



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL

ENSAYO ACADEMICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL

TÍTULO:
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO DE LA COSTA DE MANTA
UTILIZANDO ORGANISMO BIOINDICADORES EN LAS PLAYAS EI
MURCIELAGO Y LOS ESTEROS

AUTORA:
PICO CEDEÑO NIKOLE STEFANIA

TUTORA:
DRA. MACÍAS MAYORGA DAYANARA PhD

2025 (1)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Pico Cedeño Nikole Stefania** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in black ink, consisting of the name 'Nikole' followed by a stylized 'Pico'.

Pico Cedeño Nikole Stefania

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Nikole Stefanía Pico Cedeño**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería ambiental, período académico 2025-2, cumpliendo el total de **384 horas**, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO DE LA COSTA DE MANTA UTILIZANDO ORGANISMO BIOINDICADORES EN LAS PLAYAS DE LOS ESTEROS Y MURCIELAGO."**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 23 de enero de 2026

Lo certifico,



Dra. Dayanara Macías Mayorga PhD
Docente Tutor(a)
Área: Toxicología ambiental y Ecotoxicología

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito esta importante etapa de mi formación profesional.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, y a la carrera de Ingeniería Ambiental, por proporcionarme los conocimientos, valores y herramientas que contribuyeron significativamente a mi crecimiento académico y personal.

A mi tutora, Dra. Dayanara Macías Mayorga, PhD, por su valiosa guía, dedicación y acompañamiento constante durante el desarrollo de este ensayo académico. Sus orientaciones y aportes fueron fundamentales para fortalecer la calidad, el análisis crítico y el rigor académico del presente trabajo.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, quienes, a lo largo de mi formación universitaria, compartieron generosamente sus conocimientos y experiencias, contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo profesional.

A mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y constante motivación. Su confianza y respaldo fueron una fuente de inspiración y el impulso necesario para alcanzar esta meta.

Finalmente, expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, colaboraron en la realización de este trabajo académico y aportaron al cumplimiento de los objetivos planteados.

Pico Cedeño Nikole Stefania

Autora

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida, por iluminar mi camino y permitirme alcanzar esta meta tan importante.

A mis padres, Carmen Cedeño y Servando Pico, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante.

A mi abuela María, por estar siempre a mi lado sin importar las circunstancias, brindándome su cariño, apoyo y comprensión. Su presencia ha sido fundamental en este camino.

A mis hermanos, por impulsarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles; a mi enamorado, Andrés Chávez, por su comprensión, apoyo y motivación constante; y a mi tía Ana Macías, quien, a pesar de la distancia, nunca dejó de estar presente cuando más la necesité.

A mi ángel que me cuida desde el cielo, quien antes de partir anhelaba acompañarme en este momento tan especial. Su recuerdo vive siempre en mi corazón y me inspira a seguir adelante. También dedico este logro a mi amado abuelo, esposo de ella, por su cariño, sus enseñanzas y porque sé que se siente orgulloso de la persona en la que me he convertido.

A mi familia, por ser mi respaldo y motivación permanente, y a mi tutora, Dra. Dayanara Macías Mayorga, PhD, por su orientación y compromiso académico durante el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, dedico este esfuerzo a quienes me han inspirado a perseverar y a creer en mis capacidades, con la esperanza de que este ensayo académico represente un aporte al conocimiento y la conservación de nuestros recursos naturales.

Pico Cedeño Nikole Stefania

Autora

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO DE LA COSTA DE MANTA UTILIZANDO ORGANISMO BIOINDICADORES EN LAS PLAYAS EL MURCIÉLAGO Y LOS ESTEROS

Pico Cedeño Nikole Stefanía; Macías-Mayorga Dayanara

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías.
Carrera de Ingeniería Ambiental.

Resumen:

El presente estudio evaluó la calidad del sedimento en la zona costera de la ciudad de Manta (provincia de Manabí, Ecuador) utilizando la composición taxonómica del zoobentos como organismo bioindicador. Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos áreas con distintas presiones antrópicas: la playa El Murciélago (establecida como sitio de referencia) y la playa Los Esteros. Los muestreos cuantitativos se realizaron entre los meses de diciembre de 2025 y enero de 2026 durante el período de bajamar en la zona intermareal. En cada estación se recolectaron muestras de sedimento utilizando un cuadrante de 0,50 m x 0,50 m para determinar la densidad de organismos (individuos/m²), complementado con un análisis de parámetros fisicoquímico (pH, materia orgánica, granulometría, hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados como cromo y plomo). Para el diagnóstico ambiental de las comunidades bentónicas se empleó el índice multimétrico Multivariate-AZTI Marine Biotic Index (M-AMBI), que integra el índice AMBI, la diversidad de Shannon y la riqueza específica. Los resultados de la caracterización fisicoquímica evidenciaron que ambos sitios presentan condiciones ambientales favorables. Los niveles de materia orgánica se mantuvieron bajos (< 1,70%), indicando la ausencia de un enriquecimiento orgánico crítico. Asimismo, las concentraciones de metales pesados (Cr < 50 mg/kg y Pb < 10 mg/kg) e hidrocarburos (< 76 mg/kg) se situaron significativamente por debajo de los límites permisibles de guía internacionales, denotando una baja influencia antrópica directa en el sedimento superficial durante el periodo evaluado. Se recolectaron un total de 103 individuos en El Murciélago y 247 en Los Esteros, registrándose una dominancia absoluta del filo Mollusca (clase Gastropoda) en ambas playas. La densidad fluctuó entre 188 y 224 ind/m² en El Murciélago (con predominio de *Olivella sp.* y mayor estructuración taxonómica), y entre 460 y 528 ind/m² en Los Esteros. No obstante, la playa Los Esteros exhibió una baja riqueza específica, y un marcado dominio de gasterópodos indeterminados debido a limitaciones morfológicas por fragmentación o estados juveniles. La

aplicación del índice AMBI clasificó a las estaciones válidas dentro de la categoría de "No perturbada" (Undisturbed) gracias a la clara dominancia del Grupo Ecológico I (especies sensibles a la contaminación). Finalmente, el análisis multimétrico M-AMBI posicionó a las playas en categorías de estado ecológico "Alto" (High) en el mes de diciembre para ambos balnearios, y "Bueno" (Good) para El Murciélago en enero. (La estación de Los Esteros de enero no pudo ser evaluada por el software ante la falta de asignación taxonómica específica). La alta correlación entre las óptimas variables fisicoquímicas y los índices bióticos demostró que la zona costera de Manta examinada conserva una estructura comunitaria equilibrada y una adecuada calidad ecológica a lo largo del periodo de estudio.

Palabras clave: Zoobentos, Macrofauna, Bioindicadores, M-AMBI, Sedimentos marinos, Manta.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial desde la segunda mitad del siglo XX, se ha comprobado que los sedimentos contaminados existen en ambientes acuáticos, tanto en las aguas continentales como en las marinas. Por un lado, los residuos industriales no controlados y, por otro, la aplicación de pesticidas y otros productos químicos que llegan a los sedimentos tras ser transportados desde las zonas agrícolas hasta las costas son responsables de la existencia de estos sedimentos contaminados (González *et al.* 2006).

En las últimas décadas, ha aumentado la importancia de evaluar la calidad del ambiente en ecosistemas marinos, especialmente en regiones costeras donde las actividades humanas intensifican la presión sobre los recursos naturales (Borja *et al.* 2000). En este contexto, el uso de organismos bioindicadores se ha vuelto una herramienta eficaz para detectar y monitorear contaminantes en sedimentos marinos, proporcionando información significativa acerca de la salud de dichos ecosistemas (Dauvin 2007).

En la ciudad ecuatoriana de Manta, situada en la provincia de Manabí, varios estudios han demostrado que los sedimentos costeros contienen contaminantes. Los estudios que se han llevado a cabo han señalado cambios en la condición ecológica de playas como Tarqui, El Murciélago, Los Esteros y la playa adyacente al río Muerto, empleando la composición taxonómica del zoobentos como referencia. Las investigaciones señalaron la condición ecológica de Playa de Tarqui y Playa Los Esteros, que se debe en gran medida a las descargas de aguas residuales y contaminantes procedentes de aguas residuales industriales (Palma y Quiroz 2019). Estos desechos no siempre son eliminados por los sistemas de tratamiento convencionales de aguas residuales y tienen el potencial de dañar el medioambiente (Gil *et al.* 2012; Milquez y Montagut 2023).

Los índices ecológicos analizados en las costas de Manta, especialmente en la desembocadura del río Manta, demuestran los efectos perjudiciales que ha tenido la actividad humana. La calidad del ecosistema marino ha sido impactada por el crecimiento industrial y urbano. En este marco, se llevaron a cabo bioensayos de toxicidad en larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) que fueron obtenidas en la playa de Tarqui. Los agentes contaminantes que tienen un impacto en la supervivencia de estas larvas son evidentes en los resultados. No obstante, el proceso natural de autodepuración complica la identificación exacta del grado real de contaminación (Pico y Mendoza 2020).

El uso de organismos bioindicadores en la costa de Manta con el fin de evaluar la calidad de sus sedimentos ha sido una estrategia eficaz para identificar efectos en los ecosistemas marinos. Las condiciones locales se evidencian a través de las fluctuaciones en la diversidad y abundancia de poliquetos como *Anaitides madeirensis* y *Paraonis gracilis* entre áreas intermareales y submareales de la bahía de Manta. Las zonas cercanas al muelle mostraron escasa diversidad, asociada a sustratos oscuros y anóxicos de tipo lodo-arenoso, lo cual se debe posiblemente a la acumulación de residuos orgánicos generados por la actividad pesquera. Los resultados de este estudio indican que los organismos bentónicos son un indicador ecológico significativo y sensible frente a cambios, lo cual otorga valor a los programas de monitoreo y manejo costeros (Villamar 2011).

De manera complementaria, se efectuó un estudio microbiológico y químico en la playa de Los Esteros, encontrando que los niveles de DBO₅ (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), sólidos suspendidos y coliformes fecales sobrepasan las cantidades máximas permitidas por la legislación medioambiental ecuatoriana. La relevancia de implementar medidas para mitigar y monitorear continuamente en la zona se destaca a partir de estos hallazgos (González y González 2016).

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ha desarrollado, en el ámbito local, proyectos de cooperación enfocados en supervisar la calidad del medioambiente mediante bioindicadores en las playas y los ríos de Manta. El objetivo de estos proyectos es desarrollar bases de datos acerca de la diversidad y la riqueza de bioindicadores, identificar las consecuencias medioambientales asociadas a la contaminación y proponer estrategias de gestión ambiental para mitigar dichos efectos. A pesar del avance en la identificación de contaminantes y el empleo de bioindicadores en la región, todavía hay desafíos para implementar estos métodos en los programas de monitoreo ambiental a largo plazo (Ramos 2024).

La contaminación costera ha aumentado notablemente en las últimas décadas, debido sobre todo al crecimiento de la industria y de las ciudades, así como a la descarga de desechos industriales y residenciales sin tratamiento. En cuanto a la ciudad de Manta, situada en la provincia de Manabí, Ecuador, esta circunstancia tampoco es ajena a su población. Los estudios efectuados en la zona costera marina muestran que hay coliformes fecales, una fuerte demanda química y biológica de oxígeno, además de un elevado contenido de materia orgánica en los sedimentos de lugares como Tarqui, Los Esteros, El Murciélagos y el lugar donde desemboca el río Muerto.

Los sedimentos contaminados no solo modifican la función y la composición de los ecosistemas bentónicos, sino que además constituyen una amenaza inmediata para la salud pública, la biodiversidad marina y la pesca artesanal. A pesar de los progresos logrados en investigaciones previas, aún hay déficits significativos en la utilización de bioindicadores como método diagnóstico para evaluar la calidad y la salud ambiental, así como en el monitoreo continuo.

La evaluación del estado de los ecosistemas marinos se realiza a través de organismos bioindicadores como moluscos, crustáceos bentónicos y poliquetos. Esto es porque estos organismos reaccionan frente a las alteraciones en el medio ambiente y permanecen por mucho tiempo en contacto con los sedimentos. Asimismo, ofrecen información suplementaria a la evaluación fisicoquímica que se hace tradicionalmente, pues reflejan en sí mismos la correlación precisa entre la eutrofización y la toxicidad. Utilizar este método en la costa de Manta ayudará a fortalecer los datos ambientales, que son útiles para manejar sosteniblemente el medio ambiente marino costero. La salud de estos ecosistemas es esencial para el turismo y la pesca, así que su deterioro compromete también la salud humana, la economía local y la biodiversidad. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad del sedimento en la zona costera de Manta, utilizando la composición taxonómica del zoobentos como bioindicador.

2. METODOLOGÍA

1.1 Delimitación del área de estudio.

Manta, es una ciudad situada a orillas del Océano Pacífico, al sur de la provincia de Manabí. Posee un clima cálido (diciembre a mayo) fresco y seco (junio a noviembre). El presente trabajo se desarrolló en la zona costera de la Ciudad de Manta. Las zonas de estudio fueron las playas *El Murciélagos* (sitio referencia) y *Los Esteros*.



Figura 1. Mapa del área de estudio.

2.2 Zonas de muestreo

Las estaciones de muestreo, playas El Murciélago (sitio referencia) latitud -0.9368961 longitud -80.7280228; Los Esteros; latitud -0.9492591 longitud -80.7050773 fueron seleccionadas de acuerdo con la presencia de características que alteran el hábitat natural como: descargas residuales, focos probables de contaminación, aparente pérdida de la salud ecológica que se pueda evidenciar a simple vista en la zona.

Los muestreos se realizaron entre los meses de diciembre (2025) y enero (2026), considerando período de bajamar al nivel del eulitoral inferior (zona intermareal). Las zonas con mayor abundancia de especies en las playas arenosas se consideran hábitats de gran importancia ecológica. (Gheskiere *et al.* 2005; Augusto *et al.* 2023). Por otro lado, se identificó la fauna intersticial y la macrofauna ya que las comunidades macrobentónicas de fondo blando se consideran buenos indicadores de la salud de los ecosistemas debido a su estrecha relación con los sedimentos, los cuales, a su vez, se encuentran relacionados con la columna de agua (Dauer *et al.* 2000).

2.3 Protocolo de muestreo

La metodología desarrollada fue la descrita en el “Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de fauna bentónica de macroinvertebrados de sustrato blando en masas de agua de transición y costeras” (Agencia Vasca del Agua, 2014).

Para la recolección de las muestras en los diferentes puntos de muestreo se utilizó un método de recolección de tipo cuantitativo (5 réplicas por estación) utilizando un cuadrante de 0,50 m x 0,50 m y tamices con luz malla de 1mm y 0.5 mm. Esto para poder calcular la densidad (individuos/m²) de las comunidades de macrofauna y meiofauna en cada sitio de muestreo.

En cada punto de muestreo, se colocó el cuadrante sobre la zona intermareal y se procedió a tomar la muestra de sedimento con una profundidad de 15 cm. Estas muestras fueron tamizadas de inmediato, las piedras y los animales grandes fueron separados para evitar daños al resto de la muestra, los tamices se limpiaron cuidadosamente tras cada operación de tamizado. En cada punto la muestra de sedimento se tomó por triplicado.

Todo material biológico retenido en el tamizado se recogió cuidadosamente en un recipiente plástico con tapadera debidamente identificado y rotulado, para la preservación de la muestra en una solución de formol (1 parte de formaldehído al 40% y 9 partes de agua de mar). Se tomaron los datos requeridos en la ficha de campo.

2.4 Caracterización del sedimento

En las muestras de sedimento tomadas en cada una de las estaciones de muestreo, se determinaron parámetros fisicoquímicos como: pH, materia orgánica, metales pesados (Cr y Pb), hidrocarburos totales de petróleo y granulometría. Todos los análisis se realizaron en un laboratorio acreditado.

2.5 Identificación y recuento de taxones

La identificación taxonómica de las muestras se realizó con la utilización de un estereoscopio, la utilización de Guías de identificación, y otros documentos encontrados en la literatura como: Guía práctica de identificación de familias de poliquetos (De la Ossa *et al.* 2008; Soledispa y Ramos 2023) lo conocido y lo desconocido sobre la biodiversidad marina en Ecuador (continental e insular) (Cruz *et al.* 2003; Cárdenas *et al.* 2020), Zoología de los Invertebrados (Ruppert *et al.* 2006), Invertebrados (Álamo y Puertas 1990; Bastida y García 2022; Brusca *et*

al. 2022), Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR 2025), Moluscos Marinos Distribuidos en la Primera Milla de la Costa Ecuatoriana (Brito y Mora 2017).

2.6 Procesamiento de los datos

Los datos de abundancia se transformaron a datos de densidad en función de la superficie muestreada. La información se almacenó en hojas de cálculo como base de datos.

2.6.1 Sistema de Evaluación

Una vez procesados los datos se procedió a la evaluación de estos haciendo uso del índice Multivariate- AZTI *Marine Biotic Index* (M-AMBI). El índice M-AMBI evalúa la composición y abundancia taxonómica, el cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles, y el grado de diversidad de taxones.

2.6.2 Métricas asociadas al Índice M-AMBI

El índice M-AMBI requiere el cálculo de 3 métricas: AMBI (AZTI Marine Biotic Index), índice de diversidad de Shannon (H' ; bit ind-1) y riqueza (S; número de especies).

- AMBI: Este índice se calculó a partir de los porcentajes de individuos pertenecientes a distintos grupos ecológicos (que responden de manera diferente a las presiones humanas), utilizando la siguiente ecuación: $AMBI = [(1,5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4,5 * \%GIV) + (6 * \%GV)]/100$; donde % GII, % GIII, % GIV y % GV son los porcentajes de los grupos. Los grupos II (indiferente a la contaminación), III (tolerante a la contaminación), IV (oportunistas de 2º orden) y V (oportunistas de 1º orden), respectivamente. El grupo I es el de las especies sensibles a la contaminación. AMBI puede tomar valores entre 0 y 6 (el valor 7 se otorga cuando no hay fauna).

Para el cálculo del AMBI se utilizaron el programa AMBI desarrollado por el Centro Tecnológico AZTI-Tecnalia, que determina su valor en cada una de las cinco réplicas y luego determina la media aritmética de las tres para dar un valor final de AMBI por estación de muestreo. El programa AMBI incluye más de 6.500 taxas representativas de las comunidades más importantes presentes en los estuarios y sistemas costeros de Europa, desde el Mar del Norte al Mediterráneo, e incluso de Norteamérica, Sudamérica, Asia, Oceanía y África.

- Índice de diversidad de Shannon: Este índice evalúa la diversidad específica y se calcula como el sumatorio (para n especies) de la abundancia relativa de cada una de las

especies (en tanto por 1) multiplicadas por el logaritmo en base 2 de su abundancia relativa (en tanto por 1). Este cálculo se hace sobre la suma de individuos por taxón de las cinco réplicas.

- Riqueza: Representa el número de especies presentes en una muestra, este cálculo se hace sobre el número de taxones presentes en las cinco réplicas.

2.6.3 M-AMBI. Cálculo del Índice

M-AMBI (Multivariate- AZTI Marine Biotic Index) que determina el estado de las comunidades bentónicas, este cálculo se realizó con el programa antes mencionado.

2.6.4 Condiciones de Referencia

Para el cálculo de M-AMBI se requieren condiciones virtuales de muy mal estado y de muy buen estado. Las condiciones virtuales de muy mal estado son siempre: riqueza (S) =0; diversidad (H) = 0 ind. bits-1; AMBI = 6, que se corresponden con una situación azoica.

2.6.5 Límites entre estado

Estos límites permiten definir el estado en función del valor del M-AMBI, que actualmente se consideran iguales para las diferentes tipologías, expresados como valores del Ecological Quality Ratio (EQR). Muy Buen estado ecológico (MB), Buen estado (B), estado Moderado (Mo), estado deficiente (D) y estado malo (M). Donde un Muy Buen estado ecológico a Buen estado (MB/B) debe ser $\geq 0,77$, un Buen estado a estado Moderado (B/Mo) debe estar en $\geq 0,53$, un estado Moderado pasa a estado deficiente (Mo/D) 0,38 y de estado deficiente a estado malo D/M debe estar en los límites de 0,20.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización del sedimento

Tabla 1. Caracterización del sedimento de las playas El Murciélago (sitio referencia) y Los Esteros (diciembre 2025–enero 2026) en la zona de Manta (Ecuador).

Playa	Mes	Materia orgánica (%)	pH	Granulometría Fracción fina (<0.5 mm) (%)	Cr (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	HTP (mg/kg)
El Murciélago	Diciembre	< 1,70	6,45	99,15	< 50	< 10	< 76
El Murciélago	Enero	< 1,70	6,80	98,83	< 50	< 10	< 76
Los Esteros	Diciembre	< 1,70	7,40	96,45	< 50	< 10	< 76
Los Esteros	Enero	< 1,70	7,6–8,0	97,74	< 50	< 10	< 76

Fuente: Informe analítico de laboratorio SDPT-001-26, SDPT-002-26, SDPT-003-26 y SDPT-004-26.

En la tabla 1 se puede observar los valores obtenidos en los distintos parámetros analizados en la caracterización del sedimento en las playas El murciélago y Los Esteros. En ambas playas, los valores de materia orgánica fueron inferiores al 1,70 %, indicando un bajo contenido de enriquecimiento orgánico en los sedimentos analizados. Estos valores se encuentran dentro de rangos considerados bajos para ambientes costeros arenosos, lo que sugiere ausencia de acumulación significativa de materia orgánica en el sedimento superficial.

El pH de los sedimentos mostró valores dentro del rango ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6,45–8,0). La fracción granulométrica menor a 0,5 mm predominó en todas las estaciones, superando el 96 %, lo que indica sedimentos finos con alta homogeneidad textural.

De los metales analizados el cromo (Cr) y plomo (Pb) mostraron valores por debajo de los límites de detección del método analítico (<50 mg/kg para Cr y <10 mg/kg para Pb). Estos valores se encuentran muy por debajo de los niveles guía establecidos en las *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* (2009), lo que indica ausencia de

contaminación significativa por metales pesados en los sedimentos evaluados. En cuanto a la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en ambos sitios fueron inferiores a 76 mg/kg.

3.2 Diversidad, abundancia y densidad de la fauna bentónica en las zonas de muestreo

Tabla 2. Organismos zoobentónicos identificados en la playa El Murciélago durante los meses diciembre (2025) y enero (2026).

	Filo	Clase	Superfamilia	Familia	Género	Especie	# organismos
Dic	Mollusca	Gastropoda	Olivoidea	<i>Olividae</i>	<i>Olivella</i>	sp.	46
	Mollusca	Gastropoda	Buccinoidea	<i>Columbellidae</i>	<i>Anachis</i>	sp.	2
	Mollusca	Gastropoda	Epitonioidae	<i>Epitoniidae</i>	<i>Epitonium</i>	sp.	1
	Mollusca	Gastropoda	Rissooidea	<i>Hydrobiidae</i>	—	—	2
	Mollusca	Gastropoda	Conoidea	<i>Mangeliidae</i>	<i>Mangelia</i>	sp.	2
	Mollusca	Gastropoda	Buccinoidea	<i>Buccinidae</i>	<i>Buccinum</i>	sp.	1
	Echinodermata	Echinoidea	Clypeasteroidea	<i>Clypeasteridae</i>	—	—	2
							Total: 56
Ene	Mollusca	Gastropoda	Olivoidea	<i>Olividae</i>	<i>Olivella</i>	sp.	41
	Mollusca	Gastropoda	Buccinoidea	<i>Columbellidae</i>	<i>Anachis</i>	sp.	1
	Mollusca	Gastropoda	Epitonioidae	<i>Epitoniidae</i>	<i>Epitonium</i>	sp.	1
	Mollusca	Gastropoda	Cerithioidea	<i>Thiaridae</i>	<i>Melanoides</i>	<i>tuberculata</i>	1
	Echinodermata	Echinoidea	Clypeasteroidea	<i>Clypeasteridae</i>	—	—	3
							Total: 47

Nota. Superficie muestreada mensualmente (0,25 m²)

Tabla 3. Organismos zoobentónicos identificados en la playa Los Esteros durante los meses diciembre (2025) y enero (2026)

	Filo	Clase	Superfamilia	Familia	Género	Especie	# organismos
Dic	Mollusca	Gastropoda	Olivoidea	<i>Olividae</i>	<i>Olivella</i>	sp.	2
	Mollusca	Gastropoda	Buccinoidea	<i>Columbellidae</i>	<i>Anachis</i>	sp.	2
	Mollusca	Gastropoda	Marginelloidea	<i>Granulinidae</i>	<i>Granulina</i>	sp.	1
	Mollusca	Gastropoda	—	—	<i>Gastropoda</i>	indet.	127
Total: 132							
Ene	Mollusca	Gastropoda	—	—	<i>Gastropoda</i>	indet.	115
Total: 115							

Nota. Superficie muestreada mensualmente (0,25 m²). *Gastropoda indet.* corresponde a organismos identificados únicamente hasta clase debido a limitaciones morfológicas (estado juvenil o fragmentación). Estos individuos fueron considerados en el análisis descriptivo de abundancia, pero no fueron incluidos en el cálculo del índice AMBI por no permitir su asignación a un grupo ecológico específico (Borja et al., 2000).

En la playa murciélago durante los dos meses de muestreo un total de 103 individuos fueron colectados. Estos organismos fueron clasificados en ocho familias, siete pertenecientes al Phylum Moluscas y la clase Gastrópoda, en donde la especie *Olivella semistriata* fue la más abundante, mientras que, una familia perteneciente al Phylum Echinodermata y la clase Equinoidea (Tabla 2). En este sentido la abundancia de organismos en el mes de diciembre fue de 224 ind/m² y en enero 188 ind/m².

En el caso de la playa Los Esteros durante los dos meses de muestreo un total de 247 organismos fueron contabilizados (Tabla 3). En el mes de diciembre se determinó una abundancia de 528 ind/m² y en el mes de enero 460 ind/m² en esta zona, todos los organismos encontrados pertenecían al Phylum Moluscas y la clase Gasterópoda.

3.3 Resultados AMBI

El software AMBI, permitió evaluar el estado de perturbación de las comunidades bentónicas presentes en los fondos blandos de las estaciones de muestreo en las playas El Murciélago y Los Esteros. La distribución de los grupos ecológicos y el valor del índice AMBI para ambas playas se muestran en la Figura 2 y 3 (respectivamente). En la playa El Murciélago predominan las especies de los grupos ecológicos I y II, típicos de entornos no alterados. El valor de AMBI obtenido en el mes de diciembre clasificó la estación en el grupo "No perturbado" (Undisturbed), lo que señala una comunidad bentónica bien preservada y la falta de alteraciones relevantes del sedimento durante el tiempo de muestreo. En el mes de enero se mantuvo el mismo patrón, La mayoría de las réplicas se clasificaron dentro de la categoría "No perturbado" (Undisturbed), con valores de AMBI bajos y predominio de organismos pertenecientes a los grupos ecológicos I y II. Sin embargo, una réplica presentó un valor de AMBI de 1.500, clasificándose como "Levemente perturbado" (*Slightly disturbed*), lo que evidencia una ligera variabilidad espacial en la estructura de la comunidad bentónica, posiblemente asociada a condiciones ambientales locales.

En el caso de la playa Los Esteros, la repartición de los grupos ecológicos y el valor del índice AMBI en diciembre mostraron que el grupo ecológico I fue el predominante. La estación fue clasificada como "No perturbada" (*Undisturbed*), lo que indica una calidad ecológica favorable de los sedimentos y un conjunto bentónico regido por especies indiferentes o sensibles a la

contaminación. En el mes de enero por la ausencia de taxones identificados fue excluido del análisis comparativo.

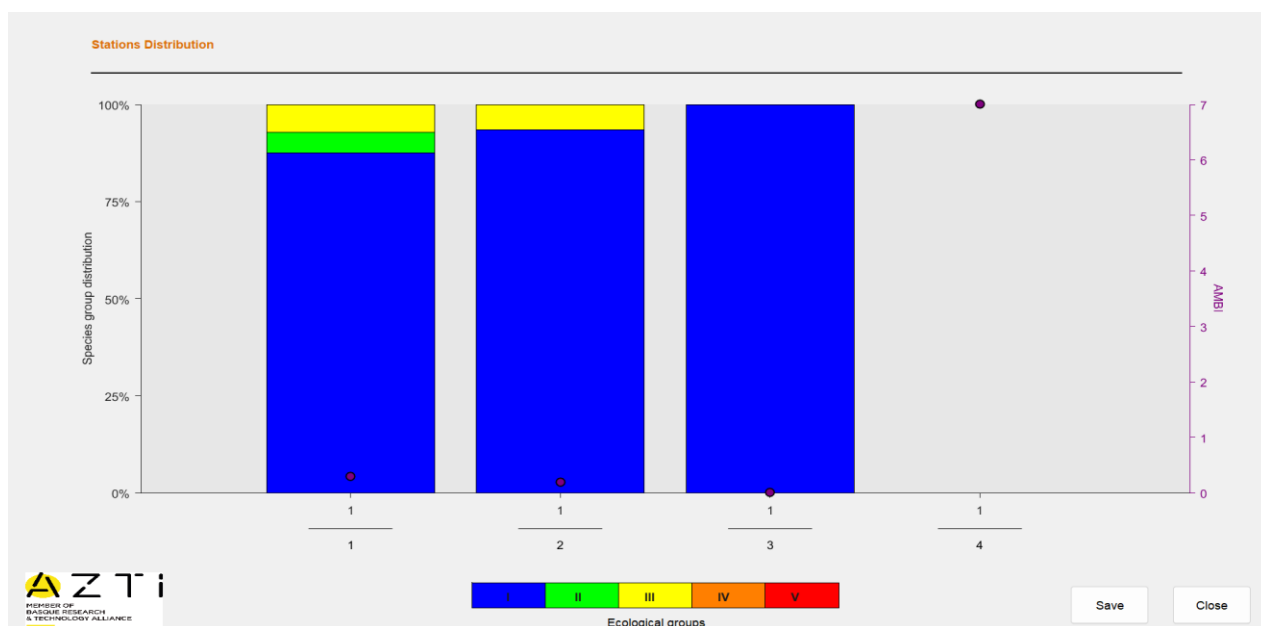


Figura 2. Distribución de grupos ecológicos y valor del índice AMBI en las playas El Murciélago y Los Esteros en diciembre (2025) y enero (2026).

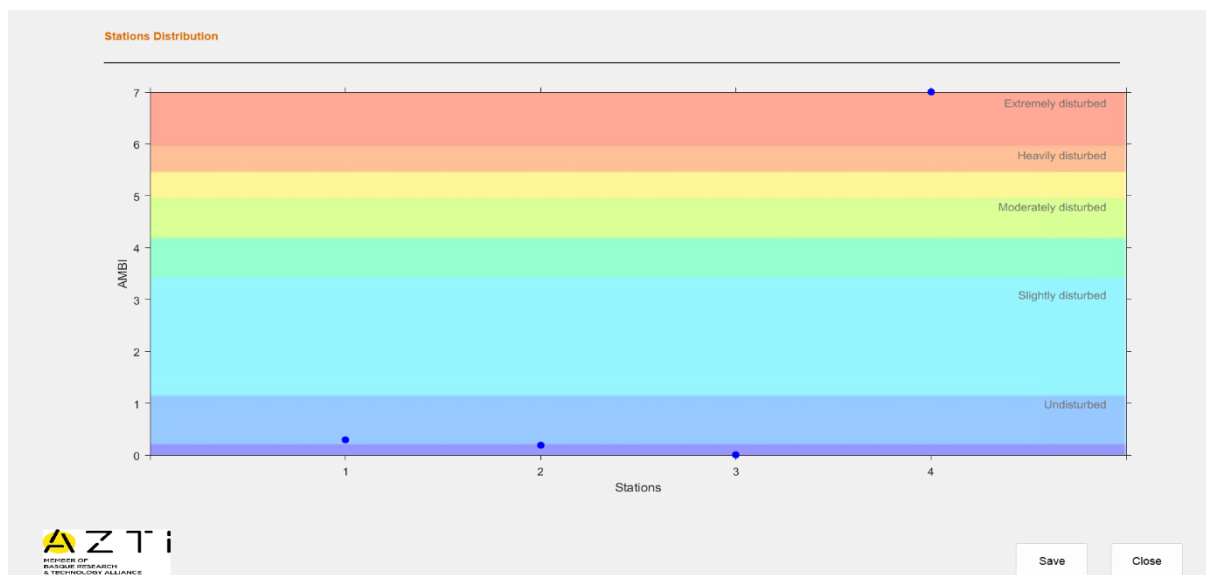


Figura 3. Estado ecológico en las playas El Murciélago y Los Esteros en diciembre (2025) y enero (2026). Los puntos representan el valor medio del índice AMBI.

Nota (Fig 2 y 3). La numeración de las estaciones corresponde a: 1 = Murciélago (diciembre), 2 = Murciélago (enero), 3 = Los Esteros (diciembre) y 4 = Los Esteros (enero). Las barras representan la distribución porcentual de los grupos ecológicos (GI–GV) y los puntos indican los valores del índice AMBI. El valor extremo registrado en la estación 4 (AMBI = 7.000) se debe a la ausencia de taxones identificados, por lo que no refleja una condición ecológica real y fue excluido del análisis comparativo.

3.4 Análisis M-AMBI

El análisis M-AMBI permitió integrar los valores del índice AMBI, la diversidad de Shannon y la riqueza de especies con el fin de determinar el estado ecológico de las comunidades bentónicas presentes en las estaciones de muestreo Playa El Murciélago y Playa Los Esteros durante el mes de diciembre y enero.

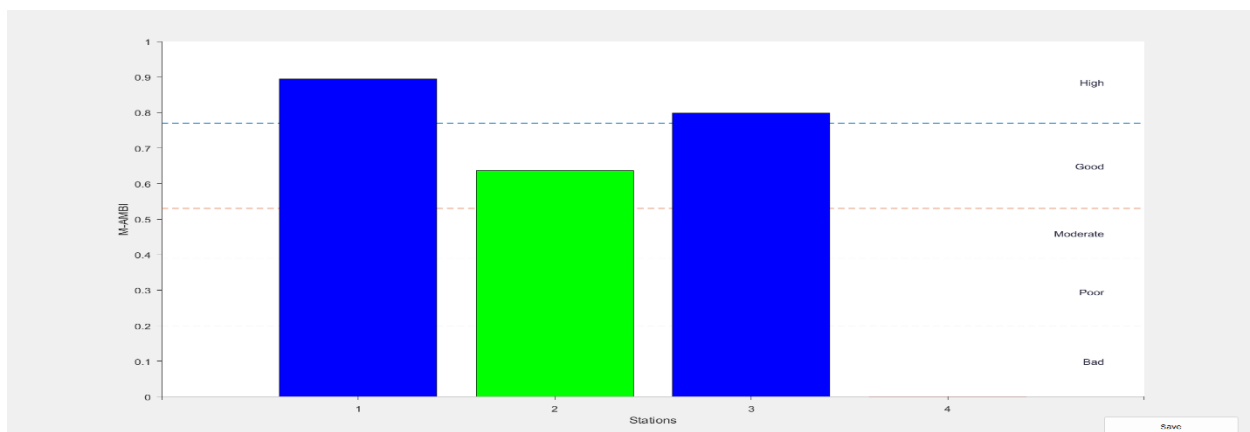


Figura 4. Valores del índice multimétrico M-AMBI y clasificación del estado ecológico en las playas El Murciélago y Los Esteros.

Nota. La numeración de las estaciones corresponde a: 1 = Murciélago (diciembre), 2 = Murciélago (enero), 3 = Los Esteros (diciembre) y 4 = Los Esteros (enero). El índice M-AMBI integra el índice AMBI, la riqueza específica y la diversidad de Shannon para la evaluación del estado ecológico. Las categorías de calidad ecológica se interpretan como: < 0.20 = mala; $0.20-0.38$ = deficiente; $0.38-0.53$ = moderada; $0.53-0.77$ = buena; > 0.77 = alta. La estación 4 no presentó un valor interpretable debido a la ausencia de identificación taxonómica suficiente, lo que impidió el cálculo válido del índice.

El índice multimétrico M-AMBI (Fig. 4) demostró que las playas El Murciélago y Los Esteros en el mes de diciembre alcanzaron valores más altos que 0.77, lo cual las posicionó en la categoría de alta calidad ecológica (High). Por otro lado, la playa El Murciélago en el mes de enero fue clasificada con buena calidad ecológica (Good) porque su valor rondaba el 0.64.

La presencia de especies sensibles es predominante, la diversidad taxonómica es apropiada y hay escasa presencia de organismos oportunistas. Esto indica que las condiciones ambientales son estables y que la alteración antrópica en las playas analizadas es baja. Por el contrario, la estación 4 no produjo un valor que se pudiera interpretar porque no hubo una identificación taxonómica suficiente, lo que imposibilitó el cálculo del índice multimétrico de manera válida. En términos generales, los hallazgos del M-AMBI confirman que el ecosistema costero examinado mantiene una condición ecológica positiva a lo largo del periodo de muestreo,

evidenciando una estructura comunitaria equilibrada y congruente con entornos de escasa alteración.

Tabla 4. Valores obtenidos de los grupos ecológicos (GI–GV), índice AMBI y nivel de perturbación en cada estación de muestreo.

Estación	Fecha	Réplicas	I %	II %	III %	IV %	V %	AMBI	Perturbación
Murciélago	Diciembre	5	87.5	5.4	7.1	0.0	0.0	0.295	No perturbado
Murciélago	Enero	5	93.5	0.0	6.5	0.0	0.0	0.196	No perturbado
Los Esteros	Diciembre	5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	No perturbado
Los Esteros	Enero	5	—	—	—	—	—	7.000*	No evaluable

Nota. Los grupos ecológicos I–V (GI–GV) siguen la clasificación de Borja et al. (2000). El índice AMBI fue calculado integrando cinco réplicas por estación (0,25 m² cada una). La perturbación se clasificó según los rangos estándar de AMBI (< 1.2 = no perturbado; > 6 = extremadamente perturbado). En Los Esteros (enero), el valor obtenido no es ecológicamente representativo debido a la falta de identificación taxonómica suficiente.

Tabla 5. Estado ecológico de las playas El Murciélago y Los Esteros según el índice M-AMBI.

Estación	AMBI	Diversidad (H')	Riqueza (S)	M-AMBI	Estado ecológico
Bad	6	0	0	7,74E-13	Bad
High	0.26	3.04	34	1	High
Murciélago – Dic	0.295	—	7	—	Good / High*
Murciélago – Ene	0.196	—	5	—	High
Los Esteros – Dic	0.000	—	4	—	Good
Los Esteros – Ene	7.000*	—	1	—	No evaluable

Nota. El índice M-AMBI integra tres métricas: AMBI, diversidad (H') y riqueza específica (S), clasificando el estado ecológico en cinco categorías (High, Good, Moderate, Poor y Bad) según la Directiva Marco del Agua. Los valores marcados con (*) corresponden a estimaciones derivadas del comportamiento del software ante baja diversidad o ausencia de asignación taxonómica suficiente. En Los Esteros (enero), la clasificación “Bad” responde a limitaciones en la identificación taxonómica (predominio de organismos indeterminados) y no necesariamente a una condición ecológica real de degradación extrema.

Los resultados del índice M-AMBI en las tablas 4 y 5, evidencian que las estaciones Murciélago (diciembre y enero) y Los Esteros (diciembre) se clasifican como ambientes no perturbados, al presentar valores inferiores a 1.2 y una clara dominancia del Grupo Ecológico I (especies sensibles). En Murciélago, tanto en diciembre (0.295) como en enero (0.196), se observó predominio de especies indicadoras de buena calidad ambiental, con escasa representación de

grupos tolerantes u oportunistas. En Los Esteros durante diciembre, el valor de 0.000 refleja una dominancia total de especies clasificadas dentro del Grupo I. Por otro lado, el valor extremo registrado en Los Esteros (enero) no representa una condición real de perturbación ambiental, sino que responde a la ausencia de identificación taxonómica suficiente para la asignación a grupos ecológicos, lo que limitó la interpretación del índice en esa estación.

4. DISCUSIÓN

Las comunidades bentónicas se han identificado como uno de los elementos más delicados para analizar la calidad ecológica de los sistemas marinos, ya que tienen poca movilidad, una relación cercana con el sedimento y pueden combinar los impactos acumulativos de la contaminación. Los índices AMBI y M-AMBI, así como los resultados de abundancia, densidad y diversidad, posibilitaron describir la condición ecológica de las playas El Murciélago y Los Esteros en los meses de diciembre (2025) y enero (2026). Este índice combina tres métricas complementarias (la diversidad de Shannon, la riqueza específica y el AMBI) para facilitar una evaluación más sólida del estado ecológico al tener en cuenta, además de la estructura y complejidad de la comunidad bentónica, la tolerancia ecológica de las especies (Borja et al., 2000; Muxika et al., 2007).

Desde una perspectiva estructural, la predominancia de organismos del *phylum Mollusca*, en especial de la clase Gastropoda, concuerda con lo que observaron Martínez-García et al. (2013) y Villamarín et al. (2016), quienes afirman que los gasterópodos normalmente son el grupo dominante en sedimentos arenosos en regiones tropicales y subtropicales por su alta plasticidad ecológica. Moreno et al. (2020) también documentaron que géneros como *Anachis* y *Olivella* tienen un gran potencial para colonizar ambientes costeros con dinámicas sedimentarias activas, lo cual se relaciona con la abundancia significativa observada en las dos playas.

No obstante, la escasa riqueza específica y la marcada dominancia de morfotipos no identificados que se detectó en la playa Los Esteros es parcialmente distinta a lo que reportaron Rodríguez et al. (2015) y Dauvin et al. (2017), quienes hallaron comunidades con más diversidad en playas con un entorno ambiental estable. Esta disparidad podría relacionarse con una gran variabilidad hidrodinámica y el impacto de las contribuciones continentales en el área de estudio, dos elementos que benefician a comunidades simplificadas dominadas por organismos oportunistas (Borja et al., 2016; Teixeira et al., 2018).

En lo que respecta a los índices bióticos, las cifras bajas de AMBI obtenidas en la mayoría de las réplicas concuerdan con lo indicado por Borja et al. (2009) y Muxika et al. (2012). Estos autores afirman que valores menores a 1.2 son típicos en comunidades dominadas por especies indiferentes o sensibles a la contaminación, lo cual indica un estado ecológico favorable. En este estudio, el predominio de los grupos ecológicos I y II confirma esta tendencia y sugiere una baja influencia de procesos de eutrofización o contaminación orgánica.

Los resultados del índice M-AMBI indicaron que la mayoría de los valores se encontraban en las categorías de estado ecológico "Alto" y "Bueno", lo que está en línea con lo establecido por Borja et al. (2012) y Muxika et al. (2012), quienes resaltan que este índice posibilita una valoración más sólida al incorporar diversidad, riqueza y composición ecológica. No obstante, algunos autores como Pinto et al. (2020) y Teixeira et al. (2018) indican que el M-AMBI puede sobrestimar la calidad ecológica en entornos con poca diversidad taxonómica, a causa de la limitada presencia de grupos tolerantes. Este factor podría explicar el porqué de que los valores de M-AMBI señalaran un estado ecológico óptimo, a pesar de la diversidad escasa que se percibe en Playa Los Esteros.

Las variaciones entre meses y entre playas son consistentes con lo que Reiss et al. (2015) y Dauvin et al. (2017) han descrito, afirmando que las comunidades bentónicas están muy influenciadas por factores locales, entre ellos la granulometría del sedimento, la hidrodinámica y la cercanía a fuentes de aporte continental. Para la playa Los Esteros, una gran cantidad de organismos no identificados puede estar relacionada con una dinámica sedimentaria intensa y procesos de recolonización que ocurren a menudo.

Este modelo puede vincularse con comunidades bentónicas simplificadas, que se caracterizan por una diversidad más baja y una dominancia más alta de ciertos taxones, como ha sido documentado en situaciones de alteraciones ambientales y cambios sedimentarios (Teixeira et al., 2018). Borja et al. (2016) también resaltan que es crucial analizar dichas transformaciones estructurales en el contexto de las presiones ecológicas locales y de la perspectiva ecosistémica de evaluación.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos analizados en las zonas de estudio, los niveles de enriquecimiento orgánico son moderados a bajos cuando se trata de materia orgánica (<1,70 %). Hyland et al. (2005) señalan que los sedimentos con menos del 3 % de materia orgánica tienden a mantener comunidades bentónicas estables y con escasa probabilidad de hipoxia,

mientras que las concentraciones más altas del 5-10 % suelen estar vinculadas a la eutrofización y el deterioro ecológico. Los valores que se reportan en esta investigación se encuentran significativamente por debajo de esos límites, lo que indica un ambiente propicio para la macrofauna bentónica.

Por otro lado, en ambas playas, las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) son inferiores a 76 mg/kg, lo que se sitúa en niveles bajos para los sedimentos costeros sin impacto. De acuerdo con Volkman et al. (1992), los sedimentos marinos no contaminados muestran concentraciones de hidrocarburos totales que normalmente son menores a 100 mg/kg. Por otro lado, si las concentraciones son mayores a 500-1000 mg/kg, esto se relaciona con episodios de contaminación importante. Massoud et al. (1996), de manera parecida, encontraron concentraciones entre 20 y 80 mg/kg en sedimentos considerados con poca afectación en el Mediterráneo oriental, lo cual contrasta con regiones portuarias donde las concentraciones eran más de 1000 mg/kg. En este marco, los valores obtenidos en los puntos de muestreo en las playas El Murciélago y Los Esteros se encuentran dentro del rango de baja influencia humana.

En relación con los metales pesados, las concentraciones de cromo (menos de 50 mg/kg) y plomo (menos de 10 mg/kg) están muy por debajo de los niveles guía establecidos por las Directrices Canadienses de Calidad del Sedimento (CCME, 2001), que determinan valores de efecto umbral (TEL) para Cr y Pb, respectivamente, de 52,3 mg/kg y 30,2 mg/kg. En contraste, investigaciones llevadas a cabo en zonas costeras urbanas de América Latina han reportado que los sedimentos afectados contienen más de 70 mg/kg de cromo y más de 40-60 mg/kg de plomo (Usero et al., 2005), cifras que son significativamente mayores a las observadas en este estudio.

En consecuencia, la comparación con la literatura científica muestra que los parámetros fisicoquímicos que se han obtenido permanecen dentro de los límites típicos de áreas costeras con escasa contaminación. Esta condición concuerda con la categorización biológica predominantemente "No perturbada" que se ha obtenido a través de los índices AMBI y M-AMBI, lo cual fortalece el entendimiento de una calidad ambiental apropiada en las playas El Murciélago y Los Esteros.

5. CONCLUSIONES

- Durante los meses analizados, se observaron condiciones fisicoquímicas favorables en los sedimentos en los puntos muestreados en las playas El Murciélago (lugar de referencia) y Los Esteros. En ambos sitios los parámetros analizados (hidrocarburos totales de petróleo, Metales, materia orgánica, pH) presentaron valores por debajo de los límites permisibles según guías internacionales. Estos hallazgos confirman que no hay una acumulación importante de contaminantes en los sedimentos y que la calidad ambiental es buena en ambos puntos de muestreo.
- La identificación de los grupos taxonómicos mostró que organismos del *phylum Mollusca* dominaron el zoobentos, siendo la clase *Gasterópoda* la más abundante en las dos playas. Playa El Murciélago exhibió una comunidad con predominancia de *Olivella* sp. y mayor estructuración taxonómica, mientras que, Los Esteros reveló una riqueza específica más baja y un dominio notable de morfotipos no identificados. En playa El Murciélago, la densidad de organismo fluctuó entre 188 y 224 ind/m²; y en Los Esteros, entre 460 y 528 ind/m². Estas disparidades muestran la variabilidad espacial de la estructura de la comunidad bentónica, que podría estar relacionada con las condiciones del sedimento a nivel local y con los procesos hidrodinámicos.
- La implementación del índice M-AMBI reveló que las dos playas exhiben un estado ecológico mayormente "Alto" o "Bueno" en los meses estudiados. La mayoría de las réplicas fueron clasificadas como "No perturbadas" por AMBI y en las categorías "Good" y "High" por M-AMBI. Esto sugiere que las comunidades bentónicas están bien organizadas y no presentan signos de una alteración significativa. La concordancia entre las mediciones fisicoquímicas y los resultados biológicos demuestra que las playas El Murciélago y Los Esteros tienen una calidad ecológica adecuada durante el periodo de estudio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Vasca del agua. 2014. Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de la fauna bentónica de macroinvertebrados de sustrato blando en masas de agua de transición y costeras. Vasco, 18p.
- Álamo, V., & Puertas, Y. 1990. Invertebrados marinos del Perú. Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Alongi, DM. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 28: 381–496.
- Augusto, M; Abude, R; Cardoso, RS; Cabrini, T. 2023. La urbanización local impacta las comunidades de macrofauna de playas arenosas a lo largo del tiempo. DOI: 10.3389/fmars.2023.1158413. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/372430651_Local_urbanization_impacts_sandy_beach_macrofauna_communities_over_time.
- Bastida Zavala, J. R., & García Madrigal, M. S. 2022. Invertebrados marinos y costeros del Pacífico Sur de México (1ª ed.). Universidad del Mar.
- Borja, A.; Dauer, DM.; Grémare, A. 2009. The importance of setting targets and reference conditions in assessing marine ecosystem quality. *Ecological Indicators* 9(1): 1–16.
- Borja, A.; Elliott, M.; Andersen, JH.; Berg, T.; Carstensen, J.; Halpern, BS.; Heiskanen, AS.; Korpinen, S.; Lowndes, JSS.; Martin, G.; Rodriguez-Ezpeleta, N. 2016. Overview of integrative assessment of marine systems: The Ecosystem Approach in practice. *Frontiers in Marine Science* 3: 20.
- Borja, A.; Franco, J.; Pérez, V. 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40(12): 1100–1114.
- Borja, A.; Rodríguez, JG.; Black, K.; Bodoy, A.; Emblow, C.; Fernandes, TF.; Forte, J.; Karakassis, I.; Muxika, I.; Nickell, T.; Papageorgiou, N.; Pranovi, F.; Sevastou, K.; Tomassetti, P.; Angel, D. 2012. Assessing the suitability of a range of benthic indices in

- the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. *Aquaculture* 354–355: 96–107.
- Borja, A; Franco, J; Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*. 40(12):1100-1114. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8). Disponible en: Sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X00000618>
- Brito, M. J. y Mora, E. 2007. Moluscos marinos distribuidos en la primera milla de la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador, 282 pp.
- Brusca, RC; Giribet, G; Moore, W. (2022). *Invertebrates* (4^a ed.). Oxford University Press. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Invertebrates.html?id=3Ga7zgEACAAJ&redir_esc=y
- Cárdenas, M; Mora, E; Torres Muñoz, G; Pérez Correa, J. 2020. Biodiversidad de invertebrados marinos y algas de la costa continental del Ecuador. DOI: 10.3897/BDJ.8.e53818. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343328103_Marine_invertebrate_and_seaweed_biodiversity_of_continental_coastal_Ecuador.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 2001. *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables*. Winnipeg, Canadá. Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Cruz, M; Gabor, N; Mora, E; Jiménez, R; Mair, J. 2003. Lo conocido y desconocido de la Biodiversidad Marina en el Ecuador (Continental e Insular). Gayana (Concepción). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382003000200010#22
- Dauer, D. M., Weisberg, S. B., & Ranasinghe, J. A. 2000. Relationships between benthic community condition, water quality, sediment quality, nutrient loads, and land use patterns in Chesapeake Bay. *Estuaries*, 23(1): 80–96. DOI: <https://doi.org/10.2307/1353227>. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1353227>

- Dauvin, JC. 2007. Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus, or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*. 55(1-6):271-281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.017>. Disponible en: Sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X06003067>
- Dauvin, JC.; Andrade, H.; de-la-Ossa-Carretero, JA.; Del-Pilar-Ruso, Y.; Riera, R. 2017. Polychaete/amphipod ratios: An approach to validate simple benthic indicators. *Ecological Indicators* 75: 1–9.
- De la Ossa Carretero, J; Sánchez, J; Ramos, A. 2013. Guía práctica para la identificación de familias de poliquetos. Ruso, Y; Giménez, F (coordinadores), s. l., Editorial Club Universitario, 16 p.
- Gheskiere, T., Vincx, M., Weslawski, J. M., Scapini, F., & Degraer, S. (2005). Meiofauna as descriptor of tourist impact on sandy beaches. *Marine Environmental Research*, 60, 245–265.
- Gil, MJ; Soto, AM; Usma, JI; Gutiérrez, OD. 2012. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*. 7(2):52–73. Disponible en: Unilasallista: <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/265>.
- González Arteaga, CE. y González Arteaga, HJ. 2016. EVALUACIÓN QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA PLAYA DE “LOS ESTEROS” EN LA CIUDAD DE MANTA. *Revista Ciencias de la Vida*, Pág. 47-52. DOI:10.17163/lgr.n23.2016.05
- González Lozano, MC; Méndez Rodríguez, LC; López Veneroni, DG; y Vázquez Botello, A. 2006. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de salina cruz, Oaxaca, México. *Interciencia*, 31(9), 647-656. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000900007&lng=es&tlng=es.
- Gray, JS; Clarke, KR; Warwick, RM; Hobbs, G. 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 66:285-299. DOI: 10.3354/meps066285. Disponible en: Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/250214946_Detection_of_initial_effects_of_

pollution_on_marine_benthos_an_example_from_the_Ekofisk_and_Eldfisk_oilfields_North_Sea.

Hyland, J.; Balthis, L.; Karakassis, I.; Magni, P.; Petrov, A.; Shine, J.; Vestergaard, O.; Warwick, R. 2005. Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. *Marine Ecology Progress Series* 295: 91–103.

INOCAR. 2025. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 7 Núm. 1. Disponible en: <https://actaoceanografica.inocar.mil.ec/index.php/raop>

Martínez-García, E.; Carlier, A.; García-García, FJ. 2013. Macrofauna response to coastal environmental gradients. *Journal of Sea Research* 76: 12–25.

Massoud, MS.; Al-Abdali, F.; Al-Ghadban, AN.; Al-Sarawi, M. 1996. Bottom sediments of the Arabian Gulf I. Distribution of total petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of Kuwait. *Environmental International* 22(3): 293–300.

Milquez Sanabria, HA y Montagut, JC. 2023. Impacto de los contaminantes emergentes en el entorno acuático y los tratamientos para el control y remoción en los cuerpos hídricos. Revisión literaria. Ingeniería y Competitividad. 25(3):e-30412551. DOI: 10.25100/iyc.v25i3.12551. Disponible en: https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/12551/16109

Moreno, RA.; Rozbaczylo, N.; Díaz, V. 2020. Macrofaunal assemblages and environmental variability in coastal ecosystems. *Latin American Journal of Aquatic Research* 48(3): 420–435.

Muxika, I.; Borja, A.; Bald, J. 2012. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status. *Marine Pollution Bulletin* 64(10): 2240–2250.

Muxika, I.; Borja, A.; Bonne, W. 2005. The suitability of AMBI index to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators* 5(1): 19–31.

Palma Macías, JA y Quiroz Zamora, LB. 2019. Evaluación de la calidad del sedimento en la zona costera de Manta (Ecuador) y su influencia en la composición taxonómica del

- zoobentos. Disponible en: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3100/1/ULEAM-RNA-0066.pdf>
- Pearson, TH y Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*. 16:229-311. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/243785865_Pearson_TH_Rosenberg_R_Macrobenthic_succession_in_relation_to_organic_enrichment_and_pollution_of_the_marine_environment_Oceanogr_Mar_Biol_Ann_Rev_16_229-311
- Pico Lozano, E y Mendoza Intriago, M. 2020. Evaluación de la calidad del agua de mar en la desembocadura del río Manta y sus efectos en la supervivencia de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*): Artículo de investigación. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*, 3(6), 13–20. ISSN: 2600-5824. Disponible en: <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/9>
- Pinto, R.; Patrício, J.; Baeta, A.; Fath, BD.; Neto, JM.; Marques, JC. 2020. Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. *Ecological Indicators* 108: 105720.
- Ramos, P. 2024. La Uleam a través de la ecotoxicología evalúa la calidad ambiental en Manta. ULEAM. Disponible en: https://www.uleam.edu.ec/la-uleam-a-traves-de-la-ecotoxicologia-evalua-la-calidad-ambiental-en-manta/?utm_source.
- Reiss, H.; Degraer, S.; Duineveld, GCA.; Kröncke, I.; Aldridge, J.; Craeymeersch, JA.; Eggleton, JD.; Hillewaert, H.; Lavaleye, MSS.; Moll, A.; Pohlmann, T.; Rachor, E.; Robertson, M.; Vanden Berghe, E. 2015. Benthos distribution modelling and its relevance for marine ecosystem management. *ICES Journal of Marine Science* 72(2): 297–315.
- Ruppert, EE; Fox, RS; Barnes, RD. 2006. zoología de invertebrados: un enfoque evolutivo funcional. ISBN 9780030259821.
- Soledispa Macias, J. y Ramos Veliz, J. 2023. Estado del conocimiento taxonómico de los poliquetos bentónicos de Ecuador continental. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*. 17, 1 (jun. 2023). DOI:<https://doi.org/10.53591/cna.v17i1.2153>. Disponible en: https://revistas.ug.edu.ec/index.php/cna/article/view/1069?utm_source.

- Teixeira, H.; Berg, T.; Uusitalo, L.; Fürhaupter, K.; Heiskanen, AS.; Mazik, K.; Lynam, CP.; Neville, S.; Rodriguez, JG.; Papadopoulou, N.; Moncheva, S.; Churilova, T.; Kryvenko, O.; Borja, A. 2018. A catalogue of marine biodiversity indicators. *Frontiers in Marine Science* 5: 207.
- Usero, J.; Morillo, J.; Gracia, I. 2005. Heavy metal concentrations in molluscs from the Atlantic coast of southern Spain. *Chemosphere* 59(8): 1175–1181.
- Villamar, F. 2011. Estudio de los poliquetos (gusanos marinos) en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Manta (Ecuador), y su relación con algunos factores ambientales, durante marzo y agosto de 2011. Disponible en: https://portal.amelica.org/ameli/journal/648/6482883003/html/?utm_source
- Villamarín, C.; Rangel, LM.; Pizarro, V. 2016. Macrofauna bentónica como indicador de calidad ambiental en playas tropicales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51(2): 341–352.
- Volkman, JK.; Holdsworth, DG.; Neill, GP.; Bavor, HJ. 1992. Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. *Science of the Total Environment* 112: 203–219.