



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“COMUNIDADES BENTÓNICAS RELACIONADAS A LA HETEROGENEIDAD
SEDIMENTARIA DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MUÑOZ CRUZ LIANG SEBASTIAN

DOCENTE TUTOR:

BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M. Sc.

LA LIBERTAD- ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA:

**“COMUNIDADES BENTÓNICAS RELACIONADAS A LA HETEROGENEIDAD
SEDIMENTARIA DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MUÑOZ CRUZ LIANG SEBASTIAN

DOCENTE TUTOR:

BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M.SC

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**Comunidades Bentónicas Relacionadas A La Heterogeneidad Sedimentaria De La Bahía De Santa Elena**”, elaborado por **Muñoz Cruz Liang Sebastián**, 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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eufredo Carlos Andrade Ruíz', written over a horizontal line.

Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruíz, M. Sc

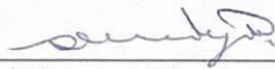
DOCENTE TUTOR

C.I. 0910798750

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**Comunidades Bentónicas Relacionadas A La Heterogeneidad Sedimentaria De La Bahía De Santa Elena**”, elaborado por **Muñoz Cruz Liang Sebastián** estudiantes 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, 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 su sustentación.

Atentamente



Acui. Sonny Mendoza, Ph. D.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0912802816

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios por el milagro de vida que me ha permitido lograr mis objetivos a pesar de las dificultades y ser esa fuente de fortaleza y voluntad para no rendirme.

A mis padres, Juan y Gisella, mis más grandes modelos de vida, que, por su amor incondicional y sus sabios consejos, fueron el ejemplo de dedicación y perseverancia, sin jamás dejar de creer en mí, por ello, este logro es tanto suyo como mío.

A mis ángeles del cielo, Lupita y Evita quienes fueron parte de mi motivación, a mis abuelitos Atanacio, Juan, Benedicta y María, que nunca me juzgaron a pesar de mis errores.

A mis hermanos, Juan, Jittomy, Eliana y Maykel, quienes siempre me hicieron sentir su amor, orgullo y admiración hacia mi persona, además también a mis cuñados Paul y Angie, sin olvidarme de mis pequeñas Jhia, Alanna y Eva.

A mis tíos y primos quienes me ayudaron sin dudarlos, y en más de una ocasión a lo largo de mis estudios.

Con cariño a Cielo quien me acompañó, toleró y brindó fuerzas para seguir hasta el final de este trabajo, volviéndose mi fiel confidente de amanecidas.

Y a todos mis compañeros y queridos docentes de la Facultad de Ciencias del Mar.

AGRADECIMIENTO

A mis padres que me apoyaron sin dudarlos en ningún momento durante toda esta etapa, sin esperar nada a cambio.

Al Blgo. Carlos Andrade Ruiz, quien además de ser mi tutor, por su orientación, dedicación, paciencia y compromiso a lo largo de esta investigación, de igual manera a la Blga. María Herminia Cornejo, quienes, gracias a sus consejos, guías y exigencia académica, que me acompañaron y compartieron desinteresadamente sus conocimientos científicos, siendo primordiales durante mi crecimiento personal y profesional.

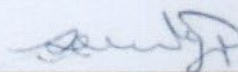
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Muñoz Cruz Liang Sebastián** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

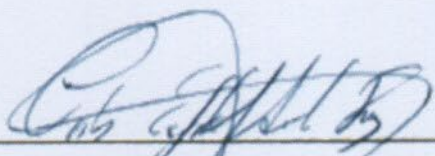
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 8/7/2025



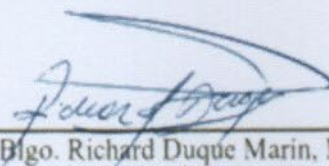
Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.
**DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



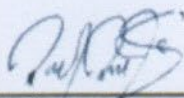
Acui. Sonnya Mendoza, Ph.D.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Carlos Andrade Ruiz, MSc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



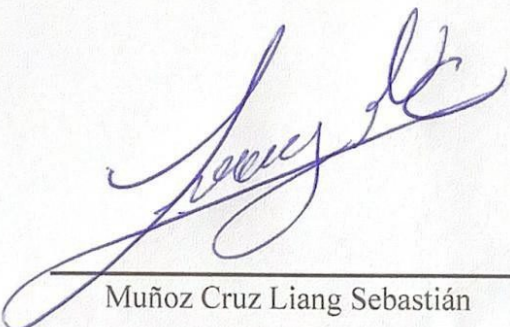
Blgo. Richard Duque Marin, Mgt.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de datos e ideas y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular “Comunidades Bentónicas Relacionadas A La Heterogeneidad Sedimentaria De La Bahía De Santa Elena”, pertenecen exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Muñoz Cruz Liang Sebastián
C. I.: 2400013203

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. OBJETIVOS	10
4.1 Objetivo General	10
4.2 Objetivos Específicos.....	10
5. HIPÓTESIS	10
CAPÍTULO II.....	11
6. MARCO TEÓRICO.....	11
6.1 Antecedentes	11
6.2 Aspectos Generales	12
6.3 Bentos Marino.....	12
6.4 Características de los macroinvertebrados bentónicos (MiB) marinos	14
6.5 Clasificación y morfología de los macroinvertebrados (MiB) marinos	16
6.5.1 Filo Mollusca.....	17
6.5.2 Filo Arthropoda	20

6.5.3 Filo Echinodermata.....	22
6.5.4 Filo Anélida	26
6.5.5 Filo Cnidaria.....	28
CAPITULO III	30
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
7.1 Área de Estudio	30
7.2 Fase de campo.....	32
7.3 Recolección de muestras	34
7.4 Fase de laboratorio	35
7.5 Parámetros físico-químicos del sedimento	35
7.6 Identificación taxonómica de organismos bentónicos	36
7.7 Análisis de laboratorio y estadístico.....	37
7.7.1 Índices de diversidad y abundancia	37
7.7.2 Análisis físico-químico del sedimento marino	38
7.7.4 Análisis de datos de índices ecológicos y parámetros físico-químicos	38
CAPÍTULO IV	39
8. RESULTADOS.....	39
8.1 Organismos identificados.....	39
8.2 Abundancia y diversidad de los organismos	44
8.3 Valores determinados de pH y granulometría.....	47

8.3.1	pH con relación al área de estudio.....	47
8.3.2	Granulometría con relación al área de estudio.....	49
8.4	Distribución los organismos y su relación con las variables físico-químicas.	51
8.4.1	Análisis de correlación cantón Salinas	52
8.4.1	Análisis de correlación cantón La Libertad	54
9.	DISCUSIONES.....	56
10.	CONCLUSIONES.....	59
11.	RECOMENDACIONES.....	61
12.	REFERENCIAS.....	62
13.	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas de las estaciones de muestreo	32
Tabla 2.	Organismos identificados durante los 6 monitoreos.....	50
Tabla 3.	Datos de Granulometría.....	50
Tabla 4.	Datos de Profundidad	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Bentónico.....	14
Figura 2. Anatomía Nautilus	17
Figura 3. Anatomía Gasterópodo	18
Figura 4. Anatomía bivalvos	19
Figura 5. Anatomía Polyplacophora	19
Figura 6. Anatomía Malacostraca.....	20
Figura 7. Anatomía Maxillopoda.....	21
Figura 8. Anatomía Ostracoda.....	22
Figura 9. Anatomía Asteroidea.....	23
Figura 10. Anatomía Crinoidea	24
Figura 11. Anatomía Echinoidea.....	24
Figura 12. Anatomía Holothuroidea	25
Figura 13. Anatomía Ophiuroidea.....	26
Figura 14. Anatomía Polychaeta	27

Figura 15. Anatomía Oligochaeta.....	27
Figura 16. Anatomía Anthozoa	28
Figura 17. Anatomía Scyphozoa	29
Figura 18. Anatomía Hydrozoa	29
Figura 19. Área de estudio, cantón La Libertad.	30
Figura 20. Área de estudio, cantón Salinas	31
Figura 21. Abundancia relativa de los organismos.....	45
Figura 22. Índice de diversidad durante los meses de estudio.....	47
Figura 23. Valores de pH durante los meses de estudio	48
Figura 24. Correlación de los organismos en el cantón Salinas	53
Figura 25. Correlación de los organismos en el cantón La Libertad	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de organismos identificados.....	77
Anexo 2. Filtración de muestras en campo.....	77
Anexo 3. Filtración de sedimentos	77
Anexo 4. Obtención de muestras biológicas con la draga de Van Veen	78
Anexo 5. Identificación de organismos en estereomicroscopio.....	78
Anexo 6. Tutorías y revisión de la especialista en bentos	78
Anexo 7. Familia de Pagurídeos.....	78
Anexo 8. Género Glycera.....	79

Anexo 9. Género <i>Asterias</i>	79
Anexo 10. Género <i>Gammarus</i>	79

GLOSARIO

Bioacumulación: Proceso mediante el cual los organismos acumulan contaminantes en sus tejidos a partir del medio ambiente o la cadena trófica.

Bioindicador: Organismo o grupo de organismos cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica.

Bioturbación: Mezcla del sedimento causada por la actividad biológica de organismos, afectando la estructura física y química del sustrato.

Bentos: Conjunto de organismos que viven en el fondo de cuerpos de agua, incluyendo los fondos marinos y estuarinos.

Draga Van Veen: Instrumento utilizado para coleccionar muestras de sedimento del fondo marino, especialmente para análisis bentónicos.

Eutrofización: Proceso de enriquecimiento excesivo de nutrientes en un ecosistema acuático, que puede causar disminución del oxígeno disuelto.

Granulometría: Distribución del tamaño de las partículas que componen un sedimento, clasificado como arena, limo o arcilla.

Heterogeneidad sedimentaria: Variabilidad en la composición y estructura del sedimento, que influye en la distribución de las especies bentónicas.

Macroinvertebrados: Invertebrados de tamaño superior a 0,5 mm, que habitan principalmente en el fondo de cuerpos de agua.

Malacofauna: Conjunto de moluscos presentes en un ecosistema, incluyendo bivalvos, gasterópodos y escafópodos.

Materia orgánica del sedimento (MOS): Porción del sedimento compuesta por restos vegetales, animales y microorganismos en descomposición.

Sedimento: Material depositado en el fondo marino compuesto por partículas minerales, materia orgánica y organismos vivos o muertos.

Sustrato: Superficie o material del fondo marino donde se desarrollan los organismos bentónico

ABREVIATURAS

g: Gramos

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

ICA: Índice de Calidad del Agua

LOI: Loss on Ignition (Pérdida por ignición)

M: Metros

mg/L: Miligramos por litro (concentración de sustancias en el agua)

mm: Milímetros

MOS: Materia Orgánica del Sedimento

OD: Oxígeno Disuelto

OHAUS®: Marca de balanzas analíticas

ppm: Partes por millón

RDA: Redundancy Analysis (Análisis de Redundancia)

S.E.: Santa Elena

sp.: Especie no determinada (singular)

T: Temperatura

%: Porcentaje **mm:** Micrómetros

RESUMEN

Los macroinvertebrados bentónicos son componentes clave en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos, y su distribución responde a factores ambientales del sedimento. Este estudio evaluó la comunidad bentónica submareal y su relación con parámetros fisicoquímicos (pH, materia orgánica, granulometría y profundidad) en ocho estaciones ubicadas en los cantones La Libertad y Salinas (Santa Elena, Ecuador). Se realizaron muestreos mensuales entre marzo y mayo de 2025, utilizando una draga tipo Van Veen para la recolección de organismos y sedimentos. Se identificaron 635 individuos pertenecientes a cinco filos: Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata y Sipuncula, predominando poliquetos como *Glycera sp.*, *Onuphis sp.* y *Capitella sp.* Los sedimentos de La Libertad presentaron mayor proporción de limo y arcilla, generando acumulación de materia orgánica, mientras que en Salinas se registró mayor proporción de arena. El pH se mantuvo en rango alcalino (8.03–8.53), con ligeras variaciones temporales. El índice de diversidad de Shannon-Wiener alcanzó valores >3 bits en abril en Salinas, indicando alta diversidad; en marzo, en ambos cantones, se registraron valores <3 bits, reflejando comunidades menos equitativas. La abundancia relativa evidenció dominancia de especies oportunistas en La Libertad y una mayor equidad en Salinas. Las correlaciones de Pearson mostraron asociaciones significativas (> 0.7) entre la materia orgánica y especies como *Pagurus sp.*, *Ophiocoma*

sp., *Glycera sp.* y *Onuphis sp.*; el pH se correlacionó positivamente con *Cossura sp.* y *Donax sp.*, y negativamente con *Olivella sp.* y *Sabella sp.* Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del sedimento influyen significativamente en la estructura de las comunidades bentónicas.

Palabras clave: macroinvertebrados bentónicos, diversidad, pH, materia orgánica, bioindicadores.

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are key components in the structure and functioning of marine ecosystems, and their distribution is influenced by environmental factors of the sediment. This study assessed the subtidal benthic community and its relationship with physicochemical parameters (pH, organic matter, granulometry, and depth) at eight stations located in the cantons of La Libertad and Salinas (Santa Elena, Ecuador). Monthly samplings were conducted from March to May 2025 using a Van Veen grab to collect organisms and sediment samples. A total of 635 individuals were identified, belonging to five phyla: Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, and Sipuncula, with a predominance of polychaetes such as *Glycera sp.*, *Onuphis sp.*, and *Capitella sp.* Sediments in La Libertad showed a higher proportion of silt and clay, resulting in greater organic matter accumulation, whereas Salinas had a higher sand content. The sediment pH remained within an alkaline range (8.03–8.53), with slight temporal fluctuations. The Shannon-Wiener diversity index reached values >3 bits in April in Salinas, indicating high biodiversity; in March, both cantons recorded values <3 bits, reflecting less equitable communities. Relative abundance revealed a dominance of opportunistic species in La Libertad and greater community evenness in Salinas. Pearson correlations showed significant associations (> 0.7) between organic matter and species such as *Pagurus sp.*, *Ophiocoma sp.*, *Glycera sp.*, and *Onuphis sp.*; pH correlated positively with *Cossura sp.*

and *Donax* sp., and negatively with *Olivella* sp. and *Sabella* sp. The results suggest that sediment physicochemical parameters significantly influence the structure of benthic communities.

Keywords: benthic macroinvertebrates, diversity, pH, organic matter, bioindicators.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La macrofauna bentónica está compuesta por organismos invertebrados que habitan el fondo marino, ya sea de forma sésil o con desplazamiento limitado, se encuentran asociados a diversos tipos de sustrato (fangoso, arenoso o rocoso) donde pueden permanecer parcialmente enterrados (Liñero & Díaz, 2010). Estos organismos cumplen funciones ecológicas vitales en los ecosistemas marinos, como la descomposición de materia orgánica, la bioturbación y el reciclaje de nutrientes (Villota, 2014; Sasa et al., 2022; Cifuentes, 2001). Además, presentan estrategias reproductivas sexuales y asexuales que facilitan su persistencia en ambientes variables y perturbados (Sarzoza & Tipanguano, 2004).

El macrobentos, está constituido por organismos que superan los 5 mm de tamaño, que pueden observarse a simple vista y que resultan altamente sensibles a cambios ambientales. Su distribución, abundancia y diversidad se utilizan ampliamente como bioindicadores del estado ecológico de hábitats marinos y estuarinos (Sisquiarco, 2023; Cruz et al, 2003). Poliquetos, moluscos y algunos crustáceos son especialmente valorados por su capacidad para reflejar condiciones del sustrato, carga orgánica y alteraciones antrópicas (Samanez et al., 2014; Trama et al., 2009), por lo cual su monitoreo determina la calidad medioambiental en las costas.

En la bahía de Santa Elena, localizada al suroeste de la costa ecuatoriana, se han identificado 55 especies de moluscos marinos entre 2006 y 2007, incluyendo 28 bivalvos y 24 gasterópodos, además de al menos 13 especies de poliquetos, con predominancia del género *Capitella*, indicador clásico de ambientes enriquecidos en materia orgánica (Villamar, 2009; Macías y Velíz, 2023). Estas comunidades muestran adaptaciones funcionales diversas que permiten evaluar el estado trófico del ambiente y detectar procesos de deterioro ambiental asociados a presión antrópica (Olán et al., 2020; Soledispa, 2005); También, actúan como bioacumuladores de contaminantes como metales pesados, pesticidas y compuestos orgánicos persistentes, los cuales pueden incorporarse por ingestión de sedimentos, difusión cutánea o alimentación por filtración (Olmos et al., 2015; Wörheide et al., 2012). Estos procesos los convierten en organismos dependientes de las alteraciones físico-químicas del ecosistema marino y en determinantes de monitoreo ambiental a largo plazo (Jaramillo, 2013; Cifuentes, 2001).

La geomorfología del litoral de la península de Santa Elena, particularmente en los sectores de Salinas y La Libertad, se caracteriza por una combinación de fondos rocosos, arenosos y la presencia de rocas sumergidas que generan microhábitats heterogéneos (Soledispa, 2005; Cruz, 2009). Esta complejidad estructural favorece una alta riqueza de flora y fauna marina bentónica, pero también aumenta la sensibilidad del sistema a impactos externos como el desarrollo urbano, el turismo costero y la descarga de aguas residuales (Eslava et al., 2011; Limón, 2019).

El análisis de la malacofauna (incluyendo bivalvos, gasterópodos y escafópodos) permite comprender cambios comunitarios derivados de presiones ecológicas o contaminantes. Por ejemplo, los bivalvos como *Donax*, *Anadara* y *Brachidontes* actúan como filtradores eficientes, mientras que gasterópodos como *Chiton* o miembros de Pyramidellidae representan diferentes modos de alimentación y relaciones ecológicas (Cruz, 2009; Villamar, 2009). Algunas especies como los *Conus* poseen adaptaciones químicas para la depredación, revelando una alta especialización ecológica (Strong et al., 2008; Navarrete, 2023).

La alta diversidad bentónica de esta región ecuatoriana está influenciada por la convergencia de corrientes oceanográficas, como el encuentro de aguas frías y ricas en nutrientes de la corriente de Humboldt con aguas cálidas y menos productivas del norte, lo que genera gradientes ambientales y alta productividad biológica (INOCAR, 2007; Gualancañay, 2013; Valencia, 2016). Estas condiciones promueven una dinámica trófica intensa y una estructura comunitaria compleja, altamente dependiente del tipo de sedimento, la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes (Luna et al, 2023; Cruz et al, 2003).

La fauna macroinvertebrada bentónica tiene características morfológicas muy diversas como la presencia de parapodios, quetas, sifones, branquias externas o caparzones

calcáreos están directamente relacionadas con la adaptación de las especies al tipo de sedimento, la disponibilidad de oxígeno y las estrategias alimenticias (Francis & Canfield, 2020; Sarzosa & Tipanguano, 2004). Estas variables permiten interpretar las respuestas funcionales de las comunidades bentónicas frente a gradientes ambientales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La bahía de Santa Elena, ubicada en una de las zonas más intervenidas del litoral ecuatoriano, enfrenta actualmente múltiples amenazas que comprometen la estabilidad de sus ecosistemas bentónicos. Entre estos impactos destacan la contaminación derivada de descargas domésticas, efluentes agrícolas e industriales, la acumulación de residuos sólidos, y la presencia de sustancias tóxicas como metales pesados e hidrocarburos, los cuales alteran profundamente las características físico-químicas del sedimento y la columna de agua (BIOMARCC, 2013; Limón, 2019). Estos factores, sumados a la sobreexplotación pesquera y a la variabilidad climática, modifican los ciclos naturales de sedimentación y disponibilidad de nutrientes, afectando directamente la estructura y función de las comunidades bentónicas (Macías y Velíz, 2023; Cifuentes, 2001).

Muchos macroinvertebrados bentónicos muestran cierta tolerancia a condiciones específicas, esta capacidad de resiliencia tiene un umbral; la exposición prolongada a contaminantes (como los provenientes de aguas residuales no tratadas y descargas industriales) reduce la disponibilidad de alimento, altera los procesos reproductivos y promueve la pérdida de biodiversidad (Trigrero, 2019; Samanez et al., 2014). Estas condiciones afectan especialmente a especies sensibles, lo que conlleva una simplificación de la estructura comunitaria, disminuyendo la riqueza específica y favoreciendo organismos oportunistas como *Capitella* o *Polydora*, bioindicadores clásicos de ambientes eutrofizados o contaminados (Cruz et al, 2003; Villamar, 2009).

A su vez, el efecto combinado de la contaminación y el cambio climático (reflejado en fluctuaciones térmicas, hipoxia y acidificación) altera la estabilidad de los sistemas bentónicos, comprometiendo la supervivencia de especies menos tolerantes a estas nuevas condiciones ambientales (Sasa et al., 2022; Trama et al., 2009). A pesar de su relativa adaptabilidad, muchas especies pierden su capacidad de competir o reproducirse en hábitats modificados, lo que acelera la pérdida de biodiversidad y afecta las funciones ecológicas del bentos, como la bioturbación, el reciclaje de nutrientes y el control del flujo de materia orgánica (Villota, 2014; Sarzosa & Tipanguano, 2004).

En este sentido, el uso de técnicas adecuadas de muestreo como el empleo de dragas bentónicas se vuelve esencial para recolectar datos fiables sobre la composición taxonómica, la abundancia y la distribución espacial de los macroinvertebrados. Este tipo de análisis permite detectar patrones ecológicos y posibles alteraciones del ecosistema marino, brindando información clave para la evaluación ambiental y la gestión costera (Méndez et al., 2021; Sisquiarco, 2023). Además, con esta metodología se logra identificar bioindicadores sensibles a perturbaciones específicas del sustrato, lo cual facilita la toma de decisiones en cuanto a la conservación y restauración de hábitats marinos degradados (Jaramillo, 2013; Luna et al, 2023).

Por lo tanto, comprender la relación entre las características ambientales (tipo de sedimento, salinidad, temperatura, disponibilidad de nutrientes) y la diversidad biológica bentónica es fundamental para diseñar estrategias de manejo sostenible en zonas costeras. Cabe señalar que la bahía de Santa Elena ha sido reconocida como un área prioritaria para la conservación marina en el país, en función de su representatividad biológica y su grado de amenaza ambiental (BIOMARCC, 2008; Gualancañay, 2013). Así, el estudio de la fauna bentónica no solo responde a un interés académico, sino a una necesidad urgente de preservar la integridad ecológica de los ecosistemas marinos del país.

3. JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Santa Elena se requiere llevar un monitoreo constante que permita generar conocimiento científico sobre la estructura, composición y función de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, siendo un ecosistema costero sometido a diversas presiones antropogénicas. Estos organismos, debido a su escasa movilidad, ciclos de vida relativamente largos y estrecha relación con el sustrato, son excelentes indicadores de la calidad ambiental y la composición ecológica de los fondos marinos (Sisquiarco, 2023; Villota, 2014; Cifuentes, 2001; Macías y Velíz, 2023; Trama et al., 2009).

En la bahía de Santa Elena se ha observado una alta diversidad de taxones bentónicos, incluidos poliquetos, moluscos bivalvos y gasterópodos, muchos de los cuales presentan una alta sensibilidad a cambios en los parámetros físico-químicos del sedimento, como la granulometría, el contenido de materia orgánica, el oxígeno disuelto y la salinidad (Villamar, 2009; Cruz, 2009; Luna et al, 2023). Por tanto, este estudio permite comprender los procesos ecológicos que regulan la composición de estas comunidades, así como las posibles alteraciones derivadas de actividades humanas como la urbanización costera, la descarga de contaminantes y el cambio climático (Méndez et al., 2021; Samanez et al., 2014).

Los macroinvertebrados bentónicos cumplen funciones esenciales como el reciclaje de nutrientes, la bioturbación, la estabilización del sedimento y la transferencia de energía trófica hacia niveles superiores, como peces demersales y aves marinas (Sasa et al., 2022; Sarzosa & Tipanguano, 2004). Además, su distribución espacial refleja patrones de heterogeneidad sedimentaria, convirtiéndose en organismos útiles para evaluar cambios espacio-temporales en hábitats costeros (Cruz et al, 2003; Jaramillo, 2013). La presencia de especies tolerantes u oportunistas, como *Capitella* o *Polydora*, puede revelar condiciones de estrés o eutrofización en zonas afectadas por actividad antrópica (Villamar, 2009; Luna et al, 2023).

A pesar de su relevancia ecológica la mayoría de los estudios previos se han centrado en zonas intermareales o costeras muy específicas, evitando a los ecosistemas submareales o fondos mixtos de sedimentos arenosos y rocosos, como los que caracterizan la bahía de Santa Elena (Limón, 2019); Gualancañay, 2013). Estas investigaciones se han centrado descripciones taxonómicas sin integrar de forma sistemática las interacciones entre los organismos bentónicos y las características del hábitat, lo que limita el desarrollo de modelos ecológicos aplicables a la gestión marina (Soledispa, 2005; Cruz, 2009). El presente estudio busca fortalecer la base de datos sobre biodiversidad marina en la costa ecuatoriana y evaluar el estado ecológico del fondo marino. Los resultados serán de utilidad para instituciones de gestión ambiental, organismos de conservación y comunidades locales que dependen de los recursos marinos para su subsistencia (BIOMARCC, 2013; BIOMARCC, 2008).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Elaborar un análisis de la diversidad y abundancia de las comunidades bentónicas, mediante colecta con la draga tipo Van Veen, en relación con los parámetros físico-químicos del fondo marino.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las especies hasta el menor taxón posible, que conforman las comunidades bentónicas en cada puntos fijos de muestreo, mediante uso de claves taxonómicas.
- Determinar la diversidad y abundancia de los organismos bentónicos.
- Comparar estadísticamente la relación entre la diversidad, abundancia y los parámetros físico-químicos del fondo marino mediante técnicas multivariantes y correlacionales entre los sectores de Salinas y La Libertad.

5. HIPÓTESIS

H1: “Las comunidades bentónicas son diferentes entre las zonas de La Libertad y Salinas”

CAPÍTULO II

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Antecedentes

El estudio de los macroinvertebrados marinos permite evaluar la incidencia de factores ambientales y antropogénicos sobre las poblaciones y su presente estado (Hanson et al, 2010; Ángel, 2014). La estructura comunitaria está sujeta a las condiciones ambientales que incluyen: temperatura, que puede intervenir en procesos fisiológicos y en las reacciones químicas del medio (Lándivar, 2022; Gonzabay, 2024); salinidad, alterando la regulación osmótica conllevando al estrés de los organismos (Ladrera et al, 2013); profundidad, delimita la disponibilidad de alimento y la distribución de organismos; pH, puede cambiar concentración de nutrientes esenciales (Díaz, 2022); granulometría, proporciona diferentes nichos ecológicos debido a las adaptaciones a un sustrato fino o grueso que permiten refugio y movilidad a las especies (López, 2006); materia orgánica, en estado de descomposición consume oxígeno llegando a generar hipoxia o anoxia alterando la diversidad de macroinvertebrados (Gutiérrez & Moreno, 2019).

Las comunidades bentónicas correspondientes a los invertebrados marinos están asociados a los fondos blandos y duros (Trama et al., 2009) donde la relación entre la biodiversidad bentónica y las características del sedimento son aún limitados en el país. En regiones como el Golfo de Guayaquil, la Reserva Marina El Pelado o el Archipiélago de Jambelí, se han desarrollado investigaciones parciales sobre comunidades bentónicas,

enfocándose principalmente en inventarios taxonómicos, diversidad ecológica o impactos antrópicos (Mair et al., 2002; Jiménez, 2012). En cambio, para la provincia de Santa Elena se tienen registros de abundancia (Vera, 2008; Gonzabay, 2024), asociados a mangles (Pozo, 2024) y análisis de calidad (Jiménez, 2025).

6.2 Aspectos Generales

Los organismos bentónicos son aquellos que habitan en asociación directa con el fondo acuáticos, ya sea en ambientes marinos, lacustres o fluviales; que se pueden encontrar diferentes hábitats como en la zona intermareal, abisal, fosas y talud continental. También, pueden colonizar lagos y ríos en diversos tipos de sedimento y condiciones físico-químicas. Entre los principales grupos de invertebrados bentónicos se encuentran los anélidos (especialmente poliquetos), moluscos (bivalvos y gasterópodos), crustáceos (anfípodos, isópodos, decápodos), equinodermos (ofiuroideos y holoturoideos) y cnidarios bentónicos. Su estructura comunitaria permite el funcionamiento ecológico participando en procesos como la remineralización de nutrientes, la bioturbación y la estabilización del sedimento (Rothschuh, 2022; Cifuentes et al, 2001).

6.3 Bentos Marino

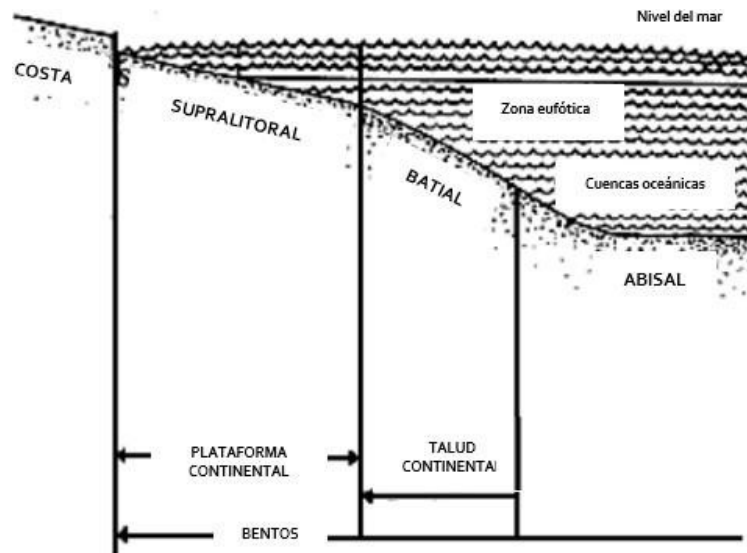
El bento marino se refiere al conjunto de organismos que viven asociados al fondo del mar, ya sea sobre (epibentos) o dentro del sustrato (infauna), en hábitats que varían desde zonas intermareales hasta ambientes profundos (Méndez et al., 2021; Mutschke, & Ríos,

2006). Estos organismos incluyen desde formas sésiles como corales, bivalvos y esponjas, hasta especies móviles como equinodermos, poliquetos y crustáceos, muchos de los cuales desempeñan funciones tróficas clave en los ecosistemas costeros (Yeo, 2013; Sasa et al., 2022) (Figura 1).

El bento puede clasificarse por tamaño en macrofauna ($>0,5$ mm), meiofauna ($0,063-0,5$ mm) y microfauna ($<0,063$ mm), siendo la macrofauna la más estudiada en relación con procesos de degradación orgánica y calidad ambiental (Giere, 2009; Valdés et al., 2017). Su distribución está fuertemente determinada por variables como el tipo de sedimento, contenido de materia orgánica, oxigenación del fondo y disturbios naturales o antropogénicos (Samanez et al., 2014; Celis et al., 2007).

En regiones como la Bahía de Santa Elena y otras plataformas del Pacífico tropical oriental, las comunidades bentónicas reflejan con precisión los cambios en la calidad ambiental y la heterogeneidad del sedimento, siendo utilizadas como indicadores biológicos para evaluar impactos de origen natural o antrópico (Palacios & García., 2014; Valencia, 2016).

Figura 1. Sistema Bentónico



Nota: Representación esquemática del ecosistema bentónico, donde se observan los principales componentes del sustrato. Fuente: Adaptado de Cifuentes et al., 2001.

6.4 Características de los macroinvertebrados bentónicos (MiB) marinos

La macrofauna bentónica presente en ecosistemas litorales arenosos está conformada por representantes de diversos filos de invertebrados, incluyendo Poliquetos, Moluscos, Crustáceos, Equinodermos y Hemicordados, estos últimos asociados al bentos principalmente en sus fases ontogénicas tempranas (Liñero & Díaz, 2010).

Dentro de este conjunto, los poliquetos destacan como taxones clave por su elevada abundancia y frecuencia en una amplia gama de hábitats marinos. Estos anélidos

segmentados dominan numéricamente la macrofauna en sedimentos blandos, mostrando adaptaciones ecológicas diversificadas que les permiten colonizar variados microhábitats bentónicos (Liñero & Díaz, 2010; Gómez et al., 2005).

Según Knox (1977), D'Croz et al., 1988; y Liñero & Díaz, 2010, los poliquetos constituyen uno de los grupos de macroinvertebrados más relevantes en ambientes litorales arenoso-fangosos, tanto por su papel en la estructuración de la comunidad como por su valor trófico, al actuar como recurso alimenticio para múltiples organismos, incluyendo especies de interés pesquero. Estos organismos elaboran tubos con morfologías y composiciones diversas, los cuales pueden estar constituidos por mucus asociado a partículas del sedimento o bien por estructuras membranosas de compuestos orgánicos que se endurecen al contacto con el agua.

En cuanto a los moluscos, estos representan un filo con alta diversidad morfológica y funcional, compuesto por organismos de cuerpo blando que incluyen formas reconocidas como bivalvos (almejas, ostras), cefalópodos (calamares, pulpos) y gastrópodos (caracoles) (Barnes, 1989). Su distribución comprende una amplia variedad de ambientes bentónicos, especialmente en zonas tropicales, incluyendo fondos arenosos, fangosos y sistemas de manglar (Avilés, 1981).

Otro grupo representativo son los crustáceos, caracterizados por una notable variabilidad morfológica. Dentro de este grupo, los copépodos pueden encontrarse tanto en ambientes dulciacuícolas como marinos, con formas de vida libre, nadadoras, y también con estrategias parasíticas (Barnes, 1996). Por su parte, los decápodos, incluyendo camarones, son nadadores activos que habitan principalmente en ambientes estuarinos o zonas costeras adyacentes, con tolerancia a condiciones de baja salinidad (Crofi, 1980).

Finalmente, los equinodermos, organismos exclusivamente marinos, constituyen otro componente importante de la comunidad bentónica, destacando por su presencia frecuente en los fondos marinos donde cumplen funciones ecológicas específicas relacionadas con la bioturbación y el reciclaje de materia orgánica (Gómez et al., 2002).

6.5 Clasificación y morfología de los macroinvertebrados (MiB) marinos

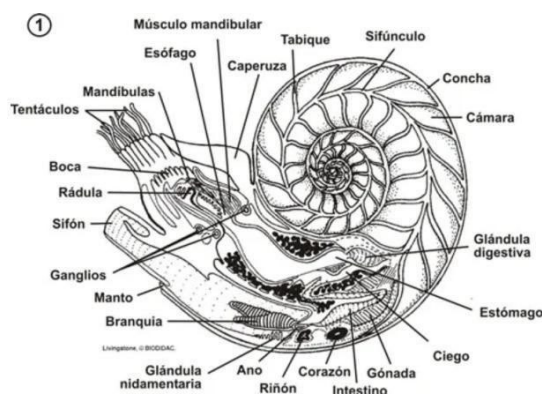
Se reconocen como macroinvertebrados a los organismos superiores a 5mm, especies que son observables a simple vista, su clasificación ecológica los define como bentónicos ya que a lo largo de su ciclo de vida permanece mayoritaria o totalmente sobre el sustrato marino, con movilidad desde el límite de la pleamar hasta el fondo marino, a diferencia del neuston (a lo largo de la columna de agua) y el neuston (en la superficie) (Terneus et al., 2013; Villmar y Manuel, 2007; Ángel, 2014). En términos taxonómicos, los organismos bentónicos estudiados se clasifican dentro de 5 filos.

6.5.1 Filo Mollusca

El filo Mollusca, con aproximadamente 50.000 especies descritas. Incluye organismos como caracoles, almejas, calamares, pulpos y babosas marinas. Sus especies pueden ser de vida libre, parásitas o comensales, con tamaños que van desde pocos milímetros hasta los casi 20 metros de los calamares gigantes. Mayormente marinos, y algunos han colonizado ambientes dulceacuícolas y terrestres (Bunje, 2003; Sigwart y Sutton, 2007).

Clase Cephalopoda: Está representada por unas 600 especies. Incluyen organismos de *Nautilus*, pulpos, calamares y sepias (Figura 2). Su rasgo distintivo es la ubicación de la cabeza en posición anterior, rodeada por una corona de tentáculos. Presentan un cuerpo alargado dorsoventralmente, con la masa visceral en la parte posterior (Lorenzo, 2006).

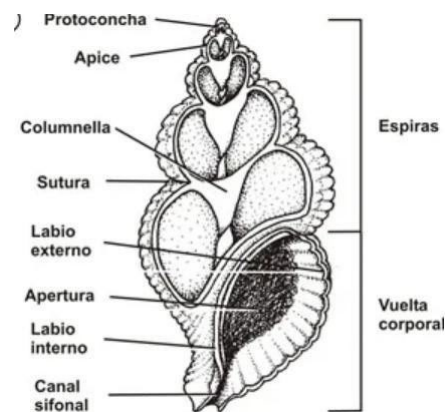
Figura 2. Anatomía *Nautilus*



Nota: Ilustración de la morfología externa e interna del molusco cefalópodo Nautilus, destacando estructuras. Fuente: Lorenzo (2006).

Clase Gasteropoda: Son moluscos con un pie musculoso en la zona ventral y la zona del cuerpo donde se encuentran las vísceras, a menudo recubierta con una concha que puede haber desaparecido en algunos grupos (Santana et al., 2004) (Figura 3).

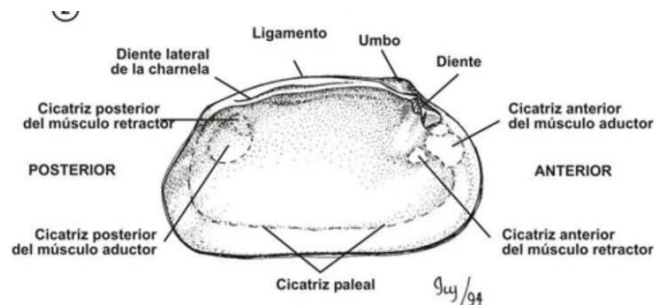
Figura 3. Anatomía Gasterópodo



Nota: Representación general de las principales estructuras anatómicas de un gasterópodo, como la rádula, el pie y la concha. Fuente: Lorenzo (2006).

Clase Bivalvia: Alcanzan un tamaño superior a 20 mm (Figura 4). Presentan un cuerpo lateralmente comprimido, cubierto por un manto encargado de formar una concha dura compuesta por dos valvas; Carecen de cabeza definida, poseen branquias altamente desarrolladas y un pie muscular con forma triangular (Padilla, 2023).

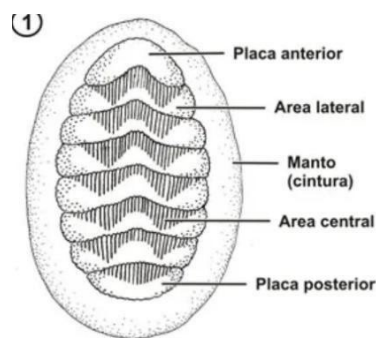
Figura 4. Anatomía bivalvos



Nota: Ilustración de las estructuras internas y externas de un molusco bivalvo, destacando sifones, valvas, branquias y pie muscular. Fuente: Lorenzo (2006).

Clase Polyplacophora: Presentan un cuerpo de forma oval recubierto por un caparazón formado por ocho placas arqueadas, rodeadas por un borde de manto (Figura 5). En la zona ventral poseen un pie muscular robusto, que les permite adherirse firmemente al sustrato (Padilla, 2023).

Figura 5. Anatomía Polyplacophora



Nota: Anatomía básica de un molusco Polyplacophora, mostrando sus principales estructuras internas y externas.

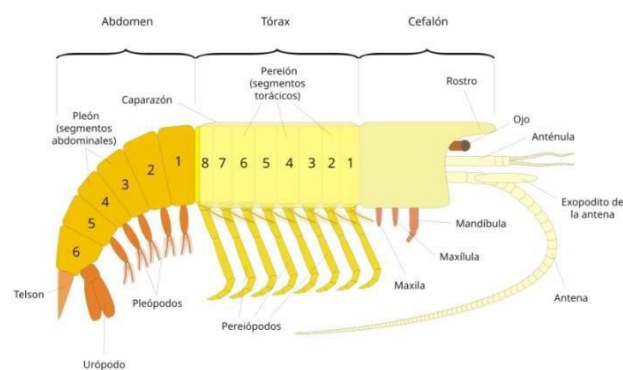
Fuente: Lorenzo (2006).

6.5.2 Filo Arthropoda

Se estiman más de 1 000 000 de especies, con longitud entre 0,1 mm y 60 cm; coloración variable. Presentan segmentación corporal (metamería) y diferenciación funcional (tagmatización), con un par de apéndices articulados por segmento, dotados de musculatura intrínseca y extrínseca. Su cuerpo está protegido por un exoesqueleto quitinoso. Muestran alta cefalización, un celoma reducido en fase adulta y un sistema hemocele circulatorio abierto.

Clase Malacostraca: Son el subgrupo más diverso de crustáceos, con más de 42 000 especies descritas, incluyendo decápodos, estomatópodos, krill, anfípodos e isópodos. Su cuerpo está dividido en céfalon, tórax y pleon, con 14 segmentos (Figura 6). Poseen dos pares de antenas, ojos compuestos y apéndices especializados como maxilípedos, pereiópodos y pleópodos (Brusca y Brusca, 2005).

Figura 6. Anatomía Malacostraca



Nota: Representación de las estructuras anatómicas principales de un malacostráceo, incluyendo el cefalotórax, abdomen y apéndices. Fuente: Hillewaert (2006).

Clase Maxillopoda: Son una clase de pequeños crustáceos caracterizados por un abdomen reducido y apéndices poco desarrollados (Figura 7). Su mayor diversidad se encuentra en los tecostráceos (como los cirrípedos) y los copépodos. Los cirrípedos, como balanos y percebes, son formas sésiles que se fijan a superficies duras (rocas, cascos de barcos, animales marinos) y se alimentan filtrando plancton mediante apéndices modificados en forma de cirros (Villota, 2014).

Figura 7. Anatomía Maxillopoda



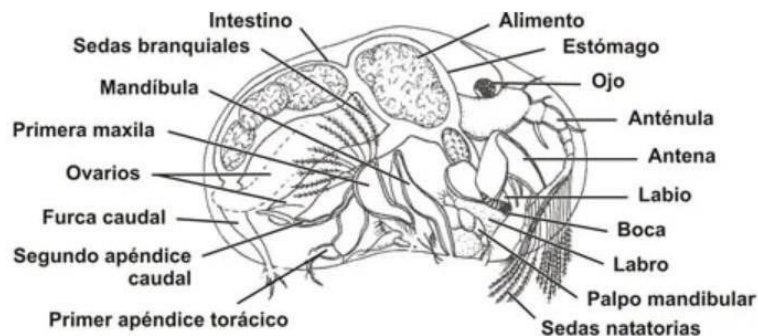
Nota: Representación esquemática de las estructuras principales de un maxilópodo, destacando el cuerpo segmentado y apéndices característicos.

Fuente: Lorenzo (2006).

Clase Ostracoda: Son pequeños crustáceos (>32 mm) con más de 8000 especies actuales, presentes en hábitats marinos, dulceacuícolas (Figura 8). Generalmente bentónicos, pueden ser filtradores, detritívoros, herbívoros, carroñeros,

depredadores o parásitos. Su cuerpo está protegido por un caparazón calcificado bivalvo, altamente ornamentado (Lorenzo, 2006).

Figura 8. Anatomía Ostracoda



Nota: Esquema general mostrando la concha bivalva y las partes anatómicas principales del ostrácodo. Fuente: Lorenzo (2006).

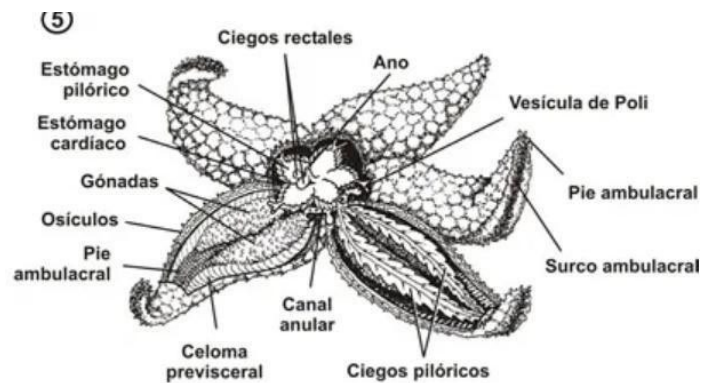
6.5.3 Filo Echinodermata

Este grupo incluye unas 7 000 especies con esqueleto calcáreo interno, simetría pentarradiada y piel espinosa; de este grupo las estrellas de mar (Asteroidea) el estómago es evertido para alimentarse, mientras que los lirios de mar (Crinoidea) filtran fitoplancton y zooplancton con sus brazos (Fernández, 2022).

Clase Asteroidea: Los asteroideos comprenden de 2 000 especies distribuidas globalmente desde zonas intermareales hasta profundidades abisales (>5.000 m), habitando variedad de sustratos. Morfológicamente presentan un cuerpo dorsoventralmente aplanado con cinco o más brazos irradiados desde un disco

central. Su superficie oral contiene la boca y surcos ambulacrales con pies ambulacrales, mientras que la aboral muestra variabilidad según hábitat y modo de vida (Mutschke & Mah, 2009) (Figura 9).

Figura 9. Anatomía Asteroidea

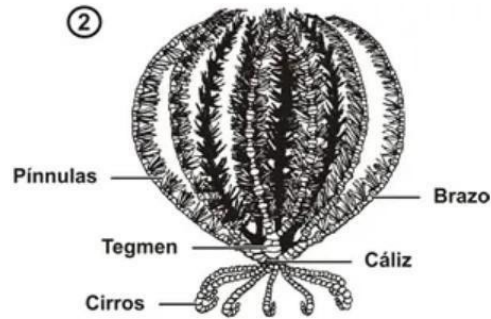


Nota: Representación general de las principales estructuras anatómicas de un asteroideo, incluyendo sus brazos y sistema ambulacral.

Fuente: Menéndez (2006).

Clase Crinoidea: Conformada por organismos sésiles o de movilidad limitada, caracterizados por un cuerpo en forma de cáliz del que emergen múltiples brazos ramificados (Figura 10). Se alimentan por filtración, capturando partículas del agua mediante estructuras ciliadas y mucosas en sus brazos. Habitan desde aguas someras hasta zonas abisales (Yeo, 2013).

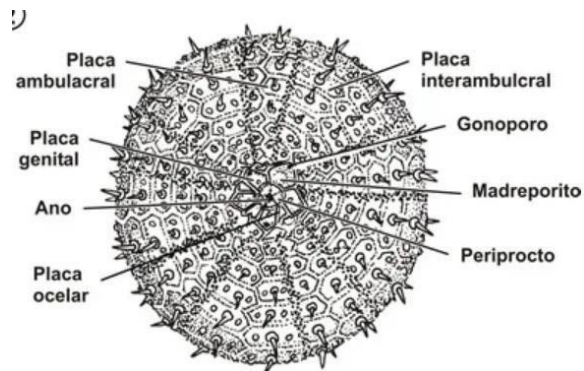
Figura 10. Anatomía Crinoidea



Nota: Representación general de las principales estructuras anatómicas de un crinoideo, como los brazos y el cáliz. Fuente: Menéndez (2006).

Clase Echinoidea: Incluye erizos de mar y dólares de arena, caracterizados por un esqueleto rígido formado por placas fusionadas, cubierto por espinas móviles (Figura 11). Presentan un aparato masticador llamado linterna de Aristóteles. Habitan fondos duros o arenosos y se alimentan de algas o detritos (Smith, 2005).

Figura 11. Anatomía Echinoidea

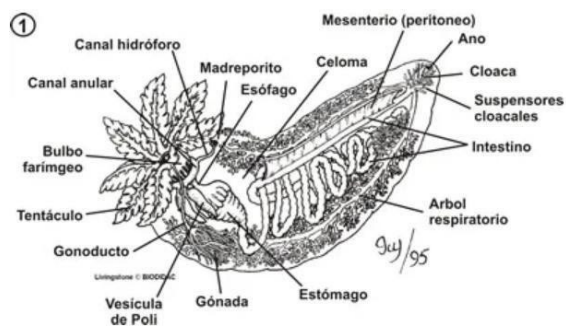


Nota: Representación general de las principales estructuras anatómicas de un equinoideo, incluyendo la corona y la placa ambulacral.

Fuente: Menéndez (2006).

Clase Holothuroidea: Conocidas como pepinos de mar, presentan un cuerpo alargado, blando y sin espinas prominentes (Figura 12). Poseen un sistema ambulacral reducido y tentáculos orales modificados para la alimentación por suspensión o ingestión de sedimento. Suelen encontrarse en fondos blandos marinos (Brusca & Brusca, 2005).

Figura 12. Anatomía Holothuroidea

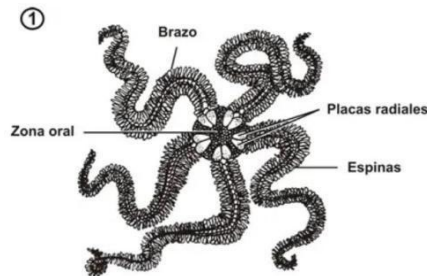


Nota: Representación general de las principales estructuras anatómicas de un holoturoideo, como el cuerpo alargado y los tentáculos bucales.

Fuente: Menéndez (2006).

Clase Ophiuroidea: Conocidas como ofiuras, se distinguen por tener un disco central definido y brazos largos, delgados y articulados, separados del disco (Figura 13). Se desplazan mediante movimientos ondulatorios de los brazos. Son comunes en fondos duros y blandos, y su dieta varía entre detritos y pequeñas presas (Wilkinson & Souter, 2008).

Figura 13. Anatomía Ophiuroidea



Nota: Representación de las principales estructuras anatómicas de un ophiuroideo, destacando sus brazos delgados y el disco central. Fuente: Menéndez (2006).

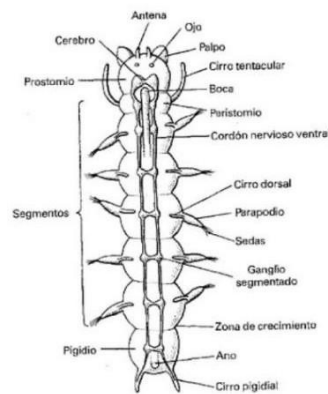
6.5.4 Filo Anélida

Los anélidos comprenden un filo de invertebrados segmentados con más de 17 000 especies descritas, distribuidas en hábitats marinos, dulceacuícolas y terrestres. Presentan simetría bilateral, metamería verdadera (segmentación corporal repetida), un celoma bien desarrollado, sistema circulatorio cerrado y sistema nervioso ventral. Su locomoción está mediada por la contracción de músculos circulares y longitudinales, y en la mayoría de los grupos por la presencia de quetas (Sarzosa & Tipanguano, 2004).

Clase Polychaeta: Es la clase más diversa dentro del filo, predominantemente marina. Los poliquetos presentan numerosos segmentos con parapodios portadores de quetas, cabeza diferenciada con órganos sensoriales y palpos (Figura 14). Incluye formas errantes (vagiles) y sedentarias (tubícolas). Desempeñan funciones

ecológicas clave como la bioturbación del sedimento y participan en redes tróficas bentónicas (Francis & Canfield, 2020).

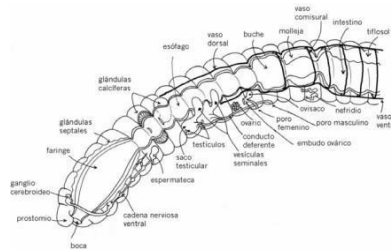
Figura 14. Anatomía Polychaeta



Nota: Principales estructuras anatómicas de un poliqueto, incluyendo parapodios y segmentos corporales. Fuente: Schleiden (2015).

Clase Oligochaeta: Se caracterizan por tener pocas quetas por segmento y carecen de parapodios (Figura 15). Su cuerpo está adaptado a la excavación en el sustrato y cumplen un rol importante en la aireación y fertilización (Brusca & Brusca, 2005).

Figura 15. Anatomía Oligochaeta



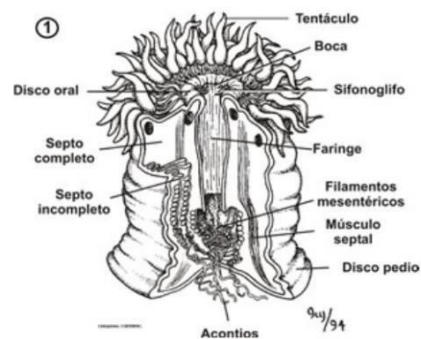
Nota: Estructura anatómica de un oligoqueto, mostrando segmentos y sistema digestivo. Fuente: Moreno (2013).

6.5.5 Filo Cnidaria

Filo con más de 10 000 especies, incluye organismos como medusas, corales y anémonas. Se caracterizan por tener células especializadas urticantes (cnidocitos) y un cuerpo con simetría radial. Presentan dos fases en su ciclo de vida: pólipo (sésil) y medusa (libre nadadora), aunque algunas especies solo desarrollan una de ellas (Ruppert et al., 2004).

Clase Anthozoa: Incluye corales y anémonas. Carecen de fase medusoide; viven como pólipos solitarios o coloniales, con esqueleto calcáreo (en corales duros) o blando. Son fundamentales en la formación de arrecifes (Del Pezo & Zambrano, 2022) (Figura 16).

Figura 16. Anatomía Anthozoa

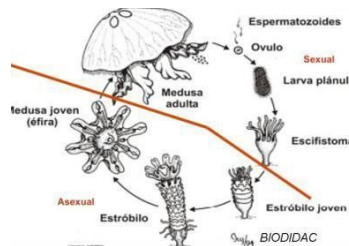


Nota: Estructuras anatómicas de un anthozoo, incluyendo tentáculos y cavidad gastrovascular. Fuente: Lara (2011).

Clase Scyphozoa: Agrupa a las medusas verdaderas. Poseen cuerpo gelatinoso con una cavidad gastrovascular central (Figura 17). Su fase dominante es la

medusa. Son nadadoras activas y predadoras del plancton (Gasca & Loman, 2014).

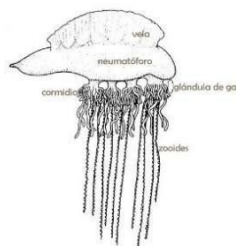
Figura 17. Anatomía Scyphozoa



Nota: Estructuras anatómicas principales del medusoide Scyphozoano, como la umbrela y los tentáculos. Fuente: Sánchez (2010).

Clase Hydrozoa: Representan una gran diversidad de formas coloniales y solitarias. Muchas presentan alternancia de generaciones entre pólipos y medusas (Figura 18). Algunos miembros, como los sifonóforos, forman colonias flotantes altamente especializadas (De la Cruz et al., 2016).

Figura 18. Anatomía Hydrozoa



Nota: Estructuras anatómicas básicas del hydrozoo, incluyendo pólipos y medusas.

Fuente: Dutra (2011).

CAPITULO III

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Área de Estudio

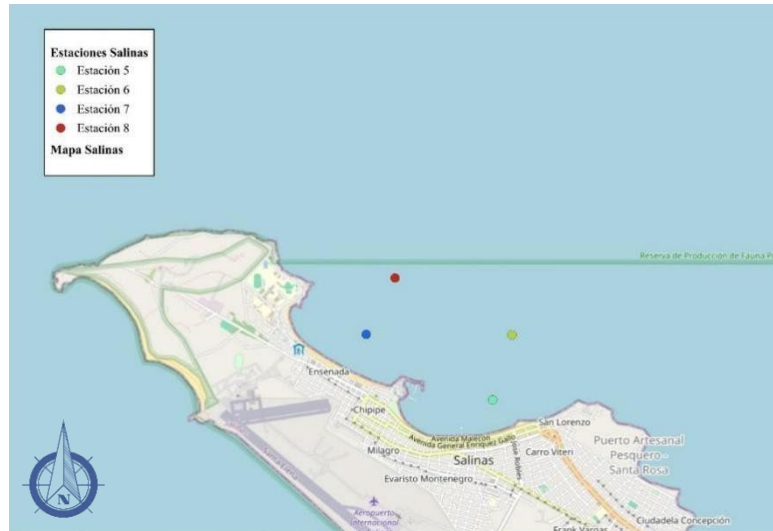
El área de estudio se encuentra dividido en 8 estaciones, en la zona submareal, rocosa y arenosa, repartidas en dos sectores pertenecientes a la bahía de Santa Elena. Las primeras cuatro estaciones se fijaron en el cantón La Libertad (Fig. 19), y las restantes en el cantón Salinas (Fig. 20). Mismos puntos que fueron escogidos y fijados de manera aleatoria.



Figura 19. Área de estudio, cantón La Libertad.

Nota: Mapa modificado a partir de QGIS, indicando el área de muestreo en la zona submareal de La Libertad. Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025)

Figura 20. Área de estudio, cantón Salinas.



Nota: Mapa modificado a partir de QGIS, indicando el área de muestreo en la zona submareal de Salinas. Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

El estudio se llevó a cabo en la bahía de Santa Elena, región costera del Ecuador, específicamente frente a las playas de Salinas y La Libertad. En esta área se han identificado hábitats de fondo mixto, con sustratos arenoso-rocosos que albergan una notable diversidad de organismos macrobentónicos (Villamar, 2009). Se establecieron ocho estaciones fijas de muestreo, abarcando un área total aproximada entre 4 000 y 5 000 m². Las estaciones más cercanas a la línea costera se ubican a una distancia de 200 a 300 m, mientras que las más alejadas alcanzan distancias superiores a 1 100 m. Durante el periodo de estudio, se realizaron monitoreos bimensuales con una frecuencia de cada 15 días, acumulando un total de seis visitas distribuidas en tres meses. En la Tabla 1 se presentan las coordenadas geográficas exactas de cada estación.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo

<i>Estación</i>	<i>Latitud (S)</i>	<i>Longitud (W)</i>	<i>Distancia a la costa</i>	<i>Distancia entre estaciones</i>	<i>Referencia</i>	<i>Sector</i>	
1	-2.2148670	-80.9015269	194 m	891 m	Frente a la infantería 14 Marañón	Cantón la Libertad	
2	-2.2071349	-80.9049239	1130 m				
3	-2.2183891	-80.9262780	208 m	892 m	Frente a la playa Puerto Santa Lucia		
4	-2.2099170	-80.9260829	1140 m				
5	-2.2016488	-80.9652063	310 m	823 m	Frente al hotel Colon Salinas		Cantón Salinas
6	-2.1948360	-80.9631530	1150 m				
7	-2.1947730	-80.9784731	430 m	708 m	Frente a la playa de Chipipe		
8	-2.1889720	-80.9754439	1160 m				

Nota: La Tabla 1 presenta las coordenadas geográficas de las estaciones seleccionadas para el muestreo, y corresponden a puntos estratégicos dentro de las dos zonas de estudio, por su representatividad ecológica y accesibilidad.

Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

7.2 Fase de campo

El monitoreo de las estaciones fijas de muestreo se llevó a cabo a bordo de una lancha de fibra de vidrio equipada con un motor estacionario. Se recorrió las ocho estaciones siguiendo una trayectoria en zigzag, obteniendo por estación dos muestras biológicas de macroinvertebrados bentónicos y una muestra de sedimento. El recorrido iniciaba en el

cantón La Libertad y finalizaba en el cantón Salinas, realizándose dos campañas de muestreo mensuales durante el periodo comprendido entre marzo y mayo del año 2025.

Para la colecta de organismos bentónicos se utilizará una draga tipo Van Veen, con una mordida de 20 x 25 cm. Este instrumento permitió extraer 400 gramos de muestras representativas del fondo marino. La ubicación exacta de cada punto de muestreo se registró mediante un GPS, garantizando la georreferenciación precisa de las estaciones. Las muestras extraídas fueron tamizadas utilizando filtros de distintos tamaños de malla para fraccionarlas según la granulometría. Posteriormente, cada fracción será almacenada en envases plásticos transparentes con tapa, añadiendo formol al 10% como fijador para asegurar su conservación adecuada hasta el análisis en laboratorio. La identificación de los organismos bentónicos recolectados se realizará con ayuda de un estereomicroscopio o microscopio de disección, empleando guías taxonómicas especializadas de macroinvertebrados bentónicos del Ecuador y países cercanos. Esto permitirá clasificar los especímenes hasta el nivel taxonómico más bajo posible.

En el transcurso de esta investigación, se emplearon tablas de mareas oficiales para las playas de ambos cantones proporcionadas por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, INOCAR (2025). Los datos obtenidos indicaron que el sector de La Libertad presenta cuatro mareas diarias: dos pleamares (mareas altas) y dos bajamares (mareas bajas), las alturas y horarios varían cada día con máximas de pleamar alrededor de 2 metros y mínimas de bajamar de 0.3 a 0.7 metros. Salinas también mostro cuatro mareas diarias con características idénticas a La Libertad, con alturas de pleamar que oscilan entre 1.5 y 2 metros, con bajamares por debajo de los 0.7 metros. Como por ejemplo en

un día típico, usualmente indicaba marea alta a las 8-9 am y 8-9 pm y marea baja a las 2-4 am y 3-5 pm. Recordando que ambas playas están influenciadas por la corriente fría de Humboldt, cuyos movimientos de aguas costeras son monitoreadas por el INOCAR.

7.3 Recolección de muestras

La draga tipo Van Veen es la técnica seleccionada debido a su eficacia para recolectar muestras de sedimento superficial en hábitats bentónicos. Este equipo está conformado por dos cucharas o garras metálicas que se encontraban amarrada a una cuerda de más de 100 metros de longitud, la cual servía como referencia para medir la profundidad, que oscilaba entre los 5 y 12 metros. Durante su descenso, las cucharas permanecen abiertas; al contactar el fondo marino, el mecanismo de cierre se activa y las cucharas se cierran con presión, recolectando tanto sedimento como los organismos que habitan en él. Esta técnica no preserva las capas más superficiales del sedimento en su estado natural, ya que provoca cierta perturbación, pero es altamente efectiva para obtener muestras de organismos bentónicos (Grupo de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, 2016). Una vez en superficie, las muestras se filtran para eliminar el exceso de sedimento y separar los macroinvertebrados. Los organismos seleccionados son colocados en frascos etiquetados con formol neutralizado al 10% y se almacenan para su posterior observación en laboratorio.

7.4 Fase de laboratorio

La identificación taxonómica de los organismos bentónicos se realizó utilizando estereomicroscopios y guías de referencia específicas para la región, como la Guía de macroinvertebrados bentónicos (Villamar, 1983), además de estudios previos sobre poliquetos, moluscos, ophiuroideos, bivalvos y nematodos realizados en la provincia del Guayas y en la misma bahía de Santa Elena (Villamar, 2009; Díaz, 2022). Se llevó a cabo una clasificación taxonómica hasta el nivel más bajo posible (género o especie), con base en claves morfológicas.

7.5 Parámetros físico-químicos del sedimento

Se analizó cuatro parámetros fisicoquímicos fundamentales para evaluar las condiciones del hábitat bentónico:

Profundidad: registrada mediante el sistema de medición integrado en la draga Van Veen.

pH del sedimento: determinado a partir de una mezcla 1:1 de sedimento y agua destilada.

Granulometría: las muestras secas fueron tamizadas para determinar el porcentaje de grava, arena, limo y arcilla, utilizando el método de Folk y Ward para su clasificación.

Materia orgánica: La materia orgánica del suelo se determinó mediante el método de pérdida por ignición (LOI), según Schulte & Hopkins (1996), citado por Eyherabide et al. (2014). Se utilizaron 5 g de muestra seca en cápsulas de

porcelana, previamente secadas a 105 °C durante 24 horas para eliminar humedad. Luego, las muestras se calcinaron a 360 °C por 2 horas en una mufla. La materia orgánica se estimó por la pérdida de peso, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% MOS = \left(\frac{\text{Peso a } 105^{\circ}C - \text{Peso a } 360^{\circ}C}{\text{Peso a } 105^{\circ}C} \right) \times 100$$

Adicionalmente, se puede estimar el contenido de carbono orgánico usando:

$$\% MOS = 1,724 \times \% C.O$$

7.6 Identificación taxonómica de organismos bentónicos

Estudios previos han documentado la presencia de diversos grupos bentónicos como poliquetos, cnidarios, moluscos y equinodermos, destacando una mayor riqueza específica en las estaciones ubicadas en el cantón Salinas (Villamar, 2009). Para la identificación de los organismos recolectados se utilizaron guías de campo y claves taxonómicas como Villamar (2009), “Estudio de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Santa Elena”; Rivadeneira y Cruz (2006), “Guía de moluscos marinos del Ecuador continental”; Villamar (1983), “Poliquetos Bentónicos del Golfo de Guayaquil”; Salazar (2023), “Guía de identificación de poliquetos marinos de las costas de la región del Bio Bío”; Díaz (2017), “Poliquetos en Sudamérica”.

7.7 Análisis de laboratorio y estadístico

7.7.1 Índices de diversidad y abundancia

Se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (1949) para cuantificar la biodiversidad de las comunidades bentónicas. Este índice permite estimar tanto la riqueza de especies como la equitatividad de su distribución. Es especialmente útil para detectar alteraciones ecológicas provocadas por factores antrópicos o cambios ambientales. La fórmula del índice es:

$$H = -\sum (p_i * \ln(p_i))$$

Donde:

p_i : es la proporción total de individuos i . n_i : es la cantidad de individuos de la especie i .

N : es el número total de individuos de todas las especies identificadas.

El índice Shannon-Wiener no requiere una identificación completa a nivel de especie, siempre que se pueda contar y clasificar cada organismo en morfoespecies o grupos funcionales. Los valores de HHH pueden ir desde 0 (baja diversidad, dominancia de una especie) hasta valores superiores a 3, que indican una comunidad con alta diversidad ecológica (Pla, 2006). Además, se calculó la abundancia relativa de cada especie mediante la fórmula:

$$(\# \text{ de individuos de una especie} / \# \text{ total de individuos de todas las especies}) \times 100$$

Este cálculo permite comprender la dominancia y distribución de especies en cada comunidad ecológica (Díaz, 2022).

7.7.2 Análisis físico-químico del sedimento marino

Este análisis se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Ciencias de la Ingeniería. Inicialmente, se pesarán las muestras secas, luego se eliminó la humedad en una estufa. Posteriormente, se disgrega los grumos para homogenizar la muestra, y se determina la granulometría mediante tamizado, estableciendo los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla. Estos datos se representaron gráficamente mediante el diagrama de clasificación textural de Folk y Ward. En cambio, el pH del sedimento se determinó preparando una suspensión de sedimento en agua destilada en proporciones 1:1 o 1:2, midiendo con un potenciómetro para detectar posibles condiciones ácidas o alcalinas que influyan en la biota bentónica.

El contenido de materia orgánica se evaluó mediante oxidación química con dicromato de potasio, midiendo el carbono orgánico presente. Este parámetro indica productividad primaria, tasa de sedimentación y posibles aportes contaminantes (Grupo de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, 2016; Moreno et al., 2007).

7.7.4 Análisis de datos de índices ecológicos y parámetros físico-químicos

Los datos recopilados durante la fase de campo fueron registrados en hojas de cálculo (Microsoft Excel) para su análisis estadístico, incluyendo:

Análisis de Componentes Principales (PCA): Reduce la dimensionalidad de los datos físico-químicos y ecológicos, identificando variables que explican la mayor variabilidad en el sistema. Este análisis multivariante facilita la interpretación de patrones complejos (Restrepo, 2012).

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): Se verifica si las variables ambientales y biológicas siguen una distribución normal. En caso de no cumplir con los supuestos de normalidad, se emplearán pruebas no paramétricas (Xie, 2015).

Correlación de Pearson: Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación lineal entre los parámetros ambientales del sedimento y la abundancia. Este coeficiente varía entre -1 y 1, donde valores positivos cercanos a 1 indican una fuerte correlación positiva, valores negativos cercanos a -1 reflejan una fuerte correlación negativa, y valores cercanos a 0 indican ausencia de correlación lineal significativa (Barrera, 2014).

CAPÍTULO IV

8. RESULTADOS

8.1 Organismos identificados

Los resultados se simplificaron en la Tabla 2 evidenciando una comunidad bentónica diversa y dominada por poliquetos, con una presencia significativa de moluscos y artrópodos, con una variabilidad ecológica y estructural asociada a los distintos microhábitats de fondo presentes en la bahía de Santa Elena. Se logró la identificación de

un total de 635 individuos, distribuidos en cinco filos principales: Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata y Sipuncula.

El filo Annelida obtuvo mayor diversidad taxonómica, con 17 taxones identificados a nivel de género y especie. Dentro de este grupo, se destacan especies como *Glycera sp.*, *Maldane sp.*, *Lumbrineris sp.*, *Onuphis sp.*, *Nereis sp.*, *Hesionella sp.* y *Nephtys sp.*, que conforman los poliquetos dominantes pertenecientes a los órdenes *Eunicida* y *Phyllodocida*. También, se registraron especies indicadoras de ambientes enriquecidos en materia orgánica y asociadas comúnmente a substratos blandos y eutrofizados., como *Capitella sp.* y *Notomastus sp.*

El filo Mollusca presentó una notable diversidad con 11 géneros distribuidos en órdenes como Venerida, Neogastropoda, Arcoida y Sorbeoconcha. Entre los más representativos se encontró *Dentalium sp.*, lo que sugiere una preferencia por sedimentos finos y profundidades intermedias, seguido de *Olivella sp.*, *Turritella sp.* y *Dosinia sp.*

En cuanto a los crustáceos, el filo Arthropoda estuvo representado por diversos órdenes, incluyendo Isopoda, Cumacea, Mysida, Decapoda y Amphipoda, sumando un total de 40 individuos. Se identificaron géneros como *Pagurus sp.*, *Menippe frontalis*, *Gammarus sp.*

y *Serolis sp.*, y se pudo observar tres familias pertenecientes a grupos sin identificación de nivel de género, *Mithracidae*, *Portunoidea* y *Mysidacea*.

Por su parte, el filo Echinodermata incluyó organismos comunes como *Ophiocoma sp.*, *Echinocardium cordatum* y *Asterias sp.*, mientras que el filo Sipuncula fue representado exclusivamente por *Phascolion sp.*, un taxón cavador característico de fondos fangosos ricos en materia orgánica.

Tabla 2. Organismos identificados durante los 3 monitoreos.

FILO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
Annelida	Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella sp.</i>	17
Annelida	Capitellida	Capitellidae	<i>Notomastus sp.</i>	9
Annelida	Capitellida	Maldanidae	<i>Maldane sp.</i>	35
Annelida	Eunicida	Glyceridae	<i>Glycera sp.</i>	39
Annelida	Eunicida	Onuphidae	<i>Onuphis sp.</i>	27
Annelida	Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris sp.</i>	28
Annelida	Phyllodocida	Goniadidae	<i>Goniada sp.</i>	9
Annelida	Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Nephtys sp.</i>	24
Annelida	Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	26
Annelida	Phyllodocida	Phyllodocidae	<i>Eteone sp.</i>	3
Annelida	Phyllodocida	Hesionidae	<i>Hesionella sp.</i>	25

Annelida	Sabellida	Sabellidae	<i>Sabella sp.</i>	24
Annelida	Sabellida	Paraonidae	<i>Paraonis sp.</i>	5
Annelida	Sabellida	Oweniidae	<i>Owenia sp.</i>	9
Annelida	Terebellida	Cirratulidae	<i>Cirratulus sp.</i>	2
Annelida	Terebellida	Ampharetidae	<i>Ampharete sp.</i>	10
Annelida	Cossurida	Cossuridae	<i>Cossura sp.</i>	1
Annelida	Eunicida	Eunicidae	<i>Eunice sp.</i>	2
Annelida	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex sp.</i>	26
Mollusca	Arcoida	Glycymerididae	<i>Glycymeris glycymeris</i>	4
Mollusca	Arcida	Arcidae	<i>Anadara sp.</i>	9
Mollusca	Dentaliida	Dentaliidae	<i>Dentalium sp.</i>	134
Mollusca	Sorbeoconcha	Turritellidae	<i>Turritella sp.</i>	14
Mollusca	Neogastropoda	Collumbellidae	<i>Anachis sp.</i>	10
Mollusca	Neogastropoda	Collumbellidae	<i>Mitrella sp.</i>	5
Mollusca	Neogastropoda	Olividae	<i>Olivella sp.</i>	29
Mollusca	Anomalodesmata	Cuspidariidae	<i>Cuspidaria sp.</i>	6
Mollusca	Venerida	Donacidae	<i>Donax sp.</i>	7
Mollusca	Venerida	Veneridae	<i>Dosinia</i>	11
Mollusca	Littorinimorpha	Bursidae		1
Echinodermata	Forcipulatida	Asteriidae	<i>Asterias sp.</i>	1

Echinodermata	Spatangoida	Loveniidae	<i>Echinocardium cordatum</i>	3
Echinodermata	Ophicanthida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma sp.</i>	26
Arthropoda	Isopoda	Serolidae	<i>Serolis sp.</i>	3
Arthropoda	Cumacea			8
Arthropoda	Mysida	Mysidacea		14
Arthropoda	Decapoda	Paguridae	<i>Pagurus sp.</i>	5
Arthropoda	Decapoda	Menippidae	<i>Menippe frontalis</i>	3
Arthropoda	Decapoda	Mithracidae		2
Arthropoda	Decapoda	Portunidea		3
Arthropoda	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>	5
Arthropoda	Pycnogonida	Pantopoda		1
Sipuncula	Golfingiida	Phascolionidae	<i>Phascolion sp.</i>	10
TOTAL				635 organismos

Nota: La Tabla 2 muestra los organismos bentónicos identificados durante los tres monitoreos realizados, y corresponde al conjunto de especies registradas en ambas zonas de estudio, considerando su frecuencia de aparición y relevancia ecológica. Fuente:

Elaboración propia, Muñoz (2025).

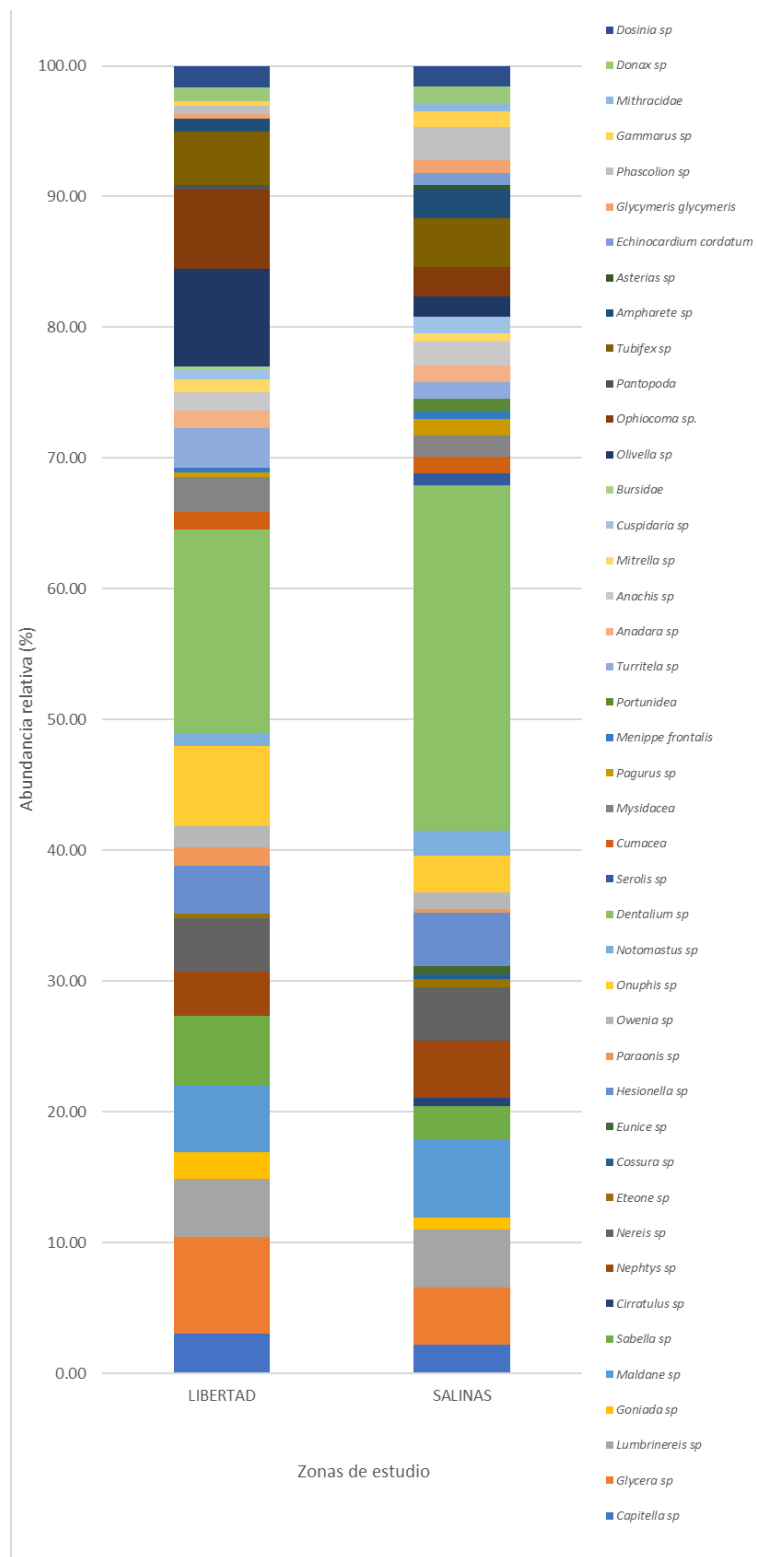
8.2 Abundancia y diversidad de los organismos

Los valores de abundancia relativa (%) obtenidos para las comunidades bentónicas en La Libertad y Salinas evidenciaron claras diferencias en la composición faunística entre ambas zonas (Figura 21). En La Libertad, destacaron *Dentalium sp.* (15.54 %), *Glycera sp.* (7.43 %), *Olivella sp.* (7.43 %), *Onuphis sp.* (6.08 %) y *Ophiocoma sp.* (6.08 %), lo que sugiere una comunidad dominada por especies tolerantes y adaptadas a sedimentos blandos y ricos en materia orgánica.

En cambio, para el cantón Salinas, *Dentalium sp.* presentó una mayor representación (26.42 %), seguido por *Maldane sp.* (5.97 %), *Nephtys sp.* (4.40 %) y *Lumbrineris sp.* (4.40 %), siendo una composición menos homogénea del sedimento, y una disminución notable en es especies como *Capitella sp.*, *Sabella sp.* y *Olivella sp.*, que fueron más abundantes en La Libertad.

Los organismos con menor presencia como *Cirratulus sp.*, *Eunice sp.*, *Cossura sp.* y *Asterias sp.* aparecieron solo en el cantón Salinas, atribuyéndose a condiciones sedimentarias heterogéneas y a un mayor nivel de oxigenación en dichas estaciones. Este patrón sugiere que, aunque ambas zonas comparten muchas especies, la composición y dominancia relativa varía considerablemente, posiblemente influenciada por factores ambientales de granulometría, pH y contenido de materia orgánica.

Figura 21. Abundancia relativa de los organismos en ambos sectores.



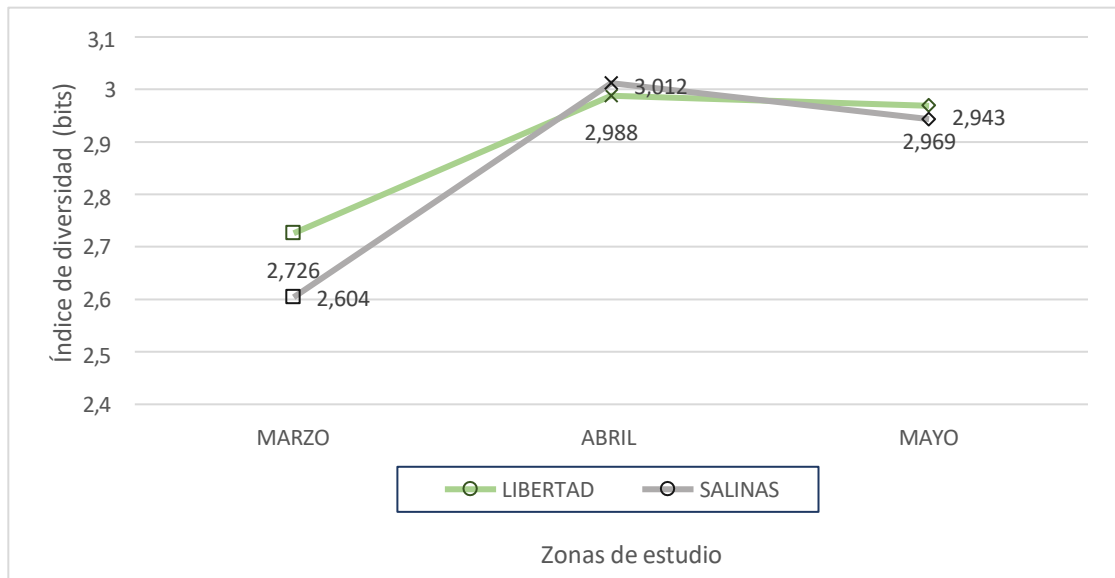
Nota: La Figura 21 representa la abundancia relativa de los organismos bentónicos identificados durante los tres monitoreos, indica la proporción que ocupa cada grupo dentro de la comunidad evaluada.

Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') permitió evaluar la riqueza y equidad de las comunidades bentónicas entre las zonas de La Libertad y Salinas durante los meses de marzo a mayo (Figura 22). En la estación La Libertad, los valores fluctuaron entre 2.726 bits (marzo) y 2.988 bits (abril), manteniéndose en 2.969 bits (mayo). Si bien estos valores se encuentran ligeramente por debajo del umbral considerado como alta diversidad ($H' \geq 3$), evidencian una comunidad relativamente estable y diversa.

En cambio, para el cantón Salinas se encontró un valor mínimo de 2.604 bits en marzo, lo que sugiere menor equidad entre especies, pero mostró un notable incremento en abril con 3.012 bits, superando el umbral de alta diversidad, y en mayo se observó una leve disminución (2.943 bits), pero los valores se mantuvieron cercanos al límite, indicando una mayor estabilidad y diversidad bentónica hacia finales del periodo de estudio.

Figura 22. Índice de diversidad durante los meses de estudio



Nota: La Figura 22 muestra el índice de diversidad registrado durante los meses de estudio, reflejando las variaciones en la composición y equidad de las comunidades bentónicas en las zonas evaluadas.

Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

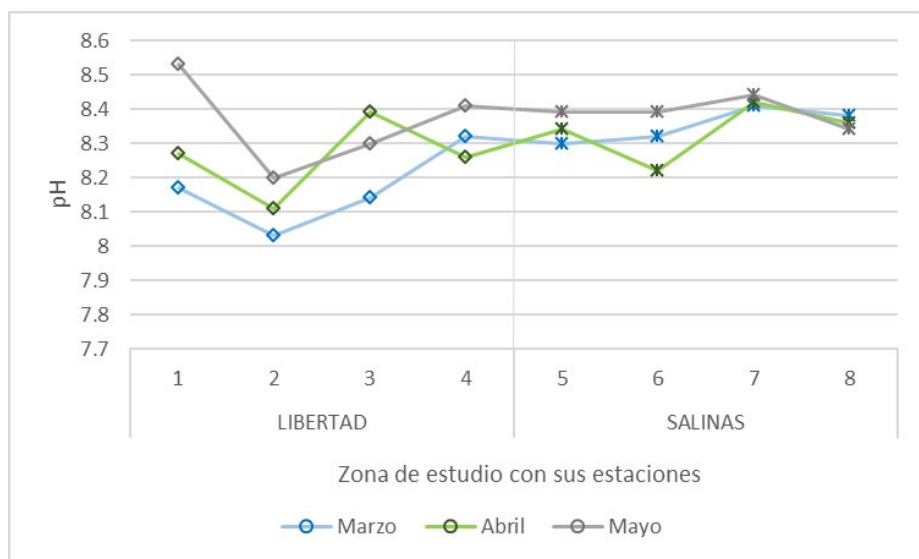
8.3 Valores determinados de pH y granulometría

8.3.1 pH con relación al área de estudio

Los valores de pH registrados en el sedimento durante los tres meses de muestreo oscilaron dentro de un rango alcalino moderado, típico de ecosistemas marinos costeros. En la estación de La Libertad, el pH varió entre 8.03 y 8.53, mientras que en Salinas se mantuvo entre 8.11 y 8.44, como se observa en la Figura 23.

Durante marzo, el pH en La Libertad se mantuvo estable entre 8.03 y 8.41, mientras que Salinas presentó valores similares, con ligeras variaciones entre estaciones (8.11 a 8.42). En abril, ambas zonas mostraron un leve incremento en la alcalinidad media, con máximos de hasta 8.42 en Salinas. Finalmente, en mayo se registró los valores más elevados, alcanzando un máximo de 8.53 en La Libertad y 8.44 en Salinas, lo que puede estar asociado a procesos biogeoquímicos intensificados como la descomposición de materia orgánica y la liberación de iones amonio (NH_4^+).

Figura 23. Valores de pH durante los meses de estudio



Nota: La Figura 23 presenta los valores de pH registrados y sus variaciones en la acidez o alcalinidad del agua en las estaciones correspondientes.

Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

8.3.2 Granulometría con relación al área de estudio

El análisis granulométrico de los sedimentos determinó un contenido superior notable de fracciones finas (limo y arcilla) que las fracciones arenosas en la mayoría de las estaciones. Esta tendencia es indicativa de ambientes sedimentarios de baja energía hidrodinámica, donde se favorece la deposición de partículas finas y materia orgánica (Tabla 3).

En marzo, estaciones como E4 (226.75 g), E3 (211.96 g), E6 (206.67 g) y E5 (199.12 g) registraron altos contenidos de limo y arcilla, con bajos porcentajes de arena (<10 g), lo cual sugiere fondos predominantemente fangosos. Por el contrario, estaciones como E7 (45.68 g de arena, 148.06 g de limo y arcilla) y E8 (18.63 g de arena) presentaron mayor proporción arenosa, lo que conduce a cierta heterogeneidad sedimentaria en la zona de Salinas.

Durante abril, se observó que en estaciones como E3 (217.83 g), E5 (215.55 g) y E1 (211.72 g) hubo altas proporciones de limo y arcilla. Pero, en la estación E4 (140.12 g de arena) hubo mayor contenido de fracción gruesa en todo el periodo, reflejando un ambiente más dinámico o expuesto a mayor hidrodinamismo. Por el contrario, E7 y E8,

con valores intermedios de arena (88.88 g y 45.4 g respectivamente), se consideran condiciones transicionales.

Para el mes de mayo, existió una disminución general en la cantidad de sedimento recuperado, la predominancia pelítica se conservó en estaciones como E3 (112.48 g de limo y arcilla), E5 (112.08 g), y E8 (54.07 g). En cambio, las estaciones E2 y E3, con valores de limo y arcilla de 32.47 g y 92.38 g, fueron las que mayor contenido de arena presentaron en ese mes.

Tabla 3. Datos de Granulometría

		Estación	Restos Moluscos Grandes	Restos Moluscos Pequeños	Arena	Limo y arcilla
MARZO	LA LIBERTAD	1	0	0.02	12.32	198.07
		2	0	0	4.3	226.75
		3	0	0.01	4.88	211.96
		4	0	0.02	5.88	189.93
	SALINAS	5	0	0.34	6.49	199.12
		6	0	0.02	9.41	206.67
		7	0.08	0.37	45.68	148.06
		8	0	0.01	18.63	103.11
ABRIL	LA LIBERTAD	1	0.07	0.87	8.04	211.72
		2	0	0	5.81	194.84
		3	0.04	0.17	1.2	217.83
		4	0.69	1.41	140.12	67.27
	SALINAS	5	0.04	0.02	9.02	215.55
		6	0	0.03	2.8	188.7
		7	2.58	14.62	88.88	58.53
		8	0	0.11	45.4	98.3
MAYO		1	0	0.46	7.02	74.68

	LA LIBERTAD	2	0	0.01	1.91	32.47
		3	0	0	1.49	92.38
		4	0	0	6.51	58.91
	SALINAS	5	0	0.01	8.99	112.08
		6	0	0	3.21	54.75
		7	0	0	21.77	112.48
		8	0	0	14.44	54.07

Nota. La Tabla 3 presenta los datos de granulometría obtenido, describiendo la composición del sedimento según el tamaño de las partículas. Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

Tabla 4. Datos de Profundidad.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8
Profundidad	6m	8m	5m	7m	6m	9m	7m	11m

Nota. La Tabla 4 presenta los datos de la profundidad promedio por cada estación. Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

8.4 Distribución los organismos y su relación con las variables físico-químicas.

Se identificaron asociaciones significativas propias para cada zona de estudio entre la abundancia absoluta de ciertas especies bentónicas y las variables ambientales estudiadas (pH, materia orgánica y profundidad).

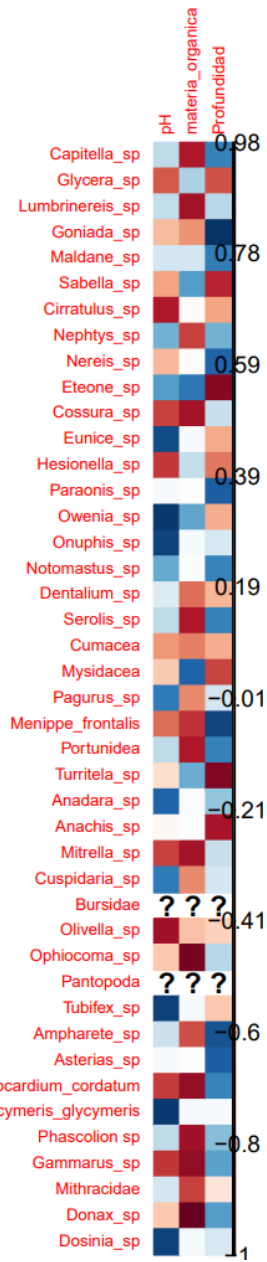
8.4.1 Análisis de correlación cantón Salinas

Se identificaron especies bentónicas con asociaciones significativas respecto al contenido de materia orgánica en el sedimento (Figura 24), se observaron correlaciones fuertes (>0.7) con *Glycera sp.* (0.78), *Lumbrineris sp.* (0.82), *Maldane sp.* (0.74), *Owenia sp.* (0.77), *Onuphis sp.* (0.81), *Pagurus sp.* (0.85), *Ophiocoma sp.* (0.83), *Ampharete sp.* (0.72) y *Gammarus sp.* (0.73); y evidencian su preferencia por ambientes ricos en materia orgánica, o sea son bioindicadoras de zonas con mayor carga de residuos orgánicos.

Los datos obtenidos en relación al pH, indican correlaciones altas en especies como *Maldane sp.* (0.78), *Cirratulus sp.* (0.79), *Nephtys sp.* (0.88), *Cossura sp.* (0.99), *Hesionella sp.* (0.91), *Turritella sp.* (0.89), *Anachis sp.* (0.83), *Cuspidaria sp.* (0.80) y *Donax sp.* (0.96). Estas especies demuestran una fuerte presencia en condiciones alcalinas, siendo que *Cossura sp.* y *Donax sp.* con los valores más altos están sujetos a sensibilidad frente a las variaciones en la acidez.

La profundidad mostró correlaciones elevadas con *Cirratulus sp.* (0.92), *Onuphis sp.* (0.92), *Eunice sp.* (0.85), *Hesionella sp.* (0.86) y el grupo Mysidacea (0.85), posiblemente asociados a fondos con menor disturbio antropogénico y condiciones más homogéneas. Existieron organismos con correlación muy baja con la materia orgánica, *Dentalium sp.* (0.11), Bursidae (0.05), Pantopoda (0.05) y *Olivella sp.* (0.03).

Figura 24. Correlación de los organismos en el cantón Salinas



Nota. La Figura 24 muestra la correlación entre los organismos bentónicos y las variables ambientales registradas en el cantón Salinas, permitiendo identificar relaciones significativas entre los organismos y los factores ambientales de pH, materia orgánica, profundidad.

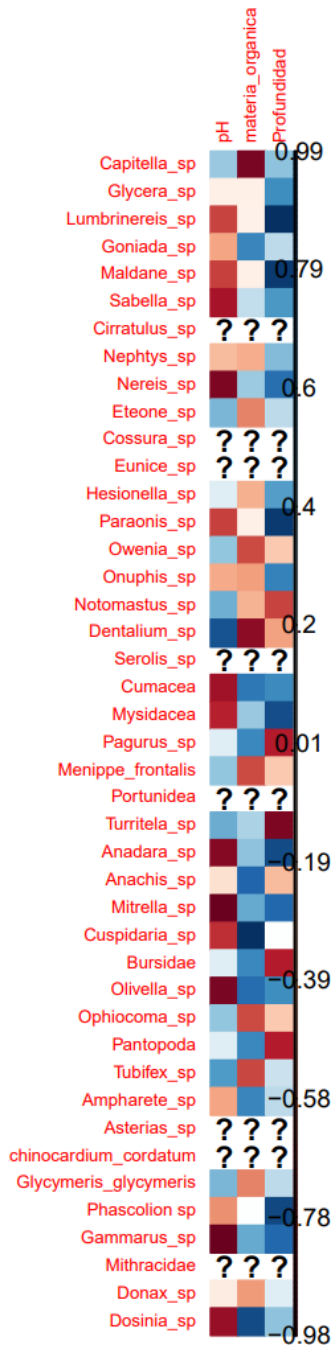
Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

8.4.1 Análisis de correlación cantón La Libertad

Entre los organismos que presentaron correlaciones altas y positivas con la materia orgánica destacan *Olivella sp.* (0.76), Bursidae (0.70) y Pantopoda (0.70). Con la profundidad, las especies que mostraron una relación fuerte y positiva fueron *Ampharete sp.* (0.81), *Asterias sp.* (0.76), *Maldane sp.* (0.76), *Serolis sp.* (0.70), Portunidea (0.70) y *Echinocardium cordatum* (0.69) (Figura 25).

Por el contrario, se registró correlaciones negativas que indica el rechazo a ciertas condiciones ambientales. Para la materia orgánica destacaron *Dentalium sp.* (-0.61), *Echinocardium cordatum* (-0.36), *Tubifex sp.* (-0.26), y *Lumbrinereis sp.* (-0.10). del mismo modo, algunos organismos mostraron correlaciones negativas significativas con el pH, especialmente *Olivella sp.* (-0.93), *Mitrella sp.* (-0.79), *Sabella sp.* (-0.76), Mysidacea (-0.73) y *Paraonis sp.* (-0.67).

Figura 25. Correlación de los organismos en el cantón La Libertad



Nota. La Figura 25 muestra la correlación entre los organismos bentónicos y las variables ambientales monitoreadas del cantón La Libertad, permitiendo evidenciar asociaciones entre la distribución de especies y los factores ambientales

Fuente: Elaboración propia, Muñoz (2025).

9. DISCUSIONES

Los resultados de este estudio concuerdan con investigaciones recientes en zonas marinas de la provincia de Santa Elena. Por ejemplo, Torres et al. (2022) registraron altas densidades de *Glycera sp.* y *Capitella sp.* en sectores con alta carga orgánica en La Diablica, hallazgos que coinciden con la elevada abundancia de *Glycera sp.* observada en La Libertad durante este estudio. Por su parte, Hernández y Cedeño (2023) identificaron bajos niveles de abundancia en Playa Las Cuevas, atribuidos a la homogeneidad del sustrato y la baja disponibilidad de microhábitats, patrón opuesto a la diversidad encontrada en Salinas. Por otro lado, Bravo et al. (2021) documentaron la presencia dominante de *Olivella sp.* en sedimentos finos de Punta Carnero, comportamiento ecológico similar al registrado en La Libertad, donde también se observó una representación significativa de Pantopoda.

En Punta de San Lorenzo, Guerrero Zambrano (2019) reportó un índice de Shannon promedio de 2.9 bits entre julio y diciembre, valor similar al registrado en marzo en La Libertad (2.726 bits) y Salinas (2.604 bits), lo que refleja comunidades moderadamente diversas y estructuralmente estables. En contraste, Martínez y Vásquez (2024) documentaron una baja diversidad (0.4 bits) en Playa La Viejita, con débil relación entre macroinvertebrados y variables ambientales, mientras que en este estudio se alcanzaron valores superiores a 2.9 bits en abril, asociados a mayor heterogeneidad sedimentaria. Asimismo, Aguirre y Reyes (2023), en Capaes y Punta Blanca, observaron una alta dominancia de *Thais brevidentata* en ambientes con sedimento fino, un patrón similar al

registrado para *Olivella sp.*, Bursidae y Pantopoda en La Libertad, lo que refuerza el papel de la granulometría y la materia orgánica como factores estructurantes en las comunidades bentónicas.

Los valores estimados del pH registrados en el estudio (8.03–8.53) son parte del rango alcalino típico de ambientes marinos costeros, concordando con Loor y Reyes (2020), indican que los sedimentos costeros en la provincia suelen presentar pH ligeramente alcalinos debido a la influencia de procesos biogeoquímicos como la descomposición de materia orgánica y la actividad bacteriana asociada a la liberación de amonio (NH_4^+). El incremento en el pH en mayo, específicamente en La Libertad, podría estar relacionado con un mayor reciclaje de nutrientes en el sedimento y condiciones de menor turbulencia, que favorecen la acumulación de materia orgánica (Paredes & Cedeño, 2021).

En cuanto a la granulometría, el predominio de fracciones finas (limo y arcilla) en la mayoría de las estaciones, especialmente durante marzo y abril, indica condiciones de baja energía hidrodinámica que permiten la deposición de partículas pequeñas, como lo evidencian estudios en fondos blandos en la región (Guerrero & Villamar, 2019). Esta composición granulométrica favorece la retención de materia orgánica y la presencia de especies depositívoras. Sin embargo, la heterogeneidad observada en estaciones como E4 o E7, con proporciones mayores de arena, sugiere zonas con mayor dinámica hidrosedimentaria o influencia de corrientes locales (Quimi Pozo et al., 2023). Además,

la textura del sedimento puede influir en la estructura de las comunidades bentónicas: sedimentos pelíticos suelen albergar mayor abundancia de poliquetos y crustáceos, mientras que en fondos arenosos se observa mayor movilidad y presencia de especies filtradoras (Foster et al., 2021), en este estudio las especies asociadas a ambientes ricos en limo y materia orgánica presentaron altas correlaciones con esas variables.

Las correlaciones positivas elevadas (> 0.7) entre materia orgánica y especies como *Glycera*, *Lumbrineris*, *Maldane*, *Owenia*, *Onuphis*, *Pagurus*, *Ophiocoma*, *Ampharete* y *Gammarus* coinciden con lo reportado por Quimi Pozo et al. (2023) en Punta Blanca, donde anélidos y crustáceos se asocian a sedimentos con alta carga orgánica. La fuerte correlación con el pH en especies como *Cossura* (0.99) y *Donax* (0.96) refleja sensibilidad a condiciones alcalinas, patrón similar al observado en macroinvertebrados de manglares costeros de Santa Elena (Loor & Reyes, 2020). En La Libertad, *Olivella*, Bursidae y Pantopoda mostraron correlaciones positivas con materia orgánica, consistente con estudios que los vinculan a fondos ricos en nutrientes (Guerrero & Villamar, 2019). En contraste, *Olivella*, *Mitrella*, *Sabella* y Mysidacea presentaron correlaciones negativas con el pH, lo que sugiere una respuesta adversa a ambientes alcalinos, como se ha documentado en zonas intermareales de la región (Paredes & Cedeño, 2021).

10. CONCLUSIONES

A lo largo del estudio se identificaron contrastes en las condiciones físico-químicas del sedimento entre las estaciones y los meses, sugiriendo una variabilidad espacio-temporal. En general, los sedimentos de La Libertad presentaron una mayor proporción de limo y arcilla, con mayor capacidad de retención de materia orgánica que generan condiciones potencialmente más reductoras. En cambio, en el cantón Salinas mostró mayor proporción de arena, con mayor oxigenación del sustrato. Cabe mencionar que el pH del sedimento en ambos cantones se mantuvo en un rango alcalino (8.03 y 8.53), siendo característica de ambientes marinos relativamente estables y con menor impacto de procesos de acidificación. Sin embargo, ligeras fluctuaciones observadas entre marzo y mayo en La Libertad sugieren la influencia de procesos locales, como la remineralización de materia orgánica, la productividad primaria y las condiciones de mezcla de la columna de agua.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener alcanzó su valor más alto en abril en la zona de Salinas (3.012), indicativo de alta diversidad biológica (≥ 3). Pero, en marzo se evidenció una diversidad moderada a baja en ambos cantones (< 3) resultado de la dominancia de especies oportunistas como *Capitella sp.* en respuesta a condiciones ambientales menos favorables. En relación con la abundancia, Salinas presentó comunidades moderadamente abundantes, pero más equitativas con mayor heterogeneidad del hábitat. Y, La Libertad mostró la dominancia de especies asociadas a sedimentos finos y ricos en materia orgánica, tales como *Olivella sp.*, Bursidae y

Pantopoda; con tolerancia a condiciones hipóxicas y una posible afinidad por ambientes eutrofizados y se considerarían como bioindicadores del enriquecimiento orgánico del sustrato. En contrariedad, especies como *Dentalium sp.*, *Echinocardium cordatum* y *Glycera sp.* presentaron correlaciones negativas con la materia orgánica, siendo más frecuentes en sedimentos arenosos, mejor oxigenados, de fondo menos perturbado; lo que se considera como especies que podrían actuar como indicadores de buena calidad ambiental bentónica y menor impacto antrópico.

El análisis estadístico realizado mediante la correlación de Pearson permitió evaluar la relación entre las variables fisicoquímicas del sedimento y las comunidades bentónicas en los cantones La Libertad y Salinas. Además, las correlaciones de Pearson revelaron asociaciones significativas entre parámetros ambientales y la abundancia de especies específicas. Por ejemplo, la materia orgánica presentó correlaciones positivas elevadas con *Glycera sp.* ($r = 0.78$, $p < 0.01$), *Pagurus sp.* ($r = 0.85$, $p < 0.001$) y *Ophiocoma sp.* ($r = 0.83$, $p < 0.01$), indicando su preferencia por sedimentos ricos en materia orgánica. En contraste, el pH mostró correlaciones negativas significativas con *Olivella sp.* ($r = -0.93$, $p < 0.01$) y *Sabella sp.* ($r = -0.76$, $p < 0.05$), reflejando una sensibilidad a condiciones alcalinas.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un programa de seguimiento anual que incluya variables fisicoquímicas (pH, materia orgánica, granulometría) y análisis de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, especialmente el seguimiento de especies oportunistas como *Capitella sp.*, *Maldane sp.* y *Olivella sp.*

Incluir estaciones adicionales y extender el monitoreo más meses para obtener una mejor base de datos de la variabilidad estacional y los efectos de eventos oceanográficos o surgencias costeras.

Incluir mediciones de oxígeno disuelto en el sedimento (redox), contenido de nutrientes (nitratos, fosfatos) y metales pesados.

Implementar un índice biológico regional basado en las especies presentes y su tolerancia a la contaminación orgánica, similar al AMBI (AZTI Marine Biotic Index), para evaluar la salud bentónica en la Bahía de Santa Elena.

12. REFERENCIAS

- Aguirre, M., & Reyes, P. (2023). Estructura comunitaria de macroinvertebrados en sedimentos blandos de Capaes y Punta Blanca (Santa Elena, Ecuador). *Revista Científica UISRAEL*, 10(1), 65–74.
- Ángel, F. (2014). Riqueza, abundancia y diversidad de la epifauna macro-bentónica asociadas al intermareal rocoso de las comunas San Pedro y Montañita [Tesis de Grado]. <https://doi.org/ISBN-13:978-3668081857>
- BIOMARCC. (2013). Vulnerabilidad y escenarios bioclimáticos de los sistemas marino-costeros a nivel del Caribe centroamericano. San José, Costa Rica: BIOMARCC-USAID.
- Bravo, J., Molina, L., & Quishpe, R. (2021). Distribución de macroinvertebrados en sedimentos costeros de Punta Carnero. *Revista Politécnica*, 46(3), 55–63.
- Brusca, R., & Brusca, G. (2005). *Invertebrados*, 2ª edición. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid (etc.), 18-25pp.
- Bunje, P. (2003). *The Mollusca: Sea slugs, squid, snails and scallops*. Museum of Paleontology, University of California. Recuperado de: <http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/mollusca.php>.
- Calosi, P., Rastrick, S., Lombardi, C., de Guzman, H., Davidson, L., Jahnke, M., & Giangrande, A. (2013). Adaptation and acclimatization to ocean acidification in marine ectotherms: An in situ transplant experiment with polychaetes at a shallow CO₂ vent system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1627). Recuperado de: <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0444>

- Canterbury, G. E., Martin, T. E., Petit, D. R., Petit, L. J., & Bradford, D. F. (2000). Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology*, 14, 544–558. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98235.x>
- Carolina, J. Z. R., & Hermosilla, C. (2001). Guía de invertebrados marinos del litoral valdiviano.
- Cedeño, A., & 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.espam.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.
- Chapman, A. D. (2009). Numbers of living species in Australia and the world (2nd ed.). Australian Biological Resources Study.
- 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 [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Nicaragua] <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/9596>
- Cifuentes Lemus, J. L., Torres-García, P., & Frías M., M. (2001). El océano y sus recursos: Bentos y necton. Trillas.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M.,

- Frogliia, C., Galil, B. S., Gasol, J. M., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., ... Voultziadou, E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE*, 5(8), e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- Cruz, M. (2009). Variación de la malacofauna bentónica intermareal y submareal de la X|bahía de Santa Elena, Ecuador, entre el 2006–2007. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15(1)
- Cruz, M., Gabor, N., Mora, E., Jiménez, R., & Mair, J. (2003). The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (continental and insular). *Gayana*, 67(2), 260–323.
- Danovaro, R., Company, J. B., Corinaldesi, C., D’Onghia, G., Galil, B., Gambi, C., Gooday, A. J., Lampadariou, N., Luna, G. M., Morigi, C., Olu, K., Polymenakou, P., Ramirez-Llodra, E., Sabbatini, A., Sardà, F., Sibuet, M., & Tselepides, A. (2010). Deep-sea biodiversity in the Mediterranean Sea: The known, the unknown, and the unknowable. *PLoS ONE*, 5(8), e11832. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011832>
- De la Cruz-Francisco, V., González-González, M., & Morales-Quijano, I. (2016). Inventario taxonómico de Hydrozoa (orden: Anthoathecata) y Anthozoa (subclases: Hexacorallia y Octocorallia) del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. *CICIMAR Oceánides*, 31(1), 23–34.
- Dean, H. K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biología Tropical*, 56(Suppl. 4), 11–38.

- Del Pezo, C., & Zambrano, M. (2022). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados al ecosistema de manglar de Palmar, provincia de Santa Elena [Trabajo de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE.
- Díaz, R. (2022). Biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos, provincia de Chota – Cajamarca – 2019 [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5862/Tesis%20Ronald%20D%20c%20adaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eslava-Eljaiek, P., Wedler, E., & Serna-Macías, D. (2011). Caracterización y criterios de eclosión de quistes de *Artemia* sp. en la salina de Pozos Colorados (Santa Marta, Colombia). *Revista Intrópica*, 6, 101–108.
- Eyher+5:F88abide, M., Sainz-Rozas, H., Barbieri, P., & Echeverría, H. (2014). Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. *Ciencia del Suelo*, 32(1), 13–19.
- Fernández, L. (2022). Equinodermos: qué son, características, clasificación y ejemplos. *Ecología Verde*. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/equinodermos-que-son-caracteristicas-clasificacion-y-ejemplos-2364.html>
- Foster, C., Lawes, J., & Gray, J. (2021). Sediment grain size and organic matter drive benthic macrofaunal structure in estuarine systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 252, 107260. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107260>
- Francis, W. R., & Canfield, D. E. (2020). Very few sites can reshape the inferred phylogenetic tree. *PeerJ*, 8, e8865. <https://doi.org/10.7717/peerj.8865>

- Gasca, R., & Loman-Ramos, L. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(Supl.), S154–S163. <https://doi.org/10.7550/rmb.32513>
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments* (2nd ed.). Springer.
- Gómez, J. A., Villalaz, J. R., & D'Croz, L. (2005). Panama. En P. Miloslavich & E. Klein (Eds.), *Caribbean marine biodiversity, the known and the unknown* (pp. 157–167). DEStech Publications.
- Gonzabay Santos, R. M. (2024). *Diversidad y abundancia de macroinvertebrados béntónicos (moluscos, crustáceos y equinodermos), presentes en la zona intermareal rocoso San Pedro-Manglar Alto* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar]. Repositorio institucional.
- Griffiths, C. L., Robinson, T. B., Lange, L., & Mead, A. (2010). Marine biodiversity in South Africa: An evaluation of current states of knowledge. *PLoS ONE*, 5(8), e12008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012008>
- Grupo de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. (2016). *Manual y resultados de muestreo bentónico con draga Van Veen*.
- Grupo de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. (2016). *Manual y resultados de muestreo bentónico con draga Van Veen*.
- Gualancañay, E. (2013). Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil interior y su relación con algunos factores ambientales. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 5(1), 63–74.

- Guerrero Zambrano, K. (2019). Evaluación ecológica rápida de macroinvertebrados bentónicos en Punta de San Lorenzo. Universidad Estatal Península de Santa Elena. [Tesis de grado].
- Guerrero, K., & Villamar, J. (2019). Composición y abundancia de macroinvertebrados en fondos blandos de Punta de San Lorenzo, Santa Elena. *Revista Politécnica*, 44(2), 65–72.
- Gutiérrez-Estrada, M., & Moreno-González, J. A. (2019). El género *Charinus* Simon, 1892 (Charinidae: Amblypygi) en Colombia: notas sobre su distribución y descripción de dos nuevas especies troglobias. En *Reconciliarte con la biodiversidad, un acto de paz. Libro de resúmenes. V Congreso Colombiano de Zoología. Asociación Colombiana de Zoología*.
<https://www.congresocolombianodezoologia.org/www.aczcolombia.org>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(Supl. 4), 3–37.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Hernández, D., & Cedeño, R. (2023). Efecto de la homogeneidad sedimentaria sobre la abundancia de macroinvertebrados en Playa Las Cuevas, Santa Elena. *Boletín Técnico Marino Costero*, 11(2), 21–29.
- INOCAR. (2007). Características de la sedimentación marina litoral comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, provincia de Santa Elena, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 14(1), 186.

- Jaramillo, K. (2013). Composición, abundancia y diversidad de peces de arrecife en tres bajos del islote “El Pelado” de la Reserva Marina El Pelado en la provincia Santa Elena – Ecuador [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
- Jiménez Martínez, R. (2025). Análisis de la calidad del agua por biomonitoreo de macroinvertebrados bentónicos del río California, comuna Loma Alta - Santa Elena [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional.
- Jiménez, P. (2012). Estructura de la comunidad bentónica en el área marina de la Reserva El Pelado y su relación con las características ambientales [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
- Jiménez, P. (2012). Estructura de la comunidad bentónica en el área marina de la Reserva El Pelado y su relación con las características ambientales [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
- Ladrera, R., Vimos, D., Prat, N., & Acosta, R. (2013). Use of macroinvertebrates to assess water quality in high-altitude streams in Ecuador: Limitations of the BMWP index. *Limnetica*, 32(2), 305–316.
- Landívar, J. (2022). Zonación estacional de la macrofauna intermareal de playas arenosas de la península de Santa Elena y los efectos de la materia orgánica y las fases lunares en su composición [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
Cybertesis UNMSM.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/19113/Land%C3%ADvar_zj.pdf

- Limón, L. (2019). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa La Caleta y Chuyuipe [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, Escuela de Biología Marina]. <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4812>
- Liñero, I., & Díaz, O. (2010). Amphinomidae y Euprosinidae de la costa nororiental de Venezuela. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(1), [páginas si las conoces]. <http://www.scielo.cl/pdf/lajar/v38n1/art10.pdf>
- Loor, M., & Reyes, P. (2020). Diversidad de macroinvertebrados en manglares estuarinos del Golfo de Guayaquil y su relación con variables fisicoquímicas. *Revista Científica UISRAEL*, 7(1), 43–52. <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/RUISRAEL/article/view/255>
- López, B. (2006). *Ecología de Manglares: biogeografía, estructura y zonación*. ResearchGate.
- Lorenzo, A. (2006). *Crustáceos: Los Ostracodos (Ostracoda)*. Asturnatura. Recuperado de: <https://www.asturnatura.com>.
- Luna Bautista, C. F., Gómez-Otamend, E., Tamariz-Flores, J. V., & Castelán-Vega, R. (2023). Bioindicadores como herramientas para la evaluación de la contaminación ambiental. *Rd-icuap*, 9(25), 202–207. <https://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/1059>
- 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, M., Vega, L., & Zárate, P. (2002). Macrobenthic community structure and pollution in the inner estuary of the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 870–875. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00114-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00114-2)
- Mair, M., Vega, L., & Zárate, P. (2002). Macrobenthic community structure and pollution in the inner estuary of the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 870–875. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00114-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00114-2)
- Martínez, J., & Vásquez, F. (2024). Diversidad bentónica y análisis ambiental en Playa La Viejita, Santa Elena. *Revista Costera Ecuatoriana*, 5(1), 31–40.
- Méndez, P., Álvarez, B., Jaramillo, N., & Japa, J. (2021). Diversidad espaciotemporal de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua del río Yuquipa [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias/Ingeniería Ambiental]. http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14596/1/per_n25_v1_01.pdf
- Menéndez Valderrey, J. L. (2006). Los ofiuroideos. Las ofiuras. Asturnatura. <https://www.asturnatura.com>
- Moreno, A. (2013). Apuntes de zoología. Anélidos 1. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-F1%20ANELIDOS.pdf>
- Moreno, C. E., Sánchez-Rojas, G., Pineda, E., & Escobar, F. (2007). Shortcuts for biodiversity evaluation: a review of terminology and recommendations for the use of target groups, bioindicators and surrogates. *International Journal of Environment and Health*, 1(1), 71-86. [Links]

- Mutschke, E. & Ríos, C. (2006) Distribución espacial y abundancia relativa de equinodermos en el Estrecho de Magallanes, Chile. *Revista Ciencia y Tecnología del Mar*, 29: 91-102.
- Mutschke, E., & Mah, C. (2009). Asteroidea – Estrellas de mar. En E. Mutschke & C. Mah (Eds.), *Asteroidea – Estrellas de mar* (802–830).
- Navarrete Torices, C. R. (2023). Funcionalidad física de los arrecifes de coral en el Pacífico mexicano (Bahía de Los Ángeles, Bahía de La Paz, Bahía de Banderas y Bahías de Huatulco) [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. Repositorio Institucional. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3986>
- Olán González, M., Reyes Bonilla, H., Álvarez Filip, L., Pérez-España, H., & Olivier, D. (2020). Fish diversity divergence between tropical eastern Pacific and tropical western Atlantic coral reefs. *Environmental Biology of Fishes*, 103, 1323–1341. <https://doi.org/10.1007/s10641-020-01026-y>
- Olmos Martínez, E., Arizpe Covarrubias, O. A., Pérez, R. M. I., & Ortega Rubio, A. (2015). Servicios ecosistémicos con potencial turístico del Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo, México. *Teoría y Praxis*, 8, 158–173. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456144904009>
- Padilla, D. (2023). *Zoología de Invertebrados: Guía de estudio*. Ed Universidad de Nariño. Recuperado de: https://sired.udenar.edu.co/7636/1/zoologia%20de%20invertebrados_Diagramaci%C3%B3n%20FINAL%201.pdf

- Palacios-Vargas, J. G., & García-Gómez, A. (2014). Protura, Diplura, Microcoryphia y Zygentoma. En S. Roig-Juñent, L. E. Claps, & J. J. Morrone (Eds.), Biodiversidad de artrópodos (Vol. 4, pp. 45–51). INSUE-UNT Ediciones, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.
- Pan, K., & Wang, W.-X. (2004). Trace metal contamination in estuarine and coastal environments in China. *Science of the Total Environment*, 331(1–3), 51–62.
- Paredes, A., & Cedeño, R. (2021). Evaluación de la biodiversidad bentónica en playas intermareales de la provincia de Santa Elena. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 13(1), 45–53. <https://doi.org/10.18272/aci.v13i1.2210>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 31(8), 583–590.
- Pozo Yagual, C. K. (2024). Macroinvertebrados asociados a *Rhizophora mangle* y al *Avicennia germinans* en la comuna Jambelí, Santa Elena [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, Carrera de Biología]. Repositorio institucional.
- Quimi Pozo, E., Morales, K., & Zamora, A. (2023). Macroinvertebrados de la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://www.researchgate.net/publication/383401159>
- Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (2012). Versión impresa ISSN 0120-0690; Versión en línea ISSN 2256-2958. Volumen 25(2). Medellín.

- Rothschuh, U. (2022, abril 7). Qué son los organismos bentónicos: ejemplos y características. *EcologíaVerde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-organismos-benticos-ejemplos-y-caracteristicas-3811.html>
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate zoology: A functional evolutionary approach* (7th ed.). Brooks/Cole.
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., & Correa, V. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú* (1.ª ed.). Ministerio del Ambiente. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2586>
- Santana, E., Dumont, J. F., Armas, V., Burbano, L., Gutierrez, L., & Valdez, F. (2004). Evolución morfológica de la costa en la Península de Santa Elena; evidencias de plataformas marinas y socavones superpuestos. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 12, 155–167.
- Sarzosa, R., & Tipanguano, E. (2004). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia*. Panamericana Formas e Impresos.
- Sasa, M., Oviedo, F., Beneyto, D., Bonilla, F., Arévalo, J., Sánchez, R., Morales, L., Arias, J., Vargas, R., Serrano, J., Monrós, J., & Hanson, P. (2022). Diversity of indicator groups in the analysis of environmental compensation: Its application in the case of the Río Piedras Reservoir, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 70(S1)
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.

- Sigwart, J., y Sutton, M. (2007). Filogenia de moluscos profundos: síntesis de datos paleontológicos y neontológicos. *Actas de la Royal Society*, 274(1624). 2413-2419 pp.
- Sisquiarco Torreglosa, C. A. (2023). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1752), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí – Antioquia) [Tesis de Grado, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital UdeA. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34225/5/SisquiarcoCarlos_2023_EstructuraMacroinvertebradosManglar.pdf
- Smith, D. G. (2005). *Pennak's freshwater invertebrates of the United States* (4.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Soledispa, B. (2005). Características geomorfológicas y sedimentológicas de la bahía de Santa Elena [Informe técnico]. Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).
- Spicer, J., Raffo, A., & Widdicombe, S. (2007). Influence of CO₂-related seawater acidification on extracellular acid–base balance in the velvet swimming crab *Necora puber*. *Marine Biology*, 151(3), 1117–1125. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0551-6>
- Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F., & Bouchet, P. (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 149–166.
- Terneus, E., Racines, M. J., & Hernández, K. (2013, abril 12). Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza – Ecuador. *Revista de Ciencias*, 16, 31–45. <https://doi.org/10.25100/rc>

- Tigrero, L. (2019). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa La Caleta y Chuyuípe [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4812>
- Torres, P., Lascano, V., & Molina, M. (2022). Relación entre carga orgánica y abundancia de poliquetos en La Diablica, Santa Elena. *Revista Marina del Ecuador*, 8(2), 12–20.
- Trama, F., Rizo-Patrón, F., & Springer, M. (2009). Macroinvertebrados bentónicos del humedal de Palo Verde, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(1), 275–284.
- Valencia, V. (2016). Variables físicas, químicas y microbiológicas en relación a la presencia de macroinvertebrados en zonas rocosas de Santa Elena, Ecuador [Tesis de Grado, Universidad de Especialidades Espíritu Santo]. Repositorio UEES. <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/2106>
- Vera, M. (2008). Lista de los géneros de moluscos terrestres de Colombia (Mollusca: Gastropoda: Prosobranchia: Mesogastropoda y Pulmonata: Stylommatophora). *Biota Colombiana*, 9(1), 39-62.
- Villamar, F. (2009). Estudio de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante en la zona intermareal y submareal de la bahía de Santa Elena (Ecuador) durante el año 2007. Acta Oceanográfica del Pacífico, 15(1).*
- Villamar, F., & Manuel, C. (2007). Poliquetos y moluscos macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la provincia del Guayas (Monteverde, Ecuador). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 14(1). Recuperado de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas->

oceanograficas/file/217-poliquetos-y-moluscos-macrobentonicos-de-la-zona-intermareal-y-submareal-en-la-provincia-del-guayas-monteverde-ecuador

Villota, D. (2014). Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de la zona intermareal en la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena los meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014 [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1475>

Wilkinson C, Souter D. 2008. Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, 152 p.

Wörheide, G., Dohrmann, M., Erpenbeck, D., Larroux, C., Maldonado, M., Voigt, O., & Lavrov, D. V. (2012). Deep phylogeny and evolution of sponges (Phylum Porifera). In M. A. Lesser (Ed.), *Advances in marine biology* (Vol. 61, pp. 1–78). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387787-1.00007-6>

Yeo, R. (2013). Stone crabs (Phylum Arthropoda: Family Menippidae) of Singapore. Tidechaser. <http://tidechaser.blogspot.com/2013/07/stone-crabs-menippidae-singapore.html>

13. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de organismos identificados

Organismos Identificados	MARZO								ABRIL								MAYO							
	LIBERTAD				SALINAS				LIBERTAD				SALINAS				LIBERTAD				SALINAS			
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Capitea sp	1	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1	2	1	1	2	0	2	1	0	0	0
Glycyra sp	0	1	1	3	2	0	1	0	0	2	0	3	2	1	0	0	0	5	2	8	4	4	0	0
Lumbricaria sp	0	2	0	1	0	0	2	1	2	3	0	0	1	4	2	2	1	2	0	3	0	1	1	0
Goniada sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1
Madama sp	1	2	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	1	0	2	3	3	3	2	2	2	2	1	4
Sabellid sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5	8	2	1	3	1	3	1	0
Cirratulus sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nephtys sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nereis sp	0	2	1	1	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	3	2	1	3	3
Eteone sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cossura sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eunicia sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hesionella sp	1	0	0	1	0	0	2	0	1	2	2	2	4	2	0	2	0	1	0	2	1	2	0	0
Pararion sp	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Ovwinia sp	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Onuphis sp	1	1	1	0	0	1	0	1	2	2	0	2	1	0	2	2	3	3	1	2	0	0	2	0
Notomastus sp	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	2	2
Dentalium sp	2	5	3	4	7	4	8	6	5	3	3	1	8	30	9	5	7	3	6	8	4	30	7	6
Serolis sp	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cumacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0
Myxidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Figulus sp	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Menippe frontalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Portunidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarmonia sp	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0
Aradina sp	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Anachis sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nereis sp	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuspidaria sp	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Buridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clivella sp	1	0	2	2	1	0	2	0	0	1	2	1	1	0	0	0	2	9	2	2	2	0	1	0
Ophiocoma sp.	1	0	0	1	0	4	1	1	2	0	2	1	0	0	0	0	4	4	2	2	0	0	1	0
Pantopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tatellus sp	1	1	0	2	0	0	2	0	2	0	1	4	1	1	5	2	0	1	1	1	0	0	1	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	1	0	0	1	0
Asterias sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinocardium coelatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glycymeris glycymeris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Phascolion sp	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1
Gastropoda sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mitracidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Dolium sp	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Dosinia sp	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	1	2	0	0	0	0	0
TOTAL	34	39	32	21	31	39	26	36	23	30	35	21	26	31	41	36	32	54	34	48	22	37	27	23

Anexo 2. Filtración de muestras en campo



Anexo 3. Filtración de sedimentos



Anexo 5. Identificación de organismos en estereomicroscopio



Anexo 4. Obtención de muestras biológicas con la draga de Van Veen



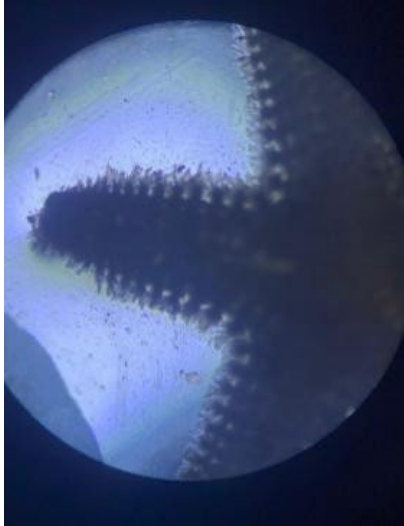
Anexo 6. Tutorías y revisión de la especialista en bentos



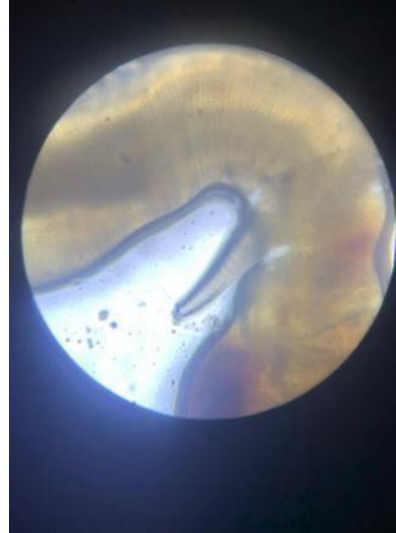
Anexo 7. Familia de Pagurídeos



Anexo 8. Género *Glycera*



Anexo 9. Género *Asterias*



Anexo 10. Género *Gammarus*

