

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PROPUESTA DE MEJORA DE LOS ACCIONAMIENTOS MECÁNICOS DE UNA EMBARCACIÓN DE RECREO MÍTICA EN EL REAL CLUB NÁUTICO DE VALENCIA

AUTORA:

SARAH NALEWAJSKA

TUTOR DEL PROYECTO:

NICOLÁS LAGUARDA MIRÓ

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FECHA:

JULIO 2017

ÍNDICE

1. OBJETO.	4
1.1. Introducción.	4
1.2. Objetivos.	5
1.3. Justificación.	6
2. GENERALIDADES.	7
2.1. Historia navegación en vela.	7
2.2. Gib'Sea Ketch 37.	13
2.3. Winche.	14
2.4. Problemática de los winches manuales.	17
2.5. Motor-reductor.	18
3. DESARROLLO PRÁCTICO.	19
3.1. Descripción de tareas.	19
3.2. Descripción del winche a mecanizar.	22
3.3. Funcionamiento del winche de dos velocidades.	24
3.4. Descripción del motor-reductor.	25
3.5. Posibilidades de acoplamiento.	27
3.6. Materiales de acoplamiento.	28
3.7. Diseño y fabricación del acoplamiento elegido.	30
3.8. Cálculos.	31
3.8.1. Diámetros del eje propuesto.	31
3.8.2. Longitud del eje propuesto.	34
3.8.3. Elección de la chaveta y el chavetero.	35
3.8.4. Comprobación a fatiga.	38
3.8.5. Comprobación a fluencia.	42
3.9. Instalación en la embarcación.	43
4. PLANO.	45
5. PRESUPUESTO.	46
5.1. Precio material.	46
5.2. Precio recursos.	47
5.3. Estado mediciones.	48
5.4. Precios descompuestos.	49
5.5. Precio partes proyecto.	51
5.6. Precio total de fabricación.	52
5.7. Presupuesto base contratada.	53
6. CONCLUSIONES.	54
7. BIBLIOGRAFÍA.	55
ANEXO I: DESPIECE HARKEN 40.2ST.	56
ANEXO II. FOTOS DESPIECE HARKEN 40.2ST.	57



ANEXO III. PLANO GIB'SEA 37 KETCH.....	59
ANEXO IV. CARACTERÍSTICAS MOTOR-REDUCTOR.....	63
ANEXO V. UNE- 17102-1.....	64
ANEXO VI: TABLA DATOS ACERO.....	65

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar, darles las gracias a mis padres por haberme dado siempre el apoyo necesario en los momentos más duros de mi carrera.

A mi hermana Nadia que siempre me ha animado a seguir adelante.

A Salvador Bresó porque sin él habría sido imposible sacar una gran parte de este proyecto hacia delante.

A Lorenzo Solano por ayudarme a dar el toque final a este proyecto.

Agradecimientos a mi tutor por guiarme en la dirección correcta y darme ideas.

A mis compañeras de piso, Cristina y Dominika, por darnos un apoyo mutuo a la hora de realizar el trabajo fin de carrera.

1. OBJETO.

1.1. Introducción.

El presente proyecto, que lleva como título: “Propuesta de mejora de los accionamientos mecánicos de una embarcación de recreo mítica (Gib’Sea Ketch 37) en el Real Club Náutico de Valencia”, constituye el Trabajo Fin de Grado de la alumna Sarah Nalewajska y representa el último paso para la finalización de los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica cursados en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Al tratarse de una embarcación con cierta antigüedad, se trata de encontrar aspectos a mejorar desde un punto de vista mecánico. Tras la visita a la embarcación, se opta por la mejora del funcionamiento de los winches dispuestos en la misma. Para ello se estudian las diferentes formas de accionamiento de los winches y las posibilidades de acoplamiento del accionamiento elegido.

Por último, se hace una comprobación de seguridad del mecanismo y se elabora un presupuesto en la parte final del documento.

1.2. Objetivos.

El principal objeto del presente proyecto es mostrar la capacidad de la autora de acometer con éxito un ejercicio práctico de la mecanización de una pieza concreta de un velero, en este caso un winche. Se trata de conseguir que una pieza que en un principio funciona de forma manual pueda funcionar también de forma mecánica. Esto conlleva el estudio detallado de las diferentes formas de accionamiento y la definición de una serie de parámetros en función de los cuales se elige el más adecuado. Para ello se tienen que conocer las características del winche a mecanizar y saber interpretarlas correctamente.

Por otra parte, se pretende que la opción de accionamiento tomada se haya hecho con éxito. Esto se comprueba con los cálculos de esfuerzos y coeficientes de seguridad tanto para la rotura como la deformación y su correcta interpretación.

Se busca también alcanzar otros objetivos generales como la exposición clara de los pasos a seguir y la realización de planos de la pieza. Además, se realiza un presupuesto para estimar el coste económico en caso de querer aplicar este proyecto a un caso práctico.

Por último, todo el proyecto se diseña minimizando los costes económicos y el espacio que ocupa el mecanismo y al mismo tiempo garantizando el buen funcionamiento del mismo.

1.3. Justificación.

A pesar de la existencia de winches eléctricos, se pretende investigar sobre nuevas formas de accionamiento, con un principio de funcionamiento diferente al que ya existe.

El mundo de la navegación a vela, como muchos deportes marinos, es un mundo donde cualquier componente o accesorio necesario para la embarcación supone un coste elevado. Por ello también se trata de conseguir un coste bastante más económico que el propuesto por los fabricantes líderes en el sector.

Finalmente, la principal motivación que lleva a realizar el presente proyecto, desde un punto de vista académico, es la necesidad de completar la formación de grado y con ello profundizar en los conceptos estudiados y poder desarrollar dichos conocimientos con tal de asentarlos llevándolos a cabo.

2. GENERALIDADES.

2.1. Historia navegación en vela.

La navegación en vela no tiene un origen plenamente conocido, sin embargo, existen diversos hallazgos arqueológicos que permiten situar el nacimiento de la navegación en vela en el antiguo Egipto durante el periodo predinástico, del 3200 al 2700 a.c. Es precisamente en este lugar de la tierra donde se han encontrado varias representaciones de embarcaciones a vela navegando a lo largo del río Nilo. Este hallazgo se presentó en unas urnas de arcilla encontradas gracias a las excavaciones arqueológicas realizadas.

Estas representaciones mostraban embarcaciones formadas por un mástil central y una verga transversal en la cual había una vela cuadrada. Para poder dirigir la embarcación había dos remos en la aleta (parte lateral trasera).

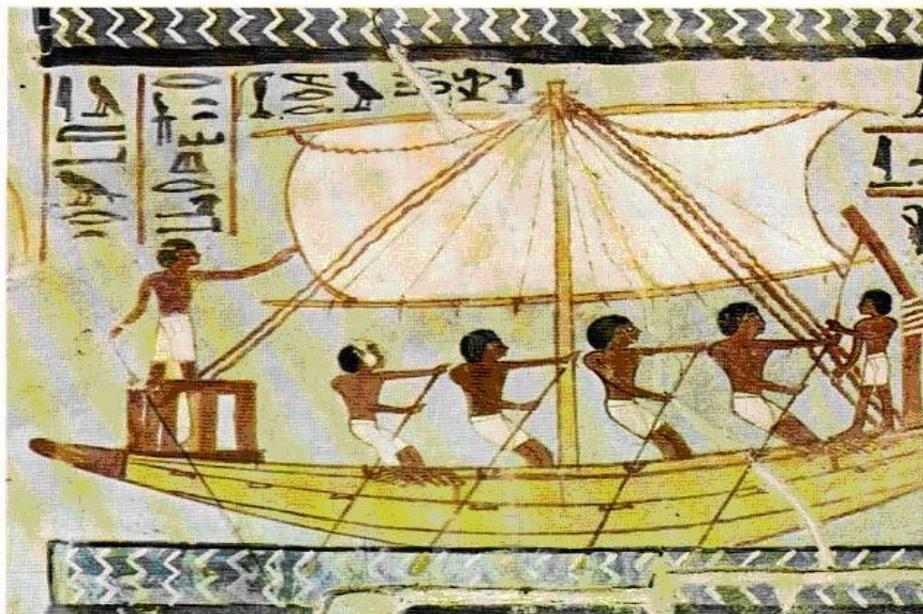


Figura 1. Primer velero de la historia, Egipto.

La primera vela, y al mismo tiempo la más antigua, recibe el nombre de la vela cuadrada o vela redonda. Hay que destacar que dicho nombre no tiene ninguna relación con la forma de la vela ya que esta podía ser de forma trapezoidal. Este tipo de vela estaba construida de tal forma que recibía el viento desde la popa, pero era incapaz de ceñir el viento debido a su forma y enorme superficie. Esto permitía navegar con un ángulo menor a 90 grados respecto a la dirección del viento.

Durante el periodo clásico, del 439 al 338 a.c, las embarcaciones, al tener solamente velas cuadradas, no podían navegar contra el viento y por ello seguían dependiendo de

remos para trayectos de larga distancia.

Durante la era antigua de la vela cabe destacar una nave que constaba de tres filas de remeros en cada costado. Esta recibía el nombre de trirreme y se puede calificar como una de las más sobresalientes de aquella época. Contaba, además, con una vela cuadrada en el centro. Durante el siglo V a.c. fue la nave más usada durante los enfrentamientos bélicos tanto por los griegos como por los persas. Entrado el siglo II se agregó una gran mejora a esta embarcación que constaba en una vela pequeña delantera, la vela cebadera y otra vela, la gavia, situada sobre la vela mayor. Durante los enfrentamientos, las velas se bajaban y de esa forma los remeros quedaban libres y dispuestos totalmente a la lucha.

Estas embarcaciones eran dirigidas por dos espaldillas. Esto son dos remos más grandes que los usados hasta entonces y situados uno en cada lado del castillo de popa.

Más tarde, durante los años 700 y 1000, apareció una nueva nave el drakkar o langskip. Se considera como una representación militar de los escandinavos, pero también fue usada por los sajones. Estas embarcaciones eran largas, estrechas y ligeras. Presentaban remos a lo largo de casi toda la nave que eran accionados por los remeros. En la mitad del drakar había un mástil y una vela rectangular que se usaba en los trayectos largos.

El material más destacado que se utilizaba para fabricar dichas velas era la lana. La clasificación de los distintos drakkars se realizaba en función de su tamaño, construcción y categoría. Cabe destacar el magnífico snekke, que siendo el más pequeño, medía unos 17m de eslora. Por otro lado, se puede mencionar el barco dragón que podía albergar más de cien tripulantes.

A partir del año 600 a.c. se descubre la existencia de la nave a vela más antigua del mundo que está en uso hasta ahora. Es el llamado junco, que se caracteriza por tener una popa corta y no tener quilla. Esas naves eran usadas por los chinos para invadir Japón.

Los chinos tuvieron gran participación en el desarrollo de la navegación a vela durante el siglo XI que tuvo gran repercusión en Europa. Se destaca, sobre todo el uso de buques con varios mástiles.

Debido al deseo que tenían entonces los navegantes para poder navegar contra el viento, aparecen las velas triangulares o velas latinas. Podían ser o de cuchillo o de áuricas y permitían navegar contra la dirección del viento, llegando a ángulos de 45 grados. La procedencia de la vela triangular se remonta al siglo III en el océano Indico. La vela latina es de origen árabe o polinesio. Es en el siglo XIII cuando la vela latina comienza a ser frecuente en el Mediterráneo.

Aunque hay que destacar que aparece otra vez la vela cuadrada debido a la gran influencia nórdica. Durante este siglo también se vuelve más común la construcción de embarcaciones de más de un mástil. Como ejemplo se puede nombrar la coca. Se trata de una nave, existente entre los siglos XIII y XVIII, que en un principio usaba solamente una vela cuadrada, pero al final de su desarrollo llegó a tener cuatro mástiles.

A partir del siglo XV, aparecen en Inglaterra embarcaciones de dos y tres palos. Estos se disponían al lado de la proa y de la popa y únicamente eran aptas para llevar velas cuadradas. Desde entonces, el mundo de la vela perdió el miedo de evolucionar variando el tamaño de velas y el número de mástiles. Lo más común eran naves de tres mástiles.

El jabeque, evolución del Dromón bizantino y la Galera, era una embarcación con la disposición latina, hecho que ayudaba a maniobrar con más facilidad. Era usada sobre todo por piratas.

Se puede destacar también la galera medieval. Se trata de una embarcación con dos mástiles y sus respectivos remos que hacían más sencilla la navegación con poco viento. Tenía la disposición de palos, velas y cabos de acuerdo con la forma latina. En el siglo XVI los holandeses se convirtieron en la potencia marítima mundial gracias al papel que tuvieron en el desarrollo de la vela triangular. Este hecho permitió la navegación con pequeñas embarcaciones en canales, ríos y costas con poca profundidad con la denominada vela de estay o vela tarquina o de abanico. Esta vela era de cuchillo y de forma rectangular; se fijaba al mástil por uno de sus lados y para su extensión disponía de una vara diagonal. Su uso estaba extendido no solo en pequeñas embarcaciones sino también en los grandes barcos.

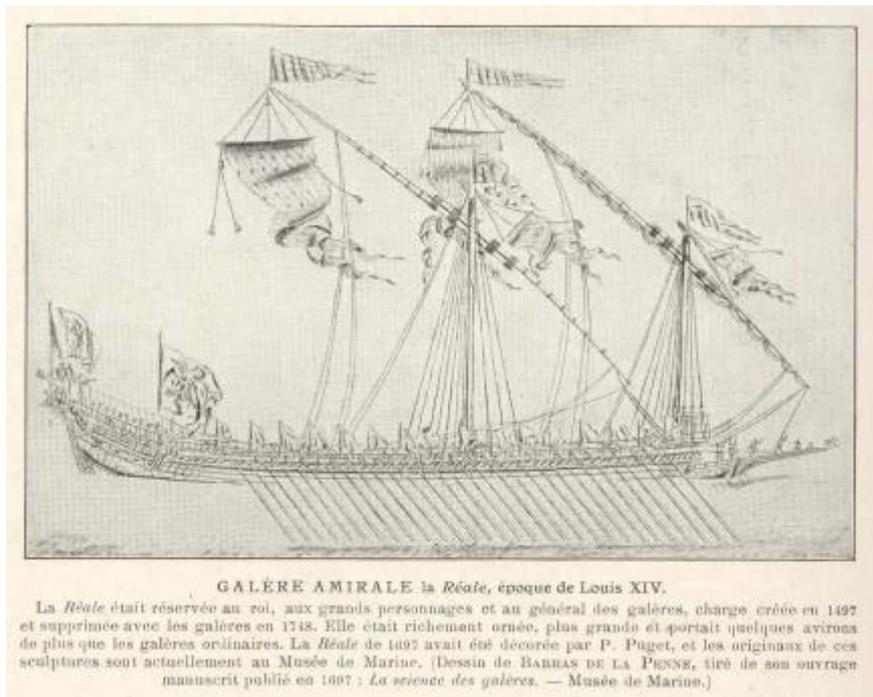


Figura 2. Dibujo de la galera real francesa.

Existe un progenitor de embarcaciones de tres mástiles, es la carabela. Se describe como un velero ligero, alto y largo que hacía uso del aparejo redondo o latino. Era usada por los españoles y los portugueses y estaba destinada a emprender viajes por el océano gracias a la posesión de tres mástiles, una cubierta y un castillo de popa alto. Se desarrolló en el siglo XV en la escuela de navegación de Sagres en Portugal y fueron evolucionando desde barcos destinados a la pesca hasta llegar a ser usada para la carga y la investigación.

Se pueden diferenciar dos tipos de carabelas: la latina que dispone únicamente de aparejo latino y la redonda que tenían una vela cuadrada tendida en el mástil de proa. El inconveniente que presentaban estas naves frente a las otras de la época es que necesitaban más habilidad a la hora de su manejo.

Hay que destacar que estas embarcaciones fueron usadas por personajes de la talla de Cristóbal Colón en su búsqueda de las Indias. Sin embargo, a partir del siglo XVI, tras el descubrimiento de América, el uso de las carabelas era cada vez más escaso.

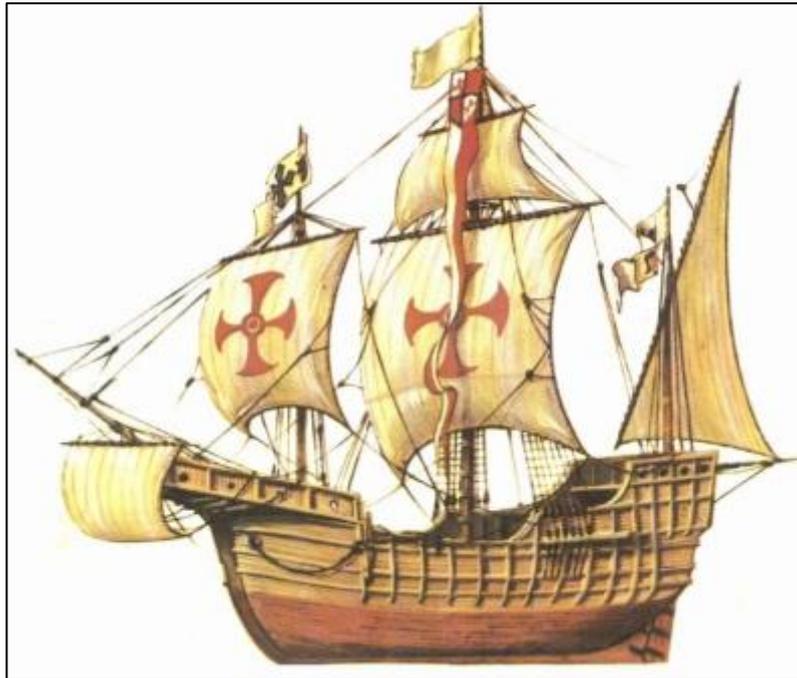


Figura 3. *Santa María, utilizada por Colón.*

Se inicia entonces un gran desarrollo en la construcción de las nuevas embarcaciones a vela que tenían como objetivo tener una gran capacidad para el fuego. Nace el galeón, descendente de la carraca, con una rapidez semejante a la carabela. Se caracterizaba por ser elegante, grande y cumplir con la expectativa de la época.

Durante los siguientes años van apareciendo nuevas embarcaciones como el juanete, siglo XVI, la sobrecebadera, siglo XVII y el foque, siglo XVII y el más efectivo de los anteriores. Se destaca también la aparición de dos modelos nuevos de galeones, el español y el inglés, que, a diferencia del resto, disponen tanto de velas cuadradas y triangulares. Estos últimos se enfrentaron cuando Felipe II decidió atacar Inglaterra.

Gracias al gran desarrollo que sufren los galeones aparecen cambios significativos en las velas, como por ejemplo el número de estas, el tamaño y la modalidad de unir velas triangulares entre los mástiles.

Antes de la terminación del siglo XVIII se promueve el uso de una cuarta vela sobre el juanete, recibe el nombre de sobre juanete. Además, la navegación a vela se vuelve más complicada debido a la aparición de más aparejos y más mástiles que pueden llegar a ser hasta siete en algunas embarcaciones.



Figura 4. Galeón español.

Un gran número de embarcaciones de línea y fragatas presentaban un aparejo redondo con velas triangulares en los palos de mesana y bauprés. Se afirma que el navío de línea más grande procedía de Cuba en 1769, el Santísima Trinidad. Sin embargo, esta modalidad de navegación desapareció en la primera mitad del siglo XIX.

Antes de la desaparición total de la vela en el siglo XIX, aparece el clipper. Se considera como uno de los veleros más eficaz de este siglo. Su nombre se debe a que intentaba acortar las distancias durante la navegación, “clip” significa cortar o recortar.

Ya a finales del siglo XIX la navegación a vela desaparece y es sustituida por la máquina de vapor. Gracias a los avances en la tecnología, el avance mecánico se vuelve cada vez más barato y de lo contrario, el precio de las jarcias y lonas aumenta considerablemente. Este hecho provocó la desaparición total de la navegación a vela.

Actualmente los barcos de vela solamente son utilizados para la navegación a placer, iniciación náutica o competiciones. Sin embargo, debido a la alta contaminación de los barcos actuales aparecen llamativos intentos de volver a usar la vela para reducir el consumo del combustible.

2.2. Gib'Sea Ketch 37.

El Gib'Sea 37 es un velero mítico de origen francés diseñado por Michel Joubert. Se considera como la embarcación gemela del Gin Fizz. Ambos fueron presentados al mismo tiempo, en el año 1974, por dos empresas que cooperaban, Jeanneau y Gilbert. La presentación de estos dos modelos impresionó al público debido a su gran volumen para esa época. Tanto el Gib'Sea 37 como el Gin Fizz tienen unas características iguales en cuanto a su apariencia exterior. Sin embargo, el interior del Gib'Sea tenía unos acabados hechos en mayor parte con chapados sintéticos, hecho que suponía un menor coste económico que el Gin Fizz. Estas embarcaciones son conocidas también gracias a que, en 2012, la joven Laura Dekker consiguió dar la vuelta al mundo en solitario precisamente con esta embarcación a la cual le asignó el nombre de Guppy.

Principales características Gib'Sea 37:

- Años fabricación: 1974-1984
- Eslora total: 11,40 m
- Eslora flotación: 9,15 m
- Manga máx.: 3,76 m
- Calado: 1,90 m
- Desplazamiento: 7800 kg
- Lastre: 2950 kg
- Mayor: 23,5 m²
- Génova: 46,5 m²
- Espinaquer: 100m²
- Agua dulce: 400 l
- Gasoil: 160 l



Figura 5. *Gin Fizz*.

2.3. Winche.

“Un cabrestante (también conocido como winche) es un dispositivo mecánico, rodillo o cilindro giratorio, impulsado manualmente, por una máquina de vapor, un motor eléctrico o hidráulico, con un cable, una cuerda o una maroma. Que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar objetos o grandes cargas.” [1]

Explicado en otras palabras se trata de un dispositivo potente que está diseñado para absorber una carga a través de una superficie horizontal o vertical, en función del uso al que este destinado. Un winche puede ser manual o accionado por un motor eléctrico o hidráulico que hace funcionar el conjunto de engranajes que se presentan en su interior, permitiendo el giro del mismo.

Afinando más en el tema de la náutica, el winche se utiliza en la maniobra de izado de velas, cobrado de escotas, etc. Se encarga de desmultiplicar el esfuerzo. Se pueden distinguir varios tipos de winches según su forma de trabajar, o más bien, según la manera en que desarrollan su función. Estos son los siguientes:

- Winches manuales: se accionan, como bien dice su nombre, de forma manual mediante una manivela con un extremo dentado que se introduce dentro del winche.
- Winches mecánicos: obtienen la fuerza gracias a un sistema especial de tomas de fuerza al motor.
- Winches eléctricos: su funcionamiento se basa en una fuente de energía eléctrica como un alternador y la batería de la embarcación.
- Winches hidráulicos: obtienen la energía gracias a la presión hidráulica que produce la bomba de dirección.

Como podemos ver todos ellos se diferencian en la manera gracias a la cual obtienen la energía necesaria para realizar el movimiento de sus componentes internos como engranajes, sistemas especiales y rodamientos. Sin embargo, todos los winches tienen una base técnica muy similar, lo que hace que su despiece y mantenimiento sea muy parecido independientemente del tipo de winche.

Un winche mecanizado, sea eléctrico, mecánico o hidráulico, es un winche manual sobre el cual se adapta en la parte baja un accionamiento. De esta forma puede funcionar tanto manual como automáticamente.

Otra posible distinción de los winches usados en la navegación es el material empleado para su fabricación.

- Aluminio anodizado: es el material más ligero y barato para esta aplicación sin perder su larga duración. Suelen ser de color negro, gracias a lo cual proporcionan una vista estética al barco, pero tienen un punto negativo u es que se suelen calentar mucho en los trópicos.
- Cromo sobre bronce: es una composición que mezcla la durabilidad del bronce con la belleza del cromo. Puede llegar a pesar hasta un 20% más que el aluminio.
- Bronce: es muy duradero pero requiere un pulido frecuente para mantenerse brillante. Se puede ver en los barcos tradicionales pero cada vez es más raro.
- Acero inoxidable: se trata de un material caro, pero a la vez más duradero que cualquier material de tambor. Se mantiene en perfectas condiciones durante mucho tiempo.
- Compuesto: existen dos tipos de materiales compuestos para la fabricación de winches. Se destaca la fibra de carbono que a pesar de su alto precio es la mejor opción para embarcaciones de carrera.

Por último, existe una tercera clasificación de los winches. Se trata del número de velocidades que puede tomar este en función del número de engranajes disponibles.

- Una velocidad: por cada revolución del tambor gira una revolución de mango. Están limitados para winches pequeños ya que tienen ventajas mecánicas limitadas. Son los más económicos.
- Una velocidad engranada: el mango actúa sobre el tambor a través de una serie de engranajes para aumentar la ventaja mecánica. La reducción de engranajes permite que el winche ejerza más potencia que uno no engranado.
- Dos velocidades: aumentan la potencia disponible cambiando velocidades cuando el mango gira en la dirección opuesta. Cuando se gira en el sentido de las agujas del reloj la relación de engranajes es de 1:1. De lo contrario, si se gira en sentido opuesto a las agujas del reloj la relación suele ser de 5:1 o 6:1.
- Dos velocidades engranadas: el primer engranaje suele tener una proporción de 2:1 y la segunda velocidad 7:1. La primera velocidad puede girar en sentido horario o antihorario.
- Tres velocidades: suelen ser utilizados en barcos de carreras ya que son más caros. Las tres velocidades disponibles acomodan el recorte rápido y las proporciones de alta potencia. El tambor gira una vuelta por cada revolución del mango, hecho que permite el ajuste rápido de las hojas con cargas bajas.

Aunque esta velocidad no está engranada, existe una pequeña ventaja mecánica en cuanto a la relación obtenida entre la palanca (mango) y el diámetro del tambor.

- Cuatro velocidades: se puede definir como un winche de tres velocidades que ofrece una posibilidad de primera velocidad directa de la impulsión o primera velocidad engranada. La tripulación selecciona la primera marcha adecuada y luego utiliza las tres velocidades disponibles.

No hay que olvidar de que los winches tienen distintos tamaños en función de ciertas características de la embarcación a la cual van a ser destinados. Entre estas características se destaca la eslora y la superficie de velica.

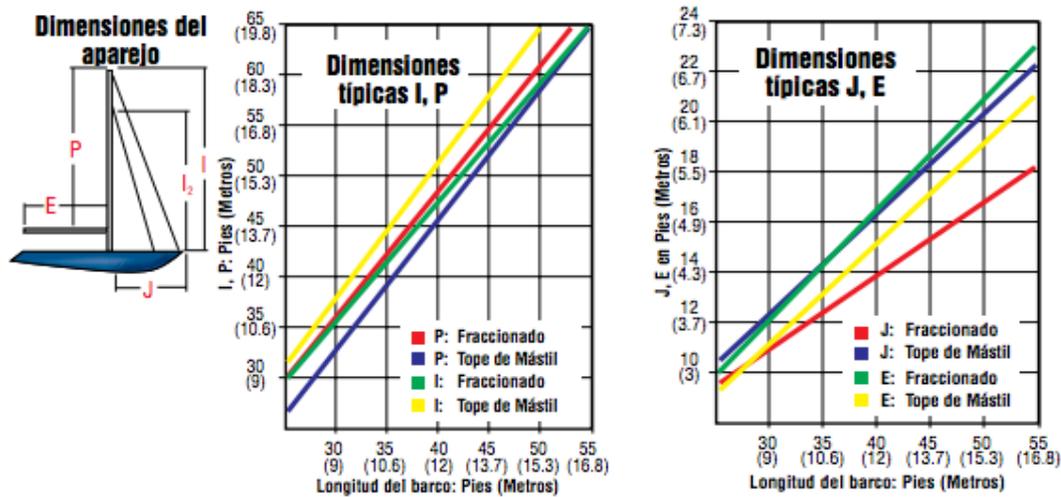


Figura 6. Medidas winches, catálogo Harken.

Tabla de tamaños

Medida Winche	Génova				Vela mayor						Spinnaker				Trinqueta			
	Escota		Driza		Escota extremo Botavara		Driza		Faja de rizos		Escota		Driza		Amanillo/Retenida		Driza	
	Máxima superficie vélica 100% triángulo de proa (I x J x .5)		Máx I		Máxima superficie vélica 4:1 escota (P x E x .5)		Máx P		Máx P		Máxima superficie vélica (I x J x 1.8)		Máx I		Máx I		Máx I	
	pie ²	m ²	pie	m	pie ²	m ²	pie	m	pie	m	pie ²	m ²	pie	m	pie	m	pie	m
6	75	7	25	7.6	—	—	25	7.6	34	10.4	500	46.5	25	7.6	35	10.7	25	7.6
8	115	10.5	36	11	150	14	32	9.8	40	12.2	800	74	36	11	44	13.4	37	11.3
16*	155	14.5	42	12.8	230	21	38	11.6	46	14	975	91	42	12.8	50	15.2	42	12.8
20	155	14.5	42	12.8	230	21	38	11.6	46	14	975	91	42	12.8	50	15.2	42	12.8
32*	225	21	48	14.6	335	30	43	13.1	53	16.2	1135	105	48	14.6	56	17	48	14.6
35	225	21	48	14.6	335	30	43	13.1	53	16.2	1135	105	48	14.6	56	17	48	14.6
40	270	25	54	16.5	410	38	49	14.9	57	17.4	1240	115	54	16.5	61	18.6	54	16.5
44*	340	31.5	64	19.5	560	52	59	18	68	20.7	1400	130	64	19.5	73	22.2	64	19.5
46	365	34	69	21	625	58	64	19.5	73	22.2	1530	142	68	20.7	78	23.8	69	21
48*	390	36	73	22.2	700	65	68	20.7	78	23.8	1750	162	74	22.5	82	25	73	22.2
50	390	36	73	22.2	700	65	68	20.7	78	23.8	1750	162	74	22.5	82	25	73	22.2
53*	435	40	77	23.5	765	72	73	22.2	85	25.9	1960	182	79	24	90	27.4	77	23.5
60	525	49	82	25	850	79	80	24.4	92	28	2200	204	85	25.9	98	29.9	82	25
70	590	55	86	26.2	1000	93	85	25.9	97	29.6	3000	279	91	27.7	108	33	86	26.2
74*	950	88	100	30.5	1350	125	102	31.1	—	—	—	—	105	32	—	—	—	—
80	950	88	100	30.5	1350	125	102	31.1	—	—	—	—	105	32	—	—	—	—

Figura 7. Medidas winches, catálogo Harken.

2.4. Problemática de los winches manuales.

El uso de winches manuales no supone un problema como tal, pero sí un gran esfuerzo que a día de hoy es posible evitar. La mecanización de esta pieza da la posibilidad de poder manejar las velas por personas no capacitadas para hacerlo con uno manual debido a la gran fuerza que hay que tener para poder girar la manivela del mismo. Como ejemplo podemos poner una persona de avanzada edad o cualquier persona que presente una lesión que impide movimientos forzados. Además, de esta forma la persona encargada de desenrollar las velas puede dedicarse a otras faenas de más importancia ya que gracias al winche mecanizado éstas lo hacen por si solas.

Un winche mecanizado se activa mediante un botón o mando que acciona el mecanismo correspondiente a la transmisión del movimiento a la pieza final que se encarga de manejar las drizas y escotas. Lo que supone una gran comodidad.

2.5. Motor-reductor.

“Los reductores y los motorreductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.” [2]

Los puntos a favor de usar los motorreductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en la potencia y par transmitidos.
- Tamaño reducido.
- Rapidez en la instalación y en el mantenimiento del elemento.

Las características de los motorreductores son las siguientes:

- Potencia de entrada y de salida.
- Velocidad de entrada y de salida.
- Par a la salida del motorreductor.
- Relación de reducción que especifica la relación existente entre las velocidades de entrada y salida.

Existen varios tipos de reductores de velocidad que varían según el tipo de engranajes, según disposición de los ejes lento y rápido y según el sistema de fijación. En el caso de este proyecto nos centramos en los reductores que se caracterizan según el tipo de engranajes, en concreto el reductor de velocidad sin fin-corona.

Se puede decir que este tipo de reductor de velocidad es uno de los más sencillos. Está formado por una corona dentada en el centro de la cual hay un eje de acero, es el llamado eje lento. La corona está en contacto constante con un husillo de acero que tiene forma de tornillo sin-fin. Por cada vuelta del tornillo sin-fin se produce el avance de un diente de la corona y de esta forma se consigue la reducción de velocidad. La reducción se calcula mediante el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin-fin.

3. DESARROLLO PRÁCTICO.

3.1. Descripción de tareas.

En este apartado se describen con detalle todas las tareas que se han ido realizando para poder realizar el proyecto de mecanización de un winche. La pieza será accionada mediante un motor-reductor ya que es la forma más adecuada de hacer que esta pieza gire automáticamente sin ayuda de la fuerza humana.

La primera cuestión a plantearse es la forma de colocar el motor-reductor. Existen dos posibilidades: en horizontal o en vertical. Ambas tienen la misma finalidad de funcionamiento y lo único que las distingue es la posición. Para este proyecto se elige la ubicación horizontal ya que tiene la ventaja de ocupar menos espacio, cosa que no siempre está disponible ya que en algunas zonas de la embarcación, no hay suficiente altura en la parte hueca donde se ha de colocar el winche con su correspondiente motor-reductor. Sin embargo, siempre hay espacio horizontal por lo tanto esa es la opción a elegir.

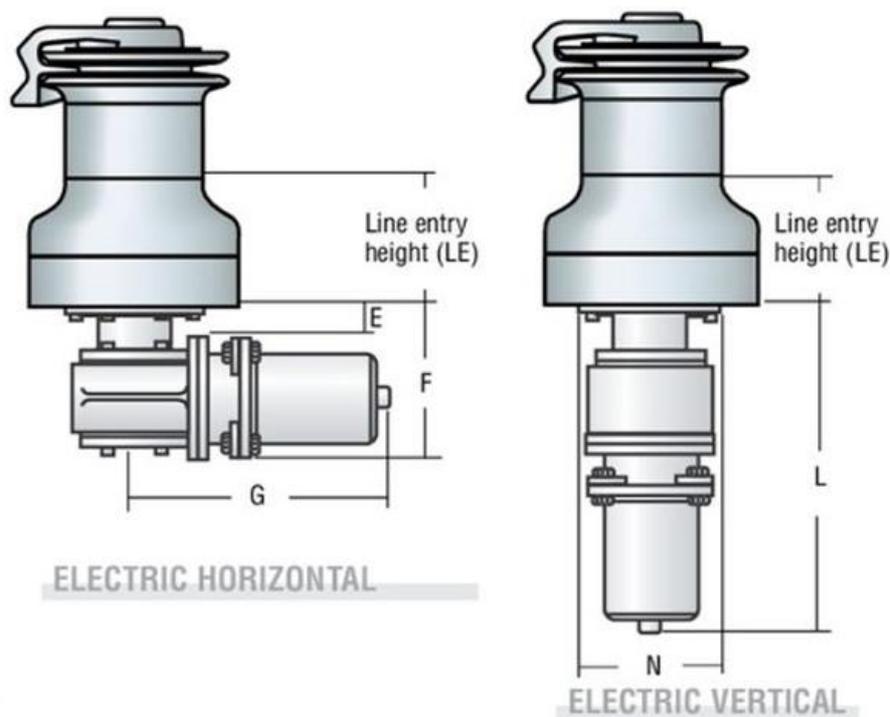


Figura 8. Posibles posiciones motor-reductor.

En segundo lugar, es necesario conocer las medidas del winche tanto de la parte externa como de ciertos elementos interiores. Al tratarse de un modelo Harken 40.2st se recurre a un catálogo del mismo fabricante para poder conocer sus medidas externas. Las medidas de ciertos elementos interiores que serán necesarias para la realización de este proyecto no han sido fáciles de conseguir. Después del fracaso en el contacto con varios talleres náuticos y personas expertas en el sector, finalmente se recurre al contacto directo con el propio fabricante. Harken facilita el plano de la pieza pedida, en este caso del eje central interior del winche, ref. 27535 del Anexo I, ya que es la pieza que transmite el movimiento al tambor del winche. Todas estas medidas se encuentran en el apartado 3.2. del presente proyecto.

Para poder realizar los cálculos necesarios será necesario conocer la relación de transmisión existente entre las velocidades del winche. Para ello se marca la posición del winche respecto a la cubierta y la posición del tambor respecto al eje de giro. Se gira el winche hasta ver cuántas vueltas hace falta dar con la manivela para que el tambor de una vuelta completa. Estos datos aparecen con detalle en el apartado de cálculo.

Como el winche mecanizado es una pieza que ya existe y está a la venta por parte de los fabricantes de accesorios náuticos, se escoge un catálogo para poder conocer algún dato inicial para tener un primer parámetro en función del cual elegir un motor-reductor adecuado. Según el tamaño del winche a mecanizar se mira en las tablas de Harken la potencia necesaria del motor-reductor.

Conocida la potencia necesaria y sabiendo que el voltaje recomendado en las embarcaciones ha de estar entre 12-24V se elige un motor-reductor. Para ello se contacta con una empresa especializada en motor-reductores, Transtecno. Tenemos que tener en cuenta que la disposición del eje del motor respecto al eje de salida del reductor debe ser de 90°. Es por ello que el motor-reductor más adecuado sea de tornillo sin-fin. Por otra parte, hay que tomar la precaución de permitir que el winche ya mecanizado pueda girar de forma manual, con la manivela, en caso de una avería del motor-reductor. Es por ello que se elige un motor-reductor reversible que nos permite hacer esta maniobra. Todas las características del motor-reductor elegido aparecen en el apartado 3.4.

El siguiente paso es el desarrollo de alguna forma de unión de ambas piezas, el motor-reductor con el winche. Se proponen dos concretas de las cuáles se elige una que se va a llevar a cabo en el proyecto.

En relación con el anterior punto, es necesario hacer cálculos para ver si las dimensiones del acoplamiento propuesto son correctas y no van a sufrir roturas o deformaciones. Para ello se crea una plantilla de cálculo en el programa Mathcad que sirve para poder hacer pruebas de forma más rápida para este proyecto. Además, con esta plantilla se podrá hacer el dimensionado del acoplamiento propuesto para winches de otro tamaño, con motor-reductores de distintas características y con

materiales con otro comportamiento a rotura y deformación. Los cálculos aparecen detalladamente en el apartado 3.6.

Por último, una vez acoplado el motor-reductor al winche, hay que alimentar el mecanismo de alguna forma. La fuente de alimentación es una batería, que dispone el velero, y el winche se activa mediante uno de los dos interruptores, uno para cada velocidad. En la instalación se coloca un disyuntor para evitar daños en el mecanismo en caso de que se produzca un cortocircuito o la intensidad de la corriente eléctrica sobrepase el valor límite. Para completar la instalación se añade una caja de control. En el siguiente esquema se puede ver la situación orientativa de los componentes nombrados anteriormente, sin embargo, este tema se detalla más en el apartado 3.9.:

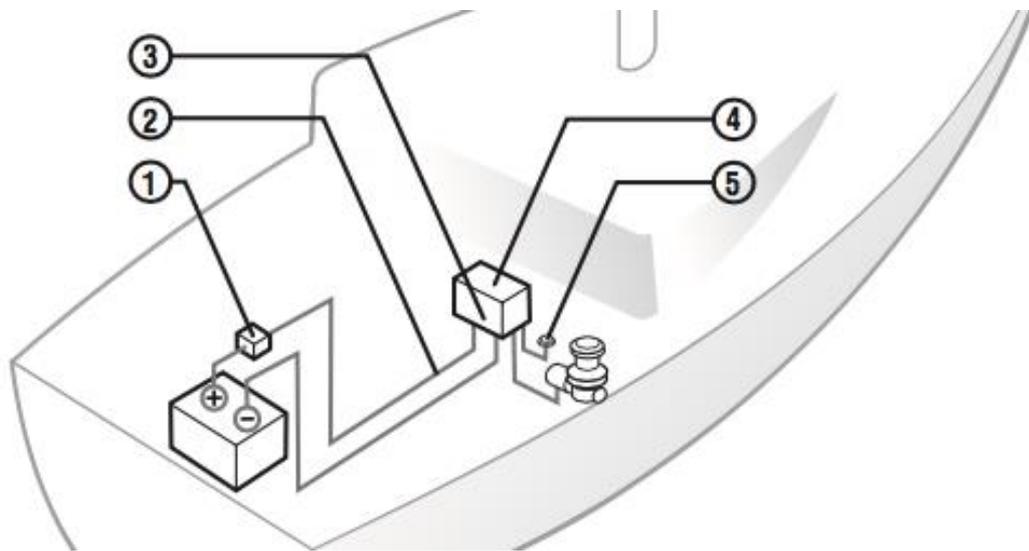


Figura 9. *Instalación eléctrica.*

Siendo:

- 1) Disyuntor.
- 2) Cable conexión.
- 3) Entrada caja de control.
- 4) Caja de control.
- 5) Interruptor.

3.2. Descripción del winche a mecanizar.

El winche a mecanizar es de la marca Harken, modelo 40.2st de dos velocidades. Las siglas 40 indican el tamaño del winche, más concretamente el radio de su tambor; el número 2 especifica que es de dos velocidades como se ha dicho anteriormente; las letras del final st indican que se trata de un winche autocazante, es decir, que no hace falta aguantar el cabo con la mano ya que dispone de un sistema propio de sujeción. El material del que está hecho es aluminio. En la siguiente imagen se ve el modelo concreto:



Figura 10. Harken 40.2st

Como ya se ha comentado en el apartado 3.1., es necesario conocer ciertas dimensiones del winche. En caso de las exteriores, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Ref. No.	Tambor (T)		Base (B)		Altura (A)		Peso		Altura entrada línea (AEL)		Ø Línea (Mínimo - Máximo)		Círculo de fijación		Tornillos (SH o HH)		Relación engranajes			Relación de potencia		
	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	kg	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	1	2	3	1	2	3
Radial Autocazante (Self-Tailing)																						
15STA	2 1/4	73	4 1/4	120	5 1/2	139	4.6	2.1	2 1/4	58	1/4 - 3/8	6 - 10	3 1/2	100	5 x 1/4	5 x 6	2.43	—	—	16.9	—	—
20STA	2 1/4	73	5 1/4	137	5 1/2	148	5.3	2.4	2 1/4	61	1/4 - 1/2	6 - 12	4 1/2	110	5 x 1/4*	5 x 6	2.76	—	—	19.20	—	—
35.2STA	3 1/4	80	5 1/4	149	6 1/4	170	7.9	3.6	3 1/4	79	1/2 - 1/2	8 - 12	4 1/4	123	5 x 1/4*	5 x 6	2.13	5.65	—	13.50	35.90	—
40.2STA	3 1/4	80	6 1/4	157	6 1/4	175	8.4	3.8	3 1/4	82	1/2 - 1/2	8 - 12	4 1/4	123	5 x 1/4*	5 x 6	2.13	6.28	—	13.50	39.90	—
46.2STA	3 1/4	100	7 1/4	184	7 1/4	201	11.5	5.2	3 1/4	90	1/2 - 1/2	8 - 14	5 1/4	150	5 x 1/4	5 x 8	2.30	9.17	—	11.70	46.50	—
50.2STA	4 1/4	110	7 1/4	194	8 1/4	212	13.2	6.0	3 1/4	97	1/2 - 1/2	8 - 14	5 1/4	150	5 x 1/4	5 x 8	2.40	10.90	—	10.90	50.40	—
60.2STA	4 1/4	120	9 1/4	236	9 1/4	246	22.5	10.2	4 1/4	116	1/2 - 1/2	8 - 16	8	204	6 x 1/4	6 x 8	4.80	14.40	—	20.30	61.00	—
60.3STA	4 1/4	120	9 1/4	236	9 1/4	246	25.8	11.7	4 1/4	116	1/2 - 1/2	8 - 16	8	204	6 x 1/4	6 x 8	2.20	4.80	14.40	9.20	20.30	61.00
70.2STA	5 1/4	130	9 1/4	240	10 1/4	256	24.9	11.3	4 1/4	115	1/2 - 1/2	10 - 18	8 1/4	205	6 x 1/4	6 x 8	5.70	18.50	—	22.20	72.00	—
70.3STA	5 1/4	130	9 1/4	240	10 1/4	256	28.3	12.8	4 1/4	115	1/2 - 1/2	10 - 18	8 1/4	205	6 x 1/4	6 x 8	2.30	5.70	18.50	9.00	22.20	72.00
80.2STA	6 1/4	175	11 1/4	287	12 1/4	320	46.8	21.2	6 1/4	164	1/2 - 1/2	12 - 18	9 1/4	233	8 x 1/4	8 x 10	9.94	32.12	—	28.85	93.24	—
80.3STA	6 1/4	175	11 1/4	287	12 1/4	320	50.1	22.7	6 1/4	164	1/2 - 1/2	12 - 18	9 1/4	233	8 x 1/4	8 x 10	2.76	9.94	32.12	8.01	28.85	93.24

Figura 11. Medidas catálogo Harken.

A partir de esta tabla pueden conocerse fácilmente los siguientes datos:

- Diámetro tambor (T) = 80mm
- Diámetro base (B) = 157mm
- Altura (A) = 175mm
- Altura entrada línea (AEL) = 82mm

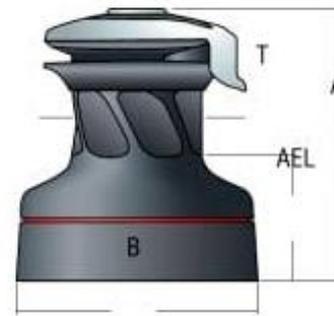


Figura 12. Partes medidas.

Como ya se ha destacado antes el winche es de dos velocidades por lo tanto habrá que tener en cuenta ambas. La primera velocidad es la directa y por lo tanto no tiene ninguna reducción. En cambio, la segunda velocidad, la lenta o reducida, como indica su nombre sufre una reducción. La relación de reducción de esta velocidad es de 1:4, es decir, hay que dar 4 vueltas con la manivela para que el tambor de una vuelta completa.

Las dimensiones del eje central interior, ref. 27535 del Anexo I, del winche se aprecian en la siguiente imagen:

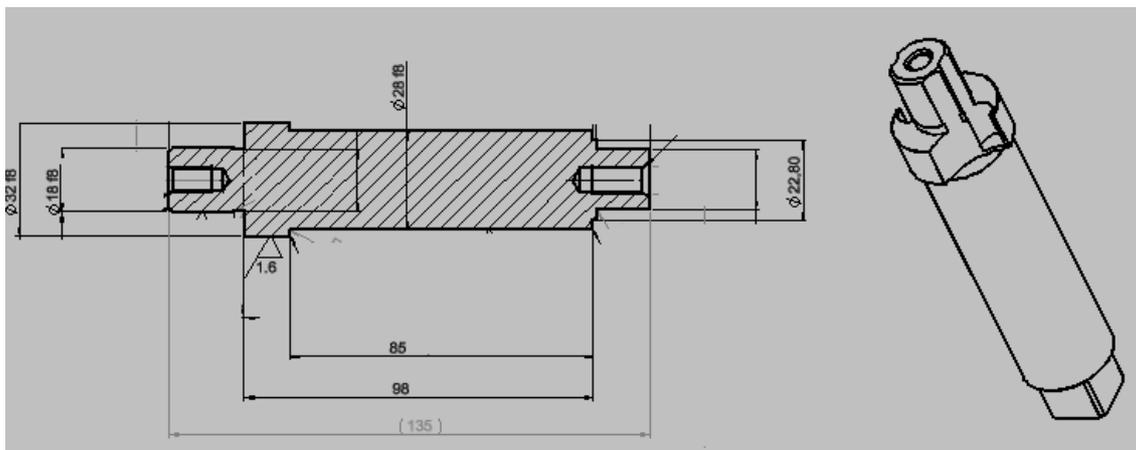


Figura 13. Medidas eje central interior.

3.3. Funcionamiento del winche de dos velocidades.

El interior del winche está formado por varios engranajes y rodamientos, ver despiece Anexo I, que permiten el giro en dos direcciones en caso de un winche de dos velocidades. Para hacer girar el mecanismo se introduce una manivela a la parte superior del winche, ref. 31759 que hace girar el eje principal interior, ref. 27535. Dependiendo del sentido de giro se accionan unos engranajes u otros, lo que desmultiplica más o menos el esfuerzo a realizar. Todas las referencias se refieren al despiece del anexo I.

El siguiente paso es girar la manivela en uno de los dos sentidos:

- Sentido horario: se refiere a la marcha directa. En este sentido de giro el mecanismo moverá a primera velocidad, es decir, sin ninguna reducción y con una relación de engranajes de 1:1. El eje principal transmite el movimiento a un engranaje que acciona directamente el tambor, es decir, mueve el winche. Esta velocidad supone realizar un mayor esfuerzo para un giro más lento del tambor del winche.
- Sentido antihorario: es la segunda velocidad del winche. Se trata de una velocidad reducida con una reducción de engranajes de 1:4. En este caso la marcha no es directa. Esto quiere significar que el eje acciona dos engranajes de menor tamaño que finalmente mueven el tambor del winche. Por lo tanto, el esfuerzo a realizar es menor y el giro del tambor es más rápido.

En la siguiente imagen se puede ver a qué se refiere hablando de los engranajes en la explicación anterior:



Figura 14. Sentidos de giro.

3.4. Descripción del motor-reductor.

Como se ha comentado en el apartado 3.2. es necesario conocer algún dato de partida a partir de la tabla del catálogo de Harken.

Medida Winche	Configuración		Voltaje		Potencia en vatios	
	STEH (horizontal)	STEV (vertical)	12 V	24 V	12 V	24 V
40.2	✓	—	✓	✓	700	900
46.2	✓	✓	✓	✓	700	900
50.2	✓	✓	✓	✓	1500	2000
60.2 - 60.3	✓	✓	✓	✓	1500	2000
70.2 - 70.3	✓	✓	✓	✓	1500	2000
80.2 - 80.3	✓	✓	✓	✓	1500	2000

Figura 15. Tabla potencia motor Harken.

Se necesita un motor-reductor de una potencia de alrededor de 700W y 12V según el catálogo del fabricante. Por otra parte, se sabe que dicho motor-reductor tendrá que tener una velocidad de 600-800rpm.

La empresa Transtecno facilita un catálogo de motor-reductores de las características especificadas en el apartado 3.1., es decir, reversible, con el eje principal a 90° respecto al eje del motor y de corriente continua. En la siguiente tabla se puede ver las características del motor-reductor seleccionado:

P_1 [W]	n_2 [min ⁻¹]	M_2 [Nm]	sf	i		Versione motore Motor version
800						
(3000 min ⁻¹)	600	11	2.5	5	ECM600/040	120/240
	400	17	1.8	7.5		
	300	22	1.5	10		
	200	32	1.1	15		
	150	42	0.7	20		
	120	40	0.7	25		
	100	54	0.7	30		
	75	49	0.7	40		
	600	12	4.7	5	ECM600/050	120/240
	400	17	3.3	7.5		
	300	22	2.7	10		
	200	33	1.9	15		
	150	43	1.3	20		
	120	52	1.0	25		
	100	60	1.1	30		
	75	75	0.8	40		
	60	81	0.7	50		
	50	74	0.7	60		
	38	66	0.7	80		
	200	33	3.5	15	ECM600/063	120/240
	150	43	2.4	20		
	120	53	1.8	25		
	100	60	2.1	30		
	75	77	1.4	40		
	60	93	1.1	50		
	50	107	0.9	60		
	38	132	0.7	80		
	30	114	0.7	100		
	150	43	3.5	20	ECM600/070	120/240
	120	53	2.6	25		
	100	81	3.0	30		
	75	78	2.1	40		
	60	94	1.6	50		
	50	110	1.3	60		
	38	137	0.9	80		
	30	156	0.7	100		

Figura 16. Tabla especificaciones motor-reductor, Transtecno.

Se elige el modelo ECM600/040 de 800W que, como bien indica su nombre, es de corriente continua y con una velocidad de giro de 600rpm.



Figura 17. Motor-reductor tornillo sin fin.

En el catálogo también se dispone de los planos con las medidas detalladas del motor-reductor elegido. Es importante conocerlas para poder elegir un acoplamiento adecuado además de la principal razón que es saber cuánto ocupará la instalación del mismo.

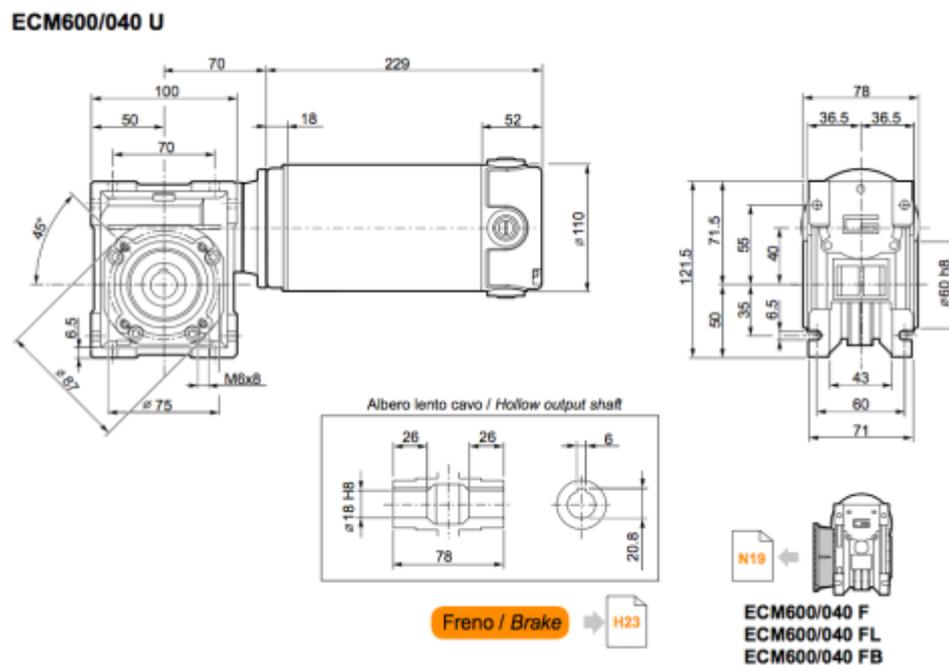


Figura 18. Dimensiones modelo seleccionado.

3.5. Posibilidades de acoplamiento.

Existen varias posibilidades para acoplar el motor-reductor al winche. En este apartado se describen dos de ellas.

- Acoplamiento directo al eje: esta opción consiste en acoplar el motor-reductor directamente al eje central interior del winche. De esta forma el movimiento del motor-reductor se transmite directamente al eje principal, con lo que se consigue el mismo resultado que accionando el winche manualmente con una manivela. Sin embargo, esta opción necesita el diseño de un casquillo que acople por un lado con el winche y por otro lado con el motor-reductor. Para poder acoplar el eje del winche al casquillo diseñado, habrá que hacerle una pequeña modificación al eje; una ranura para poder introducir la chaveta del casquillo diseñado.
- Acoplamiento al tambor: esta alternativa se basa en transmitir el movimiento a la corona del tambor del winche. Esto supone la incorporación en el motor-reductor de una rueda dentada. Para poder realizar este proceso es necesario conocer el número de dientes de la corona interior del tambor y, una vez conocido este dato, hacer los cálculos correspondientes que permitan elegir la rueda dentada con las características adecuadas. Como la corona dentada del propio winche no está en la zona central de la pieza, es necesario diseñar una placa que garantice la posición lateral adecuada de la rueda dentada escogida. De esta forma se puede aprovechar la propia placa para unirla con el winche.



Figura 19. Acoplamiento a la corona dentada del tambor.

3.6. Materiales de acoplamiento.

Para la fabricación del eje del acoplamiento es necesario definir un material adecuado. Se ha de tener en cuenta en primer lugar, que cumple con la función, el esfuerzo y la vida o duración del mecanismo. En segundo lugar, se analiza las facilidades de fabricación y por último los costos de fabricación. Para ello se proponen dos materiales que se describen a continuación con todas sus características, ventajas e inconvenientes:

- Acero inoxidable: es una aleación de acero con un contenido mínimo del 11% de cromo sobre su contenido en masa. Esto le proporciona gran resistencia a la oxidación. En ambientes húmedos es resistente a la corrosión gracias a que está protegido por una capa de óxido de cromo que se genera al entrar en contacto con dichos ambientes. Presenta también una buena ductilidad, elasticidad, dureza y resistencia al desgaste.
- Latón: se trata de una aleación de cobre y zinc. Existen muchos tipos de latón de diversas propiedades que se consiguen en función de las proporciones de cobre y zinc. Según la norma DIN 1718, el latón ha de tener una proporción de más de 50% de cobre en función de su peso total. Es un material resistente a la corrosión y las condiciones salinas, dúctil y fácil de mecanizar.

En conclusión, el acero inoxidable tiene mejor calidad, mayor durabilidad y no se oxida, pero tiene menor posibilidad de conseguir acabados complejos ya que es un material complicado de mecanizar. En cambio, el latón sí permite lograr formas complejas y acabados de gran calidad, sin embargo, su vida es limitada y a lo largo del tiempo se va deteriorando.

Por todas estas razones, para la realización de este proyecto se elige el acero inoxidable.

Habiendo analizado todas estas características y elegido el acero inoxidable como material para realizar el eje, se tiene que elegir el tipo específico del acero. Según la siguiente tabla se puede ver los tipos de acero y las principales aplicaciones que tiene cada uno.

Designación	Aplicación
MOLDEADOS	
GC25	Buena soldabilidad.
GC35	Admite soldadura. Engranajes.
GC45	Admite soldadura. Engranajes.
NO ALEADOS	
C25	Buena soldabilidad, embutición y plegado.
C35	Buena soldabilidad. Piezas fabricadas por estampado en frío (bulones, tuercas, tornillos, etc.) Otras piezas forjadas en caliente poco exigidas.
C45	Moldes. Admite soldadura. Adecuado para temple superficial. Ejes, engranajes, tornillos, cigüeñales, manivelas, chavetas, bielas.
C60	Adecuado para temple superficial. Discos de embrague, ejes
ALEACIÓN INFERIOR AL 5%	
20MnCr5	Engranajes. Coronas y piñones del diferencial. Ejes, árboles. Otras piezas de tamaño mediano.
20NiCrMoS2-2	Piezas de mediano tamaño, solicitadas a la fatiga. Piñones y coronas del diferencial. Engranajes de alta revolución.
41Cr4	Piezas de dimensiones medianas. Engranajes, ejes.
42CrMo4	Apto para temple superficial. Piezas de alta exigencia para la construcción de vehículos en general. Cigüeñales, árboles , palieres, engranajes de transmisión, etc. Piezas confeccionadas por estampado en frío (bulones de alta calidad)
34CrNiMo6	Piezas de aviones y automóviles sometidas a carga elevada. Piezas para temperaturas debajo de 0 °C
51CrV4	Alambres para resortes. Resortes de alta calidad. Varillas de torsión. Piezas de construcción en general sometidas a esfuerzos severos. Herramientas de mano.
55Cr3	Resortes, muelles, ballestas y resortes planos de cualquier espesor. Barras de torsión. Resortes de suspensión de automóviles.
ALEACIÓN > 5%	
X10CrNi18-8	Acero inox de uso general. Admite soldadura. Ejes, tornillería, válvulas
X5CrNiMo17-12-2	Acero inox de uso general. Intercambiadores de calor, ejes
X6CrNiTi18-10	Acero inoxidable empleado en la industria alimenticia, química, naval y aeronáutica. Artículos de consumo, industria de la refrigeración y decoración.

Figura 20. Datos de aceros y aplicaciones.

Se elige el C45 ya que es el más adecuado para la fabricación de ejes y chavetas. Los datos sobre las propiedades mecánicas que hacen falta para la realización de los cálculos necesarios aparecen en la tabla del Anexo VI del presente documento.

3.7. Diseño y fabricación del acoplamiento elegido.

Pudiendo escoger cualquiera de las dos opciones propuestas ya que las dos son igual de válidas, se opta por la primera opción propuesta, es decir, el acoplamiento directo del motor-reductor al eje central del winche.

Como ya se ha explicado anteriormente, se trata de diseñar un eje hueco con un diámetro interior elegido en función de los diámetros de las dos partes a unir y un diámetro exterior propuesto para cumplir con las especificaciones. La altura del eje a diseñar se hará en función de ciertos parámetros descritos con detalle en el apartado 3.8.2.

Además, se tiene que unir el eje diseñado con el eje del winche y el eje del motor-reductor. Esto se hace tallando pequeñas ranuras, llamadas chaveteros, explicadas en el apartado 3.8.3. Se elige este método porque es el más utilizado por su sencillez entre los sistemas de unión a torsión. Sin embargo, esto implica también una modificación del propio eje del winche, teniendo que tallar un chavetero sobre su superficie.

En cuanto a la fabricación de la pieza, se parte de un cilindro de acero C45. El primer proceso de mecanizado al que se realizará en el torno. Debido a que la preparación de la maquinaria para realizar este proceso y la colocación central del cilindro consume mucho tiempo, se trabajará en voladizo. Esto significa que la longitud del eje tendrá que ser mayor a la longitud deseada para tener material suficiente para el agarre. En primer lugar, se taladra y mandrina el cilindro, con este proceso se consigue hacer el hueco en la pieza del diámetro necesario. El siguiente paso es el cilindrado y el refrentado. Los chaveteros se hacen mediante una máquina especial para estos casos, la mortajadora. Como la pieza tiene una longitud mayor a la deseada se tiene que cortar mediante una tronzadora. De esta forma se aprovecha la fabricación de todo el eje en un solo agarre, lo que supone un ahorro del tiempo.

Se ha destacado que es necesario practicar un chavetero en el eje interior del winche. Para ello, se usa una fresa cilíndrica del mismo diámetro que la anchura del chavetero deseado. Este proceso requiere un gran tiempo de colocación precisa de la pieza en la máquina.

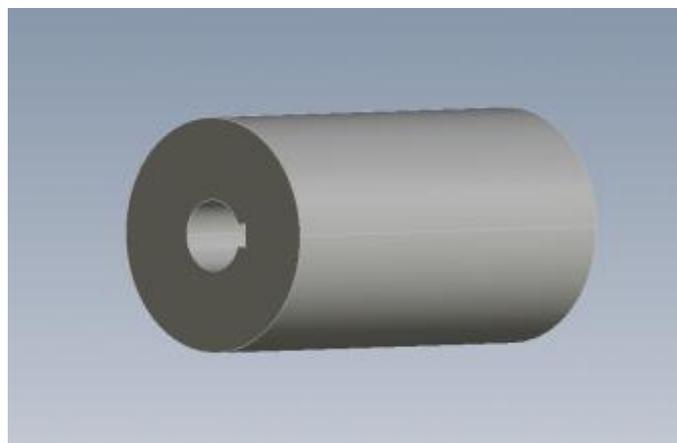


Figura 21. Croquis eje propuesto.

3.8. Cálculos.

3.8.1. Diámetros del eje propuesto.

Se necesita diseñar un acoplamiento que cumpla con los diámetros del eje interior del winche y el eje del motor-reductor. Sabemos que el eje diseñado estará sometido a esfuerzos a torsión y que el diámetro exterior tiene que ser mayor que el diámetro interior más la altura del chavetero. Para ello se parte de los siguientes datos:

Datos iniciales:

Potencia del motor:	$P_{\text{motor}} = 800\text{W}$
Velocidad del motor:	$\omega_{\text{motor}} = 600\text{rpm}$
Diámetro eje winche:	$d_{\text{winche}} = 18\text{mm}$
Diámetro eje motor-reductor:	$d_{\text{motor}} = 18\text{mm}$

Obteniendo ambos diámetros a partir de los siguientes planos:

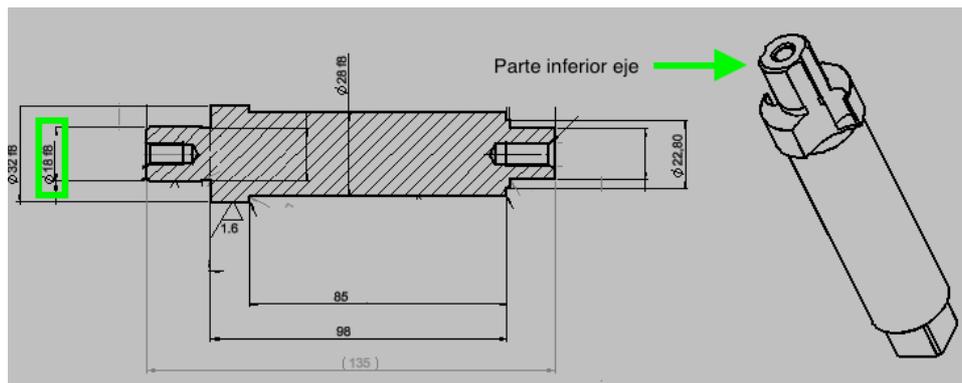


Figura 22. Diámetro eje winche.

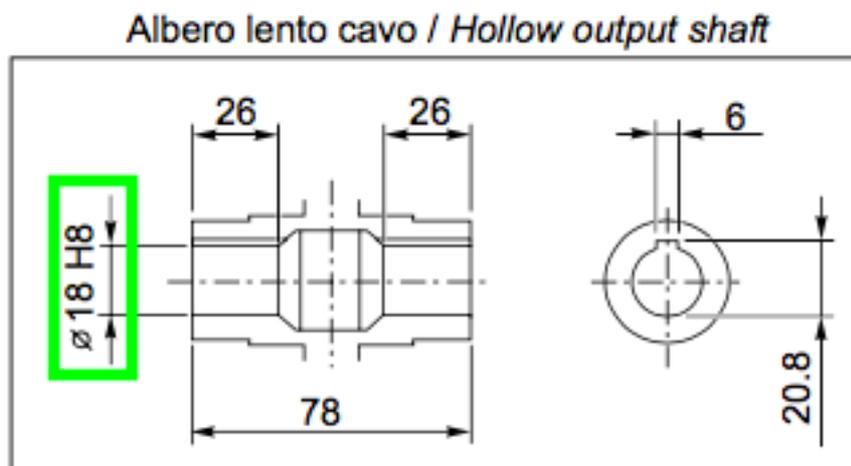


Figura 23. Diámetro eje motor-reductor.

A partir de los datos del motor-reductor, se calcula el par torsor:

$$T[Nm] = \frac{P[W]}{\omega[rad/s]}$$

$$T = \frac{800}{600 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}} \rightarrow T = 12,73Nm$$

Es importante que, a la hora de proponer los diámetros exteriores del eje a dimensionar, el máximo esfuerzo de torsión no supere el esfuerzo de torsión admisible para el material seleccionado, por lo tanto, se tiene que cumplir que:

$$\tau_T < \tau_{adm}$$

siendo la τ_{adm} :

$$\tau_{adm} = 0,45 \cdot S_u = 0,45 \cdot 600 \rightarrow \tau_{adm} = 270MPa$$

Se calcula el máximo esfuerzo de torsión a carga estática:

$$\tau_T[N/m^2] = \frac{T[Nm]}{W_T[m^3]}$$

siendo W_T el momento resistente a la torsión. En caso de secciones anulares resulta ser:

$$W_T = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$

Como los diámetros interiores del winche y del motor-reductor coinciden, utilizamos el valor de ese diámetro. En caso de que esto no pasara, el cálculo se haría para la sección donde mayor sea el diámetro interior ya que sería la sección más crítica. Se aplica la fórmula anterior para $d=18mm$ y se propone un diámetro exterior, $D=30mm$:

$$W_T = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{30^4 - 18^4}{30} \rightarrow W_T = 4614,37mm^3 = 4,614 \cdot 10^{-6}m^3$$

Se aplica la fórmula del máximo esfuerzo a torsión:

$$\tau_T = \frac{12,73}{4,614 \cdot 10^{-6}} \rightarrow \tau_T = 2,759 \cdot 10^6 N/m^2 = 2,759MPa$$

Finalmente se comprueba que:

$$2,759MPa < 270MPa$$



Por lo tanto, sí se cumple la propuesta del diámetro exterior, $D=30\text{mm}$.

Las medidas obtenidas hasta ahora son:

- Diámetro exterior eje: $D = 30 \text{ mm}$
- Diámetro interior eje: $d = 18 \text{ mm}$

3.8.2. Longitud del eje propuesto.

La definición del valor de la longitud del eje a diseñar dependerá de ciertos parámetros. Se tendrá que tener en cuenta el espesor del material del barco sobre el cual está montado el winche (1), la distancia que hay entre el eje central interior del winche hasta dicho material (2), la distancia del eje de salida del motor-reductor (3) y el espesor de la placa de acople del winche al barco (4), si existe. En función de todas estas distancias y espesores se propone una longitud del eje suficiente para poder unir ambas partes del mecanismo.

En el siguiente croquis se pueden ver con detalle todas las distancias:

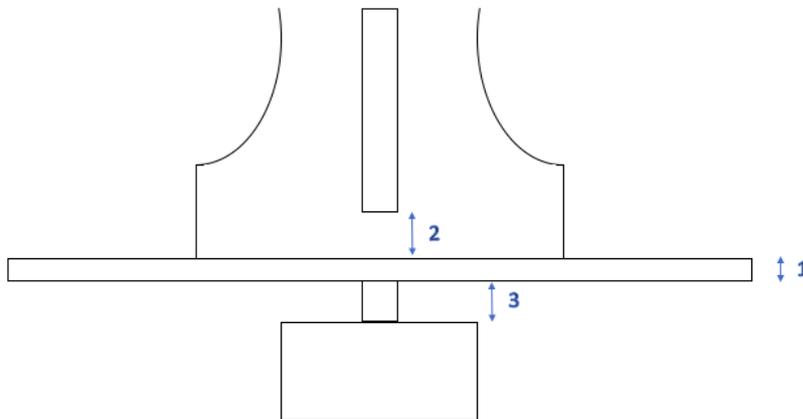


Figura 24. Croquis aclaratorio distancias a tener en cuenta.

Datos de las dimensiones:

Espesor material barco (1):	$e_1 = 1,5 \text{ cm}$
Distancia eje winche (2):	$d_1 = 2,30 \text{ cm}$
Distancia eje motor-reductor (3):	$d_2 = 4 \text{ cm}$

Por lo tanto, se propone la mínima altura necesaria sumando los tres componentes, en este caso es de 7,80 cm. A lo que hay que sumarle la longitud de la sección del eje del winche donde irá encajado el eje diseñado. Esta longitud es de 18,5 mm, a la que hay que restar 0,5 mm para evitar el rozamiento del eje de diseñado con la siguiente sección del eje del winche. Se obtiene pues una altura de 9,60 cm.

3.8.3. Elección de la chaveta y el chavetero.

En primer lugar, se define el concepto de chaveta; es un elemento de unión de sección rectangular o cuadrada. Se encaja entre dos elementos solitarios para garantizar su unión y la transmisión de potencia de forma que se evita el deslizamiento de ambas piezas. Para poder insertar la chaveta se tiene que mecanizar las dos piezas a acoplar creando un hueco llamado chavetero.

Se tiene que tener en cuenta que el chavetero al estar situado sobre el eje supone un concentrador de tensiones por lo que se reduce el límite a fatiga, factor que afectará al cálculo del coeficiente de seguridad a fatiga del apartado 3.7.4.

Estos dos elementos están normalizados y se eligen en función de las tablas según la norma UNE-17102-1. En primer lugar, se selecciona el ancho y alto adecuado en función del diámetro del eje de acuerdo con la recomendación de la norma.

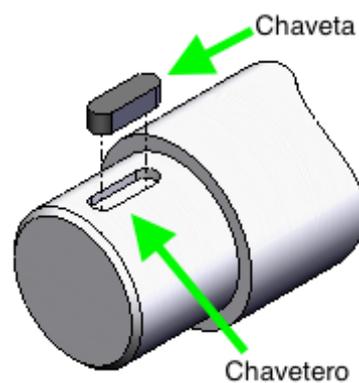


Figura 25. Eje mecanizado con chaveta y chavetero.

En este caso, el eje diseñado se tiene que acoplar tanto al eje interior del winche como al motor-reductor. Por ello hay que mecanizarlo en los dos extremos. Las dimensiones de la parte que lo une con el motor-reductor vienen dadas en función de las dimensiones de su eje proporcionadas por el fabricante. Sin embargo, las dimensiones del chavetero del otro extremo vendrán dadas por el diámetro del eje. Como el eje mide lo mismo en los dos extremos tanto el ancho como el alto de la chaveta serán del mismo tamaño, lo único que variará es la longitud.

En la siguiente imagen se puede ver las medidas del eje de la chaveta del motor-reductor:

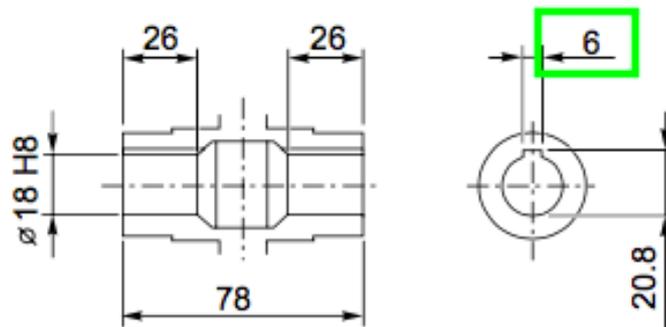


Figura 26. Dimensiones eje motor-reductor.

Por lo tanto, conociendo esa medida y sabiendo que el largo del eje del motor-reductor, se concluye que las dimensiones del chavetero del extremo de acople del motor-reductor son:

$$6 \times 6 \times 26 \text{ mm}$$

Como ya se ha dicho antes el diámetro del eje es el mismo en ambos extremos, entonces las medidas de la parte de acople con el winche se eligen según la tabla UNE-17102-1 adjunta en el anexo V. En la tabla están especificadas todas las tolerancias.

La longitud de la chaveta de ese extremo tiene que ser más corta que la longitud de esa sección del eje. Como sabemos que dicha sección mide 18 mm de longitud, se propone una longitud de chaveta de 15 mm.

Las dimensiones de la chaveta de la parte del winche son:

$$6 \times 6 \times 15 \text{ mm}$$

Conocidos estos valores se comprueba que cumplen con las especificaciones del material.

Datos dimensiones chavetero motor-reductor:

$$A = 6 \text{ mm}$$

$$E = 6 \text{ mm}$$

$$L = 26 \text{ mm}$$

Se calcula la fuerza actuante, siendo d el diámetro interior del eje diseñado y T el par torsor del motor:

$$F = \frac{T}{\frac{d}{2} + \frac{e}{2}} = \frac{12,73}{\frac{18 \cdot 10^{-3}}{2} + \frac{6 \cdot 10^{-3}}{2}} \rightarrow F = 1031 \text{ N}$$

En siguiente lugar se calcula el esfuerzo a cortadura:

$$\tau = \frac{F}{a \cdot L} = \frac{1031}{6 \cdot 26} \rightarrow \tau = 6,61 MPa$$

Y se comprueba que:

$$\tau < \tau_{adm} \rightarrow 6,61 MPa < 270 MPa$$

Se hace la misma comprobación para el otro extremo:

Datos dimensiones chavetero winche:

A = 6 mm

E = 6 mm

L = 15 mm

Se calcula la fuerza actuante, siendo d el diámetro interior del eje diseñado y T el par torsor del motor:

$$F = \frac{T}{\frac{d}{2} + \frac{e}{2}} = \frac{12,73}{\frac{18 \cdot 10^{-3}}{2} + \frac{6 \cdot 10^{-3}}{2}} \rightarrow F = 1031 N$$

En siguiente lugar se calcula el esfuerzo a cortadura:

$$\tau = \frac{F}{a \cdot L} = \frac{1031}{6 \cdot 15} \rightarrow \tau = 11,45 MPa$$

Y se comprueba que:

$$\tau < \tau_{adm} \rightarrow 11,45 MPa < 270 MPa$$

En ambos casos se cumplen las especificaciones propuestas.

3.8.4. Comprobación a fatiga.

Este caso no es un caso típico de fatiga ya que no está sometido a carga cíclica constantemente. Sin embargo, se dan situaciones en las que el winche gira en un sentido y otras en otro y es por ello que se recomienda verificar su coeficiente de seguridad a fatiga.

El cálculo a fatiga se tiene que realizar en todas las secciones críticas del eje, en este caso para $d=18\text{mm}$. Se parte de los siguientes datos:

$$T_{\text{máx}} = 12,73 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{mín}} = 0 \text{ Nm}$$

Acero C45:

$$S_u = 600 \text{ MPa}$$

$$S_y = 360 \text{ MPa}$$

Al disponer únicamente los límites de fatiga y fluencia obtenidos de un ensayo de tracción uniaxial, se aplica la condición de fallo del criterio al estado tensional. De esta forma se obtiene:

$$S_{su} = 0,45 \cdot S_u = 0,45 \cdot 600 \rightarrow S_{su} = 270 \text{ MPa}$$

$$S_{sy} = \frac{S_y}{2} = \frac{360}{2} \rightarrow S_{sy} = 180 \text{ MPa}$$

Partiendo de los datos del par torsor máximo y mínimo que actúan sobre el eje, se calcula el par medio y el alternante:

$$T_m = \frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2} = \frac{12,73 + 0}{2} \rightarrow T_m = 6,36 \text{ Nm}$$

$$T_a = \frac{T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}}{2} = \frac{12,73 - 0}{2} \rightarrow T_a = 6,36 \text{ Nm}$$

Con estos pares se calculan las tensiones tangenciales media y alternante:

$$\tau_m = \frac{T_m}{W_T} = \frac{6,36}{4,614 \cdot 10^{-6}} \rightarrow \tau_m = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \frac{T_a}{W_T} = \frac{6,36}{4,614 \cdot 10^{-6}} \rightarrow \tau_a = 1,38 \text{ MPa}$$

Hay que tener en cuenta los siguientes factores a fatiga:

- Factor forma, k_a :

$$k_a = a \cdot S_{su}^b$$

obteniendo a y b de la siguiente tabla, que para nuestro caso es mecanizado:

ACABADO SUPERFICIAL	Factor a (MPa)	Exponente b
Rectificado	1.58	-0.085
Mecanizado o laminado en frío	4.51	-0.265
Laminado en caliente	57.7	-0.718
Forjado	272.0	-0.995

Figura 27. Tabla factor forma.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene:

$$k_a = 4,51 \cdot 270^{-0,265} \rightarrow k_a = 1,0229$$

- Factor corrección, k_e :

Se saca de la siguiente tabla a partir de una confiabilidad del 99,9%:

Confiabilidad	0.5	0.9	0.95	0.99	0.999
Factor de corrección	1.0	0.897	0.868	0.814	0.753

Figura 28. Tabla factor corrección.

$k_e=0,753$

- Otros factores, k_x :
 - Factor tamaño, k_b :

Como el diámetro exterior del winche es $D=30\text{mm}$, se tiene que:

$$k_b = \left(\frac{D}{7,62}\right)^{-0,107} \quad \text{para } 2,79\text{mm} \leq D \leq 51\text{mm}$$

$$k_b = \left(\frac{30}{7,62}\right)^{-0,107} \rightarrow k_b = 0,8636$$

- Factor tipo de carga, k_c :

Este factor se obtiene en función del tipo de carga con la que se trabaja, en este caso es torsión:

Carga Axial	0,8
Flexión	1
Torsión y cortante	0,577

Figura 29. Tabla factor carga.

$$k_c = 0,577$$

- Factor concentrador de tensiones, k_f :

Se produce debido a la existencia de los dos chaveteros.

Se calcula como:

$$k_f = 1 + q \cdot (k_t - 1)$$

Donde:

k_t es el factor del concentrador de tensiones teórico que en este caso es $k_t = 1,7$.

α es la constante del material que para aceros con $S_{su} \geq 550$ MPa se tiene:

$$\alpha = 0,025 \cdot \left(\frac{2070 \text{ MPa}}{S_u} \right)^{1,8} = 0,025 \cdot \left(\frac{2070}{600} \right)^{1,8} \rightarrow \alpha = 0,2323$$

hay que tener en cuenta que para esfuerzos de torsión el anterior valor de α se multiplica por 0,6, entonces queda:

$$\alpha = 0,6 \cdot 0,2323 \rightarrow \alpha = 0,1394$$

se puede estimar que:

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{\rho}} = \frac{1}{1 + \frac{0,1394}{0,16}} \rightarrow q = 0,5344$$

siendo ρ el radio de entalla que en este caso es $\rho = 0,16$ mm

Se aplica la fórmula de factor concentrador obteniendo:

$$k_f = 1 + 0,5344 \cdot (1,7 - 1) \rightarrow k_f = 1,374$$

El límite de fatiga para vida infinita del acero se estima de la siguiente forma:

$$S'_{se} = 0,5 \cdot S_{su} \quad \text{si } S_{su} \leq 1400MPa$$

$$S'_{se} = 700MPa \quad \text{si } S_{su} > 1400MPa$$

Como en nuestro caso $S_{su} \leq 1400$ MPa, se obtiene:

$$S'_{se} = 0,5 \cdot 270 \rightarrow S'_{se} = 135MPa$$

Se calcula:

$$S_{se} = k_a \cdot k_e \cdot k_b \cdot k_c \cdot S'_{se} \cdot \frac{1}{k_f} = 1,0229 \cdot 0,753 \cdot 0,8636 \cdot 0,577 \cdot 135 \cdot \frac{1}{1,374}$$
$$\rightarrow S_{se} = 37,71MPa$$

Finalmente se aplica la fórmula de la tensión equivalente para posteriormente calcular el coeficiente de seguridad a fatiga:

$$\tau_{eq} = \tau_m + \tau_a \cdot \frac{S_{su}}{S_{se}} = 1,38 + 1,38 \cdot \frac{270}{37,71} \rightarrow \tau_{eq} = 11,26MPa$$

Y con esto se calcula el coeficiente de seguridad:

$$X = \frac{S_{su}}{\tau_{eq}} = \frac{270}{11,26} \rightarrow X = 23,97$$

Como se observa el coeficiente de seguridad a fatiga es alto, por lo tanto, no existe ningún problema a rotura.

3.8.5. Comprobación a fluencia.

Es importante garantizar que el eje con las dimensiones propuestas no sufra deformaciones. Para ello hay que conocer el coeficiente de seguridad a fluencia.

Para la comprobación a fluencia se aplica la siguiente fórmula que permite saber la tensión a fluencia:

$$\tau_{flu} = \tau_m + \tau_a = \rightarrow \tau_{flu} = 1,38 + 1,38 \rightarrow \tau_{flu} = 2,76MPa$$

Se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad a fluencia:

$$X = \frac{S_{sy}}{\tau_{flu}} = \frac{180}{2,76} \rightarrow X = 65,22$$

Como era de esperar, el coeficiente de seguridad a fluencia es alto por lo que no existe ningún peligro de deformación del eje propuesto.

3.9. Instalación en la embarcación.

Como ya se ha dicho anteriormente en el desarrollo práctico, en este apartado se va a analizar la instalación eléctrica a realizar para que el mecanismo creado pueda funcionar correctamente.

En primero lugar se desmonta el winche de la cubierta; desmontando el conjunto del tambor y a continuación retirando el vástago central, ref. 37875 del despiece del Anexo I, que está anclado con unos tornillos a la cubierta.

Retirado el winche entero y todas sus piezas correspondientes, el siguiente paso es taladrar un agujero pasante en la cubierta del diámetro exterior del eje diseñado, es decir, un agujero de 30 mm de diámetro. Es importante que el agujero quede justo en el centro de los 4 agujeros existentes de los tornillos que sujetan el winche. También hay que asegurar la suficiente tolerancia para que el eje diseñado pase por el agujero. Se aprovecha también para taladrar 4 agujeros que servirán de anclaje para el motor-reductor a la cubierta.

A continuación, se instala el winche sin su tambor por la parte superior de la cubierta y el reductor por la parte inferior de la cubierta. En este paso también es necesario unir ambas piezas mediante el eje diseñado. Una vez acopladas las tres piezas, se sujeta tanto el winche como el motor-reductor a la cubierta con unos tornillos pasantes con una tuerca. Se monta el tambor del winche.

El último paso es establecer las conexiones eléctricas con todos los elementos a incluir que se han destacado en el apartado 3.3. En el siguiente esquema eléctrico se ve con claridad todas las conexiones:

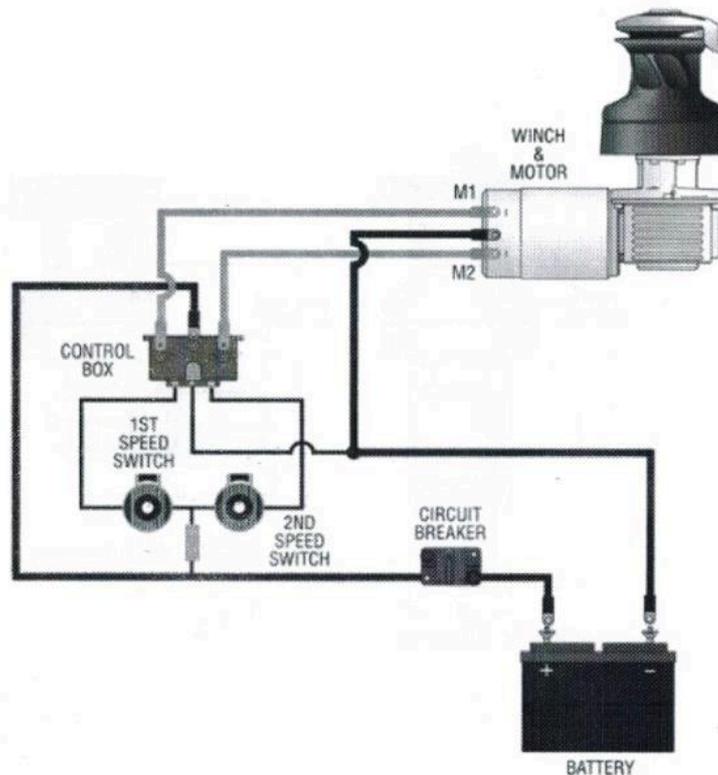


Figura 30. Esquema instalación eléctrica.

Como se observa, la instalación está formada por dos circuitos, uno de control y otro de potencia. El circuito de potencia está formado por los cables gruesos ya que se encarga de pasar toda la intensidad de corriente de la batería al winche. Por otra parte, el circuito de control está compuesto por una caja de control que tiene el mismo funcionamiento que un relé, es decir, cuando el operario pulsa uno de los interruptores, el relé cierra el circuito por donde pasa toda la corriente y así evitar que el operario sufra algún daño causado por la alta intensidad que circula por los cables gruesos. Esta es la razón por la que los cables del circuito de control son más finos.

Este mecanismo está accionado mediante mando indirecto debido a la potencia del motor.

Los elementos necesarios para esta instalación son los mencionados en el apartado 3.3.:

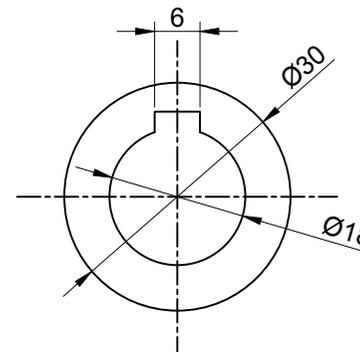
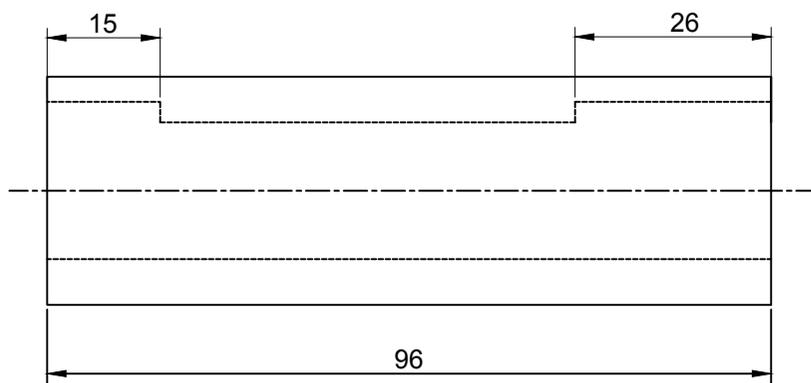
- Disyuntor de 70A
- Caja control de 12V
- Dos interruptores
- Cables



Figura 31. Caja de control.



4. PLANO.



Sarah Nalewajska		Acoplamiento eje	
Universitat Politècnica de València			
1:1	Propuesta de mejora de los accionamientos mecánicos de una embarcación de recreo mítica en el Real Club Náutico de Valencia	26/06/2017	
		Plano nº1	

5. PRESUPUESTO.

5.1. Precio material.

Uno de los puntos más importantes para elaborar un presupuesto es conocer el precio de las materias primas a utilizar. Para poder estimarlo es necesario conocer las masas y volúmenes de éstas.

- Eje: como ya se ha dicho anteriormente el eje se fabricará con acero C45. Para ello se parte de un cilindro de dicho material.

Características eje calculadas anteriormente:

- Diámetro exterior: $D = 0,03 \text{ m}$
- Longitud: $0,096 \text{ m} + 0,034 \text{ m}$ de agarre $L = 0,13 \text{ m}$

Se calcula el volumen del cilindro a mecanizar:

$$V = \pi \cdot D^2 \cdot 0,25 \cdot L = \pi \cdot 0,03^2 \cdot 0,25 \cdot 0,13 \rightarrow V = 9,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

El siguiente paso es calcular la masa del material necesario ya que los precios de los materiales vienen dados por esta unidad. Se necesita conocer la densidad del acero C-45 que en este caso es $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$:

$$M = V \cdot \rho = 9,19 \cdot 10^{-5} \cdot 7850 \rightarrow M = 0,7216 \text{ kg}$$

5.2. Precio recursos.

- Coste unitario materiales:

○ Acero:	2,50 €/kg
○ Tornillo:	1,25 €/ud
○ Motor-reductor:	250 €/ud
○ Cable:	0,99 €/m
○ Interruptor:	6,14 €/ud
○ Disyuntor:	20,00 €/ud
○ Caja control:	59,95 €/ud
○ Chaveta:	1,06 €/ud

- Coste por unidad mano de obra:

○ Oficial de primera:	10 €/h
○ Peón taller:	5 €/h

- Coste uso maquinaria:

○ Oficial de primera:	
▪ Torno:	30 €/h
▪ Fresadora:	40 €/h
○ Peón de taller:	
▪ Tronzadora:	16 €/h
▪ Mortajadora:	45 €/h

5.3. Estado mediciones.

- Acoplamiento:
 - Eje: 1 ud
 - Tornillos: 4 ud
 - Chavetas: 1 ud

- Accionamiento:
 - Motor-reductor: 1 ud

- Parte eléctrica:
 - Interruptor: 2 ud
 - Caja de control: 1 ud
 - Disyuntor: 1 ud
 - Cable: 15m

5.4. Precios descompuestos.

- Eje acoplamiento:

- Materiales:

Producto	Unidades	Cantidad	Coste unitario [€]	Coste total [€]
Acero	kg	0,721	2,50	1,80
Tornillos	ud	4	1,25	5,00
Chavetas	ud	1	1,06	1,06

Coste total de los materiales: 7,86 €

- Maquinaria:

Producto	Unidades	Cantidad	Coste unitario [€]	Coste total [€]
Torneado	horas	1,5	30+10	60
Mortajado	horas	0,75	45+5	37,50

Coste total de la maquinaria: 97,50 €

- Accionamiento:

- Materiales:

Producto	Unidades	Cantidad	Coste unitario [€]	Coste total [€]
Motor-reductor	ud	1	250,00	250,00

Coste total de los materiales: 250,00 €

- Modificación eje wonche:

- Maquinaria:

Producto	Unidades	Cantidad	Coste unitario [€]	Coste total [€]
Fresado	horas	1	40+10	50

Coste total de la maquinaria: 50,00 €

- Instalación eléctrica:

- Materiales:

Producto	Unidades	Cantidad	Coste unitario [€]	Coste total [€]
----------	----------	----------	--------------------	-----------------



Interruptor	ud	2	6,14	12,28
Caja control	ud	1	59,95	59,95
Cable	m	15	0,99	14,85
Disyuntor	ud	1	25,00	25,00

Coste total de los materiales: 112,08 €

5.5. Precio partes proyecto.

- Eje acoplamiento:
 - Precio total materiales: 7,86 €
 - Precio total maquinaria: 97,50 €
 - Precio total eje acoplamiento: 105,36 €

- Accionamiento:
 - Precio total materiales: 250,00 €
 - Precio total maquinaria: 0,00 €
 - Precio total accionamiento: 250,00 €

- Modificación eje winche:
 - Precio total materiales: 0,00 €
 - Precio total maquinaria: 50,00 €
 - Precio total accionamiento: 50,00 €

- Instalación eléctrica:
 - Precio total materiales: 112,08 €
 - Precio total maquinaria: 0,00 €
 - Precio total accionamiento: 112,08 €



5.6. Precio total de fabricación.

• Eje acoplamiento:	105,36€
• Accionamiento:	250,00 €
• Modificación eje winche:	50,00 €
• Instalación eléctrica:	112,08 €
• Presupuesto total ejecución material:	517,44 €



5.7. Presupuesto base contratada.

Presupuesto total ejecución material:	517,44 €
Gastos generales (14%):	72,44 €
Beneficio industrial (6%):	31,04 €
Presupuesto de la base contratada:	620,92 €
I.V.A. (21%):	130,39 €
Presupuesto final:	751,31 €

6. CONCLUSIONES.

El proyecto que se presenta y que lleva por título: “Propuesta de mejora de los accionamientos mecánicos de una embarcación de recreo mítica en el Real Club Náutico de Valencia” realizado por la alumna Sarah Nalewajska, puede concluirse de la siguiente manera:

Se ha implementado una solución satisfactoria para el movimiento de un winche de forma automática, consiguiendo un funcionamiento similar al de los winches automáticos ofertados por las empresas líderes del sector, pero con un mecanismo alternativo. Para ello:

- Se ha seleccionado con éxito un motor-reductor adecuado para el winche a mecanizar, cumpliendo con todas las características a satisfacer.
- Se he elegido una forma de acoplamiento correcta, que ha supuesto la elección de un material para su realización. Se ha comprobado, teniendo en cuenta las características del material elegido, que las dimensiones propuestas de dicho acoplamiento no sobrepasan ningún esfuerzo límite.
- Se ha elaborado un plano para poder visualizar la pieza y permitir así su inmediata fabricación.
- Además, se ha realizado el presupuesto correspondiente para poder llevar a cabo dicho proyecto, obteniendo un coste final de setecientos cincuenta y uno con treinta y uno. Siendo esta cifra mucho menor y más económica que el precio propuesto por los fabricantes habituales que ronda los 1500-2000€.

Con la conclusión de los objetivos propuestos, mencionados anteriormente, se obtiene un mayor conocimiento sobre el tema desarrollado en el proyecto, aumentando así todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Por último, concluyo con éxito la realización del trabajo de fin de grado para poder optar al título del grado en ingeniería mecánica.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Manuel Tur Valiente y Ana Pedrosa Sánchez, 2015-2016, *“Apuntes Diseño de Máquinas I”*

G.Niemann, 1967, *“Tratado teórico-práctico de elementos de máquinas”*, Ed.Labor

[1] <http://www.fluidmecnica.com/>

[2] <http://www.monografias.com/>

<http://www.todoababor.es/>

<http://2tiemposmodernos.blogspot.com.es/>

<https://www.nauticadvisor.com/blog/>

<http://www.solomantenimiento.com/>

<http://www.transtecno.com/es/>

<http://www.harken.com/>

<http://www.marabierto.eu/>

<http://www.accastillage-diffusion.es/>

<http://www.lewmar.com/>

<https://es.wikipedia.org/>

<http://andersenwinches.com/>

<https://www.westmarine.com/>

<http://www.lofrans.com.es/>

<http://www.wordreference.com/>

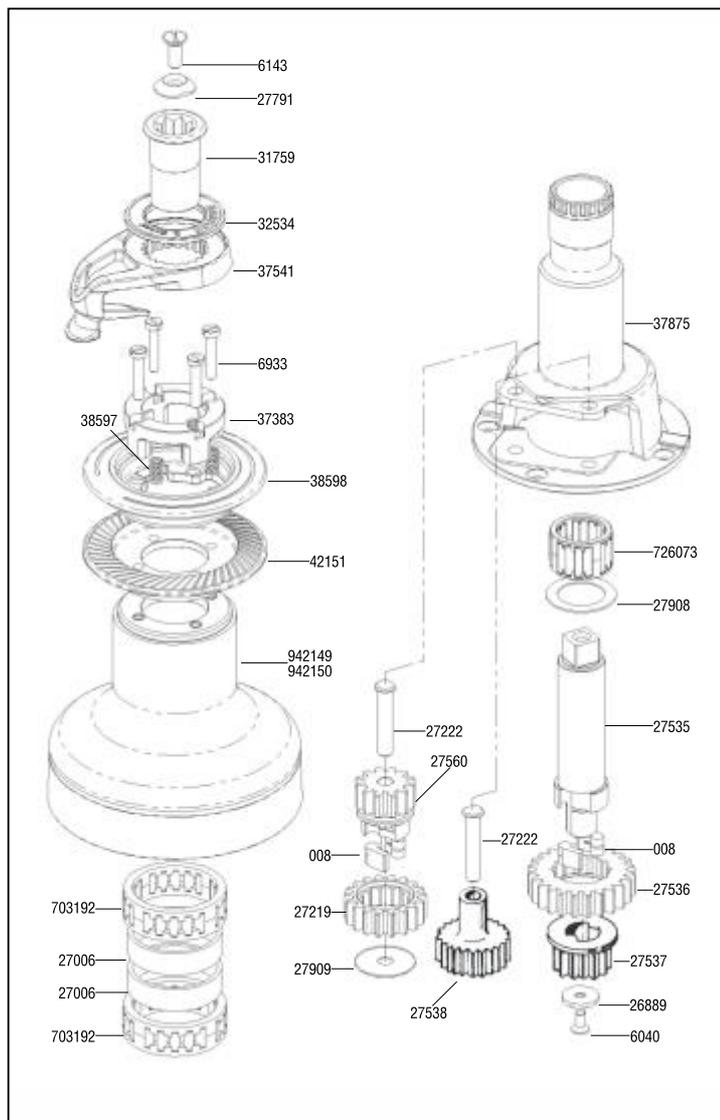
ANEXO I: DESPIECE HARKEN 40.2ST.

40.2st

Two Speed Self-Tailing Winch

Winch Parts
Installation
Service

HARKEN®



Required Tools

Screwdriver
Plastic Head Hammer or Mallet
Small Knife
Brush
Rags
Solvent
Oil
Grease

Parts List

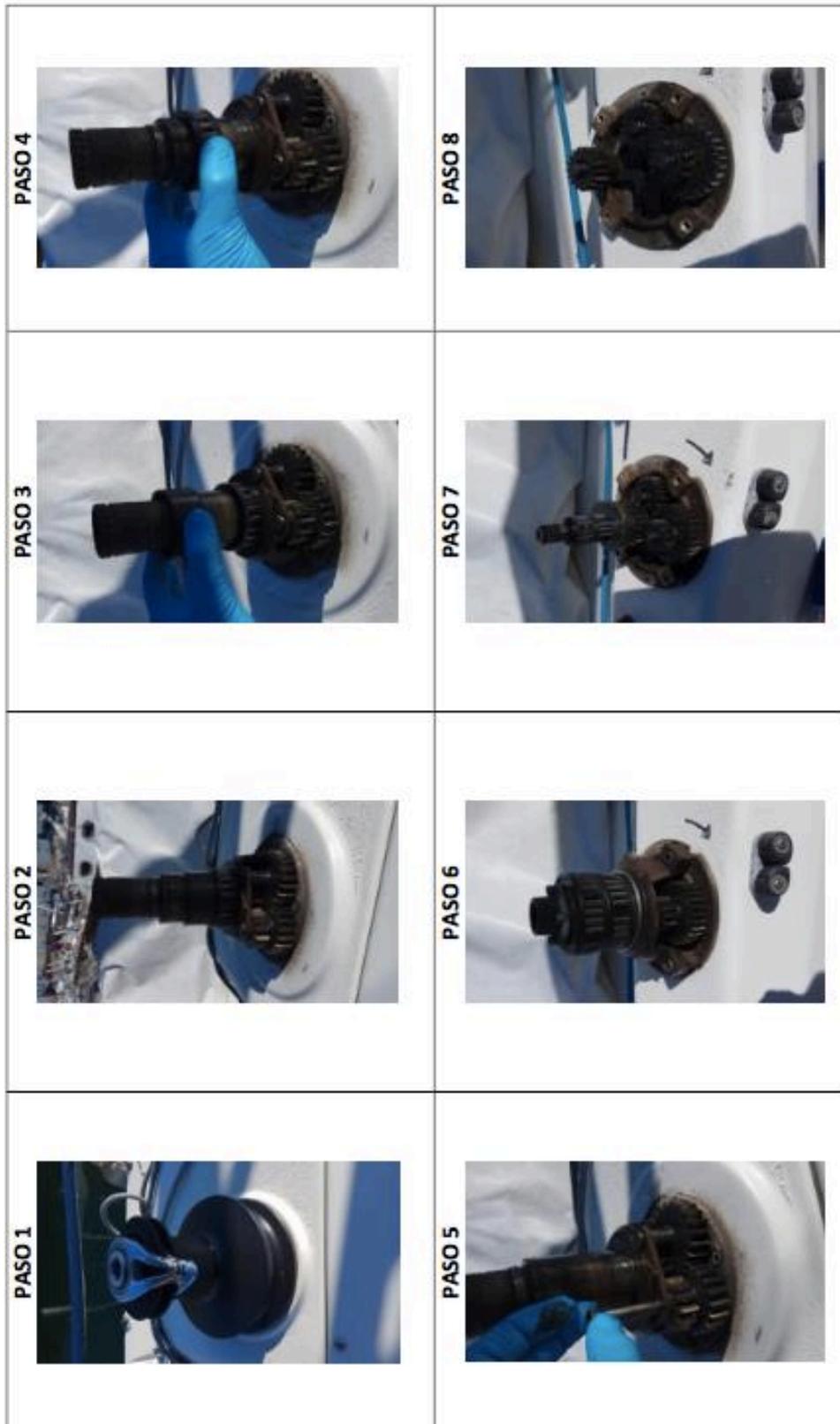
008	Pawl
038	Pawl Spring
6143	Top Screw
6428	Screw
6933	Screw
26889	Cover Plate
27006	Bearing Spacer
27219	Ratchet Gear
27222	Gear Shaft
27535	Spindle
27536	Ratchet Gear
27537	Gear
27538	Gear
27560	Pawl Gear
27791	Plastic Washer
27908	Washer
27909	Cover Plate
28168	Red Line Ring
31759	Handle Socket
32534	Top Cap
37383	Springs Support
37541	Chrome Stripper Arm
37875	Center Stem
38597	Spring
38598	Upper Jaw
39126	Bronze Stripper Arm
42151	Lower Jaw
703192	Bearing
726073	Bearing
939127	Bronze Drum
942149	Alluminum Drum
942150	Chrome Drum

Suggested Service Kits

BK4512	10	008 Pawls
	10	038 Springs
BK4513	100 ml Grease	

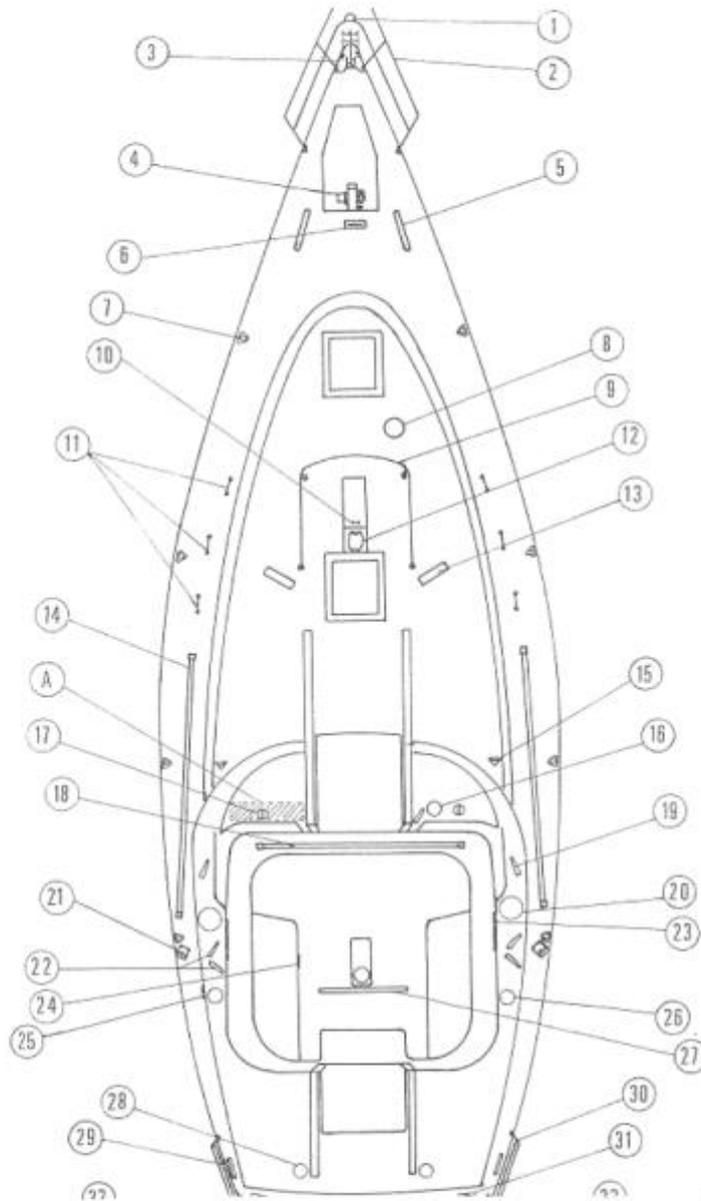
When ordering parts, please include a "B" before each number (i.e. B008).

ANEXO II. FOTOS DESPIECE HARKEN 40.2ST.



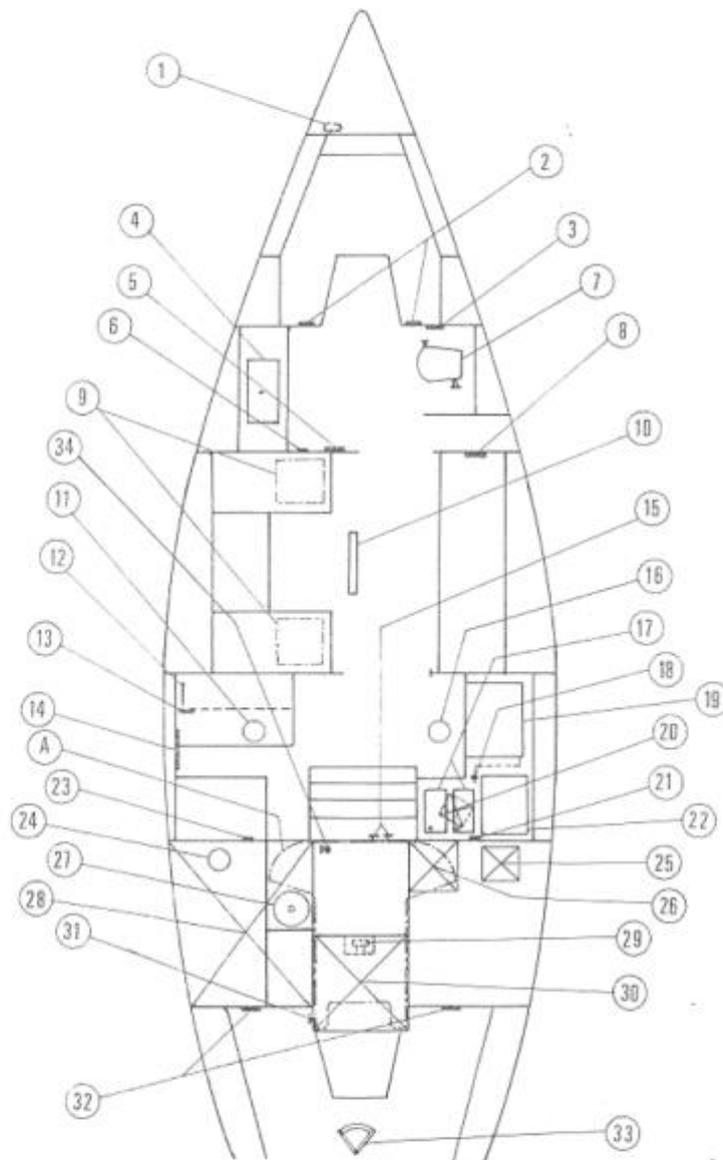
<p>PASO 10</p> 	<p>PASO 13</p> 
<p>PASO 9</p> 	<p>PASO 12</p> 
<p>PASO 8</p> 	<p>PASO 11</p> 

ANEXO III. PLANO GIB'SEA 37 KETCH.



5
VI - FIZZ SLOOP UPPER WORKS

1 -icolour light	31 - chock
2 - bow gallery	32 - preventer-shroud chain-plate
3 - stern brace	33 - stern-light
4 - mechanical windlass	A - strain band location for
5 - bow mooring cleat	extra upper works. Dimen-
6 - boom downhauler attachment	sions: 200mm x 200mm
7 - stanchion foot	
8 - W.C. ventilator	
9 - mast gallery	
10 - mast-lights grommet	
11 - chain-plate	
12 - mainmast step	
13 - flush-deck standing blocks	
14 - jib sheet guide-rail with glutton	
15 - boom downhauler slacker	
16 - mainsail sheet and spinnaker halyard winch	
17 - "Clem Bollard" for boom-lift	
18 - mainsail deck horse with slider	
19 - boom downhauler wedging cleat	
20 - jib sheet or spinnaker-guy winch	
21 - jib sheet guide-pulley	
22 - jib sheet/spinnaker sheet wedging cleats	
23 - crank-box	
24 - fresh water plug-hole	
25 - fuel-oil plug-hole	
26 - spinnaker sheet winch	
27 - wheel steering-gear	
28 - aft cabin ventilator	
29 - aft mooring cleat	
30 - aft gallery (two pieces)	



LOCATION OF EQUIPMENTS

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 - fore cabin ventilator | 29 - stuffing-box |
| 2 - fore cabin bracket-lamp | 30 - fuel-oil tank |
| 3 - W.C. bracket-lamp | 31 - fuel-oil circuit cock |
| 4 - wash-basin | 32 - aft cabin bracket-lamps |
| 5 - toilet-room bracket-lamp | 33 - rudder quadrant |
| 6 - 12V electrical outlet | 34 - engine sea-connection |
| 7 - W.C. with gates | A - outline of cockpit bottom |
| 8 - saloon bracket-lamp | |
| 9 - area especially suitable for sounder and speedometer stowing | |
| 10 - saloon fluorescent lighting | |
| 11 - ceiling-light for chart reading | |
| 12 - chart reader | |
| 13 - neutral jumpers | |
| 14 - electrical switchboard | |
| 15 - circuit breakers | |
| 16 - kitchen ceiling-light | |
| 17 - sinks | |
| 18 - gas stop-cock (under working surface) | |
| 19 - stove | |
| 20 - pressure water group (under sink) | |
| 21 - 12V electrical outlet | |
| 22 - refrigerator | |
| 23 - 12V electrical outlet | |
| 24 - navigator berth ceiling-light | |
| 25 - refrigerator compressor (in sail locker) | |
| 26 - batteries (in sail locker) | |
| 27 - gas-bottle | |
| 28 - fresh water tank (under navigator berth) | |

ANEXO IV. CARACTERÍSTICAS MOTOR-REDUCTOR.

Dati di dentatura

Toothing data

	Dati della coppia vite-corona Worm wheel data	Rapporto / Ratio											
		5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
CM026	Z	6	4	3	2	2		1	1	1	1		
	β	34° 35'	24° 41'	19° 1'	12° 57'	10° 30'		6° 33'	5° 17'	4° 26'	3° 49'		
CM030	Z	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	β	27° 4'	24° 28'	18° 50'	12° 49'	10° 23'	8° 43'	6° 29'	5° 14'	4° 23'	3° 46'	2° 57'	2° 25'
CM040	Z	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	β	34° 19'	24° 28'	18° 50'	12° 49'	10° 23'	8° 43'	6° 29'	5° 14'	4° 23'	3° 46'	2° 57'	2° 25'
CM050	Z	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	β	33° 37'	23° 54'	18° 23'	12° 29'	10° 6'	8° 28'	6° 19'	5° 5'	4° 15'	3° 39'	2° 51'	2° 20'
CM063	Z	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	β	34° 23'	24° 31'	18° 53'	12° 50'	10° 24'	8° 44'	6° 30'	5° 14'	4° 23'	3° 47'	2° 57'	2° 25'
CM070	Z		4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	β		26° 12'	20° 15'	13° 49'	11° 15'	9° 29'	7° 0'	5° 41'	4° 46'	4° 7'	3° 13'	2° 39'

Rendimento

Efficiency

	n_1 [min ⁻¹]	Rendimento Efficiency	Rapporto / Ratio											
			5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
CM026	2800	Rd	89	87	85	83	80		73	68	64	60		
	1400		87	84	83	78	74		66	61	57	53		
	900		84	83	80	75	71		61	57	52	48		
CM030	2800	Rs	72	71	68	61	56		46	41	36	34		
	1400		89	88	86	84	81	78	74	70	65	62	57	52
	900		86	85	84	79	75	72	67	62	58	55	48	43
CM040	2800	Rd	84	83	81	75	71	68	62	58	53	49	43	39
	1400		72	67	63	55	50	43	39	35	31	27	23	21
	900		90	89	87	84	83	80	77	73	69	66	60	56
CM050	2800	Rs	88	86	84	81	78	74	70	65	60	58	52	46
	1400		88	86	84	81	78	74	70	65	60	58	52	46
	900		86	84	82	77	74	70	66	60	57	53	46	41
CM063	2800	Rd	74	71	67	60	55	51	45	40	36	32	28	24
	1400		91	90	88	86	84	82	78	74	71	68	62	58
	900		89	87	85	82	79	76	72	67	63	60	54	49
CM070	2800	Rs	87	85	84	79	75	72	68	62	59	55	48	43
	1400		73	70	66	59	55	51	44	39	35	32	27	23
	900		91	90	88	86	84	83	79	76	73	70	65	60
CM070	2800	Rd	90	88	86	84	81	78	75	70	66	63	57	52
	1400		89	86	84	81	78	75	70	65	61	58	52	47
	900		89	86	84	81	78	75	70	65	61	58	52	47
CM070	2800	Rs	73	71	67	60	55	51	45	40	36	33	28	24
	1400		90	89	87	85	84	80	77	74	72	67	62	
	900		89	87	84	82	80	76	72	68	65	60	53	
CM070	2800	Rs	87	85	82	79	77	72	67	63	60	54	49	
	1400		72	69	62	60	55	48	43	38	36	31	26	
	900		90	89	87	85	84	80	77	74	72	67	62	

ANEXO V. UNE- 17102-1.

Chavetero para chavetas paralelas

Dimensiones en mm.

Diámetro del eje d		Sección de la chaveta b X h	Nominal	Ancho b, tolerancia			Profundidad				Chañón R1			
				Clase de ajuste del enchavetado			Eje h1		Cubo h2					
				Más de	hasta	Libre	Normal	Ajustado	Nominal	Toler.	Nominal	Toler.	Mín.	Máx.
				Eje h9	Cubo D10	Eje n9	Cubo JS9	Eje y Cubo p9/P9						
10	12	4X4	4	+0,030 0	+0,078 +0,030	0	±0,015	-0,012 -0,042	2,5 3 3,5	+0,1 0	1,8 2,3 2,8	+0,1 0	0,08 0,16 0,16	0,16 0,25 0,25
12	17	5X5	5											
17	22	6X6	6											
22	30	8X7	8	+0,036 0	+0,098 +0,040	0	±0,018	-0,015 -0,051	4 5		3,3 3,3		0,16 0,25	0,25 0,40
30	38	10X8	10											
38	44	12X8	12											
44	50	14X9	14	+0,043 0	+0,120 +0,050	0	±0,0215	-0,018 -0,061	5,5 6 7		3,3 3,8 4,3		0,25 0,25 0,25	0,40 0,40 0,40
50	58	16X10	16											
58	65	18X11	18											
65	75	20X12	20											
75	85	22X14	22	+0,052 0	+0,149 +0,065	0	±0,026	-0,022 -0,074	9 9 10	+0,2 0	4,4 4,9 5,4	+0,2 0	0,40 0,40 0,40	0,60 0,60 0,60
85	95	25X14	25											
95	110	28X16	28											
110	130	32X18	32											
130	150	36X20	36											
150	170	40X22	40	+0,062 0	+0,180 +0,080	0	±0,031	-0,026 -0,088	12 13 15 17 20		8,4 9,4 10,4 11,4 12,4		0,70 0,70 0,70 0,70 0,70	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
170	200	45X25	45											
200	230	50X28	50											
230	260	56X32	56											
260	290	63X32	63	+0,074 0	+0,220 +0,100	0	±0,037	-0,032 -0,106	20 22 25 28 31	+0,3 0	12,4 14,4 15,4 17,4 19,5	+0,3 0	1,20 1,20 2,00 2,00 2,00	1,60 1,60 2,50 2,50 2,50
290	330	70X36	70											
330	380	80X40	80											
380	440	90X45	90	+0,087 0	+0,260 +0,120	0	±0,0435	-0,037 -0,124					2,00 2,00	2,50 2,50
440	500	100X50	100											

ANEXO VI: TABLA DATOS ACERO.

Designación EN 10027-1 AISI / UNE (antigua)	Composición							Tratamiento		Propiedades mecánicas			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Otros	Tipo	Temp (°C)	Su MPa	Sy MPa	ε %	Dureza HB
MOLDEADOS													
GC25 / F-8104	0.25		0.55							440	225	22	150
GC35 / F-8106	0.35		0.65							510	255	18	155
GC45 / F-8108	0.45		0.65							580	295	15	195
NO ALEADOS (Mn < 1%)													
C25 1025 / F-1120	0.25		0.55					N	900	490	310	22	150
								T + R	870 + 480	570	430	28	168
C35 1035 / F-1130	0.35		0.65					LC		585	375	29	190
								N	900	680	420	28	183
C45 1045 / F-1140	0.45		0.65					T + R	840 + 430	730	520	15	212
								N	870	660	390	20	197
C45 1045 / F-1140	0.45		0.65					Rec	790	600	360	23	180
								T + R	825 + 450	850	640	14	248
								N	870	760	410		225
C60 1060	0.6		0.75					T + R	815 + 430	1000	790	6	315
								N	870	760	410		225
ALEACIÓN INFERIOR AL 5%													
20MnCr5 5120 / F-150 D	0.2		1.25	1.15				N	900	680	400	23	207
								C + T + R	880 + 860 + 150	980	735	14	302
20NiCrMoS2-2 8620 / F-1522	0.2		0.8	0.55	0.2	0.55		LF	1100/850	650	320	22	192
								N	900	600	340	26	174
								C + T + R	910 + 845 + 150	850	580	19	255
41Cr4 5140 / F-1202	0.41		0.75	1.05				LF	1050/850	770	520		229
								N	870	760	470	23	227
								T + R	840 + 540	970	840	18	293
42CrMo4 4140 / F-1252	0.42		0.75	1.05	0.22			N	900	950	560	19	277
								Rec	830	650	420	25	192
								LF	1100/850	1030	720	15	311
34CrNiMo6 4340 / F-128	0.34		0.65	1.5	0.22	1.5		T + R	840 + 540	1120	1040	14	321
								LF	1150/900	1300	860		401
								N	870	1280	860	12	388
51CrV4 6150	0.51		0.9	1.05		V 0.17		T + R	840 + 540	1200	1155	14	352
								LF	1100/850	950	630		285
								N	860	940	615	21	277
55Cr3 5160 / F-1431	0.55		0.85	0.85				T + R	840 + 540	1200	1100	14	352
								LF	1050/850	1000	680	15	302
								N	900	950	600	16	285
ALEACIÓN SUPERIOR AL 5%													
X10CrNi18-8 304	0.1	<0.8	<2	18-20		8-10		Recoc	1100	510	206	40	160
X5CrNiMo17-12-2 316	0.05	<0.8	<2	16-18	2-3	10_11		Recoc	1100	510	206	40	150
X6CrNiTi18-10 321	0.06	<1	<2	17-19		9_10 Ti				540	245	45	