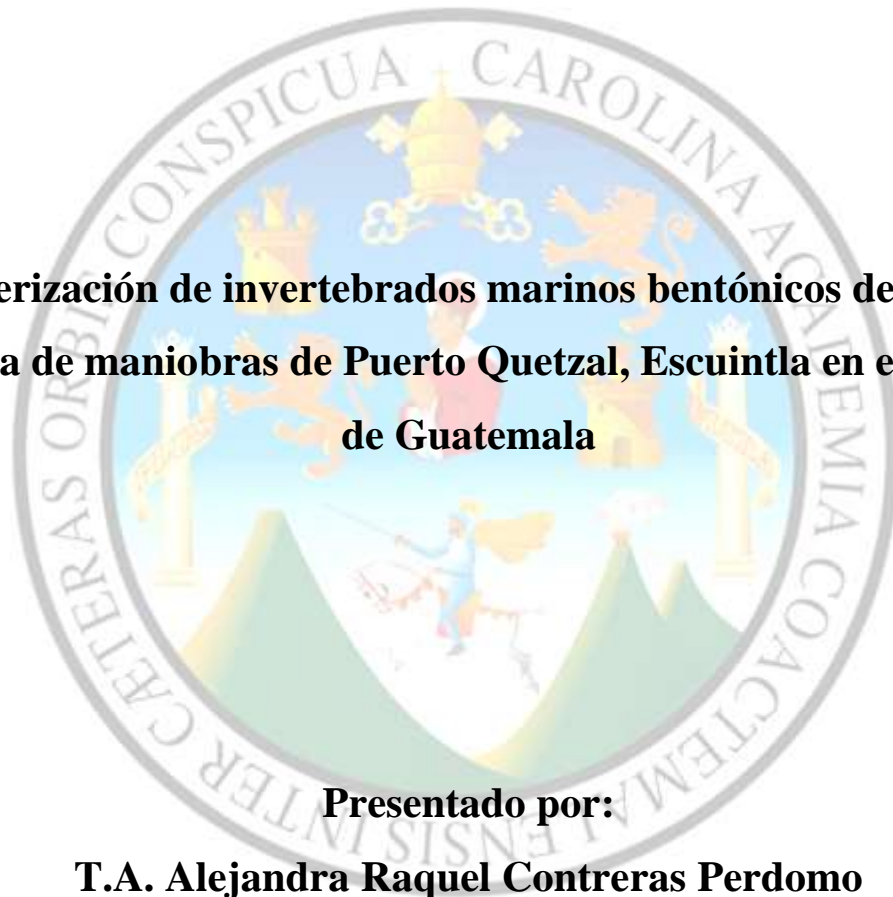


**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

Trabajo de graduación

**Caracterización de invertebrados marinos bentónicos dentro de la
dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla en el Pacífico
de Guatemala**



Presentado por:

T.A. Alejandra Raquel Contreras Perdomo

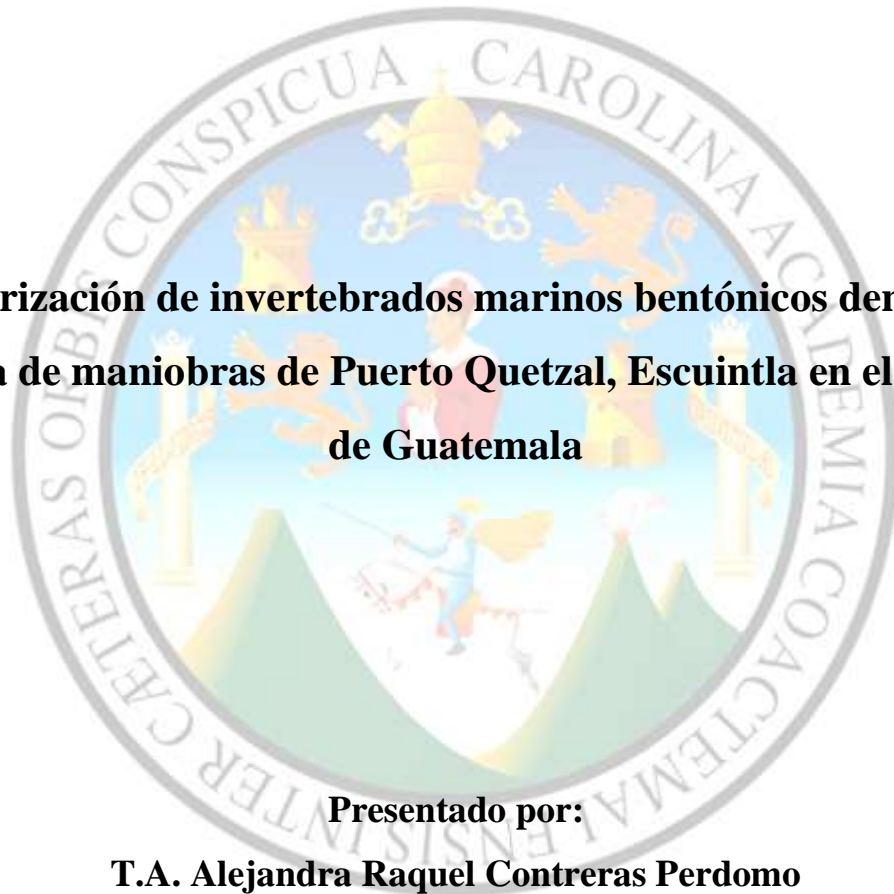
**Para otorgarle el título de
Licenciado en Recursos Hidrobiológicos y Acuicultura**

Guatemala, marzo de 2022

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

Trabajo de graduación

**Caracterización de invertebrados marinos bentónicos dentro de la
dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla en el Pacífico
de Guatemala**



Presentado por:

T.A. Alejandra Raquel Contreras Perdomo

**Para otorgarle el título de
Licenciado en Recursos Hidrobiológicos y Acuicultura**

Asesores: M. Sc. Karla Evelyn Paz Cordón

Dr. Rolando Bastida-Zavala

Guatemala, marzo de 2022

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Consejo Directivo

Presidente	Dra. Juana Lorena Boix Morán
Secretario	Dr. Pedro Julio García Chacón
Representante Docente	M.Sc. Norma Edith Gil Rodas de Castillo
Representante del Colegio de Médicos	Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	
Representantes Estudiantiles	Br. Pablo José Lee Castillo
	Br. Ernesto Alejandro Gonzáles Salguero

La directora del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Alejandra Raquel Contreras Perdomo**, titulado: "Caracterización de invertebrados marinos bentónicos dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla en el Pacífico de Guatemala" da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dra. Juana Lorena Boix Morán
Directora



Guatemala, marzo de 2022



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Coordinación Académica
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable de los asesores, Dr. Rolando Bastida Zavala y M.Sc. Karla Evelyn Paz Cordón, al trabajo de graduación de la estudiante **Alejandra Raquel Contreras Perdomo**, titulado: "Caracterización de invertebrados marinos bentónicos dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla en el Pacífico de Guatemala" da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.Sc. Erick Villagrán
Coordinador Académico



Guatemala, marzo de 2022

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer pueblo de Guatemala pues a través de su trabajo y compromiso brindan educación pública a nivel nacional a la juventud guatemalteca san carlista.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por ser el alma mater que me proporcionó la oportunidad de alcanzar mi formación profesional; a todos los buenos profesores especialmente a los M. Sc. Norma Gil, Karla Paz y José Ortíz, que se dedican de forma devota a la enseñanza y formación de buenos profesionales en el ámbito hidrobiológico para el país, quienes estuvieron a mi lado en el desarrollo mis habilidades y destrezas profesionales, siendo ellos quienes con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de mi formación académica para alcanzar los resultados que buscaba en mi desarrollo profesional.

A mis asesores, la M. Sc. Karla Paz y el Dr. J. Rolando Bastida-Zavala profesor e investigador del Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos (LABSIM) de la Universidad del Mar en Oaxaca, quien a través de su lema: *“El conocimiento no se convierte en Ciencia hasta que se comparte” (E.O. Wilson)*, compartió su conocimiento de forma desinteresada y me brindó su apoyo para llevar a cabo los resultados obtenidos en dicha investigación. Así como a otros profesores de la Universidad del Mar que brindaron asesoría y aval para el desarrollo de la investigación, especialmente a la Dra. Socorro García-Madrigal.

Finalmente quiero agradecer a la Empresa Portuaria Quetzal quién me brindó la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo y todo el aprendizaje que recibí a través de la Sección de Oceanografía y meteorología del Depto. de OBIMAR; así como los miembros de dicha sección quienes me mostraron amabilidad y apoyo incondicional para llevar a cabo la parte de campo de la investigación llevada a cabo.

Dedicatoria

A las mujeres latinoamericanas, especialmente a todas las mujeres guatemaltecas que tienen grandes sueños, así como grandes obstáculos para alcanzarlos, luchen por sus anhelos pues el talento femenino tiene mucho que aportar en el mundo de la ciencia, no se encasillen en solo ciertas alternativas profesionales, somos capaces de lo imposible y mucho más, fuimos hechas para grandes cosas.

A mis padres Oscar y Lidia por su apoyo incondicional en cada una de mis metas y las fases que conlleva cumplirlas, así como el aliento que me dieron para saber qué puedo lograr cualquier sueño.

A mi hermana Mónica y todos los miembros de mi familia que siempre estuvieron pendientes de todos mis pasos. Gracias, por tanto, este es nuestro logro.

A Pride, quien siempre me hace saber cuán orgulloso está de mí y me alienta a seguir adelante, estoy segura que lograremos grandes cosas juntos.

Resumen

El área de la dársena de Puerto Quetzal es un área de actividad industrial marítima, la cual es una zona que ha sido poco estudiada en Guatemala. Existen muy pocos antecedentes de investigaciones relacionadas a esta zona pero ninguna se relaciona con invertebrados marinos bentónicos; por lo que el objetivo de la investigación consistía en caracterizar la comunidad de invertebrados bentónicos marinos que se encuentran en el área; durante seis meses se tomaron muestras de sedimento marino en cinco puntos estratégicos dentro del área de estudio con la cual se obtuvieron más de 800 organismos, los cuales fueron caracterizados taxonómicamente pudiendo de esta manera definir índices de diversidad basados en la información biológica obtenida de la investigación.

Fueron registrados 144 taxones de las cuales uno pertenecía a una esponja de la clase Calcarea, 18 taxones de anélidos todos de la clase Polychaeta, una especie de la clase Scaphopoda, 55 especies de la clase Bivalvia, 55 especies de la clase Gasteropoda, un taxón del orden Amphipoda, siete del orden Decapoda, dos del orden Isopoda, uno del orden Stomatopoda, uno del orden Ostracoda y dos especies de equinodermos de la clase Ophiuroidea. Siendo el filo Mollusca el que muestra la mayor representatividad en las comunidades bentónicas. Las especies que se frecuentaron en todos los puntos de muestreo a lo largo del estudio fueron: las ophiuras, *Ophiocoma sp.* (Agassiz, 1835), los bivalvos *Trigoniocardia obovalis* (Sow, 1833) y *Macoma nasuta* (Conrad, 1837); y los gasterópodos *Costoanachis avara* (Say, 1822), *Costoanachis sparsa* (Reeve, 1859) y *Nassarius complanatus* (Powys, 1835). El punto con mayor riqueza fue el “Muelle TCQ” con 84 taxones descritos en su mayoría moluscos, presentando los mayores valores de diversidad en cuanto al índice de Shannon, riqueza y abundancia.

Sin importar las actividades industriales que se desarrollan en el área de estudio, la investigación muestra una alta diversidad de taxones establecidos en la zona, sin embargo, no debe descartarse que el transporte de aguas y grandes embarcaciones pueden traer algunas especies exóticas que podrían presentar problemas de competitividad y desplazamiento para las especies nativas del área de estudio. Por esta razón es importante considerar continuar generando información biológica y registros para precedentes en estas áreas de importancia comercial son de suma importancia.

Abstract

The area of the dock of Puerto Quetzal being the area of maritime industrial activity, which is an area that has been little studied in Guatemala, previously there are very few antecedents of research related to this area but none is related to benthic marine invertebrates; so the objective of the research was to characterize the community of marine benthic invertebrates found in the area; During six months, marine sediment samples were taken at five strategic points within the surface of the study area, from which more than 800 organisms were obtained, which were taxonomically characterized, thus being able to define diversity indexes based on the biological information obtained from the research.

A total of 144 taxa were recorded, of which one belonged to a sponge of the class Calcarea, 18 annelid taxa all of the class Polychaeta, one species of the class Scaphopoda, 55 species of the class Bivalvia, 55 species of the class Gasteropoda, one taxon of the order Amphipoda, seven of the order Decapoda, two of the order Isopoda, one of the orders Stomatopoda, one of the order Ostracoda and two species of echinoderms of the class Ophiuroidea. The phylum Mollusca was the most representative in the benthic communities. The species that were frequented at all sampling points throughout the study were: the ophiuroids, *Ophiocoma sp.* (Agassiz, 1835), the bivalves *Trigoniocardia obovalis* (Sow, 1833) and *Macoma nasuta* (Conrad, 1837); and the gastropods *Costoanachis avara* (Say, 1822), *Costoanachis sparsa* (Reeve, 1859) and *Nassarius complanatus* (Powys, 1835). The point with the highest richness was "Muelle TCQ" with 84 taxa described, mostly mollusks, presenting the highest diversity values in terms of Shannon index, richness and abundance.

Regardless of the industrial activities that are developed in the study area, the research shows a high diversity of taxa established in the area, however, it should not be ruled out that the transport of water and large vessels may bring some exotic species that could present problems of competitiveness and displacement for the native species of the study area. For this reason, continuing to generate biological information and records for precedents in these areas of commercial importance is of utmost importance.

Índice de contenido

1. Introducción	1
2. Marco teórico y estado del arte	3
2.1 Marco teórico	4
2.1.1 Construcción de la infraestructura portuaria en Guatemala	4
2.1.2 Importancia de invertebrados marinos en sistemas marino costeros antropogénicamente intervenidos	5
2.1.3 Técnicas de muestreo	6
2.1.4 Metodología de investigación para invertebrados bentónicos marinos	8
2.2 Estado del arte	9
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. Materiales y métodos	13
4.1 Área de estudio	13
4.2 Tipo de investigación	15
4.3 Delimitación temporal y espacial	15
4.3.1 Delimitación espacial	15
4.3.2 Delimitación temporal	16
4.4 Variables	16
4.5 Muestreo y selección de la muestra	17
4.6 Procedimiento	18
4.7 Análisis de la información	21
5. Resultados	23
5.1 Descripción de los sitios de muestreo	23
5.2 Invertebrados marinos bentónicos de la dársena de Puerto Quetzal	24
5.3 Riqueza de especies	33
5.4 Abundancia relativa y densidad poblacional	34
5.5 Similaridad de abundancias entre puntos de muestreo	36

5.6 Índices de diversidad	38
5.7 Curva de acumulación de especies	39
6. Discusión de resultados	40
6.1 Representatividad en la composición de la fauna béntica de la dársena de Puerto Quetzal	41
6.2 Comparación entre puntos de muestreo	44
6.2.1 Boya de Recalada	44
6.2.2 Canal de Acceso	44
6.2.3 Boya D	45
6.2.4 Dársena central	45
6.2.5 Muelle TCQ	46
7. Conclusiones	49
8. Recomendaciones	51
9. Referencias bibliográficas	52
10. Anexo	57

Índice de figuras

Figura 1.	Localización de geográfica de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala	14
Figura 2.	Localización de los cinco puntos de muestreo de invertebrados marinos dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala	16
Figura 3.	Distribución de los filos de invertebrados marinos presentes en la zona marino-costera de la dársena de Puerto Quetzal, Escuintla	25
Figura 4.	Filos representados en el punto no. 1 de muestreo	26
Figura 5.	Filos representados en el punto no. 2 de muestreo	26
Figura 6.	Filos representados en el punto no. 3 de muestreo	26
Figura 7.	Filos representados en el punto no. 4 de muestreo	26
Figura 8.	Filos representados en el punto no. 5 de muestreo	26
Figura 9.	Gráfico de Caja para comparación de la riqueza de especies de la Dársena de Puerto Quetzal	34
Figura 10.	Gráfico de Caja para comparación de la riqueza de especies de la Dársena de Puerto Quetzal	35
Figura 11.	Gráfica de similaridad de Bray Curtis para la abundancia relativa de invertebrados marinos bentónicos en la dársena de Puerto Quetzal	37
Figura 12.	Gráfica de la curva de acumulación de especies de la dársena de Puerto Quetzal	39
Figura 13.	Distribución de las clases/ordenes de especies encontradas en la dársena de Puerto Quetzal	42

Índice de tablas

Tabla 1.	Variables físicas, químicas y biológicas	17
Tabla 2.	Características del sedimento en los puntos de muestreados	23
Tabla 3.	Promedio de parámetros ambientales en la dársena de Puerto Quetzal	24
Tabla 4.	Listado de especies registradas durante la investigación en la dársena de Puerto Quetzal	27
Tabla 5.	Riqueza de especies en la dársena de Puerto Quetzal	33
Tabla 6.	Abundancia relativa de invertebrados marinos en la dársena de Puerto Quetzal	35
Tabla 7.	Densidad poblacional de organismos de la dársena de Puerto Quetzal	36
Tabla 8.	Análisis de diversidad de invertebrados marinos en la dársena de Puerto Quetzal	38
Tabla 9.	Número efectivo de especies de la dársena de Puerto Quetzal	38

1. Introducción

El litoral Pacífico de Guatemala cuenta con una gran extensión territorial y diversas zonas de vida que proveen diversos hábitats y micro hábitats que albergan una gran colección de diversidad biológica que hasta el momento ha sido poco estudiada (Arrivillaga, 2003; Arrivillaga, 1984). En este caso Puerto Quetzal ubicado en el municipio de Escuintla, cuenta con una dársena de maniobras ubicada en el litoral Pacífico, lugar donde se lleva a cabo la actividad industrial marítima de la zona y es un punto de importante explotación comercial, industrial y agroindustrial (Comisión Portuaria Nacional, 2017; Holland American Line, 2011). A pesar de ser un área de incidencia en la actividad marítima industrial es visible que dentro del área de una dársena se encuentra la presencia de invertebrados bentónicos cuya distribución, riqueza, densidad y abundancia puedan variar entre las diversas épocas climáticas y condiciones meteorológicas que se presentan en estos ecosistemas, sin embargo, de forma general a lo largo del Pacífico guatemalteco existe poca información al respecto de la diversidad biológica marina, sobre todo en lo que respecta a los invertebrados marinos.

Los invertebrados marinos bentónicos agrupan taxones de diferentes filos que habitan en diferentes tipos de fondos blandos de arena, arcilla o limo, así como fondos duros como los rocosos, variando las especies que aparecen en cada uno de estos hábitats. Esta fauna bentónica es un importante componente de la cadena alimenticia de los ecosistemas donde habitan, así como el transporte y aporte de nutrientes a la red trófica, sin embargo, en algunas ocasiones también pueden aportar sustancias tóxicas al resto del ecosistema o ser indicadores de la presencia de las mismas (Unión Europea, 2013). La riqueza, diversidad y otros índices biológicos de las comunidades de invertebrados que pueden encontrarse en estos ecosistemas intervenidos antropogénicamente, pueden verse afectados o beneficiados por los cambios constantes en el medio marino y otros factores y por supuesto, los cambios en las condiciones climáticas del hábitat que dichas actividades pueden presentar (Simonetti & Dirzo, 2011; Zieman, 1975).

La mayoría de los registros de pérdida de ecosistemas marinos costeros y su diversidad en el mundo se deben a las actividades realizadas por el hombre, con cualquier acción física

destruictiva como los dragados, las construcciones en las zonas costeras, las artes de pesca destructivas como las redes de arrastre, las anclas de las embarcaciones, los motores de las pequeñas embarcaciones turísticas o bien, otro tipo de actividades que generen contaminación, en productos de desechos sólidos y líquidos depositados en los cuerpos de agua, como las aguas residuales, fertilización agrícola, los metales pesados, hidrocarburos y pesticidas (Moriana, 2017; The Nature Conservancy, 2019; Zieman, 1975). Las construcciones en las zonas marino costeras en ocasiones invaden el territorio propio de los ecosistemas marinos y no sólo alterarán estos ecosistemas sino reducen su extensión, además de provocar una alteración de las especies dominantes, lo que indudablemente debilita la estabilidad de las comunidades nativas y por lo la biodiversidad (Romeu, 1996). Por lo que entender que la diversidad es de suma importancia al presentar un valor intrínseco por sí misma, ya que proporcionan una gran cantidad de servicios y bienes ecosistémicos que provee al ser humano, que son vitales para nuestra supervivencia.

Investigadores latinoamericanos han expuesto la necesidad de la investigación taxonómica de invertebrados, en el 2008 se publicó un artículo realizado por los investigadores de ECOSUR de México y la Universidad de Mar Plata de Argentina en donde se exponen los problemas y avances principales que enfrentan sus programas nacionales que planean dar cumplimiento al convenio de diversidad biológica (CDB), por lo que se propone una ruta crítica para organizar programas en Latinoamérica, con énfasis en los invertebrados marinos (Salazar, S. et al 2008). El Pacífico guatemalteco cuenta con algunas investigaciones de pesca artesanal, especies comerciales y elasmobranquios, sin embargo, en cuanto a invertebrados marinos la información presente en el área muestra grandes vacíos al ser de los grupos menos conocidos.

La caracterización de las especies de invertebrados marinos bentónicos que habitan dentro de la dársena de Puerto Quetzal servirá para realizar comparaciones de las poblaciones de especies registradas con anterioridad, esto contribuiría a ayudar a estimar su estado biológico y las acciones de manejo o gestión que podrían implementarse en esta área. Ya que obtener esta información es importante para justificar las decisiones de manejo y gestionar de forma más puntual las actividades que se realizan sobre estos ecosistemas marino-costeros, ya que tendrán validez y sustento tanto estadístico como biológico, que permitirá la creación de registros y antecedentes que ayuden a futuras investigaciones.

2. Marco teórico y estado del arte

2.1 Marco teórico

La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, establece que los invertebrados bentónicos marinos agrupan taxones de diferentes grupos de invertebrados que habitan en los fondos de estuarios, marismas y zonas marino costeras; siendo esta fauna bentónica un importante componente de la cadena alimenticia de los ecosistemas donde habitan y a menudo transportan no sólo nutrientes a la red trófica, sino también sustancias tóxicas al resto del sistema que pueden ser de consideración para la salud pública (Unión Europea, 2013). Ya que estos organismos presentan una gran sensibilidad a las alteraciones del hábitat tanto ambientales como de origen antropogénico, por lo que sus comunidades responden con cambios en la composición de especies y abundancia. Estos cambios son diferenciales entre las especies, gracias a sus diferentes límites de tolerancia. De esta manera, la comunidad de invertebrados marinos bentónicos varía frente a las perturbaciones siguiendo una sucesión biológica. Tras una perturbación o cambio en su hábitat originado por la actividad marítima industrial, únicamente permanecen las especies más tolerantes y los nichos biológicos vacíos pasan a ser ocupados por especies oportunistas que se caracterizan por su mayor tolerancia, su ciclo de vida corto y su baja biomasa. Por lo que estos hechos permiten que a partir de la monitorización a largo plazo de las comunidades de invertebrados marinos bentónicos establecidos dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal y del análisis en las variaciones en su composición específica y abundancia, se pueda inferir signos de las diversas alteraciones antrópicas o ambientales que se dan en la zona (Young & Young, 1982).

Además, se estima que diariamente, en el mundo las grandes embarcaciones pueden llegar a transportar entre 3,000 y 7,000 especies diferentes entre microalgas, algas, invertebrados y otras formas de vida (Carlton 1999, Gollasch et al., 2002). Más de 1,780 especies invasoras de organismos marinos y estuarinos se han registrado mundialmente, entre ellas se encuentran principalmente los crustáceos, moluscos, peces, algas rojas, anélidos, poliquetos, nemátodos, celenterados, algas pardas, briozoarios, cnidarios, algas verdes, dinoflagelados, entre muchos otros (Hewitt & Campbell, 2010). Se estima que alrededor del 86.3% de estas especies introducidas han sido transferidas por medio del agua de lastre de las grandes embarcaciones y por la adherencia a los cascos de los buques; el resto es probable que hayan sido introducidas

intencionalmente como parte de actividades de acuicultura y por las actividades de las pesquerías.

2.1.1 Construcción de la infraestructura portuaria en Guatemala

El denominado Puerto Quetzal dio inicio a sus construcciones en el año de 1980 pero no fue hasta el año de 1985 que se logra concluir la primera fase constructiva del puerto, por lo que hasta esta fecha se inaugura formalmente y se crea la denominada Empresa Portuaria Quetzal como el ente rector de su administración. Anteriormente la vía de entrada para el comercio marítimo en Guatemala se encontraba en el Puerto de Iztapa seguido por el atracadero de Puerto San José, hasta que se decide innovar con infraestructura más moderna en lo que hoy se conoce como Puerto Quetzal siendo el único Puerto oficial de comercio marítimo en el litoral Pacífico del país, que hasta el día de hoy continúa día a día con sus gamas de servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes y de las exportaciones e importación del país (Turismo América Central, 2017).

Debido a la batimetría y las condiciones oceanográficas del litoral Pacífico guatemalteco, la dársena artificial de maniobras cuenta con las siguientes instalaciones destinadas para el atraque de las embarcaciones se encuentran conformadas por varias secciones: un muelle comercial marginal, un muelle auxiliar de espigón, un muelle de servicios o enlace, una Terminal de cruceros, una Terminal de carbón y una Terminal del gas. El muelle comercial consta de cuatro atracaderos para manipular carga general de los buques mercantes que en su mayoría transportan: graneles sólidos y contenedores (Arévalo, 1945; Comisión Portuaria Nacional, 2017; Pérez, 2006).

El muelle auxiliar de espigón se ubica perpendicularmente al final de la parte sur del muelle comercial. En la parte norte, se encuentra el área de atraque de los buques de carga general de poco calado y en la parte sur del mismo se ubican tres barcasas destinadas para la generación de energía eléctrica. El muelle de servicios o enlace, es una extensión del muelle comercial que lo conecta al muelle auxiliar de espigón. Este muelle se utiliza para dar mantenimiento a pequeñas embarcaciones (Comisión Portuaria Nacional, 2017).

2.1.2 Importancia de invertebrados marinos en sistemas marino costeros antropogénicamente intervenidos

Los invertebrados marinos son todos aquellos animales multicelulares que carecen de una columna vertebral y viven en el medio acuático o en sus cercanías, las cuales se encuentran influenciadas por un cuerpo de agua, en este caso como lo es la zona marino costera que se encuentra dentro del área industrial de Puerto Quetzal. Los invertebrados marinos más comunes que podemos encontrar son: poríferos, cnidarios, gusanos marinos, poliquetos, nemátodos, moluscos, artrópodos, equinodermos, briozoos, celenterados, entre otros. Los invertebrados bentónicos marinos pueden ocupar tanto fondos blandos de arena, arcilla o limo como fondos duros de rocas, variando la diversidad, riqueza y abundancia de especies que aparecen en los diferentes microhábitats. Toda la fauna bentónica incluyendo vertebrados e invertebrados, es un importante componente de las cadenas alimenticias de los ecosistemas marino costero (Unión Europea, 2013).

En muchas ocasiones, diversas especies de invertebrados marinos pueden llegar a considerarse como invasores, y así han sido considerados en muchas partes del mundo, ya que frecuentemente se encuentran en los puertos comerciales, las zonas de atraque y bahías, y normalmente estas suelen trasladarse de un lugar a otro por el transporte marítimo de los países que cuentan con grandes vías de comercio. Muchas de estas especies que logran establecerse en las zonas marino-costeras y se consideran como especies invasoras, viajan a través del incrustamiento en los cascos y el agua de lastre de las grandes embarcaciones, siendo estas las vías más comunes para la propagación de invertebrados invasores, junto con la liberación intencional o accidental de los cultivos acuícolas que se establecen en lugares aledaños a estas zonas (The Nature Conservancy, 2019).

Muchas de las especies de invertebrados pueden llegar a ser cosmopolitas y establecerse en casi cualquier medio que pueda proveer de alimento, espacio, recursos y condiciones idóneas para la reproducción de estas comunidades; mientras que las poblaciones de invertebrados marinos endémicos pueden verse amenazados por las actividades de industria marítima y estas nuevas introducciones indeseables que presentan una amenaza por las competencias de recursos del medio (Ruellet & Dauvin, 2007). Razones por las cuales la importancia del monitoreo de estas

comunidades y las posibles introducciones de nuevas especies requiere de un monitoreo constante para poder realizar evaluaciones posteriores del sistema de salud ecológica que se presenta en las áreas que han sido intervenidas y se encuentran vulnerables a cambios abruptos constantes por las actividades que pueden darse en las zonas, como lo es en este caso las actividades de industria marina de la dársena de Puerto Quetzal.

Por lo que es de suma importancia mantener presentes todos los impactos ecológicos, sociales y económicos que todo tipo de intervención causada por el ser humano puede traer a los ecosistemas naturales previamente establecidos. Tales como podrían ser en este caso específico a nivel ecológico: la introducción de invertebrados invasores marinos que incluyen de forma inminente el desplazamiento de especies endémicas del área afectada, cambios estructurales y en la composición de las comunidades y las redes tróficas, alteración de procesos metabólicos, fisiológicos, biológicos y etológicos de las especies (Gollasch & Olenin, 2003). Y a niveles socioeconómicos problemas como: daños a las economías ya que todos los cambios ecológicos afectan de forma proporcional a las pesquerías, también pueden aumentar los problemas de bioincrustaciones de los cascos de los barcos y las infraestructuras expuestas al medio marino que eleva significativamente los costos de mantenimiento y limpieza (Simonetti & Dirzo, 2011); sin dejar de lado los posibles impactos directos para la salud humana por el aumento en la frecuencia de mareas rojas tóxicas que amenazan la salud pública y la pesca comercial, artesanal y/o de subsistencia marina que se da en la zona de la cual dependen muchas familias (Salas, et al., 2006).

2.1.3 Técnicas de muestreo

El litoral Pacífico de Guatemala se caracteriza por la deposición de material de origen volcánico proveniente del altiplano volcánico, ya que en esta región se localizan los volcanes de más reciente formación en el país y todo el material volcánico que en gran parte se drena hacia las planicies de la costa sur se evidencian en la presencia de arena negra volcánica en la zonas de la planicie costera, debido al arrastre de grandes volúmenes de escorrentia y ceniza volcánica que provienen de las partes altas (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [Segeplan], 2011). La dársena de Puerto Quetzal cuenta con zonas de diversas profundidades que varían entre los 5 y 30 metros; por lo que teniendo en cuenta estos aspectos

podemos determinar que las zonas de muestreo se caracterizan como zonas de litoral profundas y sugieren metodologías de muestreo realizadas a través de captura de bentos profundos con draga.

Existen distintos tipos de dragas, siendo la más común utilizada a la que se conoce como la draga de Ekman, pero en este caso debido al tipo de sustrato bentónico que se presenta en el área, es mejor el uso de una draga de Ponar la cual se encuentra diseñada para la recogida de muestras de sedimento de fondos blandos y/o duros como arena, grava, margas consolidadas o arcilla, el cual funciona a través de un mecanismo de bloqueo de pasador y muelle, el cual permite que se cierre de las palas al entrar en contacto con el fondo facilitando la penetración de la draga en el sedimento de este tipo debido al peso de la misma (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [INVEMAR], 2000).

Las dragas son utilizadas para recolectar muestras de fondo lo menos trastornadas posible, es decir, que durante la recolecta se permite que los estratos del sedimento y de la fauna que habita en la muestra recolectada queden lo más intactos posible para su posterior identificación y estudio. Al obtener una muestra con una determinada cantidad de sedimento la draga de ponar una vez cerrada se saca a la superficie y se vuelca su contenido en un tamiz con luz de malla conocido o en una bandeja blanca, con el fin de facilitar la limpieza de los organismos que puede contener la muestra (Perú LNG, 2009).

Si la muestra no es limpiada o trabajada en el momento puede conservarse en frascos o diversos contenedores con preservante para la conservación de muestras, el cual no es recomendable llenar a más de la mitad de la capacidad del contenedor. Como regla general la mayoría de invertebrados se deben conservar en medio líquido, salvo en los casos que expresamente se indique en el grupo correspondiente, el medio de preservación estará formado por alcohol al 70%, al que se le añaden unas gotas de glicerina que evitarán el excesivo endurecimiento. (Darrigran et al, 2007).

2.1.4 Metodología de investigación para invertebrados bentónicos marinos

En los últimos años ha crecido de forma importante el interés en el uso de indicadores ecológicos bentónicos para la evaluación de la calidad y/o condición ecológica de los ambientes marinos (Borja et al., 2000; Dauvin et al., 2010; Díaz et al., 2004; Pelletier et al., 2010; Ruellet & Dauvin, 2007). Por lo que el uso de invertebrados bentónicos como indicadores de la calidad y/o condición ambiental tiene varias ventajas como: (1) como presentan escasa movilidad son más sensibles a perturbaciones físicas y químicas locales; (2) las asociaciones bentónicas incluyen diversas especies que exhiben distintos grados de tolerancia al estrés; (3) responden a las perturbaciones aun considerando niveles taxonómicos supra-específicos, como géneros, familias y hasta clases; (4) integran la historia reciente de disturbios, que puede no ser detectada en otros compartimientos biológicos, tales como las comunidades pelágicas (Borja et al., 2008; Dauvin et al., 2010; Patricio et al., 2009; Salas et al., 2006; Warwick et al., 1993)

Independientemente de la terminología adoptada y de la complejidad de las técnicas aplicadas, los indicadores de la calidad ambiental pueden ser divididos en tres grandes categorías:

1. *Especies características o indicadoras*: brindan información sobre una condición ambiental determinada o estrés. Esos organismos pueden estar ausentes de los lugares impactados, ser indicadores de lugares impactados o exhibir alguna respuesta medible de un sistema sometido a determinado estrés, como cambios de comportamiento y/o fisiológicos (Goodsell et al., 2009). Existe y es utilizada en la literatura una gran variedad de términos para calificar a las especies bentónicas (especies sensibles, tolerantes, oportunistas, indiferentes, entre otros).
2. *Índices univariados*: comúnmente llamados índices bióticos, en general utilizan la abundancia y la riqueza de especies, a pesar de que algunos requieren de datos de biomasa (Pinto et al., 2009). La formulación de estos índices puede también estar basada en datos estimativos de diversidad (índices de Margalef, Pielou, Shannon-Wiener), grupos ecológicos (AMBI, BENTIX, BOPA) o grupos tróficos (ITI).
3. *Índices multimétricos*: fueron desarrollados como herramientas integradoras para la evaluación de la condición ecológica de los sistemas bentónicos. Ellos incluyen

descriptores de la comunidad (riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad) así como la abundancia porcentual de diferentes grupos ecológicos y/o tróficos (Borja et al., 2004, Dauvin et al., 2010)

La necesidad de adaptar los métodos ya existentes para un contexto local o para una determinada fuente de estrés, es la principal razón del creciente número de nuevos indicadores bentónicos. Por otro lado, la mayoría de los índices concebidos en las últimas décadas tienen metas y objetivos similares (Díaz et al., 2004). Independientemente del nivel de complejidad o sofisticación, la mayoría de estos estimadores o evaluadores biológicos se basa principalmente en el modelo de sucesión macrobéntica derivado del enriquecimiento orgánico de Pearson & Rosenberg (1978).

2.2 Estado del arte

En España la corporación BIOSFERA que se dedica a realizar consultorías medioambientales, ha realizado un gran número de estudios en los que se ha usado los macroinvertebrados para determinar el estado ecológico de estuarios, zonas costeras, puertos, entre otros ecosistemas lacustres de diferentes zonas de la península ibérica. Sus investigaciones se realizan a través de un equipo de profesionales expertos en la toma de muestras, un laboratorio con técnicos especializados en la separación de las muestras, así como taxónomos con amplia experiencia en la determinación de los macroinvertebrados, en el cálculo de las métricas requeridas y en la aplicación de los protocolos establecidos por la Directiva Marco del Agua (DMA) de España (Unión Europea, 2013).

Investigadores latinoamericanos han expuesto la necesidad de la investigación taxonómica de invertebrados, en el 2008 se publicó un artículo realizado por los investigadores de ECOSUR de México y la Universidad de Mar Plata de Argentina en donde se exponen los problemas y avances principales que enfrentan sus programas nacionales que planean dar cumplimiento al convenio de diversidad biológica (CDB), por lo que se propone una ruta crítica para organizar programas en Latinoamérica, con énfasis en los invertebrados marinos. Se plantea que es necesario que los taxónomos y responsables de colecciones se organicen, mejoren sus relaciones con los tomadores de decisiones y preparen iniciativas nacionales, la cual debe incluir

programas de contratación progresiva para mantener y diversificar el conocimiento de la biota marina. Al mismo tiempo, se enfatiza que la investigación taxonómica debe incorporar métodos y enfoques bioinformáticas y moleculares, y ser considerada como ciencia planetaria. A fin de cumplir con el gran reto de recolectar, mantener en colecciones para describir la biodiversidad del mundo (Salazar et al., 2008).

En el 2014 el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, publicó un estudio con el apoyo de guardarrrecursos de las Área Naturales Protegidas de Barra de Santiago, Los Cóbano y bahía de Jiquilisco, la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-, para llevar a cabo los proyectos Biodiversidad Pesca y Turismo. A partir de esta investigación se pudo formular un catálogo con los invertebrados marinos que habitan las áreas marino costeras del país en donde detallan los lugares de ocurrencia de cada especie descrita. En total se presentan más de 120 imágenes de especies representativas de los ambientes marinos rocosos y de ecosistemas cercanos, incluyendo descripciones básicas. La recolecta de información de especies y su distribución a nivel nacional comenzó desde 1988, y las fotografías comenzaron a registrarse a partir de 2004. Además, por primera vez se documentan especies que no se habían registrado en el país, como gusanos planos (Platyhelminthes) o algunas babosas de mar (Opisthobranchia). Muchos de estos organismos presentan importancia comercial y alimenticia a las comunidades costeras. Por ello, es importante que tanto esta población como la sociedad en general conozcan una muestra de la riqueza de especies de invertebrados marinos que ocurre en el país a través de este documento, el cual se orienta a quienes utilizan los recursos biológicos marinos con fines pesqueros o de turismo sostenibles, así como a investigadores, naturalistas y aplicadores de la ley (Barraza, 2014).

En el año 2006 se realizó una investigación de tesis similar, la cual fue llevada a cabo por la técnica en acuicultura Sara Pérez, quien desarrolló una clasificación taxonómica de la diversidad de peces, moluscos y crustáceos presentes en la dársena del Puerto Quetzal; donde se proporcionó un inventario de las especies que en esta área se localizan. El inventario describe 17 especies de moluscos entre bivalvos, gasterópodos y poliplacóforos, cinco especies de crustáceos todos pertenecientes a la orden Decápoda y 25 especies de peces óseos. Las muestras

tomadas para esa investigación se hicieron con diversos métodos, por medio de nasas y arpón de pesca para obtener los peces y algunos crustáceos y con lo que concierne a moluscos bivalvos se recolectaron de forma manual del rompeolas.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

3.1.1 Caracterizar la comunidad de invertebrados marinos bentónicos en el área de la dársena de Puerto Quetzal en el litoral Pacífico de Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Determinar la composición de la comunidad de invertebrados marinos bentónicos en el área de la dársena de Puerto Quetzal.
- 3.2.2 Establecer la distribución espacio-temporal de la comunidad de invertebrados marinos bentónicos en el área de la dársena de Puerto Quetzal.
- 3.2.3 Determinar la relación entre la composición de la comunidad de invertebrados con los microhábitats bentónicos presentes en el área superficial de la dársena de Puerto Quetzal.

4. Materiales y métodos

La metodología para el monitoreo de invertebrados bentónicos marinos, establece que las comunidades de macrofauna béntica son particularmente útiles para el monitoreo biológico porque son básicamente sedentarias y, por lo tanto, los impactos que estas comunidades reciben pueden ser medidos cuantitativamente en lugares específicos con relación a la fuente de impacto. Los impactos que se prevén como resultado de las actividades de dragado y construcción son el disturbio físico de las comunidades y la asfixia de los organismos. También se sabe que muchos invertebrados marinos bénticos tienen un ciclo de repoblación anual y cualquier cambio en la comunidad será reintegrado a lo largo del año, de modo que no es posible efectuar un monitoreo en tiempo real, por lo que las cinco estaciones de muestreo han sido seleccionadas adecuadamente desde un inicio, pero es posible que posteriormente, a medida que avance la investigación en la zona afectada por la actividad industrial, el monitoreo valioso se centre en un menor o mayor número de estaciones muestreadas (Perú LNG, 2009). Estudios de monitoreo sitio-específico, como ocurre en el caso del vertido por emisarios o fuentes puntuales, deben priorizar los compartimientos de baja movilidad, como el macrobentos infaunal o el meiobentos, o componentes móviles que presenten cierta “fidelidad” a sitios determinados, como es el caso de la epifauna vágil o de los peces demersales (Muniz et al., 2013).

Díaz y colaboradores (2004), consideran que para el monitoreo de ambientes sedimentarios la necesidad de considerar una combinación de variables físicas y biológicas para poder componer índices de calidad ambiental o biótica, lo que parece deseable para llevar a cabo dicha investigación a través de la recolección de muestras biológicas de sedimento marino para la caracterización de invertebrados marinos junto a la recolección de información in situ de algunos parámetros físicos.

4.1 Área de estudio

Puerto Quetzal se encuentra ubicado en el departamento de Escuintla, Guatemala, en el litoral Pacífico (Latitud 13° 55' N; Longitud 90° 47' W); a 98 km de la Ciudad Capital, es estatal, sin embargo, desde sus inicios en 1985 utiliza con todo éxito un sistema mixto al autorizar a particulares la prestación de ciertos servicios al buque y la carga con tarifas fijadas por la Empresa y aprobadas por Acuerdo de Gobierno (Arévalo-Martínez, 1945). El muelle principal

es del tipo marginal y los buques que atiende son: granel sólido, porta-contenedores, tanque, gasero, barcaza, frigoríficos, carga general, “roll on - roll off”, cruceros y buques de carga distintos a los anteriores (Figura 1).

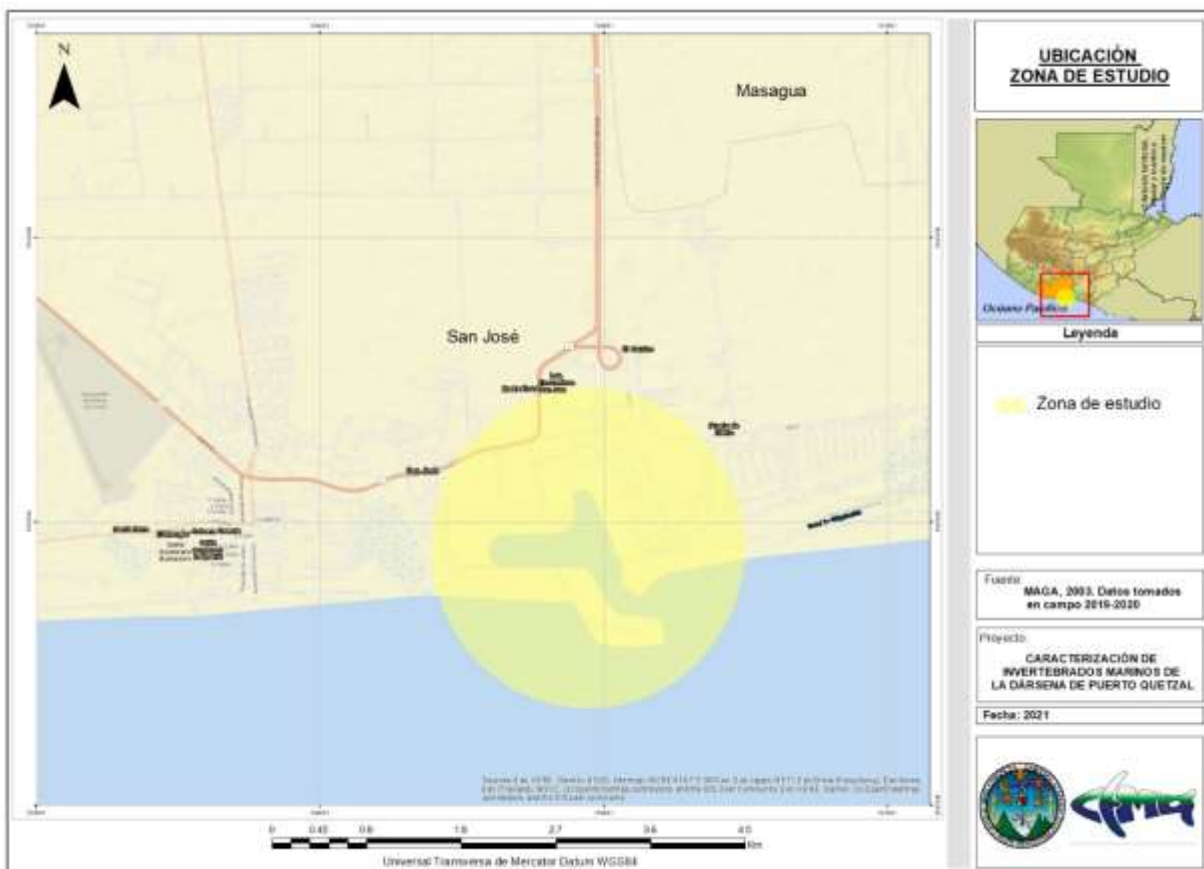


Figura 1. Localización de geográfica de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala

La dársena cuenta con las siguientes características:

- Rompeolas Oeste de 1,140 m de longitud
- Rompeolas Este de 307.54 m de longitud
- Un canal de acceso de aproximadamente 700 m d longitud
- Un canal de acceso a la carbonera y a la Base Naval de aproximadamente 1,000 m de longitud.
- Muelle principal de 800 m de longitud y 300 m de ancho.

(Boletín informativo meteorológico, 1997 & Pérez, S. 2006)

4.2 Tipo de investigación

La investigación es mixta (descriptiva, cualitativa y cuantitativa), razón por la cual se seleccionó un muestreo no probabilístico, por lo que no se precisó estimar el tamaño de la muestra, sino caracterizar los invertebrados marinos bentónicos presentes dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal, a través de las variables de riqueza, abundancia y densidad poblacional que será enlistados, así como la evaluación de algunos parámetros físicos que sean posible tomar in situ de los diferentes microhábitats en todos los sitios de muestreo.

4.3 Delimitación temporal y espacial

4.3.1 Delimitación espacial

Puerto Quetzal se encuentra ubicado en la costa del Pacífico guatemalteco, en el departamento de Escuintla, Guatemala, a una latitud de 13° 55' N y una longitud 90° 47' W; a 98 km de la Ciudad Capital. El acceso a las vías marítimas es a través de un canal de acceso de 210 metros de ancho llamado “Entre morros” de los rompeolas oeste y este. A la entrada de la dársena de maniobras, en la zona del codo del rompeolas oeste, tiene un ancho de 340 metros. Asimismo, este canal cuenta con una curvatura de 1,000 metros para permitir un acceso sin borneos. Se toma como la dársena de maniobras desde la boya de recalada al ser el punto de referencia de los buques para realizar el ingreso a los muelles de descarga.

La investigación se llevó a cabo en el área de lo que se considera como el interior de la dársena de Puerto Quetzal, iniciando desde el punto conocido y delimitado por la “Boya de recalada” ubicado a una milla náutica de la línea de costa, hasta las cercanías del muelle de TCQ que esta próxima a la línea de costa; estableciendo cinco puntos de muestreo (Figura 2) utilizados por la Empresa Portuaria Quetzal previamente los cuales han sido utilizados como claves para el monitoreo medioambiental, cubriendo aproximadamente toda el área de la dársena de maniobras con profundidades variables entre los 5 m (mínima) y 30 m (máxima).



Figura 2. Localización de los cinco puntos de muestreo de invertebrados marinos dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala

4.3.2 Delimitación temporal

Se realizaron seis muestreos mensuales para la recolección de datos biológicos y parámetros físicos, iniciando en la época seca de verano hasta la época lluviosa de invierno, por lo que se dio inició a los muestreos en el mes de marzo de 2021 hasta el mes de agosto de 2021.

4.4 Variables

Durante el desarrollo de la investigación, se midieron variables físicas, químicas y biológicas de los cinco sitios de muestreo ubicados dentro de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal (Tabla 1), con los equipos que se tenían en funcionamiento en la sección de oceanografía y meteorología del Departamento de Observación e Investigación Marítima [Obimar].

Tabla 1

Variables físicas, químicas y biológicas

Tipo de variable	Variable	Indicador
Variables biológicas	Especie	Nombre científico
	Riqueza	Número de especies
	Abundancia relativa	Número de taxones por sitio
	Diversidad	Diversidad α y diversidad β
	Densidad poblacional	Número de organismos/m ²
Variables Químicas	Salinidad	ppm
Variables físicas	Temperatura ambiente	°C
	Temperatura del agua	°C
	Transparencia	m
	Profundidad	m
	Sustrato	Clasificación y tipo de sustrato

4.5 Muestreo y selección de la muestra

Muniz y colaboradores (2013), definen que para el muestreo cuantitativo de los organismos del macrobentos submareal de fondos blandos, los muestreadores más comúnmente utilizados son las dragas (tipo Day, Van Veen o Ponar, entre las más comunes) y el Box-corer, corer o multiple-corer cuando se desea trabajar con la columna de sedimento inalterada, o con las mismas características in situ. Por lo que las tomas de muestra de sedimento marino se realizaron con una draga de Ponar que muestra un área de captura de muestra de área de muestreo 225 cm².

Los sitios seleccionados se encuentran aparentemente con distintos grados y tipos de intervención antropogénica, y se encuentran distribuidos por toda la dársena, cubriendo las orillas litorales el centro el canal de acceso y desde el punto de referencia para ingreso a la misma conocida comúnmente como la boya de recalada; se realizaron comparaciones de la fauna de invertebrados encontrados en las diferentes profundidades de esta zona marino costera

y que posteriormente fueron relacionadas con los parámetros físicos del hábitat y los tipos de microhábitats en cada sitio donde se tomaron tres réplicas de muestras de sedimento marino para garantizar que todas las comunidades bénticas clave que habitan en la zona fueran representadas en el monitoreo llevado a cabo.

Estando a bordo de la embarcación el material obtenido fue depositado generalmente en un balde graduado donde se midió el volumen de sedimento recolectado y posteriormente se transfirió a una bandeja de plástico para proceder al lavado del material para facilitar el procesamiento de separar los organismos del sedimento.

4.6 Procedimiento

El muestreo se realizó de forma mensual en una embarcación pequeña con motor fuera de borda durante la realización de los monitoreos hidrográficos realizados por el Departamento de Obimar con ayuda de los técnicos de la sección de oceanografía y meteorología, en donde se monitorearon los cinco sitios establecidos previamente.

El monitoreo ambiental para la toma de datos se realizó junto al equipo de técnicos del Departamento de Obimar, los parámetros de temperatura del agua, transparencia y profundidad fueron tomados “In Situ”, utilizando un disco de secchi y un termómetro infrarrojo digital de tipo pistola, se realizaba una recolección de muestras de agua con una botella de Van Dorn a lo largo de la columna de agua para medir la temperatura antes de tomar las muestras de sedimento. Otros parámetros como la salinidad, mareas y corrientes provenían de la lectura de una boya oceanográfica marca TRIAXYS 2000, de los cuales solo se consideró la lectura de las salinidades en la investigación debido a que la salinidad y la profundidad son parámetros importantes para la identificación de poliquetos marinos (Bastida-Zavala, 2021).

Posteriormente a la toma de parámetros ambientales, se llevaba a cabo la recolección de muestras de sedimento marino utilizando una draga de Ponar con dimensiones que capturan un área de muestreo 225 cm^2 , se realizaron tres tiros con draga en cada punto definido de muestreo con el fin de obtener tres muestras de análisis para establecer la estimación de la densidad poblacional en un área total de 675 cm^2 . Las muestras recolectadas fueron tamizadas

posteriormente en un tamiz granulométrico de luz de malla de 0.5 mm y observados en un estereoscopio para poder obtener los organismos con tallas arriba de los 0.5 mm observables de forma macro, y poder registrar las comunidades de invertebrados marinos bentónicos que están siendo evaluados para determinar la abundancia, diversidad alfa y beta, densidad poblacional y las características físicas de los posibles microhábitats que se presentan en los sitios de muestreo.

Las muestras obtenidas de la draga de Ponar se transportaron en bolsas de zipper plástico marca Ziploc debidamente identificadas con una etiqueta para su transporte del punto de muestro hasta el procesamiento en el laboratorio de las instalaciones del Departamento de Obimar. Las muestras al ser transportadas al laboratorio fueron limpiadas, contabilizadas, clasificadas e identificadas taxonómicamente a los organismos encontrados en cada sitio de muestreo, los cuales fueron extraídos con pinzas entomológicas cuidadosamente evitando la pérdida o el daño de los organismos, que posteriormente fueron puestas en los medios de transporte adecuados que en este caso serán frascos plásticos de muestras biológicas con alcohol al 70% como preservante.

Como regla general expuesta por Darrigan y colaboradores (2007), la mayoría de invertebrados se deben conservar en un medio líquido, salvo en los casos que expresamente se indique en el grupo correspondiente, el medio de preservación estará formado por alcohol al 70%, al que se le añaden unas gotas de glicerina que evitarán el excesivo endurecimiento (Darrigan, et al., 2007), por lo que en este caso fue empleado como método de fijación para la preservación de los organismos recolectados en los sitios de muestreo. Aparentemente no existe pérdida adicional de peso en los organismos fijados tanto en alcohol como en formol después de un período de 90 días (Wetzel et al., 2005).

En cada sitio de muestreo se tomaron parámetros físicos con el uso de una sonda de velocidad del sonido, un termómetro tipo pistola y un disco de secchi, aparte de los datos obtenidos por la estación meteorológica y la boya oceanográfica que fueron recopilados de la data; de esta manera se obtuvieron los parámetros ambientales de la zona marino costera, relacionándola así con la fauna encontrada y su caracterización.

Muniz y colaboradores (2013), establecen que, para separar los organismos del sedimento, existen tres técnicas principales que son la flotación, elutriación y la separación con o sin el uso de colorantes. La separación consiste en colocar pequeñas cantidades de muestra en una placa de Petri, y bajo lupa o microscopio estereoscópico, separar los organismos del sedimento y colocarlos en frascos con alcohol al 70%. Al ser limpiadas las muestras de sedimento y haber obtenido los organismos, estos fueron clasificados con las guías taxonómicas disponibles para el área del Pacífico guatemalteco o sus similares, utilizando guías de regiones cercanas.

La identificación taxonómica se realizó con diversas guías, claves taxonómicas y catálogos; dada la cantidad de organismos recolectados, no existen suficientes guías taxonómicas propias o específicas para el Pacífico guatemalteco, siendo algunos pocos documentos de referencia como el Sistema Guatemalteco de información sobre Biodiversidad (SGIB) Fase II: Moluscos (Prado, 2007). Razón por la cual la mayoría de los documentos de identificación fueron guías taxonómicas y claves dicotómicas utilizadas de regiones próximas como guías para el Pacífico Mexicano de Bastida-Zavala & García-Madrigal (2012), Humara-Gil et al. (2021), Jarquín-Martínez & García-Madrigal (2021), León-González et al. (2021), Low-Pfeng & Peters (2012), Martínez-Melendez, & Pérez-Farrera (2017). También guías para el Pacífico de El Salvador de Barraza et al. (2021) y otros documentos de identificación para áreas de manglar de América central de Jiménez & Cruz (1994). También se utilizaron otros documentos de apoyo expuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] para el Pacífico centro-oriental de Fisher et al. (1995) y Ortiz & Jimeno (2001).

Todas las identificaciones taxonómicas fueron revisadas a partir de la evidencia fotográfica obtenida durante el estudio de los organismos recolectados por el Dr. Rolando Bastida-Zavala durante el periodo de octubre de 2021 a enero del 2022.

4.7 Análisis de la información

Con el objetivo de tener una visión general sobre la caracterización de la fauna de invertebrados bentónicos marinos en el área de estudio anteriormente descrita, se realizó un análisis descriptivo, cuantitativo, cualitativo y de comparación entre la riqueza, abundancia relativa,

diversidad y densidad poblacional de los organismos encontrados por especie en cada sitio de muestreo.

Los datos fueron procesados por medio de estadística descriptiva, mediante el programa de Microsoft Excel 2010 e InfoStat. Los datos de las variables biológicas se presentan más adelante son gráficos de riqueza, abundancia relativa, diversidad y densidad poblacional encontrada en cada sitio de muestreo y la comparación entre los sitios muestreados, por cada especie encontrada se pudo establecer la estructura poblacional de la zona marino costera que abarca lo que es la dársena de maniobras de Puerto Quetzal. De igual forma se aplicaron medidas de tendencia central como media, moda, mediana representados en gráficos de caja y de pastel para las especies en cada sitio de muestreo, la riqueza y la abundancia de especies se analizó con una prueba no paramétrica de Friedman entre los cinco puntos que fueron muestreados durante los seis meses de investigación.

Muniz y colaboradores (2013), proponen que la riqueza de especies o simplemente el número de especies deberían ser priorizados como atributos representativos de las comunidades. Estos índices ampliamente utilizados, así como el índice de diversidad de Shannon-Wiener, son, en realidad, medidas de la heterogeneidad de una asociación, pues consideran en su cálculo la identidad específica y la uniformidad en la distribución de los individuos por especie. Como estadísticos sintetizadores no consideran en sí el peso relativo de estos dos componentes. De esta forma, su uso como atributo univariado de asociaciones o comunidades puede llevar a resultados e interpretaciones ambiguas o en algunos casos erróneas. Por lo que se realizaron análisis de los resultados obtenidos se realizaron por medio del programa de Past para determinar la diversidad, riqueza, abundancia relativa, dominancia, índice de Shannon, índice de Simpson, densidad poblacional, entre otros que nos ayudaran a llevar a cabo la curva de acumulación de especies de la dársena de maniobras de Puerto Quetzal por medio del programa de EstimateS y gráficos de Excel que nos ayudaron a concluir la diversidad de especies encontradas en la investigación a través de la caracterización de los invertebrados marinos encontrados en este ecosistema.

5. Resultados

5.1 Descripción de los sitios de muestreo:

En los cinco puntos de muestreo podría considerarse que se mostraban distintos microhábitats debido a las diferencias de profundidad y tipo de sustrato, puesto que otros parámetros fisicoquímicos que fueron tomados durante la investigación no tienen diferencias significativas (Friedman, $P < 0.0001$) a lo largo de la columna de agua y entre los puntos muestreados, estos datos fueron promediados mensualmente entre los cinco puntos muestreados dentro de la dársena de Puerto Quetzal (Tabla 2).

Tabla 2

Promedio de parámetros ambientales en la dársena de Puerto Quetzal

Mes	T° superficial (°C)	T° media (°C)	T° de fondo (°C)	T° promedio del agua (°C)	Salinidad promedio (ppm)	Transparencia promedio (m)
Marzo	27.5	26.9	26.6	27.0	30.68	2.8
Abril	29.3	29.0	28.6	29.1	30.78	3.5
Mayo	30.2	30.1	30.3	30.2	30.78	3.5
Junio	27.5	26.9	26.6	27.0	30.68	2.8
Julio	30.1	30.2	29.7	30.0	30.53	2.9
Agosto	27.5	26.9	26.6	27.0	30.68	2.8
Promedio	28.7	28.3	28.1	28.4	30.69	3.05

Las características del sedimento marino de los distintos puntos muestreados y las profundidades de cada uno, se presentan en la tabla a continuación (Tabla 3):

Tabla 3

Características del sedimento en los puntos de muestreados

Punto no.	Nombre del Punto de muestreo	Profundidad	Características de sedimento
1	Boya de recalada	30 m	Limo y arena fina
2	Canal de acceso	18 m	Limo y arena fina
3	Boya D	10 m	Limo, arena fina y alta carga de materia orgánica (Hojarascas-fango)
4	Dársena central	19 m	Arena fina y media
5	Muelle TCQ	17 m	Arena gruesa y grava

5.2 Invertebrados marinos bentónicos de la dársena de Puerto Quetzal:

Se registró un total de 144 taxones de invertebrados marinos bentónicos, correspondientes a siete clases, 33 órdenes y 70 familias. Se recolectaron 843 organismos del filo Mollusca, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Echinodermata y Porifera; siendo el filo con mayor representatividad en la zona marino costera estudiada el filo Mollusca, representando el 69.4% de las comunidades bentónicas, seguido por el filo Annelida (Polychaeta) con el 17.57%, el subfilo Crustacea con el 10.79%, el filo Echinodermata con el 2.14%, y por último el filo Porifera con el 0.11% (Figura 3).

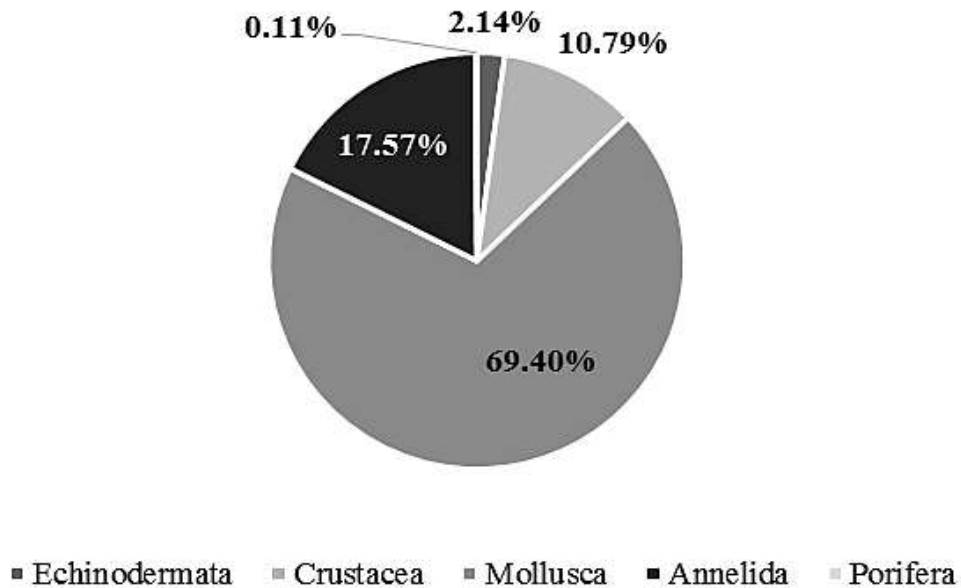
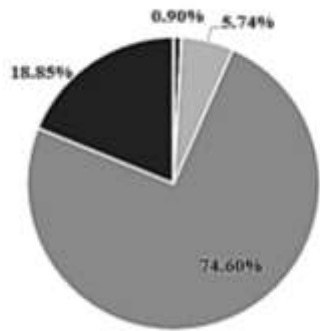


Figura 3. Distribución de los filos de invertebrados marinos presentes en la zona marino-costera de la dársena de Puerto Quetzal, Escuintla

Se obtuvieron la siguiente cantidad de organismos por cada uno de los puntos muestreados: 122 organismos en la Boya de Recalada (figura 4), 112 organismos en el Canal de Acceso (figura 5), 154 organismos en la Boya D (figura 6), 123 organismos en la Dársena central (figura 7) y 332 organismos en el Muelle TCQ (figura 8), sumando un total de 843 organismos recolectados.

El punto de muestreo número 5 denominado como “Muelle TCQ”, es el punto con más organismos recolectados, los cuales en su mayoría fueron moluscos pertenecientes a las clases Gasteropoda y Bivalvia. Sin embargo, en todos los puntos de muestreo se observa una dominancia del filo Mollusca, sobre los demás filos que se presentan en la zona de estudio. Los taxones encontradas de los organismos recolectados en cada sitio de muestreo se describen a continuación (tabla 4).

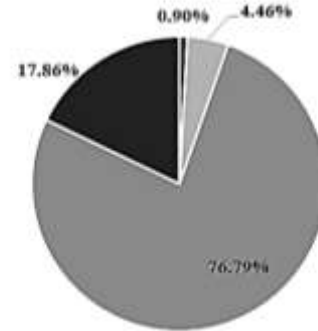
Punto 1. Boya de Recalada



• Echinodermata • Crustacea • Mollusca • Annelida

Figura 4. Filos representados en la Boya de Recalada

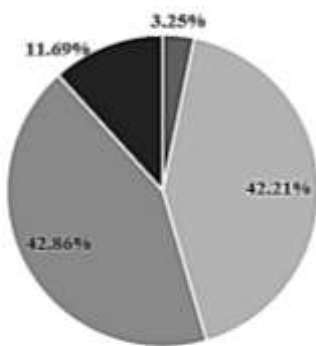
Punto 2. Canal de Acceso



• Echinodermata • Crustacea • Mollusca • Annelida

Figura 5. Filos representados en el Canal de Acceso

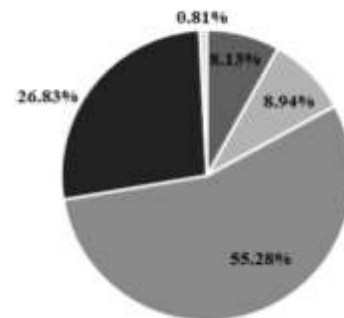
Punto 3. Boya D



• Echinodermata • Crustacea • Mollusca • Annelida

Figura 6. Filos representados en la Boya D

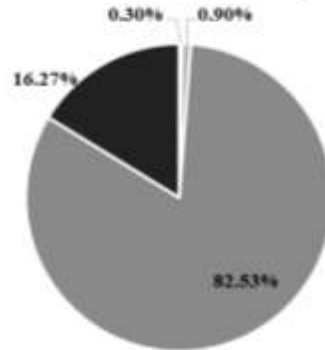
Punto 4. Dársena Central



• Echinodermata • Crustacea • Mollusca • Annelida • Porifera

Figura 7. Filos representados en la Dársena central

Punto 5. Muelle TCQ



• Echinodermata • Crustacea • Mollusca • Annelida

Figura 8. Filos representados en la Muelle TCQ

Tabla 4

Listado de especies registradas durante la investigación en la dársena de Puerto Quetzal

Clasificación taxonómica de especies					Total de organismos por punto de muestreo					
Filo/ Subfilo	Clase	Orden	Familia	Género/Especie	Boya de Recalada	Canal de Acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ	
Anelida	Polychaeta	Aspidosiphonida	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon</i> sp.	0	0	3	1	1	
		Eunicida	Dorvilleidae		0	0	0	0	3	
			Eunicidae		0	0	0	0	4	
			Lumbrineridae		0	0	1	0	0	
			Onuphidae		7	0	0	0	1	
			Scalibregmidae		0	0	1	0	0	
			Opheliida	Opheliidae		0	0	0	1	2
			Phyllodocida	Goniadidae		0	0	0	1	0
				Nephtyidae		0	0	0	0	2
				Pilargidae		0	0	0	2	1
				Sigalionidae		1	0	0	0	0
			Sabellida	Serpulidae		0	3	1	1	0
				Siboglinidae		0	0	0	4	0
			Spionida	Chaetopteridae		9	1	0	5	0
				Spionidae		0	0	0	2	3
			Terebellida	Cirratulidae		0	0	0	1	0
	Organismos/ Fragmentos no identificables				11	9	9	17	19	
Crustacea	Malacostraca	Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.	0	1	2	1	0	
		Decapoda	Aetheridae	<i>Osachila</i> sp.	0	1	0	0	0	
			Mithracidae		1	0	0	0	0	
			Palaemonidae		0	0	0	0	1	

			Pinnotheridae		1	0	63	0	1
			Portunidae	<i>Callinectes</i> sp.	0	0	0	1	0
			Sesarmidae	<i>Sesarma</i> sp.	0	0	2	0	0
			Xanthoidea		0	1	3	5	0
		Isopoda	Anthuridae		0	0	0	3	0
			Valvifera		0	1	0	0	0
		Ostracoda			0	0	0	1	0
		Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla panamensis</i>	1	0	0	0	0
Equinodermata	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	<i>Ophicomella alexandri</i>	1	1	3	1	1
				<i>Ophicomella alexandri</i>	0	0	2	3	0
Mollusca	Bivalvia	Arcida	Arcidae	<i>Barbatia lurida</i>	0	0	0	0	2
				<i>Anadara multicosata</i>	1	0	0	1	2
				<i>Anadara perlabiata</i>	2	0	0	0	1
				<i>Anadara similis</i>	0	0	0	0	3
				<i>Anadara tuberculosa</i>	1	0	0	1	8
			Glycymerididae	<i>Glycymeris glycymeris</i>	0	0	0	0	2
				<i>Glycymeris maculata</i>	0	0	1	0	2
		Cardiida	Cardiidae	<i>Laevicardium elatum</i>	2	1	1	0	0
				<i>Monodacna caspia</i>	0	0	0	0	3
				<i>Trachycardium senticosum</i>	1	1	0	1	1
				<i>Trigoniocardia obovalis</i>	3	3	2	1	8
			Donacidae	<i>Donax asper</i>	1	0	0	2	0
				<i>Donax dentifer</i>	0	1	0	0	0
				<i>Donax gracilis</i>	0	1	0	0	1
				<i>Donax punctatostriatus</i>	0	1	0	0	2
			Semelidae	<i>Amphidesma formosum</i>	0	1	7	3	2
			Solecurtidae	<i>Tagelus affinis</i>	0	1	0	1	0
				<i>Tagelus bourgeoisiae hertlein</i>	0	0	1	0	0
				<i>Tagelus peruanus</i>	1	0	0	2	1
			Tellinidae	<i>Macoma nasuta</i>	3	3	16	0	1

		<i>Temnoconcha cognata</i>	0	0	3	0	0
		<i>Tellina ecuatoriana</i>	1	0	0	1	0
		<i>Tellina herleini</i>	1	1	0	0	1
		<i>Tellina rubescens</i>	3	1	0	3	3
		<i>Tellina suffusa</i>	1	1	3	0	6
Carditidae	Carditidae	<i>Carditamera affinis</i>	0	2	0	0	1
		<i>Carditamera radiata</i>	1	0	1	0	0
Mytilida	Mytilidae	<i>Brachidontes puntarenensis</i>	0	0	1	0	1
		<i>Mytella guyanensis</i>	0	1	0	0	0
		<i>Mytella strigata</i>	0	0	0	0	1
Nuculanida	Nuculanidae	<i>Saccella fastigata</i>	1	1	0	0	1
Ostreida	Ostreidae	<i>Crassostrea corteziensis</i>	1	0	0	0	0
		<i>Saccostrea palmula</i>	0	0	0	0	2
		<i>Undulostrea megodon</i>	0	0	1	0	0
Pectinida	Pectinidae	<i>Pecten sericeus</i>	2	1	1	0	0
	Spondylidae	<i>Spondylus princeps</i>	1	0	0	0	0
Venerida	Anatinellidae	<i>Raeta undulata</i>	0	0	0	0	5
	Cyrenidae	<i>Cyrenoida</i> sp.	0	0	0	1	4
		<i>Polymesoda inflata</i>	0	0	0	0	2
	Mactricidae	<i>Mactra fonsecana</i>	0	1	0	0	0
		<i>Mactrellona alata</i>	0	1	0	1	1
		<i>Mactrotoma nasuta</i>	1	0	0	0	1
		<i>Mulinia pallida</i>	0	0	0	1	1
	Veneridae	<i>Chione compta</i>	1	2	1	0	1
		<i>Chione subrugosa</i>	0	0	0	0	2
		<i>Chione undatella</i>	1	0	0	0	1
		<i>Dosinia</i> sp.	1	1	4	1	0
		<i>Dosinia lupinus</i>	1	1	0	2	5
		<i>Megapitaria aurentiaca</i>	0	0	0	0	1
		<i>Periglypta multicostata</i>	0	1	0	0	1

			<i>Pitar callicomatus</i>	0	0	0	1	2
			<i>Pitar roseus</i>	0	0	0	0	3
			<i>Pitar unicolor</i>	0	1	0	1	1
			<i>Tivela byronensis</i>	0	0	0	0	5
	Veneroida	Ungulinidae	<i>Felaniella cornea</i>	2	0	4	2	14
Gasteropoda	Archaeogastropoda	Lottidae	<i>Tectura biradiata</i>	0	2	0	0	0
	Caenogastropoda	Potamididae	<i>Cerithidea</i> sp.	1	1	0	4	3
			<i>Pirenella cingulata</i>	0	0	1	1	0
	Cephalaspidea	Retusidae	<i>Sulcoretusa paziana</i>	0	2	1	0	2
	Cycloneritida	Proserpinidae	<i>Proserpina</i> sp.	0	0	0	0	1
	Ellobiida	Ellobiidae	<i>Tralia ovula</i>	0	0	0	0	4
	Lepetellida	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>	1	0	0	0	0
			<i>Stromboli beebei</i>	1	0	0	0	1
	Littorinimorpha	Calyptraeidae	<i>Calyptraea mammillaris</i>	1	0	0	1	3
			<i>Crepidula aculeata</i>	0	6	8	0	2
			<i>Crepidula onyx</i>	0	0	4	0	0
		Littorinidae	<i>Littoraria aberrans</i>	0	1	0	1	0
		Naticidae	<i>Euspira</i> sp.	0	0	0	0	1
			<i>Polinices</i> sp.	5	0	2	0	4
		Ranellidae		0	0	2	0	1
		Vitrinellidae	<i>Vitrinella</i> sp.	1	0	1	1	0
	Neogastropoda	Buccinidae	<i>Buccinum humphreysianum</i>	0	1	1	1	0
			<i>Mohnia daphnelloides</i>	0	0	0	0	1
		Columbellidae	<i>Anachis moesta</i>	0	0	0	0	6
			<i>Costoanachis avara</i>	2	4	2	10	7
			<i>Costoanachis nigricans</i>	0	0	0	1	1
			<i>Costoanachis sparsa</i>	4	2	1	1	2
			<i>Mitrella albuginosa</i>	0	1	0	0	0
			<i>Parvachis albodonosa</i>	0	0	0	0	4
			<i>Strombina</i> sp.	2	0	0	1	2

	Conidae	<i>Conus</i> sp.	2	0	0	0	1
		<i>Conus ximenes gray</i>	0	2	0	0	2
	Nassariidae	<i>Nassarius complanatus</i>	7	3	2	2	4
		<i>Nassarius versicolor</i>	0	0	0	2	2
		<i>Nassarius wilsoni</i>	12	9	0	4	6
	Olividae	<i>Agaronia</i> sp.	0	1	0	0	1
		<i>Agaronia testacea</i>	0	0	1	0	1
		<i>Americoliva reticularis</i>	0	1	0	0	0
		<i>Oliva albozonata</i>	1	0	0	0	0
		<i>Oliva amethystina</i>	0	0	0	1	0
		<i>Oliva julieta</i>	0	0	0	0	5
		<i>Olivella volutella</i>	0	0	0	0	68
		<i>Olivella reticularis</i>	0	0	0	1	2
	Retimohniidae	<i>Retifus virens</i>	0	0	0	0	1
	Terebridae	<i>Hastula aciculina</i>	0	0	0	0	1
		<i>Hastula brazieri</i>	1	0	0	0	0
		<i>Pristiterebra tuberculosa</i>	0	0	1	0	0
		<i>Terebra balabancensis</i>	1	0	0	2	0
		<i>Terebra speciallata</i>	5	3	0	2	10
		<i>Terebra tristis</i>	0	2	0	0	3
	Turridae	<i>Gymnobela</i> sp.	0	0	0	0	2
		<i>Kurtziella</i> sp.	4	2	0	2	2
		<i>Polystira</i> sp.	0	0	0	1	0
		<i>Polystira oxytropis</i>	0	0	0	0	1
		<i>Pleurotomella</i> sp.	3	0	0	0	0
Patellogastropoda	Patellidae	<i>Patella mexicana</i>	1	0	2	0	0
Pyramidellida	Pyramidellidae	<i>Odostomia</i> sp.	2	0	0	0	0
		<i>Turbonilla</i> sp.	1	0	0	0	0
Trochida	Solariellidae	<i>Solariella</i> sp.	0	1	0	0	0
	Trochidae	<i>Clanculus denticulatus</i>	0	0	0	0	2

	Scaphopoda	Gadilida	Dentaliidae	<i>Cadulus sp.</i>	0	0	0	1	1
Porifera	Calcarea				0	0	0	1	0

5.3 Riqueza de especies:

La riqueza de especies indica que en toda la investigación se cuantificaron un total de 144 taxones de invertebrados marinos bentónicos, las cuales se encuentran distribuidas por cada uno de los meses de muestreo. Se evidenciaron diferencias significativas respecto a la riqueza de especies entre los sitios de muestreo (Friedman, $P=0.0301$), siendo los sitios de muestreo con mayor riqueza de especies el punto conocido como “Muelle TCQ”, y el punto que muestra menor riqueza de especies es el punto conocido como la “Boya D”, siendo los otros tres puntos similares entre sí en cuanto a la riqueza de especies. Diferencias que pueden observarse en la gráfica de caja que se muestra en la figura 9.

Tabla 5

Riqueza de especies en la dársena de Puerto Quetzal

Mes	Boya de Recalada	Canal de Acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ
Marzo	17	7	6	3	16
Abril	13	8	6	14	27
Mayo	14	5	24	14	16
Junio	11	10	6	7	27
Julio	6	10	6	15	17
Agosto	18	14	10	17	17

Riqueza de Especies en la Dársena de Puerto Quetzal

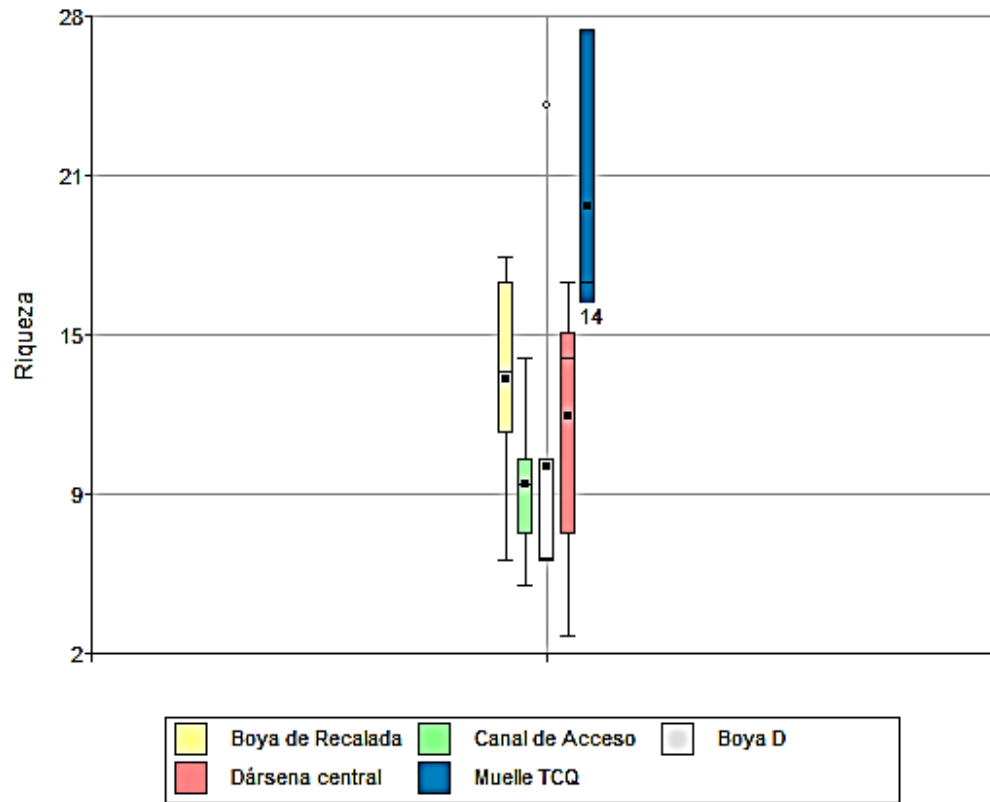


Figura 9. Gráfico de caja para comparación de la riqueza de especies de la Dársena de Puerto Quetzal

5.4 Abundancia relativa y densidad poblacional:

Se evidenciaron diferencias significativas respecto a la abundancia de especies entre los sitios de muestreo (Friedman, $P=0.0094$), siendo el punto con mayor abundancia el denominado como “Muelle TCQ” y el punto con menor abundancia el denominado como “Boya de recalada”. Mientras que los otros tres puntos descritos tienen valores de abundancia similares, los cuales se aprecian en la gráfica de comparación de caja que se muestra a continuación en la figura 10.

Tabla 6

Abundancia relativa de invertebrados marinos en la dársena de Puerto Quetzal

Mes	Boya de Recalada	Canal de Acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ
Marzo	29	6	21	10	48
Abril	21	14	38	23	68
Mayo	27	40	27	20	31
Junio	13	14	25	15	104
Julio	8	8	22	23	39
Agosto	24	30	21	32	42
Total:	122	112	154	123	332

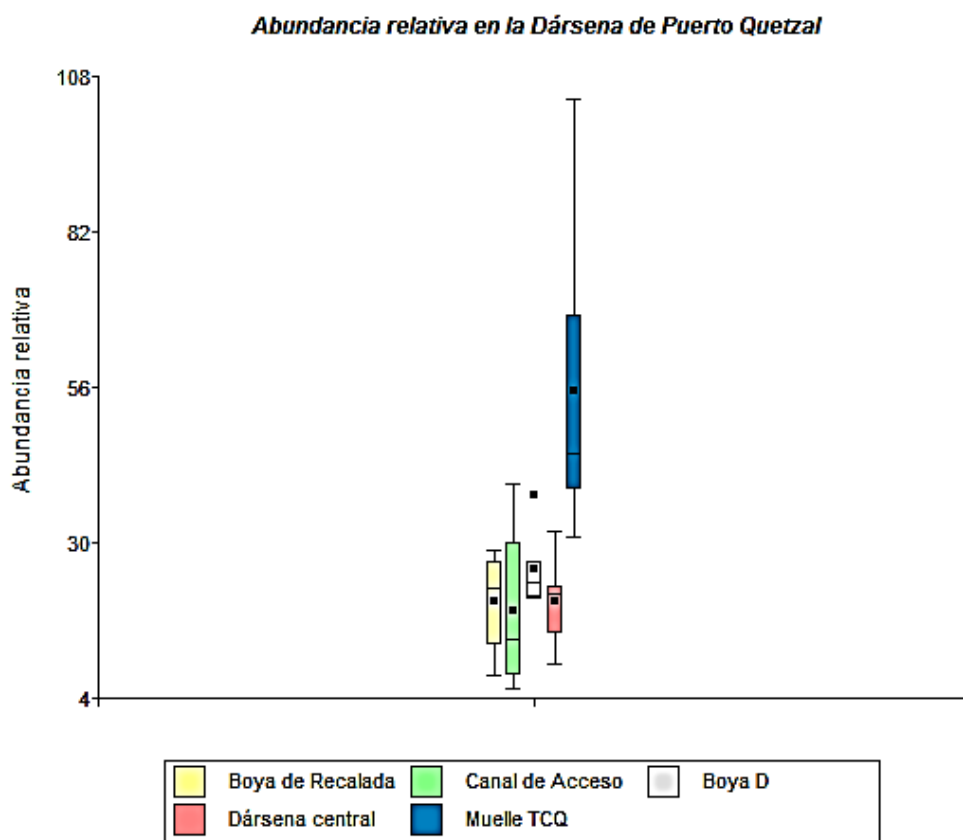


Figura 10. Gráfico de caja para comparación de la abundancia de especies de la Dársena de Puerto Quetzal

La densidad poblacional se estimó sobre el número de invertebrados marinos bentónicos por metro cuadrado superficial en el fondo marino, tomando en cuenta el área de recolecta fue de 675 cm² (0.0675 m²) en las tres réplicas de sedimento recolectado. La densidad poblacional estimada para cada punto de muestreo se refleja en la tabla 7, donde se estima que el punto con mayor densidad poblacional es el punto del Muelle TCQ con un estimado de 820 organismos/m², y el que muestra el menor estimado de densidad poblacional es el canal de acceso con un estimado de 272 organismos/m², mientras que los otros tres puntos se mantienen con estimados entre 300 y 400 organismos/m².

Tabla 7

Densidad poblacional de organismos de la dársena de Puerto Quetzal

Mes	Boya de Recalada (^{org} /m ²)	Canal de Acceso (^{org} /m ²)	Boya D (^{org} /m ²)	Dársena central (^{org} /m ²)	Muelle TCQ (^{org} /m ²)
Marzo	430	89	356	90	711
Abril	356	207	592	356	1007
Mayo	400	593	400	355	474
Junio	193	207	360	222	1540
Julio	119	89	356	356	593
Agosto	356	444	356	474	593
Promedio:	309 ^{org} /m ²	272 ^{org} /m ²	403 ^{org} /m ²	309 ^{org} /m ²	820 ^{org} /m ²

5.5 Similaridad de abundancias entre puntos de muestreo:

El índice de la similaridad de Bray Curtis para la medida de la diferencia entre las abundancias relativas de invertebrados marinos bentónicos presentes de los cinco puntos muestreados dentro de la dársena de Puerto Quetzal, se ve reflejada en la siguiente gráfica de comparación (figura 13), donde se ven reflejados en tres agrupaciones, el Canal de Acceso y la Dársena central son similares en su composición de especies, mientras que los otros tres puntos de muestreo son sitios con composición de especies muy diferentes entre ellos.

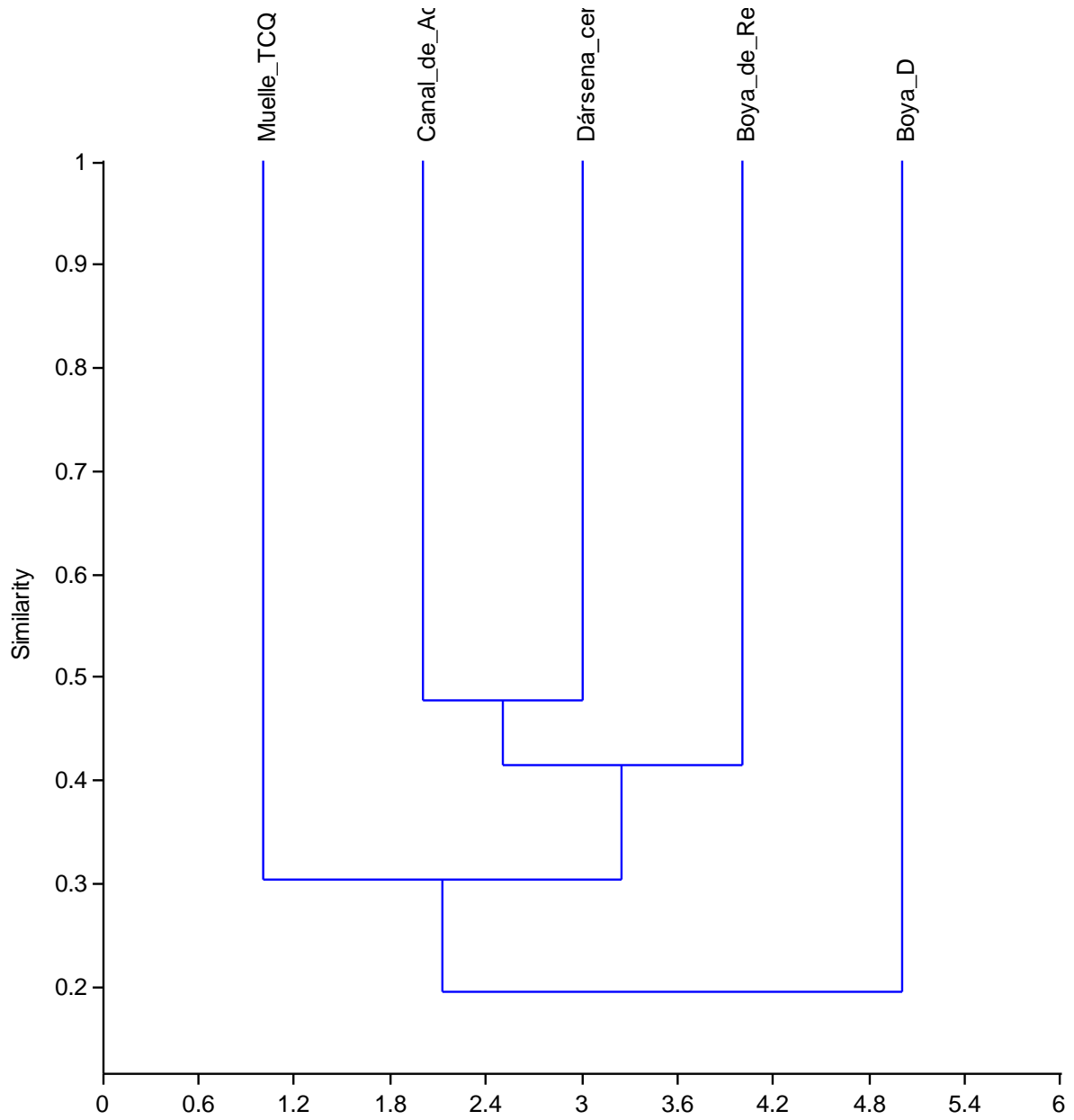


Figura 11. Gráfica de similaridad de Bray-curtis para la abundancia relativa de invertebrados marinos bentónicos en la dársena de Puerto Quetzal.

5.6 Índices de diversidad:

Los índices de diversidad de los cinco puntos de muestreo nos muestran los valores que pueden observarse en la tabla 8. La Boya D muestra el valor más alto en cuanto a dominancia; mientras que la Dársena central muestra los valores más altos en cuanto al índice de Simpson, igualdad y equidad de especies. Por último, el Muelle TCQ muestra los valores más altos en cuanto a riqueza, abundancia y el índice de Shannon.

Tabla 8

Análisis de diversidad de invertebrados marinos en la dársena de Puerto Quetzal

	Boya de Recalada	Canal de Acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ
Riqueza	53	46	42	55	84
Abundancia	122	112	154	123	332
Dominancia	0.03936	0.04357	0.1621	0.03346	0.05343
Índice de Shannon	3.589	3.473	2.767	3.711	3.769
Índice de Simpson	0.9606	0.9564	0.8379	0.9665	0.9466
Igualdad	0.683	0.7009	0.3789	0.7433	0.5158
Equidad	0.904	0.9072	0.7404	0.926	0.8506

El número de especies efectivas que muestra cada uno de los puntos de muestreo de la dársena de Puerto Quetzal (tabla 9) nos hace referencia al número de especies que tendría una comunidad virtual “ideal” en la que todas las especies fueran igualmente comunes, conservando la abundancia relativa promedio del área de estudio.

Tabla 9

Número efectivo de especies de la dársena de Puerto Quetzal

	Número efectivo de especies	Número real de especies presentes
Punto 1. Boya de recalada	36.198±	36
Punto 2. Canal de acceso	32.233±	32
Punto 3. Boya D	15.911±	16

Punto 4. Dársena central	40.895±	41	55
Punto 5. Muelle TCQ	43.337±	43	84

5.7 Curva de acumulación de especies:

Con base en los análisis realizados puede darse así la curva de acumulación de especies de la dársena de Puerto Quetzal (figura 14), mostrando en la gráfica que la curva del número de especies no llega a la asíntota y esto se debe a que los ecosistemas eran muy amplios para el esfuerzo de muestreo utilizado, por lo que tuvo que haberse tenido un mayor esfuerzo de muestreo para tener datos con mayor significancia entre los sitios de muestreo para alcanzar la totalidad de las especies que se encuentran dentro de la dársena de Puerto Quetzal. También cabe mencionar que no solo la curva no llegó a la asíntota, sino que los estimadores no paramétricos de diversidad están estimando un mayor número de especies de las que se obtuvieron en los puntos de investigación.

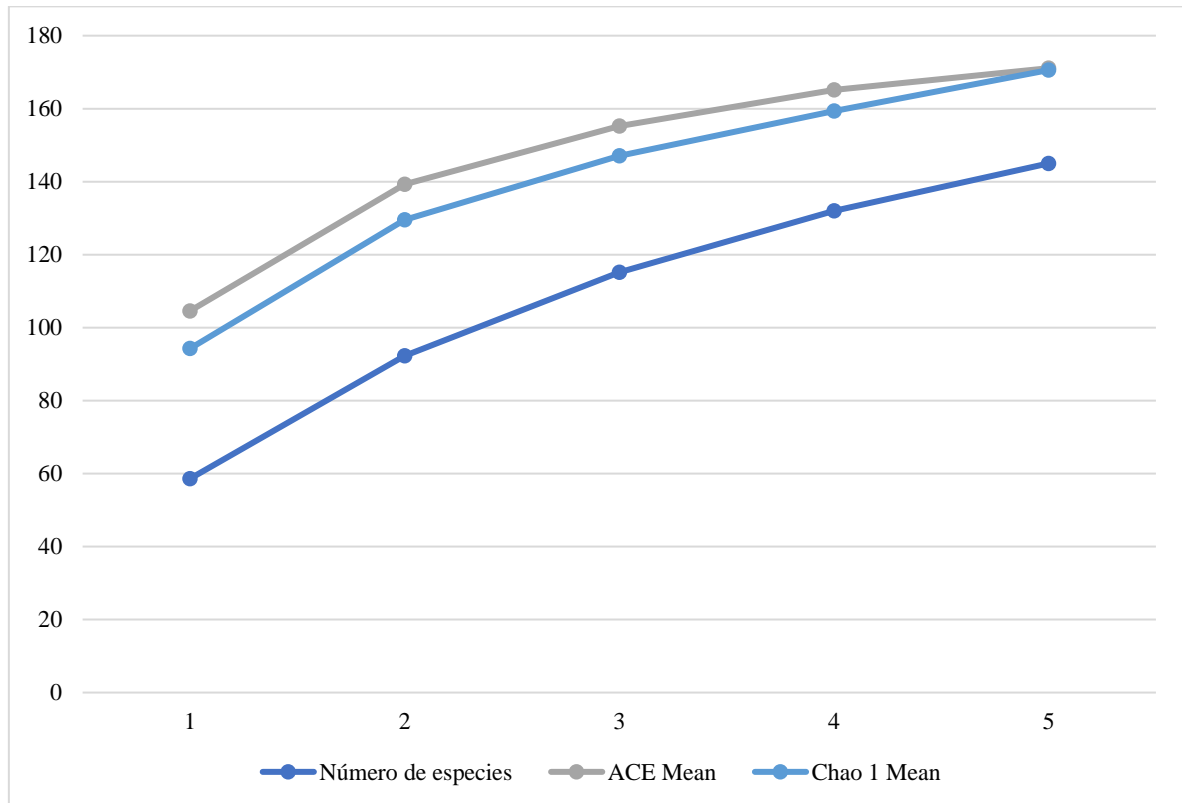


Figura 12. Gráfica de la curva de acumulación de especies de la dársena de Puerto Quetzal

6. Discusión de resultados

La dársena de Puerto Quetzal es monitoreada semanalmente por los técnicos de la Sección de Oceanografía del Departamento de Obimar con los equipos de medición paramétrica que tienen a su disponibilidad. Los promedios de los parámetros ambientales en todos los puntos de muestreo no tienen diferencias significativas entre uno y otro, presentan valores similares en los distintos parámetros tomados a lo largo del área de estudio. En cuanto a las temperaturas a lo largo de la columna de agua los valores se encuentran entre los 28 a 30 °C en las transparencias entre 1.5 a 3 m, las salinidades entre 29.5 y 31 ppt a lo largo de las estaciones del año; los cuales son parámetros importantes para determinar el estado de las comunidades de invertebrados marinos bentónicos. Sin embargo, estos valores podrían cambiar debido a las condiciones climáticas y las estaciones del año, de la misma forma que pueden variar los sedimentos y las comunidades biológicas, ya que estas pueden verse modificadas significativamente por el vertido de efluentes, la contaminación y la actividad marítima industrial que se da en esta zona (Muniz et al., 2013).

Sin embargo, si bien las condiciones del agua no varían grandemente de un punto a otro, las condiciones y composición del sedimento marino de un punto a otro si varían en grandes medidas, pudiendo dar lugar a pequeños microhábitats que brindan condiciones diferentes a las especies que se establecen y permanecen en los distintos puntos. Se considera que el material orgánico particulado, sea de origen natural o antrópico se precipita a partir de la columna de agua en la forma de partículas de diferentes tamaños. Por lo tanto, afecta las condiciones hidrodinámicas y esto se encuentra estrechamente relacionado con la composición granulométrica de los sedimentos (Bordovskiy, 1965); siendo estas algunas de las razones que dan pauta a la diferencia significativa en la riqueza de especies encontradas en la zona de estudio.

En general, los autores se refieren a los microhábitats en escala de paisaje, tales como pequeñas zonas de un ecosistema que cuentan con características en una escala fina y específica de la vegetación y la fauna siendo distintiva de sus alrededores por lo que condiciona la presencia de ciertas especies en el lugar (Block & Brennan, 1993); por lo que en el área de estudio pueden establecerse cuatro tipos de microhábitats:

1. El microhábitat de los puntos de “Boya de Recalda” y “Canal de Acceso”, el sedimento se clasificó con una composición de limo y arena fina, encontrando en su mayoría organismos como moluscos bivalvos y poliquetos marinos.
2. El punto de “Boya D”, el sedimento se clasificó con una composición de limo, arena fina y alta carga de materia orgánica (Hojarascas-fango), por lo que mostró una mayor composición faunística de crustaceos decápodos (cangrejos) y moluscos bivalvos.
3. El punto de la “Dársena central” se clasificó con una composición de arena fina y media, mostando una mayor composición faunística de moluscos bivalvos y gasterópodos, aunque también puede decirse que es el punto donde se encontró la mayor cantidad de equinodermos de la clase Ophiuroidea.
4. El punto de “Muelle TCQ” se clasificó con una composición de arena gruesa y grava, por lo que su composición faunística muestra una mayor cantidad de moluscos gasterópodos que en cualquiera de los otros puntos.

6.1 Representatividad en la composición de la fauna béntica de la dársena de Puerto Quetzal:

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación muestran que se contabilizaron 144 especies de las cuales se distribuyen de la siguiente manera: una esponja calcárea, 18 especies de poliquetos, una especie de escafópodo, 55 especies de bivalvos, 55 especies de gasterópodos, una especie de anfípodo, siete especies de decápodos, dos especies de isópodos, una especie de estomatópodo, una especie de ostrácodo y dos especies de ofiuras. Los cuales según las abundancias se distribuyen en la grafica expuesta en la figura 15. Algunos de los poliquetos encontrados no pudieron ser clasificados debido a que perdieron algunos caracteres diagnósticos comúnmente utilizados para la clasificación durante la recolección, transporte o manejo de los organismos, características de importancia tales como la parte anterior (prostomio), ojos u otra característica de la región cefálica (Bastida-Zavala, 2021).

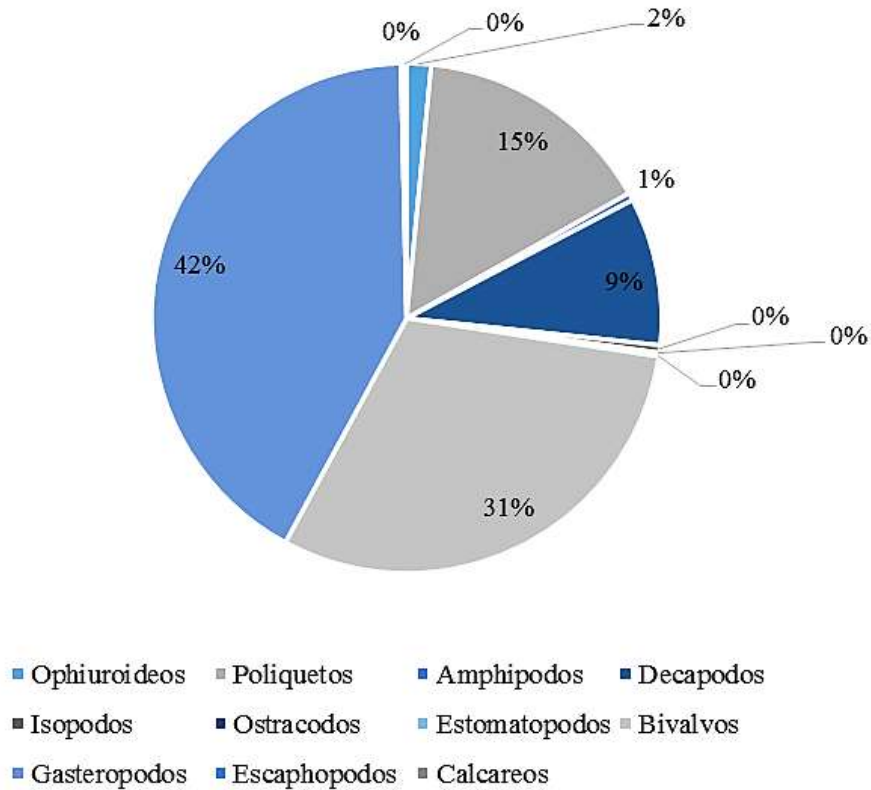


Figura 13. Distribución de las clases/ordenes de especies encontradas en la dársena de Puerto Quetzal.

Las especies que se encontraron en todos los puntos de muestreo a lo largo del estudio fueron: el equinodermo *Ophiocoma sp.* (L. Agassiz, 1835), los bivalvos *Trigoniocardia obovalis* (Sowerby, 1833) y *Macoma nasuta* (Conrad, 1837) y los gasterópodos *Costoanachis avara* (Say, 1822), *Costoanachis sparsa* (Reeve, 1859) y *Nassarius complanatus* (Powys, 1835).

Los resultados de la riqueza y abundancia muestran que el punto con mayor composición faunística es el punto conocido como “Muelle TCQ” el cual tiene 84 especies descritas y los mayores valores en cuanto al índice de Shannon con un valor de 3.769, lo que indica que tiene altos niveles en cuanto a diversidad de especies. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total (Pila, 2006); y por último el indicador de dominancia, con un valor de 0.1953 indica que menor es la dominancia y mayor la diversidad en este sitio (Hernández et al., 2008).

El punto de la “Dársena central”, presenta los valores más altos en cuanto al índice de Simpson con un valor de 0.9665, lo que se puede interpretar como un valor alto de la diversidad y la equitatividad de las comunidades en el sitio de muestreo, que se confirma en los obtenidos en los índices obtenidos de la igualdad con un valor de 0.7433 y de equidad con un valor de 0.926, es decir, que el sitio de muestreo muestra uniformidad en las poblaciones de las especies encontradas (Hernández et al., 2008).

El valor más alto en cuanto a la dominancia se dio en el punto conocido como “Boya D” con un valor de 0.1621, lo que indica que se debe tomar en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001); por lo que es probable que haya una especie que es más numerosa o tiene mayor biomasa que sus competidores en su comunidad ecológica, que basado en los datos obtenidos durante la investigación el número de especies dominante en este sitio fueron los decápodos de las familias Pinnotheridae (De Haan, 1833), Sesarmidae (Dana, 1851) y Xanthoidea (Macleay, 1838), sobre otras clases de organismos presentes.

A pesar que se describen cuatro microhábitats dentro de la dársena de Puerto Quetzal, el análisis de similaridad de Bray Curtis sugiere tres agrupaciones similares en cuanto a su composición faunística de especies: el Canal de Acceso y la Dársena Central son similares pudiendo deberse a la cercanía de estos dos sitios y las condiciones a las que se enfrentan, ya que este análisis puede se obtiene con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades biológicas (Salas et al., 2006); los sitios de la Boya de Recalada, Boya D y Muelle TCQ muestran diferencias en la composición faunística de cada uno de los sitios muestreados.

Los valores del número efectivo de especies radica en la importancia del número de especies efectivas que nos permitirán evaluar directamente la magnitud de cambio entre comunidades ya existentes (García-Morales et al., 2011), por lo que los valores obtenidos en los cinco sitios de muestreo sugieren que se podría estar perdiendo la riqueza de especies endémicas del lugar ya que en todos los sitios exceden los valores con una diferencia de entre 10 y 20 veces más diversidad de la que debería mostrarse en cada uno de los sitios según las abundancias relativas

obtenidas, pudiendo indicar pérdidas de hasta el 35% de especies endémicas. Estas pérdidas podrían deberse a la actividad industrial marítima y el ingreso de especies exóticas provenientes por las aguas de lastre y las bioincrustaciones de los cascos de los grandes buques mercantes que se establecen en la zona de estudio y pueden competir y desplazar a las especies endémicas.

La curva de acumulación de especies sugiere que el esfuerzo de muestreo utilizado no es suficiente para abarcar el total de todo el ecosistema que se muestra en la Dársena de Puerto Quetzal, debido a la amplitud del mismo, sin embargo, debe considerarse que la curva de acumulación de especies nos muestra la tasa a la que nuevas especies se encuentran, mas no la riqueza total (Londoño, 2012). Razón por la cual de seguir con futuros monitoreos de caracterización de especies para la generación de información biológica sobre el área de estudio deberían de incrementarse los puntos de muestreos sobre el área superficial de la dársena, las muestras recolectadas y la temporalidad del estudio realizado.

6.2 Comparación de los puntos de muestreo:

6.2.1 Boya de Recalada: este sitio es el punto que se encuentra en el límite perimetral de la dársena, es decir más cercano al mar abierto, por lo que sus índices indican que no hay especies dominantes en el sitio pues el valor de dominancia muestra un número de 0.03936, los de índices de Shannon (3.58) y Simpson (0.96) indican que es un lugar con alta diversidad, que supera 17 veces más el número de especies que deberían estar presentes en este sitio.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el sitio de estudio fueron: *Polinices* sp. (Montfort, 1810), *Nassarius wilsoni* (Adams, 1852) y *Terebra speciallata* (Hinds, 1844), todos gasterópodos marinos depredadores.

6.2.2 Canal de Acceso: este sitio es el punto más crítico para la permanencia de especies, puesto que es el punto de entrada de las embarcaciones mercantes y el punto que puede presentar más cambios en cuanto a sus parámetros físico-químicos y arrastre de sedimentos por la alta actividad de transición en este punto. Por lo que sus índices indican que no hay especies dominantes en el sitio pues el valor de dominancia muestra

un número de 0.04357 y un alto valor de equitatividad entre las comunidades de especies presentes, los de índices de Shannon (3.47) y Simpson (0.95) indican que es un lugar con alta diversidad, que supera 14 veces más el número de especies que deberían estar presentes en este sitio.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el sitio de estudio fueron: Serpulidae (Rafinesque, 1815), *Donax dentifer* (Linnaeus, 1758), *Carditamera affinis* (Sowerby, 1833), *Crepidula aculeta* (Gmelin, 1791), *Costoanachis avara* y *Nassarius wilsoni*.

- 6.2.3 Boya D: este sitio es el punto con menor actividad de transición y movimiento de embarcaciones, además es el punto en el cual existe gran cantidad de vegetación litoral, lo que aporta gran cantidad de materia orgánica en este sitio de muestreo, y muestra los valores más bajos en cuanto a transparencia del agua. Por lo que sus índices en este punto indican que sí hay especies dominantes en el sitio pues el valor de dominancia muestra un número de 0.1621 y los valores más bajos de equitatividad e igualdad entre las comunidades de especies presentes, los de índices de Shannon (2.7) y Simpson (0.83) indican que es un lugar con diversidad “normal”, que supera 12 veces más el número de especies que deberían estar presentes en este sitio.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el sitio de estudio fueron: Pinnotheridae, *Sesarma sp.*, *Amphidesma formosum* (Sowerby, 1833), *Macoma nasuta* y *Crepidula aculeata*.

- 6.2.4 Dársena central: este sitio es quien recibe la mayor cantidad de desechos provenientes de las embarcaciones mercantes por las maniobras de carga y descargas de diferentes tipos de mercancías que se realizan en los muelles, además de las maniobras de atraque y descargas de aguas de lastre. Por lo que sus índices en este punto indican que no hay especies dominantes en el sitio pues el valor de dominancia muestra un número de 0.03346 y además de equitatividad e igualdad entre las comunidades de especies presentes, los de índices de Shannon (3.71) y Simpson (0.96) indican que es un lugar

con altos valores de diversidad, que supera 14 veces más el número de especies que deberían estar presentes en este sitio.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el sitio de estudio fueron: *Xanthoidea*, *Ophicomella alexandri* (Lyman, 1860), *Macoma nasuta*, *Cerithidea* sp. (Swainson, 1840) y *Nassarius wilsoni*.

- 6.2.5 Muelle TCQ: este sitio al igual que el punto de la dársena central por su cercanía a los muelles, recibe la mayor cantidad de desechos provenientes de las embarcaciones mercantes por las maniobras de carga y descargas de diferentes tipos de mercancías que se realizan en los muelles, además de las maniobras de atraque y descargas de aguas de lastre; con la diferencia que el sedimento marino en este punto presenta arena gruesa y grava, así como su litoral rocoso. Por lo que sus índices en este punto indican que no hay especies dominantes en el sitio pues el valor de dominancia muestra un número de 0.05343 y además de equitatividad e igualdad entre las comunidades de especies presentes, los de índices de Shannon (3.77) y Simpson (0.95) indican que es un lugar con altos valores de diversidad, que supera 40 veces más el número de especies que deberían estar presentes en este sitio.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el sitio de estudio fueron: *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833), *Trigoniocardia obovalis*, *Felaniella cornea* (Reeve, 1850), *Polinices* sp., *Anachis moesta* (Adams, 1852), *Costoanachis avara*, *Olivella volutella* (Lamarck, 1811) y *Terebra speciallata*.

Es importante dar a conocer los bienes y servicios que el ecosistema de Puerto Quetzal proporciona por la naturaleza para las poblaciones humanas, ya que estas son básicamente mantenidas por procesos ecológicos de los ambientes marino-costeros. La alteración proporcionada a estos procesos puede llevar a la degradación de los ecosistemas y a la correspondiente disminución de la calidad de vida, con altos costos económicos y sociales (Levy et al., 2006; Turner, 2000). Los programas de caracterización, evaluación de impactos y

monitoreo ambiental deberían contribuir, también, para revertir este tipo de degradación que nos están dejando las actividades de la industria marítima, así como asegurar que la salud humana y la integridad de los ecosistemas y sus recursos no sean afectadas de una manera irreversible. Esto se lograría al proporcionar a los tomadores de decisión herramientas de gestión adecuadas, efectivas y amparadas por el mejor conocimiento científico existente. En este sentido, las evaluaciones de impacto y los programas de monitoreo deben ser vistos como los instrumentos básicos para determinar la naturaleza, magnitud, alcance espacial y distribución temporal de los impactos ambientales derivados de actividades humanas (Muniz et al., 2013).

De forma general, Guatemala no cuenta con planes de gestión, manejo y ordenamiento establecidos a través de dictámenes propios y legales para los litorales Atlántico y Pacífico del país, estas zonas se rigen mayormente por principios de regulación internacional de los mares los cuales se encuentran ratificados. Un ejemplo claro que podría servirnos de guía para el manejo y ordenamiento de la zona marino-costera de la dársena de Puerto Quetzal es la “*Ley General del Ambiente-Bien jurídicamente protegido 25.675*” establecida en el 2002 en Argentina, en donde se establecen los requisitos mínimos para la gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. De acuerdo con esta ley, la política ambiental debe establecer, por ejemplo, los procedimientos adecuados para prevenir riesgos ambientales y recomponer daños causados por la contaminación ambiental. Las autoridades son responsables de informar a la sociedad sobre el estado del ambiente y los posibles efectos que pueden provocar las actividades antrópicas que se están dando en el territorio nacional. El ordenamiento ambiental incluye una estructura de funcionamiento global del territorio de la Nación a través del Consejo Federal de Medioambiente -COFEMA- (Congreso Nacional de Argentina, 2003); es importante tener en cuenta que los convenios regionales son más efectivos para controlar y gestionar las zonas marino-costeras.

Manejar los recursos marinos es muy complejo debido a que se deben integrar diversos ámbitos como la biología, la ecología, todos los factores socioeconómicos de la zona, así como los factores institucionales; por esta razón debe considerarse que para la obtención de mejores resultados en zonas altamente intervenidas como la dársena de Puerto Quetzal, se debe

considerar la formación de alianzas para orientar los planes de acción a través del manejo con colaboración interinstitucional, es decir, con la participación y experiencia de diferentes entidades que puedan trabajar de forma conjunta y orientarse a buscar una solución a los problemas de manejo, gestión y ordenamiento que enfrenta el país a través de diversas estrategias de cooperación entre la comunidad, las instituciones y el estado. Iniciar a trabajar con un área pequeña como es Puerto Quetzal, es una buena forma de empezar a gestionar estas zonas ya que siendo a pequeña escala tiene mayores probabilidades de éxito y funcionalidad que pueda ser replicadas en otras zonas de importancia comercial a lo largo del litoral Pacífico de Guatemala.

7. Conclusiones

- Puede concluirse que la composición de la comunidad de invertebrados marinos bentónicos dentro de la dársena de Puerto Quetzal se refleja en 5 filos principalmente: Porífera, Annelida (Polychaeta), Mollusca, Arthropoda (Crustacea) y Echinodermata, correspondientes a 144 taxones que se distribuyen en siete clases, 33 órdenes, 70 familias y 118 especies. Basados en los resultados obtenidos de riqueza y abundancia de organismos, en todos los sitios de muestreo el filo Mollusca es el que tiene la mayor representatividad, lo que puede considerarse de gran importancia al ser estos organismos los que inciden en muchos niveles de la cadena trófica así como el influir en otros vectores para que otros invertebrados puedan concluir su ciclo de vida.
- En los cinco puntos de muestreo pueden observarse distintos patrones de distribución espacial ya que estos dependían de las condiciones del sustrato, corrientes y transporte de aguas que pueden condicionar los nutrientes y las condiciones de vida, esto se observa evidentemente en la abundancia y riqueza que muestra el canal de acceso en comparación con los otros puntos al ser el sitio mayormente intervenido por la actividad industrial, con mayores cambios de corrientes, transporte de aguas y contaminación al ser el punto de acceso y maniobras de las embarcaciones mercantes. En cuanto a los patrones temporales se observó una disminución en la abundancia de organismos y estimación de la densidad poblacional en los meses lluviosos de junio y julio en comparación con los meses secos de marzo, abril y mayo.
- Dentro de la dársena de Puerto Quetzal se encontraron cuatro diferentes microhábitats clasificados de acuerdo con las condiciones del sedimento que cada sitio que iban desde limo y arena fina (Boya de Recalada y Canal de acceso), hasta arena media (Dársena central), gruesa y grava (Muelle TCQ), así como una composición más orgánica de fango y hojarascas (Boya D); se observaron diferencias en la composición de las comunidades de invertebrados marinos bentónicos en relación con los microhábitats, ya que cada sitio provee una combinación de recursos (alimento, agua, cobertura) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, depredadores y competidores) diferentes que

promueven la ocupación por individuos de ciertas especies en específico y permite que éstos sobrevivan y concluyan sus ciclos de vida, estableciéndose en esos espacios y siendo parte de la permanencia de estos microhabitats que forman el ecosistema marino costero de la dársena de Puerto Quetzal..

- Algunas de las especies descritas durante el estudio que no estaban registradas para la zona del Pacífico guatemalteco, pueden ser provenientes de la amplia actividad industrial marítima que se realiza dentro de la dársena, por medio de las aguas de lastre y las bioincrustaciones de las embarcaciones mercantes. Actualmente en Guatemala no se cuentan con registros de información general o específica y actualizada, sobre la biodiversidad faunística de las comunidades de invertebrados bentónicos marinos que habitan en estas zonas y que podrían verse afectadas por las actividades portuarias e industriales del lugar, a pesar de ser una zona de mucha afluencia e importancia económica-comercial para el país, no pueden tomarse medidas de manejo o gestión si no se tiene la información de lo que está ocurriendo dentro del ecosistema y peor aún, si se desconocen los posibles problemas que se enfrentan en la zona.

8. Recomendaciones

- Es importante establecer patrones espacio-temporales del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua del área de la dársena de Puerto Quetzal, relacionados con las variables ambientales, ya que el Departamento de Obimar cuenta con una estación meteorológica que recolecta estos datos las 24 horas del día, así como equipo oceanográfico compuesto por boyas oceanográficas y sensores multiparamétricos.
- Generar este tipo de información biológica de la región, ayudaría a crear inventarios de especies para realizar comparaciones en los cambios que se pueden dar a lo largo del tiempo (sucesión ecológica), además de la creación de guías de identificación propias para el Pacífico guatemalteco las cuales no existen actualmente.
- Es necesario dar seguimiento a este tipo de estudios, más en zonas que son altamente intervenidas como lo es la dársena de Puerto Quetzal y debido a los resultados obtenidos en la curva de acumulación de especies, es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo en estos tipos de investigación, así como la temporalidad. Siendo esta caracterización un estudio que podría darse de forma anual para mantener actualizados los datos obtenidos.

9. Referencias bibliográficas

- Arévalo Martínez, R. (1945). Puerto de San José, Escuintla. Guatemala: Tipografía Nacional.
- Arrivillaga, A. (2003). *Diagnóstico del estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala*. En informe ambiental de Guatemala 2002 y bases para la evaluación sistemática del estado del ambiente, Guatemala: URL, pp. 5-59.
- Arrivillaga, A. (1984). *Zonación intertidal y secesión ecológica primaria sobre sustrato rocoso en el litoral marino del pacífico de Guatemala*. Revista Perspectiva Vol. 4:87-97pp.
- Bastida-Zavala, J.R. (2021) *Revisión Taxonómica de invertebrados marinos de la Dársena de Puerto Quetzal, Escuintla* [Entrevista]. México: Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos (LABSIM)-Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.
- Bastida-Zavala, J.R. (2012). *Serpula and Spiraserpula (Polychaeta, Serpulidae) from the Tropical Western Atlantic and Gulf of Guinea*. ZooKeys, vol. 198, 1-23 pp.
- Bastida-Zavala, J.R. & García-Madrigal, S. (2012). *First record in the Tropical Eastern Pacific of the exotic species Ficopomatus uschakovi (Polychaeta, Serpulidae)*. ZooKeys, vol. 238, 45-55 pp.
- Barraza, E. (2014). *Invertebrados marinos de El Salvador*. El Salvador, Centro América: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Barraza, J., Melara, V. & Picardo, A. (2021). *Poliquetos y otra fauna macrobentónica asociada de la franja intermareal rocosa de Mizata, La Libertad, El Salvador*. En Revista semestral Realidad y Reflexión, Vol. 132, 252-265 pp.
- Borja, A., Muxika, I., & Franco, J. (2003). *The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts*. Marine Pollution Bulletin vol. 46: 835–845 pp.
- Block, W.M. & L.A. Brennan. (1993). *The habitat concept in ornithology: Theory and applications* En: Power, D.M. (ed.). Current Ornithology, 11, Plenum Press, New York. 35–91 pp.
- Bordovskiy, O. (1965). *Accumulation of organic matter in bottom sediments*. Marine Geology Vol. 3: 33-82 pp.
- Congreso Nacional de Argentina. (2003). *Ley General del Ambiente*. [En Línea] Asociación Marval, O'Farrell y Mairal, Recuperado en febrero 12, 2022, de: <https://www.marval.com/publicacion/ley-general-del-ambiente4947#:~:text=La%20>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. (2009). *Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, The Nature Conservancy. Guatemala, p. 152.
- Comisión Portuaria Nacional. (2017). *Empresa Portuaria Quetzal* [en línea]. Recuperado septiembre 21, 2021, de <https://cpn.gob.gt/sistema-portuario/empresa-portuaria-quetzal/>



- Darrigran, G. Vilches, A., Legarralde, T. & Damborenea, G. (2007). *Guía para el estudio de macroinvertebrados: Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Buenos Aires, Argentina: Departamento Ciencias Exactas y Naturales; Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP. División Zoología Invertebrados; Museo de La Plata; Facultad Ciencias Naturales y Museo.
- Dauvin, JC. (2007). *Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus or debate for the future*. Marine Pollution Bulletin vol. 55: 271–281 pp.
- Dauvin, JC, Bellan, G, & Bellan-Santini, D. (2010). *Benthic indicators: from subjectivity to objectivity – where is the line?* Marine Pollution Bulletin vol. 60: 947–953 pp.
- Díaz, R., Solan, M., & Valente, R. (2004). *A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality*. Journal of Environmental Management vol. 73: 165–181pp.
- Empresa Portuaria Quetzal. (1997). *Boletín informativo de parámetros meteorológicos*. Guatemala, Sección de Oceanografía. 30 pp.
- Fisher, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter, K. & Niem, V. (1995) *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro-oriental Vol. I: Plantas y peces*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO-, 646 pp.
- García-Morales, R., Moreno, C. & Bello-Gutiérrez, J. (2011). *Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas*. THERYA, Vol. 2, 205-215 pp.
- Goodsell, P.J., Underwood, A.J., & Chapman, M.G. (2009). *Review: Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts*. Marine Pollution Bulletin vol. 58: 323–331 pp.
- Gollasch & S. Olenin. (2003). *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impact and management*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. 217-231pp.
- Gollasch S., M. David, M. Voigt, E. Dragsund, C. Hewitt y & Fukuyo. (2007). *Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments*. Harmful Algae vol. 6: 585-600.
- Hernández P., Giménez, M.A. & Gerez, R. (2008). *Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina*. Revista Quebracho, vol. 16, 20-31 pp.
- Holland American Line (2011). *In Port: Puerto Quetzal*. Puerto Quetzal Port Authority. Recuperado en junio 15, 2021, de: http://www.puerto-quetzal.com/php/main.php?idioma=_ENG
- Humara-Gil, K., Granja-Fernández, R., Montoya-Marqués, J. & López-Pérez A. (2021). *A morphological and morphometric approach to study Ophiuroidea (Echinodermata): Size changes of Ophiocomella alexandri*. Journal of Morphology, vol. 2021, 1-16 pp.



- INVEMAR, -Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis-. (2000). *Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM*. Editado por Juan Manuel Díaz Merlano y Diana Isabel Gómez López. Santa Marta: INVEMAR, FONADE, MMA. 80 p.
- INVEMAR-REDCAM -Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-. (2014). *Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia– SIAM*. [En Línea] INVEMAR. Recuperado en enero 13, 2021, de: <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>. 16/12/2014. Medcof J. C. 1975. *Living marine animals in a ships' ballast water*. Proc. Nat. Shellfish Association. Vol. 65: 54–55 pp.
- Intertek Group plc. (2020). *Industria Marítima*. [En Línea] Intertek Group, Recuperado en junio 06, 2021, de: <https://www.intertek.es/maritimo/>
- Jarquín-Martínez, U. & García-Madrigal, S. (2021). *New genus and four new species of anthuroid isopods (Crustacea: Peracarida) from southern Mexican Pacific*. ZooTaxa, vol. 5048, 31-57 pp.
- Jarquín-Martínez, U. & García-Madrigal, S. (2021). *Six new species of Anthuridae (Peracarida: Isopoda) from the southern Mexican Pacific*. European Journal of Taxonomy, vol. 760, 61-100 pp.
- Jiménez, J. & Cruz, R. (1994). *Guía de moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América central*. Costa Rica: Fundación UNA.
- León-González, J.; Bastida-Zavala, J.R.; Carrera-Parra, L.; García-Garza, M.; Salazar-Vallejo, S.; Solís-Weiss, V. & Tobar-Hernández, M. (2021). *Anélidos Marinos de México y América Tropical*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Levy J., Stauber J. & Jolley D. (2007). *Sensitivity of marine microalgae to copper: the effect of biotic factors on copper adsorption and toxicity*. Science of the Total Environment, vol. 387: 141–154 pp.
- Londoño, M. (2012). *Curvas de acumulación e índices de completitud*. [En Línea] Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado en enero 19, 2022, de: <https://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/02/CurvasAcumulacionIndicesCompleitud-MCL.pdf>
- Low-Pfeng, A. & Peters, E. (2012). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A. C., INESEMARNAT, México. 235 pp
- Martínez-Camilo, R., Martínez-Melendez, N. & Pérez-Farrera, M. (2017). *Colecciones biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*. Aportaciones al conocimiento de la diversidad biológica de Chiapas. Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Minton, M., Verling, E., Whitman, M. & Ruiz, G. (2005). *Reducing propagule supply and coastal invasions via ships: effects of emerging strategies*. *Frontiers in Ecology and the Environment* vol. 3: 304-308 pp.



- Montalvo, J.; I. García; E. Perigó y M. E. César (2005). *Calidad abiótico-ambiental de los cuerpos de agua interiores y los arrecifes coralinos del Archipiélago Sabana-Camagüey*. La Habana, Cuba: Informe Final del Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey (CUB/98/G32).
- Moriana, L. (2017). *Pérdida de la biodiversidad: causas y consecuencias*. [En Línea] Ecología Verde. Junio 02, 2021, de: <https://www.ecologiaverde.com/perdida-de-la-biodiversidad-causas-y-consecuencias-1094.html>
- Muniz, P.; da Cunha, L.; Venturini, N.; Elias R.; Vallarino, E.; Bremec C.; de Castro M.; Sandrini L. (2013). *Manual de Protocolos para Evaluar la Contaminación Marina por efluentes domésticos*. Uruguay: Universidad Federal de Paraná.
- ONU [Organización de las Naciones Unidas]. (1982). *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*. [En Línea] CONVEMAR. Recuperado en enero 12, 2021, de: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf
- Ortíz, M. & Jimeno, A. (2001). *Guía ilustrada para la identificación de las familias y los géneros de los anfípodos del suborden Gammaridea de la Península Ibérica*. En GRAELLSIA (3-93). Cuba: Universidad de La Habana.
- Pila, L. (2006). *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza*. Revista virtual SciELO, Vol. 31, 1-8 pp.
- Pelletier, M.C., Gold, A.J., Heltshe, F.J., & Buffum, H.W. (2010). *A method to identify estuarine macroinvertebrate pollution indicator species in the Virginian Biogeographic Province*. Ecological Indicators vol. 10: 1037-1048 pp.
- Perú LNG. (2009). *Programa de Monitoreo Marino*. Sistema de Gestión Ambiental, Social, de Salud y Seguridad Industrial (ESHS MS), vol. A01, 25-37pp.
- Pérez-Ramírez, S. (2006). *Informe final Ejercicio Profesional Supervisado desarrollado en el municipio de Puerto San José e iztapa en la aldea Buena Vista del departamento de Escuintla*. Universidad de San Carlos de Guatemala: Trabajo de Graduación de Licenciatura.
- Prado, L. (2007). *Sistema Guatemalteco de información sobre Biodiversidad (SGIB) Fase II: Moluscos – Proyecto FODECYT 22-04*. Guatemala: Museo de Historia Natural-MUSHNAT-.
- Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C, Cederwall, H., & Dimming, A. (2004). *Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin vol. 49: 728–739 pp.
- Ruellet, T., & Dauvin, J.C. (2007). *Benthic indicators: Analysis of the threshold values of ecological quality classifications for transitional waters*. Marine Pollution Bulletin vol. 54: 1707–1714 pp.



- Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patricio, J., Pérez-Ruzafa, A., & Marques, J.C. (2006). *User-friendly guide for using benthic ecological indicators in coastal and marine quality assessment*. Ocean & Coastal Management vol. 49: 308–331 pp.
- Salazar, S., González, N., & Schwindt, E. (2008). *Taxonomía de invertebrados marinos: necesidades en Latinoamérica*. INCI, vol. 33, 7-18 pp.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN]. (2011) *Plan de Desarrollo Integral del Litoral del Pacífico*. Dirección de Ordenamiento Territorial. Guatemala: SEGEPLAN/DOT.
- Simonetti & Dirzo. (2011). *Daño y pérdida de biodiversidad*. [En Línea] CEPAL. Recuperado Noviembre 02, 2019, de: <https://www.cepal.org/es/temas/biodiversidad/perdida-biodiversidad>
- The Nature Conservancy. (2019). *Invertebrados y especies invasoras*. [En Línea] Reef resilience network. Recuperado en junio 16, 2021, de: <https://reefresilience.org/es/stressors/invasive-species/invertebrates/>
- Turismo América Central. (2017). *Historia del Puerto de San José* [en línea]. Recuperado agosto 23, 2021, de <https://goo.gl/x6m9TH>
- Turner KR. 2000. *Integrating natural and socio-economic science in coastal management*. Journal of Marine Systems, vol 25: 447-460 pp.
- Unión Europea. (2013). *Macroinvertebrados marinos: indicadores y estudios ambientales*. [En Línea] Biosfera: consultoría ambiental. Recuperado Noviembre 02, 2019, de: <http://www.biosfera.es/macroinvertebrados-marinos-indicadores-y-estudios-ambientales/>
- Warwick, R.M., & Clarke, K.R. (1993). *Increased variability as a symptom of stress in marine communities*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology vol. 172: 215-226 pp.
- Wetzel, M.A, Leuchus, H., & Koop, J.H. (2005). *Preservation effects on wet weight, dry weight, and ash-free dry weight biomass estimates of our common estuarine macroinvertebrates: no difference between and formalin*. Helgoland Marine Research vol. 59: 206-213 pp.
- Young, D. y M. Young. (1982). *Macrobenthic invertebrates in bare sand and seagrass (Thalassia testudinum) at Carrie Bow Cay, Belize: Structure and communities*. Smithsonian Contribution for Marine Science. Vol. 12, pp. 115-126.
- Zieman, J. C. (1975). *Tropical sea grass ecosystems and pollution*. Tropical Marine Pollution. Amsterdam: Elsevier Publication Co. Bol. A64 63-74 pp.



10. Anexo

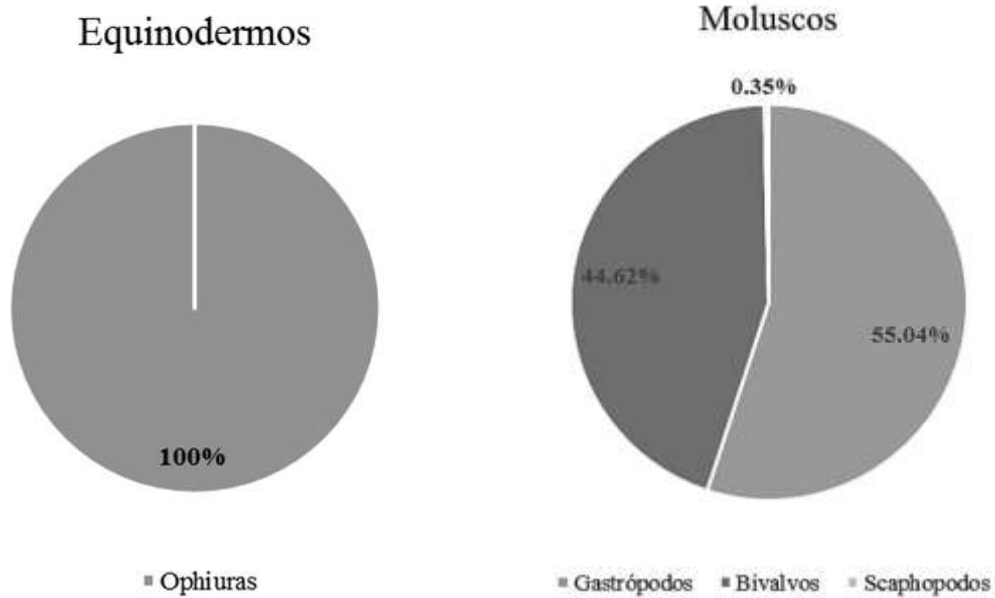
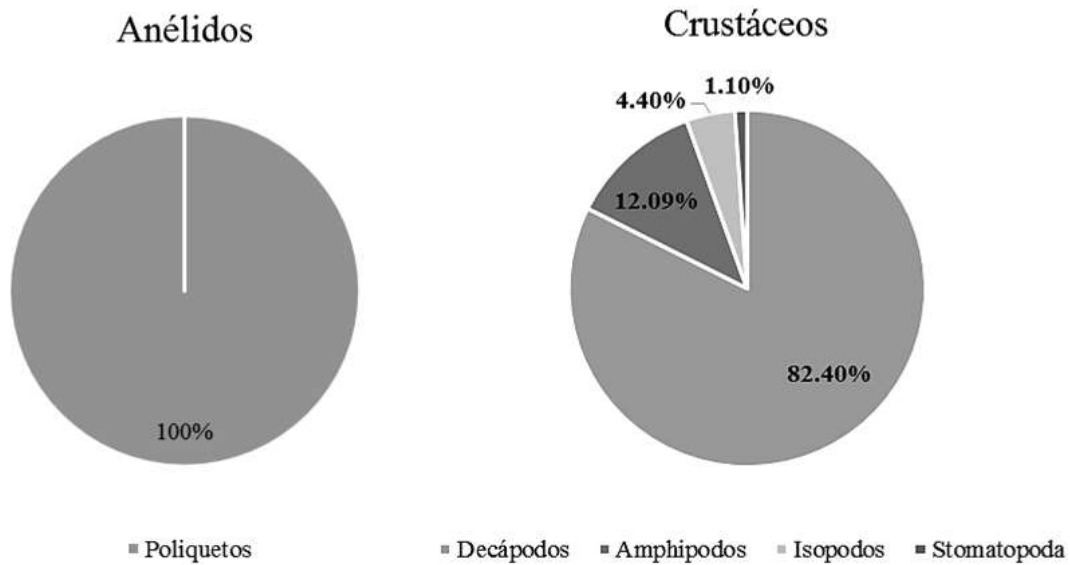
Anexo 1. Recolección de muestras de sedimento marino para colecta de invertebrados marinos bentónicos utilizando draga de Ponar.



Anexo 2. Toma de parámetros ambientales de los distintos puntos de muestreo de Puerto Quetzal.



Anexo 3. Porcentaje de clases por filos y subfilos de invertebrados marinos bentónicos



Anexo 4. Prueba de Friedman aplicada a la riqueza de especies de la Dársena de Puerto Quetzal

Prueba de Friedman

Canal de Acceso	Boya D	Boya de Recalada	Dársena central	Muelle TCQ	T ^s	p
2.33	1.92	3.50	2.83	4.42	3.34	0.0301

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.570

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
Boya D	11.50	1.92	6 A
Canal de Acceso	14.00	2.33	6 A B
Dársena central	17.00	2.83	6 A B C
Boya de Recalada	21.00	3.50	6 A B C
Muelle TCQ	26.50	4.42	6 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Anexo 5. Prueba de Friedman aplicada a la abundancia de especies de la Dársena de Puerto Quetzal

Prueba de Friedman




Boya de Recalada	Canal de Acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ	T ^s	p
2.17	2.25	2.92	2.83	4.83	4.49	0.0094






Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.008

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
Boya de Recalada	13.00	2.17	6 A
Canal de Acceso	13.50	2.25	6 A B
Dársena central	17.00	2.83	6 A B C
Boya D	17.50	2.92	6 A B C D
Muelle TCQ	29.00	4.83	6 E






Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)




Anexo 6. Listado de especies de invertebrados marinos bentónicos registrados en la dársena de Puerto Quetzal.





Listado de especies de invertebrados marinos bentónicos registrados en la dársena de Puerto Quetzal	
<p><i>Agaronia sp.</i> Filo: Mollusca Clase: Gastropoda Subclase: Caenogastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Olividae Género: Agaronia</p> <p>Conocidos como “caracoles de olivo”, también conocidos como cáscaras de olivo y aceitunas, pertenecientes a la familia Olividae, es una familia taxonómica de caracoles marinos depredadores de tamaños medianos a grandes con cáscaras ovales lisas, brillantes y alargadas.</p>	
<p><i>Agaronia testacea</i> Filo: Mollusca Clase: Gastropoda Subclase: Caenogastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Olividae Género: Agaronia</p> <p>Conocidos como “caracoles de olivo”, también conocidos como cáscaras de olivo y aceitunas, pertenecientes a la familia Olividae, es una familia taxonómica de caracoles marinos depredadores de tamaños medianos a grandes con cáscaras ovales lisas, brillantes y alargadas.</p>	
<p><i>Americoliva reticularis</i> Filo: Mollusca Clase: Gastropoda Subclase: Caenogastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Olividae Género: Agaronia</p> <p>Conocidos como “caracoles de olivo”, pertenecientes a la familia Olividae, es una familia taxonómica de caracoles marinos depredadores de tamaños medianos a grandes con cáscaras ovales lisas, brillantes y alargadas.</p>	

<p><i>Ampelisca sp.</i> Subclase: Crustacea Orden: Amphipoda Familia: Ampeliscidae Género: Ampelisca</p> <p>Es una especie cosmopolita, conocidos como “Pulgas de playa” son anfípodos marinos.</p>	
<p><i>Amphidesma formosum</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Tenillidae Género: Amphidesma</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas marinas”, se encuentra comúnmente en la costa occidental de América del Sur y a lo largo de las islas del Océano Pacífico sur.</p>	
<p><i>Anachis moesta</i> Clase: Gastropoda Subclase: Caenogastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Columbellidae</p> <p>Pertenecientes al género de caracoles marinos de la familia Columbellidae; conocidos comúnmente como “caracoles paloma”.</p>	
<p><i>Anadara multicostata</i> Clase: Bivalvia Subclase: Pteriomorpha Orden: Arcoida Familia: Arcidae</p> <p>Conocidas como “curiles o conchas de burro”, suelen ser muy explotadas activamente por pescadores artesanales en la costa pacífica de países neotropicales, desde México hasta Perú.</p>	
<p><i>Anadara perlabiata</i> Clase: Bivalvia Subclase: Pteriomorpha Orden: Arcoida Familia: Arcidae</p> <p>Conocidas como “curiles o conchas de burro”, suelen ser muy explotadas activamente por pescadores artesanales en la costa pacífica de países neotropicales, desde México hasta Perú.</p>	

<p><i>Anadara similis</i> Clase: Bivalvia Subclase: Pteriomorpha Orden: Arcoida Familia: Arcidae</p> <p>Conocidas como “curiles”, suelen ser muy explotadas activamente por pescadores artesanales en la costa pacífica de países neotropicales, desde México hasta Perú.</p>	
<p><i>Anadara tuberculosa</i> Clase: Bivalvia Subclase: Pteriomorpha Orden: Arcoida Familia: Arcidae</p> <p>Conocidas como “curiles o conchas de burro”, suelen ser muy explotadas activamente por pescadores artesanales en la costa pacífica de países neotropicales, desde México hasta Perú.</p>	
<p><i>Anthuridae</i> Subfilo: Crustacea Clase: Malacostraca Orden: Isopoda Suborden: Cymothoidea Infraorden: Anthuroidea</p> <p>El grupo se caracteriza por "una forma corporal cilíndrica y alargada, sin placas coxales dorsales, y con un exópodo uropodal unido al pedúnculo proximal y dorsalmente".</p>	
<p><i>Aspidosiphon sp.</i> Superclase: Sipuncula Clase: Phascolosomatidea Orden: Aspidosiphoniformes</p> <p>Conocidos comúnmente como “gusanos maní o gusanos cacahuete”, poliquetos marinos de fondos arenosos.</p>	
<p><i>Barbatia lurida</i> Clase: Bivalvia Subclase: Pteriomorpha Orden: Arcoida Familia: Arcidae</p> <p>Conocidas como “curiles”, suelen ser muy explotadas activamente por pescadores artesanales en la costa pacífica de países neotropicales, desde México hasta Perú.</p>	

<p><i>Brachidontes punctarenensis</i> Clase: Bivalvia Orden: Mytiloidea Familia: Mytilidae Género: Brachidontes</p> <p>Brachidontes es un género de moluscos bivalvos de la familia Mytilidae que habitan áreas rocosas del océano Pacífico. Conocido comúnmente como “Ostra del Pacífico u Ostra japonesa”.</p>	
<p><i>Buccinum humphreysianum</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Superfamilia: Buccinoidea Familia: Buccinidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “Humphrey's”, es una especie de caracol de mar, un molusco gasterópodo marino de la familia Buccinidae, los verdaderos búhos.</p>	
<p><i>Cadulus sp.</i> Clase: Scaphopoda Pedido: Gadílida Familia: Gadilidos Género: Cadulus</p> <p>Este gran género de pequeñas conchas de moluscos marinos conocidas como “colmillo de elefante” en la familia Gadilidae.</p>	
<p><i>Calcarea</i> Subreino: Parazoa Filo: Porifera Clase: Calcarea</p> <p>Son las únicas esponjas cuyo esqueleto mineral está compuesto por espículas de carbonato cálcico cristalizado en forma de calcita o aragonito. Se cree que son el grupo más primitivo de esponjas.</p>	
<p><i>Callinectes sp.</i> Subfilo: Crustacea Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Familia: Portunidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “Jaibas”, son crustáceos depredadores voraces.</p>	

<p><i>Calyptraea mammillaris</i> Clase: Gastropoda Orden: Littorinimorpha Familia: Calyptraeidae Género: Calyptraea</p> <p>Conocidos comúnmente como “Caracol gorro”, son un tipo de organismo marino, siendo tipos de especie con un manto con una importante cavidad para respirar y defecar, una rádula y un sistema nervioso.</p>	
<p><i>Carditamera affinis</i> Subclase: heterodoncia Orden: Cardiitida Superfamilia: carditoideos Familia: Cardiitidae Género: Carditamera</p> <p>Esta especie de bivalvo marino se encuentra distribuidos en el Océano Pacífico oriental desde California hasta Perú, habita normalmente áreas rocosas.</p>	
<p><i>Carditamera radiata</i> Subclase: heterodoncia Orden: Cardiitida Superfamilia: carditoideos Familia: Cardiitidae Género: Carditamera</p> <p>Esta especie de bivalvo marino se encuentra distribuidos en el Océano Pacífico oriental desde California hasta Perú, habita normalmente áreas rocosas.</p>	
<p><i>Cerithidea sp.</i> Subclase: Caenogastropoda Superfamilia: Cerithioidea Familia: Potamididae Género: Cerithidea</p> <p>Estos son un género de caracoles marinos de tamaño mediano conocidos como “caracoles de barro o caracoles cuerno”.</p>	
<p><i>Chaetopteridae</i> Clase: poliquetos Orden: Spionida</p> <p>Son una familia de gusanos poliquetos marinos que se alimentan por filtración y viven en tubos verticales o en forma de U en túneles enterrados en el sustrato sedimentario o duro de los ambientes marinos.</p>	

<p><i>Chione compta</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Veneridae Género: Chione</p> <p>Conocida comúnmente como “almeja roñosa o venus blanca”, distribuida a lo largo del Océano Pacífico.</p>	
<p><i>Chione subrugosa</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Veneridae Género: Chione</p> <p>Conocida comúnmente como “almeja” distribuida a lo largo del Océano Pacífico, puede ser de importancia comercial en algunas zonas.</p>	
<p><i>Chione undatella</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Veneridae Género: Chione</p> <p>Conocida comúnmente como “almeja roñosa”, distribuida a lo largo del Océano Pacífico, es de importancia comercial.</p>	
<p><i>Cirratulidae</i> Clase: poliqueta Subclase: Canalípalata Orden: terebellida Familia: Cirratulidae</p> <p>Son una familia de gusanos poliquetos marinos. Los miembros de la familia se encuentran en todo el mundo, en su mayoría viviendo en grietas de barro o rocas. La mayoría se alimentan de depósitos, pero algunos se alimentan de algas o se alimentan en suspensión.</p>	

Clanculus denticulatus

Clase: Gasterópodos
Subclase: vetigastropoda
Orden: Trochiida
Superfamilia: Trochoidea
Familia: Trochidae
Género: Clanculus

Conocido comúnmente como “Clanculus dentado”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Trochidae, los caracoles superiores.



Conus sp.

Clase: Gastropoda
Orden: Sorbeoconcha
Superfamilia: Conoidea
Familia: Conidae
Subfamilia: Coninae
Género: Conus

Conocidos comúnmente como “Conos”, estos caracoles marinos habitan en aguas de los océano Índico y Pacífico. Posee una neurotoxina más potente que el cianuro, una picadura de este molusco es capaz de causar la muerte,



Conus ximenes gray

Clase: Gastropoda
Orden: Sorbeoconcha
Superfamilia: Conoidea
Familia: Conidae
Subfamilia: Coninae
Género: Conus

Como todas las especies del género Conidae, estas caracolas son depredadoras y venenosas, pueden medir entre 20 mm y 61 mm.













Costoanachis avara






Clase: Gasterópodos
Orden: Neogastropoda
Superfamilia: Buccinoidea
Familia: Columbellidae
Género: Costoanachis



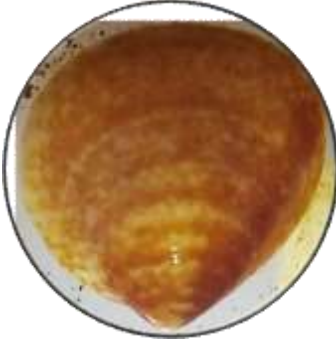

Conocida comúnmente como “concha de paloma”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Columbellidae, los caracoles paloma.













<p><i>Costoanachis nigricans</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Superfamilia: Buccinoidea Familia: Columbellidae Género: Costoanachis</p> <p>Conocida comúnmente como “concha de paloma”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Columbellidae, los caracoles paloma.</p>	
<p><i>Costoanachis sparsa</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Superfamilia: Buccinoidea Familia: Columbellidae Género: Costoanachis</p> <p>Conocida comúnmente como “concha de paloma”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Columbellidae, los caracoles paloma.</p>	
<p><i>Crassostrea corteziensis</i> Clase: Bivalvia Orden: Ostreoida Familia: Ostreidae Género: Crassostrea</p> <p>Conocida comúnmente como “Ostión del Pacífico u Ostra de Cortéz”, se distingue por presentar una concha de forma irregular y asimétrica, cuya cara exterior es áspera y oscura.</p>	
<p><i>Crepidula aculeata</i> Clase: Gasterópodos Orden: Littorinimorpha Familia: Calyptraeidae Género: Crepidula</p> <p>Conocidos como “caracoles zapatilla o caracoles sombrero”, habitan diversas profundidades y no alcanzan tamaños mayores a los 30mm.</p>	
<p><i>Crepidula onyx</i> Clase: Gasterópodos Orden: Littorinimorpha Familia: Calyptraeidae</p> <p>Conocidos como “caracoles zapatilla o caracoles sombrero”, habitan diversas profundidades y no alcanzan tamaños mayores a los 30mm.</p>	




<p><i>Cyrenoida sp.</i> Clase: bivalvia Orden: Venerida Familia: Cyrenoididae Género: Cirenoida</p> <p>Conocida como “almeja de pantano”, tienen una delgada concha casi traslucida, se distribuye a lo largo del Océano Pacífico.</p>	
<p><i>Donax asper</i> Clase: Bivalvia Subclase: Heterodonta Orden: Veneroida Familia: Donacidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas coquinas”, Habitan en la zona intermareal y del barrido del oleaje de las playas arenosas, en las costas tropicales y templadas de todo el mundo.</p>	
<p><i>Donax dentifer</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Donacidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas coquinas”, Habitan en la zona intermareal y del barrido del oleaje de las playas arenosas, en las costas tropicales y templadas de todo el mundo.</p>	
<p><i>Donax gracilis</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Donacidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas coquinas”, Habitan en la zona intermareal y del barrido del oleaje de las playas arenosas, en las costas tropicales y templadas de todo el mundo.</p>	
<p><i>Donax punctatostriatus</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Donacidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas coquinas, tellinas o chipis”, Habitan en la zona intermareal y del barrido del oleaje de las playas arenosas, en las costas tropicales y templadas de todo el mundo.</p>	

<p><i>Dorvilleidae</i> Clase: poliqueta Orden: Eunicida Familia: Dorvilleidae</p> <p>Son una familia de poliquetos perteneciente al orden Eunicida.</p>	
<p><i>Dosinia lupinus</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Dosinia</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas brillantes”, habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros.</p>	
<p><i>Dosinia sp.</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Dosinia</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas brillantes”, habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros. Estas conchas son blancas y redondeadas, con una escultura concéntrica de finas nervaduras.</p>	
<p><i>Eunicidae</i> Clase: Polychaeta Subclase: Aciculata Orden: Eunicida Familia: Eunicidae</p> <p>Son gusanos marinos poliquetos, muchos de los cuales alcanzan un tamaño considerable, son depredadores, algunos se alimentan de coral o son parásitos.</p>	
<p><i>Euspira sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Littorinimorpha Familia: Naticidae Género: Euspira</p> <p>Conocido comúnmente como “concha de collar grande”, es una especie de caracol marino depredador de tamaño</p>	






<p>mediano, un molusco gasterópodo marino de la familia Naticidae o los caracoles luna.</p>	
<p><i>Felaniella cornea</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Ungulinidae Género: <i>Felaniella</i></p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas piedreras”, común en ambientes rocosos-arenosos. Se caracteriza por un manto delgado blanco-traslúcido, con diseño singular.</p>	
<p><i>Fissurella virescens</i> Clase: Gasterópodos Subclase: Vetigastropoda Familia: Fissurellidae Género: Fisurella</p> <p>Conocido comúnmente como “lapa ojo de cerradura o lapas hendidas”, es una especie de caracol marino de tamaño entre 12 mm y 30 mm</p>	
<p><i>Glycymeris glycymeris</i> Clase: Bivalvia Orden: Arcida Familia: Glycymerididae Género: Glycymeris</p> <p>Su tamaño varía de medio a grande. Estas almejas son facultativamente móviles colgantes, se han generalizado en los fondos marinos poco profundos con sedimentos de grano heterogéneo.</p>	
<p><i>Glycymeris maculata</i> Clase: Bivalvia Orden: Arcida Familia: Glycymerididae Género: Glycymeris</p> <p>Su tamaño varía de medio a grande. Estas almejas son facultativamente móviles colgantes, se han generalizado en los fondos marinos poco profundos con sedimentos de grano heterogéneo.</p>	






<p><i>Goniadidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Phyllodocida Son poliquetos en su mayoría son bentónicos activos que se mueven sobre la superficie o se entierran en sedimentos, o bien viven en grietas del lecho rocoso. Algunos construyen tubos en los que viven y otros son pelágicos, nadando a través de la columna de agua.</p>	
<p><i>Gymnobela sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Raphitomidae Género: Gimnobela Una concha bicónica de hasta 23 mm de altura con 6 o 7 verticilos con hombros. Su diámetro es de 10 mm. De color beige con manchas parduscas.</p>	
<p><i>Hastula aciculina</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae Género: Hastula Conocidos como “caracoles de barrena”, pertenecientes a la familia Terebridae.</p>	
<p><i>Hastula brazieri</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae Género: Hastula Conocidos como “caracoles de barrena”, pertenecientes a la familia Terebridae.</p>	
<p><i>Kurtziella sp.</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Columbellidae Género: Kurtziella El género de Kurtziella se distribuye desde el golfo de California, en México hasta La Libertad, en Ecuador. Habita en fondos marinos rocosos y arenosos.</p>	

<p><i>Laevicardium elatum</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Cardiidae Género: Laevicardium</p> <p>Conocido comúnmente como “Berbechos”, es una especie de almeja de agua salada, distribuida desde el sur de California hasta Panamá.</p>	
<p><i>Littoraria aberrans</i> Clase: Gasterópodos Orden: Littorinimorpha Familia: Littorinidae Género: Littoraria</p> <p>Conocido comúnmente como “bígaros”, habita en fondos rocosos-arenosos.</p>	
<p><i>Lumbrineridae</i> Clase: poliqueta Orden: Eunicida Familia: Lumbrineridae</p> <p>Son una familia de poliquetos perteneciente al orden Eunicida.</p>	
<p><i>Macoma nasuta</i> Clase: bivalvia Orden: cardiida Familia: Telinidae Género: Macoma</p> <p>Conocida comúnmente como “Almeja de nariz”, se encuentra a lo largo de la costa del Océano Pacífico. Se encuentra en arenas de 10 a 20 m de profundidad.</p>	
<p><i>Mactra fonsecana</i> Orden: Veneroida Familia: Mactridae Género: Mactra</p> <p>Esta especie habita en fondos arenosos a profundidades de entre 5 m y 30 m, son de tamaño mediano, comúnmente conocidos como “o almejas de pato”:</p>	

<p><i>Mactrellona alata</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Mactridae Género: Mactrellona</p> <p>Conocida como “almeja morro”, es una especie que habita comúnmente los fondos arenosos-rocosos.</p>	
<p><i>Mactrotoma nasuta</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroida Familia: Mactridae Conocida como “almeja”, es una especie que habita todo el océano Pacífico.</p>	
<p><i>Megapitaria aurentiaca</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Megapitaria</p> <p>Conocida como “almeja chocolate, roja o reina”, se distribuye en las islas y parte del Océano Pacífico, vive en fondos arenosos-rocosos.</p>	
<p><i>Mithracidae</i> Subfilo: Crustacea Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Familia: Mithracidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “cangrejos araña”, se consideran omnívoros porque pueden alimentarse de algas, detritus y otros organismos.</p>	
<p><i>Mitrella albuginosa</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Columbellidae Género: Mitrella</p> <p>Conocidos como “Caracol paloma”, es una especie carnívora, que habita en la zona intermareal y debajo de rocas. Distribuida desde Baja California hasta Panamá.</p>	

<p><i>Mohnia daphnelloides</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Buccinidae Género: Mohnia</p> <p>Esta especie de distribuye a lo largo del océano Pacífico, habita fondos arenosos-rocosos y es un caracol marino depredador.</p>	
<p><i>Monodacna caspia</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroidea Familia: Cardiidae Género: Monodacna</p> <p>Conocidos como “beberechos” son almejas de importancia comercial para la pesca, este género se encuentra distribuido en varias zonas del Océano Pacífico.</p>	
<p><i>Mulinia pallida</i> Clase: Bivalvia Orden: Veneroidea Familia: Mactridae Género: Mulinia</p> <p>Conocida como “almeja”, es una especie que habita todo el océano Pacífico.</p>	
<p><i>Mytella guyanensis</i> Clase: Bivalvia Pedido: Mitilida Familia: Mitilidae</p> <p>Conocidos como los “Mejillones” esta especie se distribuye desde México hasta América del Sur, alcanzando longitudes de hasta 6 cm.</p>	
<p><i>Mytella strigata</i> Clase: Bivalvia Pedido: Mitilida Familia: Mitilidae</p> <p>Conocidos como los “Mejillones” esta especie se distribuye desde México hasta América del Sur, alcanzando longitudes de hasta 6 cm.</p>	

<p><i>Nassarius complanatus</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Nassariidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles de barro”, es un género de caracoles marinos de tamaño diminuto a mediano, usualmente son carroñeros.</p>	
<p><i>Nassarius versicolor</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Nassariidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles de barro”, es un género de caracoles de tamaño diminuto a mediano.</p>	
<p><i>Nassarius wilsoni</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Nassariidae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles de barro”, es un género de caracoles de tamaño diminuto a mediano.</p>	
<p><i>Nephtyidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Phyllodocida Familia: Nephtyidae</p> <p>Son poliquetos pálidos, claramente segmentados, son depredadores activos, pueden excavar relativamente rápido a través de sedimentos arenosos. También pueden nadar con movimientos sinuosos.</p>	
<p><i>Odostomia sp.</i> Clase: Gastropoda Familia: Pyramidellidae Género: Odostomia</p> <p>Es el género con más especies de caracoles, es común en todos los océanos desde los trópicos hasta las regiones polares. Es conocida sobre todo en zonas costeras y playas de arena, y es menos común en las profundidades.</p>	

<p><i>Oliva albozonata</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Olividae</p> <p>Conocidos comúnmente como “aceitunas u olivas”, caracoles marinos depredadores medianos a grandes con conchas lisas, brillantes y alargadas de forma ovalada. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Oliva amethystina</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Olividae</p> <p>Conocidos comúnmente como “aceitunas u olivas”, caracoles marinos depredadores medianos a grandes con conchas lisas, brillantes y alargadas de forma ovalada. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Oliva julieta</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Olividae</p> <p>Conocidos comúnmente como “aceitunas u olivas”, caracoles marinos depredadores medianos a grandes con conchas lisas, brillantes y alargadas de forma ovalada. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Olivella reticularis</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Olividae</p> <p>Conocidos comúnmente como “aceitunas u olivas”, caracoles marinos depredadores medianos a grandes con conchas lisas, brillantes y alargadas de forma ovalada. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Olivella volutella</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Olividae</p> <p>Conocidos comúnmente como “aceitunas u olivas”, caracoles marinos depredadores medianos a grandes con conchas lisas, brillantes y alargadas de forma ovalada. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	

Onuphidae

Clase: Polychaeta

Orden: Eunicida

Familia: Onuphidae

Pueden vivir semisumergidos en el sustrato, pero otros llevan sus tubos. Los tubos, delgados y apergaminados, están formados por pedacitos de concha y arena, con restos de plantas, pegados con mucosidad. Son todos carroñeros omnívoros, alimentándose de restos animales y vegetales.



Opheliidae

Clase: Polychaeta

Subclase: Scolecida

Familia: Opheliidae

Es una familia de pequeños gusanos anélidos, comunes en playas de arena.



Ophicoma sp.

Clase: Ophiuroidea

Familia: Ophiocomidae

Género: Ophicoma

Son conocidas por su forma única de alimentarse de una película superficial, usando sus brazos para barrer la superficie del mar y atrapar comida. Estas estrellas tienen la capacidad de reproducirse durante todo el año y se sabe que tienen relaciones simbióticas.



Ophicomella alexandri

Clase: Ophiuroidea






Orden: Ophiacanthida






Familia: Ophiocomidae





Género: Ophicomella


Conocidas como “estrellas quebradizas espinosas”, vive desde la zona intermareal hasta una profundidad de 70 m. Es bentónico, prefiriendo los fondos rocosos y los arrecifes de coral. Se distribuye desde Océano Pacífico oriental desde el sur de California hasta Colombia








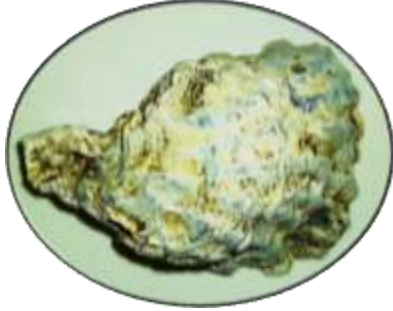




<p><i>Osachila sp.</i> Clase: Malacostraca Orden: Decápoda Familia: Aethridae</p> <p>Conocidos como “Cangrejos caja”, Estos cangrejos se alimentan de fito y nanoplancton, detritos y macrofauna, así como de moluscos, anélidos y foraminíferos. Se distribuyen de México hasta América del Sur.</p>	
<p><i>Ostracoda</i> Filo: Arthropoda Subfilo: Crustacea Clase: Ostracoda</p> <p>Son una clase de crustáceos de muy reducido tamaño, muchas veces microscópicos, para las especies que son bentónicas, un factor determinante para la distribución es el sustrato.</p>	
<p><i>Palaemonidae</i> Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Familia: Palaemonidae</p> <p>Son una familia de camarones que suelen vivir entre las rocas y fondos arenosos o cubiertos de vegetación, pueden poner huevos dos veces al año, cosa poco habitual en los decápodos.</p>	
<p><i>Parvachis albodonosa</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Columbellidae</p> <p>Conocida comúnmente como “concha de paloma”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Columbellidae.</p>	
<p><i>Patella mexicana</i> Clase: Gastropoda Familia: Patellidae Género: Patella</p> <p>Conocido como “Caracol lapa”, puede ser de uso comestible, habita comúnmente en lugares rocosos. Distribuida de Baja California a Centroamérica.</p>	

<p><i>Pecten sericeus</i> Clase: Bivalvia Orden: Pectinida Familia: Pectinidae Género: Pecten</p> <p>Se conocen comúnmente como “vieiras”, son filtradores. Viven en el mar, en fondos arenosos de hasta 100 m de profundidad, no muy lejos de la costa.</p>	
<p><i>Periglypta multicosata</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Periglypta</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de Venus”, son ampliamente explotadas para la comercialización. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros.</p>	
<p><i>Pilargidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Phyllodocida Familia: Pilargidae</p> <p>Gusanos marinos clasificados casi todos como exclusivamente depredadores, aunque algunas especies son clasificadas como omnívoros-carnívoros.</p>	
<p><i>Pinnotheridae</i> Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Infraorden: Brachyura Familia: Pinnotheridae</p> <p>Conocidos comúnmente como “Cangrejos chícharos”, Son pequeños cangrejos de cuerpo blando que viven en el manto de ciertos moluscos bivalvos como comensales o semiparásitos.</p>	
<p><i>Pirenella cingulata</i> Clase: Gasterópodos Orden: Caenogastropoda Familia: Potamididae Género: Pirenella</p>	

<p>Son caracoles marinos de tamaño pequeño a mediano, conocidos comúnmente como “caracoles de barro”. Distribuidos ampliamente en el Indo-Pacífico.</p>	
<p><i>Pitar callicomatus</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Pitar</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de Venus”, son ampliamente explotadas para la comercialización. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros.</p>	
<p><i>Pitar roseus</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Pitar</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de Venus espinosa”. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros.</p>	
<p><i>Pitar unicolor</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Pitar</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de Venus”. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal a profundidades de 55 metros.</p>	
<p><i>Pleurotomella sp.</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Raphitomidae Género: Pleurotomella</p> <p>Son caracoles marinos de tamaño pequeño a mediano, carnívoros. Distribuidos ampliamente en el Indo-Pacífico.</p>	

<p><i>Polinices sp.</i> Clase: Gastropoda Orden: Sorbeoconcha Familia: Naticidae Género: Polinices</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles luna”. Sus conchas son grandes y sólidas, normalmente de color blanco brillante y aspecto de porcelana. Se hallan en todo el mundo, principalmente en aguas cálidas.</p>	
<p><i>Polymesoda inflata</i> Clase: bivalvia Orden: Venerida Familia: Cyrenoididae Género: Polymesoda</p> <p>Conocida como “almeja de pantano”, tienen una delgada concha casi traslúcida, se distribuye a lo largo del Océano Pacífico.</p>	
<p><i>Polystira oxytropis</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Turridae Género: Polistira</p> <p>Caracoles marinos de tamaño mediano a grandes, presentes en el océano Indo-Pacífico.</p>	
<p><i>Polystira sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Turridae Género: Polistira</p> <p>Caracoles marinos de tamaño mediano a grandes, presentes en el océano Indo-Pacífico.</p>	
<p><i>Pristiterebra tuberculosa</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae Género: Pristiterebra</p> <p>Conocida comúnmente como “Barrena tuberculosa”, los tamaños de un caparazón adulto varía entre 30 mm y 73 mm. Se distribuye en el Océano Pacífico desde México hasta Ecuador.</p>	

<p><i>Proserpina sp.</i> Class: Gastropoda Orden: Neritimorpha Family: Proserpinidae Género: Proserpina</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles luna”. Sus conchas son grandes y sólidas, normalmente de color blanco brillante y aspecto de porcelana. Se hallan en todo el mundo, principalmente en aguas cálidas.</p>	
<p><i>Raeta undulata</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Anatinellidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de pantano”. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal de arena y fango.</p>	
<p><i>Ranellidae</i> Clase: Gastropoda Orden: Sorbeoconcha Familia: Ranellidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “Conchas tritón o tritones”, son caracoles marinos depredadores pequeños a muy grandes.</p>	
<p><i>Retifus virens</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Buccinidae Género: Retifusus</p> <p>Es el género con más especies de caracoles, es común en todos los océanos desde los trópicos. Es conocida sobre todo en zonas costeras y playas de arena.</p>	
<p><i>Sacella fastigata</i> Clase: Bivalvia Orden: Nuculanida Familia: Nuculanidae Género: Sacella</p> <p>Conocidad comúnmente como “campanas”. Este género se encuentran en todos los mares, desde aguas poco profundas hasta aguas profundas.</p>	

<p><i>Saccostrea palmula</i> Clase: Bivalvia Orden: Ostreida Familia: Ostreidae Género: Saccostrea</p> <p>Conocidas comúnmente como “Ostras roca”, habitan en la zona intermareal, se distribuyen a lo largo del océano Pacífico.</p>	
<p><i>Scalibregmidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Microcoryphia Familia: Scalibregmidae</p> <p>Son poliquetos pálidos, pueden excavar relativamente rápido a través de sedimentos arenosos.</p>	
<p><i>Serpulidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Canalipalpata Suborden: Sabellida Familia: Serpulidae</p> <p>Son gusanos anélidos sésiles de la clase Polychaeta que construyen tubos calcáreos en los que habitan.</p>	
<p><i>Sesarma sp.</i> Subfilo: Crustacea Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Familia: Sesarmidae Género: Sesarma</p> <p>Son cangrejos endémicos de las Américas, comúnmente habitan los manglares, por lo que se conocen comúnmente como “Cangrejos de pantano”.</p>	
<p><i>Sigalionidae</i> Clase: Polychaeta Orden: Phyllodocida Familia: Sigalionidae</p> <p>Gusano marino que habita los fondos arenosos, es carnívoro y depredador.</p>	

Solariella sp.

Clase: Gastropoda
Orden: Trochida
Familia: Solariellidae
Género: Solariella

Son caracoles marinos de tamaño pequeño a diminuto, clasificados como los caracoles superiores, los caracoles turbante y sus aliados.



Spionidae

Clase: Polychaeta
Orden: Spionida
Familia: Spionidae

Estos gusanos son alimentadores selectivos de depósitos que usan sus dos palpos ranurados para localizar presas. Sin embargo, algunos espionidos son capaces de alimentarse en la interfase, es decir, cambiar entre alimentación en depósito y en suspensión.



Spondylus princeps

Clase: Bivalvia
Orden: Ostreoida
Familia: Spondylidae
Género: Spondylus

Se caracteriza por su fuerte concha, sus espinas exteriores y su coloración que va desde el blanco hasta el púrpura intenso. Se aferra a sustratos rocosos y su músculo interno es por lo general comestible.









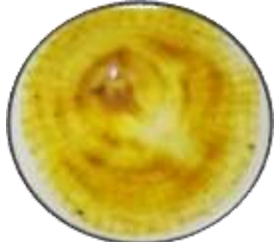



Squilla panamensis



Subfilo: Crustacea
Clase: Malacostraca
Orden: Stomatopoda
Familia: Squillidae

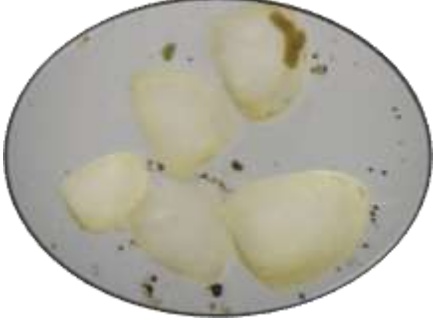




Conocido como “Camarón mantis”, se distribuye desde del Pacífico Mexicano a Panamá. Es un excavador que construye agujeros en forma de U en el sustrato suelto del fondo marino.



<p><i>Strombina sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Neogastropoda Familia: Columbellidae Género: Strombina</p> <p>Conocida comúnmente como “caracoles paloma”, es una especie de caracol marino, un molusco gasterópodo marino de la familia Columbellidae.</p>	
<p><i>Stromboli beebey</i> Clase: Gasterópodos Familia: Fissurellidae Género: Stromboli</p> <p>Conocidas comúnmente como “lapas ojo de cerradura o las lapas hendidas”, crecen hasta un tamaño de 40 mm.</p>	
<p><i>Sulcoretusa paziana</i> Clase: Gasterópodos Orden: Cephalaspidea Familia: Retusidae Género: Sulcoretusa</p> <p>Caracoles marinos depredadores diminutos a pequeños de conchas lisas, traslúcidas y brillantes. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Tagelus affinis</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Solecurtidae</p> <p>Consideradas “almejas” o “mejillones” por los pescadores artesanales, son bivalvos de agua salada distribuidos a lo largo del Océano Pacífico.</p>	
<p><i>Tagelus bourgeoisae hertlein</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Solecurtidae</p> <p>Consideradas “almejas” o “mejillones” por los pescadores artesanales, son bivalvos de agua salada distribuidos a lo largo del Océano Pacífico.</p>	

<p><i>Tagelus peruanus</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Solecurtidae</p> <p>Consideradas “almejas” o “mejillones” por los pescadores artesanales, son bivalvos de agua salada</p>	
<p><i>Tectura biradiata</i> Clase: Gastropoda Orden: Archaeogastropoda Familia: Lottiidae</p> <p>Conocido como “Caracol lapa”, puede ser de uso comestible, habita comúnmente en lugares rocosos.</p>	
<p><i>Tellina ecuatoriana</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Tellinidae</p> <p>Habitan profundos en sedimentos blandos y respiran usando largos sifones que llegan hasta la superficie.</p>	
<p><i>Tellina herleini</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Tellinidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas”. Habitan profundos en sedimentos blandos y respiran usando largos sifones que llegan hasta la superficie,</p>	
<p><i>Tellina rubescens</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Tellinidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas”. Habitan profundos en sedimentos blandos y respiran usando largos sifones que llegan hasta la superficie del sedimento.</p>	

<p><i>Tellina suffusa</i> Clase: Bivalvia Pedido: Cardiida Familia: Tellinidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas”. Habitan profundos en sedimentos blandos y respiran usando largos sifones que llegan hasta la superficie del sedimento.</p>	
<p><i>Temnoconcha cognata</i> <i>Tellina suffusa</i> Clase: Bivalvia Pedido: Cardiida Familia: Tellinidae</p> <p>Conocidas comúnmente como “almejas”. Habitan profundos en sedimentos blandos y respiran usando largos sifones que llegan hasta la superficie.</p>	
<p><i>Terebra balabancensis</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles barreno”, son gasterópodos marinos depredadores pequeños a grandes. Se distribuyen por los mares tropicales. Pueden contar con púa venenosa similar a la de los caracoles como para aturdir a sus presas.</p>	
<p><i>Terebra speciallata</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles barreno”, son gasterópodos marinos depredadores pequeños a grandes. Se distribuyen por los mares tropicales. Pueden contar con púa venenosa similar a la de los caracoles como para aturdir a sus presas.</p>	
<p><i>Terebra tristis</i> Clase: Gastropoda Orden: Neogastropoda Familia: Terebridae</p> <p>Conocidos comúnmente como “caracoles barreno”, son gasterópodos marinos depredadores pequeños a grandes. Se distribuyen por los mares tropicales.</p>	

<p><i>Tivela byronensis</i> Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: Tivela</p> <p>Conocidas comúnmente como “Almejas de Venus”, son ampliamente explotadas para la comercialización. Habitan en marismas y por debajo de la zona intermareal</p>	
<p><i>Trachycardium senticosum</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Cardiidae Género: Trachycardium</p> <p>Conocido comúnmente como “Berbechos”, es una especie de almeja de agua salada, distribuida desde el sur de California hasta Panamá.</p>	
<p><i>Tralia ovula</i> Clase: Gastropoda Orden: Ellobioida Familia: Ellobiidae</p> <p>En su mayoría son caracoles que viven en las marismas y hábitats marítimas similares, y por lo tanto tienen una tolerancia de condiciones salinas.</p>	
<p><i>Trigoniocardia obovalis</i> Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Cardiidae Género: Trigoniocardia</p> <p>Conocido comúnmente como “Berbechos”, es una especie de almeja de agua salada, distribuida desde el sur de California hasta Panamá.</p>	
<p><i>Turbonilla sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Pyramidelloida Familia: Pyramidellidae Género: Turbonilla</p> <p>Son caracoles marinos ectoparásitos, El caparazón semitranslúcido, generalmente delgado, de color blanco, más o menos alargado y tiene una forma cilíndrica.</p>	

<p><i>Undulostrea megodon</i> Clase: Bivalvia Orden: Ostreida Familia: Ostreidae Género: Saccostrea</p> <p>Conocidas comúnmente como “Ostras roca”, habitan en la zona intermareal, se distribuyen a lo largo del océano Pacífico.</p>	
<p><i>Valvifera</i> Subfilo: Crustacea Clase: Malacostraca Orden: Isopoda</p> <p>Los valvíferos se distinguen por los urópodos planos en forma de válvula que se articulan lateralmente. Algunas especies son omnívoras y sirven como carroñeros efectivos en la economía del mar.</p>	
<p><i>Vitrinella sp.</i> Clase: Gasterópodos Orden: Littorinimorpha Familia: Vitrinellidae Género: Vitrinella</p> <p>Son caracoles diminutos a pequeños de conchas lisas, translúcidas y brillantes. Comunes en los mares subtropicales y fondos arenosos.</p>	
<p><i>Xanthoidea</i> Clase: Malacostraca Orden: Decápoda Infraorden: Braquiura Superfamilia: Xanthoidea</p> <p>Conocidos comúnmente como “cangrejos gorilas, cangrejos de barro, cangrejos guijarros o cangrejos escombros”. Los cangrejos xántidos suelen tener colores brillantes y son muy venenosos, ya que contienen toxinas que no se destruyen con la cocción y para las que no se conoce ningún antídoto.</p>	

*Bastida-Zavala, J.R. (2021) *Revisión Taxonómica de invertebrados marinos de la Dársena de Puerto Quetzal, Escuintla* [Entrevista]. México: Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos (LABSIM)-Universidad del Mar, campus Puerto Ángel

Anexo 5. Listado de números de organismos encontrados por especie en los diferentes puntos de muestreo de la dársena de Puerto Quetzal (Base de datos cruda).

Taxas	Boya de recalada	Canal de acceso	Boya D	Dársena central	Muelle TCQ	Total
<i>Agaronia sp.</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Agaronia testacea</i>	0	0	2	0	2	4
<i>Americoliva reticularis</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Ampelisca sp.</i>	0	1	2	1	0	4
<i>Amphidesma formosum</i>	0	6	2	5	2	15
<i>Anachis moesta</i>	0	0	0	0	12	12
<i>Anadara multicostata</i>	1	0	0	1	4	6
<i>Anadara perlabiata</i>	2	0	0	0	1	3
<i>Anadara similis</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Anadara tuberculosa</i>	0	0	0	1	8	9
<i>Anthuridae</i>	0	0	0	3	0	3
<i>Arenicolidae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Aspidosiphon sp.</i>	0	0	3	1	1	5
<i>Barbatia lurida</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Buccinum humphreysianum</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Cadulus sp.</i>	0	0	0	1	1	2
<i>Calcarea</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Callinectes sp.</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Calyptraea mammillaris</i>	1	0	0	1	2	4
<i>Carditamera affinis</i>	0	4	0	0	2	6
<i>Carditamera radiata</i>	1	0	1	0	0	2

<i>Cerithidea sp.</i>	1	1	0	4	3	9
<i>Chaetopteridae</i>	9	1	0	5	0	15
<i>Chione compta</i>	1	1	1	0	2	5
<i>Chione subrugosa</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Chione undatella</i>	1	0	0	0	1	2
<i>Cirratulidae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Clanculus denticulatus</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Conus sp.</i>	1	0	0	0	3	4
<i>Conus ximenes gray</i>	0	3	0	0	0	3
<i>Costoanachis avara</i>	2	8	2	9	12	33
<i>Costoanachis nigricans</i>	0	0	0	2	1	3
<i>Costoanachis sparsa</i>	4	3	1	4	2	14
<i>Crassostrea corteziensis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Crepidula aculeata</i>	0	6	8	0	2	16
<i>Crepidula onyx</i>	0	0	4	0	0	4
<i>Cyrenoida sp.</i>	0	0	0	1	4	5
<i>Donax asper</i>	1	0	0	2	0	3
<i>Donax dentifer</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Donax gracilis</i>	0	1	0	0	1	2
<i>Donax punctatostriatus</i>	0	3	0	0	2	5
<i>Dorvilleidae</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Dosinia lupinus</i>	0	1	0	3	5	9
<i>Dosinia sp.</i>	1	1	4	1	0	7
<i>Eunicidae</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Euspira sp.</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Felaniella cornea</i>	2	0	4	2	14	22
<i>Fissurella virescens</i>	1	0	0	0	1	2

<i>Glycymeris glycymeris</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Glycymeris maculata</i>	0	0	1	0	2	3
<i>Goniadidae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Gymnobela sp.</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Hastula aciculina</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Hastula brazieri</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Kurtziella sp.</i>	4	2	0	2	3	11
<i>Laevicardium elatum</i>	2	1	1	0	0	4
<i>Littoraria aberrans</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Lumbrineridae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Macoma nasuta</i>	3	0	16	0	1	20
<i>Mactra fonsecana</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Mactrellona alata</i>	0	1	0	1	1	3
<i>Mactrotoma nasuta</i>	1	3	0	0	0	4
<i>Megapitaria aurentiaca</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Mithracidae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Mitrella albuginosa</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Mohnia daphnelloides</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Monodacna caspia</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Mulinia pallida</i>	0	0	0	1	1	2
<i>Mytella guyanensis</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Mytella strigata</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Nassarius complanatus</i>	7	5	2	2	5	21
<i>Nassarius versicolor</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Nassarius wilsoni</i>	12	9	0	4	8	33
<i>Nephtyidae</i>	0	0	0	0	2	2
<i>No identifiables</i>	9	13	3	12	17	54

<i>Odostomia sp.</i>	1	1	0	0	0	2
<i>Oliva albozonata</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Oliva amethystina</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Oliva julieta</i>	0	0	0	0	7	7
<i>Olivella reticularis</i>	0	0	0	2	0	2
<i>Olivella volutella</i>	0	0	0	0	65	65
<i>Onuphidae</i>	7	0	0	0	1	8
<i>Opheliidae</i>	0	0	0	1	2	3
<i>Ophicoma sp.</i>	1	3	3	4	1	12
<i>Ophicomella alexandri</i>	0	0	2	5	0	7
<i>Osachila sp.</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Ostracoda</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Palaemonidae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Parvachis albodonosa</i>	0	0	0	0	5	5
<i>Patella mexicana</i>	1	0	2	0	0	3
<i>Pecten sericeus</i>	2	1	1	0	0	4
<i>Periglypta multicostata</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Pilargidae</i>	0	0	0	2	1	3
<i>Pinnotheridae</i>	1	0	58	0	1	60
<i>Pirenella cingulata</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Pitar callicomatus</i>	0	0	0	1	3	4
<i>Pitar roseus</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Pitar unicolor</i>	0	1	0	1	2	4
<i>Pleurotomella sp.</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Polinices sp.</i>	5	0	2	0	6	13
<i>Polymesoda inflata</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Polystira oxytropis</i>	0	0	0	0	1	1

<i>Polystira sp.</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Pristiterebra tuberculosa</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Proserpina sp.</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Raeta undulata</i>	0	0	0	0	5	5
<i>Ranellidae</i>	0	0	2	0	0	2
<i>Retifus virens</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Saccella fastigata</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Saccostrea palmula</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Scallibregmidae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Serpulidae</i>	0	3	1	1	0	5
<i>Sesarma sp.</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Siboglinidae</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Sigalionidae</i>	1	0	0	4	0	5
<i>Solariella sp.</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Spionidae</i>	0	0	0	2	3	5
<i>Spondylus princeps</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Squilla panamensis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Strombina sp.</i>	2	0	0	1	2	5
<i>Stromboli beebei</i>	1	0	0	0	2	3
<i>Sulcoretusa paziana</i>	0	2	1	0	2	5
<i>Tagelus affinis</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Tagelus bourgeoisae hertlein</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Tagelus peruanus</i>	1	1	0	2	2	6
<i>Tectura biradiata</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina ecuatoriana</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Tellina herleini</i>	1	2	0	0	1	4
<i>Tellina rubescens</i>	4	3	0	3	5	15

<i>Tellina suffusa</i>	1	1	3	1	6	12
<i>Temnoconcha cognata</i>	1	0	3	0	0	4
<i>Terebra balabancensis</i>	1	0	0	2	0	3
<i>Terebra speciallata</i>	5	0	0	2	10	17
<i>Terebra tristis</i>	0	3	0	0	3	6
<i>Tivela byronensis</i>	0	0	0	0	5	5
<i>Trachycardium senticosum</i>	1	1	0	1	1	4
<i>Tralia ovula</i>	0	0	0	0	5	5
<i>Trigoniocardia obovalis</i>	3	3	2	1	11	20
<i>Turbonilla sp.</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Typhloscolecidae</i>	2	0	1	0	0	3
<i>Undulostrea megodon</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Valvifera</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Vitrinella sp.</i>	1	0	1	2	0	4
<i>Xanthoidea</i>	0	1	3	5	0	9
Total general	122	112	154	123	332	843