., Moskovits, D. K., Stotz, D. F., Donayre, M. G., & Láinez, L. A. B. (Eds.). (2008). Ecuador, Perú: Cuyabeno-Güepí. Field Museum, Environmental and Conservation Programs.
- Angel, P. (2014). *Riqueza, abundancia y diversidad en la zona intermareal rocosa*.
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. NOVASINERGIA, 2(1), 15–23.
- Armas Báez, A. I., y Herrera Machado, A. M. (2023). Diversidad y abundancia de corales y equinodermos Echinoidea, Asteroidea en la zona submareal de Puerto López, Manabí durante el periodo octubre 2021–febrero 2022.
- Baez Espinoza, A. (2015). Diversidad de macroinvertebrados asociados a los octocorales en el islote el pelado «Bajo la Pared», Ayangue—Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2176/UPSET-BM-2015-026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ball, E. E., y Haig, J. (1974). Hermit crabs from the tropical eastern Pacific. I. Distribution, color, and natural history of some common shallow-water species.
- Barreiro, S., & Garcia, R. (2022). Evaluación de la interacción entre zoantidos y poríferos en base a su nivel de cobertura espacial en Anconcito y San Lorenzo, provincia de Santa Elena.
- Batten, S. (2023). Caracterización macroalgal y macroinvertebrados asociados de la zona intermareal rocosa en la playa La Viejita de la base naval de Salinas, provincia de Santa Elena (tesis de grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Beltran Cristancho, Y. H., Martinez Garcia, J. A., & Sanabria Flórez, K. (2021). Metodos de identificación de especies de monos nocturnos (*Aotus* sp.). Revision bibliográfica.
- Blanco, J. F. (2017). Distribución espacial del ensamblaje de Macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del Pnn Ensenada de Utría, Pacífico Colombiano.
- Blanco, J., & Blanco, M. (2023). The hyperbenthos. Oceanography and new marine biology.
- Brigitte, Y. C. K. (2021). Análisis De La Contaminación Por Microplásticos En Especies Comerciales De Bivalvos A Nivel Mundial Entre Los Años 2010 A (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador).
- Bustos, C. (2018). Dieta del sol de mar (*Heliaster helianthus*) asociada al tamaño corporal. C. Bustos, V. Castañon, S. Cona Facultad deficiencias de la vida, Universidad Andrés Bello, República, Santiago, Chile.

- Buyami, S. (2019). Diversidad de Asteroidea en Gili Ketapang Beach Probolinggo Regency y su uso como libro científico popular. Obtenido de: <http://www.pancaranpendidikan.or.id/index.php/pancaran/article/view/312>
- Campos, A. D. (2012). Caracterización ecológica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de una gradiente de productividad en las costas del Ecuador
- Cano, T., & Macias, J. (2006). Relaciones filogenómicas y morfológicas entre las *ascidias botrilidas*. Informes científicos.
- Cardenas, M. (2020). A Marine Biodiversity Observation Network (MBON) Poleto-Pole of the Americas in support of conservation and sustainable use of living resources in the sea: Vol. Journal of Biogeography.
- Carlton, J. T., Keith, I., y Ruiz, G. M. (2019). Assessing marine bioinvasions in the Galápagos Islands: implications for conservation biology and marine protected areas. *Aquatic Invasions*, 14(1).
- Carolina, J. Z. R., & Hermosilla, C. (2001). Guía De Invertebrados Marinos Del Litoral Valdiviano.
- Carr, M. H. (1991). Habitat selection and recruitment of an assemblage of temperate zone reef fishes, 146, 113–137.
- Cedeño, A., y Quinteros, E. (2016). Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del río Carrizal [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/549/1/TMA111.pdf>

- Celis, A., Rodríguez-Almaráz, G., y Álvarez, F. (2007). Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(2), 325-337.
- Chevez Ramírez, J. L. (2021). Evaluación de la diversidad y abundancia de fitoplancton en el estero adyacente de la reserva natural Isla Juan Venado en época seca y lluviosa (Doctoral dissertation).
- Coan, E. V., y Valentich-Scott, P. (2012). Bivalve seashells of tropical West America: Marine bivalve mollusks from Baja California to Northern Peru, Part 1 y 2.
- Cordero, M. (2016). Caracterización ficológica del litoral rocoso y manglares de Yapascua, parque nacional San Esteban, estado carabobo. Universidad de Carabobo.
- Cruz, M., Hill, D., & Cortez, P. (2007). Biología y distribución de la familia Aplysiidae (Babosas de mar), en la zona intermareal del Ecuador, desde el 2003 al 2005.
- Cubit, J. D. (1984). Herbivory and the Seasonal Abundance of Algae on a High Intertidal Rocky Shore. *Ecology*, 65(6), 1904-1917. <https://doi.org/10.2307/1937788>
- Darren F, J; García, C; García-Adiego, M; Sanchez, J; Gil, F. 1997. El Litoral II: Zonas de Transición, las Zonas Supralitoral y Mediollitoral. Naturaleza de Andalucía. Ediciones Giralda. Sevilla, España.
- de la Lanza-Espino, G., & Pulido, S. H. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés.
- De la Torre, A. (2001). Variables físicas, químicas y microbiológicas en zonas rocosas de la costa colombiana.

- Departamento de Ecología e Hidrología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia (2008). Biología y conservación de *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846) en la Región de Murcia.
- Durán-Fuentes, J., Gracia, A., y González-Muñoz, R. (2022). Sea anemones
- Durán-Fuentes, J., Gracia, A., y González-Muñoz, R. (2022). Sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) in high sedimentation environments influenced by the Magdalena River (Colombian Caribbean). *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 94, e20190862. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190862>
- Elías, R., Méndez, N., Muniz, P., Cabanillas, R., Rojas, C. G., Rozbaczylo, N., ... & Díaz, Ó. D. (2021). Los poliquetos como indicadores biológicos en Latinoamérica y el Caribe. *Marine & Fishery Sciences (MAFIS)*, 34(1), 37-107.
- Etchegaray, D. M., & Flores, A. S. (2023). Las áreas protegidas, estrategia clave para la mitigación y la adaptación al cambio climático. Posición. *Revista del Instituto de Investigaciones Geográficas*, (9), 1-15.
- Fernández, M. A. M. (2016). El curioso gran azul. *Nuevo Milenio*.
- Fischer, W. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vertebrados, 647-1813.
- Fischer, W. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vertebrados, 647-1813.
- Franco Ponce, E. E. (2019). Utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la zona céntrica del río Paján.
- Gallardo, S. (2013). Tolerance to Variations in Physicochemical Parameters in Gastropods of the Pacific Ocean. *Pacific Scientific Journal*.

- García, A. (2012). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *IAH*, 7, 27-36.
- Genzano, G. N. (2010). *La vida en el mar: buceando en la costa de Mar del Plata*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).
- Giacometti V., J. C. (2019). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como Bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 6(2), Article 2. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-Serieszoologica/article/view/1394>
- Giraldo-Cardona, A., González-Zapata, F. L., Lopez De Mesa-Agudelo, L. A., y Londono-Herrera Paz, D. L., Londoño Cruz, E., y Blanco, J. F. (2014).
- González Severino, G. (2014). Diversidad y abundancia de macroalgas en las zonas intermareales rocosas de las comunas Montañita, La Entrada y La Rinconada, de noviembre 2013, abril 2014, provincia de Santa Elena [Tesis de Pregado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1462>
- Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L., y Kier, P. M. (1995). *Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean*.
- Hernández Herrera, R., y González González, M. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 259.
- Hickman, C. P., Roberts, L., Larson, A., & Ober, W. (2020). *Biología: principios y procesos*. McGraw-Hill Education.
- Hickman, C., y Todd, Z. (2000). *Guía de campo de los Crustáceos de Galápagos*.
- Hickman, C. P., y Rojas Lizana, I. (1998). *Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos*.

- Humara-Gil, K. J., Granja-Fernández, R., Montoya-Márquez, J. A., & López-Pérez, A. (2022).
- IPOF (2018). Propuesta de mejora al sistema de gestión para el control de activos del Instituto de Fomento Pesquero, con ayuda del Balanced Scorecard.
- Keener, R. Lopez, D. Manzanos, E. (2002). Clasificación física del intermareal rocoso y distribución de macroalgas a diferentes escalas espaciales a lo largo del NE Atlántico.
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. E-Revista de Didáctica I*, 1-18.
- Lancellotti, D. A., y Vasquez, J. A. (2000). Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: Contribución para la conservación marina. *Revista chilena de historia natural*, 73(1), 99-129. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2000000100011>
- Leon, N. & Salvador, E. (2019). Distribución de moluscos en las costas del Perú durante el periodo 2017-2019.
- Limón, L. (2019). Distribución y Abundancia de Macroinvertebrados Marinos en la Zona Intermareal Rocosa de la Playa La Caleta y Chuyuipe. Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/4812/UPSET-BM-2019-0002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-Martínez, R. M. (2019). “Flores marinas”: las anémonas. *Revista de Biología Tropical, Blog-Blog*.
- Lozano-Guzmán, R. I., Rodríguez-Castro, J. H., Barrientos-Lozano, L., VenegasBarrera, C. S., Correa-Gutiérrez, A., y Correa-Sandoval, A. (2020).

- Nuevos registros de moluscos (Gastropoda, Bivalvia) de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 30(3), 243-250.
- Macias Macias, L. L., & Mera Sabando, G. Y. (2024). Organismos fotosintéticos presentes en el embalse Sixto Durán Ballén del cantón Bolívar (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Macias, J. S., y Veliz, J. R. (2023). Estado del conocimiento taxonómico de los poliquetos bentónicos de Ecuador continental. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 17(1).
- Mair, J., Mora, E., Cruz, M., Arroyo, M., González, K., & Merino, D. (2002). Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Univ. de Guayaquil, 1-105.
- Marin Jarrin, J. R., y Shanks, A. L. (2011). Spatio-temporal dynamics of the surfzone faunal assemblages at a Southern Oregon sandy beach. *Marine Ecology*, 32(2), 232-242. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0485.2010.00414.X>
- Marine Biology: Diversity, Adaptation, and Conservation por Manuel E. Fernández-Carvajal (2018):
- Mercedes López, E. (2021). Identificación de áreas prioritarias para la gestión del agua en el Chaco salteño, Argentina. *Agua y territorio= Water and Landscape*, (17), 7-32.
- Miloslavich, P., & Carbonini, A. K. (Eds.). (2010). Manual de Muestreo para Comunidades Costeras: Protocolo para Litorales Rocosos y Praderas de Fanerógamas Marinas. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar, Centro de Biodiversidad Marina.

- Moreno, A. H. G., (2020). Sistema de monitoreo basado en IoT para la medición de calidad de agua en dos sectores acuícolas.
- Moreno, A. H. G., Castro, J. A. T., Vilchez, M. A. A., Paulino, Y. D. L., & Maldonado, Á. C. S. (2023). Sistema de monitoreo basado en IoT para la medición de calidad de agua de riego. *Prospectiva Universitaria*, 20(1), 31-39.
- Moscoso, V. (2013). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú.
- Navarro Huamanguillas, N. S. (2018). Obtención de un aislado proteico a partir de músculo de bagre con faja (*Galeichthys peruvianus*).
- Nogueira, V. D. F., Correia, M. D. F., & Nogueira, V. D. S. (2012). Impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura na cidade de Chapadinha-MA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 5(3), 708-724.
- Ochoa, V. (2019). Descripción de hábitats marinos del litoral oriental de las Islas Cíes (Parque Nacional das Illas Atlánticas, Galicia): implicaciones en la presencia de peces Signátidos.
- Orellana Castro, L. T. (2022). Análisis de la diversidad y abundancia de Equinodermos en el perfil costero del Ecuador durante el período 2013–2021 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022).
- Padilla Gil, D. N. (2023). Zoología de Invertebrados.
- Paul A. Montagna, John F. Kalke, & David T. Ritter (2016). *The Southern California Bight*. University of California Press.

- Pedraza Venegas, K. (2011). Estructura de las praderas del pasto marino *Phyllospadix torreyi* y sus macroalgas asociadas, en función de las horas de exposición al aire, en dos sitios del intermareal rocoso de Baja California [Tesis de Posgrado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada].  
<https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/787/1/187201.pdf>
- Pluas, C. (2022). Abundancia y Diversidad de Zoanthus en la plataforma intermareal rocosa de Las puntas (Ayangue) y El Faro (Ballenita), Provincia de Santa Elena, Ecuador
- Ríos, E., & Torres, S. (1961). Mollusks of the tropical eastern Pacific. Paleontological Research Institution.
- Rodney M. Feldmann, Richard C. Newell, & Thomas A. Dean (2009). Invertebrates: Structure and Function. Cambridge University Press.
- Rogers, D. C., Magalhães, C., Peralta, M., Ribeiro, F. B., Bond-Buckup, G., Price, W. W., ... y Santos, S. (2020). Phylum Arthropoda: crustacea: malacostraca. In Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (pp. 809-986). Academic Press.
- Rosas Luis, R. (2013). La modificación del ecosistema marino reflejada en las poblaciones de las especies de calamares *Dosidicus gigas*, *Illex coindetii*, *Illex argentinus*, *Todarodes sagittatus*, *Doryteuthis gahi* y *Onykia ingens* Dinámica y función de los calamares en los ecosistemas.
- Rupp, G. M., & Hayward, C. T. (2009). Invertebrate Zoology. Oxford University Press.

- Sánchez Bonilla, A. E. (2022). Composición, abundancia y estructura comunitaria del Phylum Echinodermata en la zona rocosa intermareal de la playa de San Lorenzo–Salinas, julio a octubre 2021 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022).
- Sánchez, J. A., & Angarita, J. L. (2012). Perspectivas en la ecología de arrecifes coralinos. Universidad de los Andes.
- Sánchez, R., & Bonilla, F. (2022). Uso de la diversidad biológica de grupos indicadores para evaluar la compensación ecológica: el caso del Embalse Río Piedras, Costa Rica.
- Sarzosa, R. & Tipanguano, E. (2004). Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. Panamericana Formas e Impresos 2005.
- Sepúlveda, R. D., Moreno, R. A., y Carrasco, F. D. (2003). Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *Phragmatopoma Moerchikinberg*, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermarela rocoso del coholgüe Chile. Gayana (Concepción), 67(1), 45-54. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382003000100007>
- Silva, E (2001). Comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Palma Real, Golfo de Chiriquí, Panamá.
- Silva, R., Villatoro, M., Ramos, F., Pedroza, D., Ortiz, M., Mendoza, E., Delgadillo Calzadilla, M. A., Escudero, M., Felix Delgado, A., y Cid, A. (2015). Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable. [dataset]. UNAM/SEMARNAT.
- Sisquiarco Torreglosa, C. A. (2023). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo

- (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1753), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí – Antioquia) [Tesis de Pregrado, Universidad de Antioquia].  
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/34225>
- Stow, D. A. V. (2004). *Encyclopedia of the Oceans* (pp. 150-151). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Tamaris Turizo, C. E. (2018). *Relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la Sierra Nevada de Santa Marta* [Tesis Doctoral, Universidad nacional de Colombia].  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63803>
- Underwood, A. J. (1981). Structure of a rocky intertidal community in New South, Wales: Patterns of vertical distribution and seasonal changes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 51(1), 57-85.  
[https://doi.org/10.1016/0022-0981\(81\)90154-4](https://doi.org/10.1016/0022-0981(81)90154-4)
- Varela A. y Sánchez, J. (2019). Aproximación morfológica y molecular al conocimiento de las ofiuras (Echinodermata: Ophiuroidea) en el Parque Nacional Marino Las 84 Baulas (Pacífico Norte, Costa Rica). Obtenido de:  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/39283/42463?inline=1>
- Vásquez Valencia, C. P. (2023). *Diversidad y abundancia de equinodermos asteroidea que habitan en los fondos rocosos de Puerto Cayo, durante el periodo de estudio noviembre 2022 a enero del 2023* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.).

## 10. ANEXOS



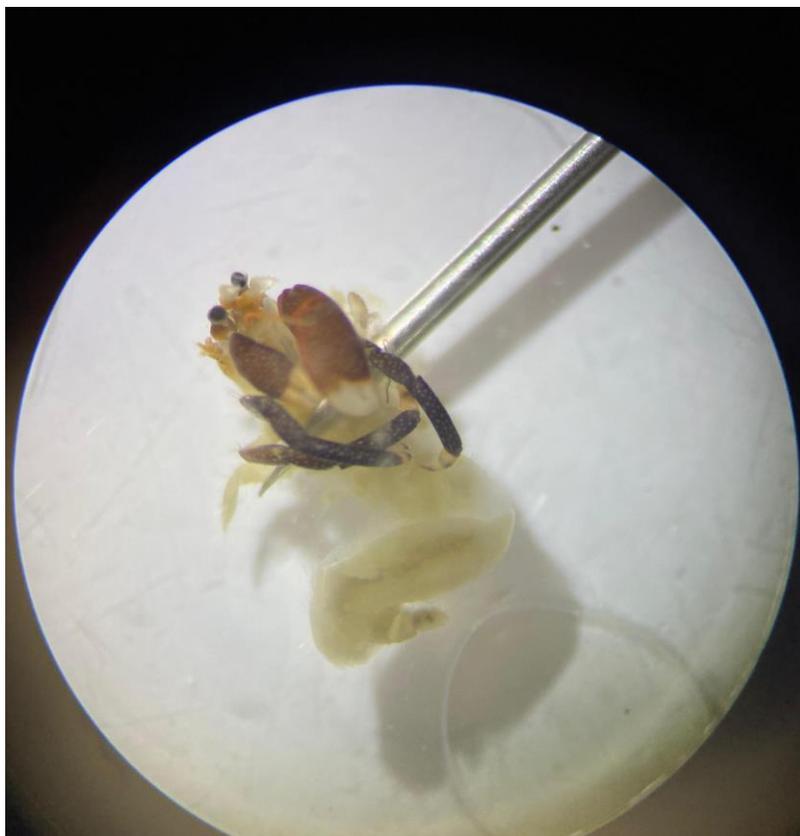
**Anexo 1.** Aplicación del protocolo NaGISA para toma de densidades.



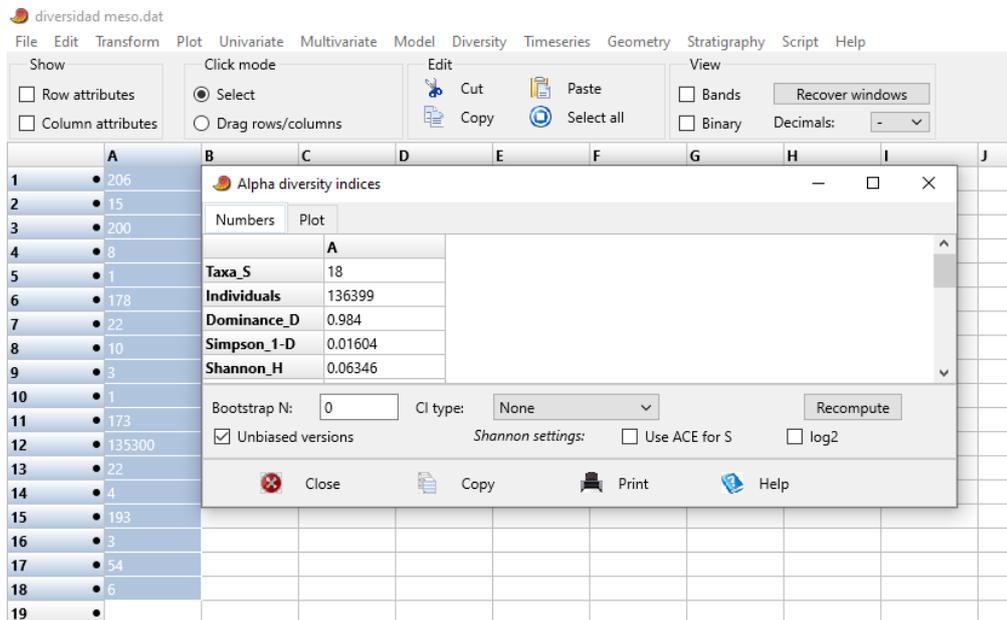
**Anexo 2.** Aplicación de cuadrante cerca de la línea del transecto.



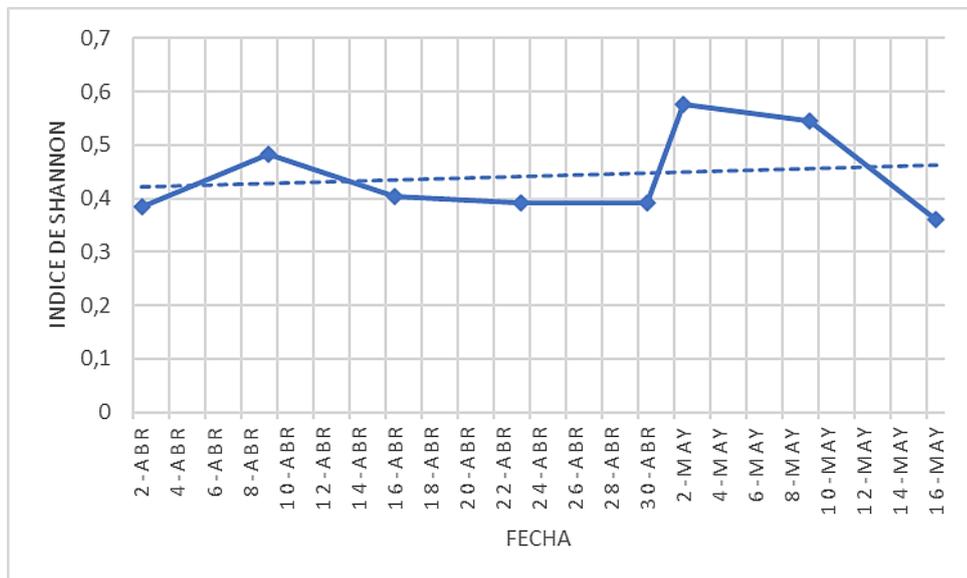
**Anexo 3.** Comunidad de macroinvertebrados compartiendo un espacio bajo el cuadrante.



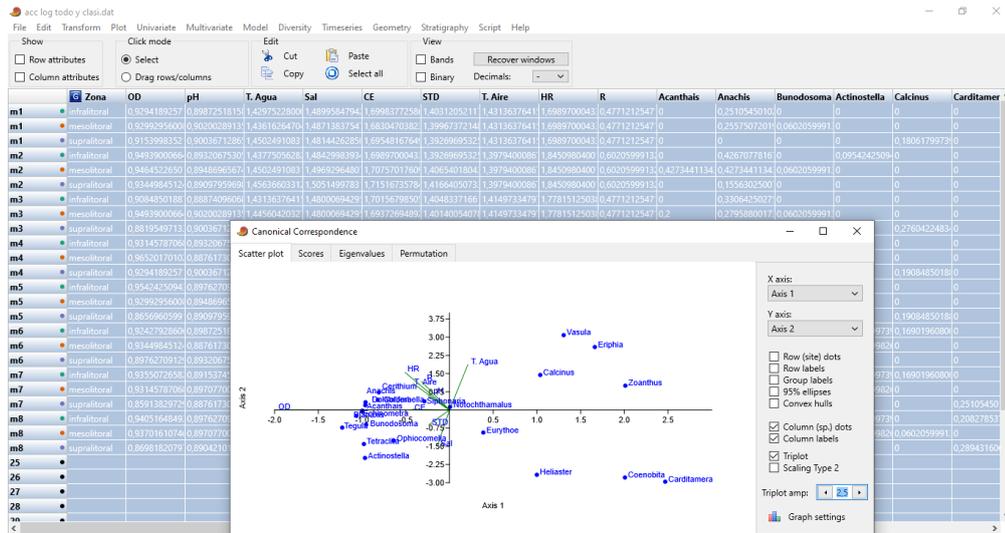
**Anexo 4.** Ejemplo de organismo observado a través del estereoscopio para identificación (género *Calcinus*).



**Anexo 5.** Obtención de índice de diversidad de Shannon-Weaver en el software estadístico Past 4.



**Anexo 6.** Índice de diversidad de Shannon en el periodo de tiempo de la investigación.



**Anexo 7.** Obtención y configuración de la gráfica del análisis de correspondencia canónica en el software estadístico Past 4.

	N	Shapiro -Wilk W	p(normal)	Anderson- Darling A	p(normal)	p(Monte Carlo)
Oxígeno disuelto	24	0,8762	0,006982	1,304	0,001699	0,0019
pH	24	0,9363	0,1346	0,4467	0,2577	0,2739
Temperatura	24	0,9638	0,5194	0,2694	0,6481	0,6653
Salinidad	24	0,941	0,1715	0,398	0,3398	0,3453
Conductivida d eléctrica	24	0,681	5,70E-06	3,166	3,34E-08	0,0001
Solidos disueltos	24	0,9722	0,7222	0,2495	0,7172	0,7282
Temperatura aire	24	0,8442	0,001712	1,407	0,0009305	0,001
Humedad relativa	24	0,7692	9,64E-05	2,198	9,18E-06	0,0001
Radiación nivel	24	0,6165	9,48E-07	4,513	1,43E-11	0,0001

**Anexo 8.** Valores obtenidos en la prueba múltiple de normalidad.

**CARTA DE CERTIFICACIÓN**

**De:**

Doctor en Ciencias Biológicas  
Xavier Piguave Preciado  
Investigador en Invertebrados Moluscos y Crustáceos  
Guayaquil, Ecuador

**Para:**

Manolo Alexander Vergara Moreira  
Estudiante de titulación  
Universidad Península de Santa Elena

Acorde a las muestras y fotografías revisadas el 10 de junio del 2024, el estudiante Manolo Alexander Vergara Moreira con número de cédula 1719998583, las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación denominada "INFLUENCIA DE CONDICIONES FISICOQUÍMICAS SOBRE MACROINVERTEBRADOS MARINOS DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA PLAYA LA VIEJITA, SALINAS-ECUADOR", durante marzo a junio del 2024 confirmo que, los géneros de invertebrados identificados por el estudiante algunas fueron corregidas.

Me permito certificar que las especies de invertebrados en muestra y fotográficamente son las indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales y en mi especialidad en estos componentes adquiridos y reconocidos a nivel nacional.

Atentamente,



Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.  
Investigador en Invertebrados  
Componente Moluscos y Crustáceos

**Anexo 9.** Certificación de identificación de géneros de macroinvertebrados.

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD  
BIOLÓGICA No. 145**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD  
BIOLÓGICA**

**2.- CÓDIGO**

MAATE-ARSFC-2024-0145

**3.- DURACIÓN DEL PROYECTO**

FECHA INICIO	FECHA FIN
2024-03-30	2024-09-30

**4.- COMPONENTE A RECOLECTAR**

Animal
--------

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE  
RECOLECCION**

Nº de C./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0905260881	CORNEJO RODRIGUEZ MARIA HERMINIA	Ecuatoriana	0905260881		Anthozoa;Malacostraca

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA  
DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

**Nombre del Proyecto:** Influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita Salinas- Ecuador.

**7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:**

Evaluar la influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita, mediante técnicas de medición u obtención de parámetros, el protocolo NaGISA y análisis estadísticos, determinando posibles cambios en la presencia de bioindicadores del ecosistema.
Relacionar los parámetros fisicoquímicos con la diversidad y densidad de macroinvertebrados mediante el coeficiente de correlación, análisis de correspondencia canónica y análisis independientes.
Determinar la densidad y diversidad de macroinvertebrados marinos mediante la aplicación del protocolo NaGISA y técnicas de identificación.
Establecer los parámetros fisicoquímicos con equipos de medición, plataformas de instituciones nacionales y técnicas de campo.

### 8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA PUNTILLA DE SANTA ELENA	NA

### 9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Anthozoa	Zoantharia	Zoanthidae	Zoanthus	NA	Conservada	1	
Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	Clibanarius	NA	Conservada	1	

### 10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

<b>FASE DE RECOLECCIÓN:</b>	Se utilizará el protocolo NaGISA para medir la densidad de organismos por m <sup>2</sup> , de manera que los macroinvertebrados móviles y semisésiles sean contabilizados y los macroinvertebrados sésiles estén en porcentaje o cobertura (Mioslavich & Carbonini, 2010). Durante el estudio, se identificará de manera in situ los organismos hasta el nivel de género utilizando guías de campo y claves dicotómicas, y los datos recopilados se registrarán en una ficha de campo (Fischer, 2018). Posterior a la identificación se llevará a cabo la toma de datos relacionada al conteo y cobertura de los macroinvertebrados presentes. Se seleccionarán cuidadosamente las muestras de los organismos que no se hayan podido ser identificados en campo en el primer monitoreo.
<b>FASE DE PRESERVACIÓN:</b>	Estas muestras serán conservadas en alcohol al 70% para garantizar su preservación. Además, se documentarán cuidadosamente las muestras, registrando su ubicación y fecha de recolección.

### 11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

<b>MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:</b>	En el laboratorio, se utilizarán técnicas y guías de identificación para comparar las características y morfología de los organismos presentes en las muestras conservadas, estos también serán visualizados bajo el microscopio. Los resultados se compararán con información previa.
---	--

**12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.**

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Branchiopoda	GUANTES DE NITRILLO, ALCOHOL 70%, FRASCOS DE VIDRIO Y MARCADORES.	Material en Campo
Malacostraca	RECIPIENTES DE VIDRIO, ALCOHOL 70% Y GUANTES	Material en Campo
Anthozoa	FUNDAS DE PAPEL, NAVAJA, CUCHILLO, ESPÁTULA, MARTILLO Y CINCEL, LIBRETA DE CAMPO, PIOLA PLÁSTICA, CINTA DE MARCAJE, LUPAS Y FUNDAS ZIPLOC	Material en Campo

**13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO**

Branchiopoda	Museo de Ecología Acuática Universidad San Francisco de Quito
Malacostraca	Museo Universidad de Guayaquil
Anthozoa	Museo Universidad de Guayaquil

**14.- RESULTADOS ESPERADOS**

Se espera establecer los valores de los 11 parámetros fisicoquímicos seleccionados en el área de estudio. Estos datos proporcionarán una comprensión detallada de las condiciones físicas y químicas del ambiente marino en el sitio. Se espera determinar la diversidad de especies de macroinvertebrados presentes en el área de estudio, también se espera obtener información sobre la densidad de macroinvertebrados por unidad de área, lo que permitirá estimar la abundancia relativa de estas especies en el ecosistema marino. El análisis estadístico evaluará la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la diversidad y densidad de macroinvertebrados marinos. Se esperan relaciones positivas entre la concentración de oxígeno disuelto y ciertas familias sensibles. El pH y la salinidad podrían influir en la distribución de familias tolerantes.

**15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.**

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta04.18.01 Para el 2017 se cuenta con un marco jurídico enfocado en la creación de valor a partir del uso intensivo de la generación, transmisión, gestión y aprovechamiento del conocimiento, que además incluye los conocimientos tradicionales.	La investigación proporcionará información relevante para implementar estrategias de conservación y manejo adaptativo de la zona intermareal rocosa, contribuyendo así a la preservación de este valioso ecosistema costero.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **VERGARA MOREIRA MANOLO ALEXANDER**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2024/09/15**
4. Valoración técnica del proyecto: **CHOCHO SANCHEZ VICTOR EDUARDO**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

**OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.**

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.

**Anexo 13.** Cuarta parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.
12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.
13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.
14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **VERGARA MOREIRA MANOLO ALEXANDER**.

**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD**  
VILLAVICENCIO GAIBOR RICARDO JAVIER  
2024-03-28



5 / 5



**Anexo 14.** Quinta parte del permiso de investigación otorgado por del ministerio del ambiente

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la playa "La Viejita" de la Armada de Salinas, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador, se encuentran comunidades de macroinvertebrados marinos de importancia ecológica y económica sobre el intermareal rocoso. Sin embargo, es fundamental comprender cómo los cambios en las condiciones fisicoquímicas en esta playa de acceso privado pueden afectar estas comunidades en dicha zona perteneciente a la costa y así generar información que ayude a predecir el comportamiento en relación con la tolerancia de estos individuos a algunos factores o condiciones ambientales.

La escasa información sobre la relación entre los organismos y su entorno impide la capacidad para predecir y solucionar posibles impactos negativos en la biodiversidad y ecología de la zona intermareal rocosa. Además, los macroinvertebrados articulados marinos son considerados indicadores tempranos de perturbaciones ambientales, ya que pueden variar su población rápidamente debido a los cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua (Darren et al., 1997). Por lo tanto, es necesario investigar cómo estos cambios en las condiciones fisicoquímicas internas y externas del agua, pueden afectar la distribución de los macroinvertebrados en la zona intermareal de la playa la Viejita. Estos efectos pueden indicar variaciones importantes en el equilibrio ecológico del sector y tener implicaciones importantes para la conservación y el manejo adaptativo de este ecosistema costero (Durán & Gracia, 2020). Además de ampliar el conocimiento científico en el contexto de condiciones fisicoquímicas y macroinvertebrados, se genera mediante el presente documento información para uso de investigaciones futuras, cuyos objetivos impliquen comparar en una determinada línea de tiempo los cambios y alteraciones de estas comunidades en estos ecosistemas marino costero.

**Anexo 15.** Planteamiento del problema de la investigación.

Zona	OD	pH	T. Agua	Sal	CE	STD	T. Aire	HR	R
infralitoral	8,42	7,9	26,9	30,9	48,8	25,1	25,2	60,9	3,4
mesolitoral	8,43	7,9	26,8	30,9	48,8	25,1	25,1	60,9	3,4
supralitoral	8,38	7,8	26,7	31,0	49,0	25,1	25,0	60,9	3,4

**Anexo 16.** Promedio de las condiciones fisicoquímicas en las tres zonas de muestreo.

Fecha	Zona	Shanno-Weaver	Oxígeno disuelto (ml/l)	pH	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Conductividad eléctrica (S/cm)	Sólidos disueltos (ppt)	temperatura aire	humedad relativa 500 hPa (%)	radiación nivel
2-abr	infralitoral	0.09891	8,5	7,92	26,9	30,9	50,1	25,3	27	50	3
2-abr	mesolitoral	0.06346	8,51	7,98	27,3	30,7	48,2	25,1	27	50	3
2-abr	supralitoral	0.6202	8,23	7,95	28,2	30,3	49,6	24,7	27	50	3
9-abr	infralitoral	0.09891	8,9	7,82	27,4	30,5	50	24,7	25	70	4
9-abr	mesolitoral	0.06346	8,84	7,85	28,2	31,4	51	25,5	25	70	4
9-abr	supralitoral	0.6202	8,6	7,78	28,6	32	51,9	26,1	25	70	4
16-abr	infralitoral	0.09891	8,1	7,74	27	30,2	50,3	25,4	26	60	3
16-abr	mesolitoral	0.06346	8,9	7,98	27,9	30,2	49,4	25,2	26	60	3
16-abr	supralitoral	0.6202	7,62	7,95	28,7	30,1	49,6	24,8	26	60	3
23-abr	infralitoral	0.09891	8,54	7,82	26,9	30,9	50,1	25	24	70	4
23-abr	mesolitoral	0.06346	9,23	7,72	28,2	31,4	51	25,5	24	70	4
23-abr	supralitoral	0.6202	8,5	7,95	27,8	30,3	49,6	24,7	24	70	4
30-abr	infralitoral	0.09891	9	7,9	26	31	41,1	25,3	25	70	4
30-abr	mesolitoral	0.06346	8,51	7,85	26,3	30,6	49,6	25,1	25	70	4
30-abr	supralitoral	0.6202	7,34	7,78	26,7	30	47,9	24,7	25	70	4
2-may	infralitoral	0.09891	8,4	7,92	25,2	32,2	50,3	24,6	26	60	3
2-may	mesolitoral	0.06346	8,6	7,72	26,6	31,4	51,2	25,6	26	60	3
2-may	supralitoral	0.6202	7,9	7,82	26,8	30	39,12	24,2	26	60	3
9-may	infralitoral	0.09891	8,62	7,79	25	31,1	49,6	24,8	24	50	3
9-may	mesolitoral	0.06346	8,54	7,89	25,7	31,9	50,1	26	24	50	3
9-may	supralitoral	0.6202	7,23	7,72	26,2	31,4	44	25,5	24	50	3
16-may	infralitoral	0.09891	8,72	7,9	24	31,56	49,25	24,2	24	50	3
16-may	mesolitoral	0.06346	8,65	7,89	24,7	31	50	25,8	24	50	3
16-may	supralitoral	0.6202	7,41	7,77	25,3	32,2	52,6	25,1	24	50	3

**Anexo 17.** Valores diarios correspondientes a los parámetros fisicoquímicos e índice de Shannon de cada zona muestreada.