



INFORME TÉCNICO FINAL

DESARROLLO DE UN MODELO DINÁMICO DE
CO-MANEJO PARA LA PROTECCIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD EN UNA PESQUERÍA DE ARRASTRE
DE LANGOSTINO EN EL PERÚ

Developing a dynamic co-management bycatch
risk assessment to protect biodiversity in an
artisanal shrimp trawl fishery in Peru



Institutional links - Proyectos colaborativos
Fondo Newton-Paulet

CONTRATO N° 222 – 2018 – FONDECYT

Lima, junio 2020



University of
St Andrews



FONDECYT

BRITISH
COUNCIL

Newton
Fund



Institutional links - Proyectos colaborativos Fondo Newton-Paulet

CONTRATO N° 222 – 2018 – FONDECYT

DESARROLLO DE UN MODELO DINÁMICO DE CO-MANEJO PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN UNA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE LANGOSTINO EN EL PERÚ

*Developing a dynamic co-management bycatch risk
assessment to protect biodiversity in an artisanal shrimp
trawl fishery in Peru*

INFORME TÉCNICO FINAL

Lima, junio 2020

Desarrollo de un modelo dinámico de co-manejo para la protección de la biodiversidad en una pesquería de arrastre de langostino en el Perú. Programa Institutional Links – Proyectos Colaborativos. Fondo Newton-Paulet. British Council/ CONCYTEC, 69 págs. Ilustrado, Primera edición. Lima, junio del 2020.

Esta publicación ha sido desarrollada por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la St Andrews University (Escocia) y la ONG REDES – Sostenibilidad Pesquera, como parte del Contrato N° 222 – 2018 – FONDECYT en el marco del Programa Institutional Links – Proyectos Colaborativos del Fondo Newton-Paulet. British Council/ CONCYTEC.

Universidad Nacional Agraria La Molina

Av. La Molina s/n – La Molina,

Lima, Perú

Correo electrónico: jmendo@lamolina.edu.pe

La UNALM se reserva todos los derechos de reproducción, publicación total o parcial, los de traducción y de la página web

Este documento puede reproducirse citando la fuente:

Mendo J., M. James, P. Gil-Kodaka, R. Gozzer, J. Martina, I. Gomez, J. Grillo, C. Fuentevilla y T. Mendo. 2020. Desarrollo de un modelo dinámico de co-manejo para la protección de la biodiversidad en una pesquería de arrastre de langostino en el Perú. Informe Final. Programa Institutional Links – Proyectos Colaborativos. Fondo Newton-Paulet. British Council / CONCYTEC, 69p.

Registro ISBN N° 978-612-4387-52-4

Depósito legal N° 2020-03919

Primera edición: junio 2020

Tiraje: 500 ejemplares

N° de páginas: 69

Diagramación e impresión:

ESEGRAL S.A.C.

Edición y Servicios Gráficos

Los Halcones N° 293 – 3er piso Urb. Santa Cecilia

Bellavista – Callao

Tel. 998513545 / 4643717

eseegralsac@gmail.com / mig5548@yahoo.com

Tabla de contenido

Lista de figuras y tablas	4
Agradecimientos	6
Resumen Ejecutivo	7
1. Introducción	12
2. Antecedentes	13
3. Instituciones participantes	15
4. Objetivos del proyecto	16
5. Actividades realizadas y productos del proyecto	16
6. Metodología	18
6.1. Objetivo 1	18
6.2. Objetivo 2	19
6.3. Objetivo 3	20
6.4. Objetivo 4	21
7. Principales resultados	22
7.1. Zonas de pesca	22
7.2. Distribución espacial y temporal	23
7.3. Análisis de la pesca de arrastre en la zona de Los Órganos	24
7.3.1. Composición de la captura	24
7.3.2. Captura de especies objetivo e incidental	25
7.3.3. Captura de especies comerciales no objetivo y descartes	27
7.3.4. Descartes	28
7.4. Pesca experimental con nuevas redes de arrastre	29
7.4.1. Uso de la Red Modificada I (ventana chica)	29
7.4.2. Uso de la Red Modificada II (ventana grande)	31
7.5. Análisis económico de la implementación de nuevas redes y aplicativo	32
7.5.1. Caracterización económica de la flota	32
7.5.2. Análisis económico de implementación de red modificada	36
7.5.3. Análisis económico del uso de aplicativo	37
7.6. Formulación de lineamientos para el plan de manejo	38
8. Conclusiones y recomendaciones	41
9. Referencias bibliográficas	44
10. ANEXOS	48
Anexo I. Eventos, talleres y reuniones de trabajo	48
Anexo II. Costos de capital y operativos desagregados para la implementación de aplicativo	51
Anexo III. Galería de fotos	52

Lista de figuras y tablas

Tablas

- Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas en el proyecto DYNAMICOPERU, marzo 2019 a febrero 2020
- Tabla 2. Características de la red estándar o convencional (RC) y las nuevas redes modificadas (RM-I) y (RM-II).
- Tabla 3. Lista de especies comerciales no objetivo más abundantes en las capturas de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Tabla 4. Parámetros estadísticos de los datos de CPUE ($t.km^{-2}$) obtenidos en los lances de comparación con la red convencional y la red modificada con ventana chica (RM-I) en la pesca de arrastre del langostino
- Tabla 5. Parámetros estadísticos de los datos de CPUE ($t.km^{-2}$) obtenidos en los lances de comparación con la red convencional (RC) y la red modificada con ventana grande (RM-II) en la pesca de arrastre del langostino.
- Tabla 6. Número de encuestas y número de embarcaciones de la flota obtenidos de la información de las encuestas a pescadores.
- Tabla 7. Costos de capital (soles) estimados de la embarcación (A) y del arte de pesca (B) usados por la flota de arrastre del langostino
- Tabla 8. Costos operativos de pesca por día (A) y costos de mantenimiento por año (B) en soles de la flota de arrastre del langostino
- Tabla 9. Captura por faena (kg), precios e ingreso bruto por faena (soles) y total de la flota de arrastre de langostino. Escenario A: Capturas mínimas con precios máximos; Escenario B: Capturas máximas con precios mínimos
- Tabla 10. Ganancia neta (soles) máximo y mínimo por día, mes y año de pesca para capitanes, marineros de cubierta y propietarios de embarcaciones. Escenario A: Capturas mínimas con precios máximos y Escenario B: Capturas máximas con precios mínimos.
- Tabla 11. Costos de los materiales usados para construir la nueva red
- Tabla 12. Resumen de costos iniciales y de costos operacionales para el implementar el sistema de bajo costo ASTF de colecta de datos

Figuras

- Fig. 1. Aplicativo “Pescar” para Smartphone mostrando el mapa con el recorrido durante un viaje de pesca y los datos que registraron los pescadores.

- Fig. 2. Dispositivo de escape con malla cuadrada utilizada para los nuevos prototipos de redes de arrastre
- Fig. 3. Ubicación de las zonas de pesca de la pesca de arrastre de langostino registrada por los observadores de campo y los pescadores durante abril a diciembre del 2019.
- Fig. 4. Porcentaje de langostino, otras especies comerciales y descartes en las capturas de la pesquería de arrastre de langostino por zonas de pesca de abril a diciembre 2019
- Fig. 5. Variación mensual de la biodiversidad (bits) para peces, invertebrados y macroalgas en las capturas frente a la zona de Los Órganos, de abril a diciembre 2019. Análisis de la pesca de arrastre en la zona de Los Órganos
- Fig. 6. Número de especies y CPUA en porcentaje por grupo taxonómico en la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 7. Número de especies por grupo taxonómico registrado por meses en la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 8. CPUA (t/km^2) total, incidental y de langostino de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 9. Especies más abundantes capturadas en la pesca de arrastre de langostino frente a Cabo Blanco-Máncora durante abril-diciembre 2019.
- Fig. 10. Proporción mensual entre el CPUA de langostino y pesca incidental de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 11. Composición de la captura (%) de acuerdo a su utilización de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 12. CPUA mensual (t/km^2) de langostino (CO) y otras especies de valor comercial (CC) de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 13. Número de especies descartadas (CD) en la captura mensual de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019
- Fig. 14. Variación de la CPUA promedio (%) obtenido con la red modificada con ventana chica (RM-I) en relación a la red convencional (RC) en los lances de comparación en la pesca de arrastre de langostino.
- Fig. 15. Variación de la CPUA promedio (%) obtenido con la red modificada con ventana grande (RM-II) y la red convencional (RCM-I) registrada en los lances de comparación en la pesca de arrastre de langostino.

Agradecimientos

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y la Universidad de St Andrews (USTAN) expresan su profundo agradecimiento a todas las personas que de distintas formas hicieron posible el desarrollo exitoso del proyecto DYNAMICOPERU y la elaboración de este informe. En especial, se agradece a:

- Los pescadores de la Asociación de Pescadores Artesanales de la Caleta Constante-Sechura por su colaboración permanente en los trabajos de campo y su participación en los eventos de difusión, capacitación y coordinación programadas en el proyecto. Asimismo, a los Pescadores Artesanales de Quebrada Verde por su total apoyo. Y a los Pescadores Artesanales de Máncora y Talara.
- La Municipalidad de Sechura, que a través de su Alcalde Justo Eche Morales y de su Gerente de Desarrollo Económico Alex Eche Chunga, facilitaron el desarrollo de las actividades del proyecto y a los profesionales de la Dirección Regional de la Producción-Piura por su participación activa en los eventos del proyecto.
- Los alumnos tesistas de la Facultad de Pesquería de la UNALM: Jhenifer Fernández, Ruggeri Delgado, Rosalía Arroyo, Alejandra Travezaño y Karla Loza por su invaluable y sacrificado trabajo en el acopio de información en las faenas de pesca y a Yackelin Gonzales Arango por su apoyo administrativo durante la ejecución del proyecto.
- Al Ing. Saúl Sarmiento Nafate y al Ing. Jesús Villalobos Toledo del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura de México por su desinteresado y gentil asesoramiento, así como por su amistad durante su visita al proyecto como expertos para la modificación de las redes de arrastre.

Resumen Ejecutivo

La pesquería artesanal de arrastre de langostino opera con altos niveles de captura incidental, impactando la biodiversidad en áreas costeras y generando conflictos entre pescadores, actores del gobierno y la sociedad civil. Esta pesquería genera beneficios socioeconómicos para la región Piura y contribuye a la seguridad alimentaria del país. Sin embargo, emplea redes de arrastre dentro de las 5 millas náuticas, cuyo uso está prohibido desde el año 1994 por la Ley General de Pesca y su Reglamento. En esta situación y con una normatividad que en diversas situaciones climáticas o socioeconómicas se flexibiliza, la administración carece de información y el impacto real de esta pesquería sobre la biodiversidad. Por otro lado, las acciones de control y fiscalización de manera intermitente y con escasos recursos, además de la ausencia de alternativas productivas para los pescadores, al parecer hacen muy difícil que cese esta actividad que opera desde hace muchos años.

En este contexto, el proyecto DYNAMICOPERU fue planteado con la finalidad de contribuir con conocimiento biológico, pesquero, tecnológico y económico que permita, a través de un enfoque participativo o de co-manejo, a identificar estrategias de manejo que reduzcan o eliminen el impacto de esta pesquería sobre la biodiversidad. Para ello el proyecto planteó cuatro objetivos cuyos resultados se presentan de manera resumida:

OBJETIVO 1: Identificar las épocas y áreas de mayor riesgo de captura incidental en la pesca de arrastre de langostino

La información fue recopilada por los observadores a bordo, así como también con un aplicativo para teléfono celular desarrollado en Escocia y adaptado para la pesca de arrastre frente a Piura durante abril a diciembre del 2019. Los observadores registraron información en 90 faenas de pesca y un total de 391 lances; mientras que con el aplicativo los pescadores registraron la trayectoria de 251 lances. Esta información muestra que las principales zonas de pesca se encuentran frente a Los Órganos (desde Cabo Blanco a Punta Sal), la zona frente a Talara, y la zona frente a Sechura. La mayor cantidad de lances fue registrada en la zona frente a Los Órganos, razón por la cual el análisis de la captura, que presenta este informe, se limita a esta zona. En total se han registrado 304 especies y se observa al grupo de peces con 126 especies (41.4%) seguido por 64 especies de moluscos (21.1%), 63 especies de crustáceos (20.7%) 33 especies de algas (10.9%), 8 especies de equinodermos (2.6%) y 10 especies de otros grupos (3.3%). Los meses de abril y mayo presentan los valores más bajos en el número de especies y en general el número de especies durante el periodo de estudio presenta una ligera variación mensual con cierta tendencia positiva hasta el mes de noviembre. Los más altos valores de diversidad de peces se registraron en los meses de primavera (setiembre, octubre, noviembre) con diferencias significativas entre los meses de octubre y noviembre comparados con los meses de mayo y junio. La biodiversidad de invertebrados fue mayor en los meses de invierno (julio, agosto), comparado con los meses de otoño y primavera.

La captura por unidad de área (CPUA; t/km²) de la especie objetivo de esta pesquería, el "langostino café" (*Farfantepenaeus californiensis*), constituyó el 17% de la captura total y por lo tanto la captura incidental constituyó el 83%. La CPUA de la pesca incidental fue más abundante en los meses de mayo/junio y noviembre/diciembre y la CPUA del langostino fue más abundante en los meses de junio, octubre y noviembre.

Las especies de valor comercial o autoconsumo (n=54) representaron el 36% del total de la pesca incidental y las especies más abundantes fueron el "carajito" (*Diplectrum conceptione*) con el 49.6% de la CPUA y el "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) con el 18.7% de la CPUA. A excepción de noviembre, en todos los meses la captura de especies comerciales no objetivo superó a la captura del langostino o especie objetivo y presentan los valores más altos de CPUA en mayo y junio.

Los descartes durante todo el periodo de estudio representaron en promedio el 47% del CPUA total. El número total de especies descartadas durante todo el periodo de estudio fue 224, mayor que lo registrado en la región Tumbes por otros autores, debido probablemente a diferencias en el periodo de muestreo. Por otro lado, el número de especies registrado por mes presenta una tendencia creciente hacia los meses de primavera con el más alto valor en el mes de noviembre (n=142). Al parecer los meses de verano y otoño presentarían el menor número de especies descartadas. Las especies descartadas que aparecieron en el mayor número de lances fueron "cangrejo de arena" (*Hepatus* sp.) (n=210), "caulerpa" (*Caulerpa filiformis*) (n=200), "fraile luminoso" (*Porichthys margaritatus*) (n=191), "esponja morada" (*Renilla koellikeri*) (190), "cangrejo ermitaño" (*Dardanus sinistripes*) (n=182), "pez zorra" (*Synodus scituliceps*) (n=177), y "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) (n=170).

OBJETIVO 2: Comparar la abundancia y diversidad de las especies capturadas con la red estándar y dos prototipos de redes de pesca alternativos

Se realizaron un total de 27 lances de comparación entre el uso de la red convencional (RC) y la red modificada con ventana chica (RM-I, 11 lances) y con ventana grande (RM-II, 16 lances).

Uso de la red con "ventana chica" (RM-I)

Los valores de CPUA de la pesca incidental obtenidos con la RC y la RM-I mostraron diferencias significativas. En promedio la red modificada (RM-I) capturó 1115.0 t.km⁻² y la red convencional capturó 2117.7 t.km⁻², es decir, la red modificada capturó 47.3% menos que la red convencional. En el caso del langostino, contrariamente a la pesca incidental, la captura con la RM-I fue mayor que con la RC (784.5 t.km⁻² y 648.5 t.km⁻², respectivamente), en un 21%. Este resultado es muy importante, ya que una reducción de la pesca incidental con la RM-I no está acompañada por una reducción en las capturas de langostino sino más bien un incremento, que se traduciría en un mayor beneficio económico. El ANOVA, sin embargo, no detectó diferencias significativas entre los valores del CPUA del langostino registrado con ambas redes. El "carajito" (*Diplectrum*

conceptione), una de las especies comerciales más importantes, presentó un valor promedio de CPUA de 114.2 t.km⁻² con la RM-I y 163.6 t.km⁻² con la RC, es decir, una disminución de alrededor del 30% con el uso de la RM-I, aunque el análisis de varianza no reveló diferencias significativas en la CPUA del "carajito" capturado con ambas redes ($p= 0.1683$). Otra de las especies que no se descartan es el "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) cuya captura promedio con la RM-I fue de 172.3 t.km⁻² y con la RC fue 110.0 t.km⁻². Aun cuando la diferencia representa una captura de "lenguado" mayor en un 56.6% a favor de la RM-I, el ANOVA no mostró diferencias significativas en la captura de "lenguado" de ambas redes ($p= 0.2743$).

La reducción de los descartes fue uno de los objetivos fundamentales en el diseño de las nuevas redes. Los resultados mostraron que los descartes con la RM-I se redujeron en un 56.5% en relación a la RC. La CPUA promedio de descartes fue de 241.2 y 760.5 t.km⁻² con la RM-I y la RC, respectivamente. En este caso el ANOVA sí mostró diferencias significativas en los descartes obtenidos con ambas redes. ($p= 0.0139$).

Uso de la red con "ventana grande" (RM-II)

Los valores de CPUA de la pesca incidental obtenidos con ambas redes mostraron diferencias significativas ($p= 0.0255$). En promedio la red modificada (RM-II) capturó 2107.7 t.km⁻² y la red convencional (RC) capturó 4162.7 t.km⁻², es decir, la red modificada capturó 49.4% menos que la red convencional. En el caso del langostino, la captura promedio obtenida con la RM-II fue ligeramente menor que la registrada con la RC (613.1 y 639.4 t.km⁻², respectivamente) y no presentaron diferencias significativas ($p= 0.0687$). Al igual que con el uso de la RM-I, la RM-II no presenta una reducción importante en las capturas de langostino (4.1%) y por ende en los ingresos por la venta de este recurso. Las capturas del "carajito" (*Diplectrum conceptione*) presentaron valores promedio de 150.5 t.km⁻² y 109.2 t.km⁻² con el uso de la RM-II y la RC, respectivamente; ello representa un incremento de alrededor del 37.8% con el uso de la RM-I, aunque el análisis de varianza no reveló diferencias significativas en el CPUA del "carajito" capturado con ambas redes ($p= 0.2058$). El "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) registró capturas promedio de 277.8 t.km⁻² y 298.8 t.km⁻² con la RM-II y la RC, respectivamente. Estos valores indican una reducción del 7% con el uso de RM-II, y según el ANOVA estas diferencias en la captura no son significativas ($p= 0.7034$). La RM-II presentó una mayor efectividad que la RM-I en la captura del "lenguado", aun cuando ambas fueron diseñadas con doble relinga para excluir organismos que están en el sustrato y que no son el objetivo de captura, además de basura y pesos muertos que incrementan la resistencia al avance de la red (INAPESCA 2010).

En relación a los descartes la RM-II presentan una reducción de 56.7% muy similar a la RM-I. La CPUA promedio de descartes fue de 1544.9 y 3571.1 t.km⁻² con la RM-II y la RC, respectivamente. En este caso el ANOVA mostró diferencias significativas en los descartes obtenidos con ambas redes. ($p= 0.0204$). Estos resultados son bastante importantes ya que es posible reducir los descartes actuales a más de la mitad usando tanto la RM-I como la RM-II.

OBJETIVO 3: Análisis económico para la implementación de los nuevos diseños de red y la recopilación de datos

Caracterización económica de la flota

A partir de las entrevistas estructuradas se estimó en 105 el número total de embarcaciones dedicadas a la pesquería de arrastre de langostinos en Piura, estimación aceptable si se considera que la muestra cubierta en las entrevistas representó aproximadamente el 38% de la flota. El empleo directo fue estimado en 315 tripulantes, considerando que las embarcaciones operan usualmente con un patrón y dos tripulantes. Los costos de capital estimados de una embarcación al momento de la compra o construcción varían en un rango de 9220 a 117000 soles (mediana= 39850 soles) y los costos de capital del arte de pesca varían entre 1550 y 8760 soles (mediana= 3000 soles). Los costos operativos anuales de pesca variaron entre 29640 y 156000 soles (mediana= 74360 soles) (rango), y el gasto de mantenimiento anual entre 5757 y 75359 soles (mediana= 17588).

El ingreso bruto anual de toda la flota fue estimado en el orden de los 21.5 y 50.7 millones de soles con un valor medio de 36.1 millones de soles (10.6 millones de US\$). Las ganancias obtenidas sustrayendo los costos operativos y de mantenimiento de los ingresos totales, muestran que la utilidad promedio anual de un patrón o de un tripulante fue estimado en 34060 soles (2838.3 soles mensuales) y del armador en 136370 soles (11364 soles mensuales). Estas ganancias resultan un incentivo económico suficiente para seguir dedicándose a esta pesquería, frente a los riesgos de persecución, pérdidas de embarcaciones, incautación de la red, piratería y robos en altamar.

Análisis económico de implementación de red modificada

Según los resultados mostrados en el objetivo anterior, la red convencional y las redes modificadas no presentaron diferencias significativas en las capturas por especie por área barrida. Por otro lado, los costos de los materiales para elaborar la red convencional, de acuerdo a la información de las encuestas, ascienden a 1500 soles el costo estimado de los materiales para la nueva red modificada fue de 1380 soles. Asimismo, el costo por mano de obra para elaborar ambas redes es el mismo, en base a consultas directas con las personas involucradas en la fabricación de redes tradicionales y del nuevo prototipo, quienes consideraron que el esfuerzo para elaborar ambas redes es similar.

Por tanto, basándose únicamente en los costos estimados de los materiales, podemos concluir que hay una ligera diferencia en el costo de adquisición y fabricación entre ambas redes. Lamentablemente no se logró recoger información relacionada con los costos operativos de usar la nueva red, ni datos sobre el desempeño hidrodinámico de la red como la fuerza de arrastre, la durabilidad y el uso de combustible asociado.

Análisis económico del uso de aplicativo

Se estimaron los costos para implementar un sistema básico de colecta de datos usando un aplicativo similar a la versión de prototipo desarrollada para el Proyecto DYNAMICOPERU, junto con una base de datos GUI que acopie la información y equipamiento de seguimiento Teltonika (o similar). Los costos iniciales, tanto de personal como de equipamiento, han sido estimados de manera separada a los costos operativos. Para mayor detalle ver el Anexo II.

El Sistema podría requerir desarrollos adicionales de códigos para incluir algunas actualizaciones como verificación de errores incorporada y capacidad multiplataforma. Debería establecerse una capacidad de servidor adecuada con la seguridad, el ancho de banda y el almacenamiento necesarios para acomodar los volúmenes de datos anticipados de alrededor de 100 embarcaciones que emiten datos de posición cada 2 minutos mientras están en el mar.

El costo inicial para poner en marcha el sistema de colecta de datos incluye salarios del personal, la adquisición de la infraestructura de cómputo, equipos móviles para 100 embarcaciones (i.e., la escala total de la flota) y equipos de seguimiento para 20 embarcaciones (i.e., 20% de la flota). El costo de los equipos de seguimiento varía dependiendo si emplean energía solar o no. Considerando la adquisición de equipos de seguimiento solares, el costo inicial del sistema para toda la flota ascendería a los 170500 soles, es decir, a 1700 soles por embarcación. Los costos operativos para todo un año de funcionamiento del sistema, incluidos el personal, los costos de cómputo y la depreciación de equipos, serían de aproximadamente 221900 soles para toda la flota, es decir, 2200 soles por cada embarcación. El costo total por embarcación sería 4900 soles que representa menos del 2% de las ganancias netas estimadas por embarcación.

OBJETIVO 4: Formular lineamientos para el desarrollo de un plan de manejo para la pesquería del langostino usando técnicas participativas y de co-manejo

La información obtenida en los objetivos anteriores fue usada para identificar lineamientos para un potencial plan de manejo en el futuro. Estos lineamientos fueron trabajados en un taller participativo cuyos resultados fueron consensuados por las instituciones del sector interesadas (pescadores, gobierno, ONG's e instituciones académicas). En general, se enfocaron diversos lineamientos según aspectos legales, pesqueros, tecnológicos, económicos y de gestión. Con respecto a los aspectos legales, en general, se sugiere convocar a un diálogo nacional participativos para el manejo de esta pesquería, incluyéndose asesoría internacional. En relación a los aspectos pesqueros se sugiere que los lineamientos estén enfocados en la evaluación de los diversos recursos hidrobiológicos capturados. Esto implica realizar un censo de las

embarcaciones, uso de aplicativo, monitoreo biológico-oceanográfico y una capacitación constante en pesca sostenible. Asimismo, se propuso una pesca exploratoria fuera de las 5 millas. Con respecto a los aspectos tecnológicos, se sugiere el apoyo del estado para promover el uso de aplicativos y la implementación de redes de pesca selectivas. Asimismo, se propone buscar un uso alternativo de las especies descartadas y valor agregado a los restos de langostino (cabezas). En cuanto a los aspectos económicos y de gestión, se sugiere registrar los precios de las especies comerciales, respetar las decisiones de los gremios, autorregulación de los días de faena por parte del pescador con miras a conservar los recursos hidrológicos, capacitar a los pescadores en el tema de los códigos de tamaño (calibre) de venta del langostino y analizar la cadena de valor del langostino monitoreando la trazabilidad del mismo.

➤ 1. Introducción

En el Perú, al igual que en otros países en desarrollo, la pesca artesanal es una fuente de alimentación y empleo importante especialmente en las poblaciones costeras del país (Galarza y Kámiche, 2015; FAO 2020). En el 2017 la pesca para el Consumo Humano Directo (CHD) representó alrededor de un millón de toneladas, es decir casi el 25% de la pesca total en el país. El 36% de este volumen fue capturado por la flota artesanal y consumido en estado fresco. La región Piura es una de las regiones más productivas y diversas de la costa peruana y su contribución a la pesca para CHD en el 2017 fue de 332.6 mil toneladas, representando el 33.5% del total de desembarques destinados para el CHD en el país (PRODUCE, 2018). El 22.2% de este volumen fue capturado por la flota artesanal y destinado al consumo en estado fresco.

Aun cuando diferentes niveles de gobierno resaltan la importancia de la pesca artesanal en Piura, las políticas de estado no se traducen en estrategias o medidas que puedan conducir a mediano o largo plazo hacia la sostenibilidad de este sector. La información básica, como la estructura y zonas de pesca de la flota, captura, esfuerzo, especies capturadas, costos, ingresos, etc., fundamentales para conocer esta actividad e iniciar un proceso de formulación de un plan de manejo de estas pesquerías, es escasa. Por otro lado, el alto grado de informalidad e ilegalidad de muchas pesquerías artesanales en Piura, estimada en un 70% por el Gobierno Regional de Piura (WALAC 2016; EL TIEMPO 2016; GORE 2017), y la adopción de medidas de manejo sin sustento técnico dificultan aún más el ordenamiento de este sector.

En este escenario complejo y multifactorial, este sector realiza sus actividades en esta región desde hace muchas décadas contribuyendo a la seguridad alimentaria del país y al sustento de miles de familias. Una de estas pesquerías, que opera desde los años 50, es la pesquería de arrastre artesanal dedicada a la pesca de langostino, que en 1994 pasó a ser considerada ilegal debido a que en dicho año se declaró la prohibición del uso de la red de arrastre dentro de las 5 millas. A pesar de la prohibición de esta red, considerada como arte de pesca no amigable, la flota de arrastre ha continuado desarrollando sus actividades hasta la actualidad, con altos niveles de captura incidental, impactando la biodiversidad en áreas costeras y generando conflictos entre pescadores, actores del gobierno y la sociedad civil (Salazar *et al.* 2015b). Dado que esta pesquería genera beneficios socioeconómicos y contribuye a la seguridad alimentaria en el país de manera importante, su prohibición en algunos años se ha flexibilizado en atención a situaciones climáticas o socioeconómicas.

En esta coyuntura, se presentan dos opciones: continuar con el *“status quo”*, es decir dejar que la pesca de arrastre siga pescando como hasta ahora de manera clandestina e ilegal, impactando la biodiversidad, o acopiar información que permita evaluar este impacto y proponer alternativas para reducir o eliminar el impacto del arrastre usando información científica y tecnológica en espacios participativos de diálogo y gestión conjunta. El proyecto “Desarrollo de un modelo dinámico de co-manejo para la protección de la biodiversidad en una pesquería de arrastre de langostino en el Perú” (DYNAMICOPERU) se alinea con la segunda opción y pretendió, a través de un enfoque participativo o de co-manejo, obtener información básica e identificar estrategias de manejo que reduzcan o eliminen el impacto de esta pesquería sobre la biodiversidad. Este informe presenta los principales resultados obtenidos en el proyecto durante marzo del 2019 a febrero 2010 con el financiamiento del Programa Institutional Links – Proyectos Colaborativos del Fondo Newton-Paulet. British Council/ CONCYTEC (Contrato N° 222 – 2018 – FONDECYT)

➤ 2. Antecedentes

La pesca de arrastre del camarón (llamado langostino en Perú) en los países tropicales y subtropicales de América Latina y el Caribe, representa la segunda pesquería con mayor valor de exportación después del atún y aunque su impacto ha sido poco estudiado, es posible que genere impactos similares a los ya mencionados anteriormente (Meltzer *et al.* 2012). Por esta razón el uso de este arte de pesca, es y ha sido muy criticado permanente por conservacionistas y otras pesquerías artesanales quienes atribuyen la reducción de las capturas de especies comerciales a los descartes que genera esta pesquería. De hecho, la gran cantidad de fauna acompañante o pesca incidental puede llegar a ser hasta 25 veces superior a la cantidad de camarón recolectado según la FAO (2001).

Sin embargo, las pesquerías de arrastre causan impactos en el fondo marino (Collie *et al.*, 2016; Hiddink *et al.*, 2017), particularmente cuando no se regulan o no se aplican buenas prácticas. El impacto de las pesquerías de fondo produce en el fondo marino efectos nocivos en la flora y fauna bentónicas, pero también en el entorno físico (Kaiser *et al.*, 2006, 2016; Collie *et al.*, 2016; Hiddink *et al.*, 2017). Estas redes pueden promover la suspensión de sedimentos; disminución de los procesos de bioturbación de la macrofauna; la eliminación o destrucción de una amplia gama de organismos bentónicos e inducir cambios evolutivos en la demografía de la población y en las estructuras y funciones de los ecosistemas, entre otras consecuencias (Thrust and Dayton, 2002; Brown *et al.*, 2005; Foden *et al.*, 2010; Mangano *et al.*, 2013, 2014; Sciberras *et al.*, 2016).

La pesca de arrastre artesanal de langostino en la zona norte del Perú se desarrolla de manera ilegal dentro de las 5 millas y es considerada como una pesquería que causa un gran impacto sobre la biodiversidad marina costera (Hooker 2016; Miranda 2018; Romo 2019). La captura de muchas especies comerciales y no comerciales en etapa juvenil que luego son descartadas podrían amenazar la sostenibilidad de sus poblaciones, especialmente si no se aplican prácticas para reducir las capturas incidentales (Brown *et al.*, 2019). Según IMARPE (1969) esta pesquería en la década de los 60 estaba constituida por 12 pequeñas embarcaciones cuya capacidad de bodega fluctuaba entre 10 a 15 m³ utilizadas principalmente para la pesca del langostino entre Paita (Piura) y Puerto Pizarro (Tumbes). El I Censo Nacional de la Pesca Artesanal del Ámbito Marítimo 2012, reporta 88 embarcaciones en la Región Tumbes y 55 en la Región Piura (PRODUCE; 2013) sin embargo, la mayor cantidad estudios se concentra en la pesca de arrastre de Tumbes (Machii and Rodríguez, 1990; Jerí, 1991; Mendo and Tam, 1993; Ordinola *et al.*, 2008; Inga *et al.*, 2010; Vera *et al.*, 2010; Salazar *et al.*, 2014, 2015a; Salazar *et al.*, 2017) y sólo unos pocos hacen referencia a la pesca de arrastre artesanal en Piura (Salazar y Molina 1997; Ganoza *et al.*, 2014).

En el año 1992 el Decreto Supremo 017-92-PE declara la zona adyacente a la costa comprendida entre las cero (0) y cinco (5) millas marinas, como zona de protección de la flora y fauna existentes y prohíbe el desarrollo de las actividades de pesca para consumo humano directo o indirecto con redes de cerco, así como el uso de métodos, artes y aparejos de pesca que modifiquen las condiciones bioecológicas del medio marino. Esta norma no prohíbe explícitamente a las redes de arrastre y de cerco artesanal, ni tampoco lo hace la Ley General de Pesca (DL 25977-1992-PE). Es el Reglamento de la Ley General de Pesca en 1994 (Decreto Supremo 01-94-PE) y en el Reglamento de la Ley General de pesca del 2001 (DS-012-2001-PE) que establecen, en esta zona reservada para la actividad pesquera artesanal y de menor escala, la prohibición del uso de artes y aparejos de pesca que modifiquen las condiciones bioecológicas del medio marino, tales como redes de arrastre de fondo, rastras y chinchorros mecanizados. En el 2004, el Ministerio de la Producción, basado en un informe del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) que da cuenta de una reducción de la captura de adultos y subadultos de langostino en Tumbes y Piura, emite la RM-305-2004-PRODUCE en la cual se prohíbe la extracción del recurso langostino en sus estadios adulto y subadulto en el mar y canales de marea, por un período de ciento veinte (120) días calendario, y establece el período comprendido entre el 16 de febrero y el 15 de diciembre como la temporada anual de pesca del recurso langostino en el ambiente marino y canales de marea, quedando prohibida su extracción desde el 16 de diciembre de cada año hasta el 15 de febrero del año siguiente. Esta norma no especifica el tipo de pesquería, aunque es de asumir que están comprendidas la pesquería de arrastre que opera fuera de las 5 millas y que usan otros artes y aparejos de pesca que capturan langostino. Sin embargo, se sabe que la flota de Tumbes ha operado dentro y fuera de las 5 millas por lo menos desde el año 2000 como lo reporta Vera *et al.* (2010) y que la pesca del langostino en Piura es realizada por una flota de arrastre que opera dentro de las 5 millas (Ganoza *et al.*, 2014). Esta prohibición se suspende en el 2016 (RM-486-2016-PRODUCE) solo para el "langostino café" (*Farfantepenaeus californiensis*) en Piura, y es sustentada por IMARPE en la ausencia de ejemplares adultos maduros y en la necesidad de continuar con estudios biológicos. Esta norma tampoco especifica el tipo de flota o pesquería que comprende.

A solicitud de IMARPE, el Ministerio de la Producción ha otorgado tres autorizaciones para la ejecución de actividades de investigación sobre el langostino en Piura bajo la modalidad de pesca experimental. La primera otorgada en el 2016 para el periodo 25 al 31 de enero (RM-013-2016-PRODUCE) para llevar a cabo una *"evaluación poblacional directa, cuyos resultados proveerán información confiable y oportuna del estado actual del stock disponible del recurso langostino en las bahías de Paita y Sechura que permitan recomendar las medidas de manejo para un adecuado aprovechamiento de este recurso"*. Al respecto no se ha podido ubicar algún informe que permitan conocer los resultados de esta evaluación. La segunda pesca experimental fue realizada del 31

de agosto al 31 de diciembre (RM-333-2016-PRODUCE) y estuvo orientada a evaluar la selectividad del impacto entre el uso de la red de arrastre langostinera tradicional y la red de arrastre modificada (RAAL) sobre el fondo marino y su biodiversidad. Las conclusiones del informe emitido por IMARPE (2017) en relación a la segunda pesca experimental, dan cuenta que se realizaron las modificaciones de la red pero que no fue usada para las comparaciones y que el uso de nasas y otra red llamada “suripera” no capturó el recurso. Por esta razón recomiendan ampliar el periodo de experimentación y otorgar el financiamiento necesario. La tercera autorización de pesca experimental del “langostino café” (*Farfantepenaeus californiensis*) fue otorgada a IMARPE en el 2018 (RM-111-2018-PRODUCE) por el plazo de seis (06) días efectivos con misma finalidad de evaluar el impacto de las redes de arrastre tradicional y una red de arrastre modificada (RAAL) sobre el fondo marino y la biodiversidad asociada, en el ámbito marítimo adyacente a la provincia de Sechura del departamento de Piura. Los resultados de esta pesca experimental no han sido ubicados.

Tal como se puede apreciar pese a los esfuerzos realizados para contribuir con información que permita identificar algunas estrategias de manejo en esta pesquería, estos no han sido suficientes. Por otro lado, la prohibición del uso de la red de arrastre dentro de las 5 millas en el Reglamento de la Ley de Pesca al parecer es el mayor obstáculo para iniciar un proceso de manejo participativo. En este contexto se ejecutó el proyecto DYNAMICOPERU con la única finalidad de conocer mejor esta pesquería de arrastre y dotar de información básica a la administración para la formulación de medidas de manejo, que contribuyan a la sostenibilidad de los recursos pesqueros y la biodiversidad marina.

➤ 3. Instituciones participantes

Instituciones ejecutoras

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM, Perú)

Equipo técnico

- Dr. Jaime Mendo (Investigador principal y Coordinador)
- Dra. Patricia Gil-Kodaka (Co-investigadora)
- M.Sc. Jimmy Martina (Co-Investigador)

Colaboradores

- Bach. Iván Gomez (Residente de campo)
- Bach. Jhenifer Fernández (Tesisista)
- Bach. Ruggieri Delgado (Tesisista)
- Bach. Rosalía Arroyo (Tesisista)
- Bach. Alejandra Travezaño (Tesisista)
- Bach. Karla Loza (Tesisista)
- Econ. Yackelin Gonzales Arango (Apoyo administrativo)

Universidad de St Andrews (USTAN, Escocia)

Equipo técnico

- Dr. Mark James (Investigador Principal)
- Dra. Tania Mendo (Co-investigadora)

Colaboradores

- M.Sc. Janneke Ransijn
- Patrick McCann
- Swithun Crowe

Instituciones Asociadas

REDES - Sostenibilidad Pesquera (REDES)

- Ing. Renato Gozzer
- Ing. Jorge Grillo

Dirección Regional de la Producción (DIREPRO-PIURA)

- Ing. Juan Quezada
- Ing. Joaquín Abad

Asociación de Pescadores Artesanales de la Caleta Constante-Sechura (APACONS)

- Ing. Alex Eche
- Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Roma)
- M.A. Carlos Fuentevilla

➤ 4. Objetivos del proyecto

- Identificar temporal y espacialmente las áreas de mayor riesgo de captura incidental para la biodiversidad utilizando observadores a bordo y un novedoso método de recolección de datos de bajo costo y en tiempo real
- Comparar la abundancia y diversidad de las especies capturadas entre la red estándar y dos prototipos alternativos de redes de pesca
- Realizar un análisis económico para determinar el capital y los costos operativos en el uso de los nuevos diseños de redes, la recopilación de datos y la infraestructura asociada requerida para continuar la recopilación de datos por este medio.
- Formular lineamientos para el desarrollo de un plan de manejo para la pesquería de langostinos usando cogestión dinámica

➤ 5. Actividades realizadas y productos del proyecto

La Tabla 1 presenta un cronograma de actividades realizadas en cada objetivo durante el periodo de marzo 2019 a febrero 2020. Estas actividades fueron realizadas de manera oportuna y en cumplimiento a los compromisos establecidos en los dos hitos considerados en el proyecto. Mayor detalle sobre los eventos, talleres y cursos se puede ver en el Anexo I. Los productos elaborados por el proyecto para los dos hitos fueron los siguientes:

HITO 1

01 Convenio de colaboración para realizar investigación entre la UNALM y USTAN

01 Informe de reunión inaugural

01 Informe de Protocolo de muestreo a bordo y Modificación del aplicativo

01 Informe de avance de base de datos y monitoreo

01 Contrato FONDECYT-UNALM

01 Informe de línea de base

02 Certificados de conducta responsable

HITO 2

01 Informe de cursos de capacitación en uso de aplicativo para pescadores

01 Informe de curso-taller para el uso de la base de datos del aplicativo

02 Expertos procedentes del exterior que participan en actividades de CTe

- 01 Informe final de modelos espaciales y temporales de la biodiversidad.
- 01 Informe de Taller del nuevo diseño de la red de arrastre
- 01 Informe de Evaluación de nuevos diseños de redes
- 01 Informe sobre la implementación de redes y el aplicativo
- 01 Informe de valoración económico de la captura incidental
- 01 Informe de taller de elaboración de lineamientos para el plan de manejo
- 01 Informe de taller
- 01 Informe de línea de salida
- 01 Informe de la visita del experto
- 01 Artículo científico sometido
- 05 Resoluciones de nombramiento de jurado de tesis de pre-grado

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas en el proyecto DYNAMICOPERU, marzo 2019 a febrero 2020

OBJETIVO	ACTIVIDAD	Mar 19	Abr 19	May 19	Jun 19	Jul 19	Ago 19	Set 19	Oct 19	Nov 19	Dic 19	Ene 20	Feb 20
1. Identificar temporal y espacialmente las áreas de mayor riesgo de captura incidental para la biodiversidad	Reunión Inaugural / Salidas pesca preliminares (2-3)												
	Protocolo de muestreo a bordo												
	Modificación del aplicativo para la pesca arrastre de langostinos												
	Base de datos adaptada para la pesca de arrastre												
	Monitoreo de campo para evaluar captura incidental												
	Uso de aplicativos por 20 pescadores												
	Acceso a la base de datos por los administradores												
	Desarrollo de modelos espaciales y temporales de la biodiversidad.												
	TALLER 1: Viaje de campo preliminar												
	TALLER 1: Capacitación: parte 1- Charlas												
2. Comparar la abundancia y diversidad de las especies capturadas con dos prototipos de redes	TALLER 1: Capacitación parte 2 - Construcción de redes												
	Trabajo de campo para comparar redes												
	Acopio de datos sobre costos de materiales y construcción												
	Estimación los costos para la implementación de nuevas redes												
	Estimación de costos para la implementación del aplicativo												
3. Realizar un análisis económico en el uso de los nuevos diseños de redes, la recopilación de datos y la infraestructura asociada	Viabilidad de la implementación de redes y el aplicativo.												
	Valoración económica de la reducción de la captura incidental												
	Taller 2: Curso: uso de aplicaciones y bases de datos para DIREPRO												
	Taller 3: Lineamientos para la ordenación de la pesquería												
	Informe final / Cierre del proyecto												
4. Formular lineamientos para el manejo de la pesquería de langostinos													

➤ 6. Metodología

La información colectada en el proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo permanente de los pescadores que arrastran desde Sechura hasta Máncora. Con esta información y la participación de los pescadores fue posible cumplir con los objetivos del proyecto relacionados con la distribución espacial y temporal de la captura, la comparación experimental de dos prototipos de redes de arrastre, el análisis económico del uso de nuevas redes y uso de tecnología moderna para la adquisición de información y una propuesta de lineamientos para el manejo de esta pesquería. A continuación, se detalla la metodología usada en cumplimiento de los objetivos.

6.1. Objetivo 1

Este objetivo se orientó a conocer la distribución espacial y temporal de las capturas y a identificar las áreas de mayor riesgo para la biodiversidad utilizando observadores a bordo en las embarcaciones arrastreras y un novedoso método de recolección de datos de bajo costo y en tiempo real. De abril a diciembre del 2019 los observadores participaron en 90 salidas de pesca comerciales y recopilaron información del recorrido de la embarcación y tiempo de arrastre, así como la captura y composición específica de la captura de un total de 391 lances.

El recorrido de la embarcación fue registrado usando un aplicativo móvil para celulares (App) desarrollado como parte de dos proyectos del Fondo Europeo, Marítimo y de Pesca, a través del proyecto del Sistema Integrado de Datos de Pesca Costera de Escocia (SIFIDS) para facilitar la recopilación de datos por parte de los pescadores y que pueden alimentar enfoques más dinámicos para el manejo de pesquerías dispersas y diversas. El proyecto DYNAMICOPERU con el apoyo del proyecto SIFIDS adaptó el uso de este aplicativo para la recopilación de datos y análisis para una pesquería de artes activas como es la pesca de arrastre de langostino y creó el aplicativo para Smartphone denominado “Pescar” (Fig. 1).

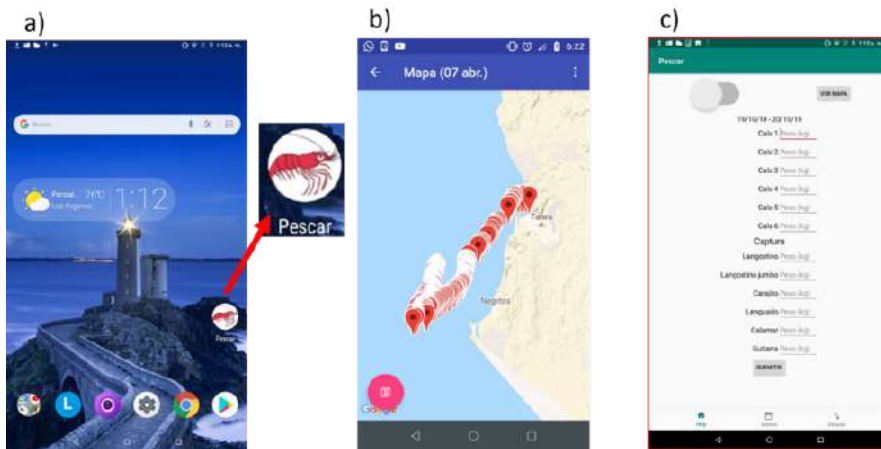


Fig. 1. Aplicativo “Pescar” para Smartphone mostrando el mapa con el recorrido durante un viaje de pesca y los datos que registraron los pescadores.

Este dispositivo colectó datos de posición durante un viaje de pesca, usando la información satelital de posicionamiento del celular, los cuales fueron enviados a un servidor y luego analizados de manera temporal y espacial. Adicionalmente a la información de los observadores, 15 pescadores fueron capacitados y reclutados para el uso del App, quienes enviaron datos de ubicación de la jornada de pesca y el peso de las principales especies comerciales (langostino, lenguado boca chica y carajito).

Una vez finalizado el arrastre e izada la red, se registró el peso total de la captura (CT) y el peso de la red con una balanza digital con capacidad de 1 tonelada y precisión de 0.5 kg marca KAMBOR. Una muestra de la captura fue obtenida usando un balde de 20 L de capacidad y pesada usando una balanza de 100 kg de capacidad con una precisión de ± 20 g marca KAMBOR. El número y peso total de los individuos por especie o taxón fueron registrados y ponderados a la captura total. La identificación de especies se realizó consultando las claves y guías de Álamo y Valdivieso (1997), Chirichigno y Vélez (1998), Moscoso (2013), Santamaría *et al.* (2018) y Zavalaga *et al.* (2018), entre otros.

La captura incidental (CI), definida por la Pérez-Roda *et al.* (2019) como captura de organismos que no son objetivo, incluye organismos que son descartados y organismos no objetivo que se retienen y son comercializados o consumidos. El peso de la captura de la especie objetivo (langostino, CO) y de especies no objetivo que se comercializan, se consumen o intercambian con otros productos (CC) fue registrado una vez que los pescadores las separaron en cajas de PVC de 0.08 m^3 con ayuda de una balanza digital de 100 kg de capacidad. La captura incidental en cada cala fue estimada sustrayendo la CO de la CT y el descarte (CD) sustrayendo la CO+CC de la CT.

Usando los datos de captura y el área barrida se calculó la captura por unidad de área barrida (CPUA, kg/km²) de las especies objetivo y no objetivo, así como los descartes. El área barrida (a) fue estimada usando la ecuación (Sparre y Venema 1997):

$$a = D * r_s * X_2$$

Donde:

D= distancia de arrastre (km)

rs= Longitud de la relinga superior (m)

X2= Factor de deformación de la rs

La distancia fue estimada usando el tiempo de arrastre y los datos geo-referenciados de la trayectoria de la red de arrastre. El valor de X2 fue establecido en 0.5 de acuerdo a Pauly (1980). Los datos de CPUA fueron promediados mensualmente y analizados espacial y temporalmente usando el Programa estadístico R. Finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Clarke and Warwick 2001) para identificar zonas y meses con alta biodiversidad.

Cabe resaltar que la información de la composición por especies de la captura, captura incidental, y el descarte fue analizado con mayor detalle solo para la zona de pesca frente a Los Órganos, zona donde se concentró la flota y donde se registró el mayor número de lances durante el periodo del proyecto.

6.2 Objetivo 2

Este objetivo fue planteado para comparar la abundancia y diversidad de las especies capturadas entre la red convencional y dos prototipos alternativos de redes de pesca. La red convencional (RC) es la red que tradicionalmente usan los pescadores y los prototipos alternativos se refieren a dos nuevas redes construidas con otro tipo de material y con dispositivo de escape con diferente tamaño de malla (RM-I y RM-II) (Fig. 2) tal como lo propone INAPESCA (2010). La Tabla 2 muestra las características de las 3 redes usadas en los lances de comparación de la abundancia y diversidad de las especies capturadas.

Los lances de comparación fueron realizados con dos embarcaciones artesanales de características similares que arrastraron al mismo tiempo y en paralelo a una distancia < 100 m entre ambas en la misma zona de pesca con características similares de profundidad, velocidad, dirección y tiempo de arrastre. Un total de 11 lances fueron realizados entre los meses de setiembre y octubre usando la red convencional y la red modificada I (RM-I) y un total de 16 lances con la red convencional y la red modificada II (RM-II) entre los meses de noviembre y diciembre.

La metodología de obtención de la información de la abundancia y composición de la captura en cada lance de cada experimento fue la misma descrita en el Objetivo 1. Los datos de la especie objetivo y de la pesca incidental de cada lance en cada experimento fueron comparados usando el Análisis de Varianza (ANOVA) con el programa R.

Tabla 2. Características de la red estándar o convencional (RC) y las nuevas redes modificadas (RM-I) y (RM-II).

Característica	Red Convencional (RC)	Red Modificada I (RM-I)	Red Modificada II (RM-II)
Tamaño de malla de la cuchilla (mm)	31.7	60	60
Tamaño de malla del cuerpo (mm)	31.7	Cielo: 60 Túnel: 50 Antecopo: 36	Cielo: 60 Túnel: 50 Antecopo: 36
Tamaño de malla del copo (mm)	25.4	25.4	25.4
Material de la red	Poliamida	Polietileno (solo el copo de poliamida)	Polietileno (solo el copo de poliamida)
Dispositivos de escape	Ninguno	Malla cuadrada de 0.6525 m ² (TM=5cm)	Malla cuadrada de 1.45 m ² (TM=10 cm)
Nro. relingas	1	2	2



Fig. 2. Dispositivo de escape con malla cuadrada utilizada para los nuevos prototipos de redes de arrastre

6.3. Objetivo 3

El análisis económico fue dividido en tres partes: 1) caracterización económica de la pesquería, 2) análisis económico del uso de los nuevos diseños de redes para reducir la pesca incidental, y 3) implementación de tecnología de bajo costo en la recopilación de datos de captura y esfuerzo.

Caracterización económica de la pesquería

Para cumplir con este análisis entre el 11 de diciembre del 2019 y el 3 de enero del 2020, se llevaron a cabo un total de 30 entrevistas estructuradas a pescadores en Máncora (1), Cabo Blanco (8), Talara (17), y Constante (4). Las entrevistas fueron aplicadas por cuatro observadores de campo del Proyecto DYNAMICOPERU familiarizados con el sector, y que contaban con la confianza de los pescadores. Las personas entrevistadas proporcionaron datos relacionados con las características de las operaciones pesqueras, el número de embarcaciones y pescadores, los costos operativos de la faena de pesca, los costos de mantenimiento; los precios de venta en playa de la captura desembarcada, los ingresos del propietario de la embarcación y de los pescadores, entre otros. Para el cálculo de los ingresos brutos, se consideraron dos escenarios: i) Escenario A, usando los precios máximos por kilogramo y la captura mínima reportados por especie y ii) Escenario B, usando los precios mínimos por kilogramo y la captura máxima reportados por especie.

Los datos de estas entrevistas fueron codificados e introducidos en hojas de Excel para el correspondiente análisis. Datos adicionales sobre capturas y pesca incidental fueron obtenidos de la base de datos del muestreo a bordo realizado por los observadores de campo (ver objetivo 1). Adicionalmente y con la finalidad de corroborar la información sobre el número total de embarcaciones, se realizaron sobrevuelos en los diferentes lugares donde permanece la flota fondeada con la ayuda de un dron DJI Mavic Pro Zoom. Los resultados de los análisis fueron presentados y validados en un taller llevado a cabo en Piura el 15 de enero de 2020, en el que participaron pescadores, dirigentes y un representante del Gobierno Regional familiarizado con la pesquería artesanal de langostino.

Capital y costos operativos en el uso de los nuevos diseños de redes

Para evaluar y comparar el rendimiento de la nueva red, se analizaron los datos obtenidos en los lances con la red convencional y las redes modificadas tal como se detalla en el Objetivo 2. La viabilidad económica se midió comparando los resultados de ambas redes en términos de capturas de especies comerciales y de costos de fabricación.

Implementación de tecnología de bajo costo

El análisis económico para la implementación de esta tecnología para toda la flota se realizó sobre la base de los costos conocidos de los equipos y servicios, junto con el conocimiento de costos de otras experiencias de implementación similares. Para ello se desarrolló un modelo de costos básico y escalable que permita estimar el costo para las opciones tecnológicas disponibles que cumplan con los criterios de robustez y precisión, tecnología de bajo costo y, en la medida de las posibilidades, de acceso abierto. Sobre esta base se calcularon los costos operativos y de capital para el uso de una nueva tecnología y procesos para la obtención de información en la pesquería artesanal de arrastre.

6.4. Objetivo 4

La formulación de lineamientos para el desarrollo de un plan de manejo para la pesquería de langostinos usando cogestión dinámica fue el objetivo que concentró el interés de diferentes actores relacionados con la administración y la pesquería. Ello implicó la organización de varias reuniones de trabajo que aclararan los roles de las diferentes instituciones y las dificultades de tipo biológico, tecnológico y legal que había de considerar en la formulación de lineamientos para el manejo de esta pesquería. El logro de este objetivo implicaba, por lo tanto, la participación dinámica y permanente de las diferentes instituciones tanto administrativas como de los administrados para lo cual fueron invitados a todas las reuniones o talleres de trabajo que el proyecto organizaba durante todo el periodo de ejecución del proyecto.

El evento final fue el Taller para la formulación de los lineamientos para el desarrollo de un plan de manejo realizado en Piura el día jueves 16 de enero del 2020, en el cual se trabajó de manera intensa con las diferentes instituciones involucradas en el proyecto. El taller se dividió en tres partes: una primera parte con presentaciones cortas sobre aspectos legales, pesqueros, biológicos y económicos que integran el conocimiento histórico y actual de esta pesquería en Piura. Asimismo, en esta parte se presentaron los resultados del proyecto y algunas experiencias en otros países. La segunda parte comprendió la formación de grupos de trabajo interinstitucional quienes tuvieron la tarea de analizar los vacíos o brechas en el manejo de esta pesquería y realizar recomendaciones de actividades, estrategias, estudios o gestión en los diferentes temas abordados en la primera parte. Los temas asumidos por los grupos de trabajo fueron: legales, pesqueros, tecnológicos y socioeconómicos. En la última parte los grupos presentaron los resultados a la sesión plenaria para su discusión y la formulación de los lineamientos consensuados.

➤ 7. Principales resultados

7.1. Zonas de pesca

La Fig. 3. integra la información de los lances registrados por los observadores de campo (391) y los pescadores (251) durante el desarrollo del proyecto. Las principales zonas de pesca se encuentran frente a Los Órganos (Cabo Blanco a Punta Sal), la zona frente a Talara, y la zona frente a Sechura. La flota se concentró en la zona frente a Los Órganos donde pescaron regularmente durante todo el periodo de estudio; frente a Talara solo se registró información durante 4 meses (mayo, agosto, noviembre y diciembre) y en Sechura durante 3 meses (mayo, setiembre y octubre).

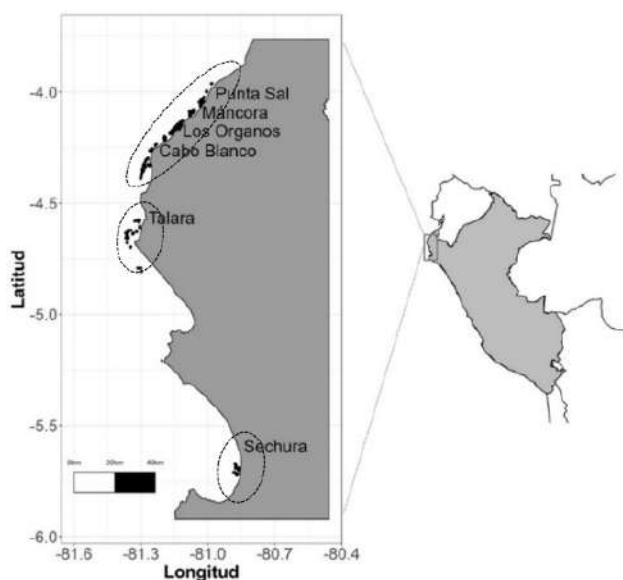


Fig. 3. Ubicación de las zonas de pesca de la pesca de arrastre de langostino registrada por los observadores de campo y los pescadores durante abril a diciembre del 2019.

El reducido número de faenas de pesca que se observa frente a Sechura se puede atribuir a la abundancia de la especie objetivo o al cambio de especie objetivo de la flota como la "cachema" (*Cynoscion analis*) y el "pámpano" (*Trachinotus paitensis*). En el caso de Talara se le atribuye a constantes oleajes y cierre de puerto, así como la poca colaboración de los pescadores para la participación de los observadores de campo en sus faenas de pesca. Todas las faenas de pesca se realizaron dentro de las 5 millas a una profundidad de entre 6 y 58 m y más del 80% de las calas se realizaron entre 10 y 40 m de profundidad.

7.2. Distribución espacial y temporal

La Fig. 4 muestra la variación de la captura del langostino, de otras especies comerciales y de los descartes en toda la zona donde operó la flota de arrastre durante el periodo de estudio. Tal como se puede apreciar, la zona de Los Órganos presentó la mayor cantidad de datos que en la zona de Talara y Sechura que no permite realizar comparaciones rigurosas de manera espacial y temporal. Las capturas más altas de otras especies comerciales se registraron en mayo y junio en Los Órganos y las más bajas en Sechura. En Sechura y Talara se observaron los más altos valores de captura descartada que en Los Órganos, aunque las especies más descartadas variaron según la zona. En Sechura se descartaron mayormente macroalgas (*Caulerpa* sp), mientras que en Talara y Los Órganos se descartaron más invertebrados y peces (cangrejo nadador, el bereche y el falso volador).

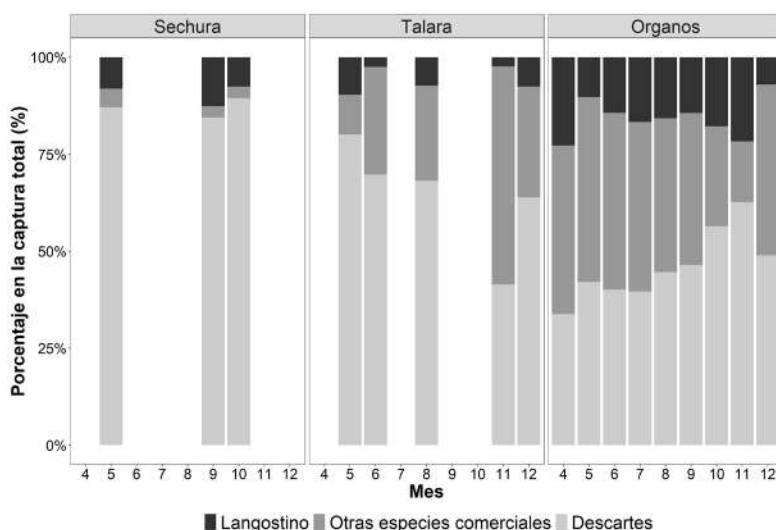


Fig. 4. Porcentaje de langostino, otras especies comerciales y descartes en las capturas de la pesquería de arrastre de langostino por zonas de pesca de abril a diciembre 2019.

Los valores de biodiversidad se calcularon para cada grupo de especies (peces, invertebrados y algas). No se encontraron diferencias significativas en la diversidad de peces e invertebrados de las tres zonas. La biodiversidad de macroalgas fue mayor en Los Órganos que en las otras dos zonas.

Analizando la diversidad de Los Órganos, los más altos valores de diversidad de peces se registraron en los meses de primavera (setiembre, octubre, noviembre) con diferencias

significativas entre los meses de octubre y noviembre comparados con los meses de mayo y junio (Fig. 5; $p=0.0001$). La biodiversidad de invertebrados fue mayor en los meses de invierno (julio, agosto), comparado con los meses de otoño y primavera (Fig. 5; $p<0.001$). La biodiversidad de algas fue mayor en mayo, con diferencias significativas comparado con todos los otros meses del estudio (Fig. 5; $p<0.001$).

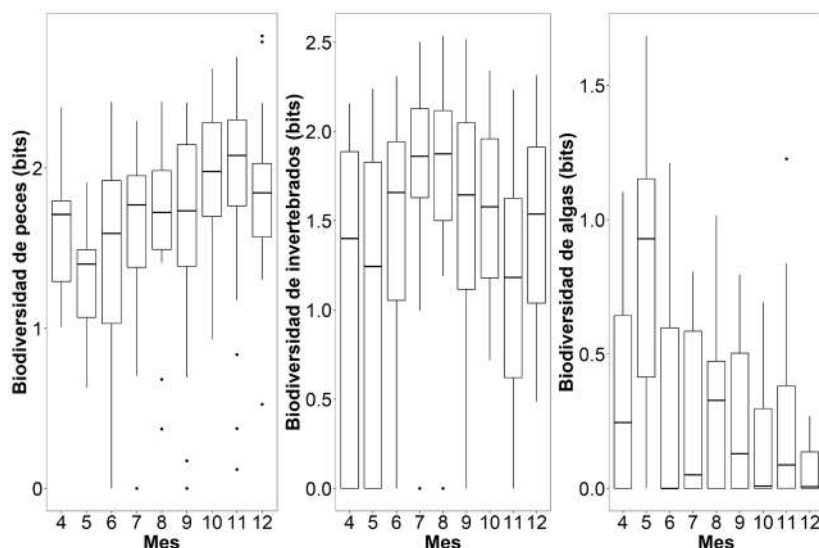


Fig.5. Variación mensual de la biodiversidad (bits) para peces, invertebrados y macroalgas en las capturas frente a la zona de Los Órganos, de abril a diciembre 2019.

7.3. Análisis de la pesca de arrastre en la zona de Los Órganos

7.3.1. Composición de la captura

Durante todo el periodo de estudio en total se han registrado 304 especies. La Fig. 6 muestra el número de especies por taxón registradas en la captura y se observa al grupo de peces con 126 especies (41.4%) seguido por 64 especies de moluscos (21.1%), 63 especies de crustáceos (20.7%), 33 especies de algas (10.9%), 8 especies de equinodermos (2.6%) y 10 especies de otros grupos (3.3%). Asimismo, el CPUA (%) muestra al grupo de peces como el más importante y abundante en las capturas, seguido por los crustáceos, algas y moluscos.

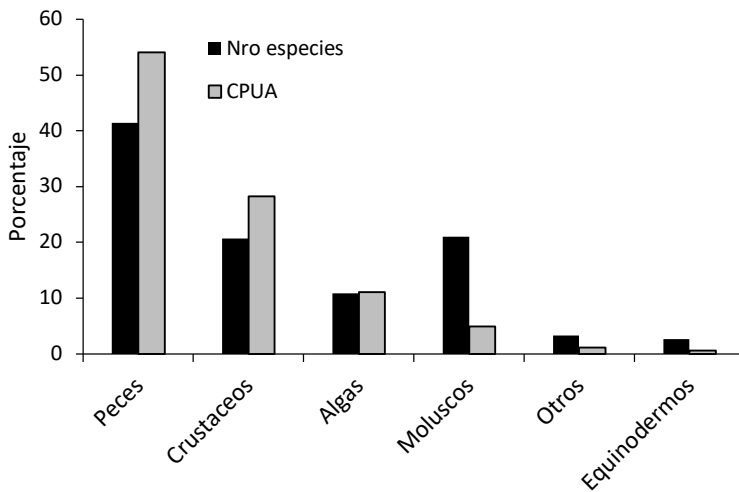


Fig. 6. Número de especies y CPUA en porcentaje por grupo taxonómico en la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

Los meses de abril y mayo presentan los valores más bajos en el número de especies (Fig. 7) y en general el número de especies durante el periodo de estudio presenta una ligera variación mensual con cierta tendencia positiva hasta el mes de noviembre.

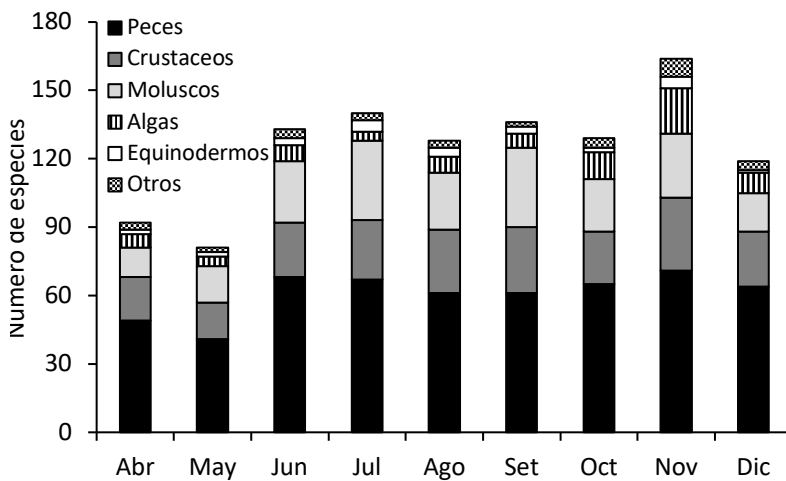


Fig. 7. Número de especies por grupo taxonómico registrado por meses en la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

7.3.2. Captura de especies objetivo e incidental

La captura por unidad de área (CPUA; t/km²) de la especie objetivo de esta pesquería, el "langostino café" (*Farfantepenaeus californiensis*), constituyó el 16.8% de la captura total y por lo tanto la captura incidental constituyó el 83.2%. La Fig. 8 muestra la variación mensual de la captura total, captura objetivo y la captura incidental. La captura total varió de 2.28 a 6.96 t/km², el langostino entre 0.38 y 0.99 t/km² y la captura incidental entre 1.90 y 5.96 t/km². La CPUA incidental fue más abundante en los meses de mayo/junio y noviembre/diciembre y la CPUA del langostino fue más abundante en los meses de junio, octubre y noviembre. La CPUA incidental solo explica el 35% de la varianza de la CPUA del langostino ($R^2 = 0.356$)

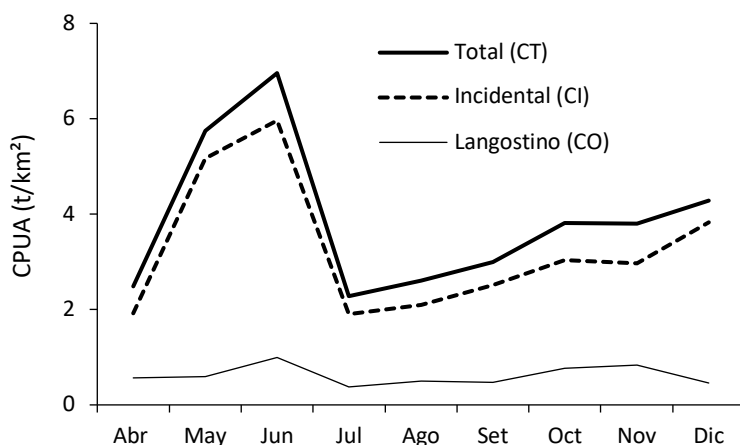


Fig. 8. CPUA (t/km²) total, incidental y de langostino de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

Las especies más abundantes en peso en la captura incidental en todo el periodo de estudio se muestra en la Fig. 9. El "carajito" (*Diplectrum conceptione*) presentó el más alto valor de CPUA en todo el periodo de estudio con 176.0 t/km², seguido por la macroalga "caulerpa" (*Caulerpa filiformis*) con 91.6 t/km², el "bereche" (*Larimus* sp.) con 64.8 t/km², el "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) con 61.2 t/km² y el "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) con 44.4 t/km². No se ha reportado la captura de tortugas o mamíferos durante todo el periodo de estudio y solo se ha reportado una especie clasificada como "amenazada" en la lista roja de la World Conservation Union (IUCN) que corresponde al "caballito de mar" (*Hippocampus ingens*), aunque esta fue observada en algunos lances.

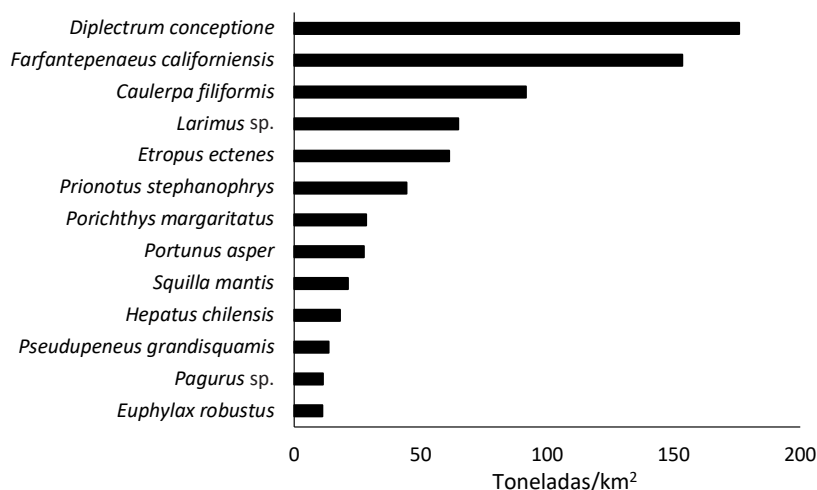


Fig. 9. Especies más abundantes capturadas en la pesca de arrastre de langostino frente a Cabo Blanco-Máncora durante abril-diciembre 2019.

La proporción entre la captura incidental y la captura del langostino (CI/CO) en promedio fue de 5:1, es decir que, por cada kg de langostino capturado se captura 5 kg de captura incidental o bycatch. Este valor es menor que en la pesquería de arrastre de Cuba que presenta una relación de 7:1 (Giménez Hurtado *et al.*, 2016) y en Ecuador solo considerando los peces, esta relación antiguamente ha sido de 4.4:1 hasta 11.7:1 (Little y Herrera 1992). En Colombia, Venezuela y México esta relación ha sido estimada entre de 10:1 y 16:1 (Duarte *et al.* 2010; Marcano 1998; López-Martínez y Morales 2012).

La relación CI/CO muestra los valores bajos en los meses de abril, y noviembre en los cuales se necesita capturar alrededor de 3 kg para capturar un kg de langostino.

Contrariamente en los meses de mayo y diciembre se necesita alrededor de 8.5 kg de captura incidental por kg de langostino (Fig. 10). Los resultados de este estudio señalan al periodo de julio a noviembre como la época con menor pesca incidental por kg de langostino. Hay que notar, que la relación CI/CO puede variar año con año y se requiere un monitoreo de las capturas a través de varios años para establecer una línea base que permita evaluar tendencias a mediano y largo plazo.

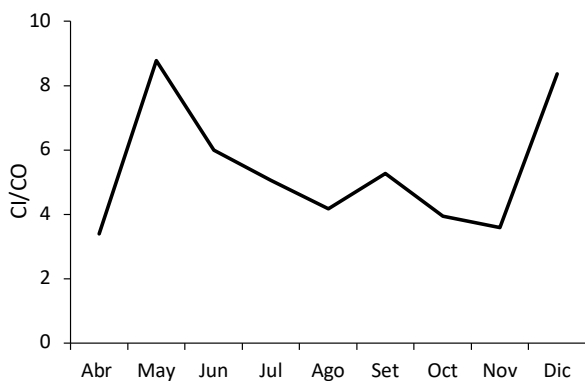


Fig. 10. Proporción mensual entre la CPUA de pesca incidental y de langostino en la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

7.3.3. Captura de especies comerciales no objetivo y descartes

Tal como se mencionó en el capítulo de metodología, la captura total está constituida por la especie objetivo (CO, langostino), otras especies con valor comercial o autoconsumo (CC) y los descartes (CD). El 17% de la captura total estuvo correspondió a la especie objetivo, el 36% corresponde a especies de valor comercial o autoconsumo (CC) y el 47% a los descartes (CD) (Fig. 11), es decir, que el 53% de la captura total es comercializado.

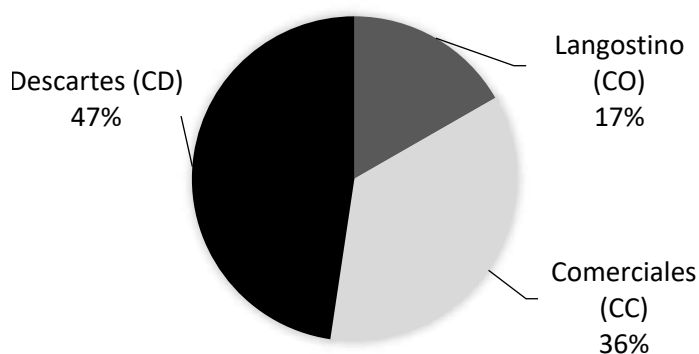


Fig. 11. Composición de la captura (%) de acuerdo a su utilización de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

De la captura total en peso de las especies comerciales (CO+CC) capturadas durante todo el periodo de estudio el 31.9% correspondió al langostino (CO) y el 68.1% a otras especies (CC). Un total de 54 especies fueron retenidas para su comercialización, consumo o intercambio (CC); de ellas las más abundantes fueron el “carajito” (*Diplectrum conceptione*) con el 49.6% de la CPUA y el “lenguado boca chica” (*Etropus ectenes*) con el 18.7% de la CPUA (Tabla 3).

Tabla 3. Lista de especies comerciales no objetivo más abundantes en las capturas de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

Nombre común	Nombre científico	CPUA kg/km ²	%
Carajito	<i>Diplectrum conceptione</i>	682.5	49.6
Lenguado boca chica	<i>Etropus ectenes</i>	257.7	18.7
San pedro	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	53.9	3.9
Jaiba morada	<i>Homalaspis</i> sp	50.3	3.6
Caracol piña	<i>Hexaplex brassica</i>	42.7	3.1
Caracol pera	<i>Ficus ventricosa</i>	38.1	2.8
Camotillo	<i>Diplectrum rostrum</i>	33.8	2.5
Caracol liso	<i>Conus fergusani</i>	22.8	1.7
Espejo	<i>Selene peruviana</i>	22.5	1.6
Lengüeta	<i>Symphurus</i> sp	20.6	1.5
Calamar	<i>Loliguncula panamensis</i>	15.2	1.1
Peje blanco	<i>Caulolatilus affinis</i>	14.2	1.0
Lenguado con caninos	<i>Cyclopsetta querna</i>	13.7	1.0
Congrio gato	<i>Lepophidium negropinna</i>	12.2	0.9
Caracol fresa	<i>Fusinus spectrum</i>	10.5	0.8
Cabrilla voladora	<i>Prionotus ruscarius</i>	9.0	0.7
Chiri	<i>Peprilus medius</i>	8.4	0.6
Coche	<i>Pseudobalistes naufragium</i>	5.3	0.4

La Fig. 12 muestra que, a excepción de noviembre, en todos los meses la captura de especies comerciales no objetivo (CC) superó a la captura del langostino o especie objetivo (CO) y que los valores más altos de CPUA se presentan en mayo y junio.

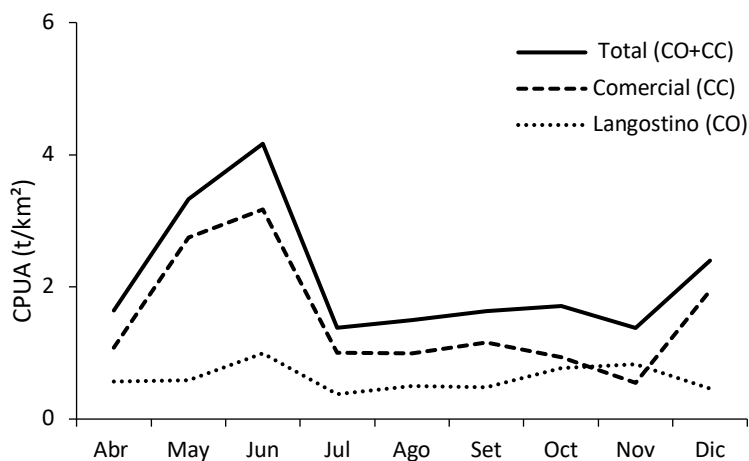


Fig. 12. CPUA mensual (t/km²) de langostino (CO) y otras especies de valor comercial (CC) de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

Estos resultados sugieren evaluar la pertinencia de seguir considerando al langostino como la especie objetivo. Tal como se puede observar en la Tabla 3, el "carajito" fue la especie comercial más abundante para este estudio, y por ello Salazar *et al.* (2015) consideran al "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) y al "carajito" (*Diplectrum conceptione*) como especies objetivo en la pesca de arrastre de langostino en la región Tumbes.

7.3.4. Descartes

Los descartes (CD) durante todo el periodo de estudio representaron en promedio el 47.6 % del CPUA total, un valor mucho mayor al reportado por Salazar *et al.* (2015a) de 19.1% para la región Tumbes y mucho menor al reportado por Ordinola *et al.* (2008) de 95% en la misma región. Cabe mencionar que, en este último trabajo, el "carajito" (*Diplectrum conceptione*) no fue considerado como especie comercial, sino como especie descartada, lo cual podría explicar el alto valor de descartes.

El número total de especies descartadas durante todo el periodo de estudio fue 224, mayor que lo registrado en la región Tumbes por otros autores, debido probablemente a diferencias en el periodo de muestreo. Por otro lado, el número de especies registrado por mes presenta una tendencia creciente hacia los meses de primavera con el más alto valor en el mes de noviembre (n=142). Al parecer los meses de verano y otoño presentarían el menor número de especies descartadas, tal como se puede deducir de la Fig. 13.

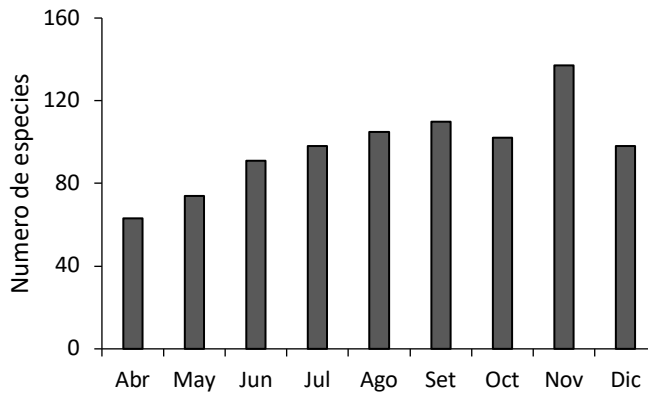


Fig. 13. Número de especies descartadas (CD) en la captura mensual de la flota de arrastre del langostino frente a Cabo Blanco-Máncora, abril-diciembre 2019

Las especies descartadas que aparecieron en el mayor número de lances fueron "cangrejo patas de araña" (*Hepatus* sp) (n=210), "caulerpa" (*Caulerpa filiformis*) (n=200), "fraile luminoso" (*Porichthys margaritatus*) (n=191), "pensamiento de mar" (*Renilla koellikeri*) (190), "cangrejo ermitaño" (*Dardanus sinistripes*) (n=182), "pez zorra" (*Synodus scituliceps*) (n=177), y "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) (n=170).

Los resultados de este estudio son los primeros reportados para la región Piura y, aunque solo analiza la composición y abundancia de las especies en la captura, es un primer paso para medir la magnitud del impacto de la flota de arrastre sobre la biodiversidad. Tal como se mencionó anteriormente la fracción de la captura de especies no objetivo y que se descartan se encuentran en el rango de pesquerías similares en otros países donde sí es permitido el uso de la red de arrastre. Sin embargo, se desconocen los impactos que genera esta pesquería a nivel de stocks o especie que podrían poner en riesgo el nivel productivo o su permanencia en el ecosistema. En las décadas de los 80's y 90's, la captura incidental de pargo rojo juvenil en las pesquerías de arrastre de camarones en el Golfo de México fue señalada como la razón por la cual el "pargo rojo" (*Lutjanus campechanus*), un recurso comercialmente valioso, no podía recuperarse de la sobrepesca (Cascorbi, 2004).

7.4. Pesca experimental con nuevas redes de arrastre

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los 27 lances de comparación entre el uso de la red convencional (RC) y la red modificada con ventana chica (RM-I)

y con ventana grande (RM-II). Tal como se mencionó anteriormente, se realizaron 11 lances con la RM-I y 16 con la RM-II.

7.4.1. Uso de la Red Modificada I (ventana chica)

La Tabla 4 y la Fig. 14 presentan los resultados de los lances de comparación obtenidos usando la red convencional (RC) y la red modificada con ventana chica (RM-I).

Los valores de CPUA de la pesca incidental obtenidos con ambas redes mostraron diferencias significativas ($p=0.0141$). En promedio la red modificada (RM-I) capturó 1115.0 t.km^{-2} y la red convencional capturó 2117.7 t.km^{-2} , es decir, la red modificada capturó 47.3% menos que la red convencional (Fig. 14). En el caso del langostino, contrariamente a la pesca incidental, la captura con la RM-I fue mayor que con la RC (784.5 t.km^{-2} y 648.5 t.km^{-2} , respectivamente), en un 21%, aunque el ANOVA no mostró diferencias significativas al comparar el CPUA del langostino de ambas redes ($p=0.2878$). Este resultado es muy importante, ya que una reducción de la pesca incidental con la RM-I no está acompañada por una reducción en las capturas de langostino sino más bien un incremento, que se traduciría en un mayor beneficio económico.

Tal como se mencionó anteriormente, una de las especies comerciales más abundantes en las capturas fue el "carajito" (*Diplectrum conceptione*) que presentaron un valor promedio de CPUA de 114.2 t.km^{-2} con la RM-I y 163.6 t.km^{-2} con la RC. Ello representó una disminución de alrededor del 30% con el uso de la RM-I, aunque el análisis de varianza no reveló diferencias significativas en el CPUA del carajito capturado con ambas redes ($p=0.1683$). Otra de las especies que no se descartan es el "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) cuya captura promedio con la RM-I fue de 172.3 t.km^{-2} y con la RC 110.0 t.km^{-2} . Aun cuando la diferencia representa una captura de "lenguado" mayor en un 56.6% a favor de la RM-I, el ANOVA no muestra diferencias significativas en la captura de "lenguado" de ambas redes ($p=0.2743$). La alta variabilidad en los diferentes lances explicaría estos resultados (ver Tabla 4).

La reducción de los descartes fue uno de los objetivos fundamentales en el diseño de las nuevas redes. Tal como se aprecia en la Tabla 4 y Fig. 14, los descartes con la RM-I se redujeron en un 56.5% en relación a la RC. La CPUA promedio de descartes fue de 241.2 y 760.5 t.km^{-2} con la RM-I y la RC, respectivamente. En este caso el ANOVA mostró diferencias significativas en los descartes obtenidos con ambas redes. ($p=0.0139$). Estos resultados son bastante importantes ya que es posible reducir los descartes actuales a más de la mitad usando la RM-I.

Tabla 4. Parámetros estadísticos de los datos de CPUE ($t.km^{-2}$) obtenidos en los lances de comparación con la red convencional y la red modificada con ventana chica (RM-I) en la pesca de arrastre del langostino

Parámetro	Incidental		Langostino		Carajito		Lenguado		Descartes	
	RC	RM-I	RC	RM-I	RC	RM-I	RC	RM-I	RC	RM-I
n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Media	2117.7	1115.0	648.5	784.5	163.6	114.2	110.0	172.3	1738.2	756.5
Mínimo	918.2	289.8	136.5	183.4	0.0	2.3	0.0	0.0	760.5	241.2
Máximo	4526.2	2005.4	1596.1	1907.4	831.7	597.5	529.1	778.2	4072.7	1825.7
sd	1332.7	533.8	504.0	712.3	255.2	178.2	180.5	288.8	1120.8	479.9
se	401.8	161.0	152.0	214.8	76.9	53.7	54.4	87.1	337.9	144.7
IC (95%)	895.3	358.6	338.6	478.5	171.4	119.7	121.2	194.0	753.0	322.4
% Variación	-47.3		21.0		-30.2		56.6		-56.5	
Valor de P	0.0141		0.2878		0.1683		0.2743		0.0139	

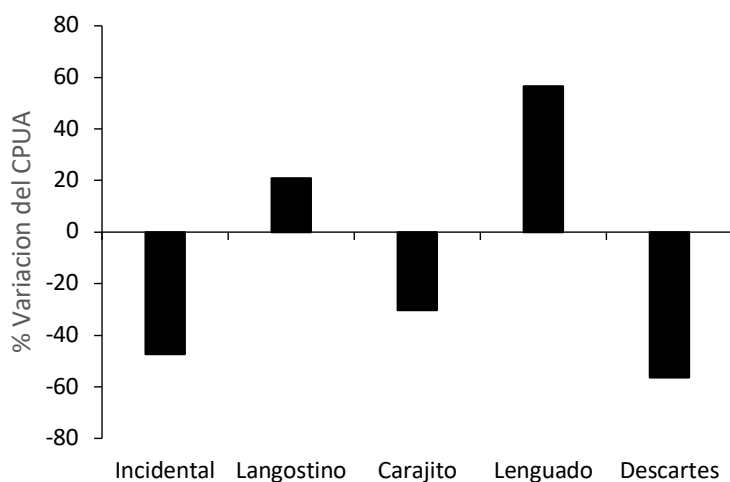


Fig. 14. Variación de la CPUA promedio (%) obtenido con la red modificada con ventana chica (RM-I) en relación a la red convencional (RC) en los lances de comparación en la pesca de arrastre de langostino.

7.4.2. Uso de la Red Modificada II (ventana grande)

La Tabla 5 y la Fig. 15 presentan los resultados de los lances de comparación obtenidos usando la red convencional (RC) y la red modificada con ventana grande (RM-II).

Los valores de CPUA de la pesca incidental obtenidos con ambas redes mostraron diferencias significativas ($p= 0.0255$). En promedio la red modificada (RM-II) capturó 2107.7 t.km⁻² y la red convencional capturó 4162.7 t.km⁻², es decir, la red modificada capturó 49.4 % menos que la red convencional (Fig. 15). En el caso del langostino, la captura promedio obtenida con la RM-II fue ligeramente menor que la registrada con la RC (613.1 y 639.4 t.km⁻², respectivamente) y no presentaron diferencias significativas ($p= 0.6867$). Al igual que con el uso de la RMI, la RM-II no presenta una reducción importante en las capturas de langostino (4.1%) y por ende en los ingresos por la venta de este recurso.

Las capturas del "carajito" (*Diplectrum conceptione*) presentaron valores promedio de 150.5 t.km⁻² y 109.2 t.km⁻² con el uso de la RM-II y la RC, respectivamente. Ello representa un incremento de alrededor del 37.8% con el uso de la RM-I, aunque el análisis de varianza no reveló diferencias significativas en el CPUA del "carajito" capturado con ambas redes ($p= 0.2058$). El "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) registró capturas promedio de 277.8 t.km⁻² y 298.8 t.km⁻² con la RM-II y la RC, respectivamente. Estos valores indican una reducción del 7% con el uso de RM-II, aunque estas diferencias en la captura no son significativas ($p= 0.7034$) (ver Tabla 4). La RM-I presentó una mayor efectividad que la RM-II en la captura del "lenguado", aun cuando ambas fueron diseñadas con doble relinga para excluir organismos que están en el sustrato y que no son el objetivo de captura, además de basura y pesos muertos que incrementan la resistencia al avance de la red (INAPESCA 2010).

En relación a los descartes la RM-II presentó una reducción de 56.7% muy similar a la RM-I. La CPUA promedio de descartes fue de 1544.9 y 3571.1 t.km⁻² con la RM-II y la RC, respectivamente. En este caso el ANOVA mostró diferencias significativas en los descartes obtenidos con ambas redes ($p= 0.0204$). Estos resultados son bastante importantes ya que es posible reducir los descartes actuales a más de la mitad usando tanto la RM-I como la RM-II.

Tabla 5. Parámetros estadísticos de los datos de CPUE ($t.km^{-2}$) obtenidos en los lances de comparación con la red convencional (RC) y la red modificada con ventana grande (RM-II) en la pesca de arrastre del langostino.

Parámetro	Incidental		Langostino		Carajito		Lenguado		Descartes	
	RC	RM-II	RC	RM-II	RC	RM-II	RC	RM-II	RC	RM-II
n	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Media	4162.7	2107.7	639.4	613.1	109.2	150.5	298.8	277.8	3571.1	1544.9
Mínimo	213.4	186.0	78.8	190.4	0.0	0.0	0.0	0.0	183.1	121.6
Máximo	26625.4	13826.7	1259.3	1109.0	463.0	725.3	1178.7	1193.9	25792.5	13633.9
sd	6224.5	3208.4	362.3	290.9	176.7	249.0	381.9	409.4	6226.1	3258.1
se	1556.1	802.1	90.6	72.7	44.2	62.3	95.5	102.3	1556.5	814.5
IC (95%)	3316.8	1709.7	193.1	155.0	94.2	132.7	203.5	218.1	3317.7	1736.1
% Variación	-49.4		-4.1		37.8		-7.0		-56.7	
Valor de P	0.0255		0.6867		0.2058		0.7034		0.0204	

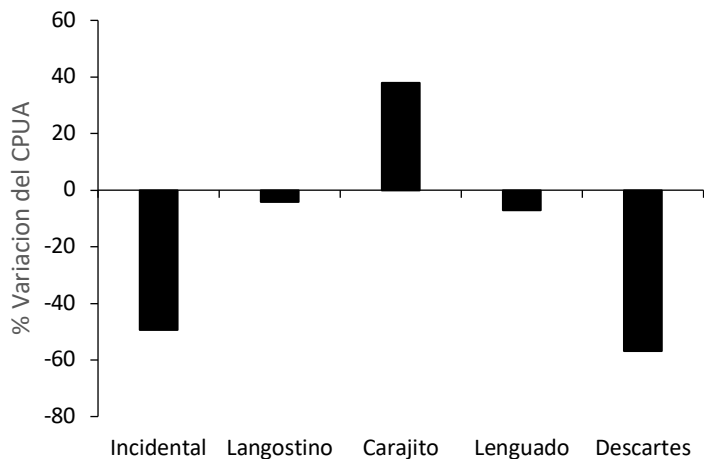


Fig. 15. Variación de la CPUA promedio (%) obtenido con la red modificada con ventana grande (RM-II) y la red convencional (RC) registrada en los lances de comparación en la pesca de arrastre de langostino.

7.5. Análisis económico de la implementación de nuevas redes y aplicativo

7.5.1. Caracterización económica de la flota

A partir de las entrevistas estructuradas se estimó en 105 el número total de embarcaciones dedicadas a la pesquería de arrastre de langostinos en Piura (Tabla 6). Esta estimación es razonable, considerando además que la muestra cubierta en las entrevistas representaría aproximadamente el 38% de la flota. Las actividades de la flota pueden variar considerablemente de acuerdo a la estación, abundancia o precios de la captura. Es común observar que, para algunas embarcaciones la especie objetivo es el langostino, mientras que para otras su principal objetivo son pequeñas especies de peces demersales.

Tabla 6. Número de encuestas y número de embarcaciones de la flota obtenidos de la información de las encuestas a pescadores

Ítem	Máncora	Cabo Blanco	Talara	Constante	Total
Armador y patrón encuestados	1	7	12	3	23
Patrón pero no armador encuestados	0	1	5	1	7
Embarcaciones de propiedad de los encuestados	1	9	24	6	40
Total de embarcaciones que operan (Mediana)	5	25	40	35	105

En base al número estimado de embarcaciones en la flota, y al promedio del número de tripulantes por embarcación, el empleo directo fue estimado en 315 tripulantes incluyendo al patrón de la embarcación. La longitud promedio de las embarcaciones es de 8.2 m, la capacidad de bodega de 7 toneladas y la potencia del motor de 110 HP.

La Tabla 7A proporciona los costos de capital estimados de una embarcación al momento de la compra o construcción. El valor de la mediana fue 39850 soles con un rango de 9220 a 117000 soles. Los principales costos fueron el casco (38% del costo de embarcación, considerando el escenario de valores medios) y el motor (38%). Con respecto a los costos de capital del arte de pesca, la mediana fue 3000 soles con un rango de 1550 a 8760 soles. (Tabla 7B).

El número total de faenas de pesca (días) por año considerado fue de 260. Los pescadores de Sechura que pescan en Quebrada Verde pescan por ciclos de 21 días, es decir, 15 para pescar y 6 para descansar. En un año, hacen un promedio de 17.4 ciclos, lo cual es

cercano a los 260 días. Los pescadores de Constante, Talara y Máncora trabajan cinco días a la semana. Así, en 52 semanas al año, también pescan aproximadamente 260 días. Este valor fue compartido con pescadores y representantes de pesquerías locales en el taller de Piura y hubo un consenso general de que este estimado era razonable.

Tabla 7. Costos de capital (soles) estimados de la embarcación (A) y del arte de pesca (B) usados por la flota de arrastre del langostino

(A) Costos de capital de la embarcación (soles)				
Ítem	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de respuestas
Costo del casco	15000	1000	60000	19
Costo del motor	14800	6000	30000	18
Costo del winche	4000	300	15000	20
Costo de la cabina	2750	1500	4000	6
Costo de los tangones	300	120	3500	21
Otros costos	3000	300	4500	4
Costo total	39850	9220	117000	
(B) Costos de Capital del arte de pesca (soles)				
Item	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de respuestas
Costo de la red	1500	1000	3600	15
Costo de las puertas	800	300	3000	26
Costo de los cabos	700	250	2160	22
Costo total	3000	1550	8760	

Los costos estimados por faena de pesca, incluyendo combustible, hielo, comida para la tripulación, entre otros, se presentan en la Tabla 8A. El costo total promedio por día de pesca fue 286 soles. Para calcular los costos de mantenimiento, se pidió a los pescadores que proporcionaran estimados de los costos anuales para mantener los principales componentes de las embarcaciones y los equipos de forma separada (Tabla 8B). Estos en total fueron de 17588 soles, equivalentes a 68 soles por día de pesca. Aunque algunos proporcionaron costos de boyas, “documentación” e “impuestos”, estos fueron inconsistentes por lo que no fueron incluidos en la estructura de costos estimada.

Tabla 8. Costos operativos de pesca por día (A) y costos de mantenimiento por año (B) en soles de la flota de arrastre del langostino

(A) Costos operativos de pesca por día (soles)				
Ítem	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de entrevistas
Combustible	205	100	350	30
Alimentos	25	9	50	29
Costo del hielo	30	-	60	8
Costo de agua potable	-	-	10	24
Otros costos	26	5	70	7
Costos totales	286	114	600	
Costos anuales estimados	74360	29640	156000	
(B) Costos de Mantenimiento por año (soles)				
Ítem	Mediana	Mínimo	Máximo	Número de entrevistas
Red	1060	150	9600	16
Cadenas	200	120	1200	10
Puertas	300	200	1000	8
Cabos	410	160	800	6
Copo	153	30	530	14
Motor	1900	500	18000	22
Casco	2500	500	13200	25
Winche	500	100	3600	22
Aceite para el motor	2460	1200	4200	26
Gas para la cocina	821	249	1217	28
Costos por anclaje	7300	2607	22813	16
Costo total por año	17588	5757	75359	
Costos por día de pesca	68	22	290	

La Tabla 9 muestra los ingresos brutos estimados para los dos escenarios de captura considerados (A= precio mínimo X captura máxima y B= precio máximo X captura mínima). El ingreso bruto promedio por día fluctuó entre 788 y 1857 soles. Además, parte de la captura es a menudo entregada a la tripulación como contribución en especie y esta, en promedio, fue estimada en 13.1 kilogramos de las especies valoradas

comercialmente (i.e., langostino, lenguado y carajito). La valorización de esta asignación “en especie” ha sido estimada entre 67 y 35 soles por día para el escenario A y B, respectivamente.

El ingreso bruto por embarcación, por lo tanto, equivale a una combinación de efectivo pagado por la captura comercial más el valor de las asignaciones en especie. Anualmente por embarcación, esto equivale a un valor entre 204775 y 482856 soles, bajo los escenarios de precio máximo y mínimo. Al ser extrapolado al total de la flota estimada (n=105), el ingreso bruto estaría en el orden de los 21.5 y 50.7 millones de soles con un valor de punto medio de 36.1 millones de soles (10.6 millones de dólares estadounidenses).

Tabla 9. Captura por faena (kg), precios e ingreso bruto por faena (soles) y total de la flota de arrastre de langostino. Escenario A: Capturas mínimas con precios máximos; Escenario B: Capturas máximas con precios mínimos

Ítem	Escenario	
	A	B
Captura por faena		
Captura de langostino (kg)	27.54	162.73
Captura de lenguado (cajas de 25 kg)	3.80	14.30
Captura de carajito (cajas de 25 kg)	2.24	9.63
Precios de primera comercialización		
Precio de langostinos (soles/kg)	10.0	5.92
Precio de lenguado (soles/caja)	88.46	39.59
Precio de carajito (soles/caja)	78.46	34.04
Ingresos brutos		
Contribución en especie para la tripulación por viaje *	67.32	35.16
Ingresos brutos por faena restando la contribución en especie	720.28	1,821.98
Ingreso bruto por año por embarcación	204775	482856
Ingreso bruto por año de toda la flota	21501409	50699914

*Valor de la parte de la captura entregada a la tripulación

Las ganancias obtenidas, sustrayendo los costos operativos y de mantenimiento de los ingresos totales, fueron distribuidas entre la tripulación y el propietario de la embarcación. En la mayoría de los casos, la mediana del número de tripulantes fue tres, incluyendo como grupo base a un patrón y dos tripulantes; y, las ganancias fueron divididas en siete partes, de las cuales cuatro fueron a parar en el armador, una en el

patrón y una en cada miembro de la tripulación. La Tabla 10 proporciona estimados de ingresos máximos y mínimos por día, mes y año patrones de pesca, tripulantes (marineros de cubierta) y armadores (propietarios de embarcaciones). Las ganancias obtenidas sustrayendo los costos operativos y de mantenimiento de los ingresos totales, muestran que la ganancia o utilidad promedio anual de un patrón o de un tripulante fue estimado en 34060 soles (2838.3 soles mensuales) y del armador en 136,370 soles (11364 soles mensuales).

Tabla 10. Ganancia neta (soles) máximo y mínimo por día, mes y año de pesca para capitanes, marineros de cubierta y propietarios de embarcaciones.
Escenario A: Capturas mínimas con precios máximos y Escenario B: Capturas máximas con precios mínimos.

Participante	Por día		Por mes			Por año		
	Escenario		Escenario			Escenario		
	A	B	A	B	Prom.	A	B	Prom.
Patrón	52	210	1127	4550	2838	13520	54600	34060
Tripulante	52	210	1127	4550	2838	13520	54600	34060
Armador	210	839	4550	18178	11364	54600	218140	136370

Este proyecto proporciona la primera caracterización económica de la flota pesquera artesanal de langostinos del norte del Perú validada y enriquecida con el aporte de los pescadores, ONGs y un representante de gobierno en un evento de presentación de los resultados del proyecto.

Por otro lado, el ingreso estimado para los patrones y tripulantes de la pesquería artesanal de arrastre, son tres veces mayores que el salario “mínimo vital oficial” y de alrededor de 50% más altos que el ingreso mensual promedio de personas del sexo masculino en Lima. Las ganancias anuales del armador pesquero estimada en 136370 soles (40911 US\$), resultan un incentivo económico suficiente para seguir dedicándose a esta pesquería, frente a los riesgos de persecución, pérdidas de embarcaciones, incautación de la red, piratería y robos en altamar.

7.5.2. Análisis económico de implementación de red modificada

Según los resultados mostrados en el capítulo anterior, la red convencional y las redes modificadas no presentaron diferencias significativas en las capturas por especie por área barrida, es decir, el rendimiento de ambas redes fue similar. Por otro lado, los costos de los materiales para elaborar la red convencional, de acuerdo a la información de las encuestas, ascienden a 1500 soles, sin embargo, el costo estimado de los materiales para la nueva red fue de 1380 (Tabla 11). Asimismo, el costo por mano

de obra para elaborar ambas redes es el mismo, en base a consultas directas con las personas involucradas en la fabricación de redes tradicionales y del nuevo prototipo, quienes consideraron que el esfuerzo para elaborar ambas redes es similar.

Por tanto, basándose únicamente en los costos estimados de los materiales, podemos concluir que hay una ligera diferencia en el costo de adquisición y fabricación entre ambas redes. Lamentablemente, no se logró recoger información relacionada con los costos operativos de usar la nueva red, ni datos sobre el desempeño hidrodinámico de la red como la fuerza de arrastre, la durabilidad y el uso de combustible asociado.

Tabla 11. Costos (soles) de los materiales usados para construir la nueva red

Materiales	Cantidad	Unidad	Costo (soles)
Malla 60 mm	210	mallas	124
Malla 50 mm	165	mallas	179
Malla 38.1 mm	75	mallas	47
Cabo poliamida ½	57	metros	229
Cabo papelillo ½	57	metros	102
Cordel nylon #144	4	kg	132
Cordel nylon #42	3	kg	99
Cordel nylon #36	4	kg	132
Cadena ½	30	kg	236
Flotadores amarillos	5	unidades	100
Total			1380

7.5.3. Análisis económico del uso de aplicativo

La Tabla 12 provee los estimados de costos para implementar un sistema básico de colecta de datos usando un aplicativo similar a la versión de prototipo desarrollada para Smartphones en el Proyecto DYNAMICOPERU, junto con una base de datos con una GUI (Graphic User Interface) que acopie la información y equipamiento de seguimiento Teltonika (o similar). Los costos iniciales, tanto de personal como de equipamiento, han sido estimados de manera separada a los costos operativos. Para mayor detalle ver el Anexo II.

El Sistema podría requerir desarrollos adicionales de códigos para incluir algunas actualizaciones como verificación de errores incorporada y capacidad multiplataforma. Debería establecerse una capacidad de servidor adecuada con la seguridad, el ancho de banda y el almacenamiento necesarios para acomodar los volúmenes de datos

anticipados de alrededor de 100 embarcaciones que emiten datos de posición cada 2 minutos mientras están en el mar.

Los costos iniciales para el Sistema de colecta de datos implicarían el reclutamiento de personal para poner en marcha el Sistema, en conjunto con la adquisición de la infraestructura necesaria de cómputo, equipos móviles para 100 embarcaciones (i.e., la escala total de la flota) y equipos de seguimiento para 20 embarcaciones (i.e., 20% de la flota). Estos últimos, varían en costo dependiendo de si se usarán equipos de seguimiento solares o no. Considerando la adquisición de equipos de seguimiento solares, el costo de inicio para toda la flota ascendería a cerca de 170500 soles y a 1700 soles por embarcación. Los costos operativos para todo un año de funcionamiento del sistema, incluidos el personal, los costos de cómputo y la depreciación de equipos, serían de aproximadamente S/ 221900 soles para toda la flota o S/ 2200 soles por cada embarcación. El costo total por embarcación sería aproximadamente 3900 soles que representa menos del 2% de las ganancias netas estimadas por embarcación.

Tabla 12. Resumen de costos iniciales y de costos operacionales para el implementar el sistema de bajo costo ASTF de colecta de datos

Número de embarcaciones	100	
Embarcaciones usando equipos de seguimiento	20	
Ítem	Costos iniciales (S/)	Costos operacionales anuales (S/)
Personal	96000	199267
Equipamiento y sistema de computo	6000	712
Celulares	46800	14633
Equipos de seguimiento que funcionen con el poder de la embarcación (opción 1)	8232	2551
Equipos de seguimiento con energía solar (opción 2)	21739	7246
Total general opción 1	157032	214612
Total general opción 2	170539	221858
Costo por embarcación opción 1	1570	2146
Costo por embarcación opción 2	1705	2219
Costo total en dólares estadounidenses (USD)	47110	64384

7.6. Formulación de lineamientos para el plan de manejo

La realización de un taller de trabajo con los representantes de las instituciones ejecutoras y asociadas fue fundamental para lograr una propuesta de lineamientos de manejo para esta pesquería. Sin embargo, este no hubiese sido exitoso sin el trabajo permanente y dinámico de los participantes del proyecto, desde su inicio, en las diferentes actividades consideradas para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. La permanente coordinación interinstitucional para el trabajo de campo y la socialización de los avances del proyecto en muchas reuniones de trabajo (ver Anexo III) han contribuido en la facilitación del proceso que permitió llegar al taller de manejo en un clima de discusión alturado con mucho respeto y responsabilidad.

Las instituciones que participaron en este taller estuvieron constituidas básicamente por las instituciones líderes (UNALM y USTAN), y asociadas (DIREPRO-Piura, REDES-Sostenibilidad Pesquera, Asociación de Pescadores de Constante y la FAO) del proyecto. Es importante destacar la participación en este taller del M.A. Carlos Fuentevilla, coordinador del Proyecto Gestión sostenible de la captura incidental en la pesca de arrastre de América Latina y el Caribe (REBYC-II LAC), quien mostró los avances de este proyecto en dos países con situaciones opuestas - Colombia que trabaja para regular y mejorar el arrastre y Costa Rica, donde actualmente la actividad está prohibida.

Los lineamientos o acciones planteadas para reducir o eliminar el impacto de la pesca de arrastre sobre la biodiversidad fueron analizados de manera participativa y transparente buscando el consenso entre los actores y evaluando escenarios, incluso considerando la pesca de arrastre fuera de las 5 millas. Entre los lineamientos propuestos por los diferentes grupos para un futuro plan de manejo para la protección de la biodiversidad en una pesquería de arrastre de langostino en el Perú, se pueden destacar los siguientes:

Aspectos legales:

- *Convocar a diálogo nacional y abierto con la participación de la academia, ONG's, y autoridades con la finalidad de discutir el tema de la pesca de arrastre sobre la base de los resultados obtenidos en el proyecto.* Esta propuesta es un primer paso para discutir el tema del impacto de esta pesquería sobre la biodiversidad y la sociedad. Se mencionó también que las normas relacionadas con esta pesquería y la magnitud del impacto asumida por muchas instituciones no se sustentan en el análisis de información real y consistente. El análisis detallado de la información, tanto del proyecto como de otras instituciones, sería realizado por la UNALM y el IMARPE como base para este diálogo.
- *Análisis profundo de la normatividad sobre la prohibición de la pesca de arrastre*

artesanal. Esta propuesta fue sustentada luego que se analizaran las diferentes normas emitidas por el órgano competente. Al parecer, existe cierta inconsistencia en la toma de decisiones que origina confusión en su aplicación. También se concluyó que la prohibición del uso de la red de arrastre dentro de las 5 millas, incluida en el Reglamento de la Ley de Pesca, al parecer es el mayor obstáculo si se pretende iniciar un proceso de manejo participativo de esta pesquería. Se propuso a la Dirección Regional de Produce-Piura (DIREPRO-Piura) como responsable de esta acción.

- *Elaborar el reglamento de ordenamiento pesquero para Piura*. Tal como existe un ROP de las actividades extractivas artesanales y de menor escala para Tumbes es importante abrir un proceso abierto, transparente y participativo para desarrollar una propuesta para la Región Piura, al cual todos los actores se comprometan a respetar su contenido. La DIREPRO-Piura asumiría esta tarea ya que se encuentra dentro de sus competencias.

Aspectos pesqueros:

- *Implementar un sistema de registro de información de zonas de pesca, captura y esfuerzo de la flota de arrastre de langostino para conocer su dinámica espacial y temporal*. Para ello se requiere de la implementación del uso de aplicativos de bajo costo, tal como el que fue usado en el proyecto y en otras pesquerías artesanales. Las instituciones que asumirían esta tarea son la DIREPRO-Piura, IMARPE y Universidades.
- *Implementar un monitoreo biológico y oceanográfico con observadores a bordo de las embarcaciones arrastreras*. La colecta de datos de manera sistemática y permanente es crucial para la toma de medidas relacionadas con el control del esfuerzo y captura, el diseño de aparejos, medidas espaciales y temporales, límites o cuotas de captura incidental, gestión del descarte etc. Para ello, la participación de observadores a bordo de las embarcaciones arrastreras puede ser asumida por IMARPE y las Universidades.
- *Implementación de un sistema de control de la pesca incidental y la reducción de los descartes*. El cumplimiento de la reducción de los descartes en cada embarcación podría ser considerada para el otorgamiento de permisos de pesca. Se propuso a la DIREPRO-Piura como responsable en esta tarea.
- *Evaluar zonas de pesca de langostino después de las 5 millas*. Solo existe un estudio de Barriga *et al.* (2009) que evalúa la distribución y abundancia de la población del "langostino rojo" (*Haliporoides diomedae*) en la zona norte y que reporta la mayor abundancia entre los 600 y 1600 m de profundidad. Es necesario realizar una pesca exploratoria del langostino a profundidades menores de 200 m. Cabe mencionar que esta propuesta generó cierta discusión por parte de los pescadores, sin embargo, quedó tal cual tomando en consideración que, en el caso que se decida cambiar

la zona de pesca a mayores profundidades, debería acompañar el Estado para la adquisición de una nueva flota para tal propósito.

- *Capacitación y asesoramiento a los pescadores y administradores.* El análisis de la normatividad y las metodologías existentes en los procesos de toma de decisiones o en la elaboración de planes de manejo requiere de capacitación y/o asesoramiento. Dado que la FAO es una institución que otorga asistencia técnica sobre estos temas a los países que la solicitan, esta tarea podría ser asumida por esta institución que de acuerdo a lo manifestado por Carlos Fuentesvilla también puede ser solicitada directamente por el Gobierno Regional sin que sea necesario el consentimiento del gobierno central. Por lo tanto, esta acción sería asumida por el GORE-Piura y la FAO. *Aplicación de un enfoque ecosistémico para el manejo de las pesquerías.* De acuerdo a Defeo (2015), los recursos pesqueros constituyen Sistemas Social-Ecológicos (SES) complejos cuyo manejo se dificulta por la complejidad inherente a cada subsistema (ecosistema, recursos, usuarios y gobernanza) y por las numerosas fuentes de incertidumbre que los afectan. El Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) analiza las pesquerías considerando las interdependencias ecológicas entre las especies que tienen lugar en el ecosistema y su relación con el ambiente, así como las interdependencias tecnológicas entre flotas y el impacto que éstas ocasionan en el hábitat. De la misma manera esta tarea sería asumida por el GORE-Piura y la FAO.

Aspectos tecnológicos:

- *Registrar información sobre las características tecnológicas de la flota.* Es necesario conocer a profundidad el tamaño de las embarcaciones, el tipo y potencia de los motores, así como el consumo de combustible que tienen. La DIREPRO-Piura es la institución competente para esta tarea.
- *Uso potencial de las especies que se descartan.* El volumen del descarte en esta pesquería es mucho mayor a la captura de la especie objetivo. Existen varias especies que se descartan y que podrían tener un valor comercial u otro tipo de uso comercial que se debería evaluar. Esta tarea podría ser asumida por el Instituto Tecnológico de la Producción y las Universidades.
- *Levantamiento batimétrico de alta resolución de las zonas de pesca.* La pérdida de redes durante el arrastre impacta también la biodiversidad, debido al desconocimiento de los tipos de fondos que existen en las zonas de pesca. El levantamiento de información batimétrica georreferenciada ayudaría a proteger arrecifes y rocas donde se presentan grandes agregaciones de especies. Esto podría ser asumido por IMARPE o Universidades usando un ADCP portátil.
- *Pesca experimental con la red “suripera”.* Esta red es usada en México con éxito y es una alternativa muy saludable para la pesca del langostino. Esta red no presenta pesca incidental y solo captura langostino. Las pruebas que se realizaron en el Proyecto con dos expertos mexicanos dieron buenos resultados, aunque su uso todavía debe

ser evaluado técnica y económicamente. El IMARPE y/o las Universidades con los pescadores podrían asumir esta tarea.

Aspectos económicos:

- *Registro de precios y valor de las especies capturadas.* No existe información registrada de manera sistemática sobre el valor de las especies que se comercializan capturadas por la pesca de arrastre de langostino que permita realizar un análisis económico más consistente de los ingresos de esta pesquería. Asimismo, se necesita ensayar una valoración económica de los descartes usando la información de este proyecto para evaluar el impacto económico de esta pesquería sobre la biodiversidad y el ecosistema.
- *Analizar la cadena de valor y la trazabilidad del langostino.* El conocimiento sobre los eslabones y actores de la cadena de valor es fundamental para identificar y solucionar los problemas que permitan mejorar la productividad y competitividad. Por otro lado, un estudio de trazabilidad es fundamental para aspirar a la obtención de una certificación para acceder a mercados que así lo exigen.
- *Fortalecimiento institucional y productivo.* La pesca artesanal en Perú es una actividad ecléctica y marginal, que presenta una gran variabilidad con características regionales muy marcadas según los recursos a los que accedan, las características socio-culturales y económicas de la comunidad, y las condiciones políticas y sociales de la región. Esta situación dificulta la integración de los diferentes gremios y asociaciones, incluso a nivel regional, que les permita aspirar a patrocinar o impulsar proyectos de desarrollo, programas de capacitación y difusión, interactuar con entidades similares de otras regiones o países y formular programas de pesca responsable basadas por ejemplo en las “Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca de pequeña escala” acordadas por estados miembros de la FAO (2018). En este contexto, es necesario el desarrollo de un proyecto para el fortalecimiento institucional y la sustentabilidad de la pesca artesanal en la Región Piura que, sobre la base de información consistente y detallada de esta, permita promover y facilitar una práctica pesquera ambiental, social, económica, legal y políticamente sustentable en el marco de estas directrices. En este proyecto el fortalecimiento de las capacidades institucionales de los pescadores artesanales juega un rol fundamental.

➤ 8. Conclusiones y recomendaciones

Como es de conocimiento público, esta pesquería se desarrolla al margen de la ley y su formalización o legalización podría estar en función de su capacidad de demostrar que la pesquería puede realizarse de manera sostenible. En este contexto, es fundamental establecer un sistema de recopilación de datos permanente para desarrollar información que podría servir de evidencia para dichos fines. El proyecto DYNAMICOPERU registró evidencias del impacto de la flota de arrastre sobre la biodiversidad y ello no hubiese sido posible sin la participación de los pescadores, quienes desde un inicio manifestaron el interés de contribuir a la sostenibilidad de esta pesquería.

Entre abril y diciembre del 2019 se obtuvo información espacial de 341 faenas de pesca, de estas, 90 fueron realizadas con observadores a bordo y 251 fueron reportadas por 15 pescadores artesanales que participaron en el proyecto. Ello fue posible gracias a la adaptación e implementación de un aplicativo para Smartphone de bajo costo y de fácil manejo para que los pescadores puedan registrar información de sus capturas y sus trayectorias de pesca. La flota arrastra principalmente frente a Los Órganos (desde Cabo Blanco hasta Punta Sal), frente a Talara, y frente a Sechura, dentro de las 5 millas, aunque, la mayoría de los arrastres ocurren dentro de las 2 millas. Los resultados de la variación temporal y espacial de la captura presentada en el informe y que serán presentados en otros trabajos en desarrollo, serán fundamentales para la adopción de medidas de manejo. Por ello se recomienda implementar el uso de aplicativos simples y de bajo costo para la colecta de datos espaciales y temporales de captura y esfuerzo, así como continuar con un programa de observadores a bordo en esta y otras pesquerías artesanales.

Durante todo el periodo de estudio, en total se han registrado 304 especies. Se registraron 126 especies de peces (41.4%), seguido por 64 especies de moluscos (21.1%), 63 especies de crustáceos (20.7%), 33 especies de algas (10.9%), 8 especies de equinodermos (2.6%) y 10 especies de otros grupos (3.3%). La captura por unidad de área (CPUA; t/km²) de la especie objetivo de esta pesquería, el "langostino café" (*Farfantepenaeus californiensis*), constituyó el 16.8% de la captura total y por lo tanto la captura incidental constituyó el 83.2%.

Las especies más abundantes en peso de la captura incidental durante todo el periodo de estudio fueron el "carajito" (*Diplectrum conceptione*) que presentó el más alto valor de CPUA en todo el periodo de estudio con 176.0 t/km², seguido por el "langostino café" (*Farfantepenaeus californiensis*) con 153.5 t/km², la macroalga "caulerpa" (*Caulerpa filiformis*) con 91.6 t/km², el "bereche" (*Larimus* sp.) con 64.8 t/km², el "lenguado boca chica" (*Etropus ectenes*) con 61.2 t/km² y el "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) con 44.4 t/km².

Del volumen total de especies comerciales capturadas durante todo el periodo de estudio el 31.9% correspondió al langostino y el 68.1% a otras especies (CC). Un total de 54 especies fueron retenidas para su comercialización, consumo o intercambio; de ellas, las más abundantes fueron el “carajito” (*Diplectrum conceptione*) con el 49.6% de la CPUA y el “lenguado boca chica” (*Etropus ectenes*) con el 18.7% de la CPUA. A excepción de noviembre, la captura de especies comerciales no objetivo superó a la captura del langostino y los valores más altos de CPUA se presentan en mayo y junio. Estos resultados sugieren evaluar la pertinencia de seguir considerando al langostino como la especie objetivo.

Un total de 224 especies fueron descartadas en todo el periodo de estudio y su variación mensual presenta una tendencia creciente hacia los meses de primavera con el más alto valor en el mes de noviembre (n=142) y los valores más bajos en verano y otoño. Las especies descartadas que aparecieron en el mayor número de lances fueron "langostino café" (*Hepatus* sp.) (n=210), "caulerpa" (*Caulerpa filiformis*) (n=200), "fraile luminoso" (*Porichthys margaritatus*) (n=191), "esponja morada" (*Renilla koellikeri*) (190), "cangrejo ermitaño" (*Dardanus sinistripes*) (n=182), "pez zorra" (*Synodus scituliceps*) (n=177), y "falso volador" (*Prionotus stephanophrys*) (n=170).

La evaluación del uso de nuevos diseños modificados de la red de arrastre generó muchas expectativas en los pescadores. Los resultados muestran que las capturas del langostino con ambas redes modificadas no muestran diferencias significativas con las capturas registradas con la red convencional, contrariamente a la captura incidental que sí disminuye significativamente entre 47.3 y 49.4%, respectivamente. Este resultado es muy importante, ya que una reducción de la pesca incidental con las redes modificadas no está acompañada por una reducción en las capturas de langostino sino más bien un ligero incremento de estas. Aun cuando la captura promedio del “carajito” (*Diplectrum conceptione*) y del “lenguado boca chica” (*Etropus ectenes*) obtenida con las redes modificadas presentaron diferencias con la de la red convencional, estas no fueron significativas. La reducción de los descartes fue uno de los objetivos fundamentales en el diseño de las nuevas redes. Por otro lado, los descartes con las redes modificadas (RM-I y RM-II) presentaron una reducción significativa del 56.5% y 56.7%, respectivamente en relación a la red convencional (RC). Estos resultados son bastante importantes ya que es posible reducir los descartes actuales a más de la mitad usando tanto la RM-I como la RM-II, sin embargo, esta información debería ser complementada con experimentos en otras estaciones del año y en diferentes zonas donde la flota desarrolla sus actividades. Este informe presenta la primera caracterización económica de la pesquería artesanal de arrastre de langostinos en el Perú, para el momento en que los datos fueron recogidos y que podrían variar a lo largo del tiempo. Por ello, sería recomendable establecer un sistema de recojo permanente de información socio económica que permita conocer con mayor detalle la dinámica de esta pesquería. Los resultados muestran que esta

flota, compuesta por 105 embarcaciones, genera en promedio un ingreso bruto anual de 10.6 millones de dólares (entre 6.22 y 14.91 millones de dólares). Las ganancias obtenidas, sustrayendo los costos operativos y de mantenimiento de los ingresos totales, muestran que el ingreso promedio anual de un patrón o de un tripulante fue estimado en 34060 soles (2838.3 soles mensuales) y del armador en 136370 soles (11364 soles mensuales). Estas ganancias resultan un incentivo económico suficiente para seguir dedicándose a esta pesquería, frente a los riesgos de persecución, pérdidas de embarcaciones, incautación de la red, piratería y robos en altamar.

Tal como se mencionó anteriormente, la red convencional y las redes modificadas no presentaron diferencias significativas en las capturas por especie objetivo por área barrida, es decir, el ingreso por el uso de ambas redes fue similar. Asimismo, los costos de los materiales para elaborar la red convencional, no presentaron grandes diferencias. Por tanto, basándose únicamente en los costos estimados de los materiales, podemos concluir que hay una ligera diferencia en el costo de adquisición y fabricación entre ambas redes. Sin embargo, sería recomendable en el futuro profundizar este análisis incorporando información relacionada con los costos operativos y sobre el desempeño hidrodinámico de la red como la fuerza de arrastre, la durabilidad y el uso de combustible en el uso de las redes modificadas y la convencional. *Más allá de definir la viabilidad económica de la red modificada, hay otras consideraciones de índole legal y ecosistémico que podrían reprobar el uso de este prototipo, a pesar que está mostrando ser considerablemente efectivo para la reducción de los impactos sobre la biodiversidad marina. Entre estas tenemos, por ejemplo, al hecho de que este arte continúe ejerciendo el arrastre de fondo en zonas en donde está prohibido por ley, es decir, dentro de las cinco primeras millas náuticas de distancia de la costa.*

La implementación del sistema para la adquisición de información, usando los aplicativos de bajo costo para 100 embarcaciones, implica costos iniciales y costos operacionales. Los costos iniciales varían entre 157032 y 170539 soles dependiendo si se usa la energía de la embarcación o energía solar, respectivamente, es decir, 1570 y 1705 soles por embarcación. Los costos operativos para todo un año de funcionamiento del sistema, incluidos el personal, los costos de cómputo y la depreciación de equipos, varía entre 214612 y 221900 soles para toda la flota, dependiendo si se usa energía de la embarcación o energía solar, es decir, entre 2146 y 2200 soles por cada embarcación. El costo total por embarcación sería 3716 y 3900 soles que representa menos del 2% de las ganancias netas estimadas por embarcación.

En un contexto de ilegalidad y escasa información, en el cual se desarrolla esta pesquería, es complicado formular un plan de manejo para esta pesquería, razón por la cual son pocos los esfuerzos realizados en ese sentido por la administración a nivel regional y nacional. Por otro lado, el *statu quo* de la pesquería está basado en una prohibición

que no se hace efectiva por falta de control en el mar y en los puntos de desembarque, así como por otras debilidades estructurales de la propia administración. Frente a un estado de marginalidad, de propensión a la corrupción y de incertidumbre constante, los pescadores mostraron un gran interés por explorar alternativas que le provean de mayor seguridad y estabilidad, aun asumiendo el costo que ello acarree. En este escenario, el proyecto facilitó el desarrollo de una propuesta de lineamientos o acciones para el manejo de esta pesquería que cuentan con el respaldo de los pescadores y los administradores que participaron en los talleres. Estos fueron discutidos y consensuados y fueron abordados en 4 aspectos: legales, pesqueros, tecnológicos y socioeconómicos. Dentro de las acciones propuestas se pueden mencionar el análisis de la normatividad relacionada con la pesca de arrastre, evaluación de zonas de pesca de langostino fuera de las 5 millas, implementación de un sistema de información biológica, oceanográfica y socioeconómica, pesca experimental con la red selectiva de langostino “suripera”, análisis de la cadena de valor y trazabilidad del langostino, entre otros.

► 9. Referencias bibliográficas

- Álamo, V., Valdivieso, V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Segunda Edición, revisada y actualizada. Publicación Especial Bol. Inst. Mar. Perú-Callao. 183p
- Barriga E., C. Salazar, J. Palacios, M. Romero & A. Rodríguez. 2009. Distribución, abundancia y estructura poblacional del langostino rojo de profundidad *Haliporoides diomedae* (Crustacea: Decapoda: Solenoceridae) frente a la zona norte de Perú (2007-2008). Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 371-380
- Brown, E.J., Finney, B., Dommissé, M., Hills, S., 2005. Effects of commercial otter trawling on the physical environment of the southeastern Bering Sea. Continent. Shelf Res. 25, 1281–1301. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2004.12.005>
- Brown H., B. Price, L. Lee, M.S. Baker and S. Mirabilio. 2019. Simple gear modifications for achieving greater than 40% bycatch reduction in an estuarine shrimp trawl fishery. Fish. Bull. 117: 372-385
- Cascorbi A. 2004. Wild-caught warm-water shrimp. Seafood Watch, Seafood Report. Monterey, California, EE.UU., Monterey Bay Aquarium.
- Chirichigno, N., Vélez, J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Segunda Edición, revisada y actualizada. Publicación Especial Inst. Mar Perú. 496p.
- Clarke, K. R., and Warwick, R. M., 2001. Changes in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd edn. Plymouth: PRIMER-E.
- Collie, J., Hiddink, J.G., van Kooten, T., Rijnsdorp, A.D., Kaiser, M.J., Jennings, S., Hilborn, R., 2016. Indirect effects of bottom fishing on the productivity of marine fish. Fisheries 18, 619–637. <https://doi.org/10.1111/faf.12193>.
- Defeo O. 2015. Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia
- EL TIEMPO. 2016. La informalidad en la pesca artesanal de la región llega al 90%. Diario El Tiempo, Piura. Consultado el 04 de abril 2020. <https://eltiempo.pe/la-informalidad-en-la-pesca-artesanal-de-la-region-llega-al-90/>
- FAO. 2001. Tropical shrimp fisheries and their impact on living resources. Shrimp fisheries in Asia: Bangladesh, Indonesia and the Philippines; in the Near East: Bahrain and Iran; in Africa: Cameroon, Nigeria and the United Republic of Tanzania; in Latin America: Colombia, Costa Rica, Cuba, Trinidad and Tobago, and Venezuela. FAO Fisheries Circular. No. 974. Rome. 378p.
- FAO. 2018. Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. San Salvador. 29p.
- FAO. 2020. Small-scale fisheries - Web Site. Small-scale fisheries. FI Institutional Websites. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated. [Cited 17 March 2020]. <http://www.fao.org/fishery/>

- Foden, J., Rogers, S., Jones, A., 2010. Recovery of UK seabed habitats from benthic fishing and aggregate extraction—towards a cumulative impact assessment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 411, 259–270. <https://doi.org/10.3354/meps08662>.
- Galarza, E. y J. Kamiche. 2015. Pesca artesanal: oportunidades para el desarrollo regional. 1a edición: Universidad del Pacífico, Lima-Perú. 120 p.
- Ganoza F, Cornejo R, Chacón G, Salazar C. 2014. Pesca ilegal de recursos costeros juveniles en Bayóvar, Sechura. *Inf. Inst. Mar Perú.* 41(1-4): 154-161.
- Giménez- Hurtado, E., A. Caridad- Pérez Marrero, G. Delgado- Miranda, H. Domínguez, V. Villafuerte- Delgado. 2016. Comportamiento de la fauna acompañante en la pesca de camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) en la Plataforma suroriental de Cuba REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 17, núm. 11, pp. 1-21
- GOPE. 2017. Producción. Gerencia Regional De Desarrollo Económico. Gobierno Regional de Piura. Consultado el 04 de abril 2020. https://www.regionpiura.gob.pe/documento/grde/revista_grde12.pdf
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J., Pitcher, C.R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M., 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.* 114, 8301–8306. <https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114>.
- Hooker Y. 2016. Pesca ilegal está fomentando la desaparición de varias especies marinas. SPDA Actualidad Ambiental. Consultado el 22 de marzo 2020. <https://www.actualidadambiental.pe/yuri-hooker-pesca-ilegal-esta-fomentando-la-desaparicion-de-varias-especies-marina>
- IMARPE. 1969. Informe preliminar sobre la pesca de arrastre. Dirección Técnica. Inst. Mar Perú. Serie de Informes Especiales Nro. IM 41. 18p
- INAPESCA. 2010. Manual de Construcción de la Red de Arrastre Prototipo “RSINP-MEX” Para Captura Selectiva y Eficiente de Camarón Costero. SAGARPA. INAPESCA, México. 44p.
- Jeri T. 1990. Estudio de la pesquería y algunos aspectos biológicos del langostino (Fam. Penaeidae) frente a Tumbes, Perú. Tesis para optar el Título de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma. 60p.
- Kaiser, M.J., Clarke, K.R., Hinz, H., Austen, M.C.V., Somerfield, P.J., Karakassis, I., 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 311, 1–14.
- Little, M. y M. Hererra. 1992. The by-catch of the Ecuadorian shrimp fleet. 1991. Internal Report. Instituto Nacional de Pesca – Overseas Development Administration of the United Kingdom Government. 90 p.
- López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Ed.). 2012. Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, 466p.
- Mangano, M.C., Kaiser, M., Porporato, E., Lambert, G.I., Rinelli, P., Spanò, N., 2014.

- Infaunal community responses to a gradient of trawling disturbance and a long-term fishery exclusion zone in the southern tyrrhenian sea. *Continent. Shelf Res.* 76, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2013.12.014>.
- Machii, T. and E. Rodríguez. 1990. Stock assessment of penaeid shrimps in Peru and the influence of river discharge on the shrimp resource. *J. Tokyo Univ. Fish.* 77(1): 9-19
- Mangano, M.C., Kaiser, M., Porporato, E., Spanò, N., 2013. Evidence of trawl disturbance on mega-epibenthic communities in the Southern Tyrrhenian Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 475, 101–117. <https://doi.org/10.3354/meps10115>.
- Marcano L.A. 1998. Fauna de acompañante del camarón en la pesca industrial de arrastre de la región nororiental de Venezuela. Informe del Taller Regional sobre la utilización de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC). Camagüey, Cuba 23-27 junio 1997. CIP-FAO 48 p.
- Meltzer L., Blinick N.S., Fleishman A.B. 2012. Management Implications of the Biodiversity and Socio-Economic Impacts of Shrimp Trawler By-Catch in Bahía de Kino, Sonora, Mexico. 7 p. *PLoS ONE* 7(6): e35609. doi:10.1371/journal.pone.0035609
- Mendo, J. and J. Tam. 1993. Multiple environmental states affecting penaeid shrimp production in Peru. *NAGA*, 16: 44-46
- Miranda L. 2018. Piura: la pesca de arrastre y sus consecuencias para el mar al norte del país. *América Noticias* 23 diciembre 2018, <https://www.america.com.pe/noticia-actualidad/mar-piura-tumbes-pesca-ilegal-n352224>
- Moscoso, V. 2013. Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú-Callao* 28 (1-2): 8-135.
- Ordinola E., C. Inga y S. Alemán. 2008. Un estudio sobre langostinos (Penaeoidea) en Caleta La Cruz, Tumbes. Febrero – Junio 2003.- *Inf. Inst. Mar Perú* 35 (3): 231-240
- Inga, C.E., M. Vera, E. Ordinola, J. Rujel y B. Díaz. 2010. Actividad pesquera artesanal con redes de arrastre en la Región Tumbes. Resumen presentado al II COLACMAR de Ciencias del Mar del Perú (II CONCIMAR). Página web consultada el 30 de enero del 2020. https://www.researchgate.net/publication/224945904_Actividad_pesquera_artesanal_con_redes_de_arrastre_en_la_Region_Tumbes
- Pauly D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO. Circ. Nro. 729 (FIRM/C729)*, 54p.
- Pérez Roda, M.A. (ed.), Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. and Medley, P. 2019. A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633*. Rome, FAO. 78 pp.
- PRODUCE. 2013. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2012. Oficina de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. Ministerio de la Producción. 180p.
- PRODUCE. 2018. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. Oficina de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. Ministerio de la Producción. 205p.
- Romo V. 2019. Contaminación y pesca de arrastre: los guardamares peruanos claman por la reserva Mar Tropical de Grau Mongabay. Consultado el 22 de marzo 2020, <https://es.mongabay.com/2019/02/oceanos-peru-reserva-mar-tropical-de-grau/>

- Salazar C. y P. Molina. 1997. Selectividad de la red de arrastre de fondo en el área de Paita. Informe Progresivo. Inst. Mar Perú, 55. 16p.
- Salazar C., G. Chacón, J. Alarcón, C. Luque, R. Cornejo, y F. Chalkling. 2014. Estudio tecnológico pesquero de la flota de arrastre de fondo de menor escala en La Región Tumbes. Informe Final. Inst. Mar Perú. 52p.
- Salazar M., G. Chacón, J. Alarcón, C. Luque, R. Cornejo, y F. Chalkling. 2015a. Flota de arrastre de fondo de menor escala en la Región Tumbes. Inf. Inst. Mar Perú 42(2): 185-219.
- Salazar M., J. Alarcón y G. Chacón. 2015b. Taller de artes de pesca de la pesquería artesanal peruana. Resumen Ejecutivo. Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca. Inst. Mar Perú. 15p
- Salazar C., E. Torres, J. Macalupo y J. Alarcón. 2017. Pesca experimental del langostino café (*Farfantepenaeus californiensis*) en la región Piura. Informe Inst. Mar Perú. 17p.
- Santamaría, J., Carbajal-Enzian, P., Clemente, S., Ordinola, E. 2018. Guía ilustrada para reconocimiento de langostinos y otros crustáceos con valor comercial en el Perú. Inst. Mar Perú-Callao. 22p.
- Sciberras, M., Parker, R., Powell, C., Robertson, C., Kroger, S., Bolam, S., & Hiddink, J. G. 2016. Impacts of bottom fishing on the sediment infaunal community and biogeochemistry of cohesive and non-cohesive sediments. *Limnology & Oceanography*, 61, 2076–20 89.
- Sparre, P. and Venema, S.C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment, Part I: Manual., FAO Fisheries Technical Paper. Nro. 306, 1. Rev. 2. 407p.
- Thrush, S. F., and P. K. Dayton. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2002. 33:449-73.
- Vera M., I. Gonzales, E. Ordinola, C. Inga. 2010. La actividad extractiva de los recursos hidrobiológicos en la región Tumbes, con énfasis en las modalidades de arrastre, cerco y cortina. Informe Situacional. Inst. Mar Perú. Sede Tumbes. 34p.
- WALAC. 2016. Piura: el 70% de embarcaciones pesqueras artesanales son informales. Walac Noticias. Consultado el 04 de abril 2020. <https://walac.pe/piura-el-70-de-embarcaciones-pesqueras-artesanales-son-informale>
- Ye, Y; A. Alsaffar and H. M. A. Al-Foudari. 2000. Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. *Fisheries Research* 45(1): 11-21
- Zavalaga, F., Pastor, R., Elliot, W., Palacios, J. 2018. Guía ilustrada para el reconocimiento de peces capturados en la pesquería de arrastre. Inst. Mar Perú-Callao. 90p.

➤ 10. ANEXOS

Anexo I. Eventos, talleres y reuniones de trabajo

Fecha	Evento	Objetivo	Lugar	Instituciones	Nro. de participantes
06 feb 2019	Taller de Inducción para los investigadores	Capacitación virtual en el uso del SIG a los ganadores de Proyecto. Participó el Prof. Jimmy Martina	Lima	CONCYTEC	12
13 mar 2019	Reunión inaugural	Presentación del proyecto ante la comunidad.	Auditorio del GORE, Piura	UNALM, REDES, DIREPRO, Alcalde de Sechura, Gremio de Pescadores de Constante, periodistas, UNP.	27
12 abr 2019	Reunión de trabajo	Organizar y planificar de manera participativa las actividades de campo a bordo de las embarcaciones que se encuentran en Talara, Constante y El Ñuro (Quebrada verde).	Auditorio del DPA, Talara, Piura	UNALM, REDES, DIREPRO	10
17 may 2019	Reunión para presentación del proyecto	Presentar el proyecto a la nueva directora de DIREPRO y pedir apoyo para realizar una pesca experimental.	Oficina de la directora de la DIREPRO	UNALM, DIREPRO, Capitanía Talara, Capitanía Paita, REDES, Gremio pescadores	12
18 jun 2019	Reunión de coordinación	Presentación de avances al primer hito.	Sala de Audiovisuales, Facultad de Pesquería, UNALM	UNALM, CONCYTEC	6

16 jul 2019	Reunión de coordinación	Presentación del diseño y armado de una red de arrastre alternativo, planificar zona de trabajo, compra de materiales, convocatoria a pescadores.	Hotel “ EL PRINCIPE”, Sechura, Piura.	UNALM, expertos mexicanos, Gremio de pescadores Constante (Directivos)	11
17 jul 2019	Curso Taller Construcción de redes prototipo	Construcción de redes de arrastre prototipo.	Local de Pescadores-Sechura, Piura	UNALM, expertos mexicanos, Pescadores de red de arrastre, St Andrews	12
18 jul 2019	Taller Informativo a los pescadores de la pesca de arrastre de langostino.	Dar a conocer las experiencias de artes de pesca selectivos y de nuevos prototipos, por expertos sugeridos por la FAO.	Municipalidad Provincial de Sechura, Piura	UNALM, expertos mexicanos, Pescadores red de arrastre, REDES, St Andrews	27
26 jul 2019	Taller Informativo a pescadores de Talara	Resultados preliminares de pruebas con red alternativo versus red convencional, coordinación sobre autorización para realizar una Pesca Experimental	DPA- Talara	UNALM, St. Andrews University, REDES, Asoc. Pescadores, WWF	35
28 ago 2019	Reunión medio término	Evaluar los avances del proyecto de tesis, cumplimiento de actividades y productos comprometidos.	Los Órganos	UNALM, presidente gremio pescadores, DIREPRO, SPDA, tesistas	11
18 set 2019	Reunión de trabajo	Evaluar los avances del proyecto así como las actividades y productos pendientes.	Sala de Audiovisuales, Facultad de Pesquería, UNALM	Equipo técnico, UNALM	3

22-23 oct 2019	Simposio Internacional "Innovación y Competitividad de la Acuicultura y Pesca"	Participación del Dr. Mark James con el tema. Desarrollar sistemas y procesos de recolección de datos de bajo costo para gestionar la pesca artesanal a pequeña escala. Participación del Dr. Mendo, como panelista	Great Hall of the Swissôtel Lima.	Evento realizado por PNIPA. Participación del sector pesca y acuicultura	150
04-08 nov 2019	" XVIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar"	Presentar el poster: "El proyecto DYNAMICO-PE-RU: Generando información para el manejo de la pesquería de arrastre de langostino en el norte del Perú" en "XVIII CO-LACMAR".	Hotel 13 de Julio, Mar del Plata, Argentina	Evento realizado por el ALICMAR, y otros.	100
05 nov 2019	Décima reunión del grupo legal y de políticas para el mar del Perú	Participación como expositor del Dr. Jaime Mendo en una reunión con ONGs.	Sala de reuniones de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA)	SPDA, WWF Perú, EDF, TNC, OCEANA Perú, SFP, REDES, ProDelphinus, MSC, Future of Fish, WALTON	18
12 dic 2019	Fórum "La pesca del Langostino: Oportunidades y desafíos"	Expositor invitado: Dr. Jaime Mendo. "Avances y Propuestas del Proyecto Dynamico Perú" .	Municipalidad Provincial de Sechura, Piura	Gremio de Pescadores, UNALM, Capitanía de puertos Talara	80
10-11 ene, 2020	Curso – Taller "Introducción al uso del programa R"	Capacitar a tesisistas del proyecto, técnicos de campo entre otros al uso de programa R en el análisis de datos obtenidos por el proyecto.	Casa "Doña Evita", Los Órganos, Piura	UNALM, St. Andrews, REDES.	11

15 ene-2020	Curso Taller “Uso de tecnología de bajo costo para la adquisición y análisis de información pesquera”.	Capacitar al equipo técnico, tesisistas y sector pesquero al uso de tecnología de bajo costo para la adquisición y análisis de información pesquera.	Auditorio Hotel Ixnuak - Piura	UNALM, St. Andrews University, FAO, ITP, UDEP, DIREPRO, REDES, TNC,	24
16 ene-2020	Taller “Lineamientos para el Manejo de la Pesquería de Arrastre del Langostino en Piura”	Elaborar una propuesta de lineamientos para el plan de manejo de la pesquería de arrastre del langostino en Piura.	Auditorio Hotel Ixnuak - Piura	UNALM, St. Andrews University, FAO, ITP,	23
17 ene 2020	Evento de cierre	Presentación de los resultados del proyecto.	Auditorio Hotel Ixnuak - Piura	UNALM, St. Andrews University, ITP, UNP. REDES,	31

UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina
 REDES: Redes Sostenibilidad Pesquera
 DIREPRO: Dirección Regional de la Producción Piura
 ITP: Cite Pesquero
 UNP: Universidad Nacional de Piura
 UDEP: Universidad de Piura
 SPDA: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental
 COLACMAR: Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar
 EDF: Environmental Defense Fund
 TNC: The Nature Conservancy

SFP: Sustainable Fisheries Partnership
 MSC: Marine Stewardship Council
 CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
 WWF Perú: World Wildlife Fund
 OCEANA Perú: Protecting the World's Ocean
 SFP: Sustainable Fisheries Partnership
 ProDelphinus: Investigación y Conservación de especies marinas
 Future of Fish: Soluciones al Impacto en Comunidades pesqueras
 WALTON: Walton Family Foundation

Anexo II. Costos de capital y operativos desagregados para la implementación de aplicativo

Ítem Días o unidades	Costos iniciales			Costos anuales operativos		
	Valor unitario	Total	Días o unidades	Valor unitario	Total	
Costos de personal						
Coordinador	40	667	26667	50	667	33333
Desarrollador del app	20	1000	20000	48	1000	48000
Desarrollador de la página web	40	1000	40000	48	1000	48000
Analista	14	667	9333	100	667	66667
Entrenamientos a los pescadores				4	817	3267
Total en soles		96000				199267
Costos computacionales y en equipamiento						
Computadoras	3	2000	6000			
Servicio de hosting				1	212	212
Dominio				1	100	100
Certificado SSL				1	100	100
Pago a Google Play Store				1	100	100
Total en soles		6000				712
Teléfonos móviles						
Equipos	100	409	40900			
Tarjetas SIM	100	29	2900			
Carcaza	100	30	3000			
Costos anuales de la red				100	87	8696
Gasto anual para reemplazar equipos (asumiendo que la vida útil de los equipos son 3 años)						146334
Total en soles		46800				14633

Equipos de seguimiento opción 1						
Equipo Teltonika FMB204	20	283	5652			
Tarjeta SIM	20	29	580			
Costos de adecuación	20	100	2000			
Cargos anuales por red				20	87	1739
Gasto anual para reemplazar equipos						2551
Total en soles	8232			4290		
Equipos de seguimiento opción 2 (con energía solar)						
Equipos	20	1087	21739			
Gasto anual para reemplazar equipos						7246
Total en soles	21739			7246		
Opción 1	Total general	157032		21461216		
	Total por embarcación	1570		22146		
Opción 2	Total general	170539		221858		
	Total por embarcación	1705		2219		

Anexo III. Galería de fotos



Evento de apertura en Auditorio de GORE Piura,
13 marzo 2019



Reunión de difusión con pescadores de Talara,
Auditorio del DPA, 12 abril 2019



Reunión con la DIREPRO Piura,
Capitanías de Paita y Talara y pescadores,
17 mayo 2019



Reunión con expertos mexicanos en redes
de arrastre en Sechura,
16 julio 2019



Taller de construcción de nuevas redes de arrastre,
Sechura 17 julio 2019



Instalación de la red modificada para las faenas
de pesca, julio 2019



Fórum sobre “La Pesca del Langostino: Oportunidades y desafíos”, Municipalidad de Sechura, 12 diciembre 2019



Fórum sobre “La Pesca del Langostino: Oportunidades y desafíos”, Municipalidad de Sechura, 12 diciembre 2019



Platos preparados en base a langostino ofrecidos en el Fórum, Sechura 12 diciembre 2019



Curso – Taller “Introducción al uso del programa R”, Los Órganos, 10-11 enero 2019



Curso Taller “Uso de tecnología de bajo costo para la adquisición y análisis de información pesquera”. Piura, 15 enero 2020



Curso Taller “Uso de tecnología de bajo costo para la adquisición y análisis de información pesquera”. Piura, 15 enero 2020



Taller "Lineamientos para el manejo de la pesquería de arrastre del langostino",
Piura 16 enero 2019



Taller "Lineamientos para el manejo de la pesquería de arrastre del langostino",
Piura 16 enero 2019



Taller "Lineamientos para el manejo de la pesquería de arrastre del langostino",
Piura 16 enero 2019



Taller "Lineamientos para el manejo de la pesquería de arrastre del langostino",
Piura 16 enero 2019



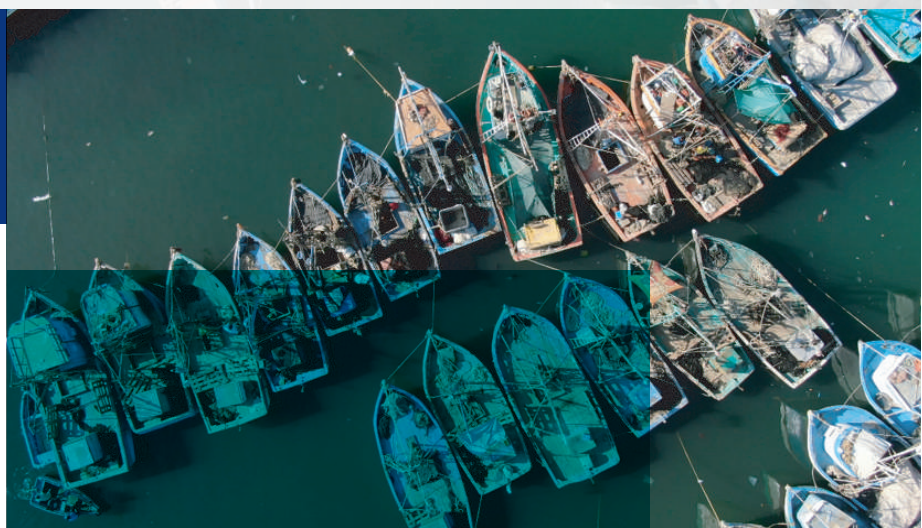
Evento de Cierre del proyecto
DYNAMICOPERU,
Piura 17 enero 2020



Evento de Cierre del proyecto
DYNAMICOPERU,
Piura 17 enero 2020



University of
St Andrews



INFORME TÉCNICO FINAL

DESARROLLO DE UN MODELO DINÁMICO DE
CO-MANEJO PARA LA PROTECCIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD EN UNA PESQUERÍA DE ARRASTRE
DE LANGOSTINO EN EL PERÚ

Developing a dynamic co-management bycatch
risk assessment to protect biodiversity in an
artisanal shrimp trawl fishery in Peru

ISBN: 978-612-4387-52-4



9 786124 138752 4