INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702
Volumen 42, Número 2

Abril-Junio 2015
Callao, Perú

FLOTA DE ARRASTRE DE FONDO DE MENOR ESCALA EN LA REGIÓN TUMBES

TRAWL FISHERY OF SMALL SCALE IN THE TUMBES REGION

Carlos Martín Salazar[1] *Germán Chacón*[1] *Julio Alarcón*[1]
Carlos Luque[2] *Rodolfo Cornejo*[1] *Frank Chalkling*[3]

RESUMEN

Salazar M, Chacón G, Alarcón J, Luque C, Cornejo R, Chalkling F. 2015. *Flota de arrastre de fondo de menor escala en la Región Tumbes. Inf Inst Mar Perú 42(2): 185-219.-* Los problemas críticos de la pesquería de arrastre de menor escala, son las capturas de ejemplares juveniles, alta presencia de descartes, pesca incidental o accesoria y conflictos con los pescadores artesanales que usan redes de enmalle cortineras. En toda la zona de estudio, los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue 142,4 kg/h y 477,5 kg/lance, bycatch por unidad de esfuerzo (BPUE) fue 27,2 kg/h y 91,1 kg/lance. Los mayores CPUE fueron en la zona sur dentro de las 5 mn con 199,0 kg/h y 617,8 kg/lance. La composición de la captura relativa al peso estuvo dominada por el falso volador (*Prionotus stephanophrys,* 24,6%) y carajito (*Diplectrum conceptione,* 21,4%). Las especies incidentales más importantes fueron espejo (*Selene peruviana,* 9,8%), bereche (*Larimus pacificus,* 9,3%), cachema (*Cynoscion analis,* 4,0%), chiri (*Peprilus medius*, 2,9%), lenguado de boca chica (*Etropus ectenes*, 2,5%), doncella (*Hemanthias peruanus*, 2,1%). El descarte fue 19,1% de la captura, los principales recursos fueron merluza (*Merluccius gayi peruanus*, 39,1%), lengüeta (*Symphurus sechurae*, 10,9%), morena (*Muraena clepsidra*, 4,9%), pez hojita (*Chloroscombrus orqueta*, 4,8%), otras especies 31,5% (incluyendo restos de peces y equinodermos). El índice de impacto al ecosistema marino fue de 3,7 (1: no favorable al 10: favorable). Por lo que es un arte de pesca no amigable con el ecosistema marino que no debe usarse dentro del área costera.
Palabras clave: Arrastre de fondo, Región Tumbes

ABSTRACT

Salazar M, Chacón G, Alarcón J, Luque C, Cornejo R, Chalkling F. 2015. *Trawl fishery of small scale in the Tumbes Region. Inf Inst Mar Perú 42(2): 185-219.-* The problems of the trawl fishery of smaller scale, are the catch of juveniles, high presence of discards, bycatch and conflicts with gill nets artisanal fishermen. The total index catch per unit effort (CPUE) and bycatch per unit effort (BPUE) for the study area were 142.4 kg/h and 27.2 kg/h; and 477.5 kg/haul and 91.1 kg/haul respectively. The highest CPUE in the south part were inside of 5 nm to 199.0 kg/h and 617.8 kg/haul. The composition of the total catch on weight was dominated by objective capture the searobin (*Prionotus stephanophrys*, 24.6%) and sand-perch (*Diplectrum conceptione*, 21.4%). The incidental species more important were moonfish (*Selene peruviana,* 9.8%), pacific drum (*Larimus pacificus,* 9.3%), Peruvian weakfish (*Cynoscion analis*, 4.0%), Pacific harvestfish (*Peprilus medius,* 2.9%), sole flounder (*Etropus ectenes*, 2.5%), rose thread-tail bass (*Hemanthias peruanus*, 2.1%), among others. Discard represented 19.1% of the total catch, among the main resource was Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus,* 39.1%), darkcheek tonguefish (*Symphurus sechurae,* 10.9%), moray (*Muraena clepsydra,* with 4.9%), Pacific bumper (*Pacific bumper*, 4.8%) and other species (including fish remains and echinoderms) with 31.5%. The value of impact to the marine ecosystem was 3.7 (1: unfavorable 10: favorable). So it is a fishing gear not friendly to the marine ecosystem should not be used within the coastal area.
Keywords: Trawl fishery, Tumbes Region

1. INTRODUCCIÓN

En la Región Tumbes, la actividad pesquera es preponderantemente artesanal, empleándose mayormente artes de pesca selectivos (enmalle, pinta y espinel) que permiten capturar diversidad de peces e invertebrados de gran demanda en el mercado local y nacional. Sin embargo, también se utilizan artes de pesca activos como la red de cerco y red de arrastre, caracterizadas por la captura de varias especies objetivo y no objetivo con ejemplares de tamaños diversos.

Entre los años 2006 y 2008, los desembarques en la Región Tumbes correspondieron a 13 artes de pesca, destacando cerco (33,8%), enmalle cortina (23,8%), pinta (4,2%), arrastre (3,7%). En el 2011, el cerco representó 51% y el arrastre 8,0% del desembarque; en el 2012, el cerco tuvo el mismo porcentaje del 2011 y el arrastre fue 6,8%. Ambos artes de pesca son activos y de alto poder de pesca comparándolos con los artes de pesca menores de la pesquería artesanal.

La actividad extractiva de la flota de arrastre se realiza generalmente dentro de las 5 mn, a pesar de

1. IMARPE, Callao
2. IMARPE, Tumbes
3. AcruxSoft

su prohibición, y los desembarques se presentan variables año a año, debido posiblemente a migraciones de las flotas a otras áreas, restricciones legales sobre la captura de algunos recursos y el esfuerzo dirigido al boom de algunas especies de valor comercial. Los ejemplares de las diferentes especies están conformados mayoritariamente por juveniles; asimismo, al utilizar la flota redes poco selectivas, la incidencia de pesca incidental o accesoria y descartes son altos.

En los últimos años, se ha producido incremento de conflictos entre los pescadores artesanales y los que utilizan redes de arrastre y cerco (menor escala) interactuando en similares áreas de pesca por lo que PRODUCE, mediante el D.S. N°006-2013, reguló la actuación de la flota artesanal y la de menor escala dentro del ámbito marítimo adyacente a la Región Tumbes, estableciendo las condiciones siguientes:

a. Condiciones para las actividades extractivas dentro de la zona reservada de las 5 mn

– Consumo humano directo

– Artes de pesca selectivas artesanales

– Las embarcaciones serán implementadas con sistemas y medios de preservación a bordo que garanticen la óptima calidad y conservación del producto capturado

– Flota calificada como artesanal bajo competencia y supervisión del Gobierno Regional

b. Condiciones para las actividades extractivas fuera de la zona reservada de las 5 mn

– Las embarcaciones que empleen redes de cerco y arrastre de fondo y de media agua, califican como de Menor Escala, bajo la competencia y supervisión del Ministerio de la Producción

– Instalar y mantener operativos el sistema SISESAT

– Las redes de cerco trabajarán con un tamaño de malla de 38 mm (1 ½')

– Las redes de arrastre de fondo trabajarán con tamaño mínimo de malla de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE

– Las embarcaciones serán implementadas con sistemas y medios de preservación a bordo que garanticen la óptima calidad y conservación del producto capturado

En las disposiciones complementarias del Decreto Supremo, se indicó que el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) efectuará un estudio para determinar el impacto de la pesca de arrastre de fondo en el ecosistema marino, en un plazo no mayor de ciento veinte (120) días hábiles contados a partir de la entrada en vigencia de la norma. Es así, que la Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento y Artes de Pesca DGIHSA a través del Área Funcional de Artes de Pesca (AFAP) desarrolló el "Estudio tecnológico pesquero de la flota de arrastre de fondo de menor escala en la Región Tumbes y su impacto en el ecosistema marino" el cual se planificó con las siguientes fases:

Fase Previa: Talleres Informativo/Participativos con el colectivo pesquero arrastrero, OSPAS, autoridades y comunidad inmersa en el tema (4 de octubre 2013)

Fase I: Estudio tecnológico pesquero de la flota arrastrera de menor escala en la Región Tumbes (17 al 24 de octubre 2013)

Fase II: Evaluación de la operatividad, estrategias y esfuerzo de pesca de la flota arrastrera de menor escala en la región Tumbes (1 al 22 de diciembre 2013).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- Comprendida entre El Bendito (3°26'57"S, 80°19'2"W) y El Rubio (3°52'29"S, 80°49'49"W) (Fig. 1), considerando 3 zonas que incluyen ambiente marino dentro y fuera de la línea de 5 mn:

Zona norte: El Bendito a Playa Hermosa
Zona centro: Caleta La Cruz a Quebrada Bocapán
Zona sur: Acapulco a El Rubio

Talleres Informativo/ Participativos.- Se realizaron empleando el Diagnóstico Rural Participativo (DRP) que incluye estrategias de comunicación hacia la población objetivo, promoviendo la interacción entre el equipo de trabajo y las OSPAS en términos de ser participativo, exploratorio, inclusivo, motivador, flexible, iterativo y adaptativo. Durante el desarrollo del DRP, el equipo de trabajo realizó la recolección de información sobre la situación local, social, histórica y técnica. Los datos sociales y espaciales fueron obtenidos durante la ejecución de ejercicios prácticos, mientras que la información histórica y técnica fue adquirida a partir de discusiones e intervenciones de los miembros de las OSPAS (The Cain Project in Engineering and Professional Communication, 2008).

Estudio tecnológico de las redes de arrastre de fondo y flota.- Consistió en:

a. Información de las características de las embarcaciones arrastreras de menor escala de la Región Tumbes (eslora, manga, puntal, potencia de motor y equipos electrónicos).

b. Información de las características técnicas de las redes de arrastre utilizando la nomenclatura estandarizada definidas por FAO (Nedeléc y Prado 1999). La información obtenida fue sistematizada para elaborar los planos de la red, donde se muestran las dimensiones, relaciones entre ellas y materiales usados (Nomura y Yamazaki 1977, Salazar 1999).

c. Medición del aparejamiento (pie de gallos/pata de gallo, malletas/calamento y bridas.

d. Estimación de la resistencia total del sistema de pesca aplicando la sumatoria de las fuerzas o resistencias individuales. Es decir que la resistencia total del arte se asocia directamente con la velocidad de arrastre de la embarcación. (Nomura y Yamazaki 1977).

$\Sigma Fx = Rc + Rp + Rm + Rf + Rr$

Rc = Resistencia hidrodinámica de los dos cables de arrastre
Rp = Resistencia de portalones o puertas de arrastre
Rm = Resistencia de malletas o calamentos
Rf = Resistencia de flotadores
Rr = Resistencia de la Red de arrastre

e. Estimaciones y simulaciones de redes de arrastre de fondo utilizando un software a prueba Trawlvision Pro 3D y los módulos de diseñador de redes (Trawl Vision Designer TVD) y simulación de redes (Trawl Vision Simulator TVS) (Anexo 1).

f. Presentación de los parámetros de operatividad de las redes de arrastre: profundidad de pesca, longitud de cable, velocidad de arrastre y tiempo efectivo.

Captura objetivo y no-objetivo (incidental y descarte).- Captura objetivo es la captura intencional de una especie o un ensamble de especies por parte de una pesquería en particular. Captura no-objetivo es aquella compuesta por una especie, o un grupo de ellas, que no es propósito de la pesquería (McCaughran 1992, Alverson et al. 1994).

Captura incidental es la porción de la captura no-objetivo que es retenida a bordo. Captura descartada o Descarte: es la fracción de captura o materia orgánica total de origen animal retornada al mar. No incluye materiales vegetales y desechos postcosecha tales como vísceras o entrañas. Los descartes pueden ser muertos o vivos (FAO 1996b).

Los descartes pueden estar constituidos por:

– Especies capturadas que no tienen valor comercial (tiburones, aves, mamíferos marinos, tortugas, la mayoría de las especies de invertebrados),

– Especies protegidas cuya pesca no está permitida,

– Especies con valor comercial, pero con tamaño inferior a los límites legales o ya se ha alcanzado la cuota de pesca asignada,

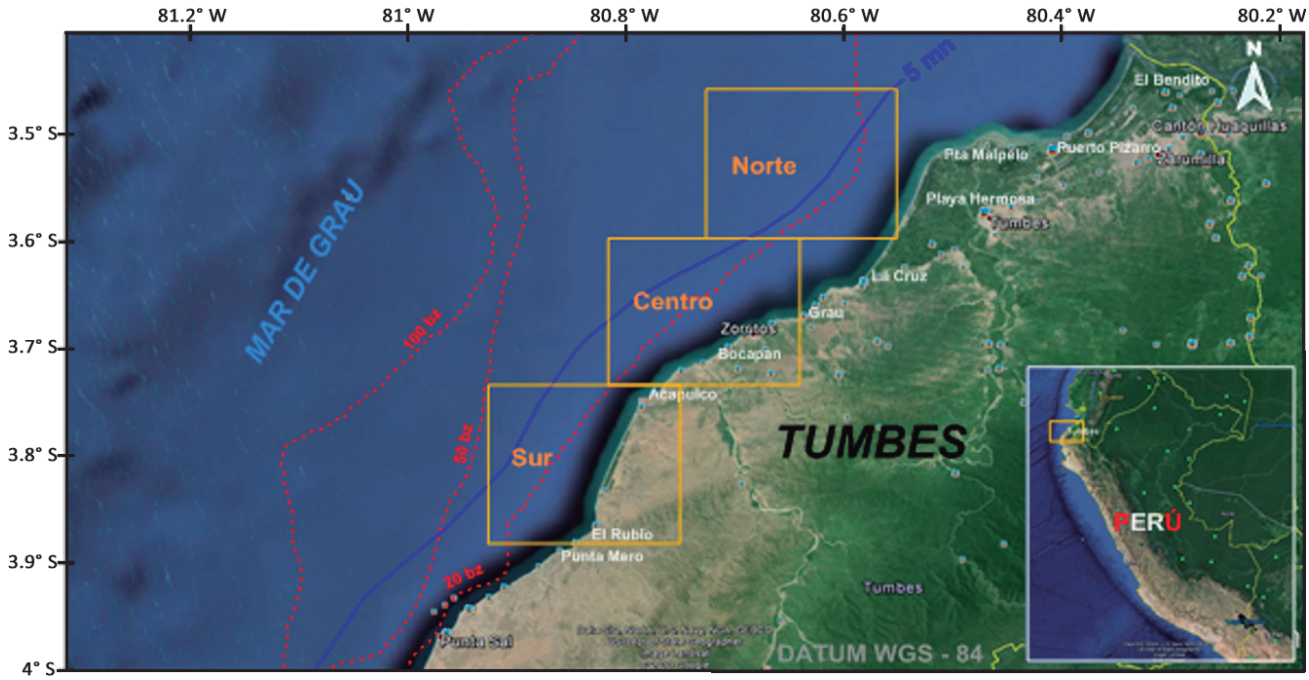


Figura 1.- Área de estudio de la flota de arrastre de fondo de menor escala, Región Tumbes

– Especies con valor comercial, pero inferior al de otros ejemplares capturados, lo que se conoce como *high grading*, a través del que se clasifica y desperdicia parte de la captura para conservar los ejemplares más interesantes económicamente.

El método para cuantificar el descarte será el descrito por Jean (1963), con la estimación subjetiva del tanto por ciento, se calcula el descarte expresado en número de cajas, aplicando la fórmula:

$D = [\ 100\ C_i/(100 - \%D_i)\ ] - C_i$

Donde:

$D_{i=}$ descarte,

$\%D_{i=}$ porcentaje estimado de descarte,

$C_{i=}$ captura después de efectuado el descarte, para cada lance i.

C_i y D_i serán convertidos en kilogramos, multiplicado por el peso estimado de una caja (25 kg) y sumado para obtener la captura total.

Biodiversidad.- Las muestras fueron colectadas de las capturas comerciales de embarcaciones arrastreras y llevadas a IMARPE Tumbes, para su determinación mediante los trabajos de Álamo y Valdivieso (1997), Chirichigno y Vélez (1998), Fisher et al. (1995), Keen (1971), Méndez (1981), Mora (1990).

Los índices empleados en la medición de la biodiversidad fueron Shannon-Wiener H', que permite cuantificar la biodiversidad específica en las unidades de muestreo.

$$H' = -\sum_{1}^{S} p_i\ log_2\, p_i$$

H' = índice de Shannon - Wiener

$P_i = n_i/N$

n_i = número de individuos de cada especies

N = número total de individuos.

Índice de Margalef, permite estimar la biodiversidad de las unidades de muestreo, en base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, este índice no considera el valor de importancia de las especies, solo se basa en el número de especies presentes. $D_{mg} = (S - 1)/\ln(N)$, donde S= número de especies y N = número total de individuos.

Índice de equidad de Pielou, permite determinar si la abundancia de especies fue semejante en las diferentes unidades de muestreo, utilizando la fórmula: $J' = H' / log_2\ (S)$

Test de Student para diferencias entre dos Índices de Diversidad de Shannon-Wiener.

Para verificar la igualdad de dos índices de diversidad H_1' y H_2' se utiliza la prueba t-Student:

$$t = \frac{H_1' - H_2'}{SD_{H_1' - H_2'}}$$

Donde: $SD_{H_1' - H_2'} = \sqrt{Var_{H_1'} + Var_{H_2'}}$, $Var_{H_i'}$

$$= \frac{\sum p_i (log_2\, p_i)^2 - (\sum p_i\, log_2\, p_i)^2}{N}$$

Mediciones biométricas.- Se aplicó la metodología desarrollada por IMARPE para conocer la distribución de frecuencias de tallas, porcentajes de juveniles y condición sexual.

Determinación de los efectos de la pesca sobre el ecosistema marino.- El impacto de las redes de arrastre de menor escala sobre el ecosistema marino se evaluó mediante el desarrollo de la sub matriz "capacidad de captura" y de la sub matriz "impacto de la pesca sobre el ecosistema".

Las variables propuestas de las submatrices fueron ponderadas de acuerdo a su importancia en el caso particular de la Región Tumbes. Luego, se le asignó una categoría en función a las características del arte de pesca y a los diversos efectos sobre el ecosistema que va del 1 (no favorable) al 10 (favorable), resultando en un índice promedio del efecto sobre el ecosistema. (FAO 2005).

3. RESULTADOS

Talleres informativo/participativos con el colectivo pesquero arrastrero.- En los talleres participaron las autoridades IMARPE y DIREPRO con los armadores y representantes de las asociaciones de arrastreras de menor escala de Tumbes y después del intercambio de opiniones se identificaron los principales problemas de la pesquería:

a. Las capturas con este arte de pesca están constituidas por ejemplares mayoritariamente juveniles, alta presencia de descartes y pesca incidental o accesoria.

b. Acceso libre a la actividad pesquera.

c. Diferenciación de la flota de arrastre de menor escala.

d. Conflictos entre los pescadores que usan redes de arrastre de fondo de menor escala y los pescadores que utilizan redes de enmalle cortineras.

e. Resistencia a las actividades de prospección sísmica y explotación de petróleo en el ámbito marino y también a la piratería y contrabando.

f. Imposibilidad de sostener el abastecimiento de algunas especies con buen valor comercial.

Características de la flota y estudio tecnológico de las redes de arrastre de fondo de menor escala.- PRODUCE y DIREPRO del GORE Tumbes tienen registradas 25 embarcaciones que utilizan redes de arrastre de fondo de menor escala, realizándose visitas técnicas a 18 y evaluándose 6 redes de la flota "Caleta La Cruz" y 3 redes de la flota "Tipo Paita" (Tabla 1). La flota arrastre de menor escala de la región de Tumbes básicamente tiene como puerto base a Caleta Cruz, específicamente en tres lugares caracterizados por los lugareños como: Diecinueve, El Colegio y el muelle de PROMARESA.

Tabla 1.- Embarcaciones de la flota de arrastre de menor escala de la Región Tumbes

	Armador	Nombre Embarc.	Reg. DIREPRO	Sin reg. DIREPRO	Red	Estudio de campo	Tipo flota
1	Meca Dios Henry	Ángel y Joshua		•			C. La Cruz
2	Ruiz Crespo Cruz D.	Santa Cruz		•	•		C. La Cruz
3	Saldarriaga Mariñas Juan	Mi Pastor		•			C. La Cruz
4	Peña Cruz Héctor	Hillary		•			C. La Cruz
5	Hidalgo Carrasco Juan I.	Pieer		•			C. La Cruz
6	Huertas Revoredo Héctor	Victor Andrés	O				
7	Carlín Bancayar Concepción	Lisseth	O				
8	Acosta Chancafe Rocky	Andreas	O				
9	Oviedo Carlín Pedro D.	Don Pedro	O				
10	Oviedo Carlín Pedro D.	Don Pedro III	O				
11	Ventura Cruz Zárate	Daniela	O				
12	Morán Ruiz Juliana	Santa Rita	O				
13	Valdez Zavaleta Ricardo	El milagro de mi madre María Eudocia	O				
14	Valdez Zavaleta Ricardo	Jorge del Carmen	O				
15	Ruiz de Morán María E.	El Señor de los Milagros	O				
16	Zapata Coronado Javier	Cruz de Chalpón	O				
17	Bismarck Moscoso Juan C.	Sofía Nicol II	O				
18	Crisanto Palacios Víctor	Don Miguel	•		•	•	C. La Cruz
19	Meca Dios Henry E.	San Martín de Porres	•				C. La Cruz
20	Meca Rosales Heber	San Martín de Porres	•				C. La Cruz
21	Peña Flores Carlos	San Pablo	•				C. La Cruz
22	Hernandez Preciado Mack	San Rafael IV	•		•	•	C. La Cruz
23	Quijano Delgado Raúl	Santa Bárbara	•				C. La Cruz
24	Villar Crisanto Ángelo L.	Santa Martha	•		•		C. La Cruz
25	Zapata Mogollón Walter	Señor de los Milagros	•		•	•	C. La Cruz
26	Rodríguz Sandoval Wilmer S.	Señor Cautivo	•				C. La Cruz
27	Peña Cruz Héctor Tany	Taralla II	•		•		C. La Cruz
28	Sandoval Nima Miguel E.	Alessandra	•		•		Tipo Paita
29	Sandoval Machare Miguel	Fiorella	•		•		Tipo Paita
30	Morán Valladolid Pedro	Mi Manuelito	•		•		Tipo Paita
	TOTAL		25	5	9	3	

Características de las embarcaciones.- Son en su mayoría de casco de madera, excepto E/P San Rafael IV (construcción acero naval), con eslora promedio de 10,3 m para una potencia de motor de 144 hp (Tabla 2, Figs. 2a, 2b, 2c).

Relación entre potencia de motor y eslora.- Se dividió la flota, teniendo en cuenta la potencia del motor, en dos grupos: a) >145 hp, que se denomina "Tipo Paita", b) <145 hp, que se denomina Flota "Caleta Cruz" (Fig. 3).

Tabla 2.- Información de la flota arrastrera de menor escala de la Región Tumbes

Estadístico	Material de construcción		Eslora	Manga	Puntal	Potencia (hp)
	madera	acero				
N = 18	17	1	18	18	18	14
Promedio			10,3	3,6	1,6	144,4
Mínimo			8,4	2,3	1,2	65,0
Máximo			13,5	4,5	2,1	240,0

Figura 2a. Embarcación de arrastre menor tipo Caleta Cruz <120 hp

Figura 2b.- Embarcación de arrastre menor tipo Caleta Cruz >120 hp

Figura 2c.- Embarcación de arrastre menor tipo Paita >145 hp

En la Flota "Caleta Cruz" se identificaron dos grupos, los mayores y menores a 120 HP, que presentan diferencias asociadas a la disposición de maquinaria en cubierta y en redes, tiene menor tecnología, menor capital, generalmente con embarcaciones ex langostineras adaptadas a la pesca de peces, aunque existe la tendencia de aumentar la potencia del motor. La flota "Tipo Paita" cuenta con mayor tecnología derivada del sur, específicamente de Paita, Sechura, Parachique, con mayor capital, embarcaciones de mayor tonelaje y fuerza de tracción de arrastre, con posibilidades de llegar a mayores profundidades, fuera de las cinco millas.

Las embarcaciones arrastreras cuentan con un motor central diesel de tracción terrestre adaptado a marino, de las marcas Caterpillar, General Motor, Volvo Penta, Nissan, Anmar y Toyota.

En lo referente a los equipos de cubierta, las embarcaciones tipo Paita poseen pescantes en popa y son generalmente de mayor eslora, manga y puntal; las embarcaciones de la flota Caleta Cruz cuentan con pescantes adaptados en popa y en menor porcentaje con tangones. Ambos equipos de cubierta son operados por popa y el cobrado se realiza por un costado. Las embarcaciones cuentan con equipamiento electrónico destacando ecosondas, GPS y radio.

Características técnicas de redes y aparejamiento

Redes de arrastre.- De la elaboración de 9 planos de redes de la flota de arrastre de menor escala, 6 correspondieron a la flota Caleta Cruz y 3 al tipo Paita.

Las redes de la flota "Caleta Cruz" están construidas con Poliamida (PA) y Polietileno (PE). El PE es utilizado en la primera sección del ala superior, ala inferior y cielo (Square) y PA en el cuerpo, túnel y copo con alta titulación de hilo (diámetro). Los materiales empleados son reciclados, usados o de segunda mano. El armado y mantenimiento de las redes lo efectúa un redero de Paita (Fig. 4a).

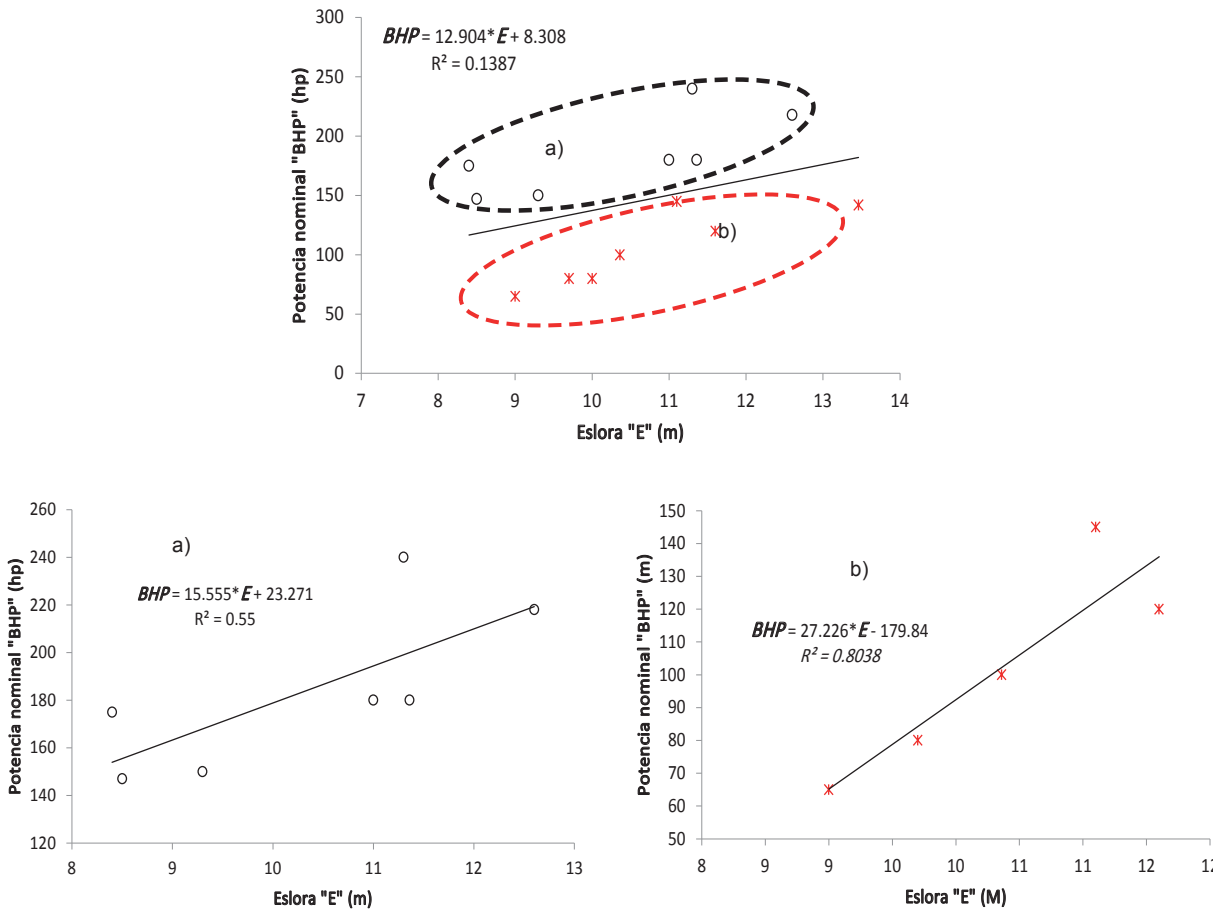


Figura 3.- Relación entre eslora y potencia de motor a) Embarcaciones con potencia <145 hp, b) Embarcaciones con potencia >145 hp

Las redes de la flota "Tipo Paita" usan Polietileno (PE) en toda su estructura con titulación de hilo alto (grueso). Los materiales empleados son nuevos, adquiridos de la zona de Paita. Este grupo envía sus redes a Paita para el mantenimiento respectivo (Fig. 4b).

De las relaciones esenciales de diseño, se observa que los índices de las redes de la flota de "Caleta Cruz" son muy variables y no se ajustan estrictamente a parámetros "red-potencia de motor-captura objetivo", más bien están ligados a los índices de relación de redes langostineras que corresponden a las embarcaciones tangoneras, l/m cercanos a 0,90. Dentro de esta flota hay índices de relación que se asemejan a las redes de arrastre para peces, l/m cercanos a 0,66 que coinciden con las embarcaciones con pescantes a popa (Tabla 3). La flota "tipo Paita", destaca porque los diseños obedecen a un patrón, sus índices de relación son más cercanos a diseños de redes para peces, concurrentes a la característica de pescantes a popa.

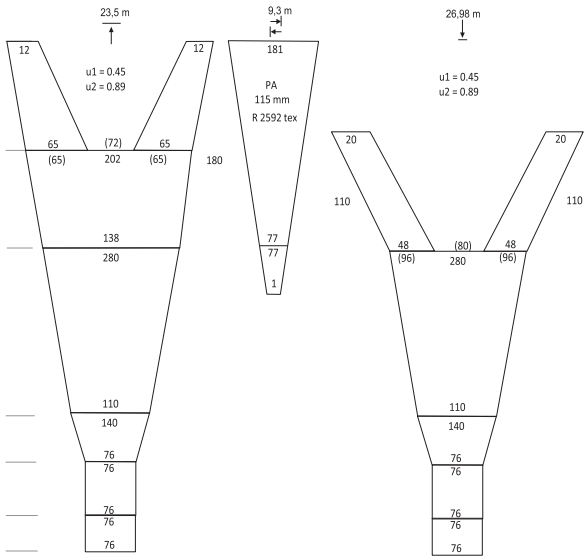


Figura 4a.- Redes de arrastre de la flota Caleta Cruz

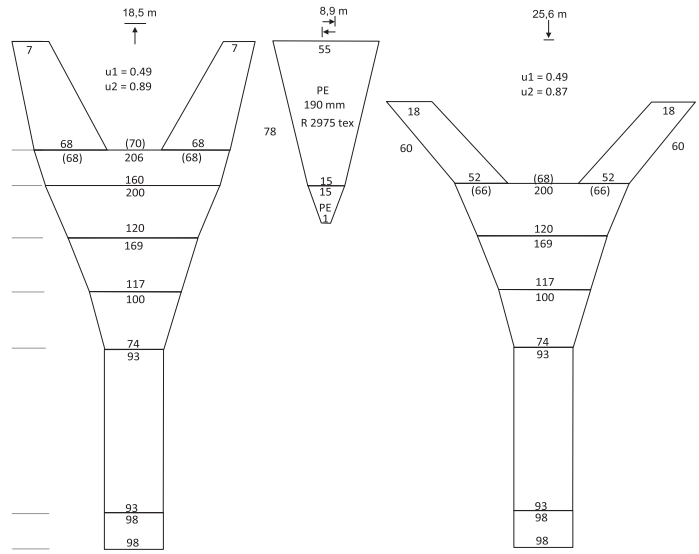


Figura 4b.- Redes de arrastre de la flota Paita

Tabla 3.- Relaciones esenciales del diseño de las redes de arrastre

Relaciones de diseño	Flota "Caleta Cruz"										Flota "Tipo Paita"							
	Don Miguel		San Rafael IV		Santa Cruz		Santa Martha		Sr de los Milagros		Taralla II		Alesandra		Fiorella		Mi Manuelito	
	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A
l/m	0,87	0,87	0,74	0,74	0,73	0,73	0,76	0,76	0,50	0,50	0,96	0,96	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
l/b	0,59	0,66	0,50	0,57	0,56	0,65	0,44	0,50	0,40	0,46	0,57	0,66	0,49	0,56	0,49	0,56	0,49	0,56
m/b	0,68	0,76	0,67	0,77	0,76	0,88	0,58	0,66	0,80	0,91	0,60	0,69	0,67	0,77	0,67	0,77	0,67	0,77
a/b	1,00	0,50	1,73	0,97	1,03	0,59	1,37	0,73	1,31	0,70	1,34	0,75	1,70	0,95	1,70	0,95	1,70	0,95
c/d	0,87	0,88	0,92	0,92	0,77	0,77	0,74	0,74	0,74	0,74	0,98	0,98	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
c/b	0,28	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,20	0,20	0,22	0,22	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
d/b	0,32	0,32	0,31	0,31	0,34	0,34	0,27	0,27	0,30	0,30	0,32	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
e/b	0,40	0,40	0,23	0,23	0,35	0,35	0,41	0,41	0,46	0,46	0,20	0,20	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
f/b	0,06	0,06	0,22	0,22	0,27	0,27	0,11	0,11	0,13	0,13	0,33	0,33	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
d-c/b	0,22	0,22	0,10	0,10	0,04	0,04	0,10	0,10	0,08	0,08	0,04	0,04	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

L: long. relinga superior; m: long. Relinga inferior; a: Circunferencia de la red; b: Long. Total; c: Ala superior; d: Ala inferior; d-c: Cielo; e: Cuerpo superior e inferior; f:Tunel; g:Copo; D/L:Ø hilo/tamaño de malla

Puertas de arrastre y aparejamiento (pie de gallo, malletas y bridas).- Las puertas usadas por la flota de arrastre de menor escala son simples, rectangulares, planas, algunas presentan los bordes reforzados con fierro y en la parte inferior con una plancha de mayor espesor (patín) para el contacto con el fondo y deslizamiento.

La tecnología de construcción de las puertas corresponde a la década de los sesenta, por lo que tienen serias limitaciones de operación en fondos no arenosos y profundos. La flota Paita utiliza puertas de menor peso y área que la flota Caleta Cruz, contando esta última con menor potencia de motor. La flota Paita utiliza generalmente la modalidad de arrastre por popa con pescantes; mientras que parte de la flota Caleta Cruz (embarcaciones menores de 120 hp) son tangoneras.

El aparejamiento de las embarcaciones con pescante presenta pie de gallo, bridas y malletas, mientras que la disposición en las tangoneras consta solo de bridas (Tablas 4, 5. Figs. 5, 6).

Evaluación de capturas y esfuerzo de pesca (CPUE, BPUE)

Capturas.- Se capturó un total de 24.352 kg en 51 lances de arrastre de fondo de las embarcaciones de menor escala (Don Miguel, San Rafael y Señor de los Milagros) en los caladeros entre El Bendito y El Rubio (11 fuera y 40 dentro de las 5 mn.).

Hubo predominancia de lances por fuera de las 5 mn en la zona norte (%L=75,0%), mayor esfuerzo pesquero dentro de las 5 mn en la zona centro (%L=84,4%) y 100% de lances realizados exclusivamente dentro de las 5 mn en la zona sur (Tabla 6, Fig. 7).

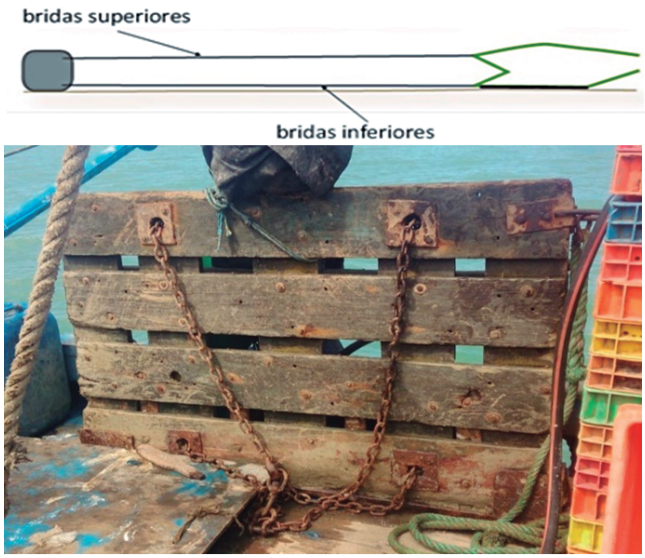


Figura 5.- Puertas de arrastre, Flota Caleta Cruz

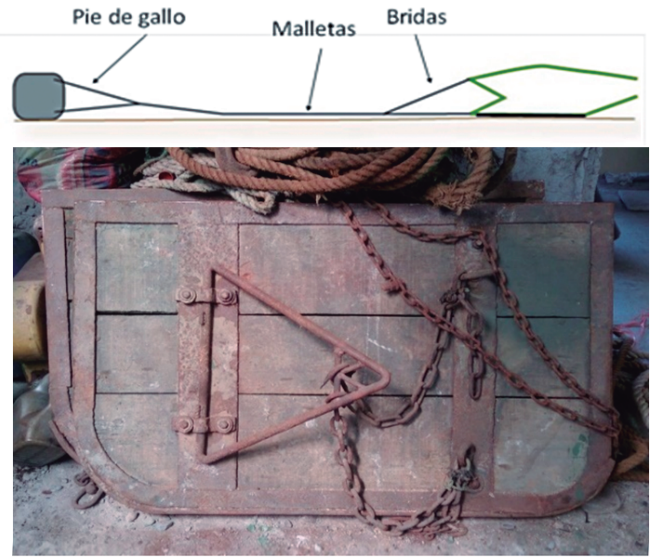


Figura 6.- Puertas de arrastre, Flota Tipo Paita

Tabla 4.- Información colectada de la flota arrastrera de menor escala de la Región Tumbes

Flota	Embarcación	Largo (m)	Alto (m)	Peso (kg)	Área (m²)	Tipo
Caleta Cruz	Don Miguel	1,56	1,07	135	1,67	Madera rectangulares simples
	San Rafael IV	1,20	0,85	120	1,02	Madera rectangulares simples
	Santa Cruz	1,50	1,05	135	1,58	Madera rectangulares simples
	Santa Martha	1,37	0,80	110	1,10	Madera rectangulares simples
	Señor de los Milagros	1,20	0,88	120	1,06	Madera rectangulares simples
	Taraya II	1,50	1,05	135	1,58	Madera rectangulares simples
Tipo Paita	Alesandra	1,36	0,84	110	1,14	Madera con bordes de fierro
	Fiorella	1,36	0,84	110	1,14	Madera con bordes de fierro
	Mi Manuelito	1,36	0,84	110	1,14	Madera con bordes de fierro

Tabla 5.- Longitudes y diámetros de cable de los aparejamientos de pie de gallo, malletas y bridas

Flota	Embarcación	Modalidad de arrastre por popa	Modelo	Pie de gallo Largo (m)	Pie de gallo Ø (mm)	Malletas Largo (m)	Malletas Ø (mm)	Bridas Largo (m)	Bridas Ø (mm)
Caleta Cruz	Don Miguel	Tangonera	Solo bridas					29,28	10
	Rafael IV	Pescantes	Con malletas	3	10	18,30	10	18,00	10
	Santa Cruz	Pescantes	Con malletas	3	10	27,45	12	21,96	10
	Santa Martha	Pescantes	Con malletas	2	11	16,47	11	23,79	11
	Sr de los Milagros	Tangonera	Solo bridas					27,45	12
	Taraya II	Tangonera	Solo bridas					30,30	10
Tipo Paita	Alesandra	Pescantes	Con malletas	3	10	18,30	10	18,00	10
	Fiorella	Pescantes	Con malletas	3	10	18,30	10	18,00	10
	Mi Manuelito	Pescantes	Con malletas	3	10	18,30	10	18,00	10

Tabla 6.- Capturas (kg) incluyendo Captura Objetivo (O) Incidental (I) y Descarte (D) o Bycatch según zona de pesca y referencia a las 5 mn

Zona	5 mn	Captura O	Captura I	Captura D	Total 5 mn kg	Total 5 mn (%)	Total kg	Total (%)
Norte	Fuera, %L=75%	1296	736	273	2305	88	2613	11
8 lances	Dentro, %L=25%	90	169	49	308	12		
	Total (kg)	1386 (53%)	905 (35%)	322 (12%)				
Centro	Fuera, %L=15,6%	1661	577	221	2459	17	14943	61
32 lances	Dentro, %L=84,4%	6742	2659	3083	12484	84		
	Total (kg)	8403 (56%)	3236 (22%)	3304 (22%)				
Sur	Fuera, %L=0%						6796	28
11 lances	Dentro, %L=100%	1405	4373	1018	6796	100		
	Total (kg)	1405 (21%)	4373 (64%)	1018 (15%)				
Total (kg)		11194	8514	4644			24352	
	Porcentaje (%)	46	35	19				

%L: Porcentaje de lances en la zona

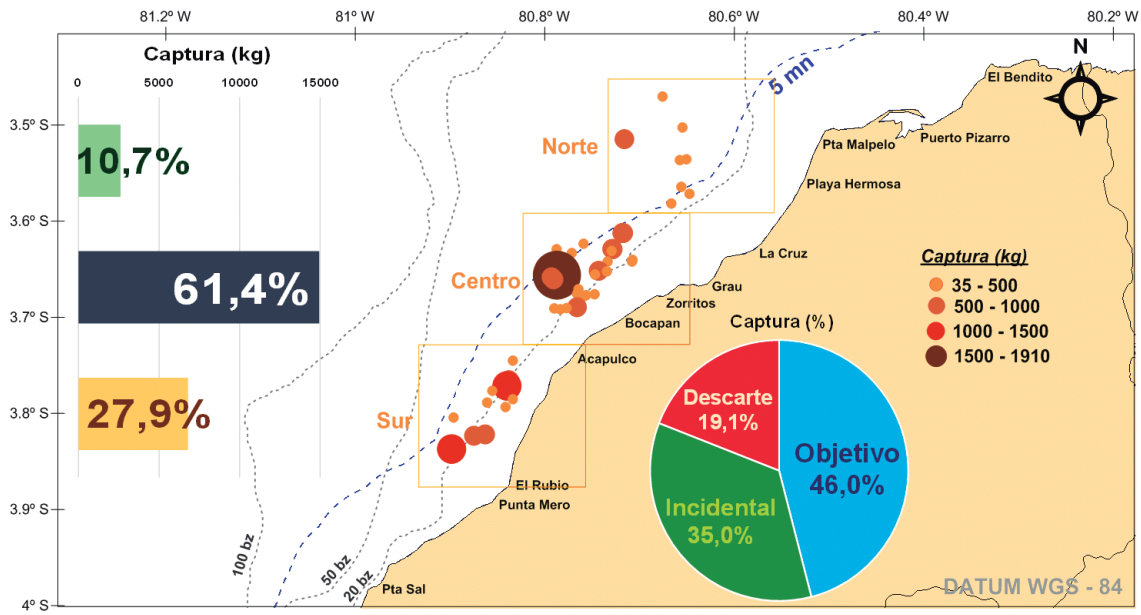


Figura 7.- Lances de la flota de arrastre de menor escala dentro y fuera de las 5 mn

Las capturas más bajas correspondieron a la zona norte (2.613 kg, 10,7%), notándose mayor esfuerzo fuera de las 5 mn para capturar 2.305 kg (88,2%), obteniéndose el valor más bajo de descarte (12,3%). Las mayores capturas se registraron en la zona centro (14.943 kg, 61,4%), dominancia de altos volúmenes dentro de las 5 mn (12.484 kg, 83,5%), fuera de las 5 mn se capturó 2.459 kg (16,5%) registrándose el valor más alto de descarte (22,1%). En la zona sur la captura fue 6.796 kg (27,9%), todos los lances fueron dentro de las 5 mn; el descarte fue 15,0%.

La captura "objetivo" (O) representó el 46,0% del total, la "incidental" (I) alcanzó el 35,0% y los "descartes" (D) o Bycatch totalizaron 19,1%.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y bycatch por unidad de esfuerzo (BPUE)

En función al tiempo efectivo de arrastre para las tres zonas fueron: CPUE 142,4 kg/h y BPUE 27,2 kg/h; en función al número de lances CPUE 477,5 kg/lance y BPUE 91,1 kg/lance. Los mayores valores de CPUE se presentaron en la zona sur dentro de las 5 mn con 199,0 kg/h y 617,8 kg/lance. En la zona centro, se registró el mayor valor de BPUE (30,2 kg/h y 103,3 kg/lance), los más altos valores se calcularon dentro de las 5 mn (32,2 kg/h y 114,2 kg/lance); los mayores valores de CPUE se registraron fuera de las 5 mn con 177,5 kg/h y 491,8 kg/lance. Los valores más bajos de CPUE y BPUE estuvieron en la zona norte con 95,3 kg/h y 11,7 kg/h; respectivamente, con lances de pesca básicamente fuera de las 5 mn, alcanzando valores de CPUE y BPUE de 102,7 kg/h y 12,2 kg/h (Tabla 7).

Composición de capturas y biodiversidad

La composición de la captura total en peso, estuvo compuesta por especies objetivo como falso volador (*Prionotus stephanophrys,* 24,6%) y carajito (*Diplectrum conceptione,* 21,4%). Las especies incidentales (I) fueron espejo (*Selene peruviana,* 9,8%), bereche (*Larimus pacificus,* 9,3%), cachema (*Cynoscion analis,* 4,0%), chiri (*Peprilus medius,* 2,9%), lenguado de boca chica (*Etropus ectenes,* 2,5%), doncella (*Hemanthias peruanus*, 2,1%).

El descarte (D) representó el 19,1% del total de la captura. Los principales recursos fueron merluza (*Merluccius gayi peruanus*, 39,1%), lengüeta (*Symphurus sechurae,* 10,9%), morena (*Muraena clepsidra*, 4,9%), pez hojita (*Chloroscombrus orqueta,* 4,8%) y otras especies (incluyendo restos de peces y equinodermos) con 31,5% (Tabla 8-Anexo, Fig. 8).

Zona Norte.- La composición de las capturas estuvo representada por carajito (27,5%) y falso volador (25,6%); otras especies importantes fueron espejo (7,5%), langostino (*Litopenaeus* spp., 5,4%), chiri (5,1%), cachema (3,4%), lenguado de boca chica (3,3%).

El descarte fue estimado en 12,3% y estuvo compuesto por lengüeta (17,1%), morena (12,4%), lenguado redondo (*Achirus scutum,* 7,5%), pez hojita (7,1%), mojarra (*Stellifer illecebrosus*, 3,4%) y otras especies (incluyendo restos de peces) con 50,6% (Fig. 9).

Zona Centro.- En la composición de las capturas predominó falso volador (31,0%) *y* carajito (25,2%); las especies incidentales fueron espejo (4,3%), cachema (2,9%), chiri (2,5%), doncella (2,2%), lenguado de 4 ocelos (*Hippoglossina tetrophthalma,* 1,6%), lenguado de boca chica (1,4%).

El descarte fue 22,1% estando representado por merluza (52,9%), lengüeta (13,5%), morena (4,5%), espejo (3,0%), pez hojita (2,1%), guitarra (*Rhinobatos planiceps,* 1,2%) y otras especies (incluyendo restos de peces) con 20,4% (Fig. 10).

Tabla 7.- Estimaciones de CPUE y BPUE según tiempo efectivo y lances, zonas norte, centro y sur, Región Tumbes

Zona	5 mn	Lances	Efectivo (h)	Captura (kg)	Bycatch (kg)	CPUE (kg/h)	BPUE (kg/h)	CPUE (kg/lance)	BPUE (kg/lance)
Norte	Fuera	6	22	2305	273	102,7	12,2	384,2	45,5
	Dentro	2	5	308	49	62,0	9,9	154,0	24,5
	Total	8	27	2613	322	95,3	11,7	326,6	40,3
Centro	Fuera	5	14	2459	221	177,5	16,0	491,8	44,2
	Dentro	27	96	12484	3083	130,6	32,2	462,4	114,2
	Total	32	109	14943	3304	136,5	30,2	467,0	103,3
Sur	Fuera								
	Dentro	11	34	6796	1018	199,0	29,8	617,8	92,5
	Total	11	34	6796	1018	199,0	29,8	617,8	92,5
Total		51	171	24352	4644	142,4	27,2	477,5	91,1

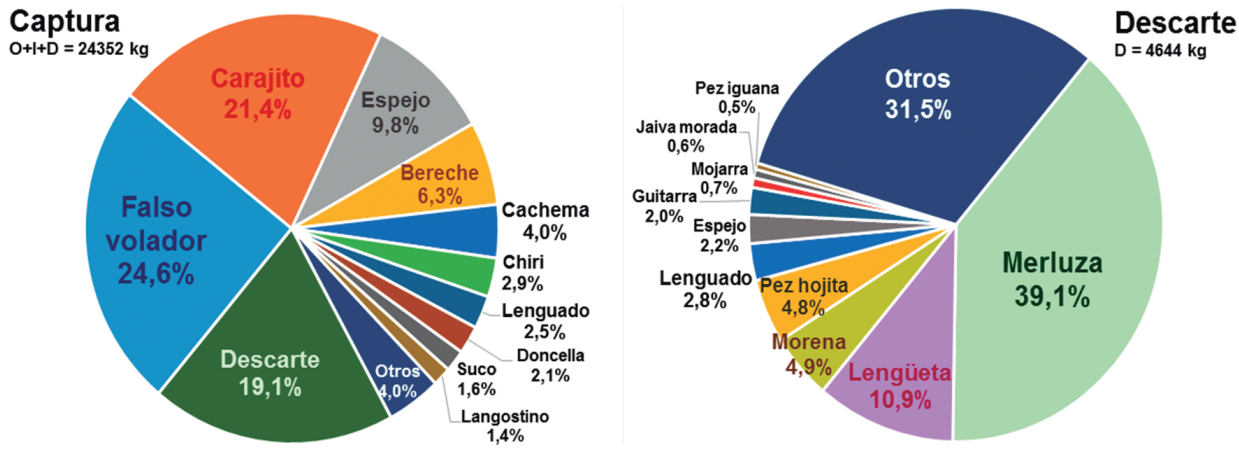


Figura 8.- Composición de la captura total y descarte de la flota de arrastre de menor escala, Tumbes

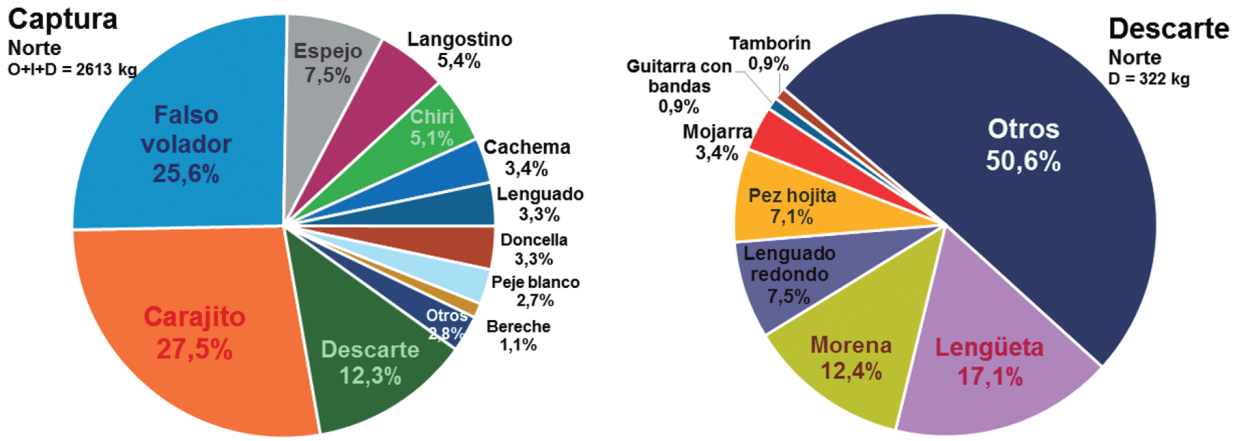


Figura 9.- Composición de la captura total y descarte zona norte

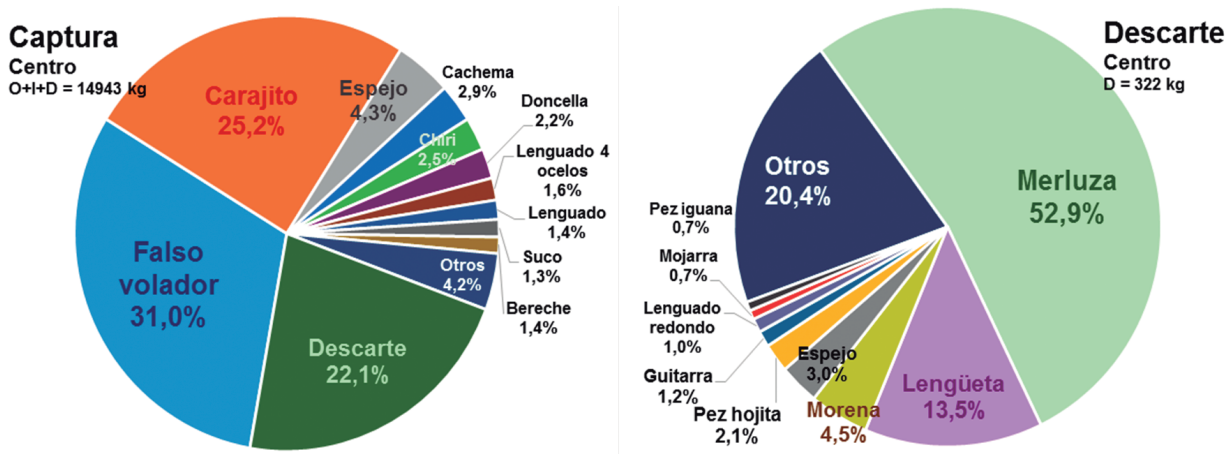


Figura 10.- Composición de la captura total y descarte, zona centro

Zona Sur.- Las especies dominantes fueron espejo (22,9%) y bereche (19,4%); las especies muy comunes de las zonas norte y sur, carajito *y* falso volador representaron 10,7% y 9,9% respectivamente. Las especies incidentales de mayor captura fueron cachema (6,7%), lenguado de boca chica (4,4%), chiri (3,1%), suco (*Paralonchurus peruanus*, 2,6%).

El descarte representó 15,0% del total de captura en la zona. Las principales especies fueron el pez hojita (12,8%), lenguado redondo (6,9%), merluza (6,8%), guitarra (5,3%), morena (3,9%), y otras especies (incluyendo restos de peces) con 60,0% (Fig. 11).

Dentro de 5 mn.- El mayor porcentaje fue de falso volador (21,3%), seguido por carajito (20,8%), espejo (11,0%), bereche (7,6%), cachema (4,5%), chiri, entre otros (Fig. 12).

El bycatch o descarte fue 21,2%. Entre las principales especies estuvo merluza (43,4%), lengüeta (9,5%), morena (4,2%), pez hojita (3,8%) y otros recursos (incluyendo restos de peces) con 30,8%.

Fuera de 5 mn.- Las especies dominantes fueron falso volador (38,1%) y carajito (24,0%). Fue notoria la menor biodiversidad con respecto a las capturas dentro de las 5 mn, que se muestra en el menor porcentaje de descarte (10,4%) (Fig. 13).

El principal recurso en el descarte fue lengüeta (22,5%), el pez hojita (13,2%), morena (10,5%) y otros recursos y restos de peces con 40,1%.

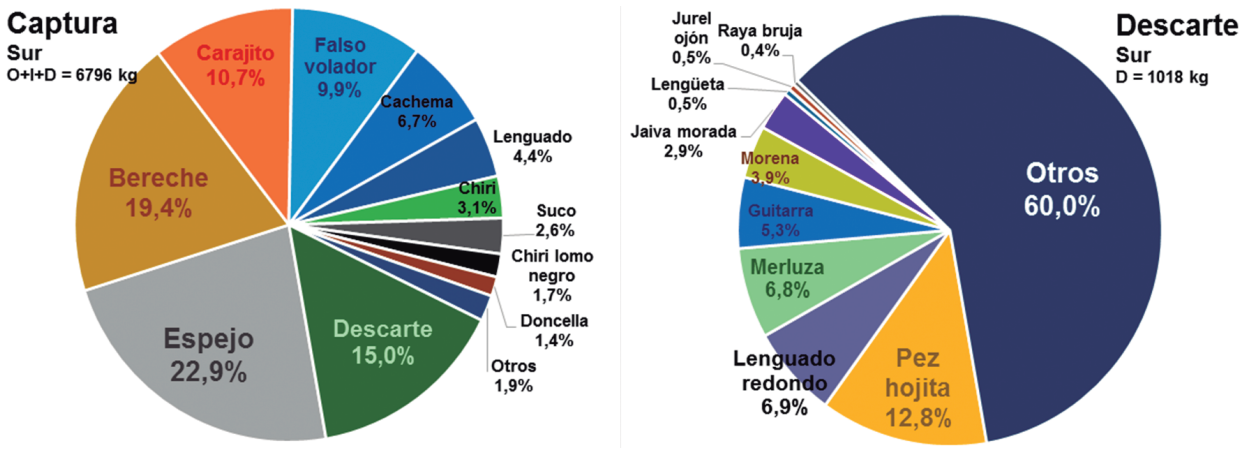


Figura 11.- Composición de la captura total y descarte, zona sur

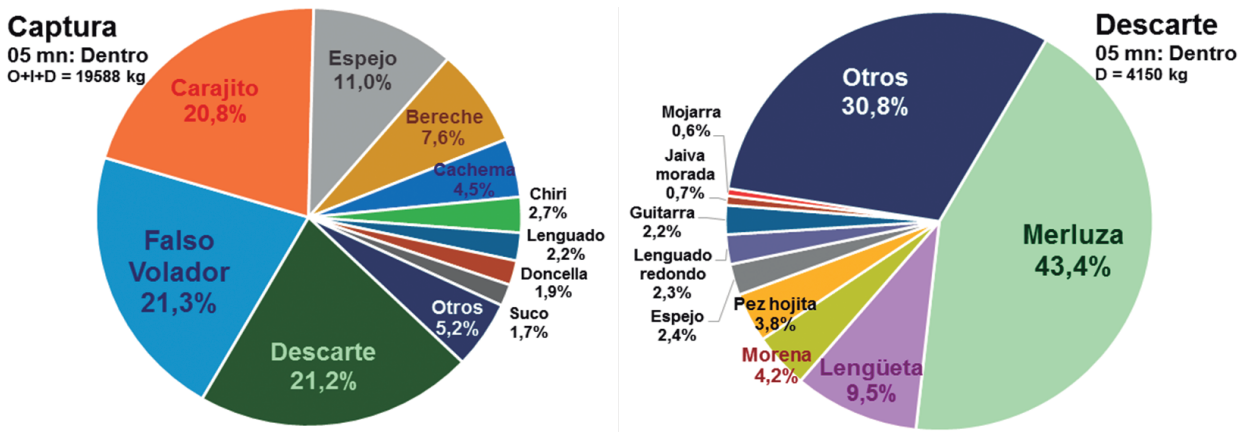


Figura 12.- Composición de captura total y descarte, dentro de 5 mn

Biodiversidad

En 51 lances de pesca con redes de arrastre de fondo a bordo de embarcaciones de menor escala en la Región Tumbes, se colectaron 474 muestras de peces, crustáceos y moluscos, presentes en las capturas como pesca objetivo, incidental o descarte.

Se identificaron 83 especies entre los tres grupos taxonómicos, que correspondieron a 53 especies de peces en 15 órdenes, 32 familias y 51 géneros; 17 crustáceos en 2 órdenes, 11 familias y 15 géneros y 13 moluscos en 7 órdenes, 12 familias y 13 géneros. Del total de muestras identificadas, los peces constituyeron el 63,9%, los crustáceos alcanzaron el 20,5%; mientras que los moluscos representaron el 15,7% (Tablas 10-12 en Anexo).

Biodiversidad por distancia a la costa.- La diversidad de las capturas de la pesca de arrastre en función a la distancia a la costa presentó diferencias en el número de especies en la zona dentro de las primeras 5 mn respecto a las capturas fuera de las 5 mn. El número de especies fue siempre mayor dentro de las 5 mn tanto para peces (1,8 veces), como para crustáceos (1,5 veces) y moluscos (2,5 veces) (Tabla 13).

Índices de biodiversidad.- De acuerdo a los valores obtenidos mediante el índice de Margalef, se clasificó el área dentro de las 5 mn (D_{mg}=3,0) como zona de alta biodiversidad, considerando los criterios para la interpretación de este índice. La riqueza específica más baja se registró fuera de las 5 mn (D_{mg}= 2,2).

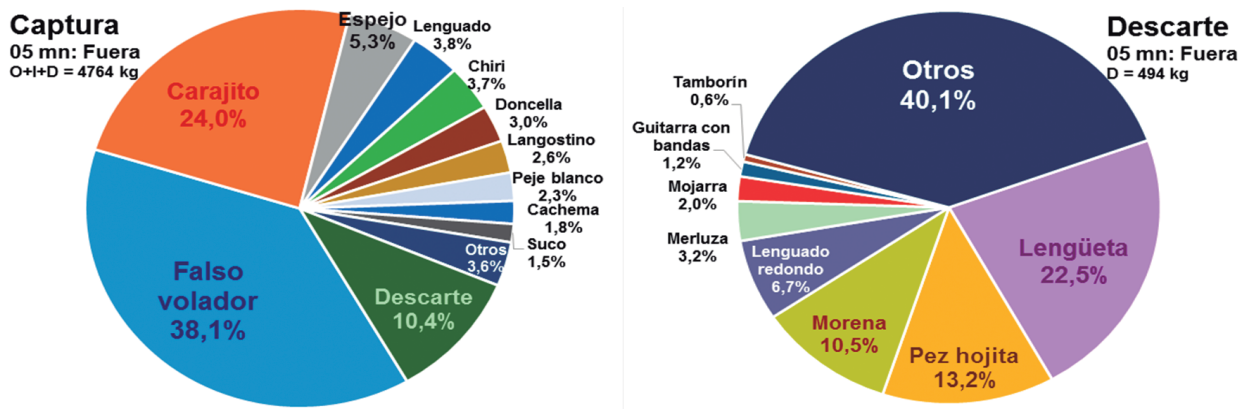


Figura 13.- Composición de la captura total y descarte fuera de las 5 mn

Tabla 9.- Número de órdenes, familias, géneros y especies de peces, crustáceos y moluscos

		Peces	Crustáceos	Moluscos	Total
Ordenes	n	15	2	7	24
	%	62,5	8,3	29,2	
Familias	n	32	11	12	55
	%	58,2	20,0	21,8	
Géneros	n	51	15	13	79
	%	64,6	19,0	16,4	
Especies	n	53	17	13	83
	%	63,9	20,4	15,7	

Tabla 13.- Número de especies identificadas dentro y fuera de las 5 mn, Tumbes–2013

Grupo	Dentro de 5 mn	Fuera de 5 mn	Ratio
Peces	48	26	1,8
	65,8	65,0	
Crustáceos	15	10	1,5
	20,5	25,0	
Moluscos	10	4	2,5
	13,7	10,0	
TOTAL	73	40	1,8

Los índices de Shannon-Wiener, se relacionan con los de Margalef, siendo la zona dentro de las 5 mn la de mayor valor con índice de 3,4; mientras que fuera de las 5 mn se estimó un valor de 3, ambos valores pueden ser interpretados como de "alta diversidad".

Los índices de Pielou muestran que la abundancia de familias fue semejante tanto dentro como fuera de las 5 mn (J'=0,6) (Tabla 14).

Comparación de los índices de diversidad de Shannon-Wiener.- Se estableció mediante la prueba t-Student (t=34,8) que existen diferencias en la biodiversidad por zona evaluada, presentándose mayor diversidad dentro de las 5 mn (p=0,000).

Estructura por tallas de los principales recursos pesqueros.- El análisis de la estructura por tallas se efectuó para determinar el impacto del arte sobre la fracción de juveniles, dentro y fuera de las 5 mn.

Falso volador.- Las capturas dentro de las 5 mn estuvieron conformadas, por ejemplares adultos, la fracción de juveniles (8,8%) estuvo por debajo del porcentaje de tolerancia (20%); en las capturas fuera de las 5 mn se registró hasta un 24,3% de juveniles (Fig. 14).

Carajito.- Dentro de las 5 mn se registró 7,6% de juveniles por debajo del porcentaje de tolerancia (10%); fuera de las 5 mn dicho porcentaje se incrementó hasta 12,4% (Fig. 15).

Chiri.- No registró juveniles dentro de las 5 mn de costa; fuera de las 5 mn se estimó hasta 94,4% de juveniles, superando el porcentaje de tolerancia para este recurso (20%) (Fig. 16).

Merluza.- Los juveniles fueron el 68,8% dentro de las 5 mn (Fig. 17).

Cachema.- Los juveniles superaron el 85% dentro y fuera de las 5 mn (Fig. 18).

Suco.- Los juveniles estuvieron por encima del 99% dentro y fuera de las 5 mn (Tabla 15, Fig. 19).

Tabla 14.- Índices de riqueza específica, diversidad y equitatividad dentro y fuera de las 5 mn

Ubicación respecto a las 5 mn	Dentro	Fuera	Total
Número de especies reportadas (*S*)	73	40	83
Índice de Riqueza Especifica (Margalef D_{mg})	3,0	2,2	2,9
Índice de Diversidad (Shannon-Wiener *H'*)	3,4	3,0	3,4
Índice de Equidad (Pielou *J')*	0,6	0,6	0,5
Aportación de las diez principales especies	74,7%	86,1%	76,6%

Tabla 15.- Parámetros biométricos de especies capturadas con redes de arrastre, Región Tumbes

Especie Nombre	Especie Nombre científico	5 mn	Total Ejemp.	Rango (cm)	Moda (cm)	Media (cm)	TMC (cm)	Juveniles (%)
Cachema	*Cynoscion analis*	Dentro	475	16-29	19	20,6	27	97,5
		Fuera	112	16-30	19	21,1		85,7
Carajito	*Diplectrum conceptione*	Dentro	1258	14-25	19	19,4	17	7,6
		Fuera	515	14-31	18	19,4		12,4
Chiri	*Peprilus medius*	Dentro	50	24-26	25	25,1	23	0
		Fuera	71	17-24	19	20,0		94,4
Doncella	*Hemanthias peruanus*	Dentro	158	18-36	18	25,4		
		Fuera						
Espejo	*Selene peruviana*	Fuera	549	14-23	19	17,8		
		Dentro	91	14-22	19	18		
Falso volador	*Prionotus stephanophrys*	Dentro	1338	16-34	23	23,9	20	8,8
		Fuera	382	14-33	20	21,7		24,3
Merluza	*Merluccius gayi peruanus*	Dentro	622	20-44	28	32,3	35	68,8
		Fuera						
Peje blanco	*Caulolatilus affinis*	Dentro	44	26-53	29	35,0		
		Fuera						
Suco	*Paralonchurus peruanus*	Dentro	184	18-40	25	26,0	37	99,5
		Fuera	27	21-31	28	26,4		100

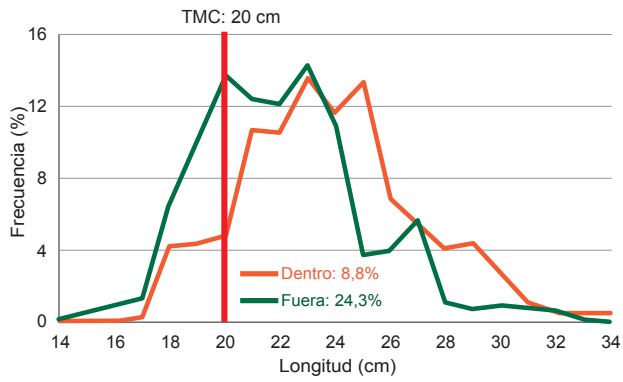


Figura 14. Talla de Falso volador

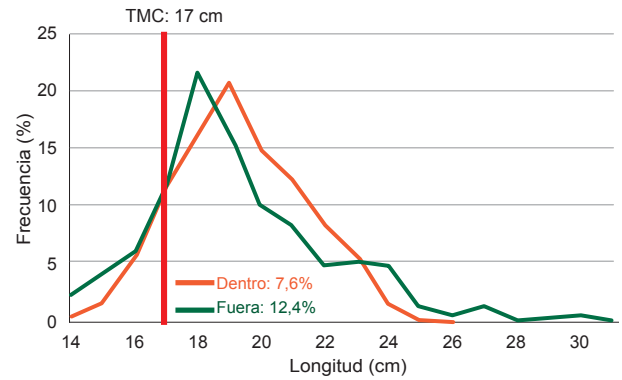


Figura 15. Talla de Carajito

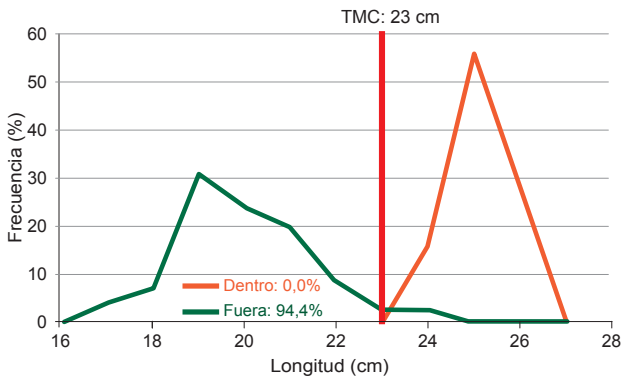


Figura 16.- Talla de Chiri

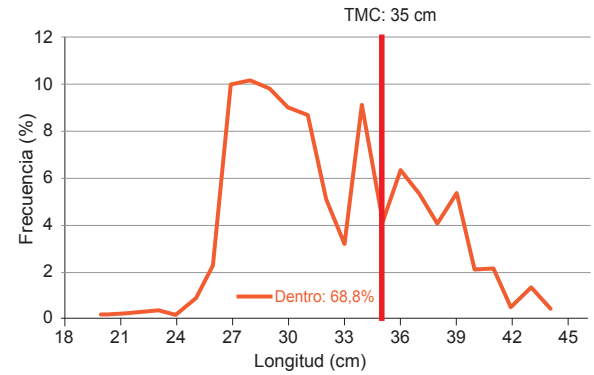


Figura 17. Talla de Merluza

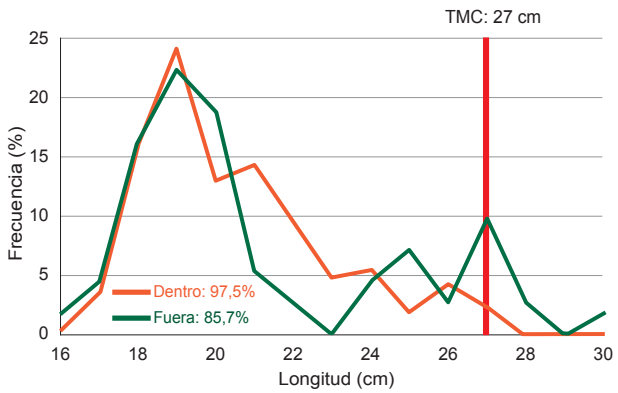


Figura 18.- Talla de Cachema

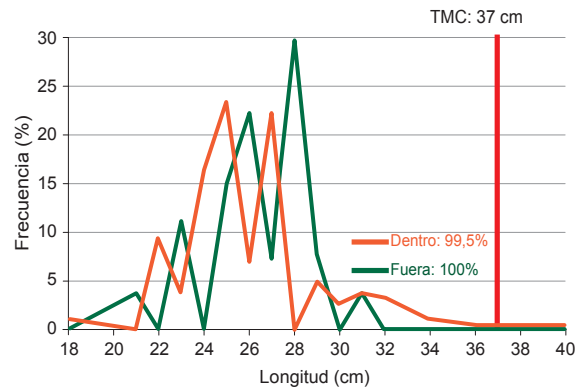


Figura 19.- Talla de Suco

Determinación de impactos sobre el ecosistema marino costero

Se evaluaron las interacciones del arte de pesca, con el ecosistema marino, mediante el acoplamiento de dos submatrices: capacidad de captura e impacto ecosistémico.

Sub Matriz Capacidad de captura.- La capacidad de captura es el producto del esfuerzo de pesca, la eficiencia combinada del arte de pesca y embarcación pesquera (FAO, 2005), e.g. diseño del arte de pesca, material utilizado, cobertura espacial o capacidad de alcance y ayudas tecnológicas como los equipos de localización de cardúmenes y de navegación (Tabla 16).

Sub Matriz Impacto ecosistémico del arrastre.- Las características en términos de selección y la estructura de capturas de la flota de arrastre de fondo presentaron un impacto sobre el ambiente marino en términos de selectividad de las capturas, alto componente de descartes y pesca incidental (Tabla 17).

Índice de los efectos de la pesca de la flota arrastrera de menor escala de la Región Tumbes sobre el ecosistema.- El índice fue 3,7 (Tabla 18), a juzgar por la puntuación (1 -no favorable- al 10 –favorable-), la categoría en función a las características del arte de pesca y a los diversos efectos sobre el ecosistema se ubica como un arte de pesca no amigable con el ecosistema marino e impedido para actuar en la franja costera dentro de las 5 mn.

Tabla 16.- Algunas características relacionadas con la capacidad de captura del arte de pesca

Variables	Descripción	Redes de arrastre de fondo (Potencia motor)		
		Flota La Cruz		Flota Tipo Paita
		>120 hp (PA)	<120 hp (PA y PE)	<145 hp (PE)
Diseño	Complejidad en el diseño	Diseño tipo Paita de 2 tapas: 1 superior, inferior y 2 adiciones laterales en forma de cuchilla. Cortes y diámetro de hilos de paños no acorde a los estándares básicos de una red de arrastre bajo la tecnología de arte de pesca. Aparejamiento de puertas arrastre: solo bridas	Diseño tipo Paita de 2 tapas: 1 superior, 1 inferior y 2 adiciones laterales en forma de cuchilla. Deficiencias en el diseño. Aparejamiento de puertas de arrastre: bridas, malletas y pie de gallo	Diseño tipo Paita de 2 tapas: 1 superior, inferior y 2 adiciones laterales en forma de cuchilla. Deficiencias en el diseño, difiere con la flota Caleta La Cruz, por mejores condiciones de relación entre dimensiones de las partes de la red
Material	Material de pesca utilizado	Paños reciclados de polietileno (PE) en alas y primer panel. Paños usados de nylon (PA) ubicados en el cuerpo, túnel (cañón) y copo(saco) Paños de nylon (PA), fibra sintética que genera mayor resistencia al arrastre	Tendencia a usar paños polietileno (PE) reciclados, en toda la estructura de la red. Paños polietileno (PE), fibras con menor resistencia al arrastre	Redes con paños nuevos de polietileno (PE), en toda la estructura de la red. Mantenimiento de redes de manera sistemática cada 6 meses
Cobertura espacial	Área de cobertura del arte	Mayor tiempo de arrastre efectivo: 2-6 horas, menor velocidad de arrastre: 1,9 a 2,3 nudos. Mayor posibilidad de captura de peces pequeños, de menor velocidad de natación. Mayor probabilidad de escape de peces demersales de mayor tamaño	Mayor tiempo de arrastre efectivo: 1,5 a 4,5 horas, menor velocidad de arrastre: 1,9 a 2,5 nudos	Menor tiempo de arrastre efectivo: 1 a 3 horas, mayor velocidad de arrastre: 2,3 a 2,8 nudos
Ayuda tecnológica	Equipamiento de cubierta	Equipamiento de tangones, arrastre por popa y cobrado por el costado, proveniente de la pesquería de langostino. Winches de arrastre langostineros. Puertas de arrastre de madera, antiguas. Cable de arrastre de uso no naval ni marítimo. Motor marinizado. GPS, Ecosonda y radio.	Equipamiento de pescante, arrastre por popa y cobrado por el costado Winches de arrastre adaptados	Equipamiento de pescante, arrastre por popa y cobrado por el costado. Equipo de winche potente tipo Paita

Tabla 17.- Algunas características del impacto ecosistémico del arte de pesca de arrastre

Variables	Descripción	5 mn	
		Dentro	Fuera
Selección	Selección interespecífica-intraespecífica	Mayor biodiversidad: número de especies capturadas 73. Porcentaje de juveniles: Carajito y falso volador dentro del porcentaje de tolerancia (>20%). Mayor captura de juveniles: cachema (97,5%), suco (99,5%), merluza (68,8%).	Menor biodiversidad: número de especies capturadas 40. Porcentaje de juveniles: Carajito y falso volador dentro del porcentaje de tolerancia (>20%). Alta frecuencia de juveniles de cachema (85,7%) y suco (100%).
Bycatch	Descartes	Mayor porcentaje de descarte: 21,2% Mayor BPUE: 30,7 kg/h Principal especie en el bycatch: merluza (43,4%)	Menor porcentaje de descarte: 10,4% Menor BPUE: 13,7 kg/h Principal especie en el Bycatch: lengüeta (22,5%)
Efecto sobre el hábitat	Implicancia sobre el ecosistema	Mayor presión de pesca (40 lances). Mayor tiempo de arrastre por tiempo efectivo (135 h). Mayor impacto sobre el lecho marino por mayor área arrastrada.	Menor presión de pesca (11 lances). Menor tiempo de arrastre por tiempo efectivo (36 h). Menor impacto sobre el fondo por el menor esfuerzo pesquero.
Eficacia energética	Rendimiento combustible/captura	Mayor CPUE: 145,4 kg/h. Menor distancia de puerto base a la zona de pesca. Mayor tiempo de arrastre efectivo y mayor consumo de combustible. Consumo alto de combustible por unidad de captura.	Menor CPUE: 132,3 kg/h Mayor distancia de puerto base a la zona de pesca. Menor tiempo de arrastre efectivo y menor consumo de combustible. Menor consumo de combustible por unidad de captura.
Calidad de captura	Estado de la captura	Tiempo de arrastre efectivo de 2 a 6 horas Menor calidad de pesca, debido al mayor tiempo de arrastre, de permanencia en cubierta, deficiente manipuleo.	Tiempos efectivos de arrastre de 1 a 3 horas Calidad media debido al menor tiempo de permanencia en cubierta antes de ser estibado.

Tabla 18.- Índice de los efectos de la pesca sobre el ecosistema en función a variables cualitativas de capacidad de captura e impacto ecosistémico del arrastre

Variables	Descripción	Ponderación de la variable	Puntuación del arte de pesca
Capacidad de captura (1)			
Diseño	Complejidad en el diseño	4	3
Material	Material de pesca utilizado	3	2
Cobertura espacial	Área de cobertura del arte	3	5
Ayudas tecnológicas	Equipamiento de cubierta	2	3
Impacto ecosistémico (2)			
Selección	Selección intraespecífica-interespecífica	4	3
Bycatch	Descartes	3	2
Efecto sobre el hábitat	Implicancia sobre el ecosistema	2	3
Eficacia energética	Rendimiento Combustible/Captura	3	6
Calidad de la captura	Estado de la captura	2	7
Promedio			**3,7**

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se sometió los diseños de las redes de la flota de arrastre de fondo de menor escala de Tumbes a un software especializado de Performance Geométrico e Hidrodinámico. Se detectó deficiencias en las redes que no estarían acorde con los estándares de modelamiento de ingeniería de artes de pesca; similar situación se comprobó al realizar un levantamiento de redes de arrastre de la flota comercial merlucera de Paita (IMARPE 1996).

En la flota de Tumbes se evidenció la existencia de redes con material reciclado, hilos con una alta titulación, tamaño de malla pequeño en el copo, cable de arrastre de longitud limitada y de material no marítimo, puertas de arrastre con tecnología de los 60′ deficientes, todo lo cual elevaría la resistencia hidrodinámica del equipo y por consiguiente, un alto índice de gasto de combustible, esfuerzo de los motores no marinos, poca velocidad de arrastre, redes poco selectivas que trae consigo que las operaciones de pesca se efectúen con un mayor tiempo efectivo y una alta probabilidad de evitamiento y escape de ejemplares de mayor tamaño (especie objetivo) y de captura de ejemplares con menor velocidad de reacción y resistencia de natación, que generalmente lo constituyen los descartes, pesca incidental, capturas accesorias con alto porcentaje de juveniles o de tallas menores a las reguladas.

Adicionalmente a los factores propios de la tecnología de pesca y del ensamble de especies en las zonas de pesca, hay una cantidad de otros factores relacionados al descarte. Estos factores, forzantes o inductores del mismo, pueden ser comerciales, económicos e incluso proceder de la propia normativa regulatoria (Clucas 1996) como es el caso de algunas especies en la pesquería de arrastre de menor escala de Tumbes.

Los descartes causan un gran daño a los ecosistemas marinos y representan una práctica muy derrochadora de los recursos pesqueros (Kelleher 2005). En el caso particular del estudio de Tumbes, el descarte fue 19,1%, referido a un BPUE máximo y mínimo de 142,4 kg/h y 27,2 kg/h respectivamente, mientras que en función al número de lances fueron calculados 477,5 kg/lance y 91,1 kg/lance.

En Europa la pesquería de arrastre descarta un 42%, (Vázquez-Rowe et al. 2011) Por esta razón, entre otras, los ministros de Pesca de la Unión Europea (UE) lograron la prohibición de los descartes como Política Pesquera Común (PPC), en la que incluyeron un calendario flexible de aplicación y exenciones de porcentajes mínimos anuales, los cuales son paulatinos, partiendo en el primer año de 9%, llegando al quinto año, con un descarte de 7%, http://economia.elpais.com/economia/2013/02/27/agencias/1361947216_326908.html

La cuantificación de la mortalidad por descarte, no sólo es necesaria para reconocer los efectos no deseados de la pesca sobre las especies no objetivo, sino también para orientar la gestión eficaz de la pesca y en última instancia, para promover una pesca más sostenible. La flota de arrastre de menor escala representó el 3,7% en los desembarques de los años 2006 al 2008. Para los años 2011 y 2012 aumento a 7 u 8% (Luque 2011, 2012), en el presente estudio el descarte (D) representó el 19,1% del total de captura. De este total se encontró a la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) con 39,1%, lengüeta (*Symphurus sechurae*) con 10,9%, morena (*Muraena clepsydra*) 4,9%, pez hojita (*Chloroscombrus orqueta*) 4,8% y otras especies (incluyendo restos de peces y equinodermos) 31,5%. Si bien es cierto que a veces es inevitable un número limitado de capturas accesorias, el nivel muy elevado de las mismas se debe completamente al debilitamiento de las poblaciones y a la presencia en proporción mayor de juveniles, si se comparan con los individuos adultos, (http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/magazine/mag34_es.pdf) lo que implica tomar medidas de manejo inmediatas.

¿Cómo Reducir los descartes de la flota de menor escala de Tumbes?

Uno de los puntos importantes es la protección de las zona costeras y el DS 006-2013 ha definido la actuación de la flota arrastrera y de la flota cerquera de menor escala en un determinado ámbito geográfico, salvaguardando la franja costera de 5 mn. El gobierno sueco para frenar el agotamiento de las poblaciones de peces demersales, decidió en el 2004 prohibir cualquier actividad de pesca de arrastre en una franja de 4 mn. Además, las capturas accesorias de bacalao hacían que los pescadores de crustáceos quedaran sujetos al plan europeo de recuperación que limitaba a 90 el número de días de pesca (http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/magazine/mag34_es.pdf).

El estudio nos lleva a determinar que dentro de las 5 mn existe un mayor impacto en la remoción de la biodiversidad, mayor cantidad de estadios juveniles de cachema, suco y merluza, mayor porcentaje de descarte 21,2% ejercido con un esfuerzo pesquero BPUE de 30,7 kg/h, siendo la principal especie descartada merluza (43,4%).

Fuera de las 5 mn el esquema fue diferente, la biodiversidad estuvo representada por 40 especies capturadas, una alta frecuencia de juveniles de cachema y suco; mientras que el carajito y falso volador estuvieron dentro del porcentaje de tolerancia (>20%). Las capturas presentaron menor porcentaje de descarte (10,4%) con menor esfuerzo BPUE: 13,7 kg/h, teniendo a la lengüeta como la principal especie de descarte (22,5%).

La pesca hace reducir las poblaciones de peces por efecto de prácticas tales como el descarte ya que provoca reducción en el tamaño de las poblaciones por debajo de la población no explotada. También afecta a las especies relacionadas entre sí, como los depredadores, presas o las especies que compiten con las especies objeto de la pesca por alimento. Por lo tanto, es importante seguir los cambios que se producen en la comunidad ictiológica, así como en la población explotada, por lo que se precisan datos sobre capturas, esfuerzo, descartes y otros de tipo biológico para seguir de cerca los efectos directos de la explotación, y puede también que sea necesario realizar un seguimiento medioambiental para detectar todos los cambios ecológicos (FAO 2001).

El índice de efecto de la pesca de la flota de arrastre de fondo de menor escala de la Región Tumbes sobre el ecosistema fue estimado en 3,7 que corresponde a los artes de pesca no amigables con el ambiente marino como a) diseño estructurado del arte de pesca con ayudas mecánicas para la operatividad y maniobras, b) arte activo de baja selectividad intra e interespecífica, c) altos índices de descarte, pesca incidental y de juveniles. El score concuerda con el valor de impacto de la red de arrastre de menor escala (3,8), estimado en el estudio Criterios Técnicos para Determinar las Artes de Pesca Menores en la Pesquería Artesanal Peruana (IMARPE 2010), similar tendencia se observó en la estimación generalizada de los efectos de la pesca sobre el ecosistema de los diferentes métodos de pesca, donde el arrastre obtuvo un score de 4,7 (FAO 2005).

Se podría adoptar medidas para regular las actividades extractivas de la flota de arrastre de fondo de menor escala mediante un manejo adaptativo en el marco del enfoque ecosistémico mediante la aplicación de técnicas relacionadas con una óptima reglamentación del arte de pesca, mayor control de las autoridades competentes, controles espacio-temporales (e.g. vedas por áreas, sistemas de localización SISESAT) y medidas de control de insumos (esfuerzo de pesca) y productos (capturas) con la finalidad de garantizar la sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos, la seguridad alimentaria y nutricional de la población y asegurar la actividad económica del pescador artesanal.

Sería factible implementar diferentes dispositivos para asegurar el evitamiento de especies no objetivo que pueden ser incorporados al diseño de las redes y facilitar de esta forma su control y constituyan los dispositivos para la reducción de captura incidental o accesoria. La elección de tales mecanismos debe estar en concordancia con lo que se desea producir y en todo caso, se debe evitar la instalación de estructuras que impliquen un mayor desgaste del material de pesca o un incremento de la maniobra para lograr retener la captura.

5. RECOMENDACIONES

Mantener la restricción de la pesca de arrastre dentro de la franja costera de las primeras 5 mn, para asegurar los procesos de reproducción y crecimiento de muchas especies y así conseguir su sostenibilidad en el tiempo y su aprovechamiento racional.

Adoptar medidas de manejo en base a estudios científicos.

Regular las actividades extractivas de la flota de arrastre de fondo de menor escala mediante un manejo adaptativo en el marco del enfoque ecosistémico, mediante la aplicación de técnicas relacionadas con una óptima reglamentación del arte de pesca, mayor control de las autoridades competentes, controles espacio-temporales (e.g. vedas por áreas, sistemas de localización SISESAT), y medidas de control de insumos (esfuerzo de pesca) y productos (capturas) con lo cual se consigue garantizar la sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos, la seguridad alimentaria y nutricional de la población y la actividad económica del pescador artesanal.

6. REFERENCIAS

Álamo V, Valdivieso V. 1997. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú (2da. ed. revisada y actualizada. IMARPE. Callao – Perú. 183 pp.

Alverson D, Freeberg M, Murawski S, Pope J. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Technical Paper 339: 233

Chirichigno N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú (Decapoda y stomatopoda). Inf. Inst. Mar Perú 35: 95

Chirichigno N, Vélez J. 1998. Clave para la identificar los peces Marinos del Perú. 2da. ed. Pub. Esp. Inst. Mar Perú. Callao-Perú. Callao – Perú. 502 pp.

Clucas I J. 1996. Reduction of fish wastage - An introduction. In Report on the Technical Consultation on Reduction of Wastage in Fisheries. (Clucas I J and D James - Eds.) Tokyo, Japan, 28 October - 1 November 1996. FAO Fisheries Report. No 547 supplement. Rome, FAO 1996.

FAO. 1996. Definición y clasificación de las embarcaciones pesqueras. Documento Técnico de Pesca 267.

FAO. 1996b. Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización. Documento T**écnico** de Pesca 547.

FAO. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Documento Técnico de Pesca 424: 231

Fisher W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter K, Niem V. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca pacifico centro Oriental Volumen III vertebrados parte 2. Preparado por el programa de identificación y datos de especies Departamento de pesca de la FAO y el Instituto de Identificación. 1747 pp.

IMARPE. 1996. Estudio de la selectividad en merluza (*Merluccius gayi peruanus*) con red de arrastre de fondo en el área de Paita. Selectividad de las artes de pesca de la flota arrastrera comercial. Inf. Interno 120, setiembre.

IMARPE 2010. Actividad pesquera artesanal con redes de arrastre en la región Tumbes. Inf. Interno Inst. Mar Perú. Tumbes. 32 pp.

Jean Y. 1963. Discards of fish at sea by Northern New Brunswick draggers. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, Vol. 20, No. 2: pp. 497-524. (doi: 10.1139/f63-038)

Keen M. 1971, Sea shells of tropical West America Marine Molluscs from Baja California to Peru. 2nd. edition. Stanford University Press. Stanford, California 1064 pp.

Kelleher K. 2005. Discards in the world's marine fisheries: an update. FAO. 131pp.

Luque C. 2011. Estudio de la diversidad hidrobiológica en Tumbes. Inf. Interno Inst. Mar Perú. Tumbes. 51 pp.

Luque C. 2013. Estadísticas de la pesquería artesanal de Tumbes, 2012. Inf. Interno Inst. Mar Perú. Tumbes.17 pp.

McCaughran D. 1992. Standardized nomenclature and methods of defining bycatch levels and implications. In: Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop, pp. 200-201. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington.

Méndez M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustácea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú Vol 5. 170 pp.

Mora E. 1990. Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca. 10(1):136

Nedeléc C, Prado J. 1999. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. FAO, Documento Técnico de Pesca 222:109

Nomura M, Yamazaki T. 1977. Fishing Techniques 1. Japan International Cooperation Agency (JICA). 331 pp

Salazar C. 1999. Estudio básico de artes de arrastre mediante modelos experimentales. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 104: 16

Vázquez-Rowe I, Moreira M, Feijoo G. 2011. Estimating global discards and their potential reduction for the galician fishing fleet (nw Spain). Marine Policy 35: 140-147.

www.fishbase.org

www.cephbase.utmb.edu

www.itis.usda.gov

animaldiversity.ummz.umich.edu

www.fao.org/figis

http://economia.elpais.com/economia/2013/02/27/agencias/1361947216_326908.html

http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/magazine/mag34_es.pdf.

http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/magazine/mag34_es.pdf

Tabla 8.- Composición de las capturas de la flota arrastrera de menor escala dentro y fuera de las 5 millas, Región Tumbes

Nombre común	Nombre científico		Zona			05 mn		Total	%
			Norte	Centro	Sur	Dentro	Fuera		
O: Objetivo		Total	1386	8403	1405	8237	2957	11194	
		%	53,0	56,2	20,7	42,1	62,1	46,0	
Falso volador	*Prionotus stephanophrys*		668	4637	675	4164	1816	5980	24,6
Carajito	*Diplectrum conceptione*		718	3766	730	4073	1141	5214	21,4
I: Incidental		*Total*	905	3236	4373	7201	1313	8514	
		%	34,6	21,7	64,3	36,8	27,6	35,0	
Espejo	*Selene peruviana*		196	647	1555	2147	251	2398	9,8
Bereche	*Larimus pacificus*		29	180	1321	1484	46	1530	6,3
Cachema	*Cynoscion analis*		90	427	457	886	88	974	4,0
Chiri	*Peprilus medius*		133	369	212	537	177	714	2,9
Lenguado boquichico	*Etropus ectenes*		87	214	302	422	181	603	2,5
Doncella	*Hemanthias peruanus*		86	331	98	373	142	515	2,1
Suco	*Paralonchurus peruanus*		24	195	180	328	71	399	1,6
Langostino	*Litopenaeus occidentalis*		141	145	60	222	124	346	1,4
Peje blanco	*Caulolatilus affinis*		70	178	33	172	109	281	1,2
Lenguado cuatro ocelos	*Hippoglossina tetrophthalma*		13	246	20	232	47	279	1,1
Chiri lomo negro	*Peprilus snyderi*		24	111	117	205	47	252	1,0
Langostino café	*Farfantepenaeus californiensis*		0	100	0	100	0	100	0,4
Langostino rojo	*Farfantepenaeus brevirostris*		0	29	10	39	0	39	0,2
Langostino blanco	*Litopenaeus vannamei*		0	35	0	17	18	35	0,1
Callana	*Pomadasys axillaris*		12	12	0	12	12	24	0,1
Cágalo	*Paralabrax humeralis*		0	8	0	8	0	8	0,04
Congrio gato	*Lepophidium negropinna*		0	3	5	8	0	8	0,03
Congrio pintado	*Genypterus maculatus*		0	4	0	4	0	4	0,02
Corvina cherela	*Cynoscion phoxocephalus*		0	0	3	3	0	3	0,01
Congrio rosado	*Brotula clarkae*		0	2	0	2	0	2	0,01
D: Descarte		Total	322	3304	1018	4150	494	4644	
		%	12,3	22,1	15,0	21,2	10,4	19,1	
Merluza	*Merluccius gayi peruanus*		0	1749	69	1802	16	1818	39,1
Lengüeta	*Symphurus sechurae*		55	445	5	394	111	505	10,9
Morena	*Muraena clepsydra*		40	148	40	176	52	228	4,9
Pez hojita	*Chloroscombrus orqueta*		23	70	130	158	65	223	4,8
Lenguado redondo	*Achirus scutum*		24	34	70	95	33	128	2,8
Espejo	*Selene peruviana*		0	100	0	100	0	100	2,2
Guitarra	*Rhinobatos planiceps*		0	39	54	93	0	93	2,0
Mojarra	*Stellifer illecebrosus*		11	22	0	23	10	33	0,7
Jaiva	*Portunus asper*		0	0	30	30	0	30	0,6
Pez iguana	*Synodus scituliceps*		0	22	0	22	0	22	0,5
Trambollo	*Labrisomus philippii*		0	10	0	10	0	10	0,2
Jurel ojón	*Selar crumenophthalmus*		0	2	5	7	0	7	0,2
Guitarra con bandas	*Zapteryx exasperata*		3	3	0	0	6	6	0,1
Bruja	*Urolophus tumbesencis*		0	0	4	4	0	4	0,1
Periche	*Diapterus peruvianus*		0	3	0	3	0	3	0,1
Tamboreta	*Sphoeroides lobatus*		3	0	0	0	3	3	0,1
Otros			163	657	611	1233	198	1431	30,8
		TOTAL: O+I+D	2613	14943	6796	19588	4764	24352	
		%	10,7	61,4	27,9	80,4	19,6		

Tabla 10.- Lista taxonómica de especies de peces, Tumbes

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anguilliformes	Muraenesocidae	*Cynoponticus coniceps*	bio bio
	Muraenidae	*Muraena clepsydra*	morena
Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus scituliceps*	pez iguana
Batrachoidiformes	Batrachoididae	*Porichthys margaritatus*	pez fraile luminoso
Gadiformes	Merlucciidae	*Merluccius gayi peruanus*	merluza
Gasterosteiformes	Syngnathidae	*Hippocampus ingens*	caballito de mar
Lophiiformes	Antennariidae	*Antennarius avalonis*	pez zanahoria
	Lophiidae	*Lophiodes caulinaris*	bocón, rape
	Ogcocephalidae	*Ogcocephalus darwini*	mirage
Myliobatiformes	Urolophidae	*Urolophus tumbesencis*	Bruja
Ophidiiformes	Ophidiidae	*Brotula clarkae*	Congrio rosado
		Dicrolene nigra	Brótula de profundidad
		Genypterus maculatus	Congrio pintado
		Lepophidium negropinna	Congrio gato
Perciformes	Carangidae	*Chloroscombrus orqueta*	Pez hojita
		Decapterus macrosoma	Jurel fino
		Selar crumenophthalmus	Jurel ojón
		Selene peruviana	Espejo
		Trachurus murphyi	Jurel
	Gerreidae	*Diapterus peruvianus*	Periche
	Gobiidae	*Microgobius emblematicus*	Góbido moteado
	Haemulidae	*Xenichthys xanti*	Ojón rayado
		Pomadasys axillaris	Callana
	Labrisomidae	*Labrisomus philippii*	trambollo
	Malacanthidae	*Caulolatilus affinis*	Peje blanco
	Sciaenidae	*Cynoscion analis*	cachema
		Cynoscion phoxocephalus	cherela
		Larimus pacificus	bereche
		Menticirrhus rostratus	Pez zorro
		Paralonchurus peruanus	suco
		Stellifer illecebrosus	mojarra
	Serranidae	*Diplectrum conceptione*	Camotillo, maraňo, carajito
		Hemanthias peruanus	doncella
		Paralabrax humeralis	cágalo
	Stromateidae	*Peprilus medius*	chiri
		Peprilus snyderi	Chiri lomo negro
	Trichiuridae	*Trichiurus lepturus*	Pez cinta
	Uranoscopidae	*Kathetostoma averruncus*	Miraestrellas, bulldog
Pleuronectiformes	Achiridae	*Achirus scutum*	Lenguado redondo, sol
	Bothidae	*Bothus constellatus*	Platija
	Cynoglossidae	*Symphurus sechurae*	Lengüeta, lengua de perro
	Paralichthyidae	*Citharichthys gilberti*	Lenguado de boca grande
		Etropus ectenes	Lenguado boquichico
		Hippoglossina tetrophthalma	Lenguado de cuatro ocelos
		Paralichthys woolmani	Lenguado
Rajiformes	Rhinobatidae	*Rhinobatos planiceps*	guitarra
		Zapteryx exasperata	Guitarra con bandas
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Pontinus furcirhinus*	diablico
	Triglidae	*Bellator gymnostethus*	Trigla, vocador
		Prionotus stephanophrys	Falso volador
Siluriformes	Ariidae	*Bagre panamensis*	Bagre marino
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides lobatus*	tamboreta
Torpediniformes	Torpedinidae	*Torpedo tremens*	Tembladera, torpedo

Tabla 11.- Lista taxonómica de especies de moluscos identificadas en las capturas de la pesca de arrastre

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común
Decapoda	Calappidae	Calappa	*Calappa convexa*	Cangrejo puñete
		Hepatus	*Hepatus kossmanni*	Cangrejo de arena
	Diogenidae	Petrochirus	*Petrochirus californiensis*	Ermitaño morado boxeador
	Goneplacidae	Oediplax	*Oediplax granulata*	cangrejo
	Leucosiidae	Hiacantha	*Hiacantha hancocki*	cangrejo
	Majidae	Stenocionops	*Stenocionops ovata*	cangrejo
		Stenorhynchus	*Stenorhynchus debilis*	Araña de mar
	Paguridae	Pagurus	*Pagurus edwarsii*	ermitaño
	Parthenopidae	Leiolambrus	*Leiolambrus punctatissimus*	Cangrejo araña
	Penaeidae	Farfantepenaeus	*Farfantepenaeus californiensis*	Langostino café
			Farfantepenaeus brevirostris	Langostino rojo
		Litopenaeus	*Litopenaeus occidentalis* *Litopenaeus vannamei*	Langostino blanco
		Sicyonia	*Sicyonia disdorsalis*	Langostino cáscara dura
	Portunidae	Portunus	*Portunus asper*	jaiva
	Xanthidae	Menipe	*Menipe frontalis*	muñecudo
Stomatopoda	Squillidae	Squilla	*Squilla panamensis*	Camarón brujo

Tabla 12.- Lista taxonómica de especies de moluscos identificadas en las capturas de la pesca de arrastre

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común
Arcoida	Arcidae	Anadara	*Anadara esmeralda*	bivalvo
Decapoda	Loliginidae	Lolligo	*Loligo gahi*	calamar
		Lolliguncula	*Lolliguncula diomedeae*	Calamar dardo
Mesogastropoda	Ficidae	Ficus	*Ficus ventricosa*	Caracol pera
	Naticidae	Polinices	*Polinices uber*	Caracol luna
	Tonnidae	Malea	*Malea ringens*	Caracol bola
Neogastropoda	Buccinidae	Solenosteira	*Solenosteira gatesi*	Buccino, caracol
	Conidae	Conus	*Conus regularis*	Caracol cono
	Fasciolariidae	Fusinus	*Fusinus panamensis*	caracol
	Muricidae	Hexaplex	*Hexaplex brassica*	Caracol piña
Octopoda	Octopodidae	Octopus	*Octopus mimus*	pulpo
Pterioida	Pectinidae	Argopecten	*Argopecten circularis*	Concha de abanico
Veneroida	Veneridae	Leukoma	*Leukoma asperrima*	Concha blanca, concha

ANEXO 1

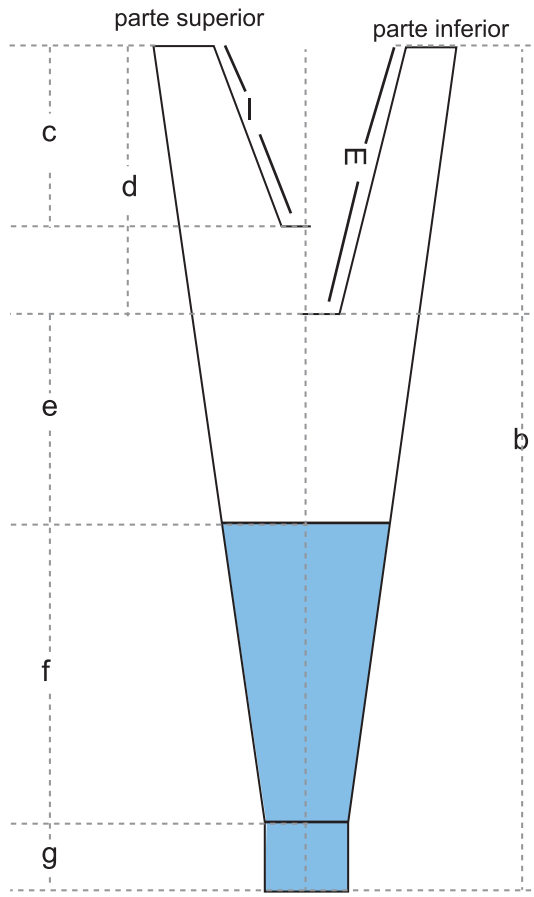
Planos de las redes de la flota de menor escala de la Región Tumbes

Tabla. Información de las dimensiones de las redes de arrastre de fondo de menor escala

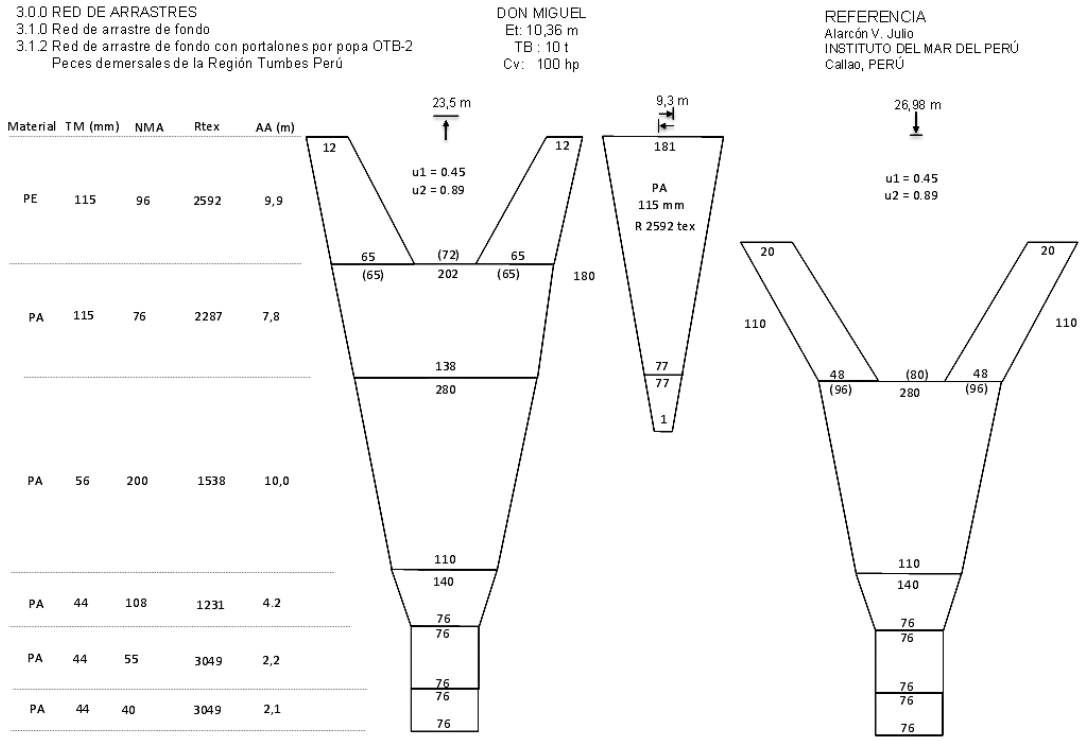
Parámetros deDiseño	Flota "Caleta Cruz"												Flota "Tipo Paita"					
	Don Miguel		San Rafael IV		Santa Cruz		Santa Martha		Señor de los Milagros		Taraya II		Alesandra		Fiorella		Mi Manuelito	
	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A
l	23.50	23.50	19.20	19.20	19.80	19.80	15.70	15.70	12.70	12.70	24.50	24.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
m	26.98	26.98	26.10	26.10	26.98	26.98	20.68	20.68	25.17	25.17	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60	25.60
a	39.98	17.99	66.90	32.78	36.18	18.09	48.69	22.89	41.13	19.33	57.40	28.13	64.50	31.61	64.50	31.61	64.50	31.61
b	39.91	35.64	38.76	33.79	35.29	30.57	35.62	31.44	31.42	27.74	42.81	37.32	38.00	33.13	38.00	33.13	38.00	33.13
c	11.04	9.86	11.00	9.59	9.35	8.10	7.00	6.18	7.00	6.18	13.20	11.51	10.45	9.11	10.45	9.11	10.45	9.11
d	12.65	11.26	12.00	10.46	12.10	10.48	9.52	8.40	9.52	8.40	13.50	11.77	11.40	9.94	11.40	9.94	11.40	9.94
d-c	8.74	7.81	4.00	3.49	1.54	1.33	3.50	3.09	2.43	2.14	1.50	1.31	3.80	3.31	3.80	3.31	3.80	3.31
e	16.00	14.20	8.90	7.76	12.50	10.83	14.53	12.83	14.53	12.83	8.44	7.36	13.20	11.51	13.20	11.51	13.20	11.51
f	2.42	2.16	8.36	7.29	9.50	8.23	3.99	3.52	3.99	3.52	13.95	12.16	8.55	7.45	8.55	7.45	8.55	7.45
g	1.76	1.57	2.00	1.74	2.40	2.08	2.40	2.12	2.40	2.12	5.72	4.99	2.00	1.74	2.00	1.74	2.00	1.74
D/L	0.0301	0.0301	0.0179	0.0179	0.0264	0.0264	0.0294	0.0294	0.0278	0.0278	0.0255	0.0255	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237

Nota: Las dimensiones están dadas en metros (m). "E" significa longitud de paño estirado "A" significa longitud paño armado.

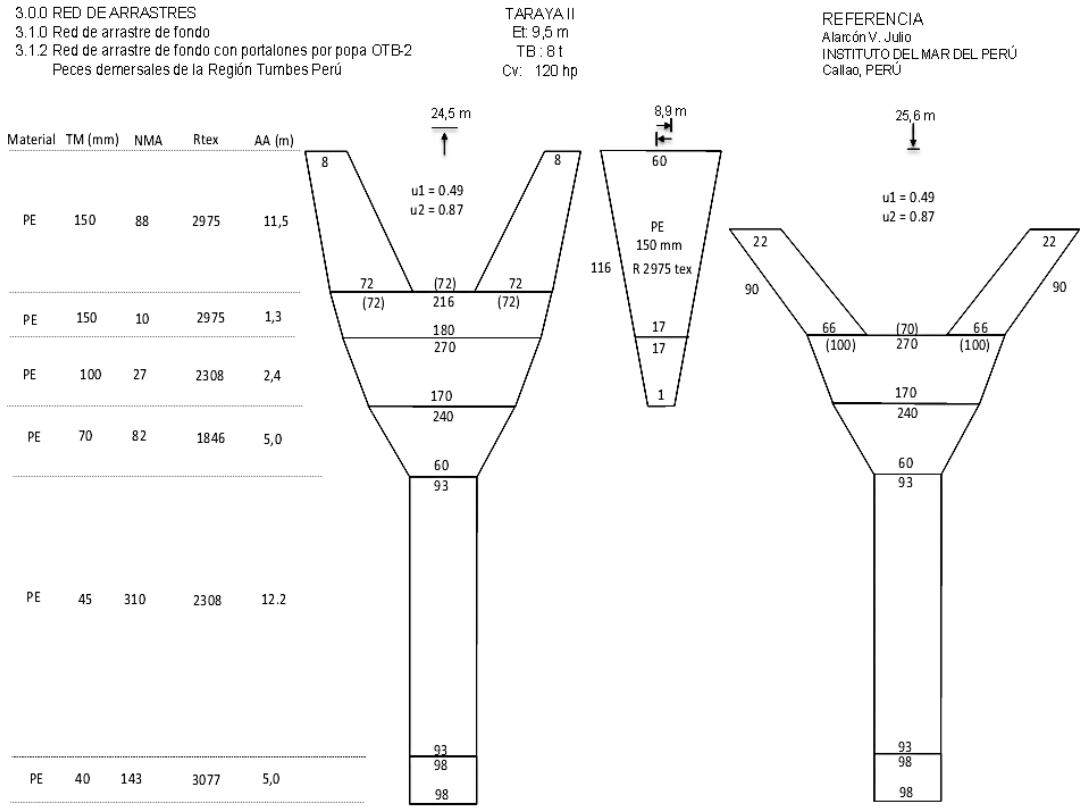
L: long. relinga superior; m: long. Relinga inferior; a: Circunferencia de la red; b: Long. Total; c: Ala superior; d: Ala inferior; d-c: Cielo; e: Cuerpo superior e inferior; f:Tunel; g:Copo; D/L:Ø hilo/tamaño de malla.



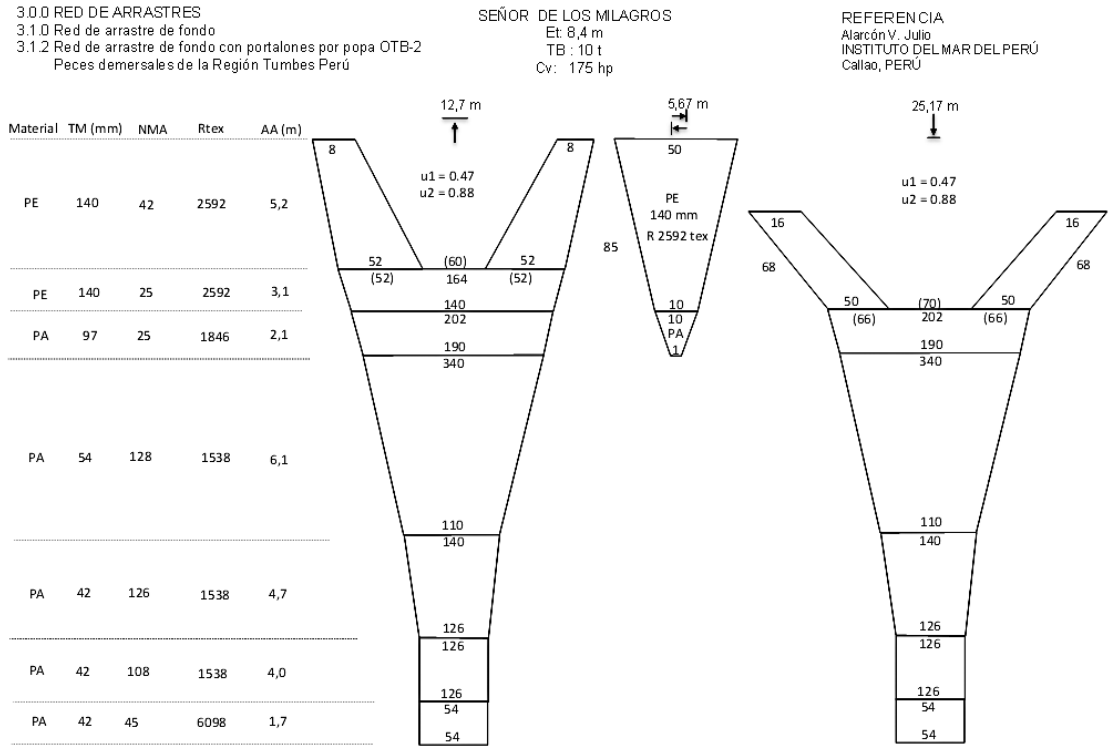
Red de arrastre de fondo 714x56 mm de menor escala La Cruz Tumbes



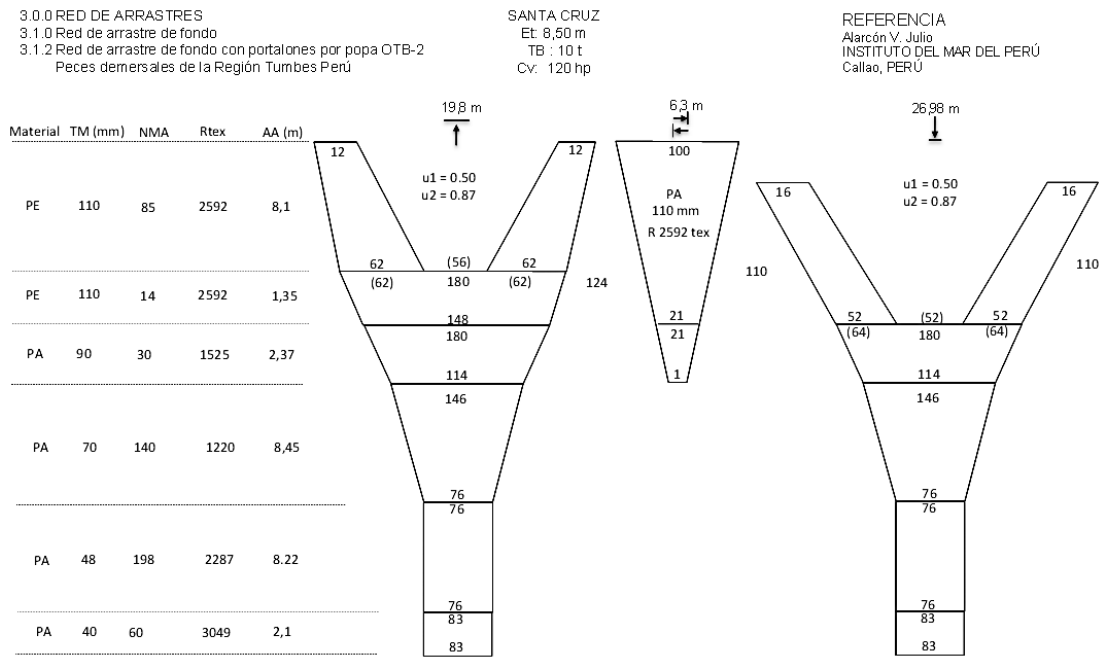
Red de arrastre de fondo 574x100 mm de menor escala La Cruz Tumbes



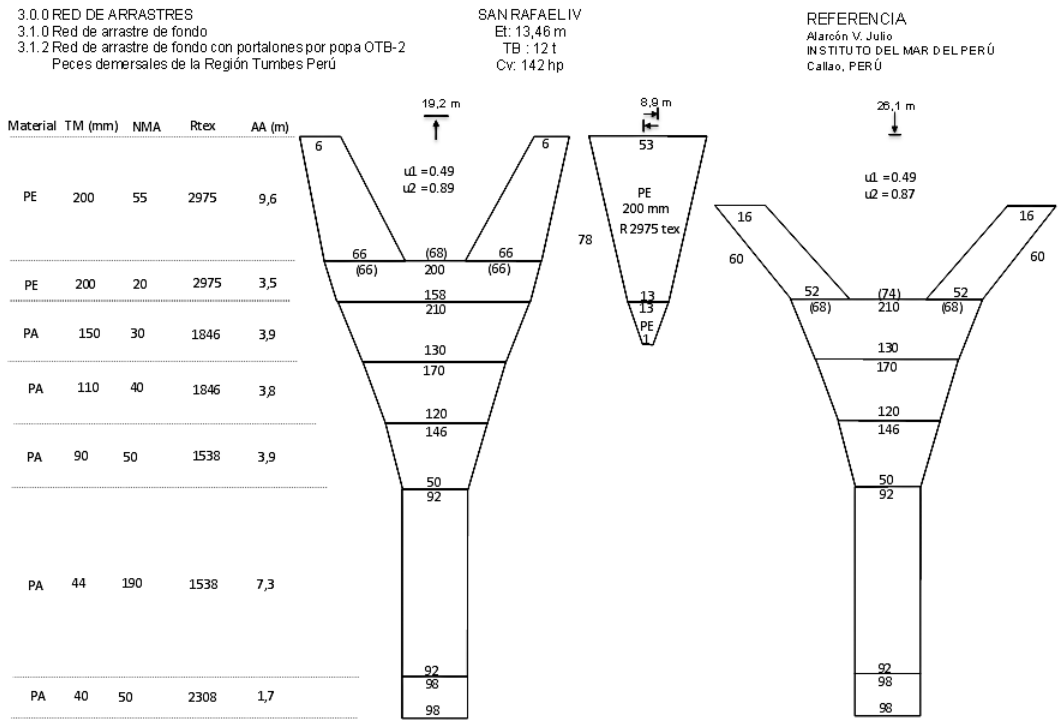
Red de arrastre de fondo 424x97 mm de menor escala La Cruz Tumbes



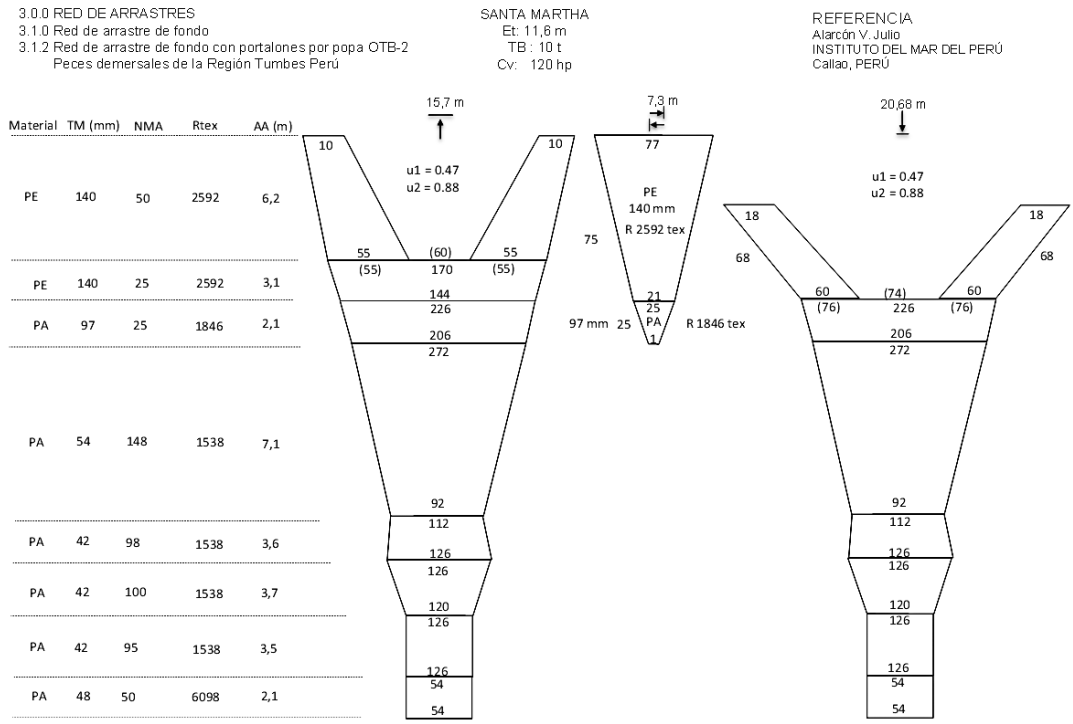
Red de arrastre de fondo 402x90 mm de menor escala La Cruz Tumbes



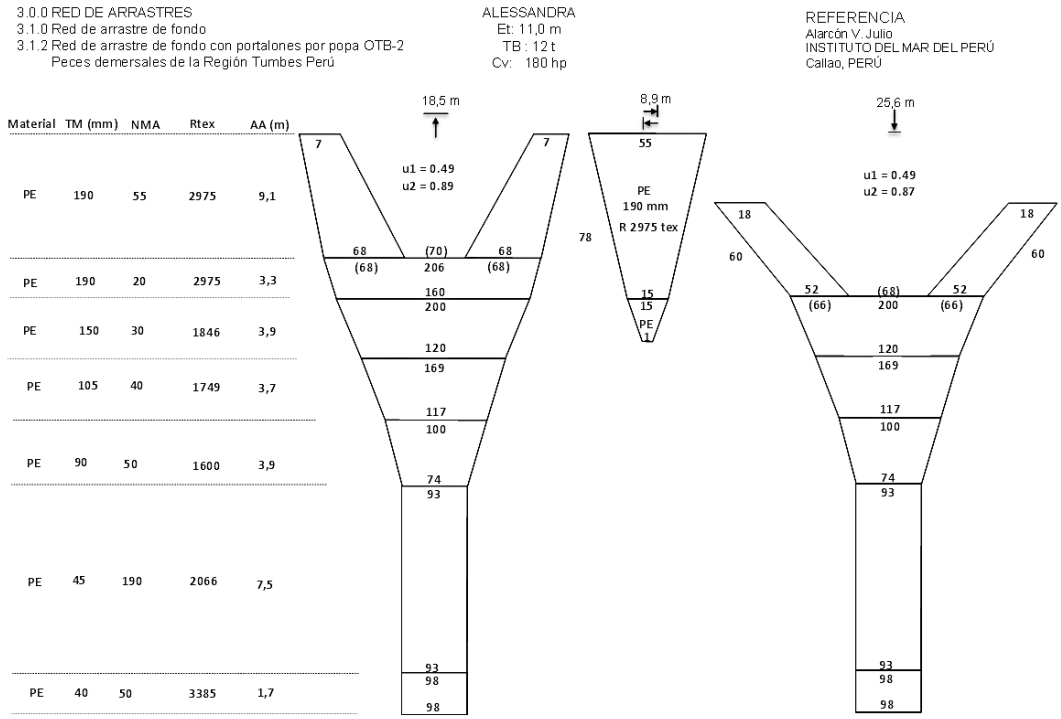
Red de arrastre de fondo 446x150 mm de menor escala La Cruz Tumbes



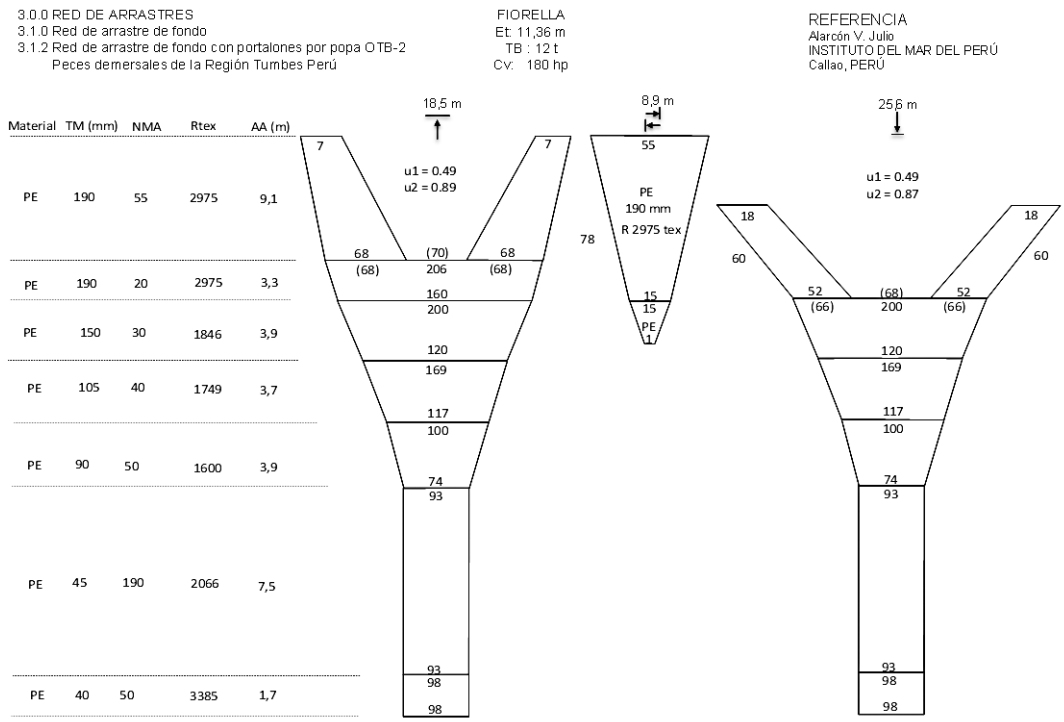
Red de arrastre de fondo 502x97 mm de menor escala La Cruz Tumbes



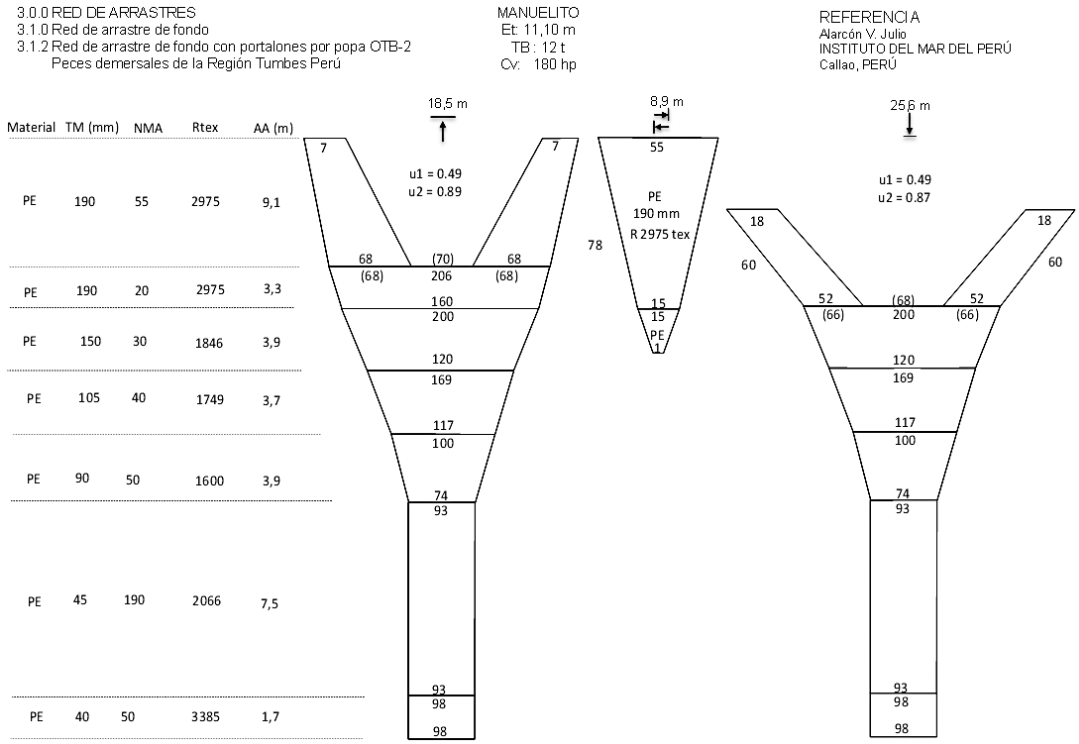
Red de arrastre de fondo 430x150 mm de menor escala Tipo Paita



Red de arrastre de fondo 430x150 mm de menor escala Tipo Paita



Red de arrastre de fondo 430x150 mm de menor escala Tipo Paita



ANEXO 2

Simulación de un Sistema de Pesca para la Flota de arrastre de fondo de menor escala de la Región Tumbes

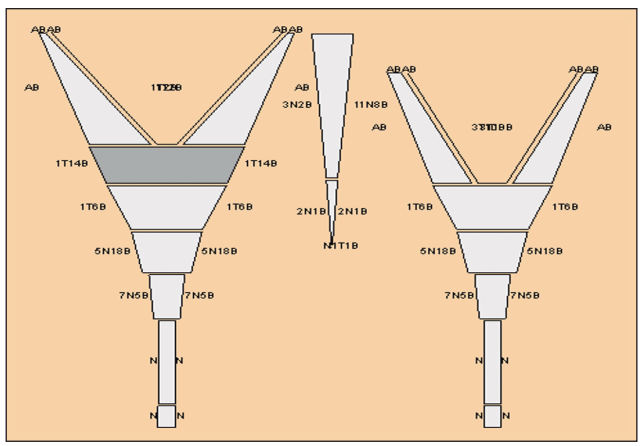
El señor Frank Chalkling, representante de la firma AcruxSoft que ha desarrollado el programa TrawlVision, realizó operaciones de simulacro de las artes de pesca utilizando el Trawl Vision Simulator asi como el Trawl Vision Designer que permite crear y diseñar redes de arrastre. De esta manera se pudo diagnosticar y proponer mejoras en el diseño de las redes de la flota de arrastre de fondo de menor escala en la Región Tumbes.

Fase 1 - Utilización del software de diseño de redes (Trawl Vision Designer)

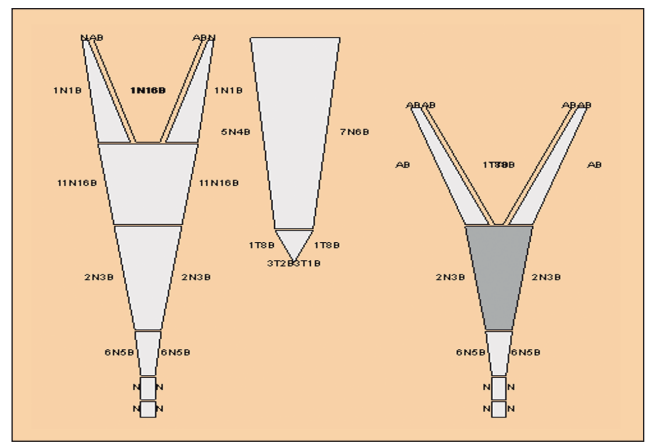
Fueron ingresados al software de diseño de redes nueve planos de las redes características de la zona y utilizadas en la captura de diferentes especies de fondo.

La proyección fue creada a escala, se editaron los datos de sus dimensiones, observándose gráficamente las características de los diseños, se realizaron correcciones en los coeficientes teóricos y observados de las redes de Tumbes U_1: 0,49 y U_2: 0,87; simulando como promedio de despliegue de las mallas U_1: 0,32 y U_2: 0,95.

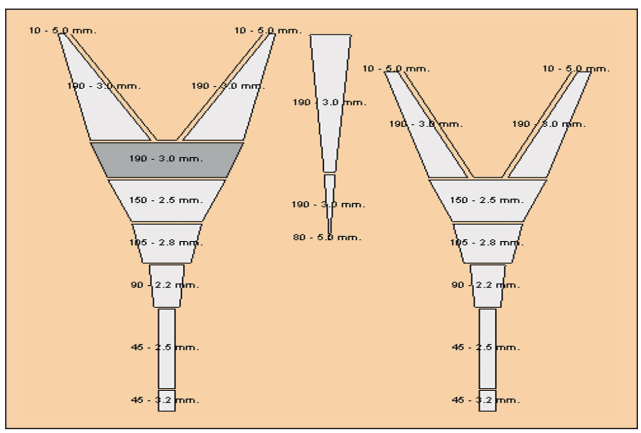
Se procedió a verificar que los planos coincidan exactamente con los cortes, ángulos de los paños, diámetro de los hilos, numero de mallas. Se realizó la simulación tomando como referencia la red de arrastre de fondo Alessandra: altura de la red por diseño 0,71 m; apertura horizontal estimada por diseño 10 m; área total de los paños 261,72 m²; área total de los hilos 48,67 m; círculo de pesca 60,16 m con la malla estirada; longitud media malla 133,16 mm; diámetro medio del hilo 2,77 mm.



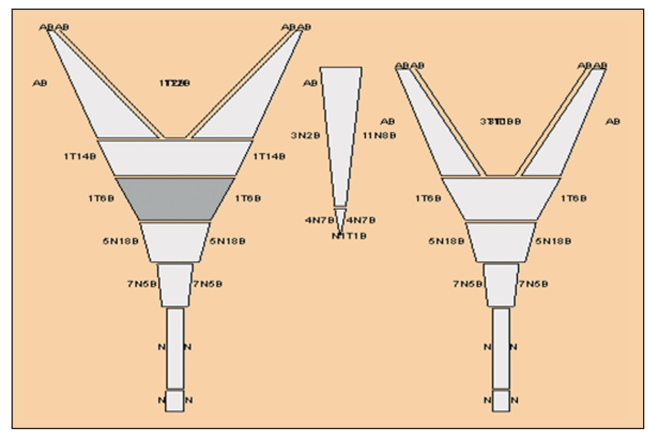
Red de arrastre de Fondo - Alessandra 430 x 150



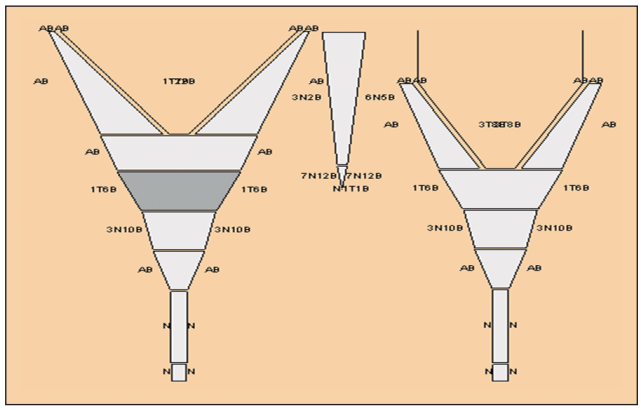
Red de Arrastre de Fondo - Don Miguel 714 x 56



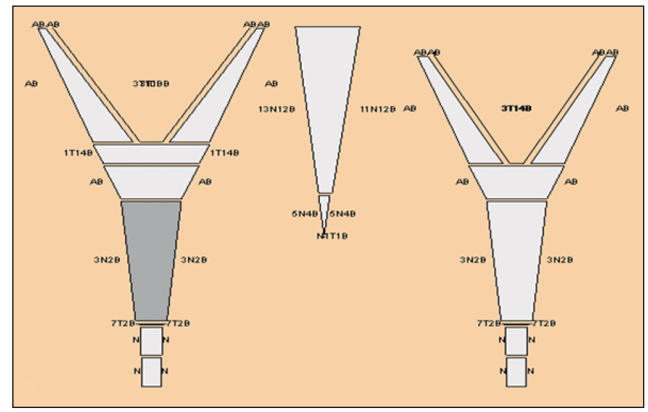
Red de Arrastre de Fondo - Fiorella 430 x 150



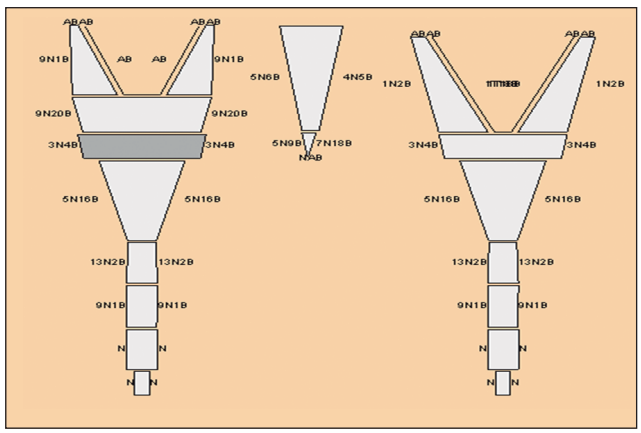
Red de Arrastre de Fondo - Manuelito 430 x 150



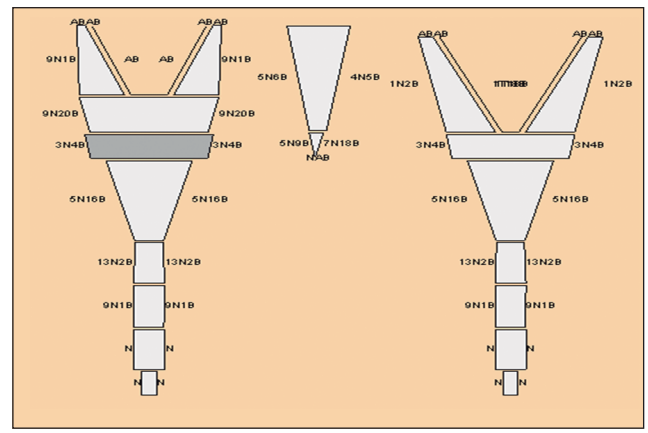
Red de arrastre de Fondo - Rafael IV



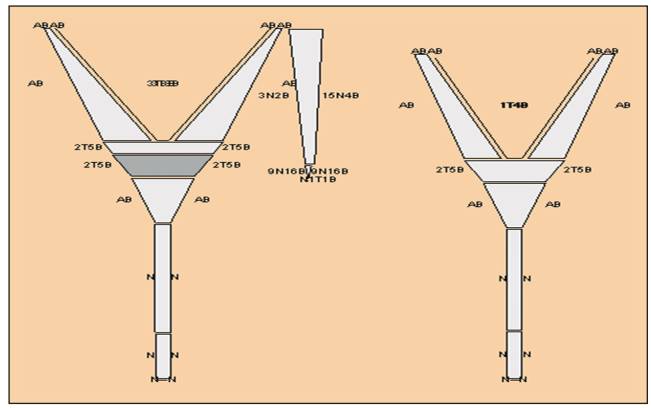
Red de Arrastre de Fondo - Santa Cruz 402 x 90



Red de Arrastre de Fondo - Santa Marta 508 x 97



Red de Arrastre de Fondo - Señor de los Milagros



Red de Arrastre de Fondo - Taraya II

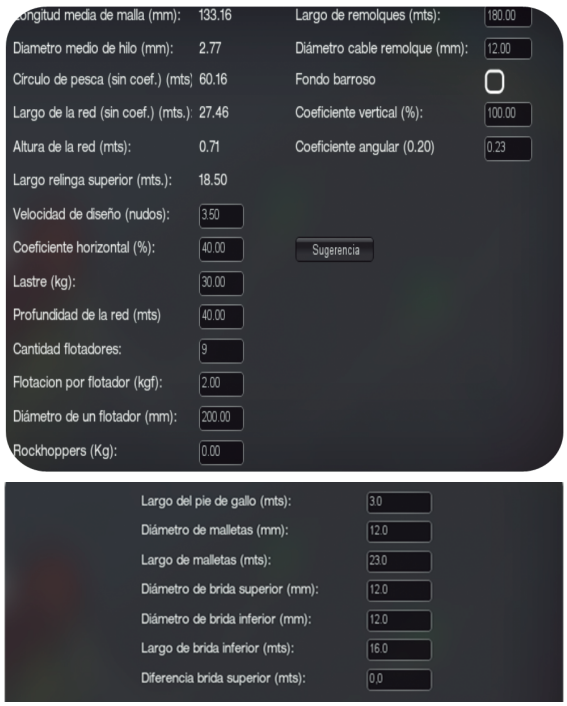
Fase 2 - Utilización del software de simulación (Trawl Vision)

La información del aparejamiento y las condiciones de pesca de la red fue proporcionada por el Ing. Julio Alarcón y es la siguiente:

- 9 flotadores de 200 mm de diámetro
- Peso de 30 kg integrado por cadena de hierro de 10 mm
- Bridas de cable de acero de 16 m
- Largo de malletas de 23 m
- Pie de gallos de 3 m
- Velocidad de arrastre de 2.6 nudos
- Juego de portones rectangulares planos, para arrastre de fondo, construidos en hierro, de área 0,88 m^2 y peso en el aire igual a 120 kg y en el agua igual a 75 kg
- Cable de arrastre, de acero, de 180 m
- Profundidad de pesca 40 m
- Fondo tipo lodo arenoso

El método de simulación se basó en la utilización del software TrawlVision Pro, que a través de un modelo matemático, permitió predecir el comportamiento del arte de pesca en función a los parámetros descritos, Se procedió a ingresar los datos al modelo de la siguiente manera:

1. Características del barco y velocidad promedio durante el arrastre.- Primer input: Potencia 180 Hp y Velocidad de arrastre 2,6 nudos.
2. Características de las puertas de arrastre.- Modelo de puerta utilizada en esta pesquería, peso y área, el software internamente contiene los datos de los coeficientes CL y CD de la puerta y sus ángulos óptimos en función al CL y CD, que luego utilizó durante la simulación.



3. Ingreso del modelo de red, velocidad de arrastre, coeficiente U_1, lastre, profundidad, cantidad de flotadores, diámetro de los flotadores, largo de remolques, coeficiente de la altura vertical.
4. Ingreso de datos del Aparejamiento

Primera simulación

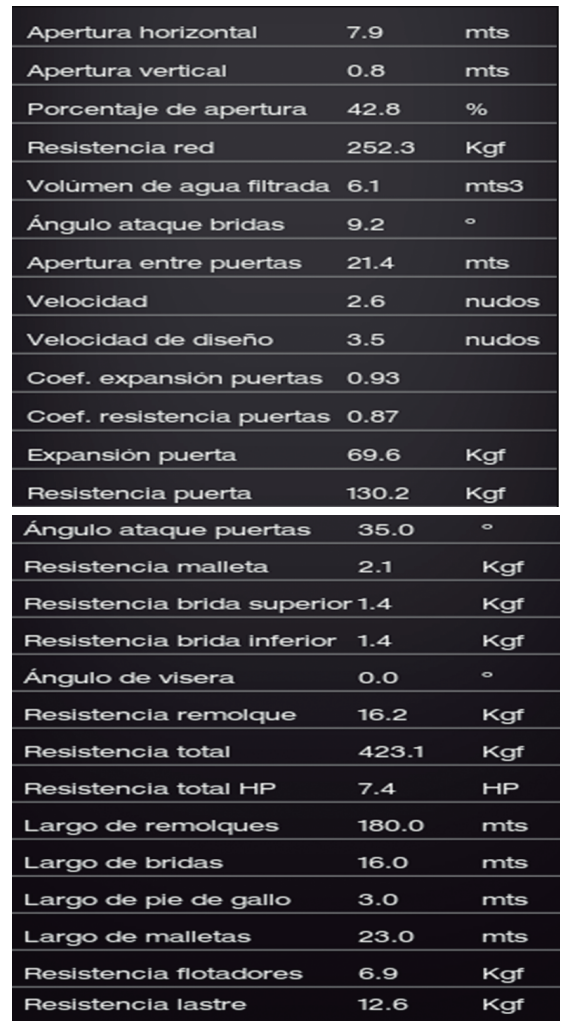
Fue ensayada con la titulación del hilo tradicional y los datos de entrada proporcionados.

Resultados numéricos de la Simulación

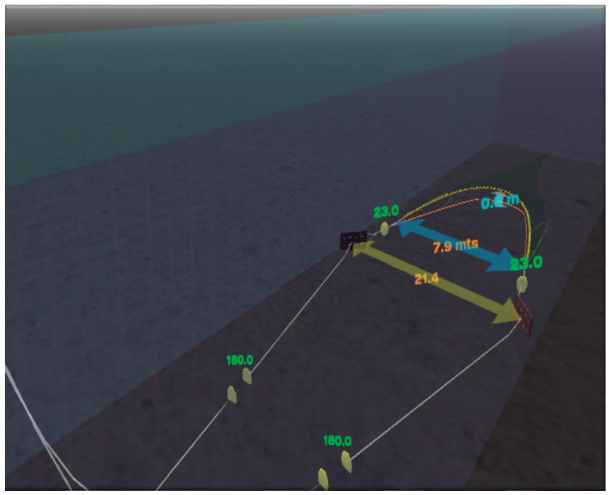
Datos de salida del comportamiento de las redes.- Destaca una abertura vertical menor a 1 m., una abertura horizontal entre punta de alas de 7,3m y una abertura horizontal entre puertas de 21,4m. Muestra un porcentaje de apertura muy por debajo de los estándares técnicos. Alta Resistencia de la red.

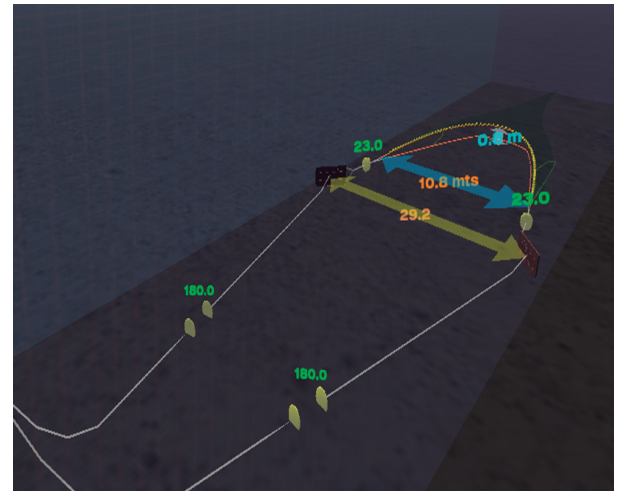
Segunda Simulación

Fue modificada la Titulación del hilo (diámetro) del diseño de la red de arrastre Alessandra , por uno de menor titulación, de 1,2 mm y más resistente tipo dynnema, manteniendo constante todos los demás parámetros, demostrándose como el avance de la tecnología de los materiales ha permitido una mayor eficiencia en los sistemas de pesca.



Apertura horizontal	7.9	mts
Apertura vertical	0.8	mts
Porcentaje de apertura	42.8	%
Resistencia red	252.3	Kgf
Volúmen de agua filtrada	6.1	mts3
Ángulo ataque bridas	9.2	°
Apertura entre puertas	21.4	mts
Velocidad	2.6	nudos
Velocidad de diseño	3.5	nudos
Coef. expansión puertas	0.93	
Coef. resistencia puertas	0.87	
Expansión puerta	69.6	Kgf
Resistencia puerta	130.2	Kgf
Ángulo ataque puertas	35.0	°
Resistencia malleta	2.1	Kgf
Resistencia brida superior	1.4	Kgf
Resistencia brida inferior	1.4	Kgf
Ángulo de visera	0.0	°
Resistencia remolque	16.2	Kgf
Resistencia total	423.1	Kgf
Resistencia total HP	7.4	HP
Largo de remolques	180.0	mts
Largo de bridas	16.0	mts
Largo de pie de gallo	3.0	mts
Largo de malletas	23.0	mts
Resistencia flotadores	6.9	Kgf
Resistencia lastre	12.6	Kgf





Resultados numéricos de la Simulación

Apertura horizontal	10.8	mts
Apertura vertical	0.8	mts
Porcentaje de apertura	58.4	%
Resistencia red	156.8	Kgf
Volúmen de agua filtrada	8.3	mts3
Ángulo ataque bridas	12.6	°
Apertura entre puertas	29.2	mts
Velocidad	2.6	nudos
Velocidad de diseño	3.5	nudos
Coef. expansión puertas	0.93	
Coef. resistencia puertas	0.87	
Expansión puerta	69.6	Kgf
Resistencia puerta	130.2	Kgf

Ángulo ataque puertas	35.0	°
Resistencia malleta	2.1	Kgf
Resistencia brida superior	1.4	Kgf
Resistencia brida inferior	1.4	Kgf
Ángulo de visera	0.0	°
Resistencia remolque	16.2	Kgf
Resistencia total	327.6	Kgf
Resistencia total HP	5.8	HP
Largo de remolques	180.0	mts
Largo de bridas	16.0	mts
Largo de pie de gallo	3.0	mts
Largo de malletas	23.0	mts
Resistencia flotadores	6.9	Kgf
Resistencia lastre	12.6	Kgf

Datos de salida del comportamiento de las redes. Abertura vertical menor a 1 m., una abertura horizontal entre punta de alas de 10,8 m y una abertura horizontal entre puertas de 29,2 m. El porcentaje de apertura aumentó y esta cerca a los estandares técnicos. La Resistencia de la red bajó respecto al modelo tradicional, se pudo mejorar la velocidad de arrastre.

Tercera Simulación

Se modificó el modelo y el área de la puerta de arrastre por uno con propiedades más hidrodinámicas, el área de la puerta fue 0,5 m^2 (consideramos disminuir el área debido a que el coeficiente C_L es mayor en la nueva puerta con menor resistencia) menor titulación del hilo de los paños. Se mantuvieron constante los parámetros del aparejamiento.

Resultados numéricos de la Simulación

Apertura horizontal	11.7	mts
Apertura vertical	0.8	mts
Porcentaje de apertura	63.1	%
Resistencia red	169.0	Kgf
Volúmen de agua filtrada	9.4	mts3
Ángulo ataque bridas	13.7	°
Apertura entre puertas	31.5	mts
Velocidad	2.6	nudos
Velocidad de diseño	3.5	nudos
Coef. expansión puertas	1.86	
Coef. resistencia puertas	0.86	
Expansión puerta	87.0	Kgf
Resistencia puerta	80.5	Kgf

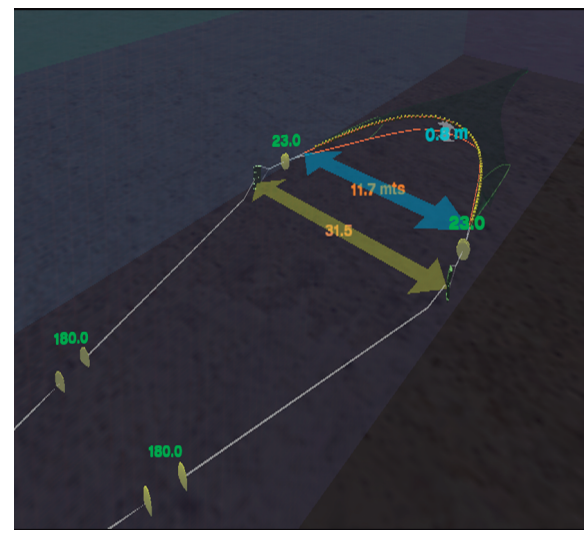
Ángulo ataque puertas	26.0	°
Resistencia malleta	2.1	Kgf
Resistencia brida superior	1.4	Kgf
Resistencia brida inferior	1.4	Kgf
Ángulo de visera	0.0	°
Resistencia remolque	16.2	Kgf
Resistencia total	290.1	Kgf
Resistencia total HP	5.1	HP
Largo de remolques	180.0	mts
Largo de bridas	16.0	mts
Largo de pie de gallo	3.0	mts
Largo de malletas	23.0	mts
Resistencia flotadores	6.9	Kgf
Resistencia lastre	12.6	Kgf

Datos de salida del comportamiento de las redes. Abertura vertical menor a 1 m, abertura horizontal entre punta de alas de 11,7 m y abertura horizontal entre puertas de 31,5 m. El porcentaje de apertura cumple con los estandares técnicos. La Resistencia de la red bajó respecto al modelo tradicional, se pudo mejorar la velocidad de arrastre.

CONCLUSIÓN

Considerando los resultados obtenidos por el software podemos decir que si utilizamos puertas más hidrodinámicas con mayor coeficiente C_L y titulación de hilos más bajo (menor diámetro) como el Dyneema podemos lograr un mejor despliegue con un menor consumo de energía incluyendo un mejor diseño de redes.

7. SUGERENCIA

Para los futuros diseños, sugerimos la construcción de una red y copo de cuatro tapas, más moderna, con propiedades más hidrodinámicas y con mayores características selectivas, que favorecerán los siguientes aspectos:

- Mejor filtrado. Disminución de la resistencia al avance.
- Mejor calidad en las capturas. Generación de mayor estabilidad en los movimientos del copo durante el arrastre.
- Mejor selectividad.