

ANEXO 4

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

Caracterización y desempeño de los equipos de pesca de arrastre utilizados en el proyecto “Experimentación de artes de pesca alternativos para la captura de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* por el sector de pesca ribereña del Alto Golfo de California”

Dr. José Trinidad Nieto Navarro
M.C. Sergio Paul Padilla Galindo
M.C. Saúl Sarmiento Náfate
Ing. Jesús Villalobos Toledo
Dr. Heriberto Santana Hernández
Dr. Miguel Ángel Flores
Ing. Andrés A. Seefoó Ramos
Ing. Jesus Manuel Ramirez Tiznado

Alto Golfo de California, México. Enero de 2014

I. MARCO DE REFERENCIA:

Con base en la modificación de la NOM-002-PESC-1993 y a la solicitud realizada a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el 15 de febrero de 2013, por la comunidad del Golfo de Santa Clara, Sonora, en la que se manifiesta el interés de participar en las pruebas técnicas de la red prototipo RSINPMEX50'; el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) realizó un protocolo de investigación con el objetivo de evaluar la eficiencia, selectividad y relación costo-beneficio de varios diseños de redes de arrastre, en los que se incluye el prototipo del INAPESCA.

II. OBJETIVO

- Describir y evaluar el desempeño hidrodinámico de los diseños de redes de arrastre camarónicas, utilizados en la zona de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, durante el proyecto "Experimentación de artes de pesca alternativos para la captura de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* por el sector de pesca ribereña del Alto Golfo de California".

3.1 Trabajo de campo

Para caracterizar las redes de arrastre, se recolectaron datos técnicos (p. ej. dimensiones, peso, material y tamaño de malla), mediante la observación y conteo directo de redes y puertas de arrastre, con base en un formato de verificación (vid. Anexo 1).

Al inicio del proyecto, las pruebas se realizaron en zonas seleccionadas por los pescadores. Sin embargo y debido a las bajas capturas, se estableció la estrategia de formar cuatro grupos, en cuatro zonas diferentes del Golfo de Santa Clara, Son., definidas con base en los históricos de capturas identificados por el INAPESCA.

Las pruebas se efectuaron con 54 embarcaciones menores, de las cuales 33 (27 con redes de arrastre y 6 con redes de enmalle) fueron de Golfo de Santa Clara, Son. y 21 (17 con redes de arrastre; 4 redes de enmalle) de San Felipe, B. C. En ambas localidades, se realizaron al menos tres arrastres con una duración de una hora cada uno. En cada lance de manera sistemática, se realizó el llenado de una bitácora que contiene datos generales de control (p. ej. Nombre del técnico, observador, embarcación y tipo de red) y de rutina (p. ej. Fecha, coordenadas, hora de inicio y termino del lance, longitud de cabo de arrastre, profundidad, entre otros). También, fue necesario asesorar y asistir técnicamente en aspectos de calibración y uso de la red de arrastre (vid. Anexo 2).

En la etapa final del proyecto, se determinó *in situ* la separación entre puertas de arrastre de la red prototipo (RSINPMEX50') y dos modificadas (ENIP55AGN y AGS-PESCI-SON), con un medidor de distancia láser (telémetro). Para ello, se sujetó una boya en cada puerta con un cabo, cuya longitud fue de tres veces la profundidad de la zona de arrastre (Fig. 2), con el propósito de que éstas, se observaran en la superficie del agua, para determinar la separación entre ellas con el apoyo de una embarcación menor (Fig. 3).

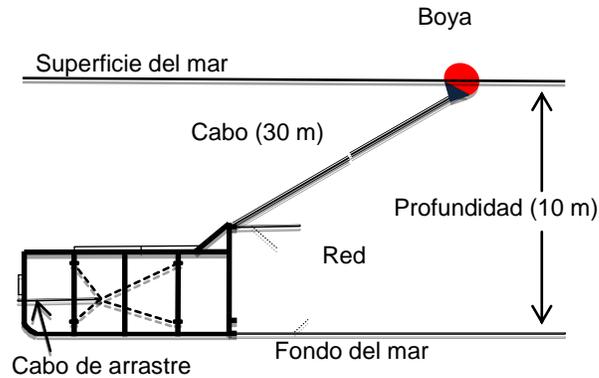


Figura 2. Ejemplo de boya de referencia para determinar la abertura horizontal de la red, con base en la separación de las puertas de arrastre.



(a)



(b)

Figura 3. Obtención de la distancia entre boyas sujetas a las puertas de arrastre (a), con un telémetro láser (b).

El desplazamiento o distancia recorrida (D) durante el arrastre, se obtuvo de forma indirecta al multiplicar la velocidad (V) por el tiempo de arrastre (T); esta relación se obtuvo al despejar D de la ecuación para determinar la velocidad ($V=D/T$).

Por otro lado, para el muestreo biológico, se registró el peso de la captura total, camarón, fauna y tallas de los camarones; para esto último se midió la talla total

(del rostro a los urópodos) de cien camarones o el total de la captura en milímetros, siempre y cuando esta no exceda de la cantidad establecida

3.2 Proceso de datos

Las características principales, de los diseños de redes de arrastre utilizadas en la experimentación, fueron determinadas con el auxiliar de diseño denominado TVD (Trawl Vision Designer), disponible en el software TVS pro (Trawl Vision Simulator).

Los atributos del poder de pesca de las redes, se obtuvieron con diferentes parámetros de simulación (p. ej. Velocidad de arrastre, lastre y longitud del cabo de arrastre; vid. Anexo 3), a través del software Trawl Vision Designer, previo proceso de los planos técnicos de las redes, obtenidos en la caracterización.

IV. RESULTADOS

4.1. Redes de arrastre

Previo al inicio de las pruebas, se recolectaron datos de 36 redes, de las cuales 16 fueron de San Felipe B.C. y 20 del Golfo de Santa Clara, Son. De los seis diseños identificados en ambas localidades, tres se encontraron en San Felipe, B.C., de las cuales la red RSINPMEX50'-MIXTO fue la mejor representada con siete redes, seguido de la red prototipo (RSINPMEX50'; Fig. 4).

En el Golfo de Santa Clara, Son., se presentó mayor heterogeneidad de redes al identificarse los seis diseños utilizados en el proyecto (RSINPMEX50', RSINPMEX50'-MIXTO, RSINPMEX50'-FANTASMA, ENIP55AGN, ENIP55AGN-MIXTO, AGS-PESCI-SON y AGS-PESCII-SON; Anexo 4); de estos, al igual que en San Felipe, B.C., la RSINPMEX50', fue la que mostró mayor cantidad (12), seguida por la RSINPMEX50'-MIXTO con tres unidades (Fig. 5).

El peso de la red sin excluidor y con cadena (11 kg), fluctuó de 17 a 28 kg; sólo algunas redes estuvieron por debajo del promedio observado ($\overline{23.65}$ kg; p. ej.

Tres-RSINPMEX50', tres-ENIP55AGN y una-RSINPMEX50'-MIXTO; Fig. 6). En cuanto a la abertura horizontal o distancia entre puertas de arrastre obtenida *in situ*, la mayor separación registrada fue de 9 m (ENIP55AGN), mientras que la menor fue 7 m (RSINPMEX50'; Fig. 7).

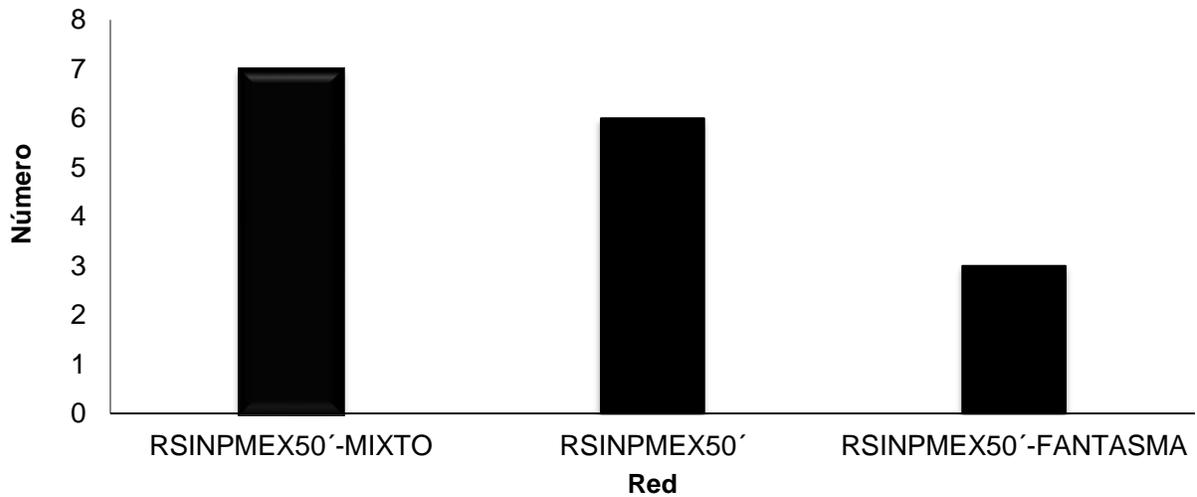


Figura 4. Tipos de red de arrastre identificadas durante el muestreo realizado en San Felipe. B.C.

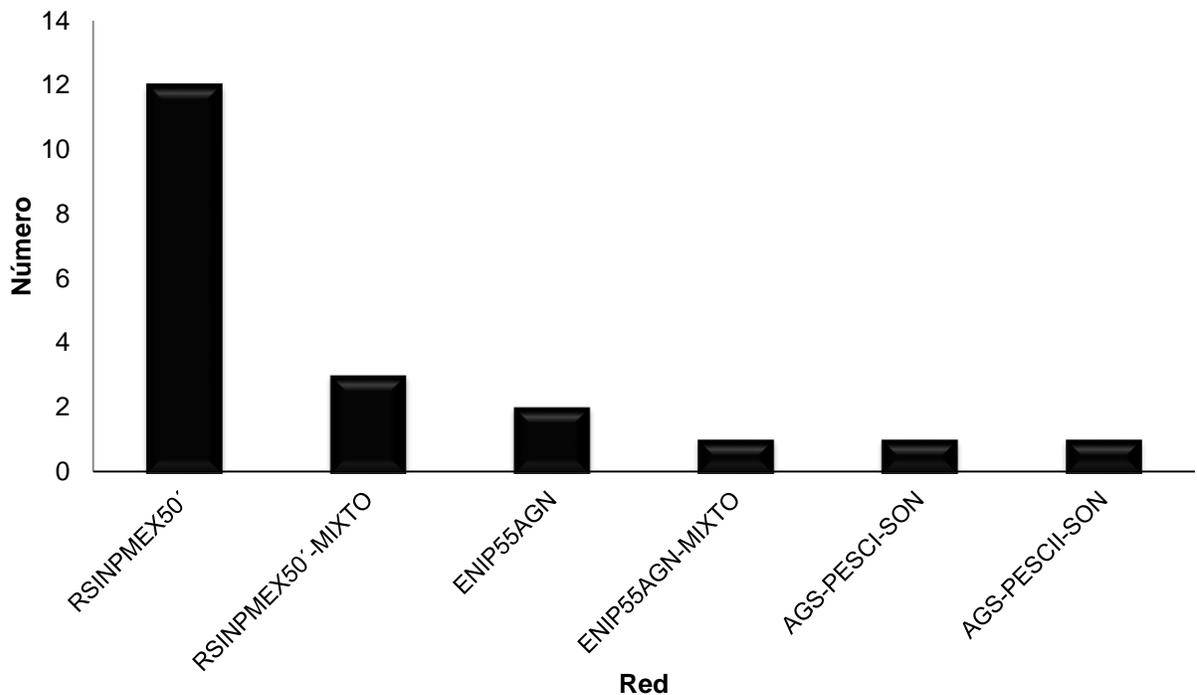


Figura 5. Redes de arrastre identificadas durante el muestreo realizado en el Golfo de Santa Clara, Son.

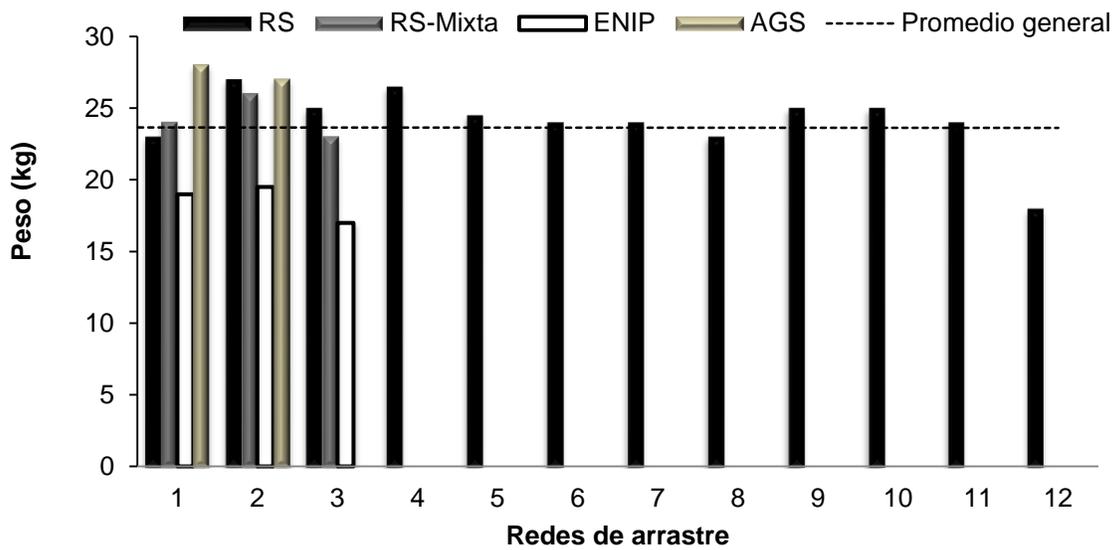


Figura 6. Peso observado durante la verificación en el Golfo de Santa Clara, Sonora.

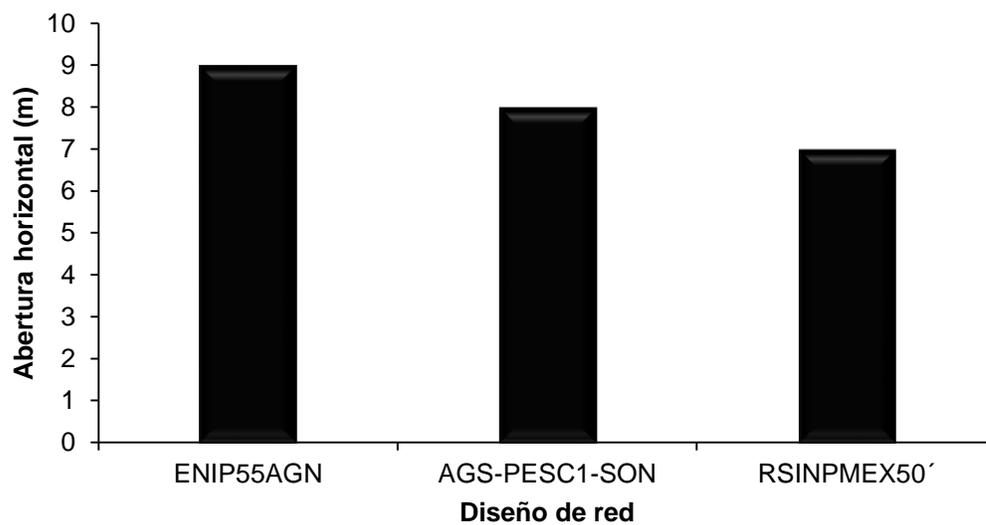


Figura 7. Distancia entre puertas de arrastres registrada en el Golfo de Santa Clara, Sonora.

4.2. Atributos del poder de pesca de las redes de arrastre

Con base en la información técnica recolectada tanto en San Felipe, B.C., como en el Golfo de Santa Clara, Son., y de las condiciones de trabajo simuladas con el software *Trawl Vision Simulator*, se observó en lo general que la red AGS-PESC II-SON filtró mayor volumen de agua (15.4 m³), seguido por la RSINP50MEX-MIXTO con extensión y la ENIP55AGN-MIXTO. Esto es debido a que los parámetros de trabajo (aberturas tanto horizontal y vertical), que intervienen en la eficiencia técnica de la red, determinados en el software, mostraron un mejor desempeño.

Sin embargo, en lo que se refiere a la resistencia total de las redes, fue menor en la ENIP55AGN-MIXTO (310.7 kgf), seguida por la RSINPMEX50'-FANTASMA (337.6 y 352.7 kgf; Tabla 1). Este factor es de importancia, por influir en el consumo de combustible y desgaste del motor, debido a la resistencia al avance que podría tener el sistema de pesca utilizado.

Tabla 1. Atributos del poder de pesca y resistencia total de las redes de arrastre utilizadas durante el experimento en ambas localidades.

RED	ABER. HORIZ. (M)	ABER. VERT. (M)	VOL. AGUA (M ³)	% DE ABERT.	RESIS. TOTAL (KGF)
ENIP55AGN-MIXTO	6	2.1	14.3	31.2	<u>310.7</u>
AGS-PESC II-SON	6.6	2.6	<u>15.4</u>	34.5	371.3
RSINPMEX50'-M FANTASMA	7.9	1.5	13.5	51.8	352.7
RSINPMEX50'-M-FANTASMA-CHALUNGA	6.6	1.5	11.4	43.6	337.6
RSINPMEX50'-GUAYMAS	7.8	1.5	13.4	52.6	363
RSINPMEX50'-M-MIXTO	7.8	1.5	13.5	53	355.2
RSINPMEX50'-M-MIXTO EXTENSION	8.4	1.5	14.4	56.7	359.4
RSINPMEX50'-SAN FELIPE	7.8	1.5	13.4	50.5	363.1

4.3. Puertas de arrastre.

Se identificaron tres tipos en San Felipe, B.C., una tradicional de madera-acero, 11 de lámina acero-solera recomendadas por el INAPESCA y una variante de esta última con salidas de agua tradicional en la parte anterior y posterior (Fig. 8c). El peso observado por tabla, mostró un intervalo de 13 a 22 kg; sólo tres de ellas, tuvieron pesos menores a la media observada ($\overline{18.87}$; una-Tradicional y dos-recomendada por el INAPESCA; Fig. 10).

Para el Golfo de Santa Clara, Son., cuatro puertas de arrastre fueron de madera y acero con tres salidas de agua de diferente tamaño y peso, tres del tipo "Tiberiades" de fibra de vidrio-acero, doce de lámina-solera con perfiles de acero recomendadas por el INAPESCA y una de diseño tradicional construida de lámina y solera de acero (Fig. 9). En cuanto al peso para este sitio, fluctuaron entre 12.5 y 33, a diferencia de San Felipe B.C., en casi todas su peso fue menor a la media (20.67), excepto una puerta de diseño tradicional (Figs. 9a; 10)



(a)



(b)



(c)

Figura 8. Puertas de arrastres de diseño tradicional (a), las recomendadas por el INAPESCA (b) y una variante de la misma (c).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 9. Puertas de arrastres de diseño tradicional de madera y fierro (a y b), las Tiberiades (c), las recomendadas por el INAPESCA (d) y tradicional de lámina y solera de acero (e).

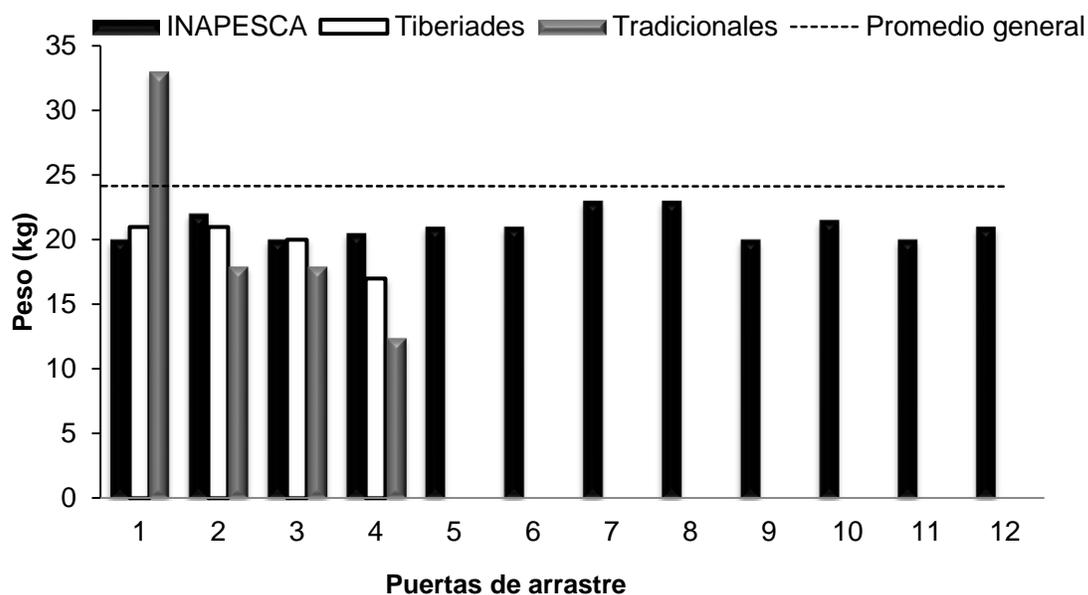


Figura 10. Peso registrado durante la verificación en el Golfo de Santa Clara, Sonora.

4.4. Motores fuera de borda.

Además de monitorear las redes de arrastre, se tomó nota del tipo de motor, marca y potencia nominal (caballos de fuerza). Se registró un total de 32 motores fuera de borda en tres marcas, cinco de la marca Mercury, tres Suzuki y 24 Yamaha que van desde 75 hp hasta 200 hp (Fig. 11).

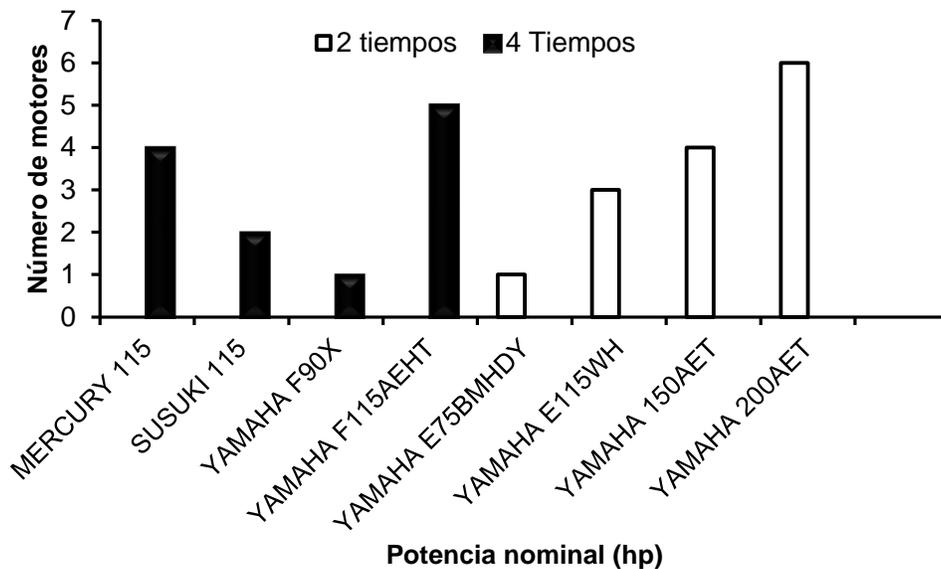


Figura 11. Motores fuera de borda verificados al inicio del proyecto.

4.4.1. Mantenimiento preventivo de motores fuera de borda.

Para mitigar el desgaste de los motores durante la experimentación, se realizó una solicitud ex profeso de mantenimiento preventivo a la empresa Industria Mexicana de Equipo Marino, S.A. de C.V. (IMEMSA), distribuidor de motores fuera de borda YAMAHA Japón en México. No obstante, la empresa sólo otorgó el servicio a los motores fuera de borda de cuatro tiempos; esto se debe a las políticas de la empresa y del Gobierno Federal, por impulsar el uso de motores que reducen la emisión de contaminantes a los ecosistemas marinos.

Durante esta campaña en el Golfo de Santa Clara, Sonora, se atendieron 24 motores, de los cuales 38% fueron de cuatro tiempos (F90X, F100BET y F115AEHT) y 63% de dos tiempos (E75BMHDY, E115AWH, 150AET, L150AET y 200AET; Fig. 12 y Anexo 5).

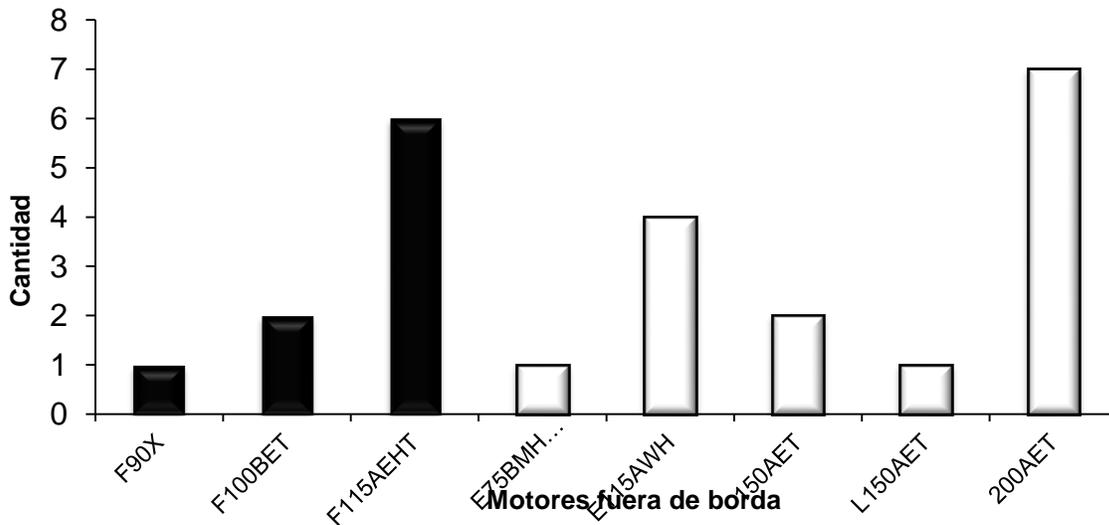


Figura 12. Motores fuera de borda revisados durante la campaña de servicio del Alto Golfo de California. Las barras negras representan a los motores fuera de borda de cuatro tiempos y las blancas los de dos tiempos.

En general el servicio para los motores de cuatro tiempos consistió en cambio de aceite, filtro para el aceite, bujías, termostato, filtro de gasolina (completo o repuesto), para los de dos tiempos sólo limpieza de motor y en algunos casos cambio de bujías.

4.5 ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS REDES DE ARRASTRE UTILIZADAS

El propósito del presente capítulo es mostrar las dimensiones y características básicas de los diversos tipos de redes utilizadas, líneas teóricas de diseño y algunos indicadores respecto a la geometría de los paños, sin considerar el tipo de materiales utilizados en la confección de los mismos.

De igual manera se realizó una simulación de su comportamiento hidrodinámico bajo condiciones de operación estandarizadas, tales como profundidad y velocidad de arrastre; lastre y flotación; puertas de arrastre; longitud de cabo de remolque, etc. Con base en lo anterior, se hace también una estimación de la potencia requerida para su operación a las velocidades seleccionadas.

4.5.1 ANÁLISIS GEOMÉTRICO CONSTRUCTIVO

Durante la ejecución del proyecto se utilizaron 9 diseños de redes de arrastre (Tabla 1), los cuales en su mayoría son variantes del prototipo propuesto por el INAPESCA, con excepción de las redes denominadas ENIP55/AGN, ENIP55/AGC-Mixto (propuestas de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera) y AGS/PESCII-SON-PGDSC (propuesta de pescadores de la localidad Golfo de Santa Clara). Para el presente análisis se empleó el programa Trawl Vision Designer (TVD) de Acruxsoft, el cual permite, entre otras funciones, detectar errores en las razones de corte al efectuar el levantamiento de planos, corrección de planos y re-diseño de secciones para ajustar los parámetros de operación requeridos.

Es importante destacar, que los valores que se muestran en la Tabla 2, son de carácter teórico y únicamente representan una referencia de las magnitudes que pueden alcanzar bajo ciertas condiciones, al integrarse en una sola estructura las diferentes secciones de paño que conforman cada red.

En general podemos observar que las redes que pueden alcanzar los mayores valores teóricos de abertura horizontal son ENIP55/AGC-MIXTO y AGS/PESCII-SON-PGDSC con 10.37 m, seguidas por la ENIP55/AGN (9.02 m), RSINPMEX50/San Felipe (8.32 m), las dos variantes de Fantasma (8.21 m) y los valores menores corresponden a las tres redes restantes con 7.99 m.

Es muy importante señalar que los diseños de red ENIP55/AGC-MIXTO y ENIP55/AGN presentan mayor longitud de relinga superior, en magnitudes de 2.1 y 1.7 m, respectivamente.

Con respecto a la abertura vertical teórica, los valores fluctúan entre 1.4 y 1.9 m; donde los valores mayores corresponden a las redes de dimensiones superiores.

Tabla 2.- Parámetros teóricos de diseño-construcción de las redes utilizadas

TIPO DE RED	PARÁMETROS TEÓRICOS DE DISEÑO-CONSTRUCCIÓN							
	LRS (m)	LRI (m)	LC (m)	FRENTE OPERACIONAL		ÁREA (m ²)		CÍRCULO PESCA (m)
				Ah (m)	Av (m)	Paños	Hilos	
RSINPMEX50/San Felipe	15.40	17.90	13.63	8.32	1.44	106.44	11.96	20.40
RSINPMEX50/Guaymas	14.88	17.12	13.63	7.99	1.44	106.48	11.96	20.40
RSINPMEX50/Mixto	15.16	17.20	12.85	7.99	1.44	103.56	11.69	20.40
RSINPMEX50/Mixto-Extensión	15.16	17.20	12.85	7.99	1.44	105.75	12.20	20.40
RSINPMEX50/Fantasma	15.20	18.40	12.85	8.21	1.44	101.95	10.55	20.40
RSINPMEX50/Fantasma-Extensión	15.20	18.40	12.85	8.21	1.44	107.39	11.95	20.40
ENIP55/AGN	16.70	18.50	13.36	9.02	1.53	129.73	6.94	31.01
ENIP55/AGC-MIXTO	17.10	19.20	14.23	10.37	1.96	113.31	5.23	32.74
AGS/PESCII-SON-PGDSC	14.50	16.24	15.19	10.37	1.91	114.67	8.63	30.38

LRS: Longitud relinga superior LRI: Longitud relinga inferior LC: Longitud del cuerpo (malla estirada)

Ah: Abertura horizontal teórica

Av: Abertura vertical teórica

Círculo de pesca: Perímetro de la primera sección del cuerpo, sin considerar U₁ y U₂ (malla estirada)

Si tomamos como parámetro de mayor eficiencia el frente operacional que puede alcanzar cada red, es decir, el área teórica de la boca de la red; como se muestra en Tabla 3, los mayores valores se alcanzan con la red ENIP55/AGC-MIXTO con 20.33 m², seguida por la AGS/PESCII-SON-PGDSC con 19.81 m².

Tabla 3.- Área de diseño máximo alcanzable en la boca de la red

Tipo de Red	Área de la boca (m ²)	Área Boca/Área de Hilos	Círculo Pesca/Área de Hilos
RSINPMEX50/San Felipe	11.98	1.00	1.71
RSINPMEX50/Guaymas	11.51	0.96	1.71
RSINPMEX50/Mixto	11.51	0.98	1.75
RSINPMEX50/Mixto-Extensión	11.51	0.94	1.67
RSINPMEX50/Fantasma	11.82	1.12	1.93
RSINPMEX50/Fantasma-Extensión	11.82	0.99	1.71
ENIP55/AGN	13.80	1.99	4.47
ENIP55/AGC-MIXTO	20.33	3.89	6.26
AGS/PESCII-SON-PGDSC	19.81	2.30	3.52

Un aspecto fundamental de cualquier diseño de red de arrastre es su rendimiento, es decir, como obtenemos los máximos valores de eficiencia operativa, con la menor resistencia al arrastre, y por ende, reducción del consumo de combustible y desgaste del motor.

El indicador básico de la resistencia al arrastre es el área total de los hilos que conforman la red; al comparar este valor con respecto al Área Teórica de la Boca, como podemos observar en la Tabla 3, la red que presenta mejores valores de rendimiento es la ENIP55/AGC-MIXTO con 3.89 m² por cada m² de hilo, seguida por la AGS/PESCII-SON-PGDSC con 2.30 m² por cada m² de hilo.

Al comparar en área total de hilos con respecto al Círculo de Pesca, otro de los parámetros indicadores de la eficiencia, tenemos que la red que presenta mejores valores de rendimiento es la ENIP55/AGC-MIXTO con 6.26 m por cada m² de hilo, seguida de la ENIP55/AGN con 4.47 m por cada m² de hilo.

Con base en los resultados obtenidos al efectuar el análisis geométrico constructivo, podemos señalar que la red ENIP55/AGC-MIXTO es la que presenta los mejores parámetros teóricos de diseño de las 9 redes utilizadas durante el proceso experimental.

Comentarios adicionales

En general todos los diseños presentan líneas teóricas muy parecidas, con ligeras variaciones en función del número de mallas y razones de corte empleadas. Los valores teóricos mayores alcanzados se deben en gran medida a que dichas redes presentan mayores dimensiones.

Es muy importante destacar, que independientemente de lo anterior, la forma de operación y elementos de aparejamiento utilizados en cada red, puede modificar el comportamiento de dichos parámetros (aberturas horizontal y vertical).

4.5.2 SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO

La corridas efectuadas para obtener el comportamiento hidrodinámico de cada red se realizaron con el programa Trawl Vision Simulator de Acruxsoft; para la simulación se estandarizaron los valores de profundidad de arrastre, longitud de cabo de remolque, lastre, flotación y portones de arrastre; la variable aplicada para cada tipo de red fue velocidad de arrastre bajo regímenes de 2.0, 2.5 y 3.0 nudos.

Si bien el programa presenta una gran variedad de opciones de parámetros a obtener mediante la simulación, se presentan únicamente los más significativos desde el punto de vista hidrodinámico.

A continuación se presentan los resultados de la simulación de los diferentes diseños con el programa indicado anteriormente, en ellos también se reflejan las diferencias en el tamaño de las redes empleadas durante el proceso de pesca

experimental. Es importante destacar, que a pesar de ser la red de mayores dimensiones, la notoria reducción del valor de resistencia al avance que presenta la red ENIP55/AGC-Mixto, se debe al propio diseño de la red y al diámetro de los hilos del paño empleado en su construcción (0.55 mm).

De igual forma se podrá observar que las redes ENIP55/AGC, ENIP55/AGC-Mixto y AGS/PESCII-SON-PGDSC, presentan los porcentajes más bajos de abertura horizontal y los más altos de abertura vertical, lo cual se debe en gran medida a que utilizaron puertas de arrastre de dimensiones inferiores a las requeridas.

Se estima importante reiterar, que las simulaciones se realizaron con elementos estandarizados de los diferentes componentes y elementos de aparejamiento, así como las condiciones de operación:

- Puertas de arrastre
- Flotadores
- Lastre
- Longitud de cabo de remolque
- Aparejamiento de doble relinga
- Sin excluidores de tortugas y peces
- Misma profundidad de arrastre
- Tipo de fondo plano arenoso
- Velocidad de corriente "0"
- Sin carga por efecto de las capturas

Tabla 4.- Parámetros de operación mediante simulación a 2 nudos de velocidad

TIPO DE RED	PARÁMETROS DE OPERACIÓN						
	Ah (m)	Av (m)	%Abertura	Área Boca (m ²)	RESISTENCIA (kgf)		Pot. Total Requerida (hp)
					Red	Total	
RSINPMEX50/San Felipe	5.30	1.50	34.4	7.95	146.50	241.10	3.31
RSINPMEX50/Guaymas	5.30	1.50	35.8	7.95	146.40	241.10	3.31
RSINPMEX50/Mixto	5.50	1.50	36.8	8.25	138.90	233.50	3.21
RSINPMEX50/Mixto-Extensión	5.80	1.50	39.0	8.70	142.90	237.50	3.26
RSINPMEX50/Fantasma	5.50	1.50	35.2	8.25	136.40	231.10	3.17
RSINPMEX50/Fantasma-Extensión	4.80	1.50	31.6	7.20	121.90	216.50	2.97
ENIP55/AGN	4.80	1.60	29.0	7.68	201.70	296.30	4.07
ENIP55/AGC-MIXTO	4.70	2.10	24.3	9.87	95.90	190.50	2.61
AGS/PESCII-SON-PGDSC	4.40	2.00	23.1	8.80	154.40	249.00	3.42

Tabla 5.- Parámetros de operación mediante simulación a 2.5 nudos de velocidad

TIPO DE RED	PARÁMETROS DE OPERACIÓN						
	Ah (m)	Av (m)	% Abertura	Área Boca (m ²)	RESISTENCIA (kgf)		Pot. Total Requerida (hp)
					Red	Total	
RSINPMEX50/San Felipe	5.90	1.40	38.1	8.26	232.30	377.60	5.18
RSINPMEX50/Guaymas	5.90	1.40	39.6	8.26	232.20	377.50	5.18
RSINPMEX50/Mixto	6.00	1.40	40.6	8.40	220.20	365.50	5.02
RSINPMEX50/Mixto-Extensión	6.40	1.40	43.1	8.96	226.60	371.90	5.10
RSINPMEX50/Fantasma	6.00	1.40	39.8	8.40	216.30	361.60	4.96
RSINPMEX50/Fantasma-Extensión	5.20	1.40	34.5	7.28	193.30	338.60	4.65
ENIP55/AGN	5.50	1.50	33.0	8.25	319.80	465.10	6.38
ENIP55/AGC-MIXTO	5.00	2.00	26.0	10.00	152.10	297.30	4.08
AGS/PESCII-SON-PGDSC	4.90	1.90	25.6	9.31	244.80	390.10	5.35

Tabla 6.- Parámetros de operación mediante simulación a 3.0 nudos de velocidad

TIPO DE RED	PARÁMETROS DE OPERACIÓN						
	Ah (m)	Av (m)	% Abertura	Área Boca (m ²)	RESISTENCIA (kgf)		Pot. Total Requerida (hp)
					Red	Total	
RSINPMEX50/San Felipe	6.30	1.30	41.0	8.19	336.70	543.90	7.45
RSINPMEX50/Guaymas	6.30	1.30	42.6	8.19	336.50	543.80	7.46
RSINPMEX50/Mixto	6.40	1.30	43.5	8.32	319.10	526.30	7.22
RSINPMEX50/Mixto-Extensión	6.80	1.30	46.2	8.84	328.40	535.60	7.35
RSINPMEX50/Fantasma	6.50	1.30	42.6	8.45	313.50	520.80	7.15
RSINPMEX50/Fantasma-Extensión	5.60	1.30	36.6	7.28	280.10	487.30	6.69
ENIP55/AGN	6.10	1.40	36.2	8.54	463.50	670.70	9.21
ENIP55/AGC-MIXTO	5.20	1.80	27.3	9.36	220.40	427.60	5.87
AGS/PESCII-SON-PGDSC	5.30	1.70	27.6	9.01	354.80	562.10	7.72

Derivado de poca disponibilidad de tiempo durante el proceso experimental, no fue posible llevar a cabo una calibración correcta de cada diseño de red, incluyendo la medición directa de sus parámetros de operación. Sin embargo, derivado las

simulaciones realizadas, podemos considerar que las redes empleadas presentan en lo general, valores teóricos similares.

Lo anterior es de suma importancia particularmente por el comportamiento del camarón azul, el cual se caracteriza por presentar mayor reacción al arte de pesca y desplazamientos significativos en la columna de agua. En mediciones subacuáticas directas realizadas por investigadores mexicanos del INAPESCA, conjuntamente con personal del National Marine Fisheries Service (NMFS) en las instalaciones del NMFS en Pascagoula, E.U.A., se pudo verificar que la red tipo RSINP50/MEX-Guaymas con velocidades de arrastre de 2.0 nudos y empleando los mismos portones de acero de 0.72 m² de área, los valores de abertura horizontal y vertical fueron de 7.92 m (52%) y abertura vertical de 2.4 m, respectivamente.

Comentarios adicionales

En el trabajo cotidiano de pesca realizado por los pescadores de San Felipe, B.C. y Golfo de Santa Clara, Son., muchas de las veces emplean los materiales y componentes que se encuentran disponibles en el mercado local, mismos que la mayoría de las ocasiones no necesariamente son los requeridos.

De igual manera, la poca experiencia en labores de pesca de arrastre, así como el reducido conocimiento de las zonas de arrastre, tiene una influencia significativa en la eficiencia de operación de los sistemas de captura empleados, generando con ello desaliento e inconformidad con el arte de pesca propuesto.

Es importante señalar, que la gran variedad de motores fuera de borda empleados durante el proceso experimental en términos de su tipo (2T y 4), horas de trabajo, potencia, longitud de pata/transmisión, etc., hace muy difícil establecer un régimen de operación idóneo para las actividades de pesca de arrastre; es indudable, que en términos de consumo y períodos de vida útil, presentan desventajas con respecto a la pesca de camarón con equipos de enmalle y suriperas.

Es indudable que el sistema de captura propuesto presenta posibilidades de mejoramiento, tanto en diseño, como en su aparejamiento y operación; sin embargo, en tanto no sea posible llevar a cabo un ciclo anual de pesca completo en las diversas zonas en las cuales se distribuye el camarón azul y café en la Reserva de la Biósfera, no es posible determinar de manera fehaciente su eficiencia técnica y económica.

V. BIBLIOGRAFÍA

Medina Carrillo, F., S. Paúl Padilla Galindo y J. T. Nieto Navarro. 2012. Aplicación y evaluación del sistema de pesca de arrastre selectivo, por popa en embarcaciones menores, para la captura de camarón y protección a la vaquita marina en el Alto Golfo de California. En: López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, pp. 315-338.

Shapiro, S. S. y M. B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52(3/4): 591-611.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf, 1979. *Biometría, Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume, Madrid. 832p.

Sparre, P. y S. C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual documento técnico de pesca, N° 306.1. Rev. 2. Valparaíso, Escuela de Ciencias del Mar. 458 p.

Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice Hall. New Jersey. USA. 622 p.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Formato de verificación.

Nombre de panga:

Patrón de la panga:

ELEMENTOS DEL PAÑO DE LA RED A CONSIDERAR:

	RSINPMEX 50'	RSINP MODIFICADA	OTRA	
TIPO DE RED:				
	SPECTRA	POLIETILENO	NYLON MONO (num. Y marca de hilo)	
MATERIAL:				
	ALAS	CUERPO DE LA RED	ANTEBOLSO	BOLSO
TAMANO MALLA				
REFERENCIA RSINP	60	50	40	1 3/4
	CENTRO DE BOYADO (DE RELINGA A INICIO DE EXTENSION DEL DET)		CENTRO DE ARRASTRE (DE RELINGA INFERIOR A INICIO EXTENSION DET)	
NUMERO DE MALLAS			NUMERO DE MALLAS VERTICALES DE LA PRIMERA CHUCHILLA DEL ALA EN SU BORDE MAS LARGO	
REFERENCIA RSINP	178 MALLAS		142.5 MALLAS 40 MALLAS	

ELEMENTOS DEL DET A CONSIDERAR:

	DOBLE	SENCILLA		ANGULO INCLINACION	DISTANCIA EN BARRAS	FLOTADOR
TAPA			PARRILLA			
	ORIENTACION Y ABERTURA DE LA SALIDA EN LA EXTENSION	ABERTURA VERTICAL DE LA TAPA	REFERENCIA NORMA	30 a 50 grados	10. 4 cm maximo	en salida por abajo un flotador de poliuretano de hasta 10 kg/f de flotación
SALIDA						
REFERENCIA NORMA	180 X 66 cm Por abajo	Minimo 61 cm por detrás de la parrilla				

ELEMENTOS DEL ARMADO A CONSIDERAR:

	CENTRO	ALAS		
FLOTADORES				
REFERENCIA RSINP	Un flotador de poliuretano (melon) de 25 x 23	dos flotadores poliuretano de 23 x 18 cm en el centro y la punta de las alas		
LASTRE	peso y diametro de cadena	configuracion de armado		
REFERENCIA RSINP	galvanizada de 1/4 diam. entre 9 y 11 kg	con tirantes de longitud decreciente empezando en el centro con 30 cm y terminando en 10 cm, separados 58 cm. Puede ser montada en cabo o directa		
EXCLUIDOR DE PECES	material y dimensiones	posición		
REFERENCIA RSINP	Acero inox. 6mm diam. 32 x 13 cm de elipse	vertice en dirección a la boca a 5 m de los anillos del bolso		
CONEXIÓN A PUERTAS				
REFERENCIA RSINP	LONGITUD DE RENDALES: 30 cm	LONGITUD DE TIRAS: 4 a 1		
	DIMENSIONES	PESO	MATERIAL	
PUERTAS				
REFERENCIA RSINP	122 X 60 cm	ENTRE 18 Y 22 Kg c/u	Lamina acero, soleras, perfiles y cadena	
CALIBRADO DE PUERTAS	Tirante inferior delantero	Tirante inferior trasero	Tirante superior delantero	Tirante superior trasero
REFERENCIA RSINP	15 eslabones	20 eslabones	17 eslabones	20 eslabones

NOMBRE, FIRMA E INSTITUCION DEL QUE CERTIFICA:

FECHA

Anexo 2. Asesoría y asistencia técnica.

Parte del propósito de estar a bordo de las embarcaciones del grupo asignado, fue de asesorar y asistir técnicamente en aspectos de calibración y uso de la red de arrastre a los usuarios o técnicos contratados.

Uno de las dificultades comunes fue la determinación de la longitud de los cabos de arrastre (tiras), debido a que la profundidad registrada por las videosondas fue en pies y las marcas en los cabos eran en brazadas. Por tanto, se realizó una tabla de conversión de profundidad de pies a brazas y la determinación de la cantidad de cabo necesario para profundidades de 60 a 141 pies, con base en la relación de 4 veces la profundidad de lugar.

Otro aspecto de importancia fue la calibración de las puertas de arrastre, que consistió en observar el lustre de la zapata, la cual de no ser uniforme a lo largo de ésta, debía verificarse la longitud de los tirantes y posteriormente la distancia de la puesta de arrastre a la primer angola de la red, en ambas relingas (Fig. 22a).

En general, el lustre se observó a menos de la mitad de la longitud de la zapata; no obstante, en algunos casos el contacto de la puesta fue a veinticinco centímetros de la parte posterior. Lo que indica que las tablas trabajaron inclinadas con un desempeño inadecuado del sistema de pesca (Fig. 22b). Al respecto, se modificó la distancia entre las puertas de arrastre y la primer angola de la relinga superior e inferior; con ellos, se logró mejorar el trabajo de la red.

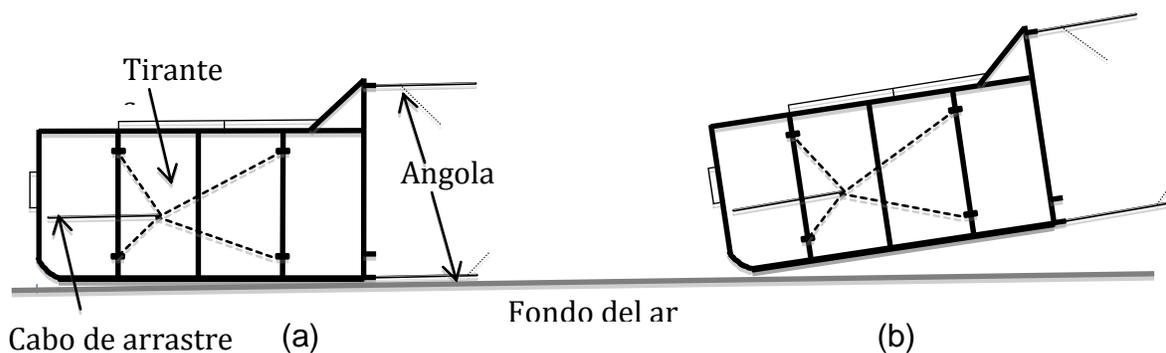


Figura 22. Posición correcta de trabajo de la puerta de arrastre (a) e inclinada en la parte posterior (b).

Tabla 4. Profundidad y longitud del cabo de arrastre (Tiras).

Profundidad		Long. Tiras	Profundidad		Long. Tiras
Pies	Bz	Bz	Pies	Bz	Bz
60	10.00	40.00	101	16.83	67.33
61	10.17	40.67	102	17.00	68.00
62	10.33	41.33	103	17.17	68.67
63	10.50	42.00	104	17.33	69.33
64	10.67	42.67	105	17.50	70.00
65	10.83	43.33	106	17.67	70.67
66	11.00	44.00	107	17.83	71.33
67	11.17	44.67	108	18.00	72.00
68	11.33	45.33	109	18.17	72.67
69	11.50	46.00	110	18.33	73.33
70	11.67	46.67	111	18.50	74.00
71	11.83	47.33	112	18.67	74.67
72	12.00	48.00	113	18.83	75.33
73	12.17	48.67	114	19.00	76.00
74	12.33	49.33	115	19.17	76.67
75	12.50	50.00	116	19.33	77.33
76	12.67	50.67	117	19.50	78.00
77	12.83	51.33	118	19.67	78.67
78	13.00	52.00	119	19.83	79.33
79	13.17	52.67	120	20.00	80.00
80	13.33	53.33	121	20.17	80.67
81	13.50	54.00	122	20.33	81.33
82	13.67	54.67	123	20.50	82.00
83	13.83	55.33	124	20.67	82.67
84	14.00	56.00	125	20.83	83.33
85	14.17	56.67	126	21.00	84.00
86	14.33	57.33	127	21.17	84.67
87	14.50	58.00	128	21.33	85.33
88	14.67	58.67	129	21.50	86.00
89	14.83	59.33	130	21.67	86.67
90	15.00	60.00	131	21.83	87.33
91	15.17	60.67	132	22.00	88.00
92	15.33	61.33	133	22.17	88.67
93	15.50	62.00	134	22.33	89.33
94	15.67	62.67	135	22.50	90.00
95	15.83	63.33	136	22.67	90.67
96	16.00	64.00	137	22.83	91.33
97	16.17	64.67	138	23.00	92.00
98	16.33	65.33	139	23.17	92.67
99	16.50	66.00	140	23.33	93.33
100	16.67	66.67	141	23.50	94.00

Anexo 3.

Tabla 5. Ejemplo de parámetros de simulación utilizados en el software Trawl

Vision Designer.

TIPO DE RED	PORTONES		VELOCIDADES DE ARRASTRE	PROFUNDIDADES	LONGITUDES DE CABO	LASTRE kgf
	(Área m ²)	(Peso kg)	Nudos	Brazas	Brazas	
Fantasma	0.92	13.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
	0.76	20.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
Mixto	0.92	13.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
	0.76	20.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
RS-INP-MEX-50'	0.92	13.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
	0.76	20.0	2 / 2.5 / 3	1.86 / 3.29 / 4.84	(30 y 33) / (35 y 39) / (40 y 45)	11.0
	Madera y acero					
	Acero					

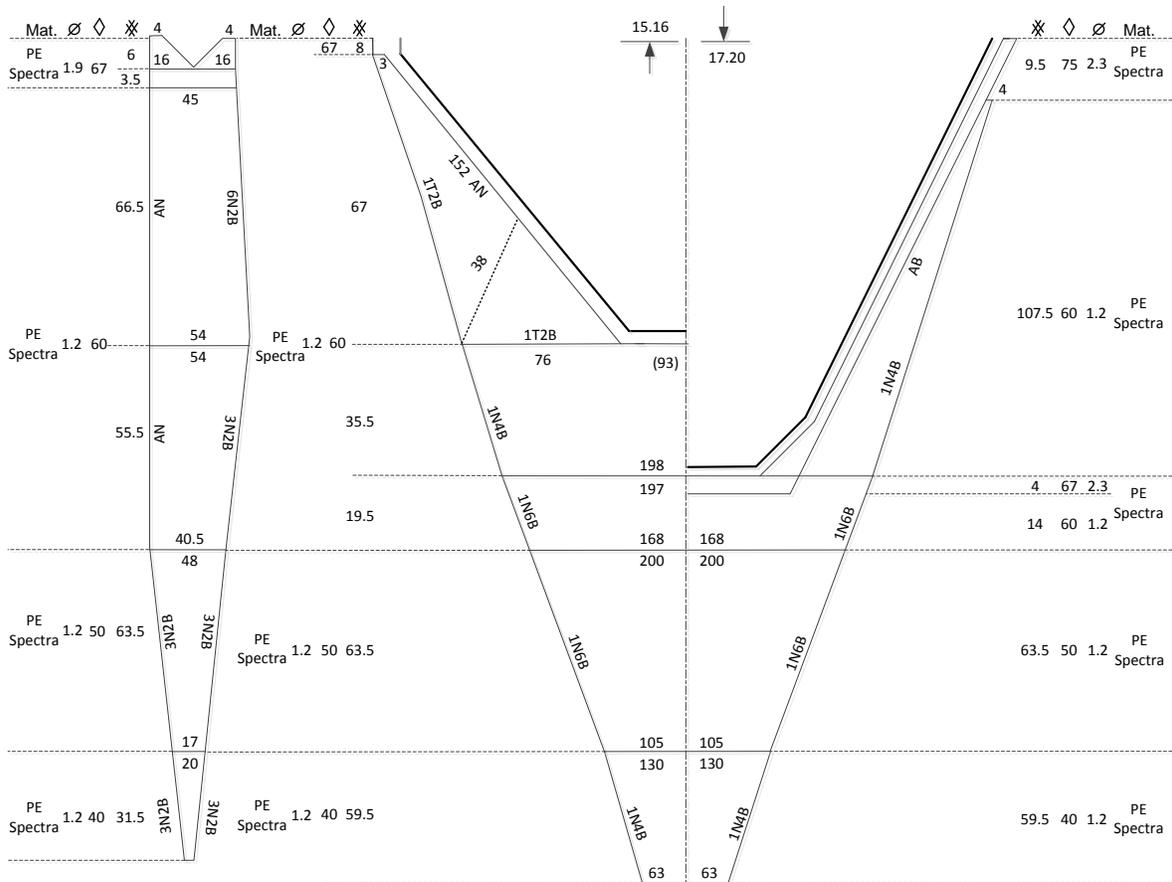


Figura 25. Red de arrastre camaronera RSINPMEX50' modificada al diseño Mixto.

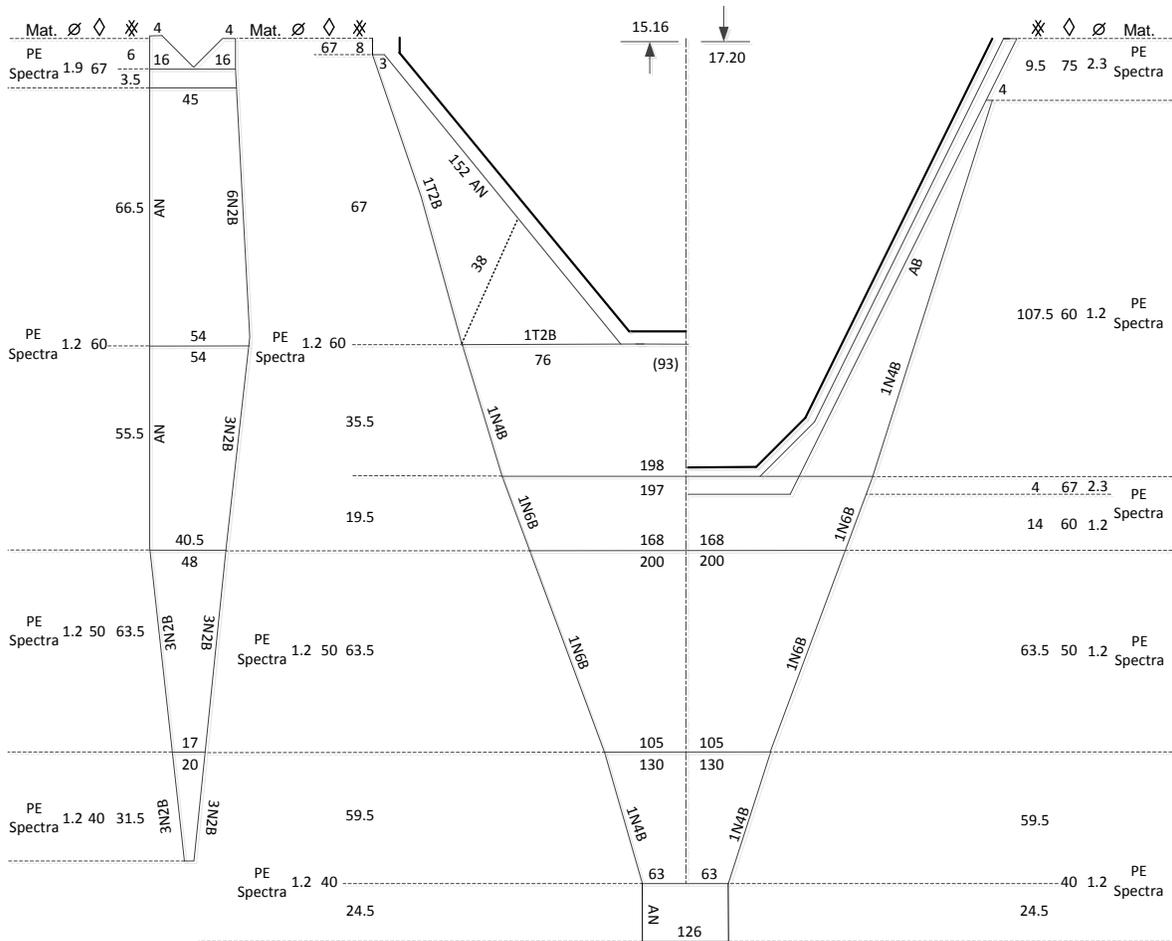


Figura 26. Red de arrastre camaronera RSINPMEX50' modificada al diseño Mixto con extensión.

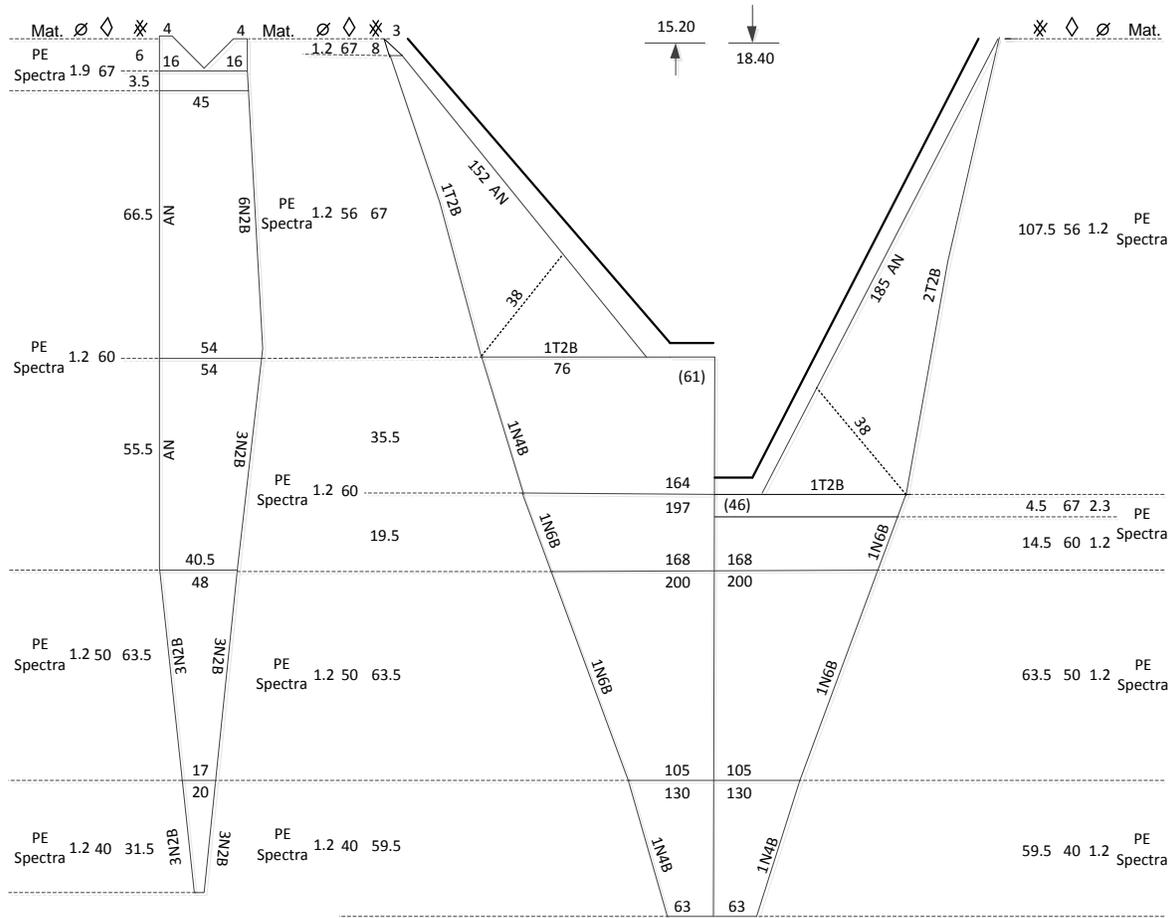


Figura 27. Red de arrastre camaronera RSINPMEX50' modificada al diseño Fantasma.

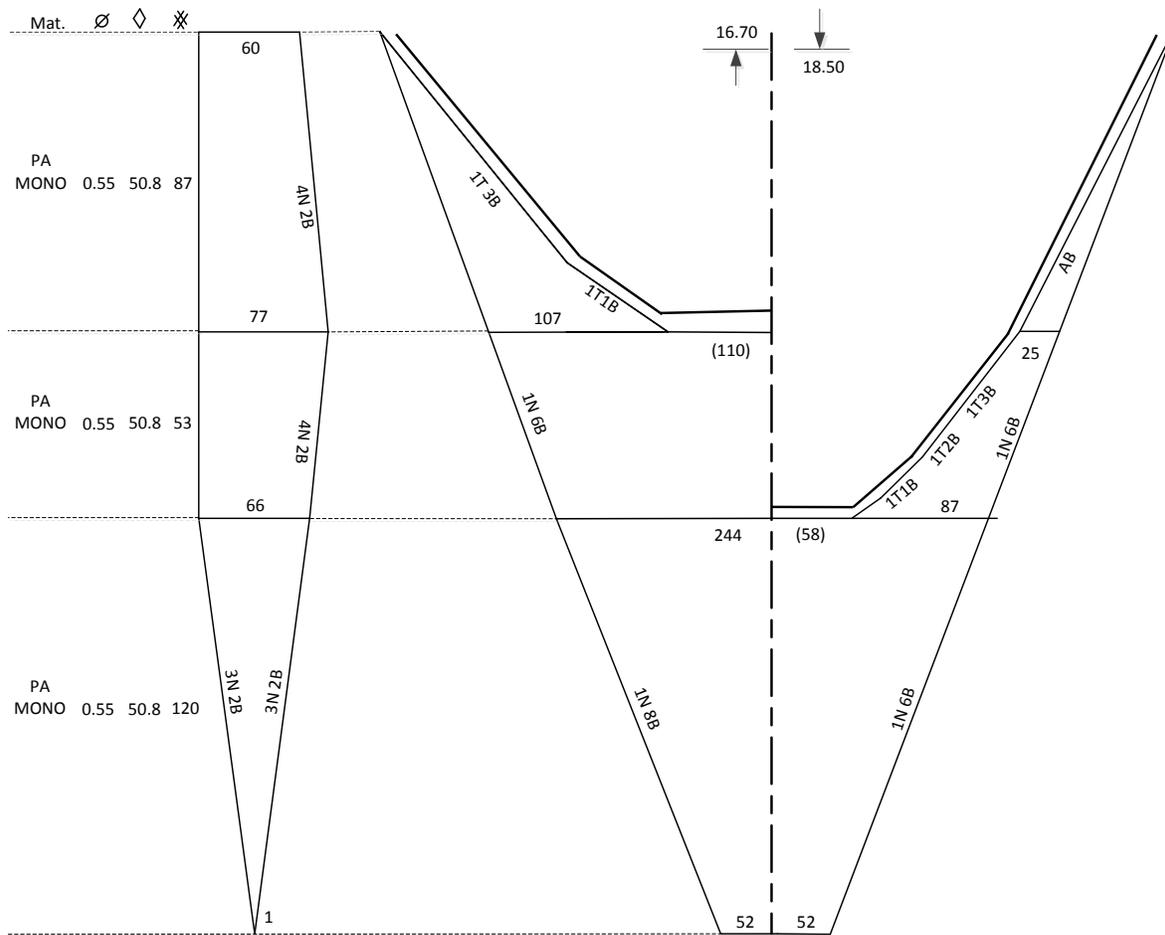


Figura 29. Red de arrastre camaronera ENIP55AGN.

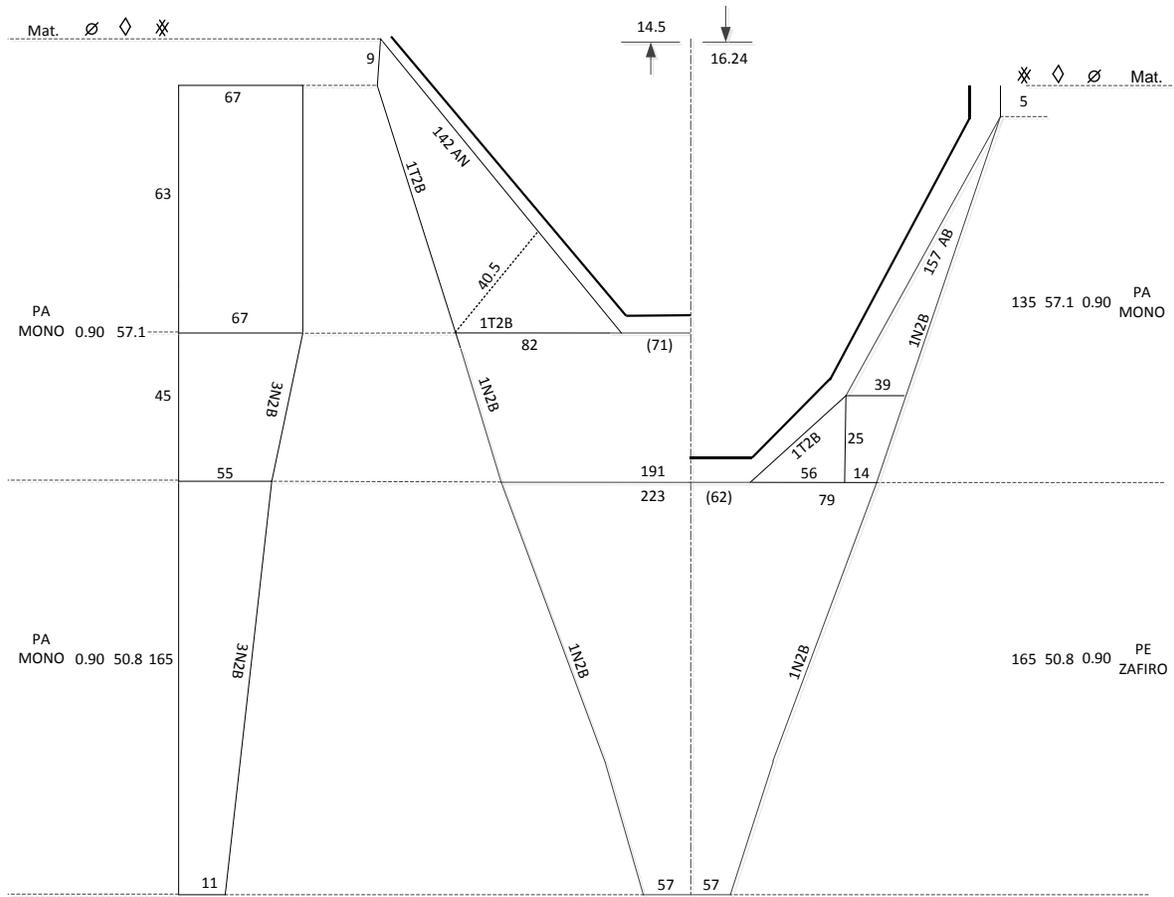


Figura 32. Red de arrastre camaronera AGS-PESCII-SON propuesta por los pescadores de la localidad del Golfo de Santa Clara, Sonora.

Anexo 5. Motores fuera de borda de cuatro (a) y dos tiempos (b).



a) F90X



F100BET



F115AEHT



b) E75BMHDY



E115WH



150AET



200AET