

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales

**Caracterización de artes de pesca abandonados, perdidos o
descartados en los Bajos de Atacames, Esmeraldas**

Kerly Rafaela Galeth Moreira

Biología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención
del título de Bióloga

Quito, 21 de Mayo de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Caracterización de artes de pesca abandonados, perdidos o
descartados en los Bajos de Atacames, Esmeraldas**

Kerly Rafaela Galeth Moreira

**Judith Denkinger, Ph.D.
Directora de Tesis**

**Javier Oña, MSc.
Codirector de Tesis**

Quito, 21 de Mayo de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Kerly Rafaela Galeth Moreira

Código: 00200379

Cédula de identidad: 1720909769

Lugar y fecha: Quito, 21 de mayo de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

A Judith Denkinger y Javier Oña por guiarme en el proceso de la elaboración de este trabajo. A Giovanna Jácome y al equipo de buceo por realizar las labores de campo y recolectar las muestras de redes.

A la USFQ y Universidad de Bremen por tener esta iniciativa para erradicar las ALDFG en las costas de Esmeraldas, siendo uno de los principales pasos para tener un control sobre las mismas. Al GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) y al DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) por proveer los fondos necesarios para esta, y demás, investigaciones relacionadas a los ALDFG en Ecuador.

A mi familia, especialmente, mis padres, que me apoyaron a lo largo de toda la carrera y siempre confiaron en mis sueños. A mi pareja, por ser mi soporte e impulsarme en todo momento. Y a mis amigos que fueron un pilar fundamental para mi formación como persona y profesional.

RESUMEN

Los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear) son una de las principales amenazas que atentan contra los ecosistemas marinos. Los mismos que pueden permanecer hasta 600 años atrapando, mutilando y matando especies marinas, y afectando el sustrato del fondo marino. En el Ecuador los artes pesqueros utilizados para la captura de especies objetivo varían en base a los ecosistemas y estructuras de fondo marino, siendo los artes de atarraya, trasmallo, estacada, cerco de playa, líneas de mano y palangres/espineles los que se usan en mayor proporción en la mayoría de las provincias costeras del país. Sin embargo, muy poco se conoce sobre la presencia de ALDFG e interacciones con la fauna marina en áreas de intensa actividad pesquera a lo largo de costa ecuatoriana. Los objetivos principales de este estudio fueron identificar y caracterizar los diferentes tipos de materiales de las ALDFG y documentar las interacciones que pueden tener con organismos bentónicos en los Bajos de Atacames, Esmeraldas. Para esto, se recolectaron muestras a través de buceos científicos en tres ecosistemas marinos (arrecifes rocosos, de coral y losas/grietas), en donde se clasificaron en base a la composición general de la red y especies u objetos adjuntos a la misma. Se obtuvieron un total de 32 muestras, de las cuales 17 fueron subdivididas en base a los tipos de materiales que las componían, lo que condujo a un análisis de 57 redes individuales. Se encontró que las redes están fabricadas por materiales como la poliamida, polipropileno y polietileno. Siendo los artes de trasmallo, red de enmalle y palangre/espinel fabricados por materiales de polietileno y poliamida las que se presentaron con mayor frecuencia a lo largo de los ecosistemas de arrecife rocoso y de coral. Además, se encontraron siete diferentes tipos de artefactos adjuntos a las redes, donde el 48% de los objetos correspondió a los pesos redondos, y se evidenció el enredamiento de moluscos de la familia Pteridae, Muricidae, Cypraeidae y Spondylidae e individuos del género *Pocillopora* spp. La caracterización permitió conocer más sobre los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados en los Bajos de Atacames, en donde se identificaron los ecosistemas más afectados y los artes de pesca con mayor índice de abandono. El presente trabajo de investigación sirve como línea base para los estudios de ALDFGs en las costas del Ecuador, y genera un preámbulo de cuáles son los artes pesqueros que más afectan los ecosistemas marinos, siendo el trabajo en conjunto con la comunidad local esencial para mitigar este problema.

Palabras clave: Bajos de Atacames, ALDFG, ecosistemas marinos, artes de pesca, caracterización, polietileno, poliamida, trasmallo.

ABSTRACT

Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) is one of the main threats to marine ecosystems. They can persist for up to 600 years trapping, mutilating and killing marine species, and affecting benthic communities. In Ecuador, the fishing gear used to catch target species varies according to the ecosystems and seafloor structures, the most commonly used gear in most of the country's coastal provinces are cast nets, trammel nets, beach fences, hand lines and longlines. However, little is known about the presence of ALDFG and interactions with marine fauna in areas of intense fishing activity along the Ecuadorian coast. The main objectives of this study were to identify and characterize the different types of ALDFG materials and to document interactions with benthic organisms in Bajos of Atacames, Esmeraldas. The study is based on samples collected during surveys in three marine ecosystems (rocky reefs, coral reefs and flagstone/creeks). The samples were classified based on the general composition of the network and species or objects attached to it. A total of 32 samples were obtained and, 17 samples were subdivided based on the types of material composition, resulting in an analysis of 57 individual nets. The nets are made of materials such as polyamide, polypropylene and polyethylene. Trammel, gillnet and longline/spinner gear made of polyethylene and polyamide materials were the most frequently encountered nets throughout the rocky and coral reef ecosystems. In addition, seven different types of artifacts were found attached to the nets with, 48% of the objects corresponding to round weights. In terms of marine fauna, mollusks of the families Pteridae, Muricidae, Cypraeidae and Spondylidae and individuals of the genus *Pocillopora* spp. were evidenced. The characterization allowed us to learn more about abandoned, lost or discarded fishing gear in Bajos of Atacames, where the most affected ecosystems and the fishing gear with the highest rate of abandonment were identified, as trammel nets. This research serves as a baseline for studies of ALDFGs off the coasts of Ecuador; and generates a preamble of fishing gears that most frequently affect marine ecosystems. Future studies in cooperation with local communities will help us to have greater control of the ecosystems most affected by ALDFG. This cooperation is essential to mitigate the problem of ALDFG in the Ecuadorian coasts.

Key words: Bajos of Atacames, ALDFG, marine ecosystems, fishing gear, characterization, polyethylene, polyamide, trammel net.

TABLA DE CONTENIDO

1. Justificación	¡Error! Marcador no definido.
2. Objetivos	15
3. Aproximación y enfoque	15
4. Métodos	16
Área de Estudio	16
Recolección de Datos	17
Análisis de Datos	18
1. Tipo de materiales de las redes	18
2. Diámetro del ojo de la red y grosor del tejido	18
3. Número de hebras	18
4. Tipo de construcción de la red en base a sus nudos	19
5. Tipo de tejido y giro de las hebras de los filamentos	19
6. Tipo de pesas u objetos adjuntos en las muestras	19
7. Especies enredadas en la red	20
5. Resultados	20
5.1 Tipo de materiales y artes pesqueros	20
5.2 Composición de los artes pesqueros	21
5.3 Especies enredadas o incrustadas	22
6. Discusión	23
7. Conclusión	26
8. Bibliografía	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de artes de pesqueros en cada uno de los ecosistemas identificados.	39
Tabla 2. Número de muestras individuales en base a su construcción por nudos, tipo de tejido y giro con respecto a los artes pesqueros encontrados.....	40
Tabla 3. Tamaños mínimos y máximos de ojos de red, grosor de tejidos y número de hebras por arte pesquero encontrados.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Artes de pesca retirada del área de estudio en los Bajos de Atacames, Esmeraldas. Mapa preparado por Javier Oña, Proyecto Redes Fantasma, DAAD 2021.	31
Figura 2. a) Diámetro del ojo de la red: La medición del diámetro del ojo de la red se lo mide diagonalmente de nudo a nudo, el cual determinará el tipo de especies que van a ser extraídas. b) Medición del grosor del hilo (Timers et al., 2005).	31
Figura 3. Número de hebras de redes multifilamento (Timers et al., 2005).....	32
Figura 4. Tipos de nudos de las construcciones de red.....	32
Figura 5. Giro Z y S de las hebras de las redes.....	33
Figura 6. Flotador (ejemplo de los aparejos adjuntos a las redes).	33
Figura 7. Especies de familia Spondylidae (Spondilus prínceps) enredados en redes.	33
Figura 8. Cantidad de materiales encontrados en los diferentes ecosistemas.....	34
Figura 9. Porcentaje de los objetos adjuntos a las redes muestreadas en Bajo Atacames, Esmeraldas.	34
Figura 10. Principales materiales de las redes recolectadas. (A) Polietileno (B) Poliamida (C) Polipropileno.....	35
Figura 11. Especies incrustadas en redes y objetos adjuntos a las redes. (A) Algas calcáreas en redes de monofilamento (poliamida) (B) Balanos (Familia Balanidae) y algas filamentosas en flotador. (C) Balanos (Familia Balanidae) en red de multifilamento (polietileno) (D) Alga incrustante en pesos (E) Algas filamentosas en redes de multifilamento (polietileno) y Balanos (Familia Balanidae) en flotador (F) Crecimiento de alga calcárea en redes de multifilamento (G) Crecimiento en pesos del coral azooxantelado Tubastraea sp.	36
Figura 12. Artefactos adjuntos a las redes muestreadas. (A) Giratorios o sacavueeltas (B) Pesos redondos (C) Peso rectangular (D) Flotador rectangular (E) Flotador ovalado (F) Flotador triangular (G) Anzuelos (H) Cuerdas atadas a la red.....	37
Figura 13. Especies enredadas en redes de monofilamento y multifilamento. (A)(C)(G)(I) Corales del género Pocillopora spp. (B)(D)(H)(J) Moluscos de la familia Muricidae (E) Molusco de la familia Pteridae (F) Molusco del género Spondylus sp. (Familia Spondylidae).	38

1. Introducción:

La pesca es un sector en desarrollo en el Ecuador, y al estar en una ubicación oceanográfica privilegiada se ha convertido en uno de los principales exportadores de productos pesqueros en América Latina, además, de ser el sustento de una gran cantidad de familias ecuatorianas y la base para la seguridad alimentaria (Sánchez et al., 2020). Hasta el 2015, se conocía que las actividades pesqueras aportaban anualmente en un 3% al PIB nacional y brindaban entre 80 000 – 100 000 puestos de trabajo (Scott-Jungbluth, 2015). Específicamente en la provincia de Esmeraldas, la pesca ha producido beneficios a nivel económico y social en la comunidad debido a la generación de empleos que parten desde la pesca y las mejoras en infraestructura y vías de acceso a la misma (Puente-Holguin y Marcillo-Murillo, 2012; Toala-Mazo, 2017). En esta provincia la pesca está estructurada principalmente por la pesca artesanal, misma que está caracterizada por el uso y manejo de artes pesqueros, como la red de enmalle o espinel, para la captura de especies marinas (Toala-Mazo, 2017).

A pesar de ser el sustento económico de muchas familias en las zonas costeras, la pesca artesanal se encuentra en crecimiento incontrolable y puede producir cambios drásticos en los ecosistemas marinos. Hoy en día los ecosistemas marinos enfrentan distintas amenazas antrópicas que atentan contra su persistencia alrededor del mundo. Por ejemplo, algunas de estas amenazas son, la contaminación marina, destrucción de hábitat y la sobreexplotación de los recursos pesqueros, las cuales son consideradas como las principales causas de extinción de la biodiversidad marina (Mancera-Pineda et al., 2013). En base a un estudio de Romero-Murillo (2013), la contaminación marina proviene del 12% de los buques pesqueros, el 10% por el vertimiento de desechos y el 1% de las actividades de la explotación de fondos marinos. Dentro de los vertimientos de desechos sólidos se encuentran los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados

(ALDFG), los cuales permanecen hasta 600 años en el océano atrapando, mutilando y matando especies marinas, incluyendo a tortugas, ballenas, tiburones, entre otros (Macfadyen et al., 2011). También se han registrado daños ecológicos por parte de los ALDFG sobre la fauna bentónica y el sustrato del fondo marino, donde las corrientes marinas arrastran las redes y destruyen organismos frágiles que los habitan. Además, también se produce la captura continua de especies objetivo y no objetivo, que pueden ocasionar daños socio-económicos, por ejemplo, reduciendo la abundancia de especies marinas comerciales (Macfadyen et al., 2011). Por su parte, también se han observado que estos aparejos provocan daños físicos en hábitats costeros y estructuras de arrecife (rocoso o de coral) teniendo como resultado incidencias directas e indirectas en los mismos (SOSRedes, 2015; FAO, 2018).

En el Ecuador las zonas costeras se conforman principalmente de ecosistemas marinos, ecosistemas costeros y ecosistemas de estuarios (Ministerio del Ambiente, 2015). Mientras que la estructura del fondo marino se compone por fondos blandos (canales de lodo) en un 64% y sustratos mixtos de arena, paredes de roca y rocas en un 36% (Oña et al., 2017). Siendo los fondos mixtos los que albergan una gran cantidad de especies de importancia comercial y biológica. Sin embargo, la persistencia de basuras marinas, incluyendo aparejos de pesca abandonadas, perdidos o descartados conducen a que muchas de estas especies se expongan a efectos letales por el atrapamiento o ingesta de las mismas (Rojo-Nieto y Montoto-Martínez, 2017).

En la provincia de Esmeraldas los pescadores utilizan principalmente, siete artes de pesca identificados como: atarraya, redes de enmalle, trasmallo, estacada, cerco de playa, líneas de mano, y palangres - espineles (Sosa-Cortez, 2011; Herrera et al., 2013). La atarraya es un arte de pesca de forma cónica el cual es operado cerca de la playa o desde la embarcación. En este arte, se anudan varios pesos en la parte inferior de la red y

se le aseguran tirantes para su funcionamiento adecuado (Herrera et al., 2013). Por su parte, las redes de enmalle es uno de los artes de pesca en forma rectangular, constituido por una sola pared de paño de malla de hilo fino y un mismo tamaño de ojo en toda la red. También tienen flotadores en la relinga superior y pesos en la inferior (Herrera et al., 2013). De igual forma, el trasmallo es un arte de pesca rectangular, el cual se considera una variedad de la red de enmalle solo que a diferencia esta se compone por varias paredes de paños de malla superpuestas y los ojos de la red centrales son de menor tamaño que los laterales (Herrera et al., 2013). Por otro lado, la estacada es un arte conformado por varios paños de malla en el que forman una sola pared. Las relingas están cruzadas por mallas laterales, las inferiores están aseguradas en el fondo, mientras que la superiores están atadas a estacas clavadas en sedimentos cercanos a las costas (Herrera et al., 2013). Por el contrario, el cerco de playa se constituye por una sola pared de paño de malla de hilo grueso, misma, que se conforma por diferentes secciones y las relingas superiores e inferiores son sujetos con flotadores y pesos, respectivamente (Herrera et al., 2013). Por su parte, la línea de mano es un arte constituido por una línea vertical principal en el que se atan una o varias líneas secundarias con anzuelos y carnadas en sus extremos. La longitud de este arte dependerá del lugar en donde se la utilice y lo que se desee capturar (Sosa-Cortez, 2011; Herrera et al., 2013). Finalmente, los palangres o espineles es un arte que se compone por una línea horizontal principal (línea madre) que posee boyas en cada uno de sus extremos. En este arte, se anudan uniformemente varias líneas secundarias, que al igual que en las líneas de mano, poseen anzuelos y carnadas en los extremos libres. Además, cada una de las líneas secundarias tienen un peso atado para lograr su hundimiento (Herrera et al., 2013).

Las redes comúnmente pueden estar fabricadas de materiales de multifilamento o monofilamento (Moriana-Jimenez, 2020). Hoy en día, uno de los materiales mayormente

utilizados en los diferentes artes de pesca son los de nylon monofilamento, ya que estas poseen poca visibilidad en los fondos marinos, lo que ayuda a la captura con mayor facilidad de especies comerciales (Moriana-Jimenez, 2020). Algunos de los artes de monofilamento son redes tradicionales de superficie, fondos, de enmalle, chinchorro, de arrastre o las redes mixtas o compuestas (Moriana-Jimenez, 2020). A pesar de esto, los artes pesqueros suelen componerse por varios tipos de materiales (mono o multifilamento) y la información sobre los mismos aún es limitada. Provocando que los registros de las ALDFG sean poco precisos y no cuenten con información relevante para su manejo, y aún menos sobre la interacción ecológica que pueden tener con organismos bentónicos. Ya que existen casos, como el de la Isla de Koh Tao donde organismos de coral hongo (*Danafungia scruposa*) y coral sol negro (*Tubastraea micranthus*) se asientan y crecen sobre materiales sintéticos (Valderrama-Ballesteros et al., 2018).

Algunas razones por las que se producen los ALDFG son debido al mal tiempo en el mar, piratería, daños previos en las redes o enredos con elementos del fondo marino los arrecifes de coral o rocosos (Thomas y Sandhya, 2019). No obstante, los ALDFG pueden ocurrir debido a descartes intencionales por parte de los pescadores y a causa de mal funcionamiento o defectos de la red (Macfadyen et al., 2011; Thomas y Sandhya, 2019). A pesar de que en la actualidad existen varios esfuerzos por parte de organizaciones como la WWF y Ghost Gear Initiative para erradicar este problema, la extracción y tratamiento de las mismas suele estar determinado en base a su composición, estado y ubicación en el sustrato marino (Moriana-Jimenez, 2020). Por lo tanto, esto suele representar un impacto económico alto para las empresas que trabajan en la extracción de los ALDFG. Es por eso que el trabajo en conjunto con comunidades pesqueras es de suma importancia para tener un buen tratamiento de las mismas y mitigar este problema que afecta a los ecosistemas marinos (World Animal Protection, 2018).

Actualmente, en Ecuador existe una iniciativa por parte del ECOLAP de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y la Universidad de Bremen en las costas de Esmeraldas, el cual se centra en preservar, gestionar de forma sostenible y restaurar los recursos marinos en zonas de arrecifes rocosos, esto, por medio de la investigación, economía sostenible y educación (ZMT, s.f). A raíz de este proyecto surgieron varias iniciativas de investigación, entre ellas el reciclaje de artes de pesca desechados, mismo que se enfoca en la recolección de redes para su caracterización y tratamiento con el fin de implementar una nueva economía para los sectores costeros y promover el reciclaje dentro de las empresas locales (ZMT, s.f).

2. Objetivos:

- Identificar, y caracterizar los diferentes tipos de materiales de las artes de pesca que han sido abandonados, perdidos o descartadas en los Bajos de Atacames, Esmeraldas.
- Documentar interacciones de organismos bentónicos en materiales de artes de pesca que han sido abandonados, perdidos o descartadas en los Bajos de Atacames, Esmeraldas.

3. Aproximación y enfoque:

El presente estudio tendrá una aproximación descriptiva y exploratoria de las muestras de redes retiradas en los Bajos de Atacames, provincia de Esmeraldas. Una de las principales bases para esta investigación, es obtener una línea base de los tipos de redes e interacciones de organismos bentónicos que encontramos en artes de pesca abandonados en arrecifes de coral y rocoso localizados al frente de la costa de Esmeraldas.

Esto nos permitirá tener un enfoque sobre la situación de los ALDFGs en la zona de estudio y mejorar procesos de extracción y tratamiento de artes de pesca desechadas para evitar que continúen afectando a las especies marinas.

4. Métodos:

Área de Estudio:

El área de estudio conocida como los “Bajos de Atacames” se encuentra ubicada específicamente en la costa norte del Ecuador, frente a la costa de Esmeraldas desde Punta Galera (N 0°49'10.15" , W 80°02'55.67") hasta el río Esmeraldas (N 0°59'54,1'';W 79°38'37,7'') (Oña et al., 2017). Este lugar posee una gran biodiversidad debido a sus diferentes propiedades oceanográficas, climáticas y físicas (Carrasco-Zuffi, 2009). El área de estudio se caracteriza por presentar tres principales ecosistemas marinos: arrecifes rocosos, ecosistemas de losas y grietas (terrazas) y arrecifes de coral (**Figura 1**). Los arrecifes rocosos se caracterizan por estar compuestos por rocas o piedras de diferentes tamaños, dispuestas de forma acumulada o dispersa. Este ecosistema se ubica entre los 15 – 20 metros de profundidad, con presencia de especies de gorgonias, esponjas y corales como la *Pavona* spp. (Denkinger et al, 2006). Por otra parte, los ecosistemas de losas y grietas (terrazas) consisten en plataformas rocosas continuas, planas o rugosas de 13 a 15 metros de profundidad, en donde, suelen crecer algunas especies de alga filamentosas, mismas que sirven como alimento para distintas especies de peces que habitan el lugar (Denkinger et al., 2006). Finalmente, los ecosistemas de arrecife de coral poseen sustratos rocosos con diferentes especies de algas, gorgonias e incrustaciones de coral, que en comparación con el Pacífico Oriental, tiene menor cantidad de especies de coral (Gynn, 2003). Este ecosistema se encuentra entre los 5 – 10 metros de profundidad, en donde, se

forman parches de coral del género *Pocillopora* spp. y *Pavona* spp. (Denkinger et al., 2006).

Recolección de Datos:

Tres buzos especializados realizaron dos inmersiones diarias entre las 8h00 y 12h00 pm por salida. Cada una de las inmersiones fue planificada entre las temporadas de estación seca (verano) de mayo – noviembre (2020) y en la estación húmeda (invierno) de diciembre – abril (2020 – 2021). Los días de buceo fueron realizados en condiciones de mar y del tiempo con vientos no superiores a 3 de la escala de Beaufort. Para cada sitio de muestreo se realizó una descripción del sitio y se registraron datos de temperatura, profundidad, posicionamiento geográfico y hora de inicio – fin de la inmersión.

Basados en el reporte técnico por Ko Gyi (2020), se determinó el nivel de intervención de los ALDFG en los sitios muestreados tal como arrecifes rocosos, arrecifes de coral, lajas y grietas (terrazas). El primer nivel se lo clasificó como poca o ninguna evidencia de redes fantasma. En el segundo nivel se conformó por restos de redes antiguas enganchadas en arrecifes rocosos o corales, en donde hubo poca cobertura de fondo rocoso y posee una probabilidad baja de enredos marinos. El tercer nivel se lo clasificó en base a enganches únicos o múltiples en los fondos arenosos con o sin pesca fantasma activa. Aquí se encontraron grandes coberturas de redes enredadas antiguas o recientes. Finalmente, el cuarto nivel se lo denomina como punto caliente (hotspot) ya que son los restos antiguos o grandes aparejos de pesca que poseen enganches en arrecifes de coral o incidentes de descarte que pueden provocar fracturas e incluso muertes de organismos sésiles provocados por enredos marinos (Informe técnico Proyecto Redes Fantasma, DAAD, 2021). Luego de retirar parcial o completamente los ALDFG de los lugares

visitados, se recolectaron muestras de las mismas en fundas ziploc, las cuales podían o no tener organismos bentónicos incrustados.

Análisis de Datos:

Para el análisis de las muestras de artes de pesca abandonadas, perdidas o descartadas, se tomaron en cuenta parámetros establecidos para la caracterización de materiales de redes de acuerdo a la guía del proyecto Global Ghost Gear Initiative (2018), y Timmers et al (2005). El detalle de los parámetros establecidos para la examinación visual de cada una de las muestras se describe a continuación:

1. Tipo de materiales de las redes:

Las redes fueron clasificadas en base al número de filamentos que poseían (monofilamento/multifilamento). Tomando en cuenta esto, si las redes eran de monofilamento con hilos de nylon por debajo de los 0,5 cm de grosor fueron clasificadas como redes de poliamida. Mientras que las redes de multifilamento que contaban con tres - cuatro hebras de tejido retorcido eran clasificadas como polietileno, y las que tenían mayor que cuatro hebras con tejidos trenzados o retorcidos se clasificaban como polipropileno. Además, existieron muestras que no se lograron identificar, por lo que se añadió una categoría de no identificadas (N/A)

2. Diámetro del ojo de la red y grosor del tejido:

Medición de nudo a nudo de un ojo de red principalmente predispuesto de paños de malla (**Figura 2a**). En cambio para determinar el ancho de piolas o sojas, se colocó una de las hebras de cada red en forma vertical y con una regla se midió, en milímetros, el ancho de la misma (**Figura 2b**).

3. Número de hebras:

Las redes de multifilamento pueden estar o no retorcidas, mientras que las de monofilamento posee solo una hebra que funciona como hilo único (CETMAR, 2009). Por lo tanto, para obtener el número de hebras de las redes de multifilamento se tomaron en cuenta el conjunto de fibras continuas que forman una sola hebra (**Figura 3**).

4. Tipo de construcción de la red en base a sus nudos:

Usualmente, las redes de materiales mono y multifilamento se disponen en paño de red, es decir, como el conjunto de mallas, hilos o tejidos que se encuentran unidas en serie dependiendo los diferentes tipos de nudos (Fiol-Ortiz, 2013). Los paños de red se clasifican, principalmente en dos categorías: con nudos y sin nudos (Fiol-Ortiz, 2013). Los paños con nudos se suelen tejer con nudos escoceses o nudos llanos, mismos que en base a su material pueden ser sencillos, dobles o triples. En cambio, los paños sin nudos son aquellos que únicamente se encuentran entretejidos (**Figura 4**) (Fiol-Ortiz, 2013).

5. Tipo de tejido y giro de las hebras de los filamentos:

Dentro del tipo de tejido podemos encontrar dos parámetros: redes retorcidas o trenzadas. Generalmente, los diferentes tipos de tejidos en las redes aportan más resistencia al arte de pesca, por lo que esta puede variar dependiendo de la capacidad de carga de la misma (Prado et al., 1988). Por otra parte, cuando los tejidos retorcidos suelen presentar torsiones diferentes en base a la dirección que se los tejió, por lo tanto, cuando es un giro a la izquierda es en tipo S y cuando es a la derecha es tipo Z (**Figura 5**) (Prado et al., 1988).

6. Tipo de pesas u objetos adjuntos en las muestras:

Los tipos de pesas u objetos encontrados en las muestras de redes determinados en base a sus características físicas. Por ejemplo, pesos o flotadores para cada una de las muestras fueron contadas (**Figura 6**).

7. Especies enredadas en la red:

Para poder identificar las especies enredadas en las muestras extraídas se utilizaron principalmente tres guías de identificación. Para corales se utilizó la “Guía Fotográfica de Corales y Octocorales” de Rivera y Martínez (2011). Mientras que para moluscos y crustáceos se utilizaron las guías de identificación de Carpenter, (2002) y Zuñiga-Romero, (2002) (**Figura 7**).

5. Resultados:

Se obtuvieron un total de 32 muestras, sin embargo para una caracterización técnica del material, 17 muestras de artes de pesca fueron subdivididas en base al tipo de fibras sintéticas identificadas en las muestras de las artes de pesca. Esto condujo a un análisis de 57 submuestras de materiales individuales, sin tomar en cuenta al arte pesquero al que se encontraban. Además, algunas de las muestras presentaban únicamente trozos pequeños de red, por lo que dificultó la identificación exacta del arte de pesca de acuerdo a los parámetros considerados en la investigación.

5.1 Tipo de materiales y artes pesqueros:

Entre las muestras analizadas encontramos redes hechas, principalmente, de materiales como poliamida, polipropileno y polietileno (**Figura 10**). Las redes de poliamida (nylon) se disponen en base a su construcción por nudos, mientras que las de polipropileno (hilo) y polietileno cuentan, en su mayoría, solo como trozos de red. No obstante, se encontró un trozo de red que se componía por poliéster, mismo que puede ser ajeno al arte de pesca (**Figura 8**).

También con ayuda de la descripción del material se identificaron siete artes de pesca entre las 32 muestras de redes recolectadas. Las mismas que estuvieron presentes de manera equitativa en los ecosistemas de arrecifes de coral y rocosos con doce muestras para cada uno. Mientras que en el ecosistema de grietas/losas se encontraron únicamente seis muestras, y adicionalmente dos muestras que no pertenecían a ninguno de los ecosistemas mencionados (otros puntos visitados con pescadores buzos para extracción de redes). Por otra parte, centrándonos en los artes pesqueros, se evidenció que el arte con mayor predominancia entre los ecosistemas fue el de trasmallo (N=20), seguido de las redes de enmalle (N=4) de las 32 muestras recolectadas, respectivamente (**Tabla 1**).

5.2 Composición de los artes pesqueros:

De las 57 submuestras individuales, 29 de las submuestras contaban construcciones a base de nudos, lo que permitió la medición de los tamaños de los ojos de la red. Los tamaños oscilaban entre los 6,5 y 9,5 cm (2,5” y 3,7” in), no obstante, se obtuvieron valores extremos de 2 y 17,5 cm (0,78” y 6,8” in) de ancho, los cuales pueden estar determinados por el tipo de presa que se quiere atrapar (**Tabla 2**). De igual forma, tomando en cuenta el grosor del tejido, la mayoría de las redes muestreadas poseen anchos entre los 0,5 – 10 mm (0,019” y 0,39” in) (Tabla 2). Por su parte, la construcción de nudos se basó en tres principales estilos: nudo simple, doble nudo y sin nudo. No obstante, existió una muestra que aun contaba con anzuelos, por lo que tuvo una construcción denominada “clinch” o barril, misma que se usa para redes de espinel/palangre (**Tabla 2**).

Por otra parte, de las 57 submuestras de redes analizadas, 20 eran de monofilamento, por lo que no poseían ningún tipo de tejido antes mencionado, y el número de hebras era uno. También de las redes restantes la mayoría poseía un tipo de

tejido retorcido (33 submuestras), las cuales variaban entre 3 – 4 hebras. Por otro lado, las redes con tejido trenzado variaron entre 8 – 14 hebras, de las cuales dos no fueron posibles determinar por el estado en el que se encontraban (**Tabla 3**). Por el contrario, al separar las muestras en base al giro de las hebras del filamento o fibra encontramos que cerca de la mitad de las submuestras no contaban con las especificaciones de este parámetro. En cambio, de las muestras que si contaban con giro de hebras se encontró que el 91% de las redes poseían un giro en forma de Z, mientras que solo el 9% presentaba un giro en S (**Tabla 2**).

Por último, se encontraron 7 diferentes tipos de artefactos adjuntos a las muestras recolectadas, entre ellos se encontraron pesos redondos y rectangulares, flotadores triangulares, rectangulares y ovalados, cuerdas atadas a las redes, anzuelos y giratorios o sacavueltas (objetos que evitan que las líneas se envuelvan entre sí) (Instituto de Pesca, 2018) (**Figura 12**). Los más comunes fueron los pesos redondos y cuerdas que se encontraban atadas únicamente a redes de polietileno, formando parte comúnmente del arte de pesca de trasmallos de poliamida (nylon) (**Figura 9**). Las cuerdas de multifilamento fueron consideradas como un objeto adjunto, sin tomar en cuenta que las submuestras recolectadas pudieran tener o no ninguna relación con respecto a los artes pesqueros respectivos.

5.3 Especies enredadas o incrustadas:

Tomando en cuenta las redes de monofilamento muestreadas (poliamida), se encontró que la mayoría de especies encontradas en este tipo de arte fueron moluscos de la clase bivalva especialmente conchas pertenecientes a las familias Pteridae, Murcidae y Cypraeidae. Además de las especies de corales pétreos comúnmente del género *Pocillopora* spp. Mientras que en redes de multifilamento (polietileno/polipropileno),

generalmente se evidenció la presencia de diferentes especies de balanos y algas incrustados en las redes, pesos y flotadores adjuntos a la red (**Figura 11**). En cambio, también hubo registros de algunas conchas pertenecientes a la familia Pteridae y Murcidae, además de corales blanqueados del género *Pocillopora* spp. (**Figura 11**).

Finalmente, se encontró que en varias de las muestras recolectadas existe crecimiento de organismos bentónicos en redes y los objetos adjuntos en ellas. Algunos de los ejemplares encontrados son balanos pertenecientes a la familia Balanidae, algas filamentosas, incrustantes y calcáreas y un solo registro del coral azooxantelado *Tubastraea* sp. (**Figura 13**).

6. Discusión:

Los resultados obtenidos demuestran que en los Bajos de Atacames se utilizan en mayor parte las artes de trasmallo, red de enmalle y palangre/espinel, además de estar conformados, principalmente, por materiales de fibras sintéticas como polietileno y poliamida. Estos resultados podrían estar sesgado por la cantidad de muestras de artes abandonadas recolectadas en los sitios de buceo a escala temporal (época lluviosa y seca). Sin embargo, al comparar estos resultados con el estudio realizado por Herrera (2013), se encontró que en el cantón de Atacames mayormente se utiliza artes de pesca de enmalle, red de arrastre, palangre, red de enmalle, atarraya y cerco de playa construidos con los materiales similares de poliamida y polietileno. Por lo tanto, se podría deducir que la fuente de pérdida, abandono o descarte de redes proviene de la misma comunidad pesquera local, y pueden conducir a una presión directa o indirecta a los ecosistemas de arrecifes rocosos y de coral localizados en los Bajos de Atacames, Esmeraldas.

Tomando en cuenta la construcción de las redes, las mediciones de los ojos de red y objetos adjuntos permitieron conocer las posibles especies objetivo a las que se quería capturar con los artes de pesca abandonados. Por ejemplo, en base al estudio de Herrera (2013); los diámetros entre 6,5 – 9,5 cm pueden corresponder a individuos de *Chaetodon humeralis* (pez mariposa), *Pristigenys serrula* (rey de pargo), entre otros especies de los orden Perciforme. Mientras que los diámetros de 2 cm corresponden a individuos de *Opisthonema* spp. (sardinas). Además, características como la construcción por nudos, y el tipo de tejido permitió evidenciar los tipos de artes de pesca artesanal con mayor incidencia de abandono, descarte o pérdida de artes en los Bajos de Atacames, en este caso el trasmallo que se compone por diferentes tipos de materiales, como las de nylon poliamida (monofilamento) y las redes de multifilamento principalmente de hilos de polietileno y polipropileno.

A corto plazo, las artes de pesca abandonados pueden ocasionar incidencias directas como sepultación, pesca fantasma y abrasión o desgarre de organismos bentónicos. Los procesos de sepultación ocurren cuando largas extensiones de redes abandonadas se estancan o se enredan en las superficies rocosas o de arrecifes. Estos procesos inciden en el cubrimiento de hábitats marinos por las redes de pesca, las mismas que impiden su desarrollo biológico e intercambio de nutrientes (SOSRedes, 2015). Por otro lado, la fracturación por procesos de abrasión o desgarre se refiere cuando especies sésiles tales como corales hermatípicos, octocorales como las gorgonias y poríferos como esponjas son arrastradas por las redes que aún cuentan con pesos en sus bordes (SOSRedes, 2015). Como consecuencia, el número de especies sésiles se quedan dañadas o mueren produciendo cambios en productividad primaria de los fondos marinos (SOSRedes, 2015; Grande, Manrique y León, 2006).

En cambio las incidencias indirectas ocasionadas por los materiales sintéticos como nylon de los aparejos abandonados como los encontrados en los Bajos de Atacames, pueden ocasionar la bioacumulación de microplástico en organismo marinos (SOSRedes, 2015). En base al estudio de Moriana-Jimenez (2020), las redes de pesca, después de ser desechadas, pueden permanecer en los océanos por cientos de años, convirtiéndose así, en una de las principales fuentes de microplástico en los océanos. Por ejemplo, se ha registrado al menos, 220 especies marinas diferentes con ingesta de microplástico, proceso que pueden afectar negativamente las etapas de fecundidad y desarrollo de organismos marinos tales como ballenas, tortugas y aves marinas, peces, moluscos y crustáceos (FAO, 2017). En este sentido, la bioacumulación se da gracias al desgaste del plástico de las redes, mismas por procesos físicos y químicos pueden ser asimilados con mayor facilidad por los organismos marinos y producir la bioacumulación de contaminantes (SOSRedes, 2015).

Centrándonos a las interacciones que producen las redes abandonadas a la comunidad bentónica, se encontró la presencia de especies repetidas (*Pocillopora* spp. y *Ocenebra* spp.) interactuando mayormente con trasmallo y de redes de multifilamento dentro de ecosistemas de arrecife de coral, rocosos, lajas y grietas. Esto se debe a que varios de los organismos bentónicos enredados cuentan con un tamaño mayor al ojo de la red o presentan estructuras variables, como es el caso de los caracoles de roca (Familia Muricidae), incluyendo especies en estado de amenaza como *Spondylus* spp, los mismos que cuentan con crestas en forma de espinal y espinas a lo largo de la concha (Aguilar et al., 2016; Lodeiros et al., 2016). Estas características provocan que muchas de estas especies se enreden con facilidad en las redes, mientras que otros organismos sésiles sobre las redes de pesca y objetos adjuntos pueden desarrollarse sobre estos nuevos sustratos sintéticos dependiendo el tiempo que ha permanecido la red de pesca abandonada o

perdida en distintos fondos marinos. En base a un estudio realizado en Indonesia, se encontró que varias de las redes antiguas perdidas/abandonadas comienzan a servir como sustrato a muchos organismos incrustantes, como es el caso de los corales del género *Tubastraea* (Hoeksema y Hermanto, 2018). Sin embargo, esto representa una problemática para las comunidades bentónicas, ya que podrían ser fuente de dispersión de especies invasoras y generar enfermedades causadas por sinergias a partir de su asentamiento sobre materiales no-naturales e inestables y potenciales cambios fisiológicos por bioacumulación de microplásticos desprendidos de las artes de pesca abandonadas, perdidas o descartadas en las profundidades (Hoeksema y Hermanto, 2018; Lamb et al., 2018).

7. Conclusión:

Los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados son una problemática latente en los Bajos de Atacames, Esmeraldas. Tomando en cuenta los resultados obtenidos, sabemos que los ecosistemas de arrecifes de coral y arrecifes rocosos son los más propensos a presentar ALDFG por parte de artes pesqueros de trasmallo, espinel, red de fondo, bolso de red, red de enmalle, espinel artesanal y red de cerco. La presencia de ALDFG en estos ecosistemas se debe en mayor proporción por la composición de los fondos marinos que estas presentan, ya que al presentar diversas rugosidades por la presencia de rocas o corales hace que el enredamiento sea más fácil.

Por su parte, los datos obtenidos nos proporcionan una línea base para la caracterización de ALDFG en Ecuador. En base a este estudio podemos determinar que la mayor proporción de redes se conforman por materiales de poliamida y polietileno, no obstante, al ser un análisis cualitativo es necesario realizar estudios en laboratorio para

poder corroborar la composición de cada uno de los artes muestreados. Tomando en cuenta la composición de los artes pesqueros, podemos decir que se logró caracterizar de forma correcta cada una de las redes recolectadas. A pesar de que este sigue siendo un trabajo en proceso, y aún se necesitan más análisis sobre la composición de las redes, con la información recolectada se pueden empezar planes de acción en base a los artes con mayor índice de pérdida, y los puntos con mayor índice de ALDFG en los Bajos de Atacames.

Las especies que presentaban mayor incidencia de enredo son aquellas que poseían estructuras externas predominantes, como las que presentan los individuos de la Familia Muricidae, además de presentar tamaños mayores a los ojos de red encontrados. Por su parte, las interacciones ecológicas que en mayormente se registraron son por parte de algas filamentosas en las redes y balanos incrustados en pesos o flotadores de las redes. Esto nos demuestra que dichos organismos pueden estar compitiendo por espacio con las ALDFG, lo que a futuro podría ocasionar enfermedades a las comunidades coralinas. Por lo que en próximos estudios es necesario tomar a consideración cuáles son las principales interacciones que algas y balanos puedan tener con las redes de pesca.

Finalmente, para poder mitigar cada una de estas problemáticas es necesario realizar un trabajo en conjunto con la comunidad, por medio de la educación y concientización, en donde se lleve un registro de los lugares con mayor incidencia de ALDFG y se tenga control sobre estas zonas. Estas componentes nos permitirán actuar de forma eficaz y constante en los ecosistemas de mayor enredamiento en los Bajos de Atacames, Esmeraldas.

8. Bibliografía:

- Aguilar, F., Mendívez, W., & Revelo, W. (2013). Distribución y abundancia de la concha *Spondylus* (*Spondylus calcifer* y *S. princeps*) en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y El Oro. *Boletín Científico y Técnico*, 23(1), 73-98.
- Carpenter, K.E. (ed.) (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*. Rome, FAO. pp. 1-600.
- Carrasco Zuffi, A. (2009). *Promoción de un manejo integral de la zona marina con la terrestre del Área Galera-San Francisco* (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2009).
- Denkinger, J., Suárez, C., Franco, A., Riebensahm, D. (2006). Proyecto ESMEMAR, Informe Final, Componente Marino
- FAO. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture*. Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615. <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Fiol-Ortiz, J. (2013). *Manual de prácticas de taller de la asignatura Técnicas Básicas de Pesca*. Baja California Sur: UABCS.
- Glynn, P. W. (2003). *Coral communities and coral reefs of Ecuador. Latin American Coral Reefs*, 449–472. doi:10.1016/b978-044451388-5/50020-5
- Grande, J. C., Manrique, M. D. P., & León, B. M. (Eds.). (2006). *Identificación de las áreas compatibles con la figura de "Parque Nacional" en España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente.
- Global Ghost Gear Initiative (GGGI). (2018). *Olive Ridley Project - Maldives — Global Ghost Gear Initiative*. [en línea] Disponible en: <https://www.ghostgear.org/projects/2018/10/10/olive-ridley-project>
- Herrera, M., Castro, R., Coello, D., Saa, I., Elías, E., & Ferreyros, S. (2013). *Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales en la costa continental del Ecuador*. Instituto Nacional de Pesca.
- Hoeksema, B. W., & Hermanto, B. (2018). Plastic nets as substrate for reef corals in Lembeh Strait, Indonesia. *Coral Reefs*, 37(3), 631-631.
- Instituto de Pesca. (2018). *Manual para el armado y operatividad del empate oceánico unificado/palangre horizontal de media agua y empate oceánico de profundidad de 3 a 5 anzuelos/palangre de líneas mixtas (10 a 50 boyas) para la captura de peces pelágicos grandes en la Reserva Marina de Galápagos*. [en línea] Disponible en: https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/manual_armado_artes_de_pesca_galapagos_compressed.pdf

- Ko Gyi, T. (2020). *Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear (ALDFG) in Myanmar's Myeik Archipelago*. Obtenido de Myanmar Ocean Project: <http://www.myanmarocean.org/publications.html>
- Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., ... & Harvell, C. D. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, 359(6374), 460-462.
- Lodeiros, C., Soria, G., Valentich-Scott, P., Munguía-Vega, A., Cabrera, J. S., Cudney-Bueno, R., ... & Sonnenholzner, S. (2016). Spondylids of eastern pacific ocean. *Journal of Shellfish Research*, 35(2), 279-293.
- Macfadyen, G., Huntington, T., & Cappell, R. (2011). *Aparejos de pesca abandonados perdidos o descartados* (No. Mi523). FAO.
- Mancera-Pineda, J. E., Gavio, B., & Lasso-Zapata, J. (2013). Principales amenazas a la biodiversidad marina. *Actualidades biológicas*, 35(99), 111-133.
- Ministerio del Ambiente. 2015. *Reserva Marina Galera San Francisco. Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. [en línea] Obtenido de: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/reserva-marina-galera-san-francisco-1>
- Moriana-imenez, J. A. (2020). *Propuesta de aplicación de residuos plásticos procedentes de redes de pesca en pavimentos continuos de hormigón*. (Thesis: Universidad de Sevilla).
- Oña, J., Garland, E. C., & Denkinger, J. (2017). Southeastern Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) and their breeding grounds: distribution and habitat preference of singers and social groups off the coast of Ecuador. *Marine Mammal Science*, 33(1), 219-235.
- Prado, J., Dremière, P. Y., & Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1988). Guía de bolsillo del pescador. *Ediciones Omega: Barcelona, Spain*.
- Puente Holguín, W. D., & Marcillo Murillo, D. S. (2012). *Proyectos Integradores Académicos de Soluciones Gráficas para el Sector Pesquero de la Ciudad de Esmeraldas* (Bachelor's thesis).
- ZMT. (s.f). *Ghostnet Fishery*. [en línea] Obtenido de: <https://www.leibniz-zmt.de/en/research/research-projects/ghostnet-fishery.html>
- Romero Murillo, N. (2013). *Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el puerto artesanal pesquero de Esmeraldas-PAPES* (Doctoral dissertation).
- Rojo-Nieto, E., & Montoto Martínez, T. (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Obtenido de: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). *Pesca y Acuicultura en Ecuador*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/Pesca-y-acuicultura-en-Ecuador.pdf>

- Scott-Jungbluth, B. E. (2015). *Análisis del sector pesquero ecuatoriano a partir de la dolarización* (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2015).
- Sosa Cortez, K. R. (2011). La pesca artesanal en la Parroquia Cabo San Francisco Cantón Muisne de la Provincia de Esmeraldas en el año 2010.
- SOSRedes. (2015). *Incidencias, tipos de artes y aparejos*. [en línea] Obtenido de: <http://sosredes.org/es/incidencias-tipos-de-artes-y-aparejos/>
- Thomas, S. N., & Sandhya, K. M. (2019). *Ghost nets: Invisible Fishers in the seas*.
- Toala Mazo, K. M. (2017). *Análisis de la actividad comercial que se realiza en el Puerto Pesquero Artesanal de la ciudad de Esmeraldas con perspectivas de exportación* (Doctoral dissertation, Ecuador PUCESE-Escuela de Comercio Exterior).
- Valderrama-Ballesteros, L., Matthews, J. L., & Hoeksema, B. W. (2018). Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine pollution bulletin*, 135, 1107-1116.
- World Animal Protection. (2018). *Fantasma bajo las olas*. [en línea] Obtenido de: https://www.worldanimalprotection.cr/sites/default/files/media/cr_files/sea_change-resumenejecutivo.pdf
- Zuñiga-Romero, O. (2002). Guía de biodiversidad Vol. 1, Macrofauna y algas marinas, N 2 Crustáceos. *Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental*, 1, 1-76

FIGURAS

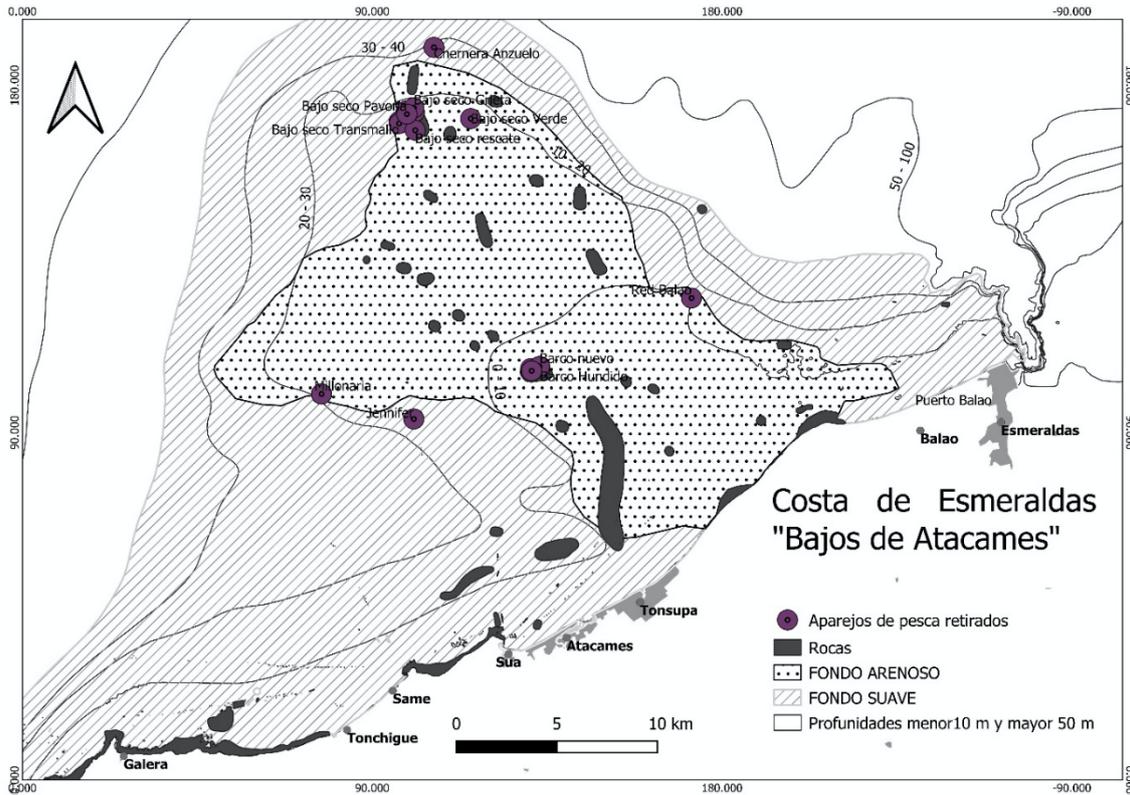


Figura 1. Artes de pesca retirada del área de estudio en los Bajos de Atacames, Esmeraldas. Mapa preparado por Javier Oña, Proyecto Redes Fantasma, DAAD 2021.

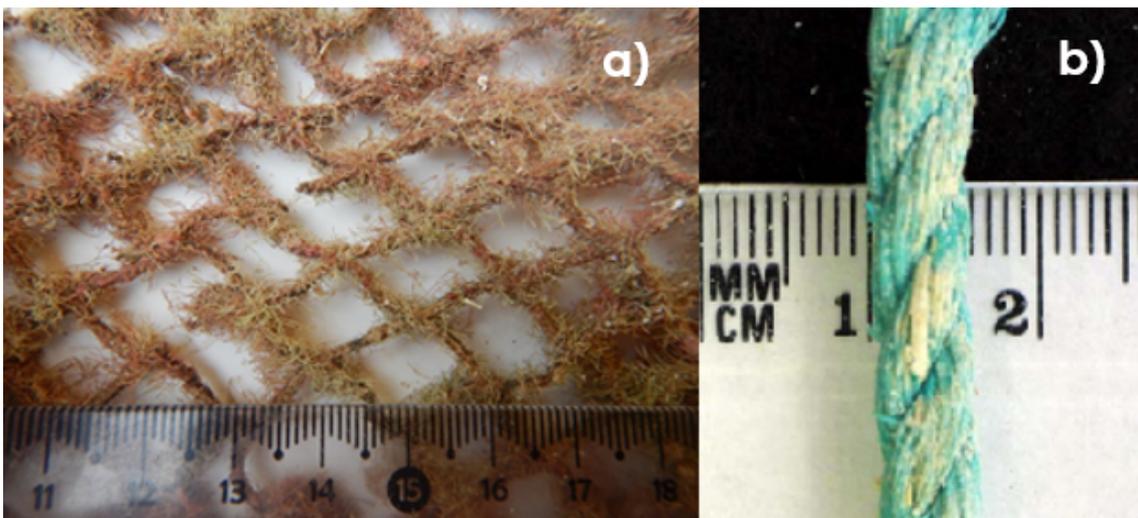


Figura 2. a) Diámetro del ojo de la red: La medición del diámetro del ojo de la red se lo mide diagonalmente de nudo a nudo, el cual determinará el tipo de especies que van a ser extraídas. b) Medición del grosor del hilo (Timers et al., 2005).

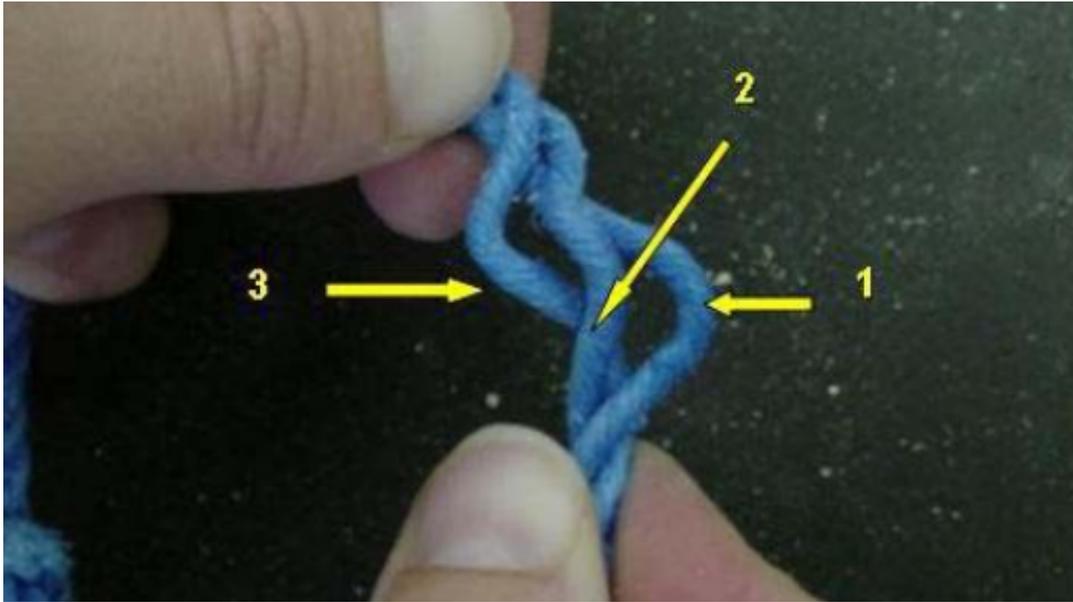


Figura 3. Número de hebras de redes multifilamento (Timers et al., 2005)

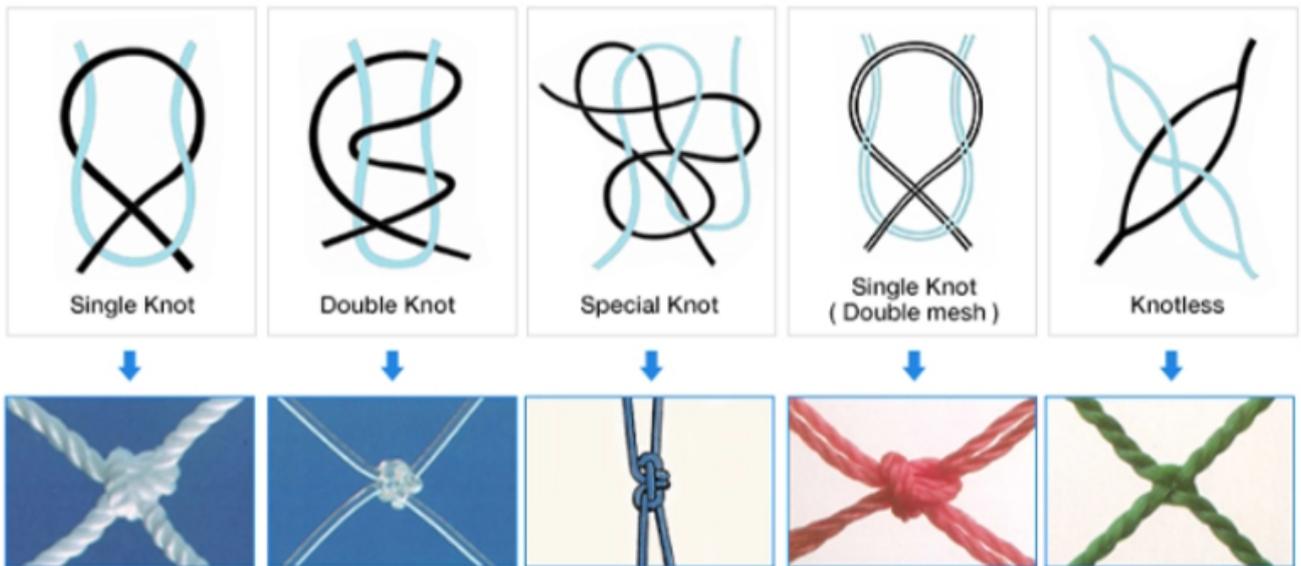


Figura 4. Tipos de nudos de las construcciones de red.

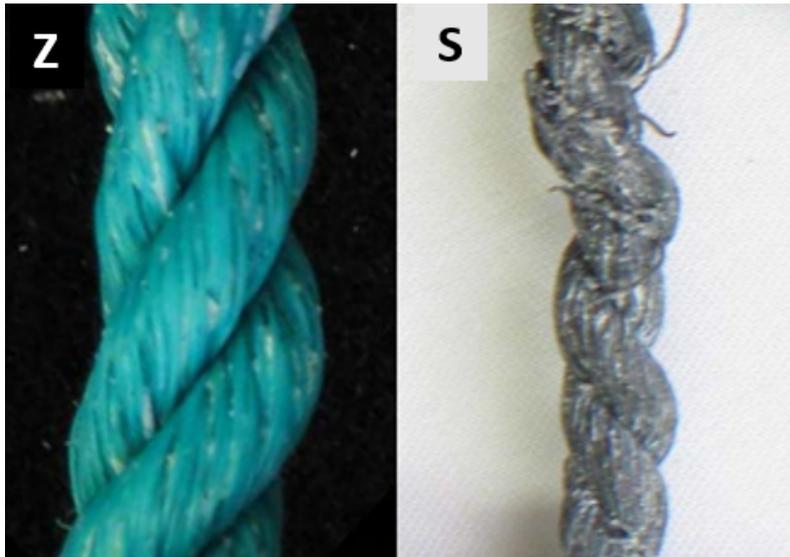


Figura 5. Giro Z y S de las hebras de las redes.



Figura 6. Flotador (ejemplo de los aparejos adjuntos a las redes).



*Figura 7. Especies de familia Spondylidae (*Spondilus princeps*) enredados en redes.*

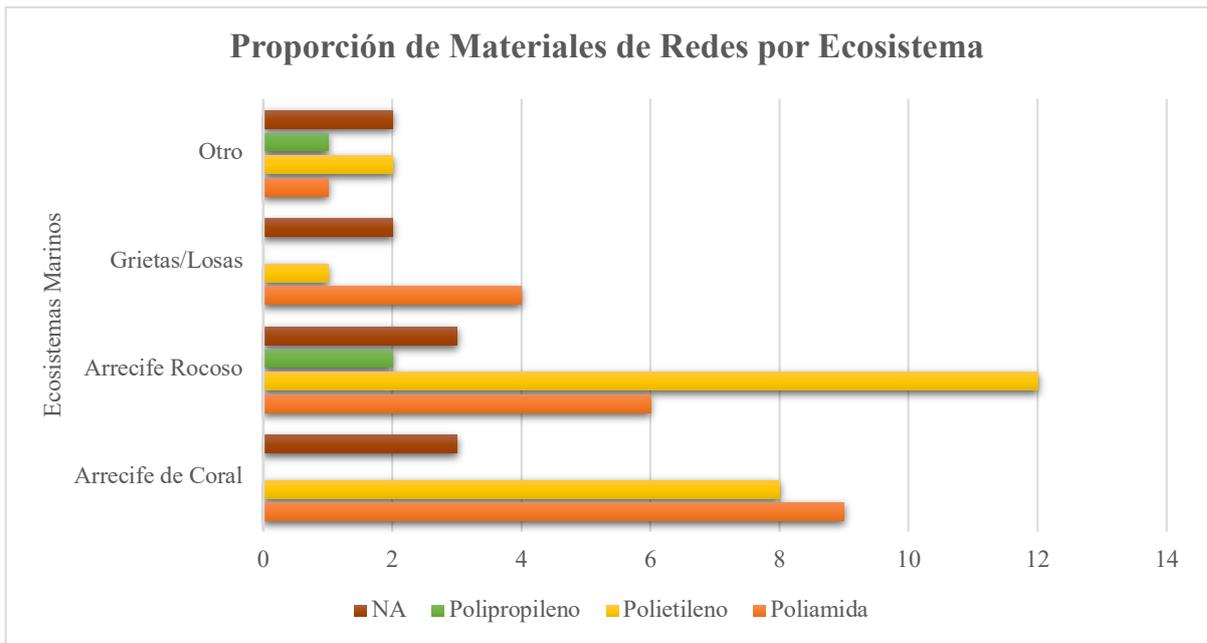


Figura 8. Cantidad de materiales encontrados en los diferentes ecosistemas.

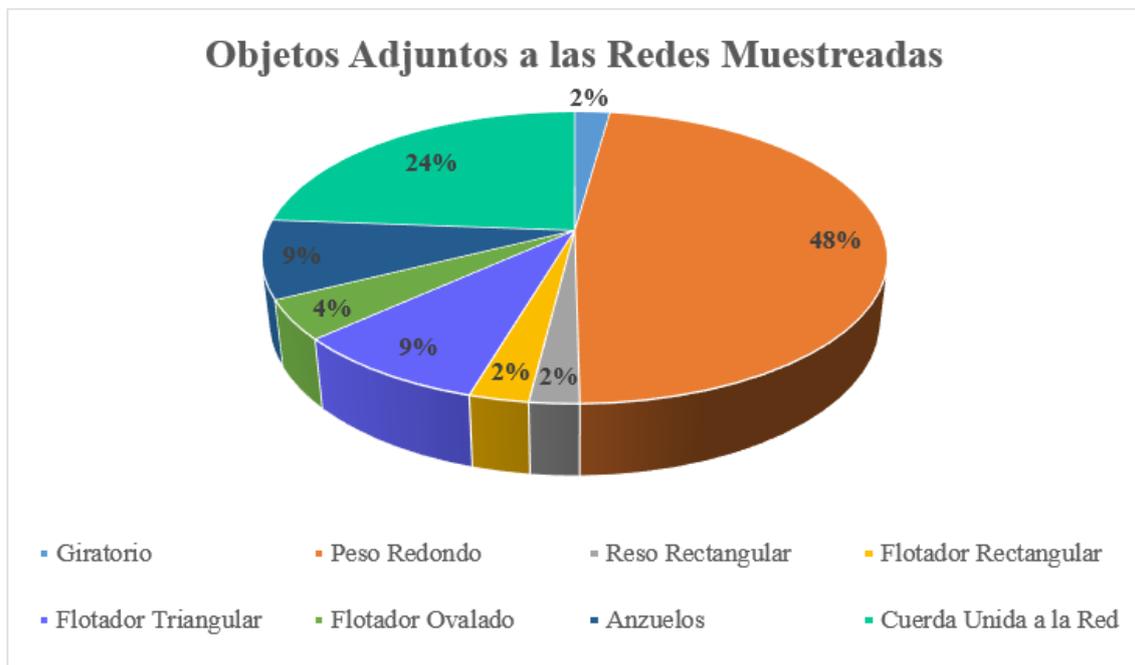


Figura 9. Porcentaje de los objetos adjuntos a las redes muestreadas en Bajo Atacames, Esmeraldas.



Figura 10. Principales materiales de las redes recolectadas. (A) Polietileno (B) Poliamida (C) Polipropileno.



*Figura 11. Especies incrustadas en redes y objetos adjuntos a las redes. (A) Algas calcáreas en redes de monofilamento (poliamida) (B) Balanos (Familia Balanidae) y algas filamentosas en flotador. (C) Balanos (Familia Balanidae) en red de multifilamento (polietileno) (D) Alga incrustante en pesos (E) Algas filamentosas en redes de multifilamento (polietileno) y Balanos (Familia Balanidae) en flotador (F) Crecimiento de alga calcárea en redes de multifilamento (G) Crecimiento en pesos del coral azooxantelado *Tubastraea* sp.*

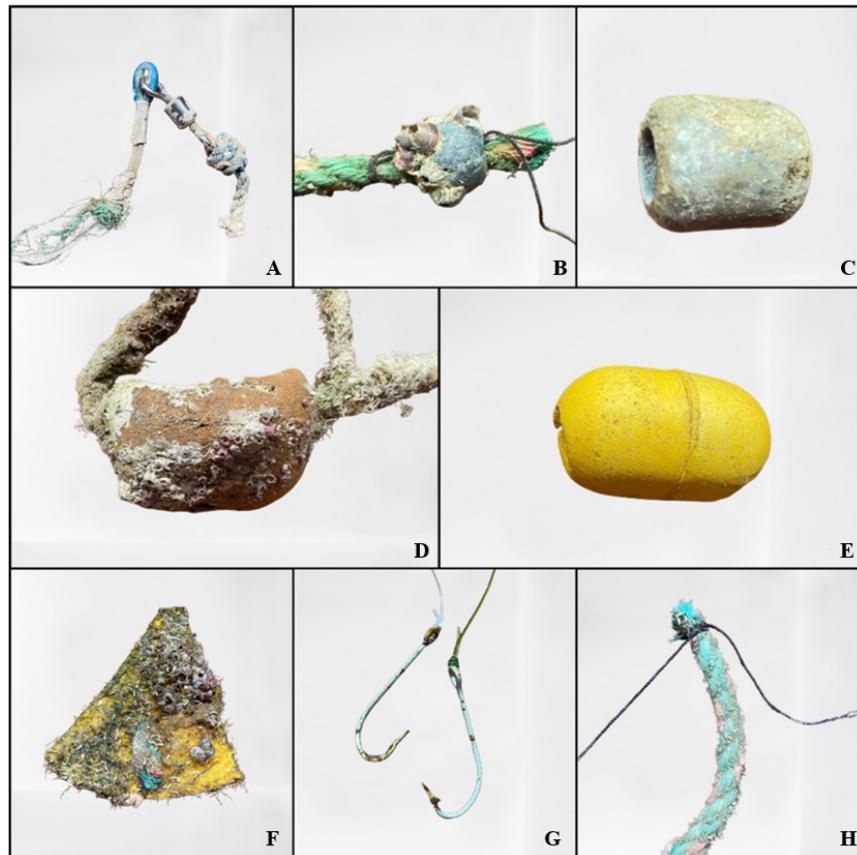


Figura 12. Artefactos adjuntos a las redes muestreadas. (A) Giratorios o sacavuelas (B) Pesos redondos (C) Peso rectangular (D) Flotador rectangular (E) Flotador ovalado (F) Flotador triangular (G) Anzuelos (H) Cuerdas atadas a la red.

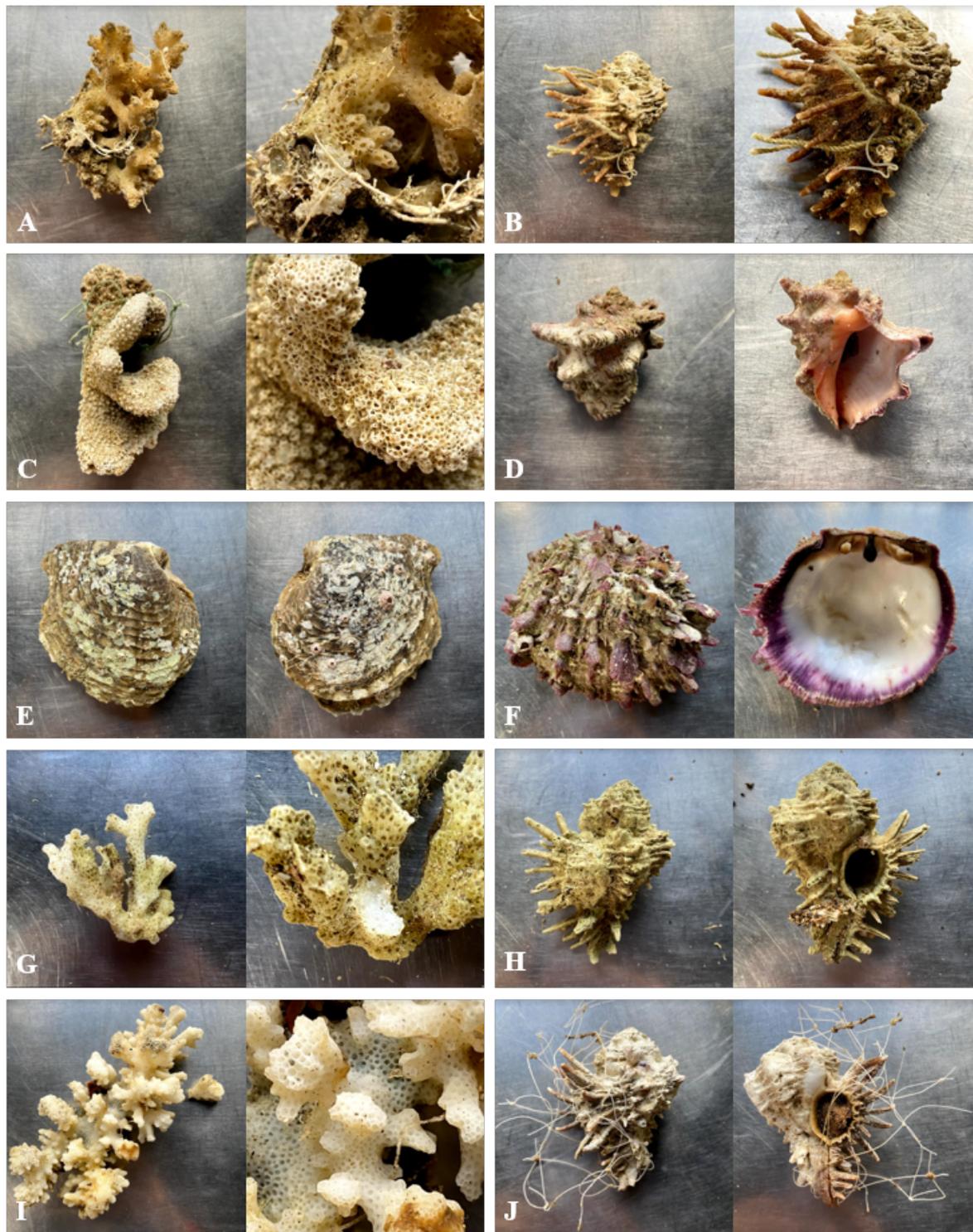


Figura 13. Especies enredadas en redes de monofilamento y multifilamento. (A)(C)(G)(I) Corales del género *Pocillopora* spp. (B)(D)(H)(J) Moluscos de la familia *Muricidae* (E) Molusco de la familia *Pteridae* (F) Molusco del género *Spondylus* sp. (Familia *Spondylidae*).

TABLAS

Tabla 1. Número de artes de pesqueros en cada uno de los ecosistemas identificados.

Arte Pesquero	Ecosistema Marino			
	Arrecife de Coral	Arrecife Rocoso	Grietas/ Losas	Otro
Trasmallo	8	7	4	1
Espinel	1	2	0	0
Red de Fondo	1	0	0	0
Bolso de Red	0	1	0	0
Red de Enmalle	2	1	1	0
Espinel Artesanal	0	0	1	0
Red de Cerco	0	1	0	1

** (Otro): Ecosistemas fuera del área de estudio.*

Tabla 2. Número de muestras individuales en base a su construcción por nudos, tipo de tejido y giro con respecto a los artes pesqueros encontrados.

Arte Pesquero	Tipo de Construcción por Nudo					Tipo de Tejido			Tipo de Giro		
	Nudo Simple	Nudo Doble	Sin nudo	Clinch	N/C	Retorcido	Trenzado	S/T	Giro Z	Giro S	S/G
Trasmallo	1	17	-	-	17	18	12	17	17	1	17
Espinel	1	-	-	1	4	3	1	2	1	2	3
Red de Fondo	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Bolso de Red	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-	1
Red de Enmalle	3	-	1	-	1	3	1	-	3	-	1
Espinel Artesanal	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-
Red de Cerco	3	-	-	-	4	6	1	-	6	-	1

*(N/C): Ninguna construcción por nudo. (S/T): Sin Tejido. (S/G): Sin giro. (-): No se obtuvieron muestras.

Tabla 3. Tamaños mínimos y máximos de ojos de red, grosor de tejidos y número de hebras por arte pesquero encontrados.

Arte Pesquero	Diámetros de Ojo de Red (cm)		Grosor de Tejidos (mm)		Número de Hebras	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Trasmallo	7	17,5	0,5	10	1	4
Espinel	-	-	2	8	1	10
Red de Fondo	6,5	6,5	0,5	0,5	1	1
Bolso de Red	2	2	1	3	3	NA
Red de Enmalle	2,1	9,5	1	8	3	NA
Espinel Artesanal	-	-	2,5	2,5	3	3
Red de Cerco	2,4	8,9	0,5	9	3	14

*(-): No se obtuvieron muestras. (NA): No se logró identifica

r

