

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UN HALADOR MECÁNICO PARA EMBARCACIONES
PESQUERAS ARTESANALES CON MOTOR FUERA DE BORDA**

**MARTÍN DE JESÚS DE LA HOZ ARRIETA
STEVEN GALINDO VALECIA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA PESQUERA
SANTA MARTA D.T.C.H.
2021**

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UN HALADOR MECÁNICO PARA EMBARCACIONES
PESQUERAS ARTESANALES CON MOTOR FUERA DE BORDA**

**MARTÍN DE JESÚS DE LA HOZ ARRIETA
STEVEN GALINDO VALECIA**

**Memoria de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Pesquero**

HARLEY ZÚÑIGA CLAVIJO, M.Sc.
Director

JAIRO ALTAMAR LÓPEZ, C. Ph.D.
Co-Director

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA PESQUERA
SANTA MARTA D.T.C.H.
2021**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Co-director

Evaluador

Evaluador

Santa Marta D.T.C.H., mayo de 2021

DEDICATORIA

Martin:

A través de este maravilloso logro quiero agradecer sobre todo a Dios por permitirme alcanzar mi proyecto de vida. También, le doy gracias a mi madre por luchar incansablemente, por ser una luchadora de la vida y permitirme formarme como una persona de bien para la sociedad. Además, con este trabajo de grado estoy respondiendo a la confianza que me ha dado mi familia, ya que con él me estoy acreditando como profesional con el título de ingeniero pesquero.

A mis padres, Martín De La Hoz Romo y Vilma Arrieta Plestéd, quienes me han apoyado de manera incondicional y me han brindado todo lo necesario para mi formación académica. Además, han sido ejemplo para seguir por su rectitud y responsabilidad dentro de la sociedad.

A Acela, le doy gracias por su apoyo constante, por su paciencia, por su deseo de verme triunfar, por brindarme un ambiente familiar, por ser esa guía que ilumina mi camino cada día y por ser un soporte para lograr alcanzar este proyecto de mi vida.

A mi hermana, Liliana, que de alguna manera ha depositado su confianza en mí, que me ha hecho sentir amado y valorado, y que en los momentos más difíciles de mi vida ha sido ese impulso anímico para afrontar todas las dificultades y/o tropiezos que he tenido en el camino.

Hago una mención especial a mi tía Gloria Arrieta por ayudarme en los momentos donde más la necesitaba y cuando más sentía que el camino estaba perdido y que en gran medida aportó su granito de arena para alcanzar esta meta.

Steven:

A través de este logro quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme alcanzar mi proyecto de vida y brindarme toda la sabiduría y entendimiento para poder lograr el objetivo que me propuse. También, le doy gracias a mi madre Clarissa Esther Valencia Córdoba y mi padre Luis Enrique Galindo Isaza (QEPD) por su lucha incansable, por formarme de la mejor manera y darme los valores necesarios para ser un ciudadano de bien para la sociedad. Además, con este trabajo de grado estoy respondiendo a la confianza que me ha dado mi familia, ya que con él me estoy acreditando como profesional con el título de ingeniero pesquero.

A mis hermanos que de alguna u otra manera siempre estuvieron ahí apoyándome y dándome las fuerzas necesarias para no rendirme.

A Acela, le doy gracias por su apoyo constante, por su paciencia, por su deseo de verme triunfar, por brindarme un ambiente familiar, por ser esa guía que ilumina mi camino cada día y por ser un soporte para lograr alcanzar este proyecto de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA, Institución que nos permitió llevar a cabo nuestra formación profesional y nos brindó el espacio necesario para interactuar con nuevas personas en el ámbito universitario. Además, nos proporcionó indistintas veces lugares de recreación, deportes, lectura, entre otros.

Al Profesor Harley Zúñiga Clavijo Director de la tesis, por su dedicación y amabilidad, por el respaldo y el apoyo constante que no has brindado. Siendo una persona íntegra, llena de muchos valores, el cual, nos ha inculcado siempre el deseo de superación y la responsabilidad en el momento de emprender un proyecto.

Al profesor Jairo Altamar, Co-director de la tesis, por darnos el respaldo necesario para emprender este proyecto y al cual, le hemos aprendido a nivel general, ya que nos ha brindado muchas herramientas para defendernos en el campo laboral. Además, ante todo por la amistad brindada, por su solidaridad y respeto y sobre todo por cada una de sus experiencias a la hora de querernos ayudar a innovar en tecnología que sea de gran ayuda para las actividades pesqueras.

Al Ingeniero Pesquero Jesús curiel, por su entrega y participación en la estructuración del proyecto, ya que sus aportes y experiencias fueron de mucha importancia en el desarrollo del trabajo de grado. No obstante, siempre ha sido un amigo incondicional, dado que, nunca ha dudado de nuestras capacidades y siempre nos ha deseado lo mejor.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
GLOSARIO	11
RESUMEN	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 ANTECEDENTES	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 General	18
1.4.2 Específicos	18
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	19
2.1 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA MÁQUINA	21
2.1.1 Órganos de trabajo	21
2.1.1.1 Tambor de fricción	21
2.1.1.2 Polea cobralínea	24
2.2 Esfuerzo a la ruptura (δ)	25
2.3 VELOCIDAD ANGULAR	26
2.3.1 Torque	26
2.3.2 Potencia	27
2.3.3 Poleas	27
2.4 MOTORES	27
2.4.1 Motores fuera de borda	27
2.4.2 Partes de un motor fuera de borda y su funcionamiento	27
2.4.3 Tipos de motores fuera de borda	28
2.5 MOTOR A GASOLINA ESTACIONARIO	29
2.6 CAJA REDUCTORA	30
2.6.1 Ejes paralelos	31
2.6.2 Ejes perpendiculares	31
3. METODOLOGÍA	34

3.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DEL CABLE	34
3.2 SELECCIÓN DEL ÓRGANO DE TRABAJO (TAMBOR DE FRICCIÓN)	34
3.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD ANGULAR DEL TAMBOR DE FRICCIÓN	34
3.4 CÁLCULO DEL MOMENTO TORSIONANTE O TORQUE DEL TAMBOR DE FRICCIÓN	35
3.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA VENCER LA FUERZA DE TIRO (F) DEL ARTE DE PESCA	35
3.6 MOTOR A GASOLINA ESTACIONARIO	35
3.7 SELECCIÓN DEL REDUCTOR DE VELOCIDAD	35
4. RESULTADOS	36
4.1 SELECCIÓN DEL CALIBRE DEL CABLE DE (PP)	36
4.2 SELECCIÓN DEL TAMBOR DE FRICCIÓN	36
4.3 VELOCIDAD ANGULAR DEL ÓRGANO DE TRABAJO (N)	38
4.4 TORQUE DEL EJE DEL TAMBOR DE FRICCIÓN (MOT)	38
4.5 POTENCIA (NOT) REQUERIDA PARA EL ACCIONAMIENTO DEL ÓRGANO DE TRABAJO (TAMBOR DE FRICCIÓN)	38
4.6 SELECCIÓN DEL MOTOR A GASOLINA	38
4.7 SELECCIÓN DE LA CAJA REDUCTORA DE VELOCIDAD	38
4.7.1 Características de la caja reductora	39
4.8 ESQUEMA DEL ACOPLAMIENTO DE LOS TRES MÓDULOS QUE CONSTITUYEN LA MAQUINA COBRALÍNEA	40
5. DISCUSIÓN	41
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	45

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Parámetros de trabajo de algunos artes de pesca considerados para los cálculos y diseño del halador mecánico.	20
Tabla 2. Dimensiones del tambor fricción (mm).	23
Tabla 3. Resistencia a la ruptura de cabos de polipropileno.	25
Tabla 4. Catálogo de motores a gasolina Honda.	30
Tabla 5. Parámetros técnicos de reductor de velocidad.	33
Tabla 6. Costo de los principales elementos de la máquina haladora.	40

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Embarcaciones tipo lanchas con motor fuera de borda	19
Figura 2. Principios de trabajo de un tambor de fricción	22
Figura 3. Dimensiones del tambor de fricción	23
Figura 4. Esquema de las fuerzas que actúan en un cobralíneas	24
Figura 5. Motor fuera de borda y sus partes principales	28
Figura 6. Componentes técnicos del motor a gasolina.	29
Figura 7. Plano técnico del tambor de fricción calculado para el halador.	37
Figura 8. Figura isométrica y planos del reductor seleccionado.	39
Figura 9. Esquema del acoplamiento de los tres módulos que constituyen el halador.	40

GLOSARIO

CALAR: Sumergir los equipos de artes de pesca en el agua dispuestos en posición de trabajo.

CAPTURA: Acción de capturar o atrapar cualquier persona, animal o cosa que ofrezca resistencia

ERGONOMÍA: Ciencia tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo y permite disminuir la fatiga física, la fatiga mental y el estrés de los trabajadores que se encuentran involucrados.

MAQUINARIA: Conjunto de varias máquinas utilizadas para una actividad o utilidad en concreto.

MOTOR: Máquina destinada a producir movimiento por medio de una fuente de energía.

TAMBOR DE FRICCIÓN: Elemento que se compone de un cable que sirve para enrollar cuya rotación permite tirar de él.

PESCA ARTESANAL: Actividad en la que se utilizan técnicas artesanales con poco desarrollo tecnológico

TRIPULACIÓN: Personas que se encargan de manejar o prestar un servicio en un aparato de locomoción, dedicadas a su maniobra y servicio.

VIRAR: Halar un cabo o cable.

RESUMEN

La pesca artesanal del Caribe colombiano constituye el principal medio de subsistencia de un gran sector de la población de pescadores artesanales que habitan en la región costera. Para el desarrollo de esta actividad se emplean pequeñas embarcaciones propulsadas con motor fuera de borda y las operaciones de pesca se realizan de forma manual, lo cual implica el empleo de mucho esfuerzo físico en las maniobras de calado y virado de las artes de pesca. En este trabajo se desarrolló el diseño y cálculo de un halador mecánico accionado por un motor a gasolina para realizar las operaciones de pesca. Se calculó el órgano de trabajo, constituido por un tambor de fricción, la potencia necesaria para seleccionar el motor a gasolina y de acuerdo con las revoluciones del tambor de fricción se calculó la caja reductora requerida. Los resultados de los componentes principales de la maquina haladora se definieron mediante cálculos realizados para el diseño del tambor de fricción, que permitió establecer sus dimensiones estructurales así: (Do: 210mm, D1: 265mm D2: 340mm, L: 195mm, A: 120mm, R: 325mm, R1: 22mm y R2: 44mm). Además, a partir de la potencia requerida, se seleccionó un motor estacionario de 5,52 HP y para la selección de la caja reductora se tuvo en consideración los 3600 rpm del motor, lo cual permitió seleccionar una caja reductora que fluctúa entre 60 a 200 rpm, esto con el fin de reducir efectivamente a 109,1 rpm el motor seleccionado. El diseño y cálculo de los principales componentes permitió concluir que es posible construir una maquina haladora con aplicaciones para la pesca, que permitiría disminuir el esfuerzo físico de los pescadores y podría reducir el tiempo de la operación de virado del arte de pesca.

Palabras clave: pesca artesanal, maquinaria pesquera, halador a gasolina, motor, caja reductora.

1. INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal, también conocida como pesca de pequeña escala, incluye todas las actividades anteriores y posteriores a la extracción, multiplicidad de especies y con diversos artes y tecnologías de captura (FAO, 2013). Lo anterior impide que exista una definición universal de pesca artesanal, por lo que cada país cuenta con un concepto legal que se adecua a su realidad.

Para la mayoría de las comunidades rivereñas establecidas en cuencas hidrográficas fluviales y costeras, la pesca artesanal es una actividad de subsistencia; para otras es una actividad complementaria combinada con otras labores productivas como la agricultura y diversas actividades económicas (Flores-Nava, 2013).

Para la pesca artesanal, generalmente se utilizan embarcaciones de baja autonomía con poca o ausente capacidad de bodega, motores fuera de borda y equipos de pesca poco tecnificados, y debido a la diversidad de ecosistemas del territorio colombiano, existen diversos tipos de embarcaciones artesanales que son utilizadas de acuerdo con las necesidades del lugar. Así, la mayor parte de las embarcaciones son pequeñas y muchas fabricadas artesanalmente con motores de baja potencia o sin ellos. Las embarcaciones artesanales no se encuentran definidas dentro de un marco legislativo, sin embargo, en el trabajo Cuantificación de unidades económicas de pesca y caracterización de artes y embarcaciones de pesca artesanales en Colombia, realizado en el año 2015 por la UNIMAGDALENA AUNAP, se propuso una clasificación de acuerdo con sus características considerando 4 tipos de embarcaciones artesanales: lancha, bote, canoa y cayuco (Altamar y Zúñiga, 2015). Es importante hacer mención que no se cuenta con una información exacta de cuantas embarcaciones artesanales existen en el territorio colombiano, sin embargo, se estima que hay un aproximado de 4.700 embarcaciones artesanales para aguas marinas y continentales, donde las canoas representan el mayor número

de embarcaciones, seguida de los botes, lanchas y por último los cayucos (CCI, 2006 y UNIMAGDALENA, 2013).

Las comunidades de pescadores artesanales constituyen una fuerte identidad cultural vinculada al territorio, lo que muchas veces los hace altamente resistentes a los cambios de ordenamiento provenientes de las políticas públicas. No obstante, aunque la cultura de la pesca artesanal cambie de forma conservadora, ésta se caracteriza por su alta capacidad de adaptación a los nuevos contextos sociales, económicos y culturales (McGoodwin, 2002).

Se destaca que el sector pesquero artesanal chileno, a diferencia de otros países de la región, ha presentado una evolución significativa en los últimos 20 años, pues pasó de ser una actividad tradicional con artes de pesca rudimentarias, poco aporte a la producción pesquera nacional y tener como destino el mercado local; a ser un sector donde la implementación de nuevas tecnologías extractivas y artes de pesca modernas predominan, lo que le ha permitido proporcionar productos pesqueros de mayor calidad y frescura a mercados locales, nacionales e internacionales, teniendo un crecimiento del 60% en los últimos 10 años (González et al., 2013).

El presente trabajo de desarrollo tecnológico consistió en el diseño y cálculo de un halador mecánico accionado por un motor a gasolina, para lo cual se calculó el órgano de trabajo y la potencia necesaria para seleccionar el motor y de acuerdo con las revoluciones de su eje, seleccionar la caja reductora. Este halador está concebido como un equipo portátil, que podría ser utilizado en embarcaciones menores tipo lanchas, orientado a diferentes operaciones de pesca artesanal tales como: palangres, nasas, y cabos de jareta de redes de encierro, asimismo, el virado del cabo del ancla.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pesca artesanal contribuye notablemente a la explotación de peces demersales y pelágicos, para lo cual se emplean gran variedad de artes de pesca. Además, esta es una actividad de subsistencia que realizan muchas familias, contribuyendo a la generación de empleos directos e indirectos (Duarte, 2006). A pesar de la importancia de la pesca artesanal, las operaciones de sus artes de pesca se realizan manualmente, por lo que el esfuerzo físico que realizan los pescadores resulta extenuante y poco remunerado (Zúñiga et al., 2013).

En ese sentido, las limitaciones tecnológicas de las embarcaciones menores (lanchas sin cubierta y motores fuera de borda) y la falta de maquinaria pesquera especializada hacen imposible poder acceder a fondos más profundos y distantes, y la posibilidad de aprovechar caladeros de pesca que no han sido explotados.

Considerando las dificultades que experimentan las pesquerías artesanales en Colombia, particularmente en el Caribe colombiano, y en procura de zanjar el rezago tecnológico de este subsector, se pretende diseñar y calcular un halador mecánico para palangres, nasas y cabos de jaretas de redes de encierro con el propósito de disminuir el esfuerzo físico que realizan los pescadores que posibiliten un aumento del poder de pesca de este tipo de pesquerías, trayendo consigo la incorporación de otros artes de pesca que se puedan operar en zonas de pesca más profundas y menos exploradas, incrementando con ello las posibilidades de obtener mayor beneficio económico.

1.2 ANTECEDENTES

La pesca artesanal marítima desarrollada en el Caribe colombiano se caracteriza por el empleo de artes y métodos de pesca tradicionales (Gómez-Canchong et al.

2004), que han presentado poco desarrollo tecnológico ocasionando que en muchos casos no haya correspondencia entre el esfuerzo y la captura obtenida en cada faena, en algún caso determinado por la disminución histórica de las abundancias (García et al., 2007) y las evidencias del rezago tecnológico en las operaciones de pesca (Zúñiga et al., 2013).

Como parte de los antecedentes históricos se destaca que, en Rusia, 1907 se utilizaron caballos para recoger la relinga inferior de los chinchorros (Torbán, 1975). Posteriormente, en 1912 se utilizó una máquina compuesta por tres tambores para recoger los cabos y las alas de los chinchorros, denominada maquinilla de Tereschenco (Torbán, 1975).

En los años 1994 y 2001, en el marco de dos diplomados ofrecidos por la Universidad del Magdalena y orientados por dos expertos del Instituto Tecnológico del Mar de Mazatlán ITMAR de México, se construyó una máquina cobralínea accionada mediante un motor a gasolina, con tambor de fricción como órgano de trabajo (Murillo et al., 2001). Más tarde en el año de 2002 se avanzó en este tema de la mecanización de las operaciones de las artes de pesca al diseñar y construir una máquina “cobralínea” con mecanismo hidráulico para el virado del cable de jareta de una red de cerco de jareta, en el marco, del proyecto de capacitación con transferencia de tecnología de la pesca de sardina con redes de jareta y uso de luces a los pescadores de la flota “parguera” de Taganga, auspiciado por el Programa PRONATA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Santa Marta.

En el año 2007 se construyeron tres (3) máquinas cobralíneas verticales con accionamiento hidráulico para el virado de nasas y palangres en el Marco del Proyecto “Fortalecimiento Integral del sector Pesquero Marítimo del Departamento del Atlántico” auspiciado por el INCODER. Posteriormente, entre los años 2007 y 2009 se llevó a cabo el proyecto “Incorporación de la mecanización a la flota artesanal parguera como una innovación para mejorar su eficiencia en el marco de

la Convocatoria Nacional para la cofinanciación de Programas y Proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e innovación para el Sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en cofinanciación con la Universidad del Magdalena, en el cual se construyó una máquina cobralínea hidráulico instalada en el barco “el Puli” de la Asociación de pescadores artesanales de la bahía de Santa Marta.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En Colombia se han registrado aproximadamente 150.000 pescadores artesanales de aguas marinas y continentales, que son la base del subsector pesquero; de los cuales se ha estimado que más de 400.000 personas dependen de esta actividad para la obtención de ingresos y alimentos, lo que refleja la importancia del subsector como medio de vida y sustento de la seguridad alimentaria y nutrición de sus dependientes (Esquivel et al., 2014). Aunque esta cifra contrasta con los 10.586 pescadores cuantificados por el Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC), no cabe duda que, la pesca es una de las actividades agropecuarias que más aporta a la generación de empleos, a la economía de las regiones costeras y ribereñas del país y a la seguridad alimentaria de la población colombiana, muy a pesar de las complejidades y problemas que se presentan en el subsector.

La pesca artesanal en Colombia es poco rentable porque las operaciones de pesca se hacen de forma manual y se realiza en caladeros sobreexplotados. La mecanización de las operaciones de pesca contribuiría a disminuir el esfuerzo físico de los pescadores, permitiría aumentar el poder de pesca de los artes tradicionales, como: trenes de nasas, redes de enmalle de encierro marinas (lanceo y boliches) a los cuales se les incorporaría un cabo de jareta, además de palangres de fondo y superficie y también los orinques o cabos de recuperación de redes de enmalle de fondo. Es preciso anotar que la introducción de estas innovaciones tecnológicas permitirá acceder a fondos más profundos para explorar nuevos caladeros con

recursos menos explotados, lo que se traduce en la obtención de mayor rentabilidad y en consecuencia incidir en la condición económica de los pescadores.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General.

Diseñar un halador mecánico para embarcaciones pesqueras artesanales con motor fuera de borda.

1.4.2 Específicos.

- Calcular las dimensiones del órgano de trabajo (tambor de fricción) del halador, basado en el diámetro del cabo de trabajo.

- Diseñar un órgano de trabajo (tambor de fricción) para el virado del elemento flexible.

- Seleccionar un motor a gasolina y un reductor de velocidad de acuerdo con cálculos del tiro del arte de pesca y la velocidad de cobrado.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En el Caribe colombiano, la pesca artesanal marítima se caracteriza por su poco desarrollo tecnológico, que genera una baja rentabilidad, sus operaciones escasamente alcanzan las 10 millas náuticas. concentrando históricamente el esfuerzo de pesca en los mismos caladeros, con la consabida disminución de los volúmenes de captura (Arévalo et al., 2004).

Durante el desarrollo de la revisión del marco teórico conceptual de este modelo se consideró establecer la embarcación típica de la flota artesanal con base en información bibliográfica y la estandarización de los parámetros de trabajo de los artes de pesca.

Las lanchas son embarcaciones abiertas sin cubierta, con casco de madera, fibra de vidrio o madera recubiertas con fibra de vidrio, principalmente propulsadas por motores fuera de borda. Por otro lado, existe otro grupo de embarcaciones denominadas lanchas “boqueras” (desembocadura del río Magdalena) o “pargueras (Taganga) que son de mayor tamaño y poseen cascos de madera (recubierta de fibra de vidrio) que utilizan motores internos (Altamar et al., 2015).



Figura 1. Embarcaciones tipo lanchas con motor fuera de borda (Altamar et al., 2015).

En cuanto a la estandarización de los parámetros de trabajo de los artes de pesca, en la tabla 1 se presentan los valores de algunos parámetros que deben ser considerados en el cálculo y diseño del órgano de trabajo y en la selección del motor, establecidos por Altamar et al (2013).

Tabla 1. Parámetros de trabajo de algunos artes de pesca que serán considerados para los cálculos y diseño del halador mecánico.

Arte de pesca	Velocidad de virado (m/s)	Tiro (kgf)	Diámetro del cabo de halado (mm)
Palangre	1,0 – 1,2	200	2,0 - 2,5
Nasas	1,0 – 1,2	300	8-10
Redes de encierro	1,0 – 1,2	350	10-12

Fuente. Altamar et al (2013).

La mecanización de la pesca permite considerar estrategias de pesca alternativas a las operaciones pesqueras que buscan una mayor eficacia en relación con los tiempos de pesca y una mejora económica con respecto a las prácticas tradicionales. Para alcanzar estas metas en el diseño de maquinaria pesquera se hace uso de principios matemáticos, análisis de las necesidades de la operación, los procesos de manufactura y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería (Mihara et al., 1971).

En Colombia, únicamente la pesca industrial utiliza máquinas especializadas para las operaciones pesqueras; no obstante, el Proyecto de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), en sus tres etapas de donación, iniciadas en 1982, incluyó una flotilla de embarcaciones “palangreras”, para operar en el Golfo de Morrosquillo, cuyas líneas de mano verticales eran operadas por maquinas manuales, con el antecedente del deterioro de estas, por la falta de uso (Zúñiga et al., 2006).

2.1 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA MÁQUINA

Toda máquina está compuesta por tres grandes componentes: los órganos de trabajo, elementos de máquinas tales como transmisiones por cadena, engrane o rozamiento como las bandas y la fuente de poder que pueden ser motores a gasolina, hidráulicos o de combustión interna diésel o de gasolina. Los órganos de trabajo tienen la función del cobrado y virado de los elementos flexibles, cabos y cables, así como de artes de pesca (Fernández, 2009).

2.1.1 Órganos de trabajo. En maquinaria pesquera este componente se encarga de las operaciones de cobrado y virado de los artes pesca, los cuales están constituidos por: tambores, poleas, rodillos, etc. Por lo general, es normal encontrar más de un órgano de trabajo para lograr un mayor rendimiento. Además, combina las dimensiones y disposición de los órganos de trabajo, esto con el objetivo de lograr incrementar la fricción, el atascamiento, la presión y empuje sobre los sistemas de pesca (Mihara et al., 1971).

2.1.1.1 Tambor de fricción

Son órganos de trabajo que no adujan el elemento flexible y su funcionamiento está basado en el principio de rozamiento, el cual está fundamentado en la fricción entre el tambor y el cabo, que por lo general se enrolla entre 3 y 5 vueltas (Figura 2). Para el cálculo de la fuerza de tracción de los tambores de fricción se utiliza la ecuación de Euler (Torban, 1975).

Los tambores de fricción son órganos de trabajo muy versátiles para vencer fuerzas de gran magnitud y en el ámbito pesquero son conocidos con nombres vernaculares como: rolo, rolete, cabeza de turco, cabeza de negro y se construyen generalmente de bronce, hierro, acero y teflón entre otros.

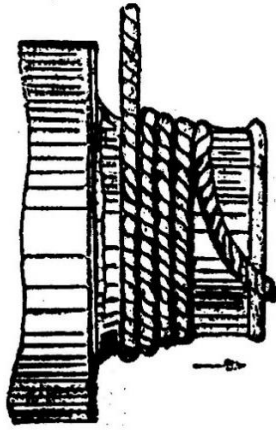


Figura 2. Principios de trabajo de un tambor de fricción (Torban, 1975).

La relación entre ramal entrante T1 y el saliente T2, en la línea de fuerza que está siendo cobrada en el tambor de fricción, se determina mediante ecuación de Euler:

$$T1/T2 = e^{\mu * \alpha}$$

Dónde:

T1= tensión del elemento flexible en el ramal entrante

T2 = tensión del elemento en el ramal saliente

e = base del logaritmo natural

μ = coeficiente de fricción

α = ángulo de abrazamiento del elemento en el órgano de trabajo.

De lo anterior, para el caso del tambor de fricción, el número de espiras es igual a:

$$n = \frac{\text{Log} \frac{F1}{F2}}{2\pi * \mu * \text{Log} e}$$

Las dimensiones principales de los tambores de fricción (Figura 3) se establecen en función del diámetro del elemento flexible a cobrar. Y son: diámetro de trabajo (D_o), longitud (L), diámetro interno (D_1), diámetro externo (D_2). Torban (1975) (Tabla 1).

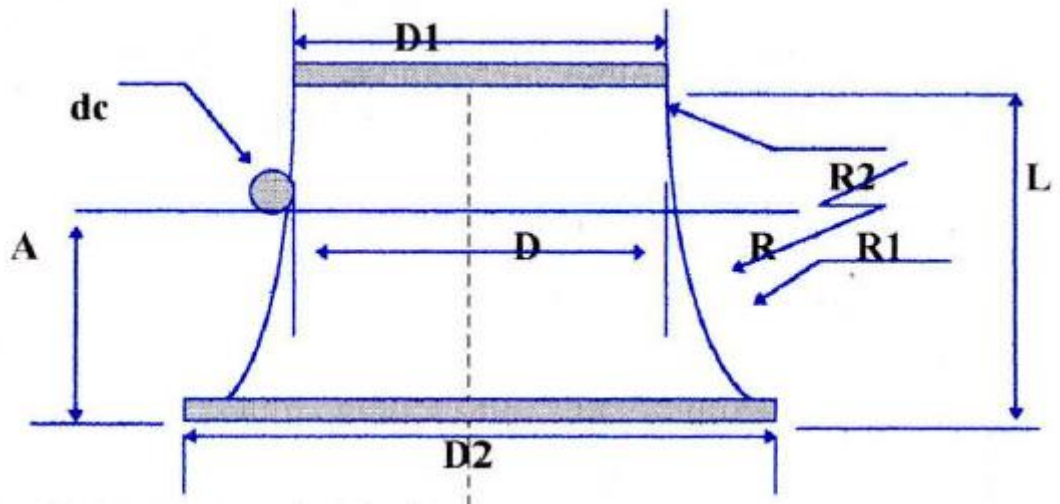


Figura 3. Dimensiones del tambor de fricción (Torban, 1975, citado por Rodríguez et al., 1996)

Tabla 2. Dimensiones del tambor de fricción en mm.

No.	D_c		D_o	D_1	D_2	L	A	R	R_1	R_2
Tambor	Cables	Cabos (Perímetro)								
1	7.5	19	135	170	220	125	78	210	14	28
2	9.0	24	170	215	275	160	95	265	18	35
3	11.5	32	210	265	340	195	120	325	22	44
4	13.5	36	245	310	400	230	140	380	25	50
5	15.0	40	270	345	445	255	155	425	28	56
6	17.0	48	305	290	500	290	175	480	32	64
7	19.0	56	340	435	550	325	195	540	36	72
8	22.5	64	405	515	655	380	230	640	42	84
9	24.5	72	440	565	725	415	255	695	45	92

Fuente: Torban, 1975

$D_o/dc \approx 10$ para cabos

$D_o/d_c \approx 15$ para cables

$D_o \cong 20 d_c$ ideal en maquinaria pesquera.

2.1.1.2 Polea cobralínea. es un órgano de trabajo más simple y utilizado en la actualidad. Su empleo es más generalizado en pesquerías artesanales. Su articulación está enfocada en el trabajo del elemento flexible que se “atasca” en la garganta de la polea y es halado a través de las poleas guías que incrementan el ángulo de abrazamiento. (Torban, 1975).

Por lo general, algunos cobralíneas están compuestos por varias poleas, de las cuales una de ellas funciona como polea opresora, cuya función es diferente a la de las poleas que halan por atascamiento, ya que contrae la línea madre en su salida a través de una fuerza producida generalmente por un tensor o resorte Figura 4.

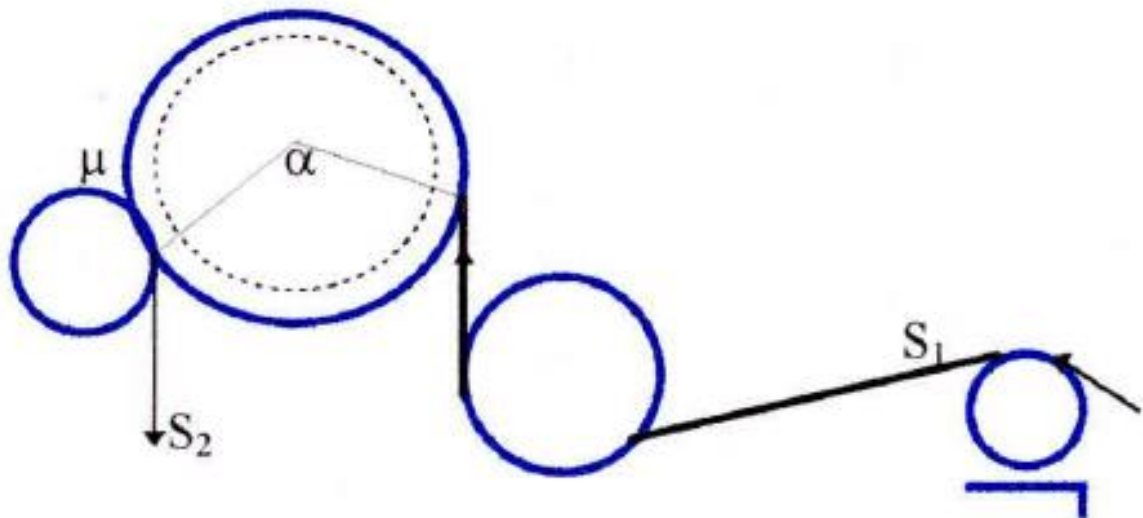


Figura 4. Esquema de las fuerzas que actúan en un cobralíneas (Torban, 1975, citado por Rodríguez et al., 1996).

Cuando los cobralíneas tienen solamente poleas acanaladas, el cálculo de las fuerzas que actúan se fundamenta en la ecuación de Euler:

$$S_2 = S_1 / e^{\mu \theta}$$

Dónde:

S_1 = fuerza en el ramal entrante

S_2 = fuerza en el ramal saliente

μ = coeficiente de fricción entre la línea madre y la polea

θ = ángulo de abrazamiento de la polea sobre la línea madre

2.2 Esfuerzo a la ruptura (δ). es el producto de la fuerza de tiro (F_1) por un coeficiente de reserva $K_s = 3$ a 4 (Tabla 3).

$$\delta = F_1 \times K_s$$

Tabla 3. Resistencia a la ruptura de cabos de polipropileno.

Diámetro (mm)	Peso (Kg) 220 mt.	Ruptura en Ton.
6	3.50	0.77
8	6.60	1.35
10	9.90	2.00
12	14.50	2.80
14	20.00	3.9
16	25.50	4.90
18	32.50	5.50
22	48.50	8.45
24	57.00	10.20
32	101.00	17.42
38	143.50	23.04

Fuente. Catálogos comerciales de cabos de polipropileno. FENASA, Antofagasta (Chile), para cuerdas de polipropileno.

2.3 VELOCIDAD ANGULAR

Es la medida de la velocidad de rotación. Se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el radián por segundo (rad/s).

$$n = \frac{Vv * 60}{\pi * Do}$$

Dónde:

n = Velocidad angular

Vv = Velocidad de virado

Do = diámetro primitivo del tambor d fricción

2.3.1 Torque. El momento de torsión o torque es la capacidad de una fuerza aplicada para provocar un giro o vuelta tendiente a producir rotación, aplicada a una distancia entre el punto en el que se aplica y el punto respecto al que gira el cuerpo (también denominada brazo de palanca).

A mayor fuerza, se provoca mayor giro. Lo mismo ocurre con el brazo de palanca: cuanto mayor sea la distancia entre el punto en el que se aplica la fuerza y el punto respecto al que produce el giro, mayor será este. El torque es una medida de la fuerza que puede hacer que un objeto gire alrededor de un eje. El momento de torsión es proporcional a la magnitud de F y a la distancia r desde el eje. Por tanto, una fórmula tentativa puede ser:

$$Mot = F X \frac{Do}{2}$$

Dónde:

Mot = Momento torsionante en el órgano de trabajo

F = Fuerza aplicada

Do = Diámetro primitivo

2.3.2 Potencia. Potencia es la cantidad de trabajo que se realiza (fuerza o energía aplicada a un cuerpo) en una unidad de tiempo. Se expresa con el símbolo 'P o N' y se suele medir en vatios o watts (W) y que equivale a 1 julio por segundo.

$$Not = \frac{Mot * n}{746} = \text{[H.P]}$$

2.3.3 Poleas. Las poleas son mecanismos de tracción compuestos por ruedas que giran alrededor de ejes y sirven para transmitir una fuerza y reducir su magnitud. Poseen un carril por el cual se acuña un cabo o cable. El objetivo del uso de las poleas es reducir el esfuerzo, aunque también se utilizan para cambiar la dirección de la fuerza. La polea sirve de punto de apoyo de un elemento flexible que se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa y en un extremo actúa la fuerza entrante o resistencia y en el otro la fuerza saliente o potencia. (Shigley, 1995).

2.4 MOTORES

2.4.1 Motores fuera de borda. Son máquinas que poseen un eje que impulsa una hélice, que da origen al movimiento de las embarcaciones pequeñas. Estos motores se ubican en la popa de las embarcaciones, en la estructura denominada espejo. (OSPESCA, 2012).

2.4.2 Partes de un motor fuera de borda y su funcionamiento

Las partes del motor fuera de borda son:

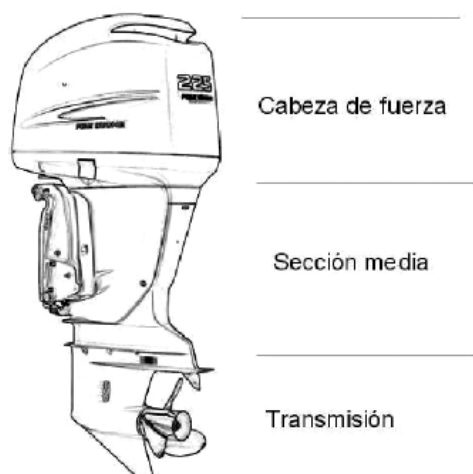


Figura 5. Motor fuera de borda y sus partes principales tomado de OSPESCA (2012).

Cabeza de fuerza: Es la sección de la parte superior del motor, en la cual se observan diferentes componentes que permiten que se lleve a cabo la combustión y la generación de la fuerza (OSPESCA, 2012).

Sección media: Es la parte del motor donde se ubican los elementos que llevan a cabo el movimiento hacia la parte inferior (transmisión) (OSPESCA, 2012).

Transmisión: Es la parte inferior donde se convierte la rotación vertical y horizontal que impulsa el motor (OSPESCA, 2012).

2.4.3 Tipos de motores fuera de borda

Motor fuera de borda BF150 (5000 – 6000 RPM)

Motor fuera de borda BF250 (5300 – 6000 RPM)

Motor fuera de borda BF90 (5300 – 6300 RPM)

Motor fuera de borda BF50 (5500 – 6000 RPM)

Motor fuera de borda BF20 (5000 – 6000 RPM) Recomendables para la pesca

Motor fuera de borda BF10 (5000 – 6000 RPM)

Motor fuera de borda BF5 (5000 – 6000 RPM)

Motor fuera de borda BF2 (5000 – 6000 RPM)

2.5 MOTOR A GASOLINA ESTACIONARIO

El motor ligero de cuatro tiempos GP160, está compuesto de un eje horizontal que proporciona la potencia necesaria para la bomba, generadores, y más. Además, al ser motores de cuatro tiempos ofrece un ahorro de combustible, fácil arranque, muy poca emisión de ruido, vibraciones y contaminantes. Y lo más importante, requieren muy poco mantenimiento (Mapsa catálogo, s.f).

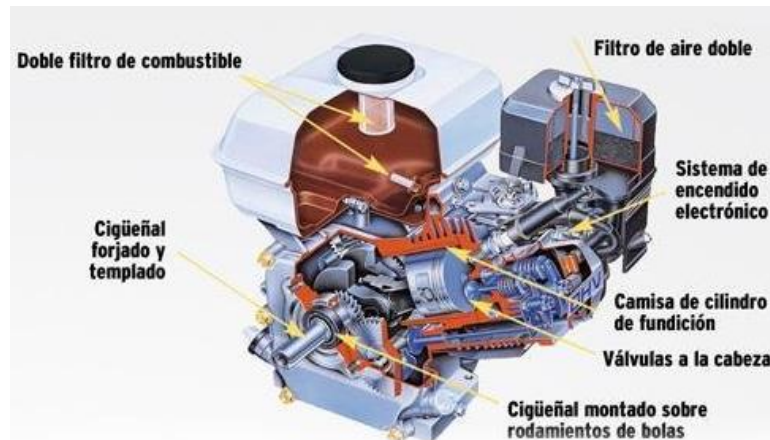


Figura 6. Componentes técnicos del motor a gasolina. Tomado de DHS EQUIPMENT, <https://stores.dhsequipmentparts.com/honda-gx160-engine-gx160ut2qx2/>, consultado 18 de noviembre (2020).

Tabla 4. Catálogo de motores a gasolina Honda.

Motores a gasolina Honda	Potencia (HP)	Dimensiones (mm)	Peso (Kg)	Revoluciones (RPM)
<i>GX100</i>	3.0	286 x 304 x 402	10.6	3600
<i>GX120</i>	3.5	305 x 341 x 218	15	3600
<i>GX160</i>	4.8	312 x 362 x 335	15	3600
<i>GX200</i>	5.5	313 x 376 x 335	16	3600
<i>GX240</i>	7.9	380 x 429 x 422	25	3600
<i>GX340</i>	10.7	407 x 459 x 449	31.5	3600
<i>GX390</i>	11.6	401 x 459 x 449	31.5	3600
<i>GX630</i>	20.3	405 x 410 x 438	44.4	3600
<i>GX270</i>	9.0	380 x 429 x 422	25	3600
<i>GP160</i>	5.5	306 x 363 x 335	15	3600
<i>GP200</i>	6.5	315 x 378 x 335	16	3600
<i>GX25</i>	1.0	192 x 221 x 230	2.9	7000
<i>GX35</i>	1.3	201 x 234 x 230	3.46	7000

Fuente: tomado de Mapsa, <https://www.mapsacatalogo.com/buscador.php?ID=motores+a+gasolina+Honda>, consultado 26 de mayo de 2021.

2.6 CAJA REDUCTORA

Una caja reductora de velocidad es un conjunto mecánico de engranajes encargado de modificar las revoluciones del eje generado por un motor ya sea eléctrico o térmico, para obtener las revoluciones requeridas para un funcionamiento óptimo (Cruz, 2018).

Las cajas reductoras de velocidad horizontales son mecanismos asociados a dos ejes, los cuales tienen un elemento de entrada y otro elemento relacionado con la transmisión, la cual tiene como función el ajuste del motor y la caja de velocidad a la parte del montaje (Cruz, 2018).

Existen dos tipos de reductores de velocidad que van de acuerdo con la necesidad que requiera su función para los procesos pertinentes como son:

Trenes de engranaje fijo y trenes de engranaje planetarios.

Trenes de engranaje fijo que son piñones fijos al eje axial y solo obtienen el movimiento por medio de ellos mismas. Están agrupadas en:

2.6.1 Ejes paralelos. Permiten relaciones de transmisión de 1 a 8 en cada etapa donde alcanzan elevadas potencias y velocidades manteniendo un alto rendimiento. Estas son las configuraciones más empleadas:

Engranajes cilíndricos de dientes rectos: Son los más utilizados por que ofrecen un buen funcionamiento además de su bajo costo, la parte negativa es que son ruidosos (Cruz, 2018).

Engranajes cilíndricos de dientes helicoidales: Se emplean porque además del empuje radial generan un empuje axial y tienen la particularidad de soportar cargas elevadas con menor emisión de ruido y su engranaje es más suave, pero en contraparte tienen un costo superior a los de dientes rectos (Cruz, 2018).

Engranajes cilíndricos de dientes dobles helicoidales: Eliminan el empuje axial gracias al de dentado helicoidal simple. Su contraparte sería el precio elevado (Cruz, 2018).

2.6.2 Ejes perpendiculares. Estos ejes con esta configuración se cruzan formando un ángulo recto 90° . La relación entre la transmisión y el rendimiento de este tipo de reductores de velocidad es inferior al que presentan las reductoras compuestas por ejes paralelos, incluso tienen un coste mayor. Las clases de engranajes para estos ejes son los siguientes:

Engranajes cilíndricos helicoidales cruzados: Se usa solo para transmisiones ligeras ya que, ofrecen poca resistencia, a su favor emiten poco ruido (Cruz, 2018).

Engranajes cónicos de dientes rectos: Su uso es muy común en la industria gracias a su bajo costo, su contraparte es el ruido que emiten (Cruz, 2018).

Engranajes cónicos de dientes helicoidales: Permiten tener una transmisión más suave y progresiva entre engranajes que producen poco ruido, por ese motivo son empleados en la industria automovilística, como contraparte presentan un coste más elevado (Cruz, 2018).

Cónicos hoides: Muy parecidos a los engranajes cónicos de dientes helicoidales, el piñón que se encuentra descentrado al eje de la corona hace que haya más resistencia y por ende reducción de ruido. La diferencia radica en que el piñón de ataque se encuentra descentrado con respecto al eje de la corona lo que aporta más resistencia y reducción de ruidos (Cruz, 2018).

De rueda y tornillo sin fin: De transmisión suave, son autoblocantes y a la vez no producen ruidos además de su bajo costo. Como contraparte ofrecen un rendimiento bajo (Cruz, 2018).

Trenes de engranajes planetarios: Este tipo de engranajes son variaciones del engranaje recto donde los dientes se encuentran en el interior de un anillo. Este tipo de engrane mantiene la velocidad angular y presenta una gran eficiencia que llega al 90%, por lo tanto, su funcionalidad ofrece una alta transferencia de par, es bastante utilizada gracias a su buen provecho en la industria que cada vez está más extendida gracias a su alto rendimiento operacional (Cruz, 2018).

Tabla 5. Parámetros técnicos de reductor de velocidad.

HP-4P	Relación de transmisión	A	D	E	F	G	H	L	J	K	M	X	Y	Eje de transmisión					Entrada					Peso Kg
														P	Q	S	T	W	P1	Q1	S1	T1	W1	
100W (1/8HP)	3-50	175	40	110	135	65	9	10	16	48	72.5	132	88.5	30	25	18	20	5	30	25	14	16	5	3
	60-200	207	65	130	163	90	11	13	18.2	56	79.3	152	97.5	40	35	22	25	7	30	25	14	16	5	4
200W (1/4HP)	3-10	175	40	110	135	65	9	10	16	48	72.5	132	88.5	30	25	18	20	5	30	25	14	16	5	3
	15-90	207	65	130	163	90	11	13	18.2	56	79.3	152	97.5	40	35	22	25	7	30	25	14	16	5	5
	100-200	236	90	140	180	120	11	15	20.8	66	95.2	180	116	45	40	28	31	7	30	25	14	16	5	7
400W (1/2HP)	3-10	207	65	130	163	90	11	13	18.2	56	79.3	152	97.5	40	35	22	25	7	30	25	14	16	5	6
	15-90	236	90	140	180	120	11	15	20.8	66	95.2	180	116	45	40	28	31	7	30	25	14	16	5	7
	100-200	273	130	170	215	160	13	20	30.2	76	108.3	210	138.5	55	50	32	35.5	10	30	25	14	16	5	19
750W (1HP)	3-25	276	90	140	180	120	11	15	20.8	66	95.2	180	116	45	40	28	31	7	40	35	19	21.5	6	7
	30-200	315	130	170	215	160	13	20	30.2	76	108.3	210	138.5	55	50	32	35.5	10	40	35	19	21.5	6	21
	125-200	340	150	210	260	185	15	23	42.2	85	117.8	255	160	65	60	40	43.5	10	40	35	19	21.5	6	35
1500W (2HP)	3-25	320	130	170	215	160	13	20	30.2	76	108.3	210	138.5	55	50	32	35.5	10	50	40	24	27.5	8	21
	30-120	350	150	210	260	185	15	23	42.2	85	117.8	255	160	65	60	40	43.5	10	50	40	24	27.5	8	35
	125-180	387	170	265	330	220	19	25	51.4	100	148.6	320	200	80	75	50	54	10	50	40	24	27.5	8	55
2200W (3HP)	4-60	360	150	210	260	185	15	23	42.2	85	117.8	255	160	65	60	40	43.5	10	60	50	28	31	8	35
	70-120	405	170	265	330	220	19	25	51.4	100	148.6	320	200	80	75	50	54	14	60	50	28	31	8	55
3700W (5HP)	4.25	360	150	210	260	185	15	23	42.2	85	117.8	255	160	65	60	40	43.5	10	60	50	28	31	8	35
	30-80	405	170	265	330	220	19	25	51.4	100	148.6	320	200	80	75	50	54	14	60	50	28	31	8	55

Fuente: Tomado de Hangsin Motor, [http:// garmotorreducer.com/2-1-horizontal-parallel-shaft-speed-reducer.html](http://garmotorreducer.com/2-1-horizontal-parallel-shaft-speed-reducer.html), consultado 18 de noviembre (2020).

3. METODOLOGÍA

En el proceso del trabajo de desarrollo tecnológico se consideraron 3 etapas, las cuales permitieron llevar una secuencia para cumplir con los objetivos del proyecto. Por ende, la primera parte trata sobre el diseño y cálculo del tambor de fricción, a partir de la fuerza entrante del elemento flexible; la segunda es el cálculo de la potencia requerida para accionar el órgano de trabajo que sirve para la selección del motor y la tercera fase es el cálculo de la velocidad angular del órgano de trabajo para seleccionar la caja reductora.

3.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DEL CABLE

En catálogo de cabos de polipropileno (PP), se seleccionó el calibre del cabo con base en el rango del esfuerzo a la ruptura (δ), (Catálogo comercial de cabos de polipropileno. FENASA, Antofagasta (Chile), para cuerdas de polipropileno).

3.2 SELECCIÓN DEL ÓRGANO DE TRABAJO (TAMBOR DE FRICCIÓN)

A partir del calibre del elemento flexible obtenido en un catálogo comercial de cabos de polipropileno (PP), con base en la resistencia a la ruptura y en función de la fuerza a vencer (tiro T), se buscó en la tabla 2. (Dimensiones del tambor de fricción en mm). el número de tambor al cual corresponde y que aporta todas las dimensiones del tambor.

3.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD ANGULAR DEL TAMBOR DE FRICCIÓN

Con la velocidad de virado (V_v) del elemento flexible (cabo), que es una variable supuesta, y del diámetro primitivo (D_o) del tambor de fricción seleccionado, se obtiene la velocidad angular (n) del órgano de trabajo.

3.4 CÁLCULO DEL MOMENTO TORSIONANTE O TORQUE DEL TAMBOR DE FRICCIÓN

Conociendo la fuerza de tiro (T) ejercida por la línea madre del tren de nasas, se calcula el torque que resulta del trabajo resultante del producto de la fuerza de tiro (T) por el brazo de palanca que en este caso es el radio (r), a nivel del diámetro primitivo (Do) del tambor de fricción.

3.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA VENCER LA FUERZA DE TIRO (F) DEL ARTE DE PESCA

El torque multiplicado por la velocidad angular genera la potencia requerida para accionar el órgano de trabajo (Tambor de fricción) y vencer la fuerza de tiro (T).

3.6 MOTOR A GASOLINA ESTACIONARIO

Conociendo la potencia (P) requerida para accionar el tambor de fricción, se selecciona en la tabla 4, cual es el motor a gasolina, cuya potencia se acerque a la calculada.

3.7 SELECCIÓN DEL REDUCTOR DE VELOCIDAD

Puesto que las revoluciones del eje del motor a gasolina son elevadas, se requiere seleccionar una caja reductora, cuya relación de transmisión reduzca estas revoluciones a la velocidad angular (n) del eje del tambor de fricción.

4. RESULTADOS

4.1 SELECCIÓN DEL CALIBRE DEL CABLE DE (PP)

En catálogo de cables de PP, se seleccionó una fuerza de tiro mayor de los diferentes artes de pesca que pueden ser utilizados con la máquina. Considerando lo anterior, para una fuerza de 350 Kg (Tabla 1), cuya resistencia a la ruptura (δ) está entre 1.200 Kg y 1,600 Kg, le corresponde un \varnothing 10 mm.

4.2 SELECCIÓN DEL TAMBOR DE FRICCIÓN

Con el calibre del cable de PP (\varnothing 10 mm), tomado de la Tabla 1. El tambor de fricción que le correspondió fue el No. 3. Cuyas dimensiones son las siguientes:

<i>No. De Tambor</i>	<i>Dc Cables - Cabos</i>		<i>Do</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>
3	11.5	32	210	265	340	195	120	325	22	44

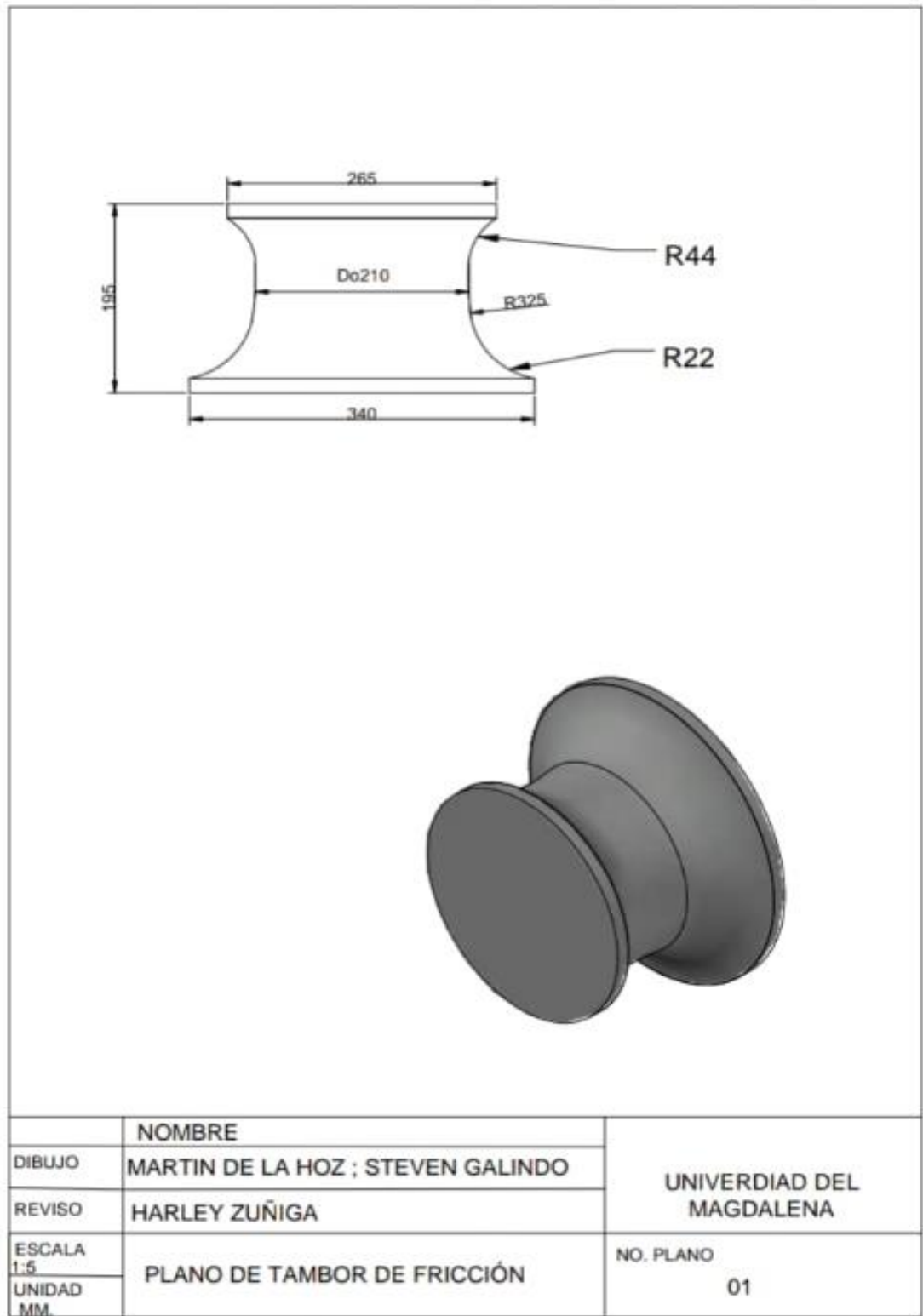


Figura 7. Plano técnico del tambor de fricción calculado para el halador.

4.3 VELOCIDAD ANGULAR DEL ÓRGANO DE TRABAJO (N)

Con $Vv = 1.2 \frac{m}{s}$ y $Do = 0,210$ m; velocidad angular (n) es = 109,13 r.p.m.

4.4 TORQUE DEL EJE DEL TAMBOR DE FRICCIÓN (MOT)

A partir de la fuerza de tiro (T) = 350 Kg (Altamar et al 2013) y tomando como brazo de palanca el radio a nivel de diámetro primitivo (Do) = 0,210 m, el torque (Mot) = 36,75 Kg * m

4.5 POTENCIA (Not) REQUERIDA PARA EL ACCIONAMIENTO DEL ÓRGANO DE TRABAJO (TAMBOR DE FRICCIÓN)

El torque (Mot) por la velocidad angular (n), expresado en H.P genera una potencia (Not) = 5.52 H.P.

4.6 SELECCIÓN DEL MOTOR A GASOLINA

En función de la potencia (Not) requerida para el accionamiento del órgano de trabajo, que es de 5.52 H.P. en la Tabla 4. Catálogo de motores a gasolina Honda se selecciona el motor GP160 con potencia de 5.5 H.P. dimensiones 306 x 363 x 335 peso de 15 Kg y revoluciones del eje de 3600 rpm.

4.7 SELECCIÓN DE LA CAJA REDUCTORA DE VELOCIDAD

Con la velocidad angular del eje del motor a gasolina de 3600 rpm y la velocidad angular (n) del tambor de fricción (109,13 rpm), se seleccionó la caja reductora de velocidad horizontal CHD.

En la tabla 5 se seleccionó la caja reductora de 100W (1/8HP), con una relación de transmisión de 60-200 (Gear motoreducer, s.f).

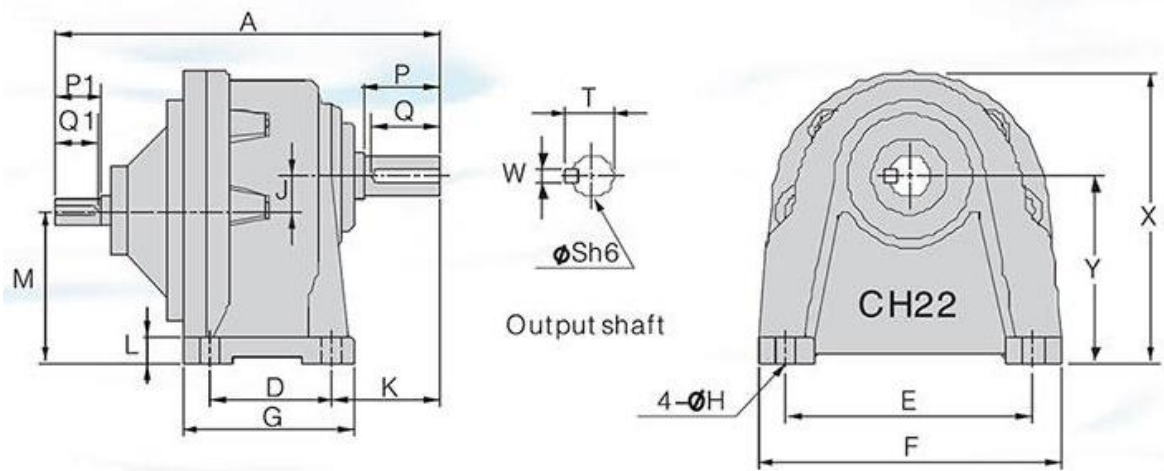


Figura 8. Figura isométrica y planos del reductor seleccionado. Tomado de Hangsin Motor, <http://garmotorreducer.com/2-1-horizontal-parallel-shaft-speed-reducer.html>, consultado 18 de noviembre (2020).

4.7.1 Características de la caja reductora.

Precisión de 1^o - 2^o para reducir el ruido durante la operación.

Excelente capacidad de carga, debido al tratamiento aplicado en los engranajes por inducción de alta frecuencia.

Estructura compacta.

Tamaño de 175 mm y altura 132 mm.

Ahorradora de espacio.

4.8 ESQUEMA DEL ACOPLAMIENTO DE LOS TRES MÓDULOS QUE CONSTITUYEN LA MAQUINA HALADORA

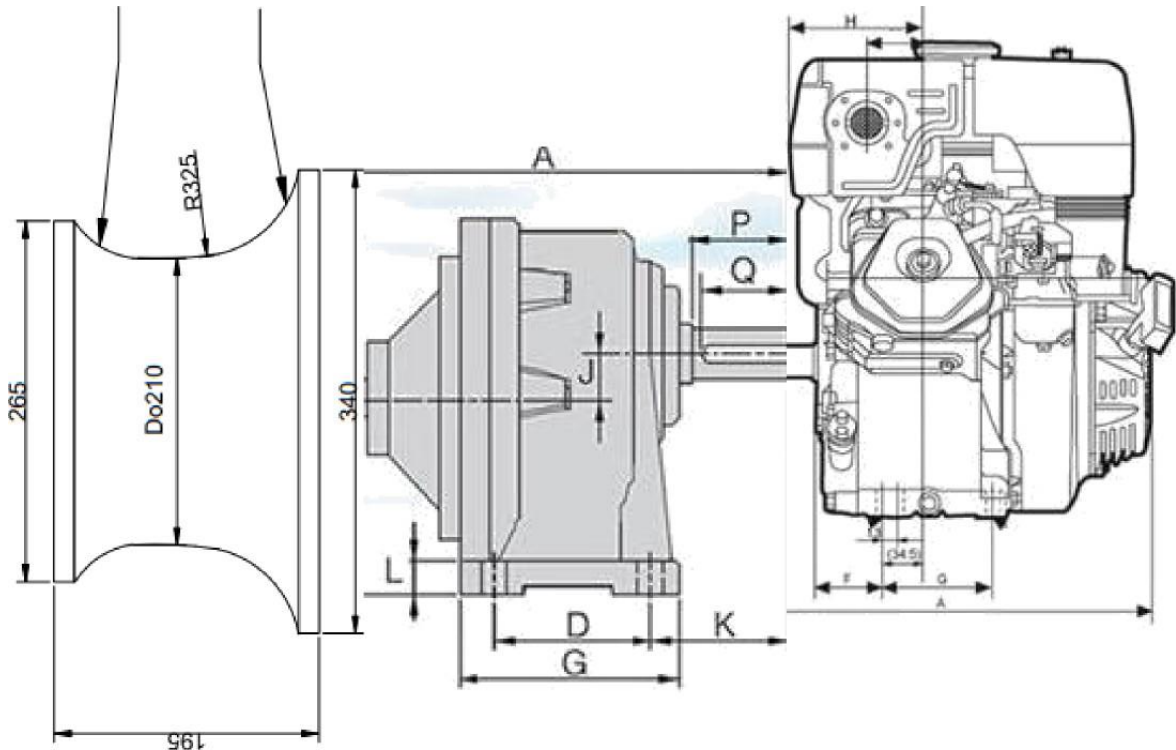


Figura 9. Esquema del acoplamiento de los tres módulos que constituyen el halador.

Tabla 6. Costo de los principales elementos de la máquina haladora.

Elementos	Unidad	Valor
Motor a gasolina	1	\$ 1.500.000
Caja reductora	1	\$ 1.350.000
Tambor de fricción	1	\$ 1.200.000
Acoplamiento, base y mano de obra		\$ 800.000
Total		\$ 4.850.000

5. DISCUSIÓN

Es evidente el impacto que ocasionan ciertos factores sobre las operaciones de pesca, tales como el tamaño y capacidad de selección de las artes de pesca y el manejo de las pesquerías (control del esfuerzo de pesca), entre otros. Sin embargo, en términos operativos se destaca la carencia o dificultad de consecución de maquinaria pesquera, la cual se convierte en un factor decisivo a la hora de ejecutar las maniobras (Thomsen et al., 2004), particularmente en Colombia, tal como se planteó en los antecedentes, las investigaciones en torno al diseño y construcción de maquinaria en las pesquerías artesanales han sido escasas.

Los primeros trabajos sobre mecanización de las embarcaciones artesanales en México y Colombia tenían como fundamento incluir maquinas cobralíneas, las cuales funcionaban a través de mecanismos mecánicos con motores a gasolina, pero a diferencia de este utilizaban transmisión por cadena (Murillo et al., 2001; Zúñiga et al., 2002). Este proyecto retoma la construcción de un halador mecánico a través de un motor a gasolina con el propósito específico de mejorar las operaciones de la pesca artesanal del Caribe colombiano. No obstante, además de los parámetros del diseño, se trata utilizar recursos que se venden en el país para que baje el costo y se garantice una rentabilidad económica a corto o mediano plazo (uno a dos años).

Otro aspecto que podría marcar la diferencia entre los antecedentes citados de México y Colombia es que nunca se comercializaron, ni se masificaron. En este caso las variaciones posibles del tambor de fricción podrían ser útiles para el desarrollo de una pesquería multipropósito que utilice líneas tipo palangre y nasas, de tal manera que aumente la productividad de la Unidad Económica de Pesca.

A nivel mundial se ha observado la incorporación de innovación tecnológica con respecto a la utilización de haladores, ecosondas, GPS, lo cual a su vez ha

generado un aumento del esfuerzo pesquero (ICES, 2006) y hasta del poder de pesca. Además, se debe tener en cuenta el aumento del poder de pesca con respecto a la utilización de artes con mayor tamaño y más eficiente. Sin embargo, es de suma importancia que los pescadores, particularmente los artesanales, tengan en cuenta una alternativa que permita ir reemplazando a los tradicionales caladeros de pesca por otros nuevos, sin importar el esfuerzo físico de pescar a mayores profundidades, todo esto con el fin de disminuir la presión por pesca.

En mención a lo anterior, es evidente que, a través del desarrollo tecnológico, se logra observar una disminución del esfuerzo físico de los pescadores al momento de halar sus artes de pesca. Además, el tiempo de la actividad física a bordo disminuye considerablemente (Zúñiga et al., 2013).

Este desarrollo tecnológico va a permitir buscar otras opciones con respecto a la utilización de caladeros que tradicionalmente son utilizados y que de alguna manera son aquellos donde se ocasiona un deterioro bastante considerable. Además, esto podrá generar una actividad sostenible en el tiempo, la cual generará mayor rentabilidad económica y eficiencia en la operatividad de los artes de pesca.

Con la construcción de la maquina y la realización de las correspondientes pruebas técnicas, se debe considerar una organización sustancial de las labores ejecutadas a bordo (tiempos y movimientos), con el fin de brindar las condiciones necesarias para la seguridad y comodidad de los pescadores a la hora de realizar las operaciones de pesca, Aspectos que en ninguno de los trabajos anteriores se ha considerado. Sin dudas, estos aspectos permitirán evitar accidentes y garantizar que los trabajadores laboren satisfactoriamente (OIT, 2008).

CONCLUSIONES

El diseño y cálculo de los principales componentes permite concluir que es posible construir una maquina haladora con aplicaciones para la pesca, que permita disminuir el esfuerzo físico de los pescadores y reducir el tiempo de la operación de virado del arte de pesca.

El dimensionamiento del tambor de fricción (Do: 210mm, D1: 265mm D2: 340mm, L: 195mm, A: 120mm, R: 325mm, R1: 22mm y R2: 44mm) fue calculado en función del cabo de trabajo habitual y por sus características particulares debe ser maquinado con las dimensiones calculadas.

Por otro lado, se seleccionó un motor de 5,52 HP a partir de la estimación de la fuerza a vencer (arte de pesca); mientras que la caja reductora seleccionada (3600 rpm) consideró la relación de transmisión entre las revoluciones del órgano de trabajo y las revoluciones del eje del motor, para ello se eligió una caja reductora en el comercio que fluctúa entre 60 y 200 rpm, hasta alcanzar una reducción efectiva de 109,1 rpm para el motor seleccionado.

Implementar alternativas tecnológicas que brinden a los pescadores la capacidad de explorar nuevas zonas de aprovechamiento de los recursos pesquero podría disminuir la presión por pesca de los caladeros tradicionalmente utilizados para en sus actividades diarias.

La mecanización de las actividades de pesca en embarcaciones mayores ha demostrado el incremento de la productividad, y en este caso resultaría viable construir una maquina haladora para embarcaciones menores, cuya actividad ingenieril que posible desarrollar con diseños, cálculos y ensamblajes que resultan viables con los recursos disponibles en Colombia.

La incorporación de un halador mecánico permitirá mejorar las posiciones ergonómicas impropias y que habitualmente son usadas para desarrollar las actividades de la pesca artesanal, por lo que es probable que este tipo de incorporación tecnológica aumente la eficiencia de las operaciones de pesca.

BIBLIOGRAFÍA

Altamar, J. y H. Zúñiga. (2015). Cuantificación de unidades económicas de pesca y caracterización de artes y embarcaciones de pesca artesanales en Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Bogotá, 62 p.

Arévalo, J.C.; Melo, G.; Manjarrés, L. (2004). Inventario y caracterización general de la flota de lanchas “pargueras” de Taganga, Mar Caribe de Colombia. En: Manjarrés, L. (ed.) Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. INPA, COLCIENCIAS, Unimagdalena. (Santa Marta). pp.37-44.

CCI (2006) Pesca y Acuicultura Colombia 2006, República de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombia Internacional.

Cruz, R. (2018) Reductora de velocidad. Diseño, cálculo y dimensionado de sus elementos. Universidad de Jaén. Andalucía, España, junio de 2018. 5-7pp.

Duarte, L. (2006). Análisis Espacial y Temporal de la Producción Pesquera Artesanal del norte del Mar Caribe de Colombia. Insumo para el establecimiento de una pesquería competitiva y responsable. Proyecto de Investigación. En: PESCA Y ACUICULTURA COLOMBIA 2006. Informe de Corporación Colombia Internacional (CCI); p. 22. Citado por: INCODER y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Esquivel, M.A.; Merino, M.C.; Restrepo, J.; Narváez, A.; Polo, C.; Plata, J. y Puentes, V. (2014). “Estado de la Pesca y Acuicultura en Colombia 2014”. Documento de compilación de información. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP-. 26p.

FAO. (2013). “Consulta Técnica sobre las directrices internacionales para asegurar la pesca sostenible en pequeña escala, Directrices Voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza”. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 20-24 de mayo de 2013.

Fernández, A. (2009). Cálculo, diseño, construcción y operación de maquinaria pesquera para incorporar a la flota artesanal parguera: una innovación para mejorar la eficiencia. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, Programa de Ingeniería pesquera, Facultad de Ingeniería. 28 pp.

Flores-Nava, A. (2013). Agricultura Familiar e América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Políticas, Capítulo 10 La Acuicultura de Recursos Limitados: Otra dimensión de la Agricultura Familiar en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile P. 177-190.

Gear motoreducer, s.f., Citado: 18 de noviembre de 2020. En: <http://gearmotorreducer.com/2-1-horizontal-parallel-shaft-speed-reducer.html>

González Poblete, E.; Cerda D’Amico, R.; Quezada Olivares, J.; Martínez González, G.; López Araya, E.; Álvarez, T.F. y Merino Díaz, J. (2013). Propuesta de Política Pública de Desarrollo Productivo para la Pesca Artesanal “Estudio para la determinación de una Propuesta de Política Pública de Desarrollo Productivo para la Pesca Artesanal”, Valparaíso, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ciencias del Mar a cargo de la Subsecretaría de Pesca, enero de 2013.

ICES. (2006). Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB), Izmir, Turkey, 180 pp.

McGoodwin, J. (2002). "Comprender las Culturas Pesqueras: Clave para la Ordenación Pesquera y la Seguridad Alimentaria". FAO Documento Técnico de Pesca 401. Roma, FAO 2002. 301 pp.

Mihara, T. y R.C. Griffith. (1971). La flota atunera venezolana. Proyecto de investigación y desarrollo pesquero. Informe técnico No 37. Caracas. MAC-PNUD-FAO. 38p. En: Diseño, construcción y pruebas técnicas de un halador con accionamiento hidráulico, para la pesca de sardina con red de cerco de jareta en el Caribe colombiano, Tesis. 2003.

Mapsa catálogo, s.f., citado 18 de noviembre de 2020 En: https://www.mapsacatalogo.com/productos-mmco_honda_motor_03.html

Murillo, A.; A. Vásquez y H. Zúñiga. (2001). Diplomado de Diseño y construcción de maquinaria pesquera. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.

Murillo, A. y Vásquez, A. (2001). Diplomado de Diseño y construcción de maquinaria pesquera. Universidad del Magdalena. Santa Marta, CD Rom.

OSPESCA. (2012). Guía general para el mantenimiento de motores fuera de borda para la pesca artesanal.

Rodríguez, W., Lara, R., Redondo, I. (1996). Propuesta de mecanización de los procesos de pesca con palangres, en embarcaciones menores. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, Programa de Ingeniería pesquera, Facultad de Ingeniería. 10-14 pp.

Shigley J. (1995). Diseño en Ingeniería Mecánica. Ed. Mc Graw Hill.

Thomsen, B., Revill, A., Rihan, D., and Egaard, O. (2004). Report on Efficiency and productivity in fish capture operations. En: Working Group on Fishing Technology and Fish Behavior (WGFTFB), Report de ICES-FAO. pp. 126-186.

Torban, S. (1975). Mecanización de los procesos de la pesca industrial. Pischevaya Promishlemost, Moscú. 210 p.

UNIMAGDALENA (2013) Análisis del Censo Pesquero de la Actividad Pesquera industrial y Artesanal continental y Marina de Colombia, Santa Marta y Bogotá, Colombia, Programa de Ingeniería pesquera, Facultad de Ingeniería, Vicerrectoría de Investigación, Universidad del Magdalena preparado para la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, febrero de 2013.

Zúñiga, H. (2007). Cálculo y diseño de artes de pesca de enmalle. Documento de trabajo. Universidad del Magdalena.

Zúñiga, H., Altamar, J. y Fernández, A. (2013). Mejoramiento de la eficiencia en embarcaciones “Pargueras” artesanales del Caribe Colombiano, a través de la mecanización de las operaciones de pesca. Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient. 16(2): 469-478.

Zúñiga, H.; Altamar, J.; Manjarrés, L. (2006). Diagnostico tecnológico de la flota de arrastre de camarón en el mar Caribe de Colombia: modificaciones para mejorar su eficiencia. FAO. 20p.

Zúñiga, H.; L. Hincapié y M. Atencio. (2002). Manual para la pesca de sardina con redes de cerco de jareta y luces. Publideas/Publicidad. Santa Marta D.T.C.H., 35p.