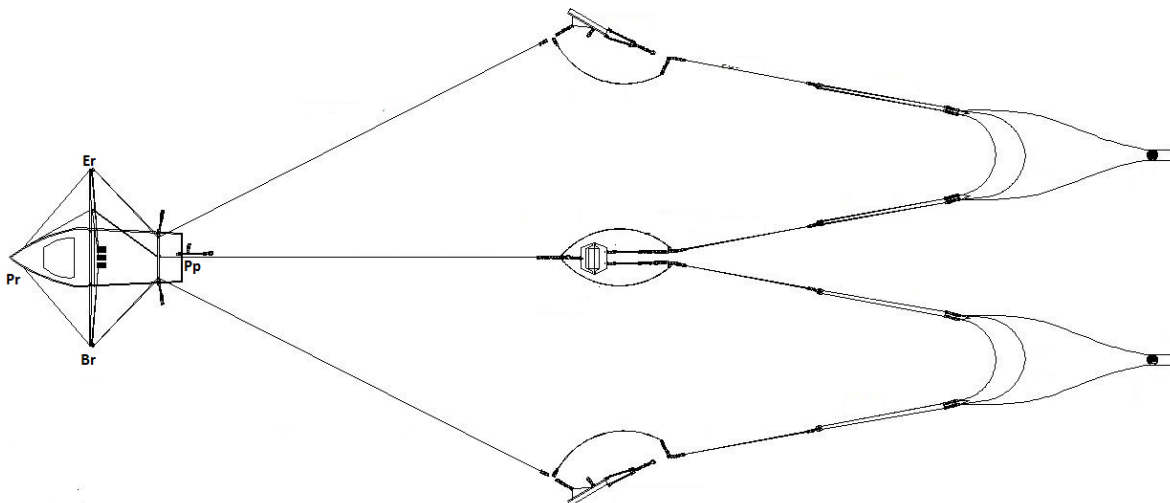


Instituto Nacional de Pesca

Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico

Centro Regional de Investigación Pesquera Salina Cruz

Área: Tecnología de Capturas



Informe técnico

**“Evaluación del cambio de maniobra para realizar la captura del camarón de alta mar,
mediante el uso de doble red remolcadas por popa”**

**Saúl Sarmiento-Náfate
Jesús Villobos-Toledo
Frank Chalkling Bardelli
Luis Dante Georgeti**

Enero de 2014.

1. Introducción.

En las costas del Pacífico mexicano, diversas son las actividades de pesca. Los métodos de extracción de las especies comerciales difieren según la especie a capturar; las que se aprovechan de manera industrial y utilizando métodos complejos son: Atún, camarón, calamar, sardina y algunas especies de escama marina que emplean el método de arrastre demersal para su captura.

La flota camaronera del país, compuesta por 1418 embarcaciones en donde el 76.3 % se concentra en el litoral del Pacífico y el resto en el Golfo de México, resulta ser la más compleja por la necesidad de ordenar y actualizar esa pesquería.

En el Pacífico mexicano, el sistema de pesca de arrastre para la captura del camarón es conocido como doble aparejo, es decir se realiza el remolque de dos redes camaroneras una por banda. Las redes son aparejadas (unidas) con un sistema de tablas rectangulares planas construidas de madera y herrajes, las tablas tienen un sistema de salida o paso de agua de 7.62 a 12.7 cm de ancho que permite reducir la resistencia al avance.

En la actualidad se están utilizando redes de arrastre camaroneras, construidas de material liviano que no absorbe agua y que contribuye al ahorro de combustible, sin embargo aún con esas acciones que se clasifican como innovadoras, no ha sido suficiente para mejorar la situación de la flota.

El sistema de arrastre actualmente utilizado, tiene su antecedente después de la segunda guerra mundial; cuando los permisos especiales para la pesca del camarón fueron negados a los japoneses de tal manera que los pescadores mexicanos tuvieron que adoptar el sistema “americano” por ser sencilla y de ahí que la clasificación de las dimensiones de redes y tablas de arrastre en el ambiente pesquero se maneje con el sistema inglés y no con el sistema métrico decimal como debiera de ser.

Con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la actividad pesquera y enfocada a la pesca del camarón, se ha promovido una serie de desarrollos tecnológicos buscando mejoras en los diseños de redes de arrastre induciendo a reducir la retención de organismos acompañantes del camarón y disminuir la resistencia al avance.

También se ha evaluado el comportamiento hidrodinámico de un prototipo de portones que sustituya las tablas de arrastre que actualmente se usan, se busca que el prototipo tenga mayor eficiencia operativa al mejorar la fuerza de expansión y reducir la resistencia al avance, contribuyendo además a disminuir el impacto sobre el fondo marino y mejorando el aparejamiento en las faenas de pesca.

Por otro lado, la maniobra de pesca actualmente utilizada y conocida como “doble aparejo”, no ha sufrido modificaciones desde su adopción, por ser una maniobra sencilla y desde el punto de vista operativo no tiene ninguna justificación cambiarla; sin embargo analizada desde el ángulo económico, existen razones suficiente para evaluar otro tipo de maniobra de arrastre que permita contribuir no solo al “ahorro de combustible” sino a mejorar los procesos de captura eficientando las operaciones de pesca.

Es conocido que muchos países han modificado su forma de realizar el arrastre para la pesca, buscando con ello reducir los altos costos de operación de las unidades pesqueras y se le suman a ello el cuidado del entorno ambiental así como el de la riqueza natural al integrarse dispositivos de exclusión de especies.

Este documento, es producto de las primeras experiencias oficiales que se realizan en la búsqueda de mejorar la actividad y de contribuir con los esfuerzo del sector productivo en la búsqueda de alternativas tecnológicas que contribuyan al mejoramiento de la actividad pesquera más importante del País.

Las pruebas se realizaron a bordo de una embarcación típica camaronera de la flota comercial del puerto de Mazatlán, Sin. con la finalidad de evaluar el comportamiento operativo del sistema de pesca de arrastre por popa para la captura del camarón y realizar comparaciones con el sistema de doble aparejo (sistema de arrastre de una red por banda).

Los resultados indican que la demanda energética del sistema de arrastre por popa, es menor que la del sistema de arrastre por banda tomando en consideración las revoluciones por minuto (rpm) que requirió cada sistema para la operación. La demanda promedio de rpm del sistema de arrastre por popa fue de 1154 y el promedio del sistema de arrastre por banda de 1364, el sistema de arrastre por popa presentó mayor velocidad de arrastre que el

sistema de arrastre por banda, lo cual indica que las revoluciones entregadas pueden disminuir más.

La captura total obtenida de camarón fue de 1360.5 kg y la de fauna acompañante fue de 6710 kg.

La captura de camarón con el sistema de arrastre por popa fue de 15 kg y mediante el sistema tradicional fue de 1345.5 kg, camarón con cabeza.

En términos de operación se observa, que el sistema de arrastre por banda requiere de mayor revolución por minuto (rpm) que el sistema de arrastre por popa, lo anterior se traduce a un ahorro significativo en el consumo de combustible por operación de pesca.

La pesca del camarón mediante el sistema de arrastre por popa, es factible con algunas modificaciones y la integración de un dispositivo denominado “rodillo” que permite la unión de las redes y realizar el arrastre.

2. Antecedentes.

Algunos registros indican que la pesca del camarón data de la época precolombina, aunque otros señalan que desde el periodo de 1927 (Ferreira, 1965; Igartua, 1992) ya existen registros de captura porque la pesca la realizaban empresas japonesas, a las que se le otorgaban permisos especiales.

Aunque en la actualidad se utiliza el sistema “americano” adoptado después de la segunda guerra mundial y se ha mantenido aunque con ciertos cambios; la cual data del siglo pasado desde la década de los cincuenta (Reynaldo Jiménez, 1986). El sistema ha evolucionado en la medida que el sector productivo ha permitido que así sea, la aparición de materiales nuevos en el mercado ha permitido que al menos en la construcción de las redes de arrastre sean integrados; lo anterior sin conocer si es para propiciar una mayor captura o contribuir al ahorro de combustible, pues las características de esos materiales es que son livianos por no absorber agua.

La tendencia global es la búsqueda de reducir el consumo de combustible a través de mecanismos que permitan ese ahorro; utilizar diseños novedosos de red de arrastre que

facilitan la captura de las especies objetivos y permiten el ahorro de energía por no requerir de elevada fuerza para el remolque. El uso de portones hidrodinámicos construidos de material de hierro que son altamente eficientes en la operación también lleva esa finalidad.

Esas experiencia en México son escasas, y la generación de información técnica sobre aspectos pesqueros se producen de manera mínima, de tal manera que el sector productivo no encuentra alternativas viables para su implementación.

El Instituto Nacional de Pesca, a través del área de Tecnología de Capturas ha iniciado una serie de trabajos que están enfocados al desarrollo de tecnología pesquera para la pesca del camarón de alta mar, realizando las experiencias técnicas a bordo de embarcaciones camaronera existentes.

Una de las líneas de trabajo en el desarrollo de tecnología, es la evaluación del cambio de maniobra en la pesca del camarón, la captura en los litorales de México se realizan mediante los arrastres de redes por banda ya sea con 2 o 4 redes según el litoral, Pacífico o Golfo de México.

El sistema de arrastre por banda, si bien es cierto que respondió en su momento a las necesidades, es un sistema que requiere del empleo de mucha fuerza motriz lo que genera el alto consumo de energía que propicia altos costos de operación.

La anterior situación, propicia que los productores en la pesca del camarón, soliciten el apoyo en el subsidio del combustible que emplean para realizar las actividades de pesca, lo cual genera un costo importante para el estado, temporada tras temporada.

Propiciar el desarrollo de tecnología contribuye a crear actividades productivas que le generen empleo y riqueza al país, por lo que se considera sumamente importante el desarrollo de esta línea de trabajo que contribuirá con la generación de información que permitirá evaluar la el cambio de maniobra de pesca de arrastre por popa y para lograr una transformación en la industria pesquera, específicamente en la del camarón, induciéndola a la pesca eficaz y eficiente.

Aunque es importante generar alternativas tecnológicas que contribuyan a mejorar el estado de las pesquerías, también es de importancia capacitar al personal que opera en las

unidades de pesca en las nuevas tecnologías que se desarrollan, lo anterior contribuye a que se realicen operaciones de pesca de manera eficiente. Los pescadores con mejores herramientas tendrán la posibilidad de realizar la búsqueda de las especies de interés en zonas donde anteriormente no podían llegar y capacitados lo podrán hacer de manera eficiente y precisa. Diversos estudios indican que se han analizado el comportamiento de los capitanes de pesca en los movimientos de un caladero a otro y se ha encontrado que se puede llegar a disminuir hasta un 29 % el consumo de combustible al día cuando este régimen de movimientos se modifica (Wilson, 2005) esto es sumamente importante si se toma en cuenta que arriba del 50 % de las facturas pagadas se refiere a combustible, esto estimado para la flota catalana que su consumo está en alrededor del 78, 000, 000 euros en una temporada de pesca.

SINTEF en su reporte de la pesquería nórdica en la evaluación de medidas para el ahorro de combustible cuando modifican algunas características de las propelas de las embarcaciones logran un ahorro de combustible hasta del 20 % (Ellingsen y Lonseth, 2005).

Wilson (2005) en su documento “Medidas de ahorro de combustible” proporciona una serie de recomendaciones para el ahorro de combustible, entre las que destaca la reducción de la velocidad de crucero, la instalación de cajas reductoras, mantenimiento del motor, rendimiento del motor. Lo anterior con la finalidad de ahorrar combustible en las operaciones de pesca.

El avance de la tecnología se manifiesta en diversas áreas, las investigaciones abarcan una gama amplia pensando siempre en el ahorro de combustible. Los trabajos se han enfocado hacia las mejoras de las propelas en busca de mayor eficiencia y rendimiento en las operaciones. Como lo comenta Gefaell (2006) El precio del combustible está llevando a las flotas pesqueras a situaciones límites por su incidencia en el costo de aprovechamiento de los recursos pesqueros ya que en muchos de los casos esa partida supera el 30 %. Este asunto es importante en los barcos de altura sobre todo en los barcos arrastreros.

Para reducir este gasto, sin reducir los tiempos de viaje o la potencia necesaria para las faenas de pesca, se ha hecho necesaria la búsqueda y aplicación de sistemas alternativos que permitan ahorros de combustible. Las nuevas tecnologías disponibles, comienzan a ser rentables y deseables, no sólo por sus beneficios económicos, sino también por los medioambientales que se pueden obtener. Dentro de los sistemas que se pueden citar, aunque no todos aplicables a buques pesqueros, resaltan los siguientes: utilización de hélices más eficientes, adaptación o sustitución de motores para la quema de otros combustibles, células de combustible, entre otras alternativas. En este sentido FAO (2001), recomienda el uso de toberas en embarcaciones pesqueras arrastreras para aumentar la eficiencia propulsiva, proteger las hélices de daños con objetos desconocidos, obtener empuje adicional al sistema derivado de la forma del perfil hidrodinámico de la tobera, disminuir problemas de vibración y, con la suma de todo, reducir el consumo de combustible.

Jean-Phillippe Vacherot y Gerad Bavouset (2004), realizaron un conjunto de pruebas tecnológicas denominadas Misión ARHAGO 1 y ARHAGO 2, encaminadas a evaluar el desempeño de tensiones por sección del sistema de aparejamiento con diferentes calibraciones de los portones Morgere WS y del clun (rodillo) y como consecuencia la demanda energética del sistema de arrastre por popa utilizando doble red se ve reducida.

De los elementos que se encuentran en modificación y desarrollo tecnológico, son las puertas de arrastre y diversas son las empresas que se encuentran innovando y perfeccionando la tecnología de estos sistemas con la finalidad de hacerlos más eficientes, amigables con el entorno ambiental y contribuyan con el ahorro energético (Catch On, 2005) en su sección Sobre Pesca y Tecnología Pesquera reporta que las puerta tipo Apollo por su gran eficiencia permiten el ahorro de combustible y pueden ser utilizadas con tamaños de redes más grandes si así se requiere.

Marín-López y Saca-Camacho (2006) Analizan el rendimiento en el consumo de combustible de embarcaciones camaroneras de la flota del Ecuador, cambiando la hélice normal por un propulsor en una tobera acelerante encontrando un beneficio en la navegación libre del 7 %

de reducción en el consumo de combustible y hasta el 12 % durante las operaciones de pesca.

Sarmiento-Náfate y Villalobos-Toledo (2013) Señalan la comparación en el consumo de combustible entre dos embarcaciones que operan con un mismo tamaño de equipo de pesca pero con régimen diferente en las operaciones producen un diferencial en el consumo del 22 %. Una unidad operando con un promedio de 1170 rpm y la otra con un promedio de 1370 rpm, los resultados fueron obtenidos a través de la instalación de medidores de flujo en cada embarcación y registrando las rpm entregada a cada unidad por operación de pesca.

3. Justificación.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) establece que se debe fortalecer la Política Nacional del cambio climático y cuidado de medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono. Ante esto, se debe acelerar el tránsito hacia un desarrollo en los sectores productivos primarios; promoviendo el uso de sistemas de tecnología avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos efecto invernadero.

Por lo anterior, es de suma importancia generar alternativas tecnológicas que le permitan al sector productivo transitar en un camino de mayor eficiencia, de manera que contribuya al ahorro de energía que se utiliza en la pesca de camarón; y por lo tanto a incrementar la competitividad y la riqueza en el país.

4. Objetivo General.

Diseñar, construir y probar un sistema de arrastre de doble red por popa para la pesca de camarón, que contribuya a la reducción del consumo de combustible.

4.1. Objetivos específicos.

1. Diseñar y construir un sistema de arrastre por popa para la pesca de camarón.
2. Adaptar un sistema de arrastre por popa a un barco camaronero que presenta un sistema de arrastre por banda.

3. Evaluar el comportamiento de las capturas de camarón mediante el arrastre por popa.

4. Comparar la fuerza demandada por el motor principal de un barco camaronero

mediante la operaciones arrastre por popa y por banda.

RPM, en de popa y



5. Zona de pruebas.

La zona de estudio comprendió la costa sur de Sinaloa (fig. 1). La profundidad de operación osciló entre 12 y 20 m.

Figura 1. Localización de la zona de pruebas en la costa de Sinaloa.

6. Materiales y métodos.

Las actividades de construcción de la maniobra y de los equipos de pesca para llevar a cabo la evaluación de la modificación tecnológica, se desarrolló en Mazatlán, Sin., aprovechando la infraestructura de servicios y disposición para la adquisición de materiales.

Los trabajos se realizaron con una embarcación de la flota comercial, la cual presenta las características establecidas en la tabla 1.

Año de construcción	1976
Eslora	22.0 m
Manga	6.0 m
Puntal	3.0 m
Marca motor principal	Caterpillar
Potencia motor principal	624 Hp
Material del casco	Acero naval

Para apoyo a los trabajos la embarcación contó con la misma maquinaria de cubierta que tiene instalada para la pesca comercial, utilizando un winche R-700 con 3 tambores y carretes (fig. No. 2), adaptando la salida de los cables para que desde ahí se realizara la maniobra de calado y virado de las redes de arrastre.



Fig. 2. Winche típico camaronero R-700 utilizados en las pruebas.

Para el arrastre por popa se diseñó un par de redes utilizando el software Trawl Vision Pro, el cual permite presentar diseños mejorados y reducir la cantidad de material en la construcción de la misma. Se utilizó material Spectra Dyneema UCS, con diámetro de hilo de 1.2 mm y tamaños de malla de 90, 75, 60 y 50 mm en las secciones superiores de la red. Los paneles laterales e inferior fueron contruidos con material Polietileno Trenzado y con nudo, con tamaños de malla de 60 y 50.8 mm y diámetro de hilo de 1.8 mm. Las

características constructivas de dicha red se presentan en la Tabla No. 2 y en la figura 3 el plano de la red de arrastre utilizada. Utilizando la versión comercial que utiliza el barco (Fig. 4).

Tabla2. Características constructivas del diseño experimental LF-2013

Característica	Red LF-2013
	LRS= 22.0 m
Largo de la red (m)	28.12
Largo del cuerpo (m)	18.64
Largo del túnel (m)	4.05
Altura de la red (m)	3.15
Abertura horizontal (m)	11.88
Área total de paños (m ²)	330.28
Área total de hilos (m ²)	29.16
Círculo de pesca (m)	56.7

A estas redes, se les integró un par de portones en “V” de 4.37 m², con un peso aproximado de 350 kg cada uno (fig. 5). Para complementar el aparejamiento de la maniobra y realizar el arrastre de dos redes por popa, se construyó un dispositivo de hierro denominado “rodillo” (Fig. 6) con un peso de 500 kg, el cual unió a las dos redes. El peso del aditamento corresponde a 1.42 veces el peso de cada portón, con la finalidad de que soporte la tensión de ambas redes por la fuerza del arrastre en el fondo del mar.

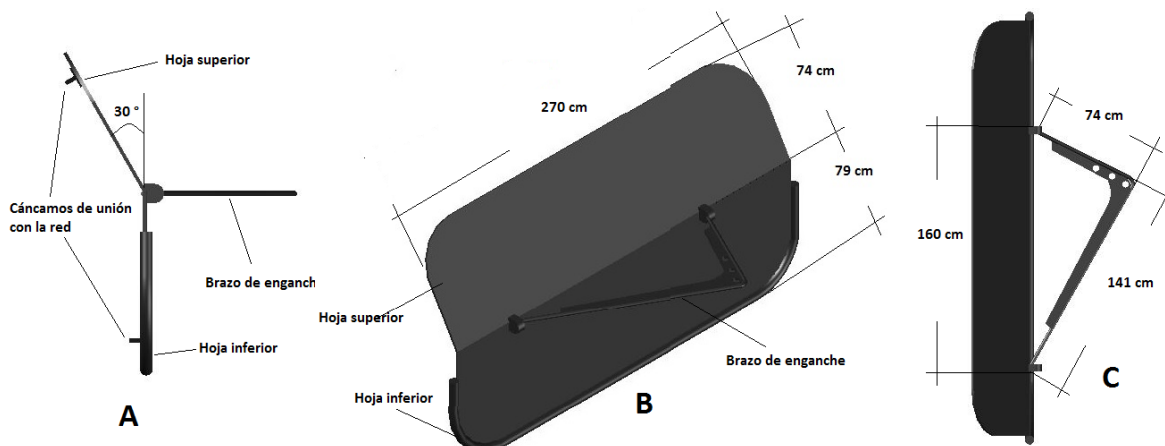
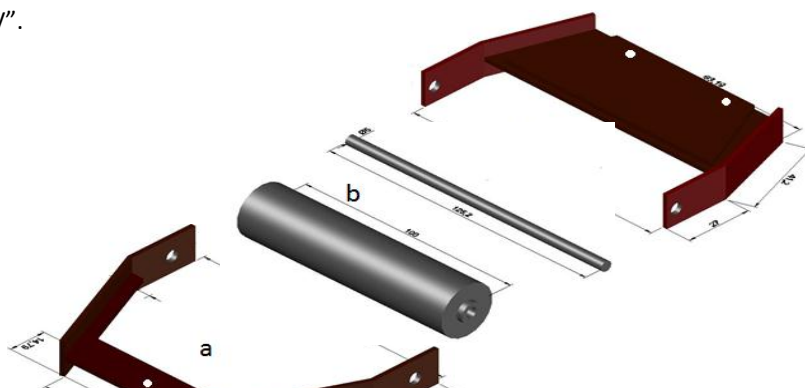


Fig. 5. Portones en “V”.



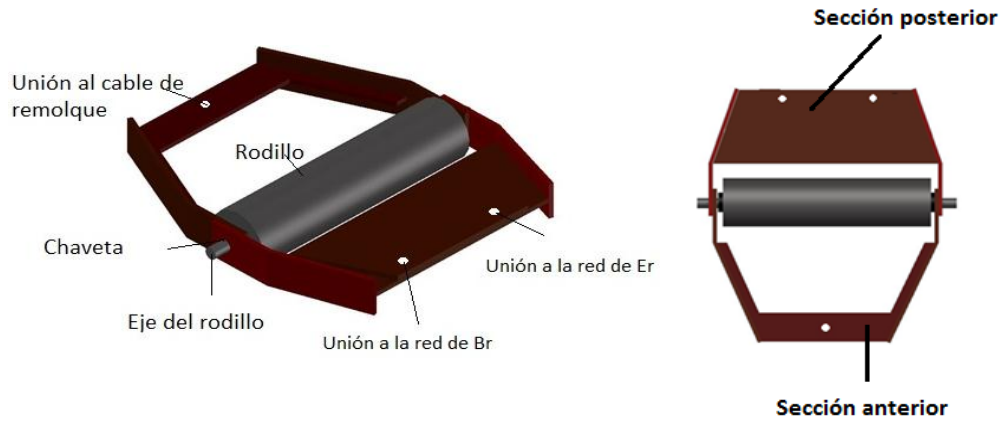


Fig. 6. Esquema general del “rodillo” utilizado para el aparejamiento.

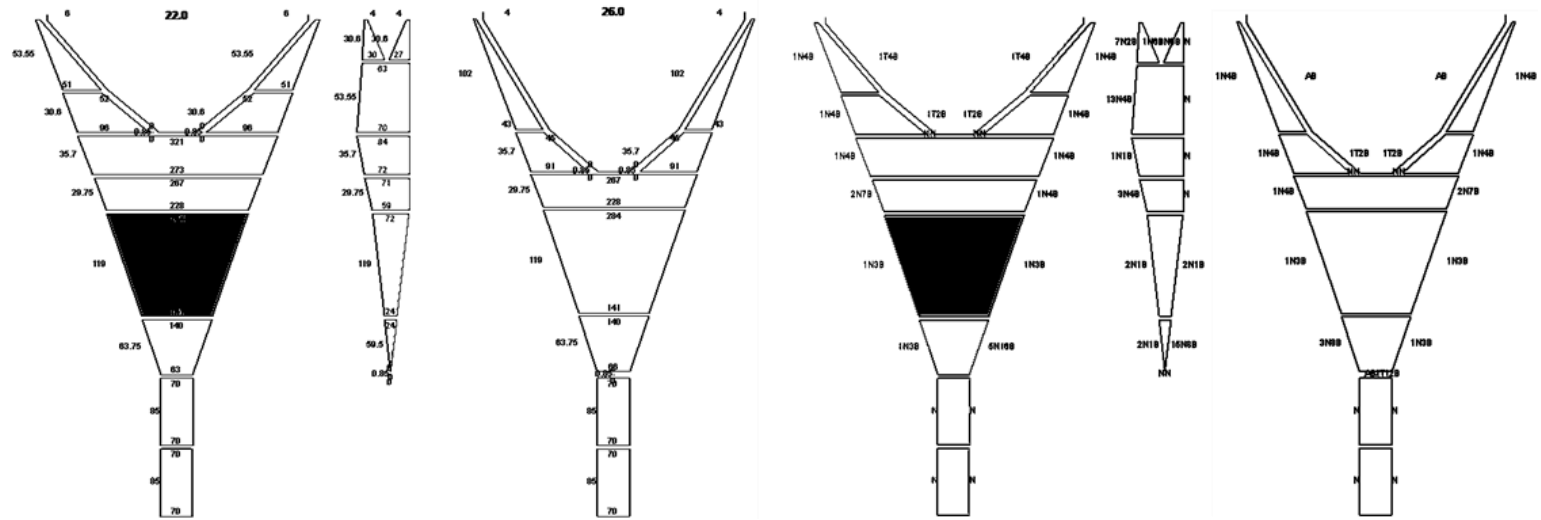


Fig. 3. Diseño de red que se construyó utilizando el software Trawl Vision Pro.

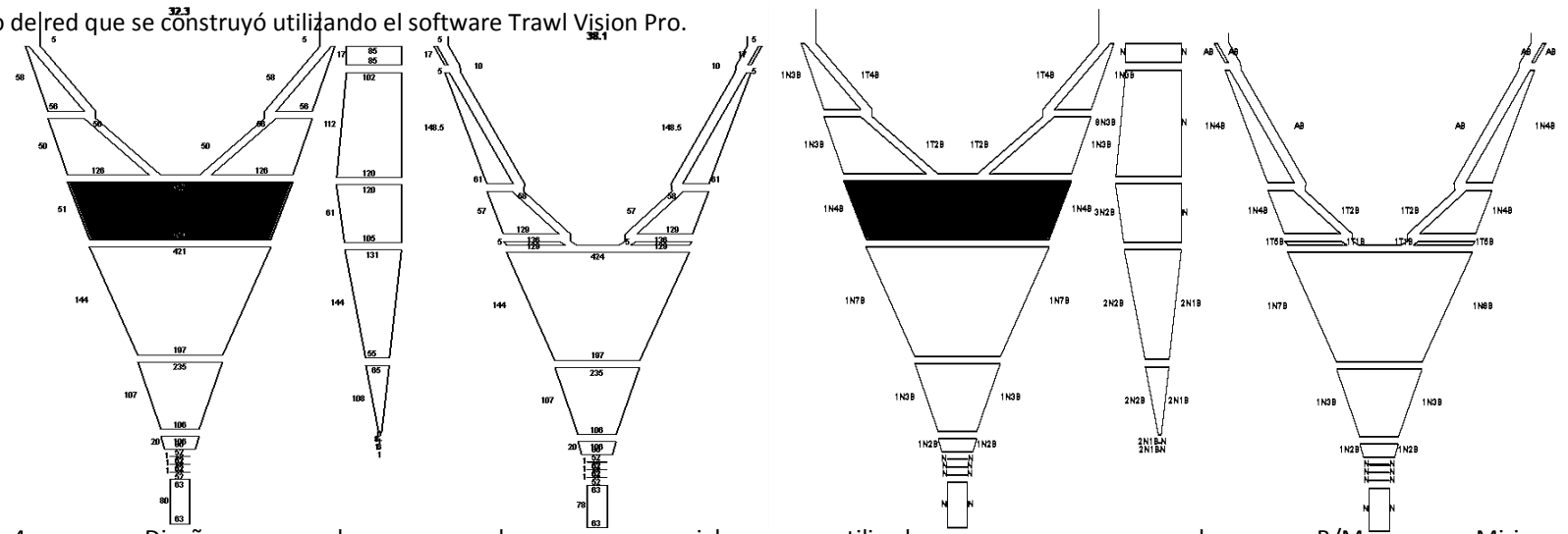


Fig. 4. Diseño de red comercial utilizado por el B/M Miriam..

Para las maniobras de arrastre por popa, fue necesario diseñarle e instalarle un pórtico a la embarcación camaronera (Fig. 7), cuya función es auxiliar y soportar, mediante poleas, las catarinas que resisten los cables de arrastre y permiten la salida de los cables para el arrastre desde ese punto.

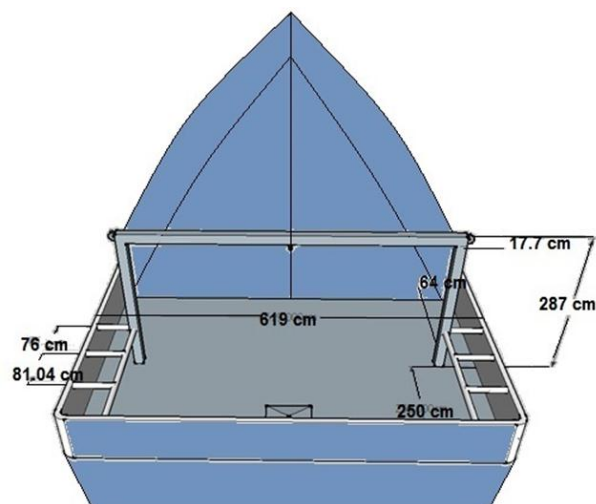


Fig. 7. Características del pórtico.

Los arrastres por banda se realizaron con las redes que tradicionalmente utiliza la embarcación durante las faenas de pesca comercial. Para ello fueron construidas un par de redes tipo “Mixto” de material Poliamida (PA) monofilamento con tamaño de malla de 50.8 mm en toda la sección del cuerpo de la red, cuyas características técnicas se observan en la figura 4.

Característica	Red Mixto
	LRS= 32.3 m
Largo de la red (m)	29.45
Largo del cuerpo (m)	14.19
Largo del túnel (m)	3.06
Altura de la red (m)	3.93
Abertura horizontal (m)	17.44
Área total de paños (m ²)	558.0
Área total de hilos (m ²)	42.11
Circulo de pesca (m)	66.42

Como complemento al equipo de pesca se utilizó un juego de portones de madera de 3.35 m por 1.82 m (11 ft x 61 in) con paso de agua de 7.6 cm (3 ") con un peso aproximado de 500 kg cada uno (Fig. 8).

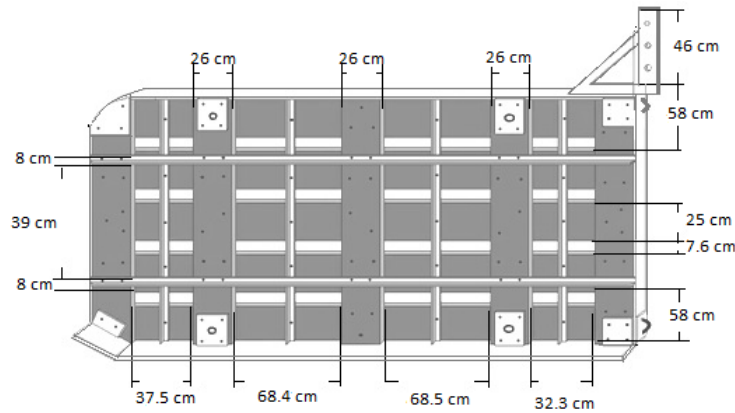


Fig. 8. Esquema de las tablas de arrastre utilizadas para los arrastres por banda.

La maniobra general del arrastre por banda se aprecia en la figura 9.



Fig. 9. Esquema general de arrastre por banda de doble aparejo.

El diseño y construcción de los prototipos a evaluar, fueron realizados en el taller de la empresa “Pesquera Miriam, S.A. de C.V.”, contando además con la participación del personal de la empresa uruguaya ACRUXSOFT (Fig. 10).



Fig. 10. Diseño y construcción de la red LF-2013.

Se previó la integración de sensores electrónicos para la obtención del comportamiento operativo y geométrico, y de la tensión de los cable del sistema de arrastre; así como de la instalación de flujómetros para medir el consumo de combustible en cada operación de pesca; sin embargo, por cuestiones logísticas y de tiempo, ajenas a la planeación del propio proyecto, los equipos no fueron instalados como se tenía planeado, por lo que, esa parte de la propuesta de evaluación será desarrollada con posteridad. Aun así, con parte del equipo de sensores de medición del comportamiento geométrico con el que se contó, fue calibrado para su utilización (Fig. 11), pero derivado que el resto del equipo se tardó en ser importado de España, no fue posible su uso.



Fig. 11. Pruebas de los sensores en tierra.

Inicialmente, se llevaron a cabo los trabajos de acondicionamiento y ajuste de la maniobra para el sistema de arrastre por popa, en una zona cercana al puerto de Mazatlán, con la finalidad de estar en condiciones de atender cualquier situación de emergencia que se presentara en la adecuación del diseño. Después del proceso de adecuación, se procedió al desplazamiento a la zona de pesca decidida por el capitán del buque, donde se realizaron las pruebas de ajuste en la maniobra propuesta; con el objeto de asegurar el funcionamiento adecuado de las operaciones. Posteriormente se realizaron las operaciones con el sistema por banda, procurando arrastrar en la misma profundidad y zona de pesca que con el sistema por popa, con el fin de poder comparar ambos sistemas en condiciones parecidas.

Los datos de operaciones en el proceso de evaluación tecnológica de ambos sistemas fueron registrados en un formato diseñado para tal fin, siendo estos:

Posición geográfica y distancia recorrida por cada lance: con un Geoposicionador marca Furuno GaA8 FET FRONT END 8-TONE

Profundidad y velocidad de arrastre: obtenida de la videosonda marca Furuno, modelo LCD Sounder LS-8000, instalada en la embarcación.

Revoluciones por minuto por lance: tomada del tacómetro instalado en la embarcación Marca Caterpillar 9 X1117.

Longitud de cable largado en las bandas y en el centro: mediante marcas puestas en los cables.

Peso de las capturas de camarón y fauna acompañante: mediante un canasto de plástico previamente calibrado con capacidad de 20 kg.

Dado que no fue posible medir el consumo de diésel de manera directa mediante el uso de un flujómetro, y considerando que las Revoluciones Por Minuto (RPM) son representaciones indirectas de la fuerza que ejerce un motor durante su funcionamiento, y por lo tanto del gasto de combustible; se decidió registrar este parámetro para tratar de comparar estos valores , bajo la premisa de que a igual número de RPM con ambos sistemas de captura (por banda y por popa) igual cantidad de consumo de combustible.

7. Resultados.

Diseño de la maniobra para el arrastre por popa.

Las pruebas tecnológicas fueron planeadas utilizando una embarcación típica camaronera, mediante el sistema de arrastre por banda, por lo que se adaptó la maniobra considerando el tipo de embarcación y la maquinaria de cubierta disponible.

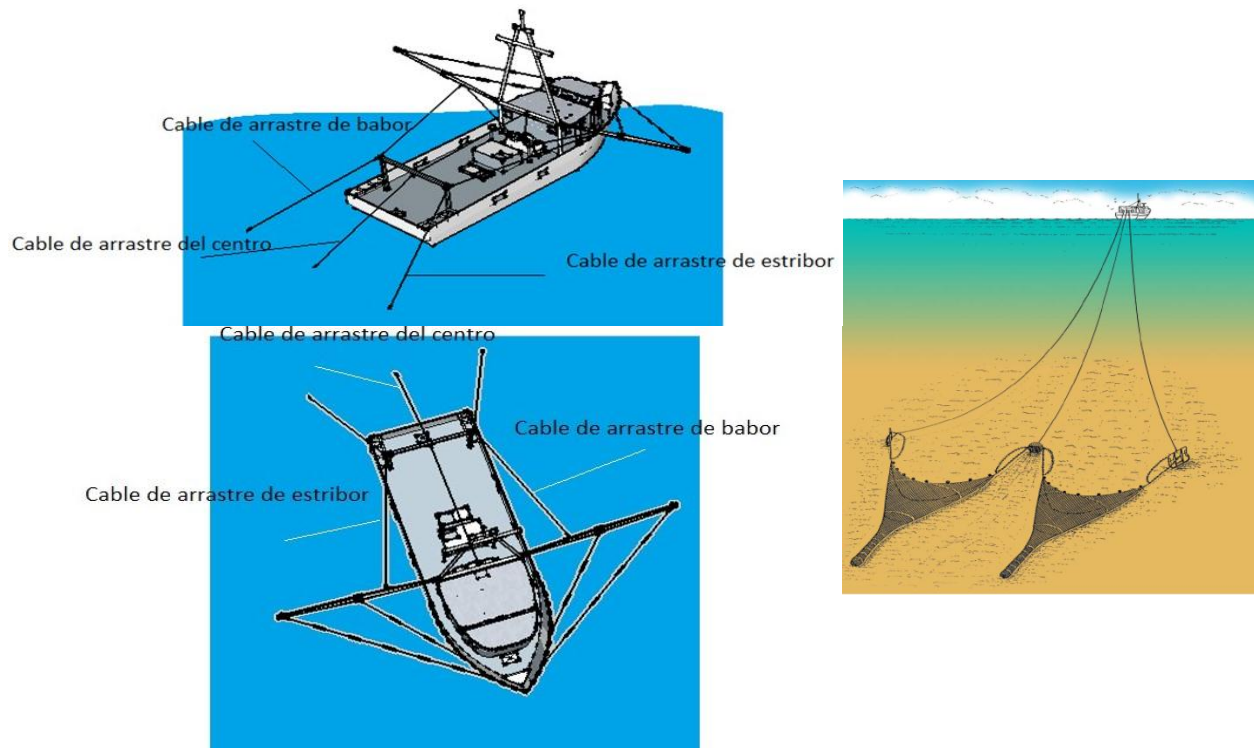


Fig. 12. Disposición de la maniobra de los cables partiendo del winche hacia el pórtico.

El aparejamiento del sistema por popa a detalle, se presenta en las figuras No. 13, 14, 15, 16 y 17 con cada elemento de unión utilizado para ejecutar la maniobra correspondiente.

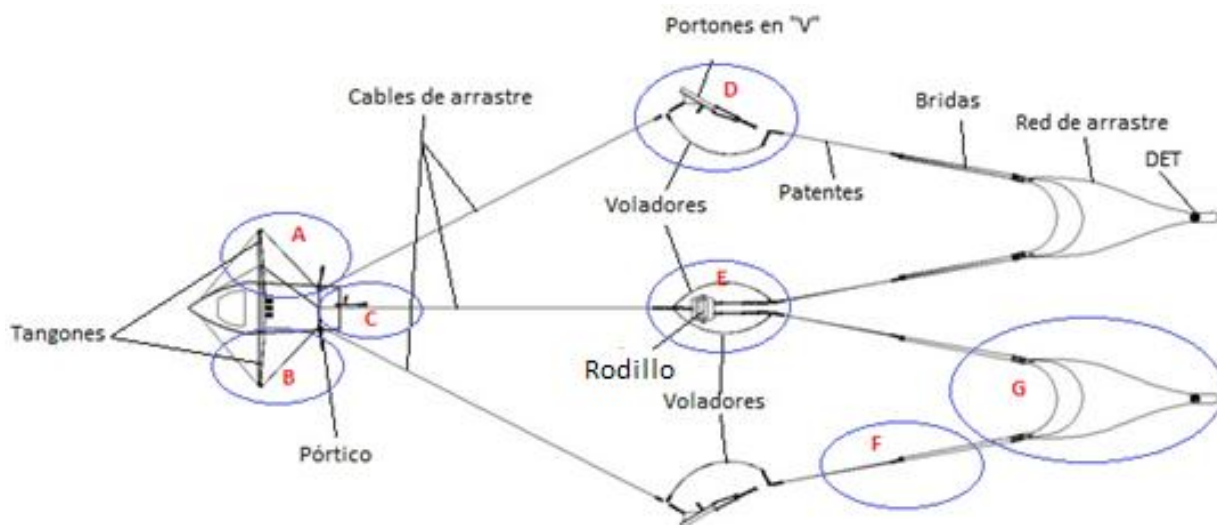


Fig. 13. Distribución específica del aparejamiento de la maniobra de arrastre por popa.

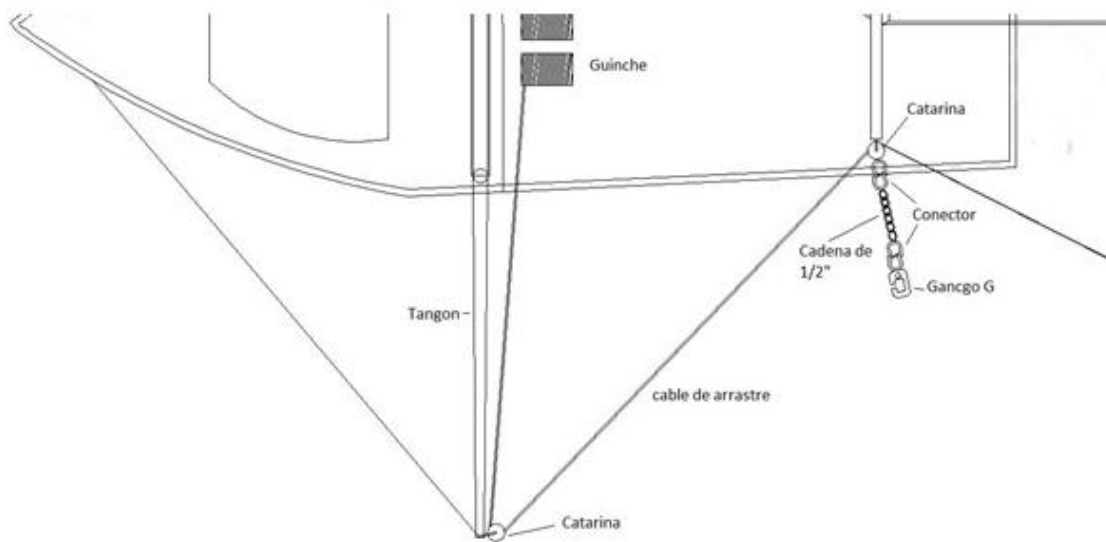


Fig. 14. Detalle A. De los elementos del tangón de babor.

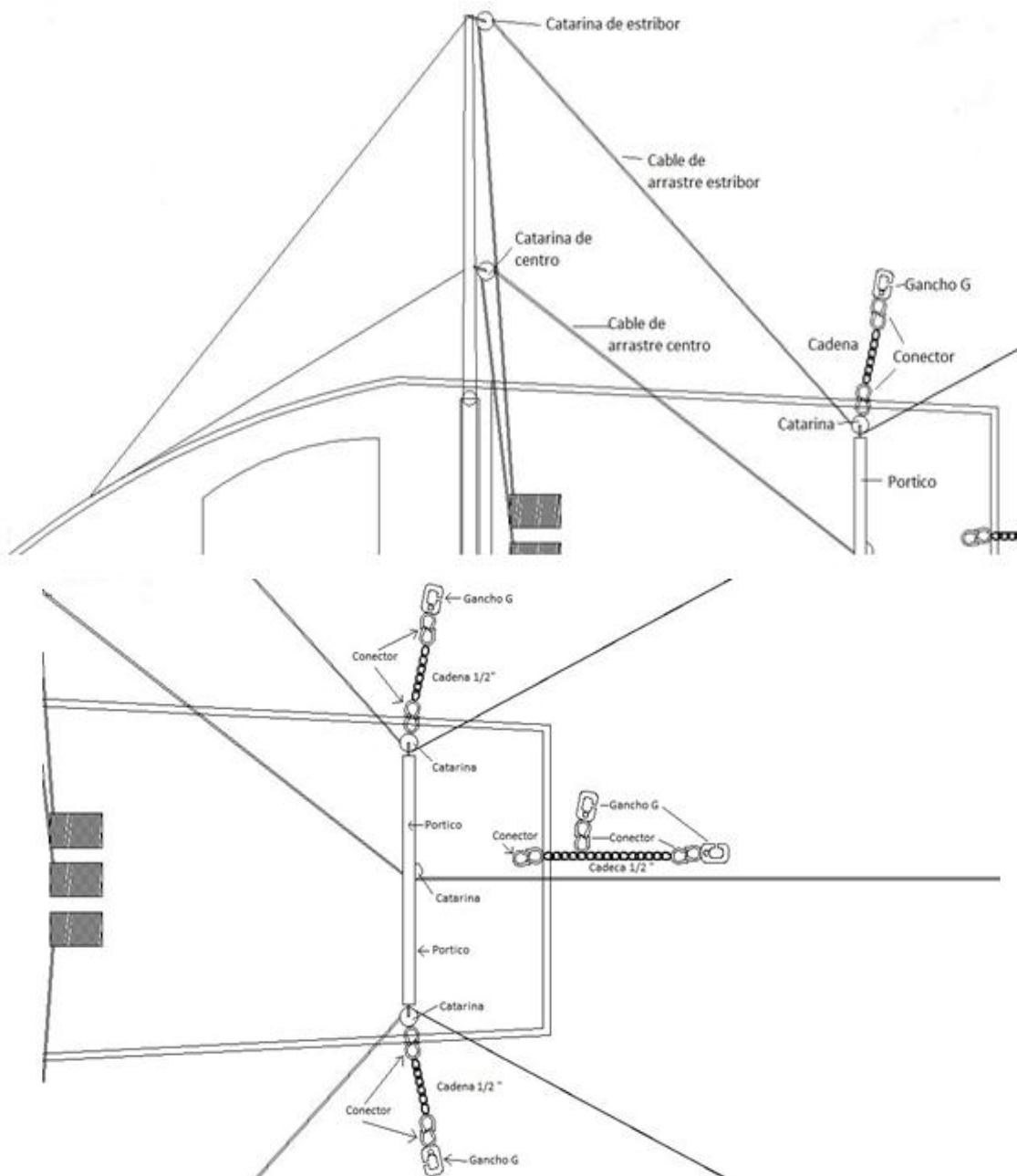


Fig. 15. Detalle B y C, elementos del tangón de estribor y popa.

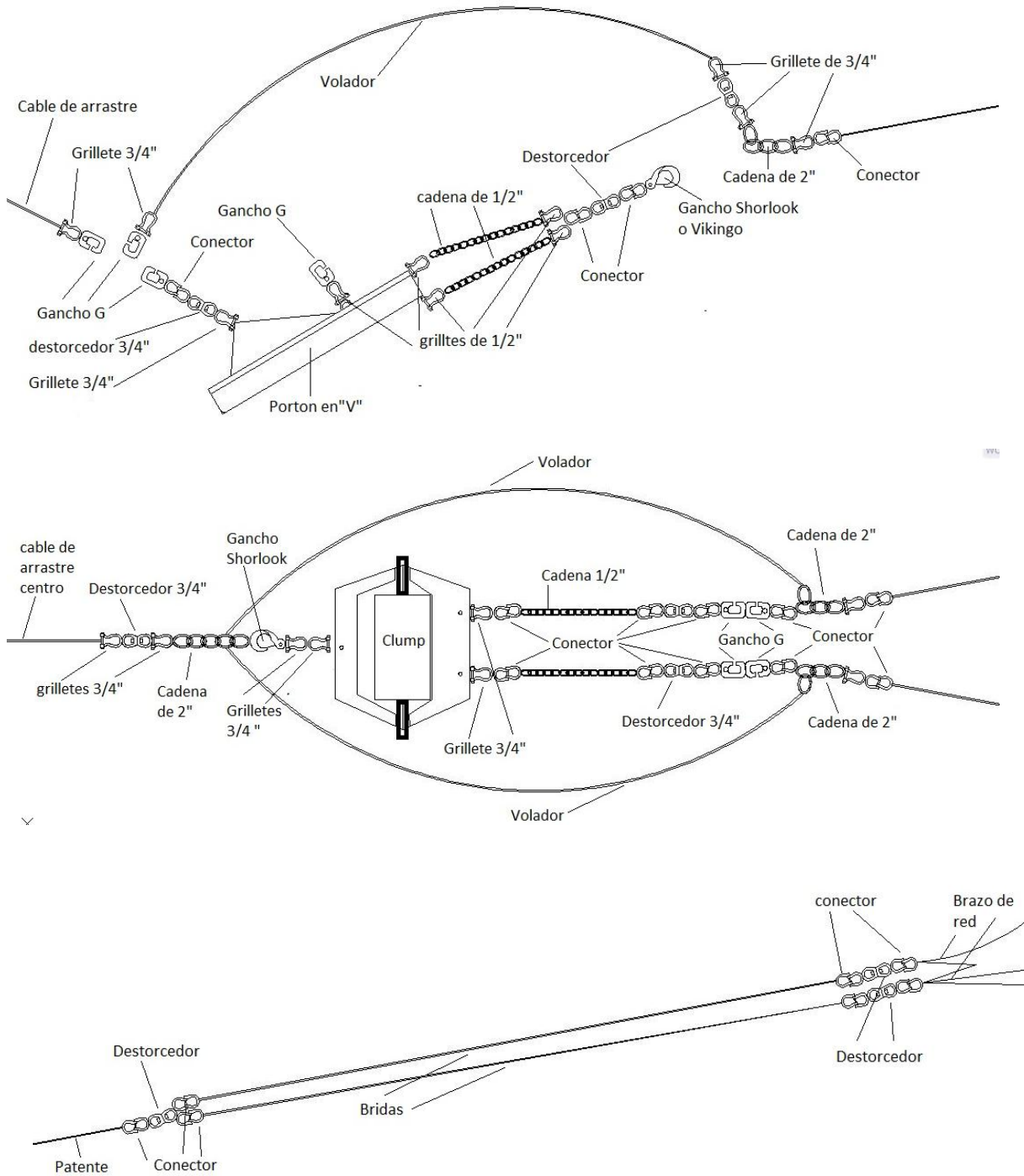


Fig. 16. Detalle D, E y F. Elementos del portón, rodillo, patentes y bridas

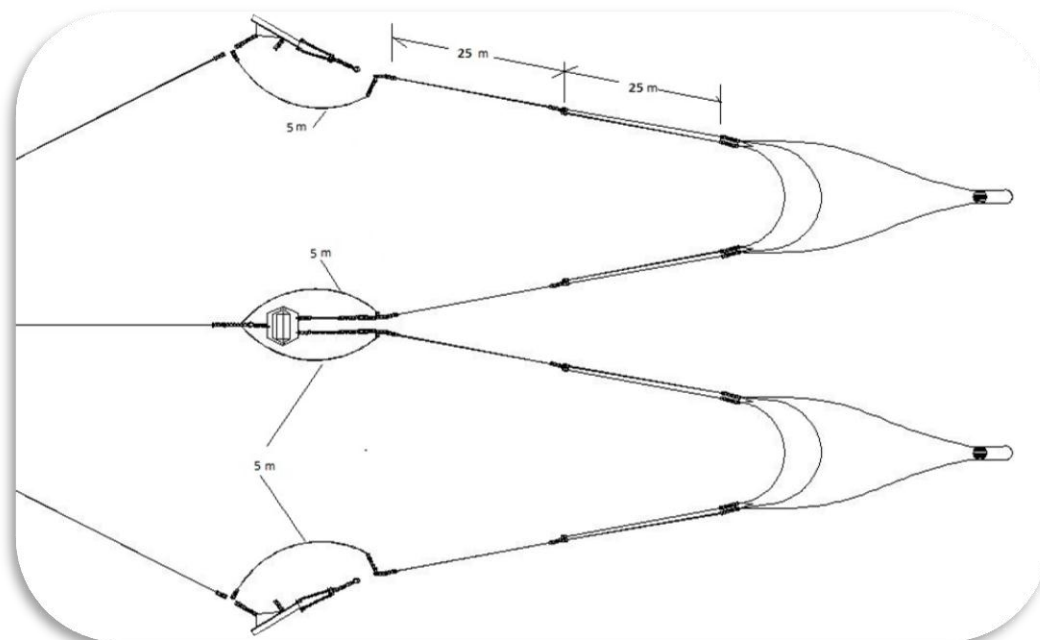


Fig. 17. Detalle de G. De los elementos que unen a la red con los portones.

Fuerza requerida para ambos sistemas de arrastre, medida a través de la RPM.

Las evaluaciones de ambos sistemas de arrastre se realizaron durante el periodo del 29 de septiembre al 5 de octubre de 2013, lográndose realizar 5 lances con el sistema por popa y 10 con el sistema por banda. La demanda de fuerza (RPM) requerida para los arrastres por popa fluctuaron entre 1200 y 1080 RPM de más a menos, debido a que en cada lance fue necesario reducir las RPM entregados al sistema por popa hasta quedar en 1080, con un promedio de 1154 RPM; mientras que para el sistema por banda la demanda osciló entre 1380 y 1320, con un promedio de 1364 RPM (Fig. 18), presentándose un diferencial de 210 RPM entre los promedios de ambos sistemas.

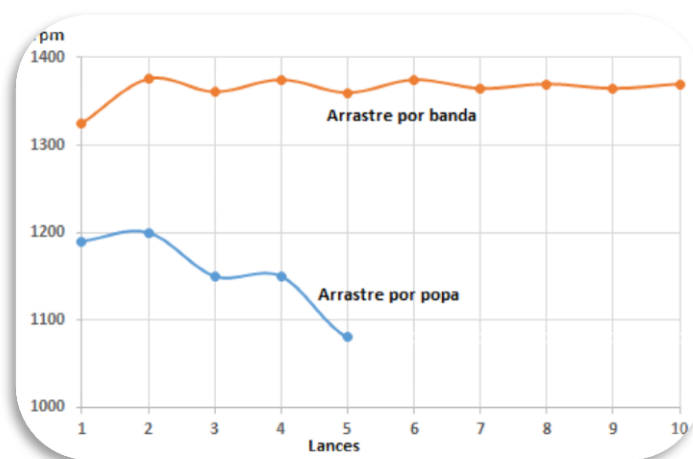


Fig. 18. Demanda de fuerza a través de las RPM por sistema de arrastre.

Los registros de velocidad observados presentan similar situación, donde las operaciones con el sistema por popa, presentan un valor máximo de 1.38 m/s (2.68 kt) y mínimo de 1.23 m/s (2.49 kt) y un promedio de 1.29 m/s (2.51 kt). Respecto del sistema por banda, la máxima velocidad registrada fue de 1.23 m/s (2.39 kt) y la mínima de 0.87 m/s (1.69 kt), con promedio de 1.01 m/s (1.97 kt) figura 19; presentándose un diferencial de 0.28 m/s entre los promedios de ambos sistemas, a favor del sistema de arrastre por popa. Como se puede observar, la velocidad mínima del sistema de arrastre por popa se encuentra por arriba de la máxima velocidad del sistema de arrastre por banda, infiriendo que el primero requiere de menos fuerza para alcanzar mayores velocidades.

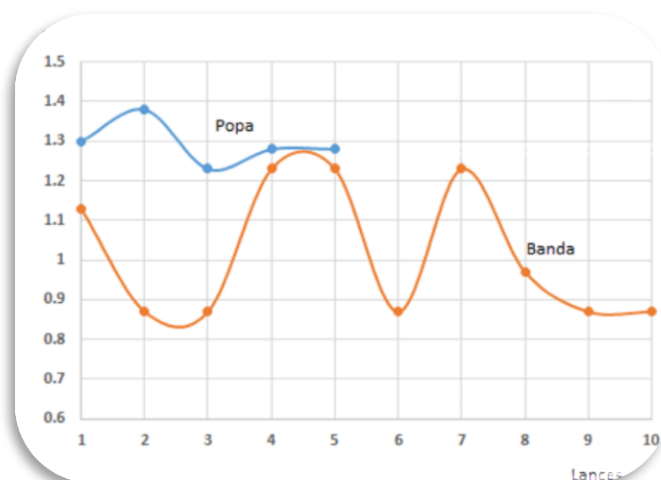


Fig. 19. Comportamiento de la velocidad de arrastre del sistema por popa y sistema por banda.

Capturas.

Con los 15 lances efectivos de evaluación realizados con ambos sistemas, se capturó un total de 1360 kg de camarón entero y 6710 kg de especies asociadas, en un tiempo efectivo de arrastre de 28.9 horas; 6.03 horas para el sistema de arrastre por popa y 22.86 horas para el sistema de arrastre por banda. Del total de camarón capturado, 1345.5 kg fue capturado con el sistema de arrastre por banda, obteniendo una captura por hora de arrastre de 59.73 kg; y 15 kg con el sistema de arrastre por popa, con una captura por hora de arrastre de 2.57 kg (Figs. 21 a y b). Con lo que respecta a la fauna asociada, se capturó en total 6710 kg (Fig. 22 A); la captura por hora de arrastre con el sistema por banda fue de 246.71 kg y la captura por hora de arrastre con el sistema por popa fue de 177.44 kg (Fig. 22 B).

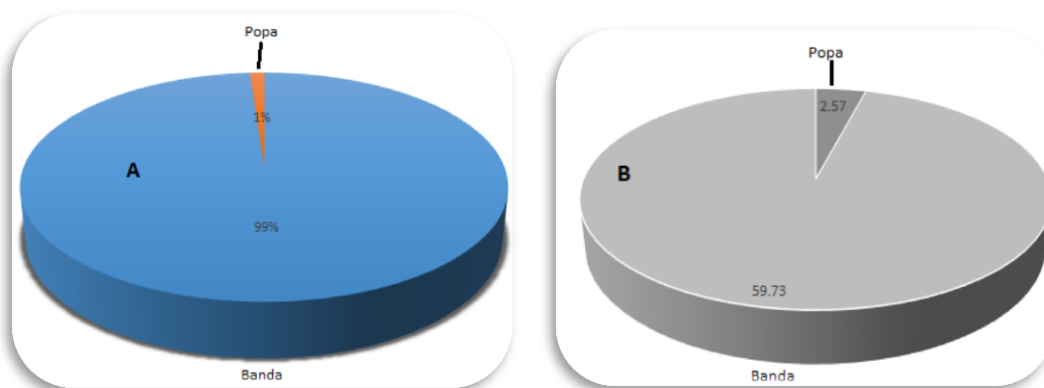


Fig. 21. Captura de camarón total (A) y captura de camarón por hora (B) por sistema.

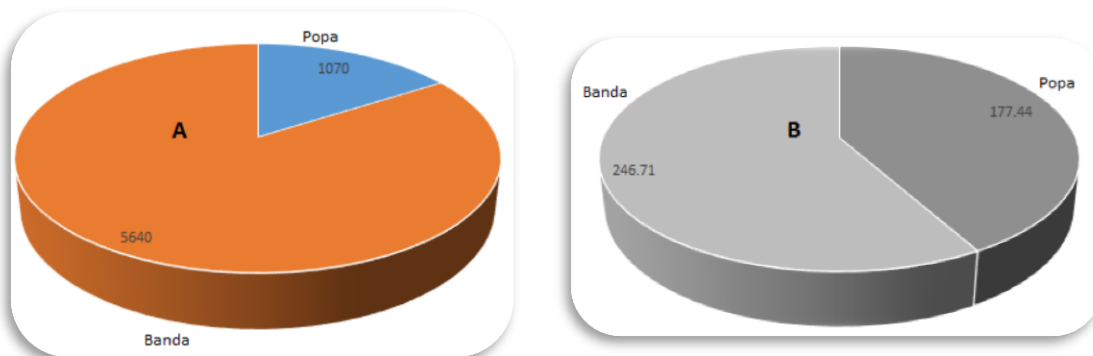


Fig. 21. Captura de fauna acompañante total (A) y captura por hora (B) por sistema.

8. Comentarios generales.

Considerando que el objetivo fundamental de la propuesta técnica fue evaluar la modificación de un sistema de arrastre de doble red por popa, se puede establecer que este se cumplió, ya que, en primer lugar y lo más importante, fue definir la maniobra que se debe establecer para que un barco típico camaronero, diseñado para la pesca de camarón mediante el sistema de arrastre por banda, realice el arrastre por popa bajo las mismas condiciones de pesca.

Los primeros resultados indican que, el hecho de eliminar un par de puertas de arrastre al sistema por banda y migrarlo al arrastre por popa, aunado al cambio de puertas de madera con herraje por otras cónicas de fierro, permite que los lances de pesca se realicen con menor esfuerzo del motor principal, ya que la cantidad de RPM demandadas al motor para mantener las redes en correcta operación, se reducen, disminuyendo 210 RPM en promedio. Aun con 210 RPM menos en el sistema por popa, la velocidad de arrastre, se ubica por arriba de la velocidad de arrastre del sistema por banda. Si bien, la captura, particularmente de camarón, es menor en el sistema por popa; se estima que, con ajustes en la calibración al sistema por popa, será suficiente para igualarla.

El término calibración, es realizar el aparejamiento de las tablas o portones de arrastre de manera correcta para que los equipos pesqueros trabajen adecuadamente. En los arrastres por popa es sumamente importante contar al inicio con los sensores que contribuirán a obtener la geometría y con ello definir la adecuada calibración del sistema de arrastre, lo cual en estas pruebas no se pudo integrar.

Se debe aclarar que, por ser una maniobra adaptada en una embarcación construida para realizar la pesca de camarón por banda, esta se vuelve de riesgo y ligeramente complicada; por lo que al ser una actividad nueva para la tripulación, solo fue posible realizar dos lances por día de crucero y aprovechando la luz del sol, mientras que el

sistema de arrastre por banda es una maniobra totalmente dominada por la tripulación, por lo que los lances se realizaron durante el día y la noche y en mayor número.

De este tema, en México no se tienen antecedentes que puedan servir como comparación con este trabajo; se entiende que esto es uno de los primeros reportes que se genera en este rubro, los antecedentes más sobresalientes en este tema se encuentran en Europa y la zona Nórdica en donde la pesca se realiza con este sistema.

9. Conclusiones.

Es posible adaptarle el sistema de pesca por popa, a un barco típico camaronero, utilizando la misma maquinaria de cubierta, instalándole un pórtico e integrándole un rodillo que auxilie las operaciones de arrastre.

Tomando como base la RPM, se determina que el sistema de arrastre por popa demanda menor fuerza que el sistema de arrastre por banda; ya que el primero requiere 1154 RPM en promedio, mientras que el otro necesita de 1364 rpm en promedio, resultando una diferencia de 210 RPM en promedio, entre ambos sistemas. Lo anterior, indirectamente indica que se presenta una disminución en el consumo de combustible.

A pesar de que los arrastres con el sistema por popa requieren de menor RPM, con este se logran velocidades mayores (1.29 m/s promedio), a diferencia al sistema de arrastre por banda, en el cual requiere de mayor RPM (1.01 m/s promedio), con menor velocidad de arrastre.

De lo anterior se puede deducir que, el hecho de eliminar un par de puertas de arrastre con el sistema de arrastre por popa, reduce sustancialmente la resistencia al avance, de tal manera que, el requerimiento de fuerza para realizar la pesca es menor, como se manifiesta a través de la cantidad de RPM de cada sistema.

Se capturaron en promedio 59.71 kg/hr de camarón y 246.71 kg/hr de FAC por lance con el sistema por banda y 2.57 kg/hr de camarón y 177.44 kg/hr de FAC por lance con el sistema por popa. Si bien, las mayores capturas de camarón y de fauna acompañante se

realizaron con el sistema por banda, se deduce que la calibración del sistema por popa influyó en el proceso de captura.

10. Recomendaciones.

Continuar con las pruebas técnicas para la adecuada calibración de los equipos de pesca y recabar mayor información sobre la puntual disminución del consumo de combustible mediante el sistema de arrastre por popa.

11. Agradecimientos.

Las pruebas realizadas, es producto de esfuerzos conjuntos realizados por la parte del INAPESCA, la empresa Pesca y Congelados S. A. de C. V. del puerto de Mazatlán, Sinaloa, la empresa Acruxsoft de la República Oriental del Uruguay dirigida por el Cap. Frank Chalkling Bardelly y auxiliado por el especialista en redes de arrastre Luis Dante Georgetti M. y otras autoridades del ramo; todos interesados en generar alternativas viables que brinden al sector productivo mejoras importantes en la pesca del camarón de alta mar.

12. Literatura citada.

- Ellingsen, H. y Lonseth, M. (2005). Energire duserende tiltak innen norsk fiskeri. SINTEF Fiskeri og havbruk AS. Fiskeriteknologi.
- FAO. 2001. Fuel and financial savings for operators of small fishing vessels. Technical Measures. FAO, Fisheries Department.
- Ferreira, H., 1965. Notas sobre la historia de la pesquería comercial del camarón en el Pacífico de México. INIBP, Serv. Div.x (99). 14 p.
- Jean-Philippe Vacherot et Bavouzet, G. (2004). Mission ARHAGO1 y Mission ARHAGO2. Direction de la Technologie Marine et des Systemes d'Information Service Technologie des Peches. Ifremer.

- Igartua, L. E., 1992. Ensayo sobre la determinación de las dimensiones principales de una embarcación camaronera. Tesis de Licenciatura SEP-SEIT-DGEC y TM, ITMAR de Mazatlán. 71 p.
- Reynaldo Jiménez, M. A., 1982. Estudio y procedimiento para el cálculo de redes camaroneras en embarcaciones de 120 a 500 Hp. Tesis de Licenciatura. UAN-ESIP.
- Sarmiento-Náfate, S. y Villalobos-Toledo, J. (2013). Notas de recabadas durante la operación del proyecto “Modernización de la flota camaronera que opera mediante el sistema de arrastre de fondo, en el litoral del Pacífico mexicano.
- Marín López, J. R. y Saca Camacho, R. V. (2006). Mejora en el consumo de combustible de embarcaciones pesqueras camaroneras con el uso de hélices con tobera. Reporte técnico. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPO. 10 p.
- Wilson, J. D. K. (2005) Medidas de ahorro de combustible y costo para armadores de pequeñas embarcaciones pesqueras. FAO Documento Técnico de Pesca N° 383, FAO 50 p.