



Universidad
de La Laguna



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y
RADIOELÉCTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

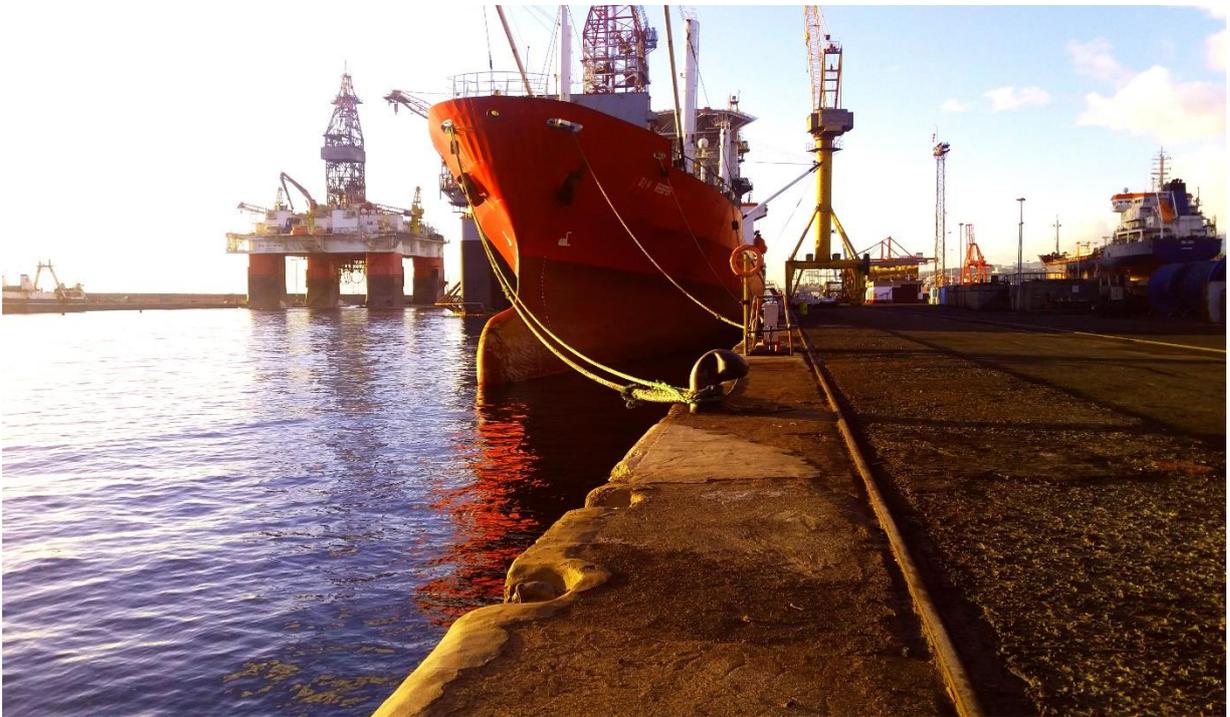
**EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL
EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA,
EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL**

Érika Gómez Rodríguez

Septiembre 2017

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL



Directores:

Federico Padrón Martín

Santiago José Rodríguez Sánchez

Nombre: Érika Gómez Rodríguez

Grado: Tecnologías Marinas

Septiembre 2017

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Dr. D. Federico Padrón Martín, profesor ayudante doctor del área de ingeniería de los procesos de fabricación, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la universidad de La Laguna. Certifica que:

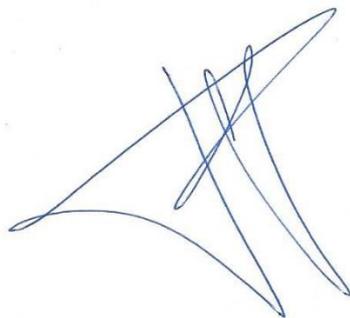
Dña Érika Gómez Rodríguez, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

“EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL.”

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y afirmo el presente certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 13 de Septiembre de 2017.



Fdo. Federico Padrón Martín
Dirección del Trabajo de Fin de Grado

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez, profesor asociado del área del área de ingeniería de los procesos de fabricación, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la universidad de La Laguna. Certifica que:

Dña Érika Gómez Rodríguez, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

“EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL”

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado.

En santa Cruz de Tenerife a 13 de Septiembre de 2017.

A handwritten signature in black ink, reading "Santiago J. Rodríguez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line that extends across the width of the signature.

Fdo. Santiago José Rodríguez Sánchez
Dirección del Trabajo de Fin de Grado

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Agradecimientos:

Al Dr. D. Federico Padrón Martín, por su ayuda y dirección en este TFG, así como por el conocimiento transmitido tanto en éste proyecto como en su asignatura. Y al Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez por facilitarme las prácticas, las cuales me han proporcionado el conocimiento y la información necesaria para la elaboración de este TFG.

A mis profesores D. Alexis Dionis Melián y Dña. María del Cristo Adrián de Ganzo por otorgarme los conocimientos académicos necesarios, tan importantes, y que han sido esenciales durante mi periodo de prácticas.

A FEROTHER S.L, a sus ingenieros y mecánicos por emplear tiempo de su trabajo en ayudar a mi formación profesional y académica, trasmitirme su saber y permitirme trabajar con ellos, dándome la oportunidad de progresar y aprender.

A toda mi familia en general, y a mis padres y hermanos en particular, por su apoyo incondicional, de principio a fin, todos los días. Porque gracias a ellos estoy donde estoy hoy. No hay palabras para agradecerles tanto.

A Todos ellos, muchas gracias.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	16
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES	20
3.1. Puerto de Las Palmas de Gran Canaria	22
3.1.1. Introducción al Puerto de La Luz	22
3.1.2. División de las zonas de servicios del Puerto de Las Palmas	27
3.1.4. Tráfico y estadísticas	32
3.1.4. Tráfico portuario 2015/2017	34
3.2. Autoridad portuaria de Las Palmas de Gran Canaria	36
3.2.1. Política ambiental del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria	40
3.2.2. Riesgos y medidas preventivas y de emergencia	41
3.2.3. Medidas de emergencia	42
3.3. Repnaval	44
3.3.1. Repnaval. Introducción.	44
3.3.2. Servicios	46
3.4. Astican	48
3.4.1. Astican, astilleros de Canarias. Evolución.	48
3.4.2. Estructura del astillero. Departamentos	50
3.4.3. Proceso de contratación	52
3.4.4. Instalaciones	55
3.5. Ferroher	57
3.5.1. Felipe Del Rosario Hernández S.L	57
3.5.2. Instalaciones	58
IV. METODOLOGÍA	64
4.1. Documentación bibliográfica.	66
4.2. Metodología del trabajo de campo.	66
4.3. Marco referencial.	66
V.RESULTADOS	68
5.1. Reparación a una reductora Reintjes	70
5.1.1. Antecedentes	70
5.1.2. Prueba magnaflux	72

5.1.3. Propuesta de reparación.....	73
5.2. Embrague. Revisión y alineación.....	83
5.2.1. Embrague marino Lothman. Introducción.....	83
5.2.2. Desmontaje, revisión y montaje del embrague en las instalaciones de Ferroher S.L.....	85
5.2.3. Alineación Reductora-motor, para la instalación del embrague	88
5.3. Motor principal; cigüeñal, cojinetes, camisas y bombas de inyección.....	92
5.3.1. El cigüeñal	92
5.3.2. Toma de flexiones del cigüeñal.....	96
5.3.3. Inspección y cambio de cojinetes de cabeza de biela	102
5.3.4. Bruñido de camisas de los cilindros.....	113
5.3.5. Bombas de inyección	115
VI. CONCLUSIONES.....	126
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	130
VIII. ANEXOS	134

I. INTRODUCCIÓN

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

I.- INTRODUCCIÓN

Este trabajo de fin de grado nace de mi experiencia durante mis prácticas en la empresa de reparación naval Ferroher, durante las cuales tuve la oportunidad de asistir y observar las distintas experiencias de mantenimiento y reparación de numerosos M.C.I. Aspecto que en nuestra área profesional es vital para asegurar el correcto funcionamiento del motor, la planta, y por consiguiente, del buque. De ahí el interés que he mostrado durante estas ejecuciones y que me ha llevado a realizar este trabajo de fin de grado sobre esta temática.

En el capítulo de **Objetivos** me planteo los objetivos específicos que me han motivado para el desarrollo de este TFG.

En el capítulo **Revisión y Antecedentes** he desarrollado una descriptiva del lugar en el que desarrolla esta experiencia, empezando por el Puerto de La Luz en general, la actividad que allí se desarrolla y la autoridad portuaria que lo gestiona. Por otro lado a través de las palabras, imágenes, planos y mapas se plasma la distribución del puerto y las características de las empresas que lo componen, haciendo mayor énfasis en la empresa de reparación naval FEROTHER y las instalaciones de varada del astillero ASTICAN donde descansan los buques a los que se les hará referencia en este TFG.

En el capítulo **Metodología** he incluido tres apartados; documentación bibliográfica, metodología del trabajo de campo y el marco referencial. Estas experiencias han sido realizadas en la empresa FEROTHER y los barcos que la contrataron, siendo entonces dicha empresa nuestro marco referencial.

En el capítulo **Resultados** he realizado una descripción de los procesos de reparación y mantenimiento por los que han pasado los motores y elementos pertenecientes a los distintos buques, añadiendo fotografías propias para que el lector tenga una visión específica y global de los procesos, diagnósticos y reparaciones de las distintas averías que han sufrido los M.C.I.

En el sexto capítulo, **Conclusiones**, hemos plasmado las conclusiones que se han obtenido de la doble experiencia, tanto la profesional como la académica en el desarrollo de este TFG.

En el capítulo **Bibliografía**, se aportan manuales y referencias Web (Webgrafía) en relación al contenido de este TFG.

ABSTRACT

This end-of-degree paper, comes out of my experience during my practices in the naval repair and maintenance Feroher. During these practices I had the opportunity of being witness of hhe development of different repair and maintenance activities. This is an important aspect in our professional task, consequently I paid special attention to this realization, it was very interesting, and led me to do my final project in this matter.

On chapter **Objective**, I planned the specific objectives that motivated me to do this end-of-degree paper.

On chapter of **Revision and antecedents**, I descriptive of the place in which it develops this experience, beginning with the La Luz Port in general, the activity that develops there and the port authority that manages it. On the other hand, through the words, images, plans and maps, the distribution of the port and the characteristics of the companies that compose it are reflected, with greater emphasis on the naval repair company Feroher and the shipyard's Astican.

On chapter of **Methodology**, I have included three points, bibliographic documentation, methodology in field research and a referential guide. About the last, I must say that these experiences have been realized in the company Feroher and the ships that contracted it.

On the **Results** chapter, I have described the repair and maintenance processes that have been carried out by the engines and their components, belonging to the various ships, and adding photographs of this work so that the reader has a specific and global view of the processes, diagnoses and repairs of the various breakdowns that have suffered the engine. We have tried to capture and point out a methodology where it is visualized step by step and the different processes of maintenance and repair that may need an engine.

On the chapter **“Conclusions”**, I have captured the conclusions that have been obtained from both experience, professional and academic ,in the development of this end-of-degree paper.

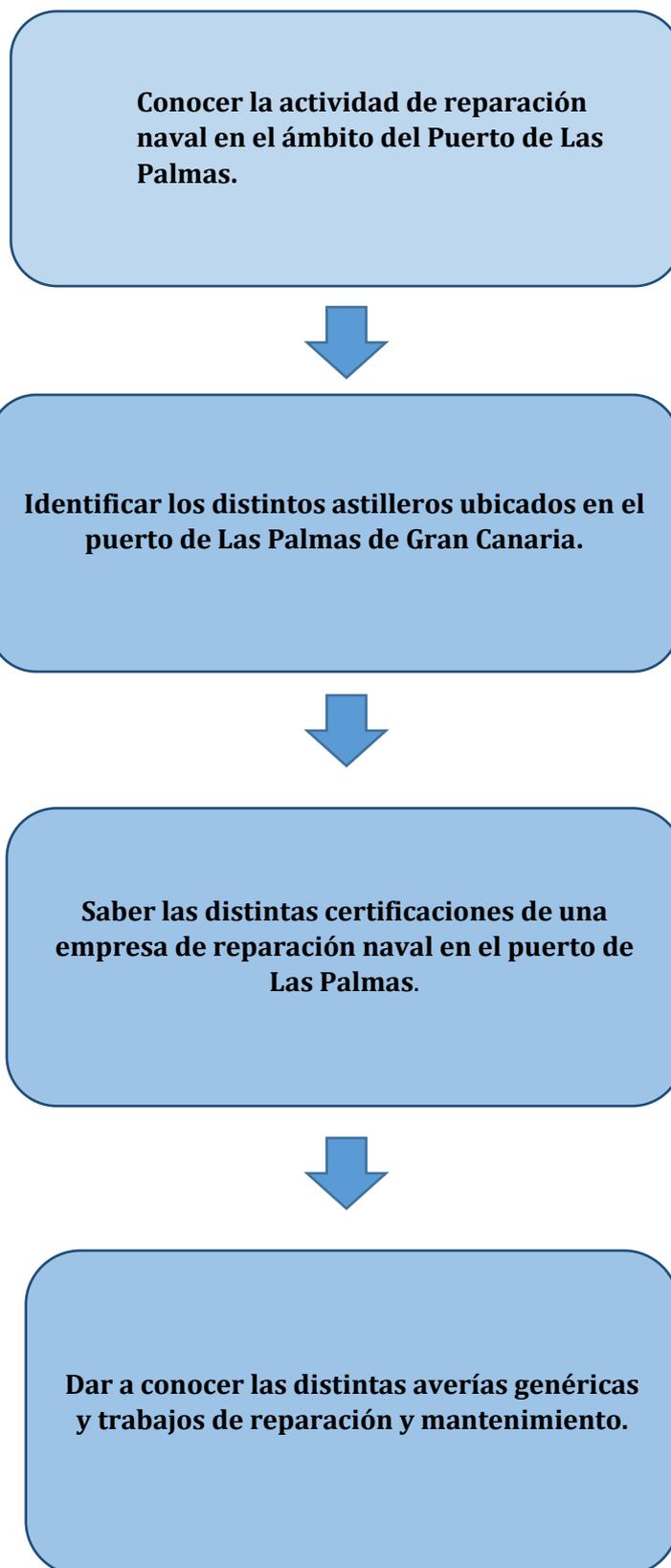
On the last chapter of **Bibliography**, I have provide manuals and references (Webgraphic) in relation to the content of this end-of-degree paper.

II. OBJETIVOS

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar...



EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

En el capítulo de revisión y antecedentes se recopila información sobre el marco referencial en el que se desarrolla el proyecto, siendo éste el puerto de Las Palmas de Gran Canaria, y los distintos astilleros que lo componen, especialmente Astican. Por otro lado la empresa protagonista y ejecutora recibe el nombre de Feroher S.L., la cual ha sido contratada por Astican para ejecutar las labores de mantenimiento y reparación que se desarrollan en este apartado.

3.1. PUERTO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. LA LUZ

El puerto de La Luz se encuentra en la ciudad de Las Palmas, en la isla de Gran Canaria, perteneciente al archipiélago Canario situado en el norte de África, cerca de las costas de Marruecos, y a unos 1.200 km de costas europeas.

3.1.1. INTRODUCCIÓN AL PUERTO DE LA LUZ

Sus coordenadas son 15º 25'W 28º0' N. Esta situación geográfica lo convierte en un lugar estratégico ya que se encuentra en medio de numerosas rutas comerciales, que conectan América, Europa y África, estando ligado a 180 puertos de estos continentes.



Ilustración 1 Archipiélago Canario. Localización del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria. Fuente: [1]

Más exactamente el puerto de Las Palmas se sitúa en la bahía que forma la unión entre La isla y la isleta. Gracias a esta isleta la bahía, y por tanto el puerto queda protegido de los vientos alisios dominantes de dirección noroeste. Por otro lado el viento reinante en la bahía procede de NE hacia el NW.

La corriente llega desde la península ibérica y que deriva de la corriente del golfo, significa, corrientes de dirección suroeste y sureste con velocidad variable (a veces llega a 1 nudo) y dirección sursureste alcanza 0,12. La longitud total del muelle, en todo el puerto, es de 15.265m con calados que varían de 3 a 22 metros. Máxima carrera de marea es de 3 metros.

La bocana de entrada de la Dársena Exterior tiene una anchura de 500 m y un calado de 30 m, se dispone con una orientación norte y máxima corriente controlada de 1 nudo/Knt. La Dársena Interior cuenta con una bocana de entrada de 700 m de anchura, un calado de 14 m, una orientación de 3500 y una máxima corriente controlada de 1 nudo/Knt.

Prácticamente la totalidad de la zona de servicio se encuentra a cota del mar siendo toda ella una plataforma horizontal, con la salvedad del perímetro de La Isleta, entre las alineaciones paralelas de las calles Guinchete y el Paseo Hermanos Reina Lorenzo y su continuidad por la Avenida de las petrolíferas y en los terrenos de Roque Ceniciento que presenta un desnivel notable. Este terreno por su génesis volcánica está formado por lavas basálticas y basaníticas.

El puerto de Las Palmas incluye todo el área portuaria desde el muelle del Refugio hasta el norte de la península del Nido, incluyendo los muelles de León y Castillo, Reina Sofía y La Esfinge en una superficie de 3.872.65 m², superficie compartida para distintos usos como son: industrial, intercambiador y transporte marítimo y espacio libre.

Gracias a su situación geográfica, se ha convertido en uno de los puertos más importantes del sur de Europa y considerable relevancia con respecto a África, donde gracias a estos caladeros africanos y a la propia infraestructura del puerto de Las Palmas, es el primer puerto pesquero de la zona, con un movimiento diario de mil toneladas de pescado congelado. Por ello, destaca el comercio internacional, además de por su infraestructura de comunicaciones, su cualificación y dinamismo económico.

El Puerto de Las Palmas está conectado con 180 puertos y con numerosas líneas marítimas de los cuatro continentes, por lo que es una gran estación de combustible en el Atlántico, llegando a despachar anualmente unas 1.500.000 toneladas de productos petrolíferos

En el tráfico de contenedores es el primero de África Occidental y está entre los ochenta puertos más importantes del mundo. Cada dos minutos se carga o descarga un contenedor.

En este puerto se desarrolla una Zona Franca, la Zona Especial Canaria (ZEC) y la Zona de Actividades Logísticas. El régimen de estas 3 zonas se desarrolla en más de un millón de metros cuadrados del Puerto de Las Palmas y Arinaga, urbanizadas por empresas de producción, manipulación, transformación y comercialización de mercancías. El Puerto de Las Palmas tiene una gran tradición de Puerto Franco desde 1852. Este modelo se ha perfeccionado con las nuevas ventajas que ofrece el nuevo Régimen Económico y Fiscal de Canarias (REF), que define un espacio singular en el mundo comparable al de otras zonas off shore.

Desde hace 500 años, este gran puerto ha sido base y escala de todos los buques que pasaban por el atlántico, y es desde entonces que se ha ido desarrollando hasta llegar al puerto que es hoy. De esta forma ha sido el principal motor económico, de la ciudad más poblada del archipiélago Canario, con aproximadamente 383.300 habitantes. El Puerto de Las Palmas cuenta hoy con 14 kilómetros de línea de atraque, que se extienden hacia el Norte de la Ciudad, y con una amplia zona de fondeo libre de tarifa para todas las operaciones.

Es un puerto tradicional en la ruta de los cruceros turísticos, con un volumen de más de un millón de pasajeros, y posee el mayor Puerto Deportivo de Canarias, con capacidad para 850 atraques. Dispone del mayor centro de reparaciones navales de la zona, sinendo la única isla del archipiélago capaz de varar grandes buques de hasta 30.000 toneladas, con polivalencia para realizar operaciones a flote de supertanques, así como varar embarcaciones deportivas (yates).

Entre los servicios generales que ofrece el Puerto de Las Palmas se encuentran las siguientes:

- Reparaciones navales: 170.000 m2 de astilleros
- Terminal de contenedores: 2 terminales
- 30 contenedores/horas; 2.700 ml de línea atraque y calado entre 10 y 18m.
- Bunkering: 332.000 m3 de almacenamiento con 8.000 ml de línea de atraque.
- Almacenamiento frigorífico: 250.000 m3.
- Gránulos sólidos: 42.000 m3 de cereales y 24.630 m3 de áridos.
- Cruceros: 1.150 ml de línea de atraque.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

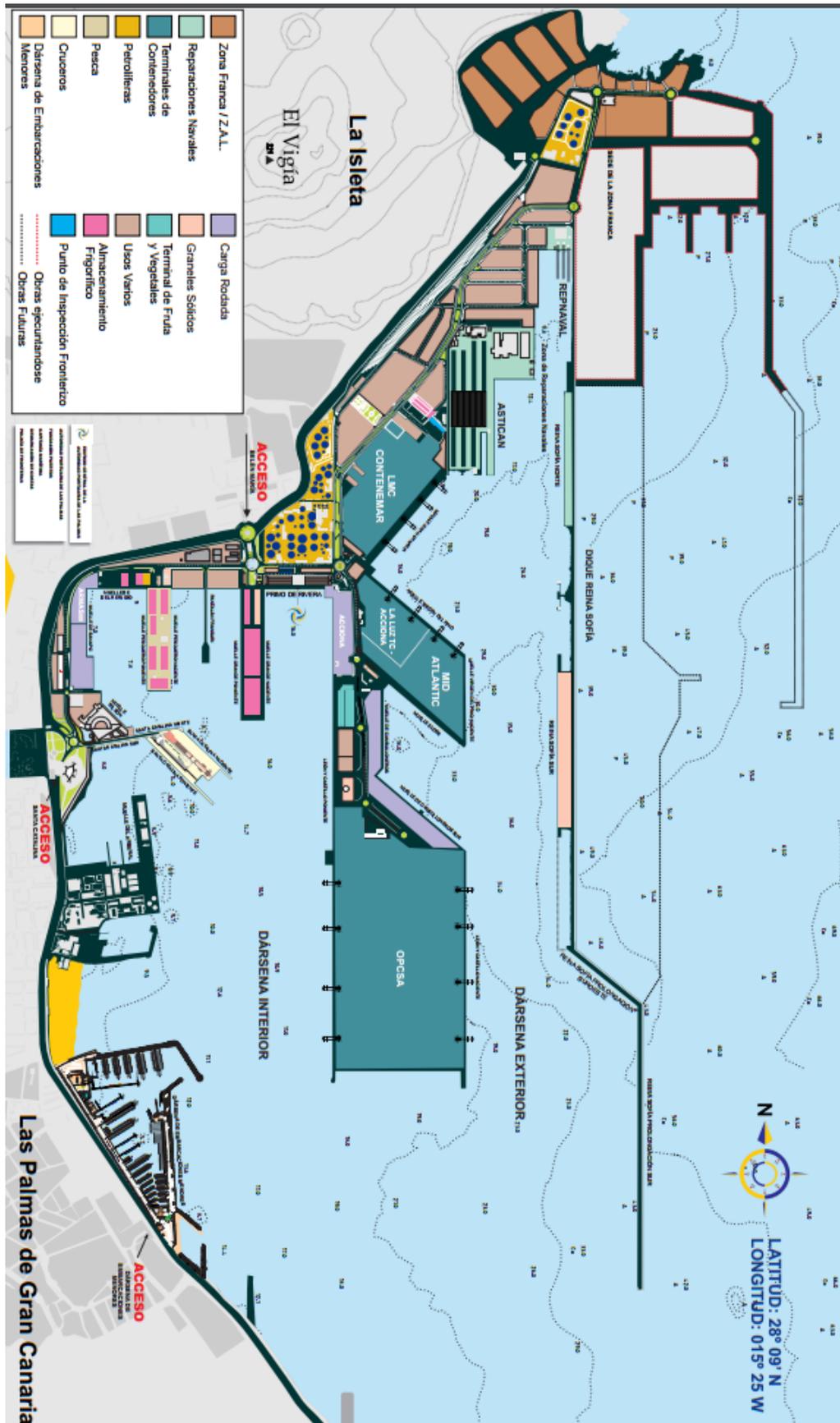


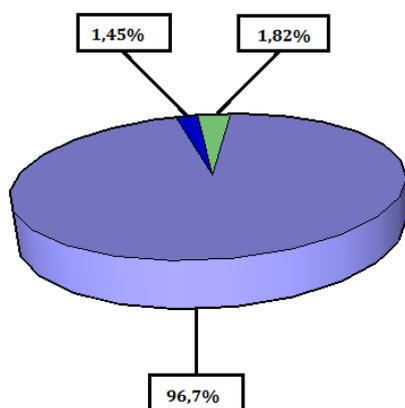
Ilustración 2: Distribución Puerto de Las Palmas de Gran Canaria. Fuente: [2]

3.1.2. DIVISIÓN DE LAS ZONAS DE SERVICIOS DEL PUERTO DE LAS PALMAS

La zona de servicio del Puerto de Las Palmas se puede dividir en seis áreas, en las que se realizan distintas actividades portuarias.

Área I: Puerto deportivo: uso recreativo y deportivo.

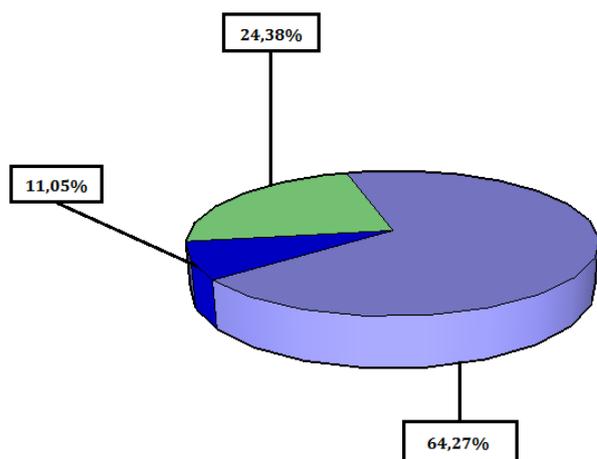
El gran porcentaje que ocupa la dársena náutico-deportiva va directamente relacionada con la cantidad tan elevada de atraques en sus aguas. La ciudad y el puerto deportivo prácticamente se unen en uno solo, lo que permite una facilidad de acceso relevante y una posición privilegiada con respecto a la ciudad. Constantemente se trabaja en planes de ordenación de esta dársena, incluida en el ámbito OAS-07.



Área II: Dársena Interior Poniente, subdividida en tres subáreas: (Elaboración propia)

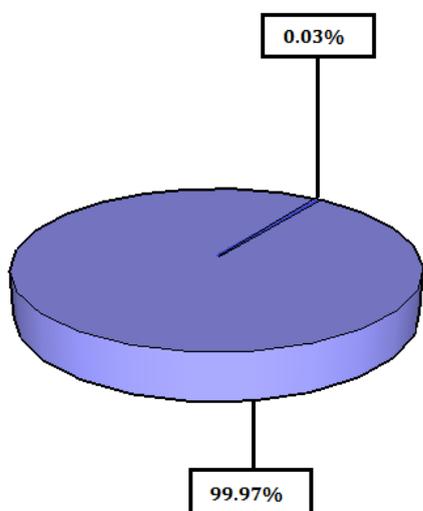
- IIA: Santa catalina, uso comercial de pasajeros y ro-ro.
- IIB: Dársena pesquera; uso pesquero.
- IIC: Muelle Grande, uso comercial de pesca y fruta. En este muelle destacan además los almacenes de Cruz Roja, las instalaciones del Marpol, los edificios de servicios del C.C y La Fundación Puertos de Las Palmas, entre otras infraestructuras.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL



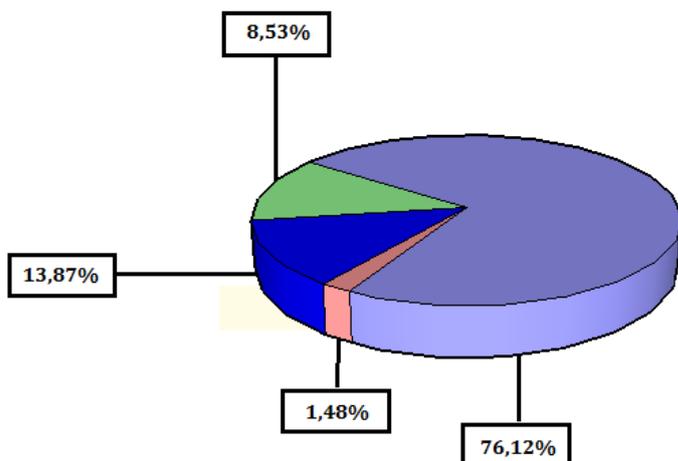
Área III: Dársena Interior Levante, donde se encuentran recintos de almacenaje de combustible, además de su uso comercial de pasajeros y buques ro-ro.

Se trata de un espacio relativamente pequeño, pero con un gran porcentaje de ocupación por instalaciones enraizadas y de larga proyección en el tiempo: (Elaboración propia)



Área IV: Dársena Exterior Poniente, compuesta por los muelles León y Castillo, Elder, Virgen del Pino y Gran Canaria. Su finalidad es básicamente de descarga y de contenedores y ro-ro. Por esta razón se trata de una zona muy activa ya se que se cargan y se descargan contenedores constantemente, por lo que es una zona provista de instalaciones de descarga y descarga, almacenamiento e instalaciones frigoríficas: (Elaboración propia)

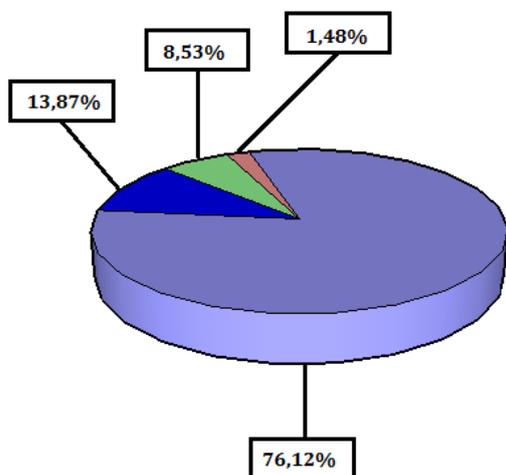
EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL



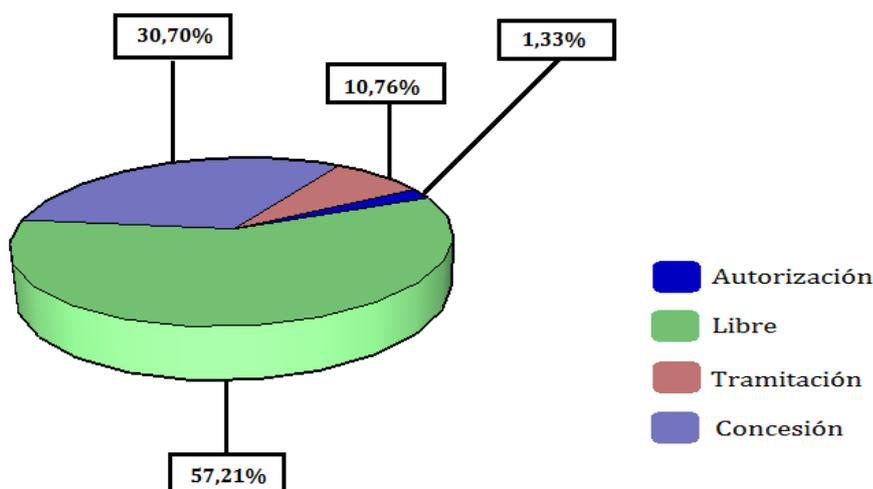
Área V: Dársena Exterior Levante, dividida en dos subáreas.

- V A: Reparación Naval, además de varaderos para reparaciones y un polígono industrial en su parte posterior.
- V B: Dique Reina Sofía, cuya finalidad es completamente comercial, en toda su longitud.

Esta es sin duda la zona más saturada, debida precisamente al hecho de que se trate la reparación naval y a que sea el lugar donde se encuentran los varaderos: (Elaboración propia)



Área VI: Península del Nido, explanada de la Esfinge y Nido, con uso logístico y de almacenamiento.



3.1.2.1. Muelles y atraques. clasificación por dársenas

Puerto de Las Palmas

Pasaje.

- Muelle de la Esfinge, con una longitud de 565m y un calado de 22m.

Reparaciones.

- Armamento, con una longitud de 160m, un clado de 6.8m y 25m de ancho.
- Reina Sofía Norte, con una longitud de 550m y un calado de 8 a 12m y un ancho de 33m.
- Reina Sofía prolongación SE, longitud 380, calado de 20 a 22m y ancho 20m.
- Reina Sofía prolongación Sur, longitud 1.026m, calado 20 a 22m y ancho 20m.
- Muelle de Astican Norte, longitud 180m, calado 6 a 8m.
- Muelle Astican Sur, longitud 400m, calado 6 a 8m.
- Muelle Astican, Duque de Alba, longitud 130m, calado 10 a 12m.
- Muelle Ribera Pantalán Izquierdo, longitud 139m, calado 6m.
- Muelle Ribera Pantalán Derecho, longitud 140m, calado 6m.

Polivalentes

- Muelle de Cambullones Norte, longitud 470m, calado 14m.
- Muelle de Cambullones Naciente, longitud 336m, calado 14m.
- Muelle León y Castillo, del noray 3 al 27, longitud 581m, calado 10 a 12m y ancho 100m.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

- Muelle Primo de Rivera, longitud 248m, calado 9m y ancho 105m.
- Muelle Grande Naciente, longitud 550m, calado de 10 a 12m, y ancho 50m.
- Muelle Grande Martillo, longitud 100m, calado de 10 a 12m, y ancho 50m.
- Muelle Grande Poniente, longitud 493m, calado 8 a 10m, y ancho 50m.
- Pantalán de Fransari Naciente, longitud de 320m, y calado 6m.
- Pantalán de Fransari Poniente, longitud 320m y calado 6m.
- Pantalán de Fransari Martillo, longitud 52m y calado 6m.

Contenedores

- Muelle Gran Canaria, longitud 500, calado 11,5m, y ancho 300
- Muelle Virgen del Pino, longitud 882m, y calado 410m
- Virgen del Pino, longitud 505m, y calado 10m
- Muelle Virgen del Pino Naciente, longitud 377m y calado 14m.
- Muelle León y Castillo del Noray 46 al 84, longitud 911m, calado de 10,4 a 13,5m y ancho 400m
- León y Castillo Naciente, longitud 953m y calado 16m.
- León y Castillo Naciente Interior, longitud 70m, y calado 16m

Combustibles

- Dique Reina Sofía, Duque de Alba, longitud 120m y calado 18,45m

Graneles sólidos

- Dique reina Sofía, Reina Sofía Sur, longitud 760m, calado de 20 a 22m y ancho 55m.

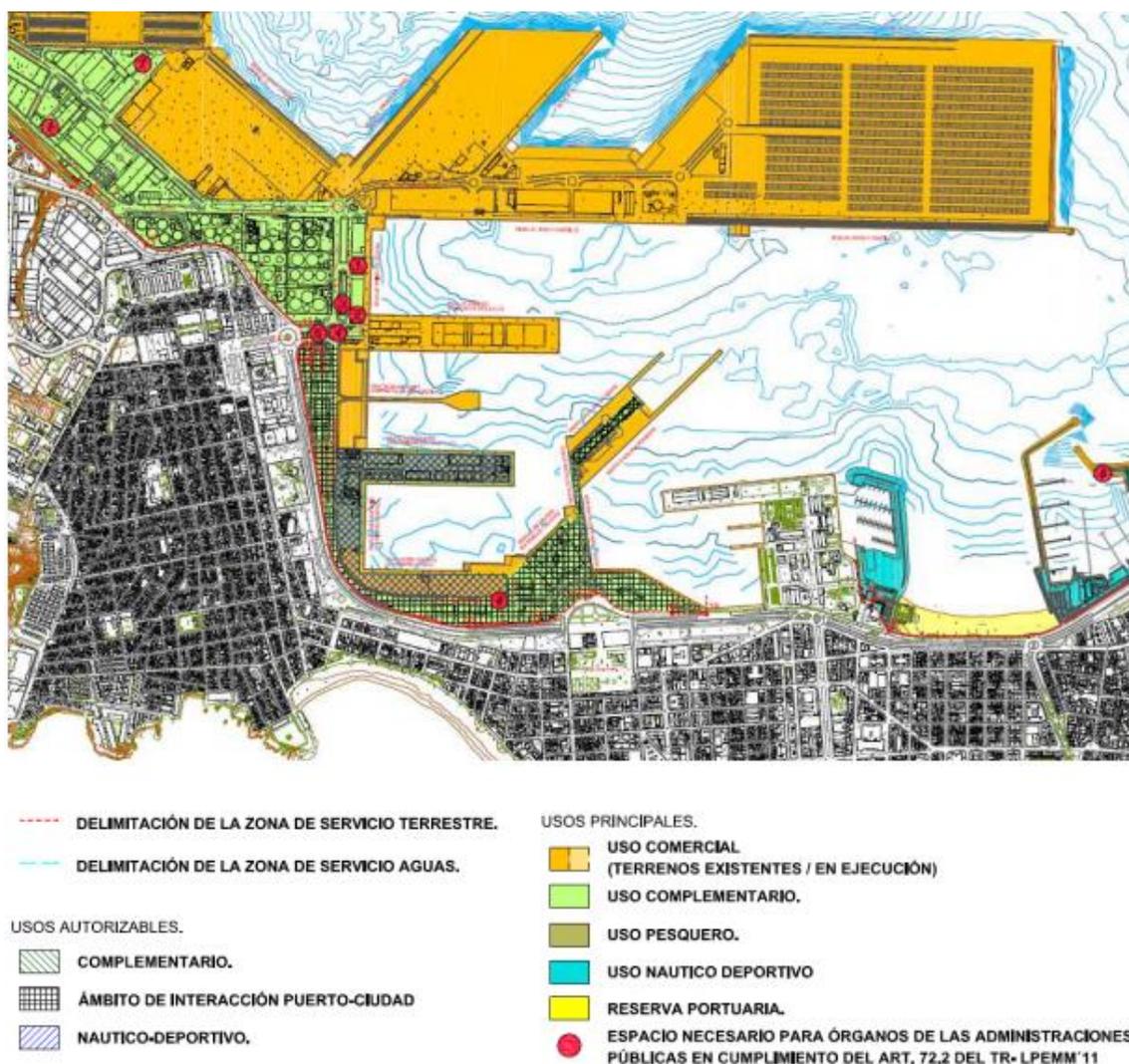


Ilustración 3 Zonificación de usos. DEUP 2014. Fuente: [2]

3.1.4. TRÁFICO Y ESTADÍSTICAS

Evolución y estadísticas del tráfico marítimo en los últimos años (20105)

El Puerto de Las Palmas (bajo esta denominación se incluyen los tráficos del puerto de Las Palmas, el puerto de Salinetas y el puerto de Arinaga) representa el 58,3% del tráfico total movido por los puertos estatales de Canarias.

Dentro del puerto de Las Palmas, se distinguen dos tráficos relevantes en términos de volumen, las mercancías “en tránsito” que son aquellas que se encuentran de forma temporal dentro el recinto portuario, y las mercancías tienen por origen o destino el mercado interior.

Durante el pasado 2015, las mercancías en tránsito en el puerto de Las Palmas crecieron un 2,0% interanual y el tráfico portuario con el mercado interior creció aún más, un 8,6%, debido a las descargas (+5,4%) como por las cargas (+14,2%).

Si atendemos específicamente a los sectores que intervienen en el puerto de Las Palmas, como el tráfico de pasajeros, el número de usuarios de transporte marítimo de pasaje en los puertos gestionados por la autoridad portuaria de Las Palmas, en 2015 circularon un total de 7.537.437 pasajeros, lo que significa un crecimiento del 5.7%. De estos 7.537.437 pasajeros, 2.537.437 fueron usuarios de línea regular y cruceros en los puertos estatales de Las Palmas.

Sin embargo se contabiliza un descenso en el número de pasajeros de línea regular debido a que en la provincia de Las Palmas existen más alternativas de transporte marítimo con origen o destino en puertos de adscripción económica por lo que no se contabilizan en las estadísticas estatales.

Por otra parte los datos del ISTAC, ha aumentado un 6,2% el tránsito de pasajeros de línea regular, pero en puertos de la propia provincia.

Si nos fijamos exclusivamente en la isla de Gran Canaria, el pasaje de línea regular, la isla muestra un crecimiento en el número de viajeros, un porcentaje 5,4%, que viene dado por la cifra de un total de 1.099.482 pasajeros. En cuanto a los cruceros, el tránsito es de 682.885 turistas arribados durante 2015, lo que quiere decir, un crecimiento del 16,0% con respecto al año 2014.

Los registros dados por los puertos adscritos a la Autoridad Portuaria de Las Palmas, reflejan un aumento del tráfico del 179,5%, justificado por la presencia de nuevas líneas regulares, además del aumento de cruceros en las tres islas de la provincia.

Buques.

La cifra de buques arribados en los puertos de canarias alcanzó en 2015, las 28.501 unidades (sólo se contabilizan buques mercantes y pesqueros), lo que supone un aumento del 4,3% . De éstos, 12.269 buques arribaron a los puertos estatales de Las Palmas (+9,7% interanual), que medidos en términos de GT (Gross Tons; "Tonelaje Bruto"), en Las Palmas se alcanzan las 244.177 GT, que se traduce en un crecimiento interanual del 17,5%.

Según el tipo de buque, las embarcaciones mercantes registran un avance interanual en los puertos estatales de Canarias del 4,3%, con un total de 23.686 atraques de

este tipo de buques, de los cuales 11.559 arribaron a Las Palmas, un 9,1% más que en el año anterior. Por otra parte, el número de atraques pesqueros alcanza la cifra de 710 (+20,1%).

Tráfico de mercancías.

Con mercancías, se pretende referir a las mercancías cargadas y descargadas, los transbordos, los avituallamientos y los desembarcos de pesca fresca. Los puertos de Las Palmas movieron un total de 23.579.828 toneladas, el 65,1% de las mercancías portuarias gestionadas por los recintos estatales, en el transcurso del año 2015.

Se registra un crecimiento de las mercancías descargadas durante el último año del 4,7%, un total de 601.224 toneladas más que en el pasado año . en cuanto a las mercancías cargadas, ascienden un 4,7% interanual, un total de 337.705 toneladas más, mientras que las mercancías en tránsito, el tráfico más relevante de cuantos componen los movimientos de mercancías de Las Palmas se incrementa un 2,0%, 178.637 de diferencia. Las descargas para el mercado interior de Las Palmas se sitúan durante el 1015-2016 en las 8,0 millones de toneladas, un 4,8% más que el año anterior.

Tráfico de contenedores.

Se registra un descenso de 9,3% de contenedores en el puerto de las palmas lo que provocó un descenso del 4,3% el porcentaje de contenedores descargados en Canarias, que se redujeron hasta los 1.246.558 TEU (medida, 20 pies equivalentes).

En el puerto de La Luz se registra el 89,5% de la actividad portuaria con respecto a los otros puertos de la provincia de Las Palmas, que en su conjunto representa el 58,3% de la actividad y tráfico marítimo en el archipiélago.

Por el Puerto de Las Palmas transitaron 21.092.225 toneladas durante 2015, aproximadamente 1,3 millones de toneladas más que en el año anterior (+6,3%) y se aprecia una mejoría en las cargas y las descargas. Pero, a pesar del crecimiento del tráfico de mercancías, desciende el número de contenedores gestionados por el puerto capitalino un 9,3%, hasta situarse en los 817.495 TEU.

3.1.4. TRAFICO PORTUARIO 2015/2017

Tablas de porcentajes en la actualidad, por la autoridad portuaria de las palmas:

Hasta ahora se habla de los estudios de tráfico marítimo realizados en los últimos años, aproximadamente entre los años 2007 y 2015, de una forma comparativa y detallada. Las cifras desde entonces hasta el siguiente año 2016 se muestran tabuladas a continuación:

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Pasaje	Acumulado 2016	Acumulado 2015	%
Tráfico total	2.385.690	2.539.243	-6,05
Número de pasajeros	1.285.688	1.286.286	-0,05
Número pasajeros cruceros	1.100.002	1.252.957	-12,21
Número de de automóviles	435.438	419.054	3,91

Buques	Acumulado 2016	Acumulado 2015	%
Número Total	12.247	12.272	-0,2
Total G.T. G.T.	234.984	244.168	-3,76
Mercantes N°	11.540	11.563	-0,2
Mercantes GT	234.325	243.549	-3,79
Pesqueros	707	709	-0,28
Pesqueros GT	659	620	6,29

Tráfico Total	Acumulado 2016	Acumulado 2015	%
Total (toneladas)	22.731.311	23.577.240	-3,59

Mercancías por tipo	Acumulado 2016	Acumulado 2015	%
Total	20.122.186	20.978.837	-4,08
Graneles líquidos	6.119.850	6.385.802	-4,16
Graneles sólidos	534.113	479.725	11,34
Mercancía general	13.468.223	14.113.310	-4,57
Convencional	4.040.743	3.780.400	6,89
En contenedores	9.427.480	10.332.910	-8,76

La mercancía total se evalúa por las toneladas de la mercancía del producto en cuestión, además en la mercancía general están incluidas en carga y descarga.

Tráfico terrestre

Previsiones de generación de tráfico terrestre				
intensidad		2001	2017	
			Mínima	Máxima
Semanal	Ligeros	100.291	140.407	160.465
	Pesados	25.072	37.608	50.144
	Total	125.363	178.015	210.609
Media día laborable	Ligeros	17.371	24.319	27.793
	Pesados	4.343	6.514	8.686
	Total	21.714	30.833	36.479
Hora punta	Ligeros	875	1.225	1.400
	Pesados	250	375	500
	Total	1.125	1.600	1.900

3.2. AUTORIDAD PORTUARIA DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



Ilustración 4 logotipo autoridad portuaria. Fuente: [3]

La Autoridad Portuaria de Las Palmas es una Institución Pública que además gestiona 5 Puertos: La Luz, Salinetas, Arinaga, Los Mármoles y Puerto del Rosario. Algunos

de estos puertos se encuentran en distintas islas, siendo Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. Rige en estos puertos la jurisdicción europea ya que Canarias pertenece a España y a la Unión Europea.

Esta institución gestiona los recursos e instalaciones que tiene a su alcance, de manera que ampara la legalidad y libre competencia de las empresas que desarrollan su actividad en los puertos.

Además de ser un puerto muy bien ubicado en el mar atlántico, está en comunicación constante con puertos africanos, a 80 km de distancia, además de puertos de la península ibérica, América, y entre las propias islas e islas cercanas, entre otros muchos puertos y costas.

Pero lo que aún es más importante, el puerto de Las Palmas de Gran Canaria ofrece servicios a buques y empresas, tales como remolcadores, calados de hasta 22 metros, 14 kilómetros de atraques, reparaciones navales, bunkering, terminales de contenedores, transporte de mercancías, sustento, mantenimiento etc.

Tanto la Autoridad portuaria como la Capitanía Marítima se amparan en el asesoramiento del Consejo de Navegación y Puertos de estado, creada en base a la Ley 27/1992.

El Consejo de Navegación y Puertos ayuda al funcionamiento del puerto y del comercio marítimo en Las Palmas, su eficiencia, calidad y un desarrollo positivo en general. Además a través de su presencia en el seno, se convierte en un canal de información recíproca, colaborando en todo lo necesario para mantener a flote la economía y actividad del puerto.

En cada uno de los puertos debe haber un Consejo de Navegación y Puerto, según el artículo 44 de la ley 27/1992, ya que este órgano es vital para la comunicación e intercambio de información entre las Capitanías Marítimas y los Presidente de cada Autoridad Portuaria.

Los Consejos de Administración de cada Autoridad Portuaria, serán los encargados de determinar la forma de designación y cese de los miembros de Los Consejos.

Composición de Los Consejos de Navegación y Puerto de Las Palmas, Arrecife y Puerto del Rosario:

1. Capitanía Marítima 1 representante

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

2. Autoridad Portuaria	1 representante
3. Administración de aduanas	1 representante
4. Subdelegación del Gobierno de Las palmas	1 representante
5. Remolcadores	1 representante
6. Amarradores	1 representante
7. Prácticos	1 representante
8. Recogida de residuos sólidos	1 representante
9. Recogida de residuos líquidos	1 representante
10. Estibadores	1 representante
11. Consignatarios	2 representantes
12. Armadores	2 representantes
13. Reparadores Navales	1 representante
14. Importadores y exportadores	1 representantes
15. Sindicato más representativo	1 representante
16. Presidente	
17. Secretario	

Se cita:

“Exclusivamente en el Consejo de Navegación y Puerto de Las Palmas habrá un representante adicional de la Federeación de Empresas Portuarias.”

“El presidente de los tres Consejos de Navegación y Puerto será Capitán marítimo de Las Palmas.”

“El secretario de los tres Consejos de Navegación y Puerto será quien designe la abogacía del Estado de Las Palmas”

Para decidir los representantes de los remolcadores, amarradores, prácticos, recogida de residuos sólidos, recogida de residuos líquidos, estibadores, consignatarios,

armadores , reparadores Navales e importadores y exportadores (números de 5 a 14, incluidos) deben tenerse en cuenta a las asociaciones más representativas de las actividades de que se trate, así como a la Asociación de Remolcadores de España (ANARE) a la Asociación Nacional de Amarradores, al Colegio Oficial Nacional de Prácticos, a la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE) y a la corporación de Prácticos de cada puerto. Cada uno de estos representantes deben ser personas físicas.

El mismo Consejo de Navegación y Puerto será quien tenga la última palabra para permitir que uno de estos representantes sea sustituido por otra persona física. Antes de que el Consejo de Navegación y Puerto tome esta decisión, la asociación proponente debe exponer su petición de sustitución.

Haciendo referencia nuevamente al art. 44 de la ley 27/1992, el Consejo de La Administración de la Autoridad Portuaria de Las Palmas podrá aprobar la presencia de nuevos miembros de los Consejos de Navegación y Puerto siempre y cuando se solicite con antelación; *“aquellas personas físicas o jurídicas en las que se aprecie un interés directo y relevante en el buen funcionamiento del puerto, del comercio marítimo o que puedan contribuir al mismo de forma eficaz”*.

Si el presidente lo considera oportuno, tiene el derecho de invitar a personas ajenas al Consejo para tratar asuntos considerados de especial interés. Estas personas tendrán voz, pero no voto.

Las funciones del consejo son las siguientes:

1. Informar sobre asuntos de interés para el propio Consejo y sus representantes, por estar directamente relacionado con el buen funcionamiento del Puerto y del comercio marítimo. Se quiere referir tanto a la información del propio presidente como a la información proporcionada por todos los sectores, publicos o privados, representados en el consejo, sobre aspectos que pueden tener una repercusión sobre el funcionamiento del Puerto y comercio marítimo, y que se aspiran a mejorar.
2. Estudio sobre asuntos específicos, que figuren incluidos en el orden del día.

El consejo puede emitir informes sobre asuntos de su competencia, elevar iniciativas para mejorar la gestión del puerto, detectar deficiencias de funcionamiento y proponer soluciones para corregirlas, aprobar la creación y proponer los temas a tratar por las Comisiones de trabajo, velar por la calidad de los servicios en el puerto y en toda la cadena portuaria, así como intentar mejorarlos.

3.2.1. POLITICA AMBIENTAL DEL PUERTO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Cada vez, la conciencia con el medio ambiente se ha vuelto un tema importante para todas las empresas e industrias del mundo. La presencia de gigantescas plantas, hasta pequeñas empresas, pasando por buques y aviones, suponen un impacto ambiental menor o mayor.



Ilustración 5 Muelle de Astican en el Puerto de Las Palmas. Fuente: Trabajo de campo.

De manera que las grandes infraestructuras del Puerto de La Luz y todas sus actividades generan residuos y consumos energéticos muy elevados, además de almacenamiento y manipulación de sustancias peligrosas y altamente contaminantes. Consecuentemente La Autoridad Portuaria de Las Palmas de Gran Canaria cuenta con un sistema de gestión medioambiental, implantado por la Alta Dirección de la misma.

Este sistema busca conservar y proteger los recursos naturales de los que se disponen, y el medio que comparten con la naturaleza, de tal manera que se logre minimizar la repercusión de las acciones contaminantes sobre el entorno.

Para ello, se sigue una política ambiental que intenta promover la protección del entorno y la sensibilización medioambiental. A través de la reutilización, separación en origen de residuos, recepción de los residuos generados por los buques y considerando las precauciones medioambientales se trata de minimizar la producción de los propios residuos.

Por otra parte, se potencia el uso de energías renovables, investigación y desarrollo de alternativas tecnológicas más limpias y eficientes. Se implantan técnicas de prevención de la contaminación en las actividades que interactúan con el medio ambiente y ecosistemas, y se obliga a cumplir con una normativa legal aplicable a estas actividades, servicios y proyectos.

3.2.2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE EMERGENCIA

La autoridad portuaria ha diseñado una serie de medidas preventivas según el riesgo que se pueda ocasionar. Todo ello de acuerdo con el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995. Por lo que se informa a las contratas, concesionarios, autorizaciones temporales, consignatarios y empresas prestatarias de servicio, sobre los riesgos laborales comunes derivados de las actividades desarrolladas en el recinto portuario, medidas de prevención a adoptar en relación con los citados riesgos y medidas de emergencia a aplicar.



Ilustración 6 Equipo de protección Individual. Fuente: [4]

Algunos ejemplos de las medidas y en algunos casos normativa serían los que se nombran a continuación.

Como base, y lo primer es la utilización de los EPI's (Equipos de Protección Individual) de todo individuo que acceda al astillero, ya que se trata de un campo de trabajo de alto riesgo. Se debe utilizar casco de seguridad cuando se circula por los parques del

astillero, halla carga en suspensión, proyección de materiales etc, así como calzado de trabajo en cualquiera de los casos, o lugares. Llevar siempre encima guantes de trabajo y emplearlos cuando fuese necesario, al igual que gafas de protección.

En presencia de una caída a distinto nivel; se debe vallar y señalizar la zona de trabajo, prohibir el acceso a personas ajenas, utilizar calzado de seguridad con suela antideslizante y, cuando se transite por las escaleras y demás vías de paso de los centros de trabajo, se evitará transitar con rapidez, debiendo desplazarse con prudencia y moderación, utilizando los pasamanos (cuando se utilice las escaleras), de forma que éstos faciliten y sirvan de ayuda para la realización de un descenso o ascenso más cómodo y seguro.

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: se prohíbe el acceso a las áreas de almacenamiento a personas ajenas, así como circular y realizar trabajos en zona de cargas suspendidas y evitar circular y realizar trabajos cerca de las pilas de mercancías en caso de vientos moderados o fuertes.

Es muy común a la par que peligroso la manipulación de grandes cargas en suspensión, por lo que en caso de caída de objetos en manipulación, se debe evitar permanecer y realizar cualquier actividad en el radio de acción de las grúas y maquinaria móvil y es obligatorio de casco en la zona de manipulación de cargas en altura. En los desplazamientos por los muelles, utilizar los viales y aceras previstos, y se prohíbe el paso a las áreas de operaciones a personal ajeno a ellas.

3.2.3. MEDIDAS DE EMERGENCIA

La autoridad portuaria cuenta con el Plan de Emergencia Interior PEI, de obligatorio conocimiento y cumplimiento para todo personal que frecuente el Puerto. Para que este plan cumpla con su función, todas las personas deben conocer los procedimientos de actuación de emergencia, en general y de cada situación en particular.

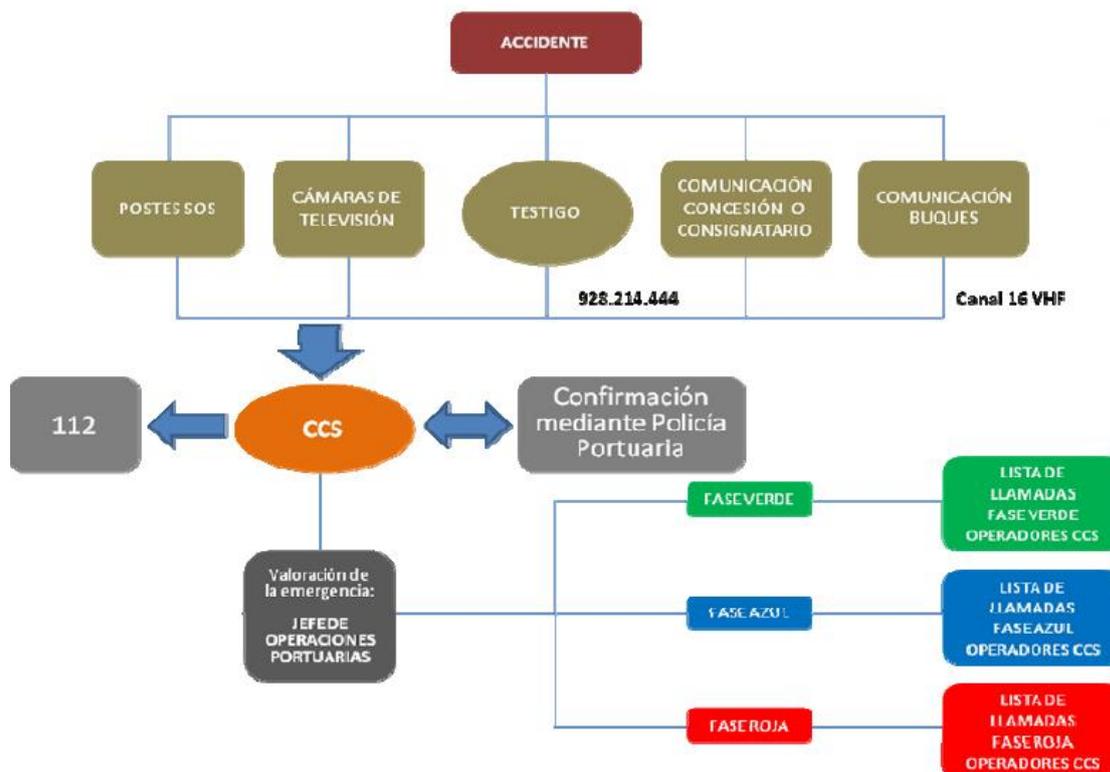


Ilustración 7 Esquema de plan de emergencia interior. Fuente: [5]

En caso de activarse el plan, debe informarse del nombre de la empresa, dirección, fase (verde, azul o roja), nombre de los productos implicados, descripción del accidente, número de afectados, descripción de los medios tomados, relación de medios necesarios para combatir la emergencia y minimizar los daños, el teléfono para emergencias y el jefe de la emergencia.

El C.C.S. confirma la emergencia y gravedad de la situación, posteriormente realiza la llamada para fijar la fase de emergencia. Para emergencias terrestres se contactará con el Jefe de Operaciones y Servicios Portuarios o el Jefe de Área de Explotación, y al Jefe de Seguridad, Protección y Medio Ambiente.

En caso de que la emergencia sea marítimo se recurre al Capitán Marítimo o en caso de ausencia de este, al Coordinador de Seguridad e Inspección. Dichas personas tras ser avisados valoran la información recibida y proporcionan al personal del C.C.S información para actuar y ponerse en contacto al Director o Capitán Marítimo para informar de la emergencia, situación, las medidas que se han estimado para responder a la situación y en

función de todo ello, decidir en qué fase activa el Plan de Emergencia.

La fase se decidirá en función de los siguientes criterios:

- FASE ROJA. Accidente potencialmente grave, riesgo para el medio ambiente y contaminación. Grandes hectáreas afectadas, inclusive, puede sobrepasar el puerto.
- FASE AZUL. Afecta a la zona de servicio y recursos pertenecientes a la Autoridad portuaria donde se desarrolló el accidente. Controlable.
- FASE VERDE. En todo caso, se aconseja activar el PEI, antes de que sea tarde, aunque en el momento de activarlo parezca innecesario.

3.3. REPNAVAL

Repnaval es un astillero que forma parte del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria, junto con ASTICAN y la zona militar. Se ubica en el Muelle Explanada, en la dársena exterior.



Ilustración 8 Localización REPNAVAL. Fuente: [2]

3.3.1. REPNAVAL. INTRODUCCIÓN

Este astillero decano pertenece al grupo Zamakona Yards. Zamakona Yards es un destacado grupo de reparación y construcción de buques de España. A sus espaldas llevan cuarenta años de experiencia, tanto en Canarias como en mar Cantábrico. De tal magnitud es este grupo de reparación naval, que tienen a disposición de sus clientes más de 1.000 profesionales.



Ilustración 9 Logotipo Zamakona Yards. Fuente [6]

Más allá de la reparación naval, Zamakona Yards construye todo tipo de buques, desde remolcadores, buques de suministro, pesqueros, cargueros, dragas, tolvas, gabarras autopropulsadas y no autopropulsados, lanchas patrulleras, buques anticontaminación, muelles flotantes, grúas flotantes, rampas ro-ro, yates y barcos de pasajeros hasta transbordadores, buques ro / ro, remolcadores, embarcaciones de rescate, rampas de transbordo rodado y buques pesqueros.

El astillero Repnaval se especializa en la reparación, conversión y mantenimiento de buques. Cuenta también con un muelle de 120 metros de largo con un calado máximo de 7 metros, lo que permite ofrecer un servicio de reparación a flote sin la necesidad de varar el buque. Sus instalaciones pueden albergar y asistir a buques de hasta 5500m³ en seco.

Repnaval posee en su infraestructura, 5 carros de varadas que pueden soportar buques de dimensiones máximas de 123 metros de eslora y 21 metros de manga. El propio astillero dispone de maquinaria y equipos para ofrecer un servicio óptimo; tornos, taladradoras fijas y portátiles, máquinas de bruñir, máquina de ultrasonido, maquinaria para alineación móvil y bruñido láser.



Ilustración 10 Muelles de REPNAVAL. Fuente: [6]

El trabajo en este astillero se lleva a cabo con total garantía y con arreglo a las

sociedades más importantes de clasificación del mundo, como Lloyd 's Register of Shipping Bureau Veritas, Germanischer Lloyd, Registro Italiano Navale, Nipon Kaiji Kyokai, Veritas De Norske, American Bureau of Shipping, etc.

3.3.2. SERVICIOS

Podemos destacar cuatro departamentos dentro de los servicios que puede ofrecer esta empresa, siendo, el departamento técnico (ingeniería y proyectos), el departamento eléctrico y electrónico, el departamento de mecánica y el departamento de soldadura. Todos vitales para llevar a cabo reparaciones y mantenimiento naval.

3.3.2.1. Servicios eléctricos. Ircesa

A través del taller Ircesa REPNAVAL y Zamakona Yards, ofrece una empresa especializada en reparaciones eléctrica que proporciona servicio las 24 horas del día. Es una empresa especializada en el mantenimiento, reparación y asistencia técnica eléctrica de buques, pesqueros, plataformas e instalaciones industriales.

Podemos destacar los siguientes servicios que ofrecen en el sector eléctrico:

- Bobinado de motores eléctricos, alternadores y transformadores de AC / DC.
- Reparación cuadros y paneles de control.
- Instalaciones navales e industriales.
- Reparación de equipos electrónicos navales e industriales.
- Reparaciones de fuentes de alimentación, motores-generadores.
- Suministro de materiales y sistemas de alarma centrales.
- Plantas de Tratamiento de Agua.
- Instalaciones eléctricas, separadores de sentina, equipos de seguridad.

(LTMC) Servicio de baja tensión.

3.3.2.2. Servicios mecánicos

- Mantenimiento y reparación de motores marinos, generadores.
- Bombas de inyección de combustible, controles remotos y banco de pruebas para

reguladores.

- Mecanizado in situ de las líneas de eje y en diferentes partes de los sistemas, tanto trabajos navales como trabajos de tierra; soportes, bloques de motor etc.
- Alineación con láser usando equipo Pruftechnik. Pro ling Rota.
- Pruebas de choque: Certificación y experiencia de más de veinte años.
- Mantenimiento y reparación de potabilizadores.
- Trabajos en separadores de fuel oil y Lub oil.
- Fabricación y reparación de piezas con torno.
- Máquinas CNC.
- Mantenimiento y reparación de bombas, compresores, turbocompresores, motores de arranque de aire, refrigeradores, etc.
- NDT certificación y reconocimiento visual con endoscopio boroscopio y video.
- Detectores de niebla de aceite.
- Reparación y diagnóstico de sistemas de control remoto (RC).
- Análisis de mal funcionamiento y otros errores de sistemas.
- Desmontaje completo, inspección, montaje, control y ajuste de todas las válvulas neumáticas y dispositivos a bordo y en el taller.
- Diseño y modernización de sistemas antiguos con nuevos componentes.
- Reparaciones y diagnósticos de Viscosímetros, termocontroladores y controladores de nivel.
- Trabajamos con Rexroth, Westinghouse, NABCO, los sistemas de WABCO para piezas de repuesto.

En el departamento de Soldadura, hayamos servicios como la soldadura de acero, aluminio, cobre, tuberías, trabajos submarinos, desgasificación y limpieza de tanques, etc . También ofrecen otros servicios como inspección y pruebas de pescantes y accesorios, carpintería o aislamiento.

3.3.2.3. Servicios of shore

El Grupo Zamakona Yards es un proveedor de productos, servicios y soluciones para la industria offshore y los servicios marítimos.

Gracias a la experiencia en la construcción y reparación de buques de para el servicio para el mercado offshore, llevan a cabo obras de modificación y mantenimiento de construcciones submarinas y terrestres. Su ubicación en Europa como en la zona de África Occidental les permite actuar en el desarrollo de las actividades de petróleo y de gas es estas zonas.

3.3.2.4. Servicios de suministros

Para cumplir con el mantenimiento y reparación del buque REPNAVAL debe hacer uso de una serie de suministros que posteriormente proporcionará al buque, empresa, naviera, plantas, industrias etc.

Disponen de todo tipo de suministros generales, piezas de repuesto y consumibles, trabajando con nombres tan conocidas como ALFA LAVAL, casa de separadores de combustible y aceite, plantas de desalinización e intercambiadores de calor.

También forma parte de los suministros, generadores de agua, de iones y separadores de sentinas de la marca CEFICO, filtros de decantación FACET, resina CHOCKFAST o PHILLYBOND para la soldadura en frío.

3.4. ASTICAN

Este astillero se encuentra en Las Palmas de Gran canaria, en el puerto de La Luz y es uno de los tres astilleros presentes en este puerto. Se accede a sus instalaciones por la Avenida de Las Petrolíferas.

3.4.1. ASTICAN, ASTILLEROS DE CANARIAS. EVOLUCIÓN

Como el resto de astilleros y empresas, poseen la gran ventaja del clima de la isla, ya que gracias a su temperatura media de 21,3°C durante todo el año y un nivel de precipitaciones bajos, facilita mucho el trabajo, además en este aspecto, no existe la competencia.



Ilustración 11 Logotipo nombre ASTICAN. Fuente: [7]



Ilustración 12 Logotipo ASTICAN. Fuente: [7]

Con el desarrollo político y regional, el Instituto Nacional de la Industria INI creó en 1972 la compañía Astilleros Canarios S.A., conocida como Astican, de la que dicho Instituto poseía un 50%. Se fundó en el año 1973, pero no fue plenamente operativo hasta pasados los 3 años desde entonces aunque en 1974 se finalizan las obras del astillero y empezaron los primeros servicios a buques, apoyados en un dique flotante y cuatro diques secos. En 1989 que esta empresa pasa a ser privada, por el proceso nacional de privatización.



Ilustración 13 Ubicación ASTICAN. Fuente: [2]

El sector y la producción naval en España hasta entonces contaba con cuatro planes de ajuste, siendo estos el plan de reconversión, el plan de actuación de los astilleros públicos, el plan estratégico de competitividad y el programa de reestructuración. El objetivo de los planes era variar los resultados negativos de la industria ya que a medida que pasaban los últimos años, aumentaba los niveles de competencia. Finalmente INI vende su participación en Astican a la empresa Italmar.

Actualmente Astican es un astillero de propiedad privada que cuenta con una plantilla de alrededor de 200 trabajadores. La actividad principal que desarrolla abarca la reparación, el mantenimiento y la conversión de toda clase de buques y plataformas petrolíferas, servicios offshore, unidad de apoyo y buques de suministro.

El Astillero cuenta con instalaciones modernas, como su plataforma elevadora para entrada en dique seco. Totalmente equipado para ofrecer servicios de agua dulce y salada, aire comprimido, suministro de electricidad, lucha contra incendios, recepción y tratamiento de residuos (MARPOL), tratamiento de agua, instalaciones médicas, oficinas etc.

3.4.2. ESTRUCTURA DEL ASTILLERO. DEPARTAMENTOS

Para gestionar y procurar un funcionamiento óptimo del Astillero, éste cuenta con una serie de departamentos y direcciones especializadas.

- *Dirección General*: Representada por el director general, es el órgano de máximo gobierno en la empresa.
- *Departamento Legal*. Se encarga de la asesoría a la dirección en el ámbito legal. El director jurídico es el encargado del departamento legal y sus funciones, que serían las siguientes.
- *Departamento de recursos humanos*. Representado por el Jefe de personal o Jefe de RRHH. Este departamento se encargará de todos los asuntos que tengan que ver con el personal, dependiendo siempre de las estrategias implantadas por la dirección general.
- *Departamento de Finanzas*. Representado y regentado por el Director de Finanzas, y subdividido en otros tres departamentos; el departamento de financiación, departamento de contabilidad y departamento de Facturación y cobros.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

- *Departamento comercial.* Promociona al astillero y sus servicios con la finalidad de atraer a los clientes y tramitar la negociación hasta la firma del contrato de reparación.
- *Departamento de producción.* Este se subdivide en el departamento de proyectos y el departamento técnico. El departamento de proyecto se compone por un equipo de Jefes de Buque o Jefes de reparación y el Director de proyectos. Los Jefes de Buque se encargan de la gestión administrativa del proyecto y de las relaciones comerciales con el demandante.
- *Departamento de Planta.* Dirigido por el director de planta. Este departamento maneja los equipos logísticos, las instalaciones de servicios a los buques y el mantenimiento de las mismas. Se divide a su vez, en departamentos más concretos como lo son el departamento de operaciones marinas y logísticas, departamento de mantenimiento, departamento de seguridad industrial y departamento de medio ambiente.

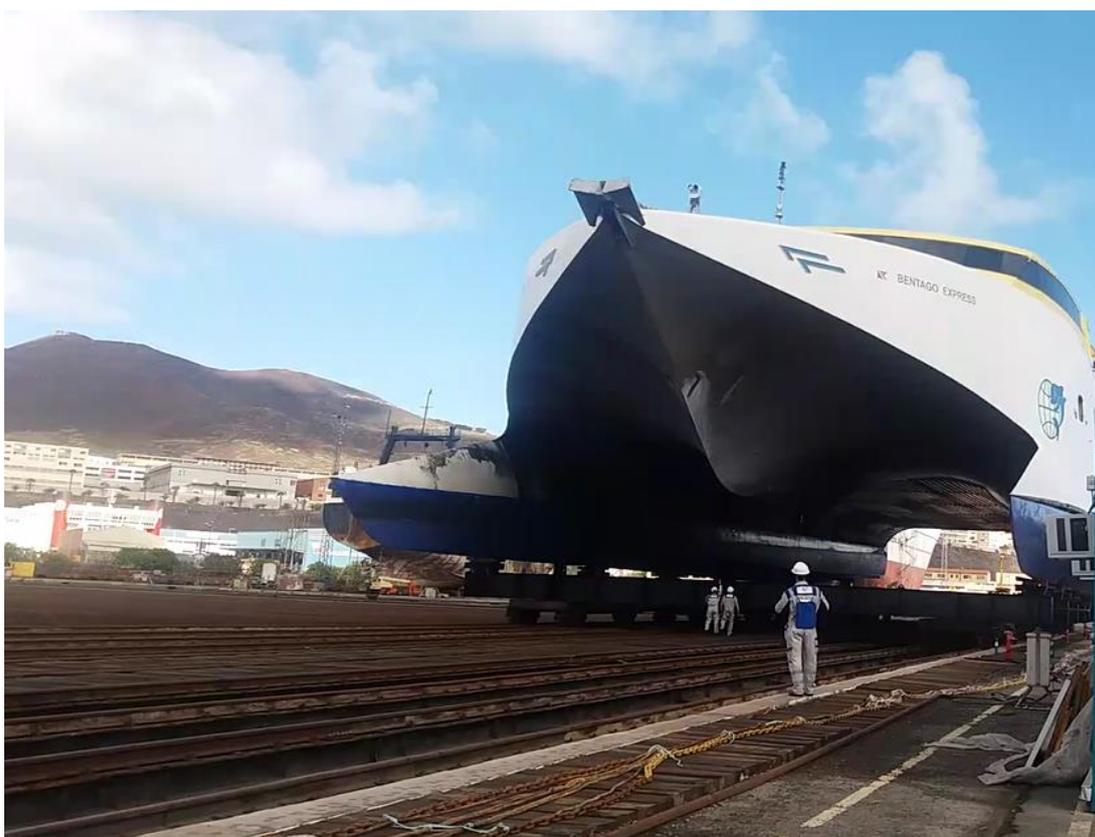


Ilustración 14 Parque ASTICAN. Fuente: Trabajo de campo.

3.4.3. PROCESO DE CONTRATACIÓN

A continuación se exponen y desglosan los pasos generales que se llevan a cabo en el proceso de contratación de los servicios del astillero Astican.

3.4.3.1. *Petición del cliente*

El proyecto de reparación generalmente comienza en el Departamento Comercial del astillero, con la reserva del dique demandado por un cliente, quien especifica los trabajos a realizar, presupuestos y datos generales del buque o instalación.

Seguidamente, una vez el cliente ha facilitado toda la información necesaria para conocer el equipo y las reparaciones que el cliente desea, así como la reserva del dique, el departamento comercial abre un expediente para este proyecto. Entonces es cuando interviene el departamento de presupuesto, que valora el proyecto y estima un precio y un plazo para el cumplimiento del trabajo. Para llevar a cabo esta misión el departamento de presupuestos se apoya en el departamento de producción y el departamento de compras, el primero asesora sobre la gestión de la mano de obra, mientras el segundo, se ocupa de adquirir elementos, materiales, equipos etc, para el proyecto.

Una vez el presupuesto esté finalizado y listo para entregar, se adjuntarán las fechas de varadas disponibles y será enviado al cliente, quien tendrá que revisarlo y manifestar su conformidad o su deseo de negociar. Una vez el cliente lo crea no tenga objeción con los documentos presentados, dará su aceptación para el comienzo de la obra.

3.4.3.2. *Contrato de reparación*

El contrato de reparación se crea en el departamento legal, con la ayuda del departamento comercial y/o del departamento de producción. En el se debe especificar entre otros datos, los siguientes:

- Datos de la compañía y su representante.
- Datos de la compañía contratada.
- Periodo de validez del contrato.
- Nombre de la embarcación, así como sus características.
- Fechas de inicio y de entrega.
- Términos de pago
- Pago inicial
- Consecuencias y penalidades de una entrega retrasada.

- Anexos

A través del departamento legal se envía al cliente interesado, teniendo éste la oportunidad de negociar, y expresar su inconformidad con los puntos que crea oportunos. Una vez se llega a un acuerdo se firma el contrato.

3.4.3.3. Fase de preparación

Tras firmar el contratante y el contratado, se traspassa el expediente al área de proyectos del departamento de producción, y es así, como comienza la planificación real y organización de los trabajos que abarca el proyecto.

El expediente se encuentra en manos del Director de Producción, quien asigna un Jefe de buque para cada operación del proyecto, y será el propio Jefe de buque quien entonces, se pondrá en contacto con el cliente, para concretar, para la planificación directa, y solventar dudas por parte de ambos. El Jefe de buque se reúne con las especialidades del departamento técnico, que se vean afectadas por el trabajo que se va a llevar a cabo y estudiar de una forma más técnica las posibilidades de reparación y otras necesidades.

En este momento el Jefe de Buque será el intermediario entre el astillero y el cliente, asiendo saber las necesidades y peticiones de cada parte, según vayan surgiendo. Para empezar el proyecto, deben hacerse una serie de preparativos e inspecciones:

- Inspección a bordo antes de la llegada del barco.
- Contactar con el departamento de compras, para pedir y asegurarse que el material necesario se encuentre disponible en el astillero.
- Organización de los equipos y personal.
- Cuando sea necesario, realizar subcontratas a través del departamento de contrataciones.
- Contactar con Recursos Humanos para la gestión de transportes, comidas, servicios etc.

3.4.3.4. Fase de ejecución

Una vez la nave llega al astillero, toda la organización, coordinación y personal previamente organizado por el Jefe de Buque y el departamento técnico debe ponerse en marcha. Durante el periodo de ejecución, es esencia el contacto entre el Jefe de buque y el departamento técnico, siendo ambos responsables de intercambiar información de tipo:

- Ampliaciones de trabajo.
- Información diaria del avance de los trabajos.
- Reporte de incidencias o accidentes.
- Información de la calidad del trabajo.
- Reporte de finalización del trabajo.
- Reportar información que se considere de importancia para el proyecto.

El Jefe de buque deberá supervisar que la obra se haga acorde con las peticiones del cliente, y a la vez, informar a éste.

3.4.3.5. Finalización

El trabajo se finaliza oficialmente cuando sea aprobado por la parte contratante, que ha sido informado de cada trabajo particular y del proyecto en general, por el jefe de Buque. Para cerrar el trabajo el cliente realizará las pruebas y comprobaciones que crea necesarias. El reporte final, expone los trabajos que se han realizado, y los resultados de las pruebas que oportunamente se hayan hecho a lo largo de la trayectoria temporal del proyecto. Se emite la firma, y se paga el proyecto, a través del departamento de facturación.

Para estudiar la rentabilidad del proyecto, por parte del departamento de finanzas y la dirección del astillero, se prepara un informe de cierre de proyecto, donde se verá reflejado los parámetros esenciales para el análisis de esta rentabilidad:

- Comparativa de horas asignadas y horas empleadas por el personal de cada departamento que participase.
- Valor del consumo de los materiales y equipos.
- Comparativas del precio de los servicios subcontratados.

Para finalizar los trámites y así el proyecto, se entrega el informe de cierre al Director de proyectos, y el departamento de producción lo dará entonces por concluido.

[8]



Ilustración 15 ASTICAN. Fuente: Trabajo de campo.

3.4.4. INSTALACIONES

Tienen a su disposición un muelle de 700 metros, con un calado de entre 8 y 12 metros, en cuyas instalaciones opera una plataforma de elevación de 175 metros de largo, 30 metros de ancho, y capaz de levantar 10.000 toneladas, por lo que eleva buques de hasta 36.000 DWT. Así mismo posee siete líneas de varada, dos de ellas de 220 metros, otras dos de 180 metros de largo y tres líneas de varada de 120 metros de largo.

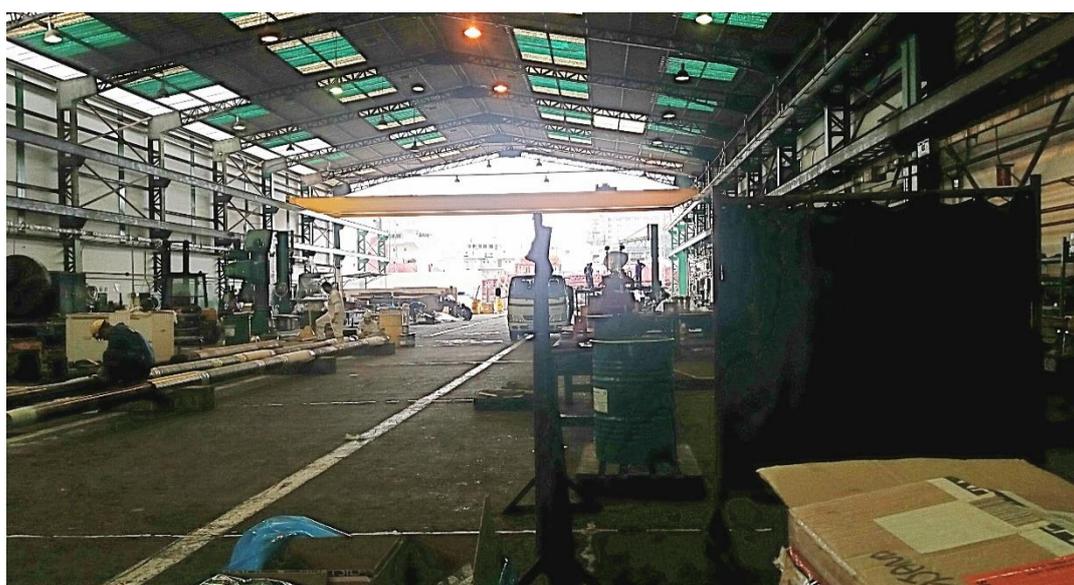


Ilustración 16 Taller principal de ASTICAN. Fuente: Trabajo de campo.

Se dispone de grúas móviles para los servicios de los buques que pueden levantar hasta 150 toneladas. Para embarcaciones de eslora y peso más reducido como los yates, se emplea un travelift de hasta 60 toneladas.

El syncrolift tiene 180 metros de largo y 10.000 toneladas de capacidad para la puesta en seco de buques, con un límite de buques de 30 metros de manga máxima y 36.000 toneladas de peso muerto. Además cuentan con grúas móviles de hasta 600Tn para el servicio en buques en dique seco.

Operan en Astican cuatro talleres cubiertos (9.672m²), adaptados y especializados para trabajos de mantenimiento y reparación concretos. Así mismo diferenciamos; el taller de mecánica, taller de acero y calderería, taller de reparación de hélices y taller de mantenimiento y almacenes.

Equipos del Taller mecánico:

- Dos puentes grúa con capacidad de elevación de 10 toneladas.
- Cinco tornos para ejes de hasta dos metros de longitud.
- Mandrinadora industrial.
- Puente grúa con capacidad de elevar 15 toneladas.
- Torno para ejes de hasta 10 metros de largo.
- Perforadoras.
- Diferentes gatos hidráulicos.
- Tecles.

Equipo del Taller de calderería:

- Dos puentes grúa de 10 toneladas.
- Máquina de corte por plasma.
- Seis máquinas dobladoras, de corte.
- Taladros.

Equipo del Taller multipropósito asilado:

- Dos puentes grúa de 15 toneladas.

Astican ofrece suministro de electricidad, agua dulce y agua de mar, aire comprimido, lucha contra incendios y recepción y tratamiento de residuos (MARPOL). Así como la realización de trabajos de servicio a los motores principales y auxiliares. Aislamiento, carpintería, electrónica, hidráulica, neumática, soldaduras especiales y sistemas de enfriamiento especializados y reparaciones en general.

3.5. FEROHER

Felipe del Rosario Hernández S.L., Feroher S.L., es una empresa de reparaciones navales e industriales, situada en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria, actualmente dirigida por Felipe del Rosario Montenegro, hijo del fundador de la empresa.

3.5.1. FELIPE DEL ROSARIO HERNANDEZ S.L

Feroher nace en el año 1947 de la mano de Felipe del Rosario Hernández, siendo entonces unas de las empresas pioneras de reparaciones navales. En los años 1983 y 1999, esta empresa se situaba en una nave industrial ubicada en la urbanización del Cebadall, C/Doctor Juan Dominguez Perez N°33.



Ilustración 17 Logotipo FEROHER. Fuente: [9]

Sin embargo como respuesta al crecimiento de la demanda, y a la posibilidad de trabajos de mayor carga y magnitud, la empresa se traslada el 24 de julio de 1999 a una nave mayor situada en la Dársena Exterior, Calle Pinillos Izquierdo, donde la podemos encontrar hoy.

3.5.2. INSTALACIONES

Actualmente FEROTHER hace uso de 2 naves, una de 2.400m² y otra de 700m², con 5 puentes grúa, distribuidos por toda la parte activa de la instalación. Además en este espacio se encuentran el pañol de herramientas y almacén de repuestos. Cuenta con una instalación contra incendios, una instalación de aire comprimido, un área de segregación de residuos y una potencia máxima instalada de 200 KW.



Ilustración 18. Instalaciones FEROTHER. Fuente: [10]

Para llevar a cabo todos los trabajos de reparación, y por ende, de fabricación, FEROTHER se apoya en una serie de equipos y máquinas:

- Fresa CNC de hasta 12Tn de capacidad y 6 ejes.
- Centro mecanizado de 4 ejes.
- Máquina de corte por agua con capacidad de corte en acero de hasta 150 mm y con una mesa de corte de 4.000x2.000 mm.
- Equipos láser para alineación.

Además de un espacio abierto con máquinas disponibles como tornos, fresas, prensas etc, existe una sala de inyección, exclusiva para reparaciones y mantenimiento de este tipo. En dicha sala se asisten las operaciones, además de con la limpieza a base de diésel, con una máquina especiales de limpieza, una máquina de comprobación de inyección, prensa, aire comprimido y mesas de trabajo.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL



Ilustración 19 Instalaciones Feroher. Fuente: Trabajo de campo

Además del espacio y los equipos, obviamente la empresa cuenta con un amplio personal, formado por Gerente, tres ingenieros Técnicos Navales, responsables de prevención, jefe de compras, pañolero, encargados, jefes de equipo y operarios que alcanza entre las 50 y 60 personas, según las circunstancias y necesidades.



Ilustración 20 Máquina de agua. Fuente: Trabajo de campo.

Certificaciones.

Por cortesía de LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE certifica la calidad de FEROTHER desde el 17 de septiembre de 1997, siguiendo la norma ISO 9001:2.000.

Más tarde por el año 2006 se le avala el SISTEMA INTEGRADO DE GESTION supervisadas por LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE, y en función de las normas ISO 9001:2000, ISO 14.001:2004 y OHSAS 18.001:1999.

3.5.3. CAMPOS DE ACTUACIÓN DE LA EMPRESA FEROTHER

Feroher está disponible a la solicitud del cliente, tanto en ruta como en puerto, en cualquiera de las Islas Canarias y en península, y correspondiendo averías y reparaciones las 24 horas del día, los 365 del año.

Los servicios que actualmente presta esta empresa se pueden dividir en los diferentes campos que la empresa es capaz de asistir; trabajos de mecánica naval e industrial, trabajos de alineación de equipos, líneas de ejes y montajes industriales, trabajos de calderería y tubería, trabajos de mecanizado, corte y conformado de planchas y carpintería naval e industria.

3.5.3.1. Trabajos de mecánica naval e industrial

Comprende todos los trabajos de reparación de cualquier tipo de motores diésel de pequeña, mediana y gran potencia, ya sea como equipo propulsor de un buque o como grupo generador. Además de motores se hacen reparaciones de equipos y componentes menores, máquinas auxiliares como bombas, compresores, válvulas, enfriadores, depuradores turbocompresores, calentadores, instalaciones y equipos tanto hidráulicos como neumáticos.

También se realizan trabajos en maquinarias ajenas a motores, como maquinaria de cubierta; molinetes, maquinillas, pescantes, cabrestantes, etc.

Dispone de un área de lavado y limpieza fuertemente potenciada mediante equipos de limpieza por ultrasonidos, lavadora industrial de gran capacidad, hidrolimpiadoras de gran presión y microchorreo.

Por otro lado este taller autorizado para la reparación de reductoras REINTEJES y motores VOLVO, y son capaces de llevar a cabo inspecciones y ensayos a las máquinas y piezas que así lo requieran con equipos de MAGNAFLUX, personal acreditado en END, equipos de endoscopía, rugosímetros, durómetros, manómetros y equipos de calibración diversos.

3.5.3.2. *Trabajos de alineación de equipos, líneas de ejes y montajes industriales*

Alineación y retaqueado de máquinas y líneas de ejes con el uso de equipos láser. Verificación de igual forma con el uso de instrumental láser planitudes, paralelismo, escuadras, centros de círculo, etc.

Retaqueado de motores, contando para ello con personal acreditado para la aplicación de resina CHOCKFAST en soluciones de taqueados de motores, soportes de casquillos bocinas y otras aplicaciones Industriales y Navales.

3.5.3.3. *Trabajos de calderería y tubería*

Renovación total o parcial de cualquier elemento estructural de un buque ya sea en obra viva como en obra muestra, tanto en acero como en aluminio, con soldadores y procedimientos debidamente homologados tanto para acero, como inoxidable y aluminio.

Realización de cualquier trabajos en tubería, ya sea de elaboración de nuevas instalaciones o la reparación de tramos en instalaciones ya existentes, sin limitación en diámetros ni en calidades de tuberías (acero, cunife, aluminio, inoxidable, yorcalbro, etc).

Tanto para trabajos en elementos estructurales como trabajos en tuberías, se cuenta con soldadores y procedimientos debidamente cualificados, con la acreditación expedida por las sociedades clasificadoras LLOYD'S REGISTER y BUREAU VERITAS.

3.5.3.4. *Trabajos de mecanizado, corte y conformado de planchas*

Realización de todo tipo de trabajos de mecanizado en torno, fresa, rectificadora y mandrinadora.

Cuenta con un amplio parque de máquinas CNC de gran calibre tanto en torno, como en fresa de hasta seis ejes, como en rectificadora tangencial, acordes todas ellas en tamaño y prestaciones a las necesidades de Astillero. Rectificadoras varias para válvulas, asientos y bloque de la firma Chris Marine.

Máquinas específicas para nuestro sector para el plegado, punzado y corte de planchas, volteado y conformado de perfiles y volteado de tuberías, además de servicio de máquina de corte por agua con capacidad de corte de hasta 150mm en acero.

3.5.3.5. Trabajos de mantenimiento de equipos hidráulicos y neumáticos

Abarca todo tipo de asistencias dentro del campo hidráulico y neumático, asistiendo reparaciones de cilindros hidráulicos, distribuidores, bombas o motores. En sus instalaciones pueden llevar a cabo Flushing a líneas hidráulicas, y cuentan con equipos para medir valores de presencia de partículas según código NAS u otros. En FEROTHER trabajan con maquinaria autónoma para pruebas de funcionamiento de sistemas, pruebas hidráulicas a equipos o instalaciones, además de Chart Recorder para emitir certificados de pruebas hidráulicas.

3.5.3.6. Carpintería naval e industrial

Esta empresa de Reparaciones Navales no sólo repara y mantiene estructuras modernas de metales y acero, sino que además realiza trabajos sobre y en superficies de madera, esto incluye aislamientos y carpintería naval e industrial en general. Se llevan a cabo trabajos de plastificado con resinas de poliéster y se construye mobiliario en acero inoxidable y aluminio.

Reparaciones y ajustes de sistemas de estanqueidad en puertas, portillos, puertas frigoríficas y similares, así como elaborar conductos de aire acondicionado y ventilación.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

IV. METODOLOGÍA

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

IV. METODOLOGÍA

La metodología empleada en referencia a éste trabajo fin de grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

4.1. Documentación bibliográfica.

La documentación descrita en este TFG, (a partir de ahora Trabajo Fin de Grado), es a partir de una fuente bibliográfica en la que se incluyen páginas web, informes y manuales del buque, etc. Además de los conocimientos adquiridos en mi periodo de prácticas en la empresa FEROTHER. Para los aspectos técnicos de reparaciones y mantenimiento de un M.C.I. y sus componentes.

4.2. Metodología del trabajo de campo.

La realización de este TFG viene de mi experiencia de varios trabajos de campo que consistieron en la reparación de distintas averías comunes o genéricas solventadas por la empresa de reparación naval FEROTHER, además de pruebas de mantenimiento y procesos comunes como alineaciones o recambios de consumibles. Además se incorporan fotos de elaboración propia con reseñas de las mismas que aportan más claridad al lector del TFG.

4.3. Marco referencial.

Nuestro marco referencial son las instalaciones tanto de FEROTHER como ASTICAN, y los buques que allí se vararon. En los cuales he tenido la experiencia dentro de mi periodo de prácticas para la elaboración de éste TFG.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

V.RESULTADOS

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE
UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

V. RESULTADOS

En el siguiente apartado se desarrolla el contenido principal del presente proyecto. Dentro del mismo se trata la reparación de una reductora y el mantenimiento, revisión y alineación de un embrague neumático. Posteriormente se hace referencia exclusiva al mantenimiento y averías que han tenido lugar en un motor principal marino, afectando a elementos como el cigüeñal, pistones y biela, o las bombas de inyección.

5.1. REPARACIÓN A UNA REDUCTORA REINTJES

Se trata de un mantenimiento correctivo, de la Reductora modelo Renk ASL65. Esta reductora sufrió una avería con la que redujo la movilidad del buque al que pertenecía. De pronto el motor no transmite potencia al eje propulsor, por lo que el eje de cola quedó sin movimiento alguno. Años antes de este suceso, ya la reductora mostraba síntomas anómalos, ya que se hallaban restos metálicos en el cárter, pero nunca se encontró el origen de los mismos.

5.1.1. ANTECEDENTES

A pesar de revisiones y pruebas no se llegó a concluir la procedencia del metal, pero una vez producida la avería, se tiene la oportunidad de abrir por completo la reductora.

Al abrirla ya en taller, se encontraron con la rotura de los 16 pines y 8 tornillos de la corona que hacen firme corona y eje del eje secundario. La avería se produce por el cizallamiento de la totalidad de estos elementos. Se destacaron las bajas posibilidades existentes de que hubiesen cizallado todos al mismo tiempo y se planteó la posibilidad de que antes de la avería algunos pines ya habrían sufrido rotura, o que por otra parte los tornillos tenían demasiada holgura en su asiento y el propio movimiento ocasionaba la pérdida de material, al rozarse ambos. Con esta teoría o suposición, se explica la aparición de las partículas metálicas en el aceite.



Ilustración 21 Pin cizallado. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 22 Pines partidos en el interior de sus asientos. Fuente: Trabajo de campo.

Al encontrarse la corona y el eje sin el ajuste entre sí y que otorgan los pines y tornillos, se produjo un rozamiento de material, que derivó en la pérdida del mismo, encontrándose un diámetro inferior en la corona al que tenía anteriormente, además de una serie de grietas en los agujeros de los pines y tornillos, que se pudieron observar tras las pruebas realizadas con magnaflux, en el taller.



Ilustración 23 Diámetro pines y tornillos en la brida de abroche del eje. Fuente: Trabajo de campo.

5.1.2. PRUEBA MAGNAFLUX

Durante el funcionamiento de la reductora, la tensión en el plato que se acopla al piñón ha provocado la aparición de algunas grietas, difíciles de apreciar a simple vista. Con el objetivo de localizarlas se ha utilizado este método, llamado prueba Magnaflux. Gracias al uso de pequeñas partículas magnéticas y un colorante fluorescente que se ha aplicado para detectar cualquier anomalía en la estructura, hacemos visibles dichas grietas.

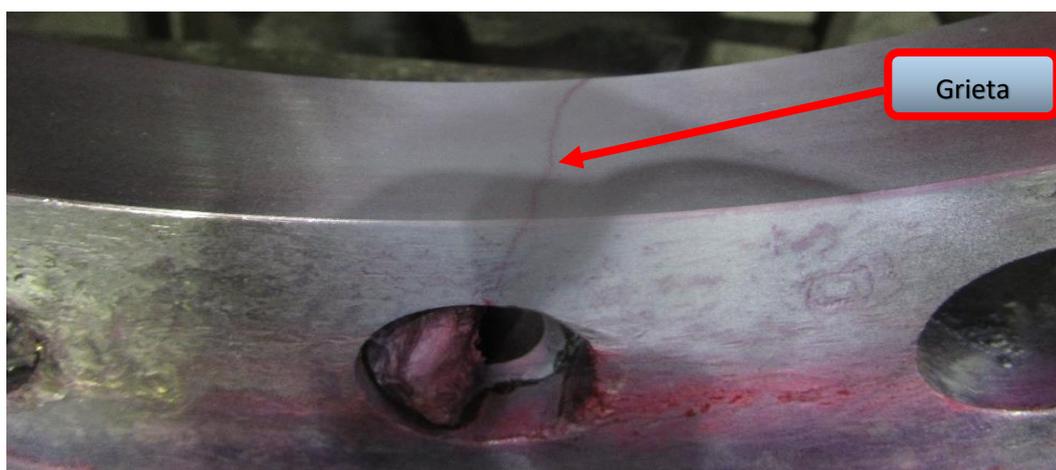


Ilustración 24 Grieta en la brida de abroche de la corona; prueba Magnaflux. Fuente: Trabajo de campo.

Este es un ensayo no destructivo, y se trata de magnetizar la superficie del plato de acople. Una vez polarizada se aplican unas partículas magnéticas, que se agruparan en el defecto o grieta, haciéndola visible gracias a una luz ultravioleta.

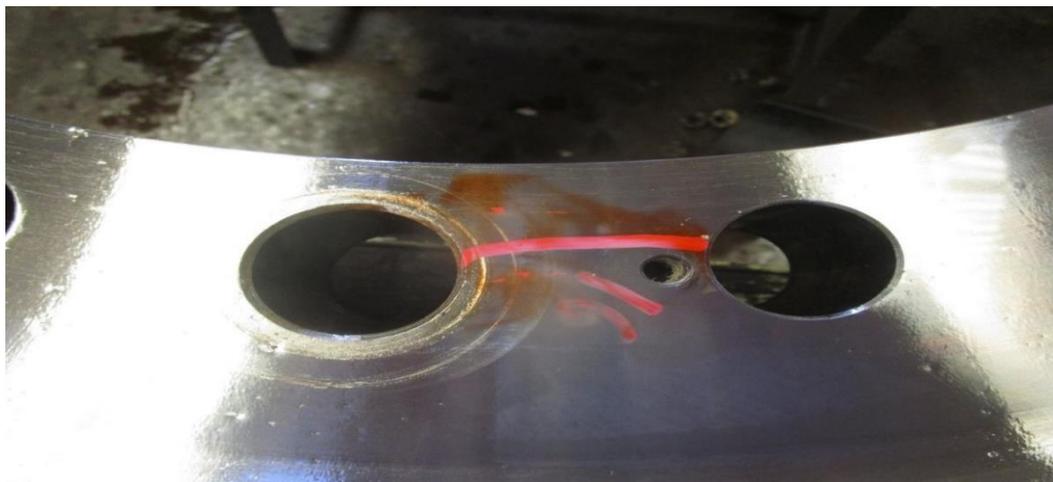


Ilustración 25 Grieta en el alojamiento de los pernos. Fuente: Trabajo de campo.

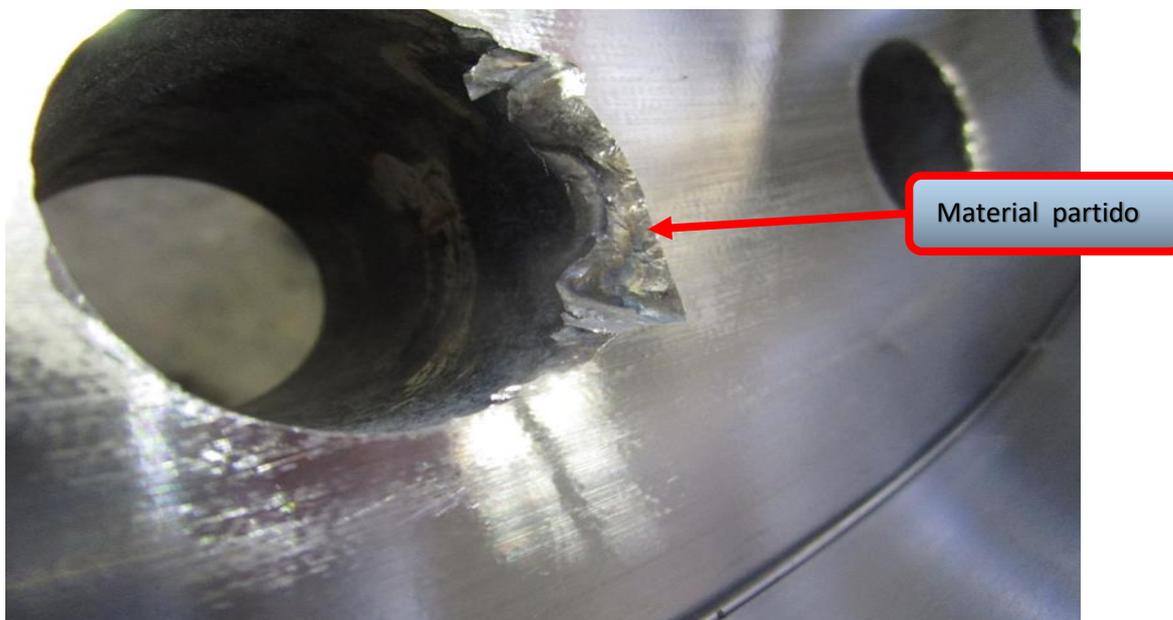


Ilustración 26 Pérdida de material en los alojamientos. Fuente: Trabajo de campo.

5.1.3. PROPUESTA DE REPARACIÓN

La avería se basa principalmente en la rotura de los pines y tornillos y posteriormente, el desgaste de las piezas producidas por el roce metal con metal del eje con la corona dentada, debido a esto se ha descentrado el conjunto eje corona, con lo que se

deberán mecanizar los alojamientos de los pines y tornillos, en función de los tornillos de ajuste por los que se cambiarán, además de fabricar dichos tornillos.

5.1.3.1 Recuperar el centraje piñón - eje

Una vez extraídos los restos sobrantes de los pines y tornillos, se procede a la mecanización de la corona y el eje para agrandarlo, ya que al producirse la fricción, se han variado las medidas originales de la pieza, para ello se emplea un torno, con el que se han tenido problemas a la hora de eliminar material, por la dureza formada con el aumento de temperatura con el roce de las piezas. Esto ha supuesto el desgaste y rotura de varias cuchillas hasta que se comenzó a eliminar esta primera capa de material duro.

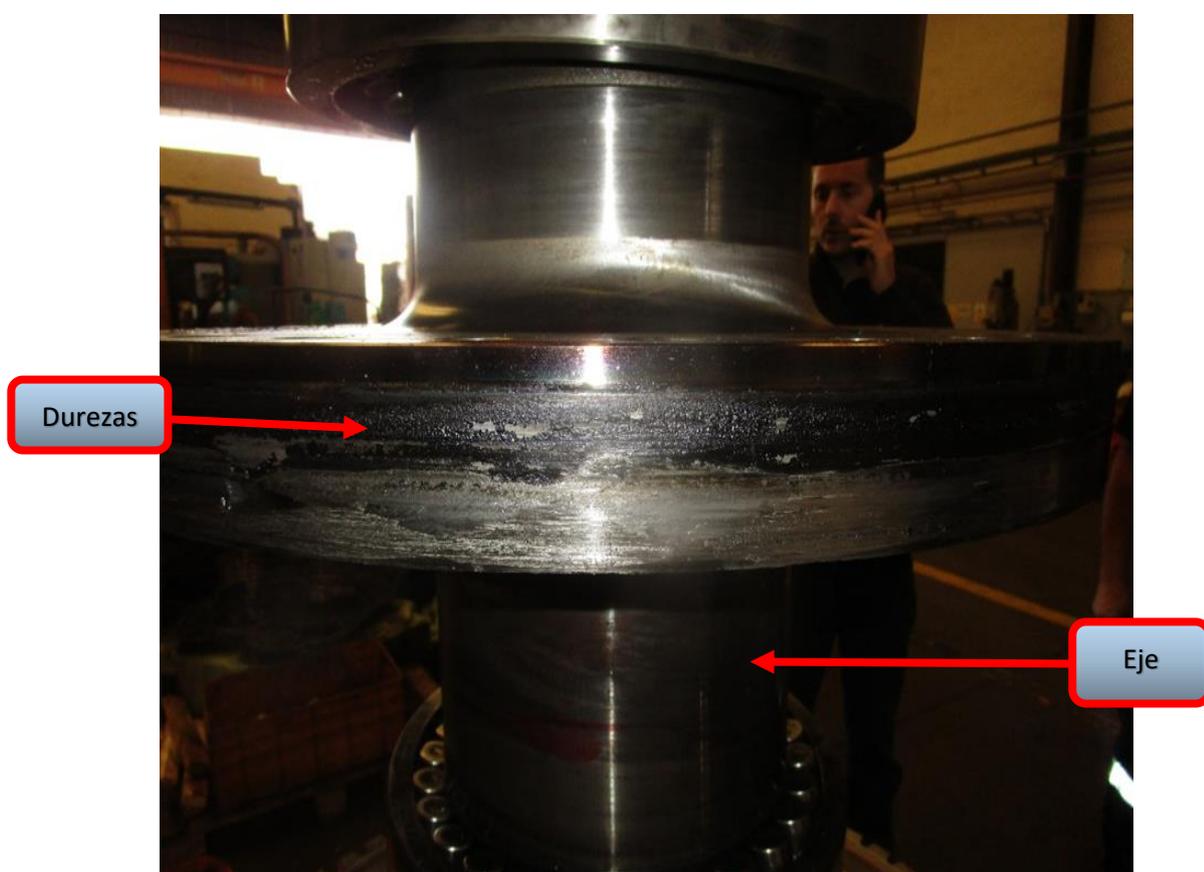


Ilustración 27 Detalle durezas antes de mecanizar. Fuente: Trabajo de campo.

Para solventar el problema de la falta de material debida a esta avería, se introduce un casquillo en el alojamiento de la corona y así poder centrar la misma, este procedimiento se realiza en el torno colocando el eje y corona y midiendo con una tolerancia de $\pm 0.01\text{mm}$, esto es posible, haciendo uso de un reloj comparador, que nos irá dando los datos de la forma de la corona, una vez realizada las mediciones se fabrica un casquillo para que así pueda centrar estos elementos, y quedar solidarios. Para su colocación se emplea hielo seco

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

para reducir la temperatura del material hasta los -60°C contraer el eje y de esta manera poder montar y centra la corona con el casquillo.

Se taladra un pequeño orificio en este el que casquillo, donde se colocará un punto para fijarla y que no gire en el interior de la corona.

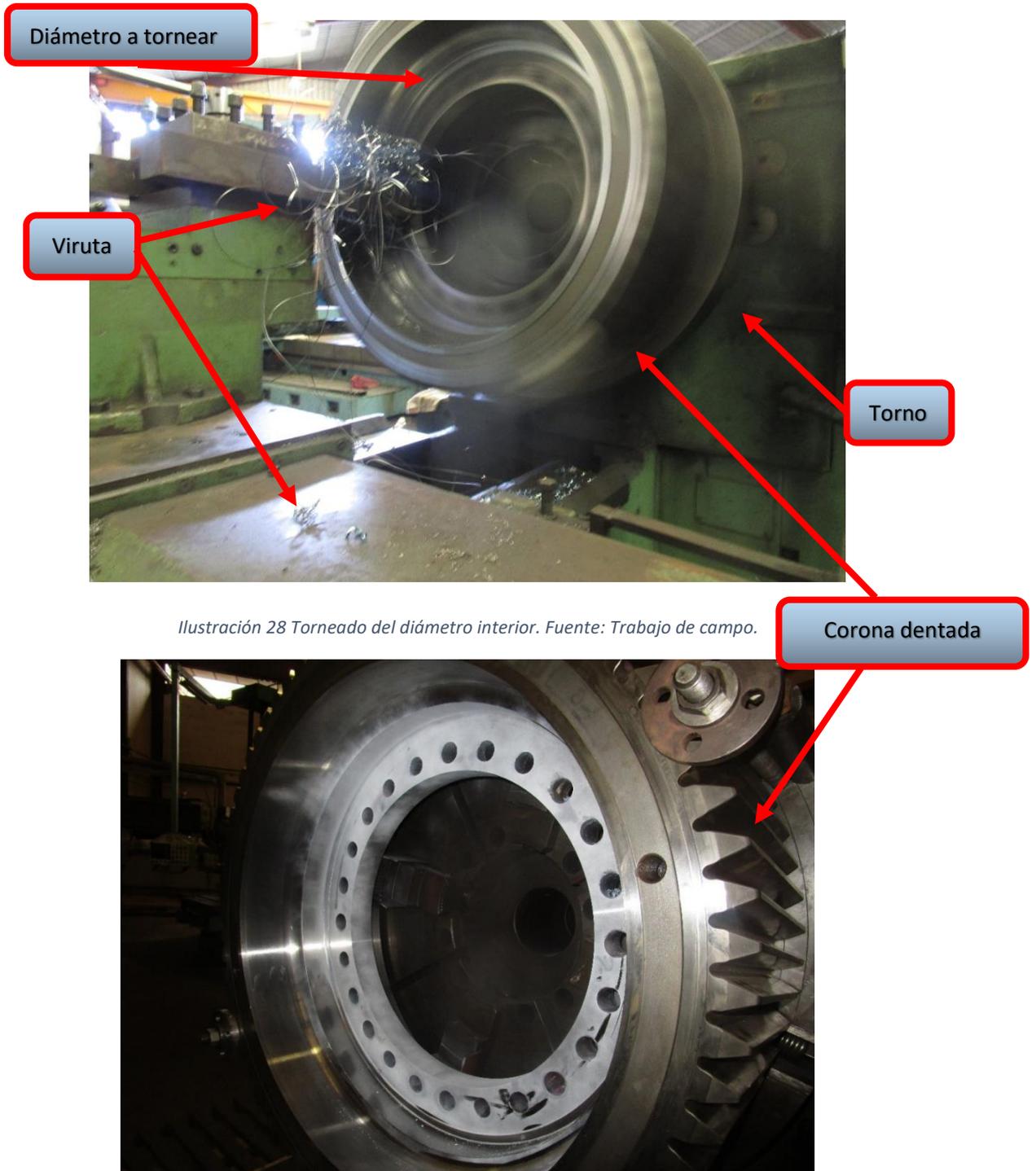


Ilustración 28 Torneado del diámetro interior. Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 29 Diámetro del piñón tras el torneado. Fuente: Trabajo de campo.

Al mecanizar los elementos, se siguen encontrando imperfecciones por el arrastre de material y la fricción producida entre las piezas. Se vuelven a realizar pruebas con magnaflux en la corona para comprobar si las grietas que se habían observado son superficiales y se han eliminado con el mecanizado de las piezas o si por otra parte, se han visto afectadas. Tras las pruebas se siguieron encontrando las grietas a pesar del mecanizado, pero no empeoraron.



Ilustración 30 Diámetro exterior de la brida de abroche. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez introducido el casquillo en la corona, se montan en eje y el piñón y se centran procurando que coincidan los asientos de los tornillos de la unión, para posteriormente rectificarlos.

Para lograr una unión justa sin forzar las piezas, se aplica nitrógeno al eje para provocar su contracción, y encaje limpiamente en el espacio de la corona dentada.

En esta reparación se trata recuperar la reductora en ausencia de las piezas de recambio originales. Esto significa la pérdida total de la garantía, ya que se modifica el elemento de su forma original. Pudiéndose usar el mismo solo para las maniobras de atraque y estiba, hasta que llegue una corona y eje nuevos.

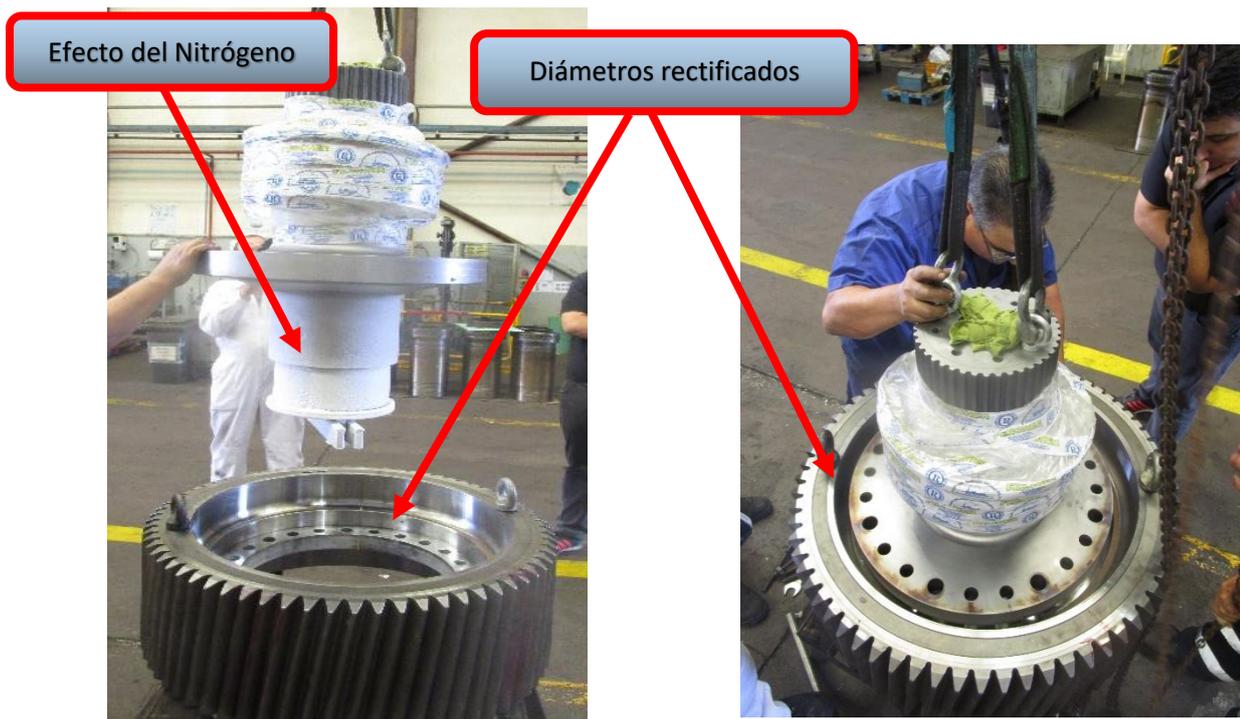


Ilustración 32 eje contraído por nitrógeno. Fuente: Trabajo de campo.

Ilustración 31 Unión del eje contraído y el piñón. Fuente: Trabajo de campo.

5.1.3.2 Mecanizar los alojamientos y los fabricar los tornillos de ajuste

El material original de los pines es 16MnCr5 (F1516), cuyas propiedades para un diámetro de 30mm proporcionaban un límite elástico de 590 N/mm², y una resistencia a la torsión de 780-1080N/mm². Las recomendaciones del fabricante indican que a falta del material original, otras opciones serían 15CrNi6, 100Cr6, o como última opción F114.

Las propiedades estos materiales son las siguientes:

COMPOSICION QUIMICA %	C	Mn	Si	P	S	Carb. Equiv.
F114	0.40 - 0.50	0.50 - 0.80	0.15 - 0.40	<0.035	<0.035	0.55

Se trata de un acero empleado para fabricar elementos de máquinas de buena resistencia, bloques hidráulicos, moldes y portamoldes. Se comporta bien al temple, por lo que se puede emplear para piezas templadas por inducción que requieran una buena resistencia superficial.

En cuanto para su soldadura se recomienda el empleo de electrodo básico o hilo CO₂. Además de precalentar entre 200 °C - 250 °C y enfriar lentamente.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Para su mecanización, precisa de tratamiento de recocido o estabilizado posterior al oxicorte, para eliminar la dureza superficial resultante.

No es bueno a la hora de realizar operaciones de plegado.

COMPOSICION QUIMICA %	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
F127	0.37 - 0.43	0.55 - 0.85	0.15 - 0.40	0.065 - 0.095	1.6 - 2	0.15 - 0.30

Acero aleado 40NiCrMo7 para piezas sometidas a cargas muy elevadas, donde se requiere una tenacidad elevada.

Generalmente tratado a una resistencia de 95/420 Kg/mm². Es recomendable el temple al aceite. Su alta tenacidad lo hace útil para la fabricación de cigüeñales, bielas o ejes. Soporta temperaturas de hasta 350 °C.

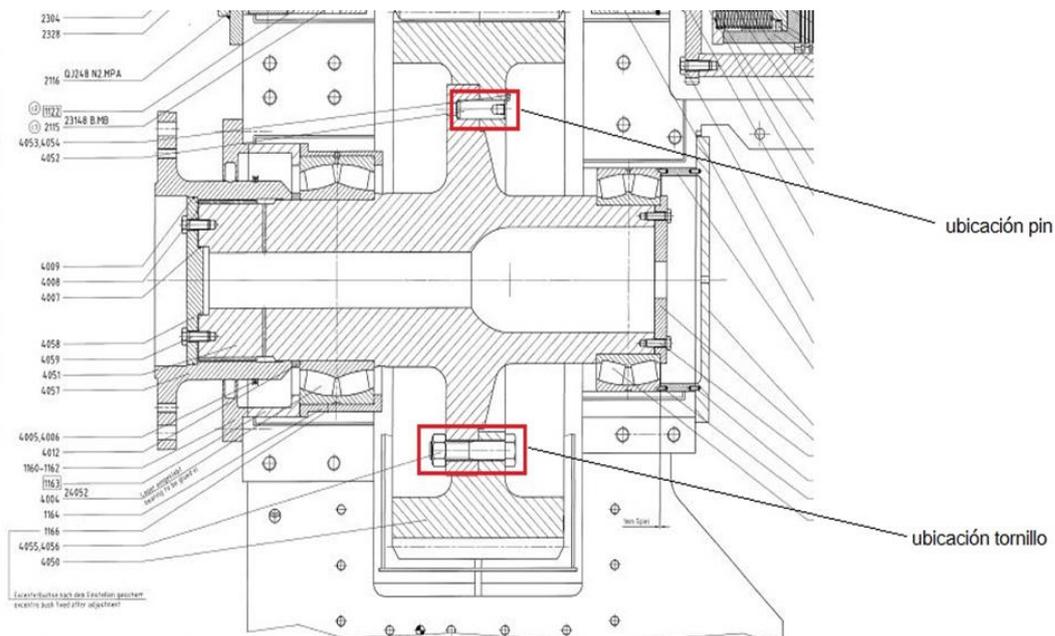


Ilustración 33 Ubicación de los pines y tornillos. Fuente: [11]

Finalmente se ha decidido que, en lugar de pines de 16MnCr5, estos serán reemplazados por tornillos ajustados de F114,3 que posee una resistencia a la torsión de 650/1000 N/mm², y una dureza de 200/298 HB, ya que es el único disponible. La diferencia de este material con respecto a las otras opciones es que a pesar de que su dureza en frío es

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

similar, el F114 no puede ser sometido a temple para aumentarla. Esto obliga a utilizar la reductora sólo para maniobras de atraque y estiba, y a bajos regímenes de carga, en caso contrario los tornillos de F114 no podrían soportarlo.

También se cambiarán los tornillos originales ya que han creado cierta holgura, perdiendo material del hueco pasante. Los tornillos ajustados nuevos tendrán el mismo diseño físico que los tornillos que sustituirán los pines, la diferencia será únicamente su material.

Estos 24 tornillos medirán 172 mm de longitud, con un diámetro de 40mm, acoplados con un apriete de 35.03 y con una tolerancia de ± 0.02 . Para ello se sumergen los pernos en nitrógeno líquido, con una temperatura de unos -270°C , consiguiendo así vencer esta tolerancia y poder introducirlos en sus alojamientos.

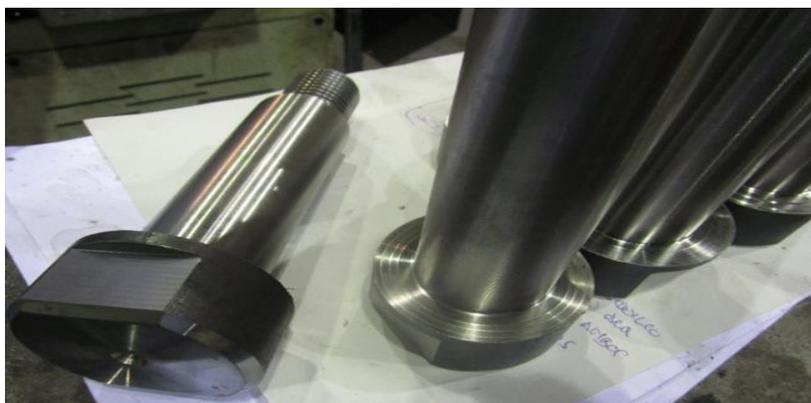


Ilustración 34 Detalle Perno. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 35 Nuevos tornillos ajustados. Fuente: Trabajo de campo.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

	<i>Diámetro</i>	<i>R N/mm</i>	<i>RP 0,2 N/mm²</i>	<i>Dureza HB</i>
F114	16-40mm	650/1000	410 mínimo	200/298
F127	30mm	1200	1000	120/130

En otras palabras, los 16 pines y 8 tornillos serán sustituidos por 24 tornillos con el mismo diseño, pero los 16 primeros de un material distinto a estos 8 últimos. Todos estos pernos han sido fabricados empleando un torno para conformar la cabeza y el vástago, y una fresadora para formar la rosca. Siguiendo el mismo patrón de distribución a lo largo del diámetro de la unión de la reductora, se pondrán dos tornillos de F114 y uno de F1273 y así sucesivamente, donde antes había una secuencia de dos pines por un tonillo.

Para ello se acoplan el plato y el piñón en la fresadora CNC de 6 puntos procurando que coincidan todos los alojamientos en la mejor de sus posiciones de los pines y pernos, para que el diámetro se ajuste con el de los nuevos tornillos.

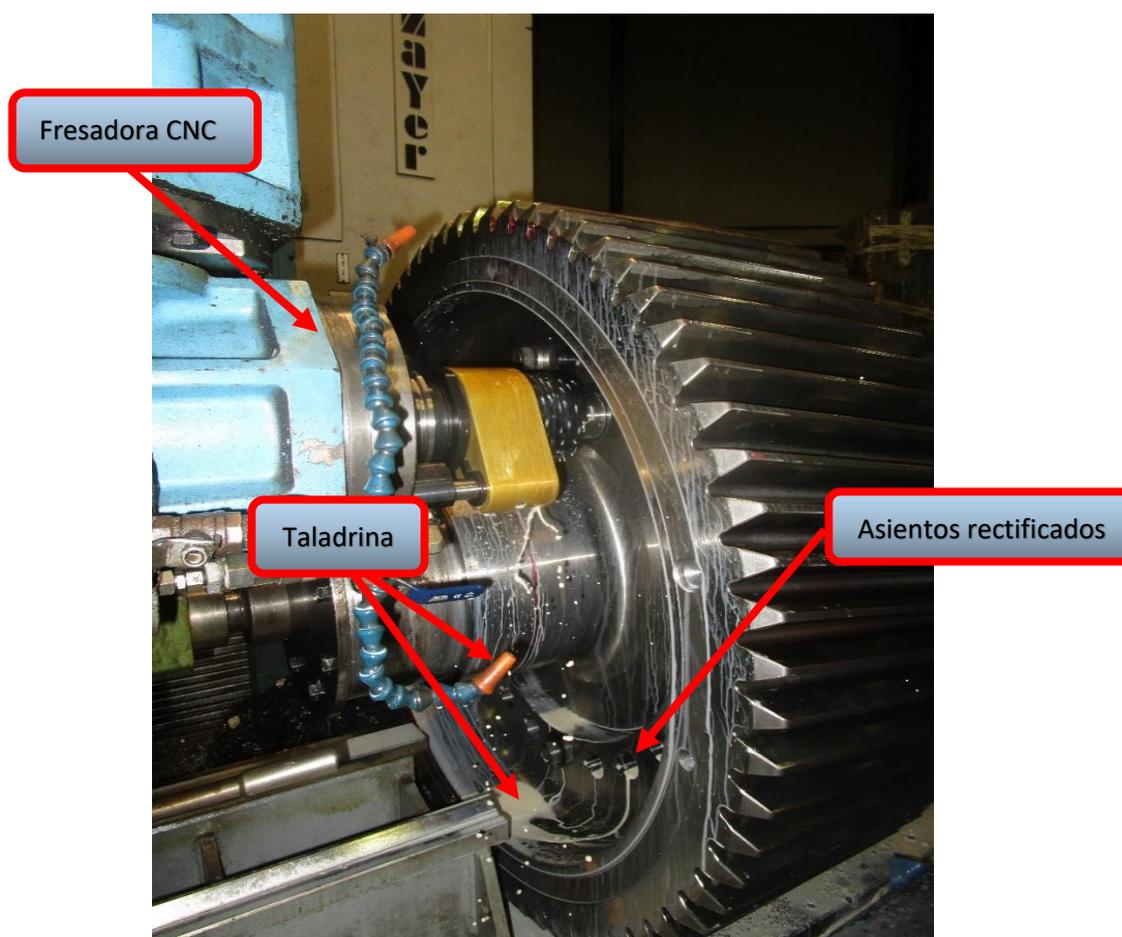


Ilustración 36 Rectificación de los diámetros de los asientos de los tornillos. Fuente: Trabajo de campo.

Por último los tronillos fabricados se colocan en la unión del eje y el piñón ya montados y centrados entre sí.



Ilustración 37 montaje eje-piñón con los tornillos de ajuste. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez montada la corona y el eje se traslada al buque para alinearlos. [12]

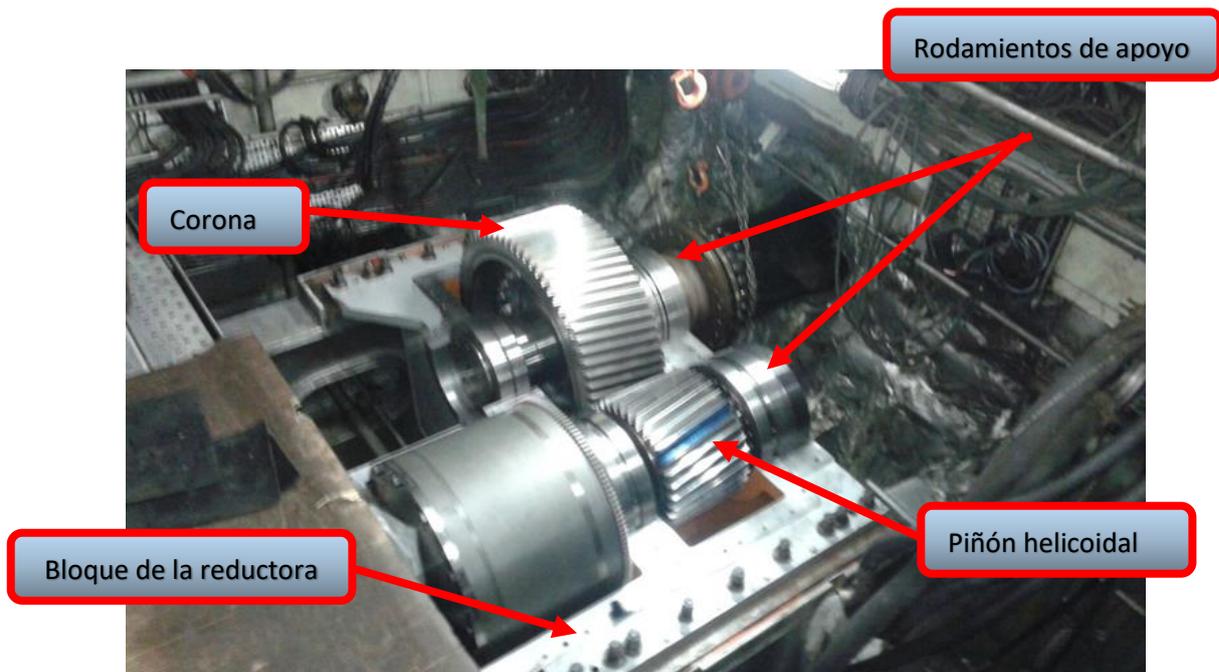


Ilustración 38 Vista final de la reductora. Trabajo de campo.

5.2. EMBRAGUE. REVISIÓN Y ALINEACIÓN

El embrague es un sistema capaz de transmitir o no la potencia del motor a la hélice.

5.2.1. EMBRAGUE MARINO LOTHMAN. INTRODUCCIÓN

Se trata, en este caso, de un embrague neumático Lothman. Este embrague de alta fricción PNEUMAFLEX KA es una combinación de un acoplamiento de eje elástico de torsión que compensa las desviaciones de alineación radial, axial y angular y operada neumáticamente.



Ilustración 40 Vista carcasa embrague. Fuente: Trabajo de campo.

Sus dimensiones compactas permiten la instalación en un mínimo de espacio. Debido a su elasticidad torsional este embrague de fricción se emplea principalmente dondequiera que exista riesgo de vibraciones torsionales. Por lo tanto, es ideal para su uso en combinación con plantas de energía diésel y especialmente en buques.

El sistema selector accionado neumáticamente incorporado en el embrague, reacciona rápidamente y permite maniobras rápidas y precisas. En el caso de instalaciones bimotozadas, es posible invertir casi instantáneamente si los dos motores funcionan contrarios entre sí.

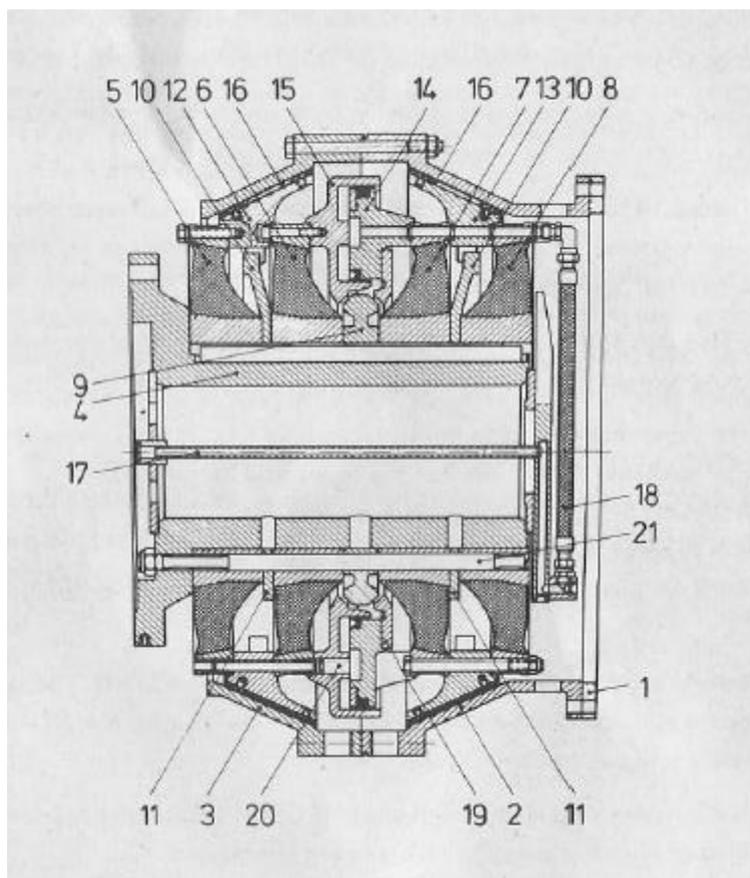


Ilustración 41 Plano embrague Lothman. Fuente: [13]

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Anillo de espaciador | 12. Cono de fricción |
| 2. Camisa cónica | 13. Cono de fricción |
| 3. Camisa cónica | 14. Pistón del embrague |
| 4. Eje del embrague | 15. Cilindro del embrague |
| 5. Anillo de goma | 16. Forro de fricción |
| 6. Anillo de goma | 17. Línea de aire comprimido |
| 7. Anillo de goma | 18. Línea de manguera flexible |
| 8. Anillo de goma | 19. Disco de soporte |
| 9. Anillo de soporte | 20. Dispositivo de emergencia del embrague |
| 10. Anillo de torsión límite | 21. Conexión |
| 11. Anillo espaciador | |

Las ventajas y/o finalidades de llevar instalado este embrague son numerosas, entre ellas, la más destacable es liberar horas de funcionamiento a la unidad propulsora. Además, así se reducen la cantidad o número de elementos en movimiento.

Para el acoplamiento del embrague, el cilindro de embrague [15] se llena de aire comprimido a través del eje de engranaje hueco, la línea de aire comprimido [17] y la tubería flexible [18].

Los conos de fricción [12]-[13] con sus correspondientes forros de fricción [16] se mueven axialmente y se presionan contra las camisas cónicas [2] y [3]. Mediante esta acción se logra una transmisión de potencia entre la parte primaria y la parte secundaria. El par de torsión se transmite desde las camisas cónicas [2]-[3] a través de los forros de fricción [16], los conos de fricción [12]-[13] y los elementos de anillo de goma [5]-[8] al cubo de embrague [4].

Cuando el embrague está desacoplado, los conos de fricción [12] y [13] se elevan frente a las camisas cónicas [2] y [3] mediante los elementos de anillo de goma elásticos, axialmente pre-tensados [5]-[8]. De este modo, el cilindro y el pistón de embrague con su disco de soporte [19] se apoyan sobre el anillo de soporte [9]. Así, se evita el contacto quedando absolutamente libre en estado de desembrague. **[Véase ilustración 41]**

5.2.2 DESMONTAJE, REVISIÓN Y MONTAJE DEL EMBRAGUE EN LAS INSTALACIONES DE FERROHER S.L.

Para desmontar el embrague, se comienza con extraer la entrada de aire al mismo y la tornillería superficial, así como la carcasa y el forro de fricción superior. Posteriormente se desacoplan los platos que componen el elemento, a medida que van quedando al descubierto, tal y como lo indica el manual de Lothman.



Ilustración 42 Tornillería embrague Lothman. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 43 Forros de fricción. Fuente: Trabajo de campo.

Es importante prestar especial atención a los Spiroflex o anillos de goma o neumáticos, ya que son los encargados de sellar el aire y uno de los componentes que sufren más fatiga, por lo que hay que asegurarse de la ausencia de grietas o picaduras, y que tenga una resistencia elástica como para soportar la actividad del embrague sin suponer un riesgo de avería.



Ilustración 44 Anillo neumático o Spiroflex al descubierto. Fuente: Trabajo de campo.

Bajo el disco Spiroflex neumático, hallamos el pistón del embrague, un elemento móvil que a través de su movimiento, con ayuda de los anillos neumáticos, es capaz de desacoplar el embrague, y parar la transmisión.



Ilustración 45 Pistón del embrague. Fuente: Trabajo de campo.

Finalmente queda al descubierto el eje del embrague.



Ilustración 46 Eje embrague. Fuente: Trabajo de campo.

Se revisa del pistón posibles deformaciones o corrosión, así como picaduras o falta o exceso de elasticidad en los discos neumáticos, además de grietas o falta de material. Tras la revisión de los elementos nombrados, se vuelve a montar el embrague siguiendo los mismos pasos pero a la inversa, y así se traslada hasta el buque para su alineación e instalación.

5.2.3. ALINEACIÓN REDUCTORA-MOTOR, PARA LA INSTALACIÓN DEL EMBRAGUE

Para alinear el embrague, debe realizarse el proceso sin el embrague en su posición final, fuera de su sitio y con el buque en el agua.

Antes de dar paso a la alineación, es importante tener en cuenta qué clase o tipo de máquina se va a alinear, siendo en este caso el embrague con respecto al motor del buque y a su reductora.

El método de alineación que se va a seguir, es la alineación por láser. Se instala entonces un emisor receptor de forma magnética en el eje de la reductora y de la misma forma, se colocará emisor receptor en la unión del motor. Una vez enfrentados, se conectan entre sí, y a su vez se comunican con panel de control u operación del equipo láser.

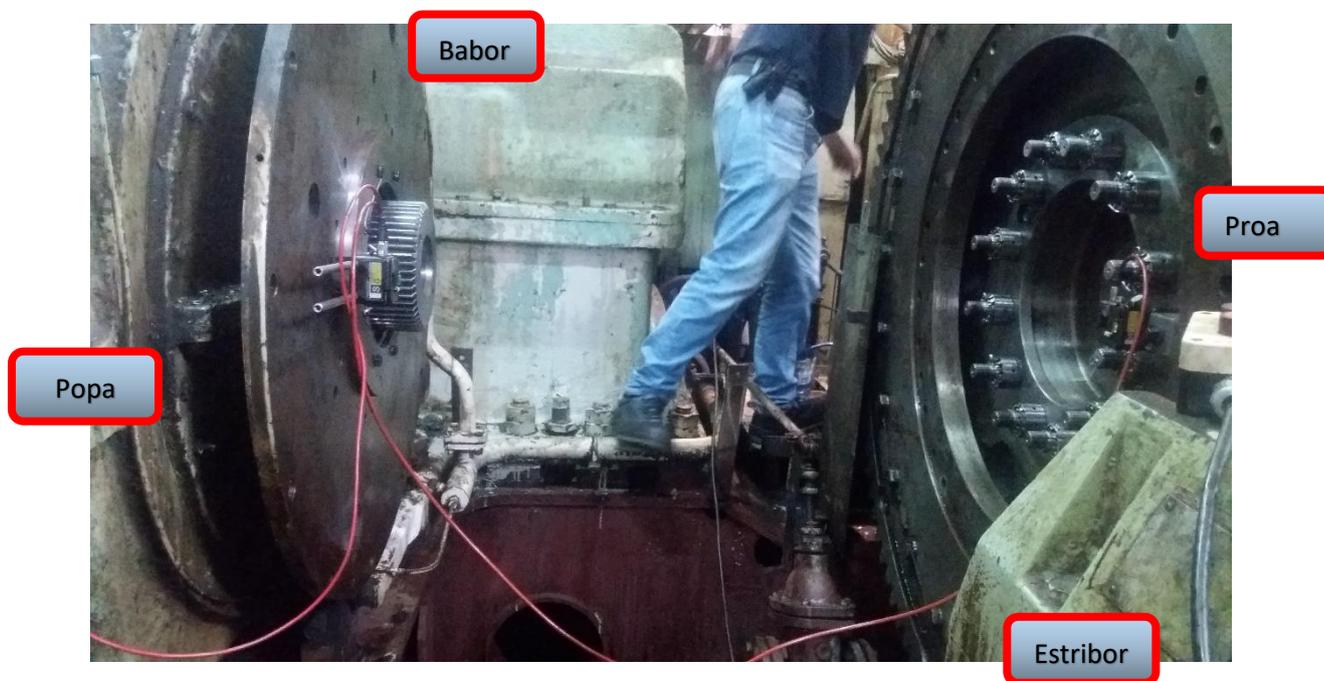


Ilustración 47 Alineación Reductora-Motor. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez montado todo el equipo, es necesario que éste tenga en cuenta una serie de medidas, como las medidas de los elementos y espacios existentes, para evaluar de manera correcta y precisa la alineación que se va a realizar. Otras medidas son las distancias desde el equipo a los soportes de proa y popa y la distancia que existe entre los propios emisores receptores, que en este caso es la medida que más nos interesa, ya que en este espacio “L”, será donde se instale posteriormente el embrague.



Ilustración 48 Emisor-receptor láser en la unión del motor. Fuente: Trabajo de campo.

Se empieza a medir en tres puntos distintos, girando el motor lentamente con ayuda del virador, en este caso de forma remota. Cuando se han tomados todas las medidas nombradas, se registran en el equipo, y éste, junto con los datos y medidas de las máquinas que intervienen, calcula y refleja en la pantalla del equipo las desviaciones que existen tanto en el eje vertical como en el horizontal. Además revela las distancias o correcciones necesarias para solventar el problema de desalineación, tomando como referencia 0 a la reductora.

Debemos tener especial en cuenta los siguientes datos:

1. La propia alineación entre el motor y la reductora.
2. Comprobar la medida "L", siendo ésta, la distancia entre la reductora y el motor que debe ser igual al eje longitudinal del embrague, que en este caso tiene un valor de 1.063m.
3. Las propias flexiones del motor (cigüeñal).
4. Comprobar la holgura del cojinete axial, la holgura angular la cual nos indica el perfecto acople de toda la máquina y la holgura radial, que nos revela la situación sobre el paralelismo existente entre los ejes.



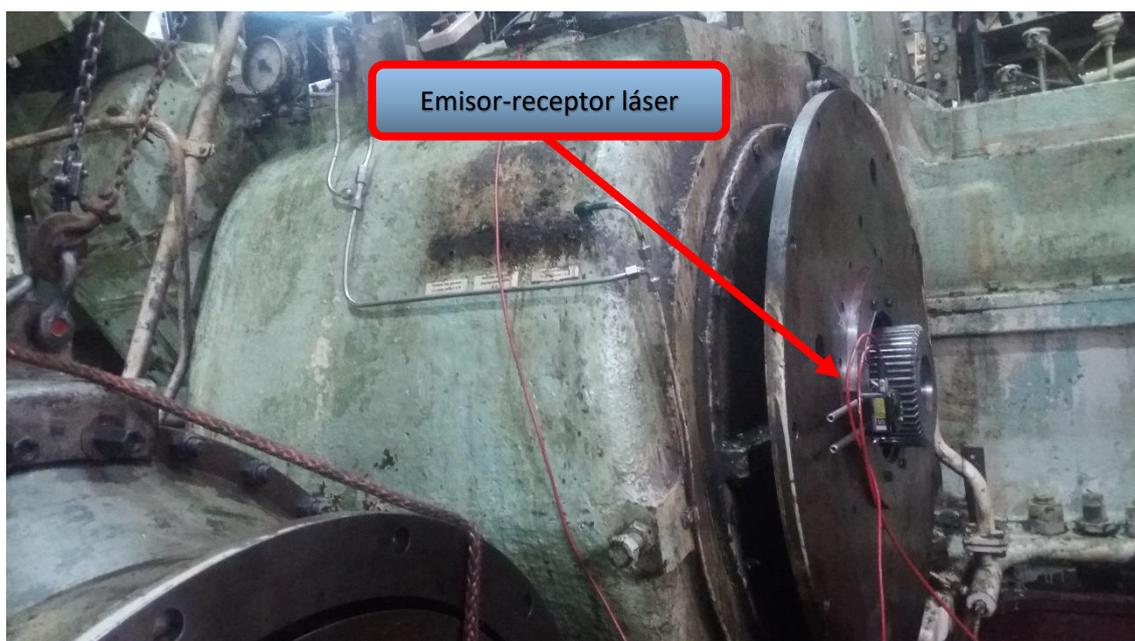
Ilustración 49 Pantalla del equipo. Fuente: Trabajo de campo.

En principio los ejes deben ser girados solamente en una dirección durante la alineación, ya que el eje puede moverse de forma ligera axialmente debido a que las holguras del cojinete en el sentido de rotación cambian. Antes de que se instale el embrague, la línea de alimentación central debe conectarse con el mismo, de manera que cuando el embrague ya se encuentre instalado, no debe sobresalir de la brida de conexión y debe comprobarse la posición correcta del anillo de estanqueidad.

La conexión del embrague al eje no debe realizarse con un saliente considerable. Así, Cuando el motor y la reductora están situados, el espacio longitudinal de instalación para el embrague debe ser verificado.



Ilustración 50 Reductora. Fuente: Trabajo de campo.



El embrague sólo debe instalarse cuando la carcasa este completamente montada, o de lo contrario, los anillos de sellado del pistón a pueden dañarse. Durante el proceso, el movimiento axial de los conos de fricción debe observarse a través de los orificios de inspección en la carcasa del embrague, ya que una pequeña obstrucción de las partes móviles puede causar un movimiento diferente de los conos de fricción, al que deberían

realizar en movimiento. El desplazamiento de ambos conos de fricción debe ser igual en la medida de lo posible para igualar las fuerzas de reacción axial de los Spiroflex. El control del recorrido del cono de fricción debe realizarse en cuatro puntos de la periferia. Una función correcta del embrague se garantiza cuando se cumpla que la diferencia del recorrido de los dos conos de fricción no excede la tolerancia indicada.

Cuando el embrague está instalado, la línea de alimentación central debe estar conectada al eje accionado.

Para finalizar este proceso, el ingeniero de la empresa Ferroher confirma que la alineación es correcta y que se ha llevado a cabo el proceso adecuado. Todos los datos recogidos en la alineación quedan almacenados en la memoria del equipo empleado. Entonces, el ingeniero elabora un informe de alineación, que entregará a la naviera, a la sociedad de clasificación y la administración de bandera.

Esta alineación se hizo en frío, y posteriormente se volvió a realizar a la temperatura de trabajo, ya que debido al aumento de ésta, el material sufre una dilatación capaz de afectar a la alineación.

5.3. MOTOR PRINCIPAL; CIGÜEÑAL, COJINETES, CAMISAS Y BOMBAS DE INYECCIÓN

Dentro del motor marino se encuentran una serie de componentes que destacaremos. A estos elementos o piezas se les ha realizado un mantenimiento o reparación independiente en cierto modo, del motor, aunque del conjunto de mantenimientos particulares nace el mantenimiento general del mismo. El cigüeñal, los cojinetes de cabeza de biela, las camisas de los cilindros y las bombas de inyección serán los elementos protagonistas.

5.3.1. EL CIGÜEÑAL

El cigüeñal es la estructura longitudinal que transmite el esfuerzo que se produce cuando tiene lugar la combustión, por lo que sufre una fuerza torsión, vibración o flexión. Además de cargar con los esfuerzos de la combustión, y el movimiento de las bielas, así como la vibración que éstos producen, el cigüeñal ve más pronunciada su flexión debido al peso del volante. Cuanto más lejano se hallen los cilindros del volante, mayor será la torsión del eje, viéndose afectada también la propia unión cigüeñal-volante.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Si el motor tiene demasiados cilindros, su cigüeñal será excesivamente largo, y produciría vibraciones exageradas.

Además el cigüeñal trabaja con movimiento centrífugo, una fuerza considerable que es contrarrestada gracias a los contrapesos colocados en cada cilindro. En un motor con varios cilindros, esas fuerzas de inercia pueden provocar lo que se conoce como pares o momentos de vuelco o de flexión, haciendo fatigar al cigüeñal, sus descansos, bancada y al anclaje del motor.



Ilustración 53 Sala de máquinas. Banda de babor. Fuente: Trabajo de campo.

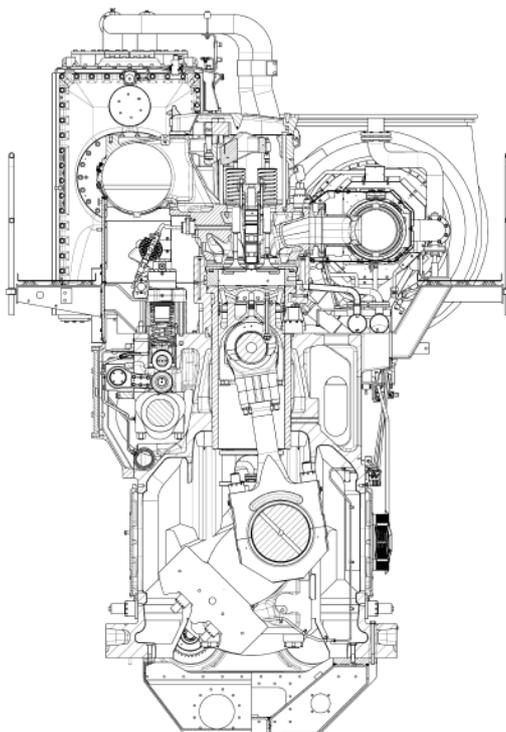


Ilustración 54 Sección transversal del motor. Fuente [14]

Con el desgaste, trabajo, fatiga etc, el cigüeñal sufre una serie de curvaturas que pueden afectar a su funcionamiento. Estas curvas o flexiones tienen un límite que no deben sobrepasar unas pocas milésimas.

Aunque aparentemente el material del cigüeñal sea el más indicado y parezca totalmente rígido, tras la acumulación de numerosas horas de trabajo que provocan un gran esfuerzo y fatiga, el cigüeñal puede experimentar variaciones estructurales.

La causa más común de daños, roturas y averías en esta pieza longitudinal es el desgaste en la parte inferior de los descansos. Este hecho puede pasar inadvertido si no se efectúan periódicamente las tomas de flexiones tras la horas de funcionamiento correspondientes y que generalmente vienen dadas por el fabricante. Otros motivos pueden ser cambios en la posición del eje accionado o cambios en la sujeción del motor sobre la base o de la propia base.

Los cojinetes con diferentes alturas, la línea de eje de un buque o el alternador del grupo electrógeno, etc., hacen que el eje de giro del cigüeñal cambie drásticamente hacia arriba y abajo, lo que obliga al cigüeñal a trabajar en condiciones de fatiga.



Ilustración 55 Vista Cabeza de biela. Fuente: Trabajo de campo.

Si la alineación del cigüeñal es incorrecta o sufre flexiones muy exageradas, pueden surgir fracturas, especialmente a la altura de las manivelas y muñones, ya que es ahí donde el cigüeñal soporta grandes pesos y por lo tanto, esfuerzos. Esto quiere decir que si el motor funciona durante un largo periodo de tiempo con estos defectos, el resultado será una avería, rotura de cojinetes, aparición de fricción y altas temperaturas en el cigüeñal, etc.

Para evitar esto, se busca conseguir que el eje geométrico de giro del cigüeñal sea una línea recta y que los cojinetes de apoyo estén situados a la misma altura.

5.3.1.1. Sistema de monitorización splash-oil

El motor usa un sistema de monitorización Splash-Oil, siendo dicho sistema un componente del sistema de seguridad. La temperatura de cada mecanismo de accionamiento se monitoriza gracias a sensores a través del aceite de inyección, por lo que en caso de superar el valor máximo definido o desviación máxima del valor medio el sistema de seguridad activa una alarma y para los motores.

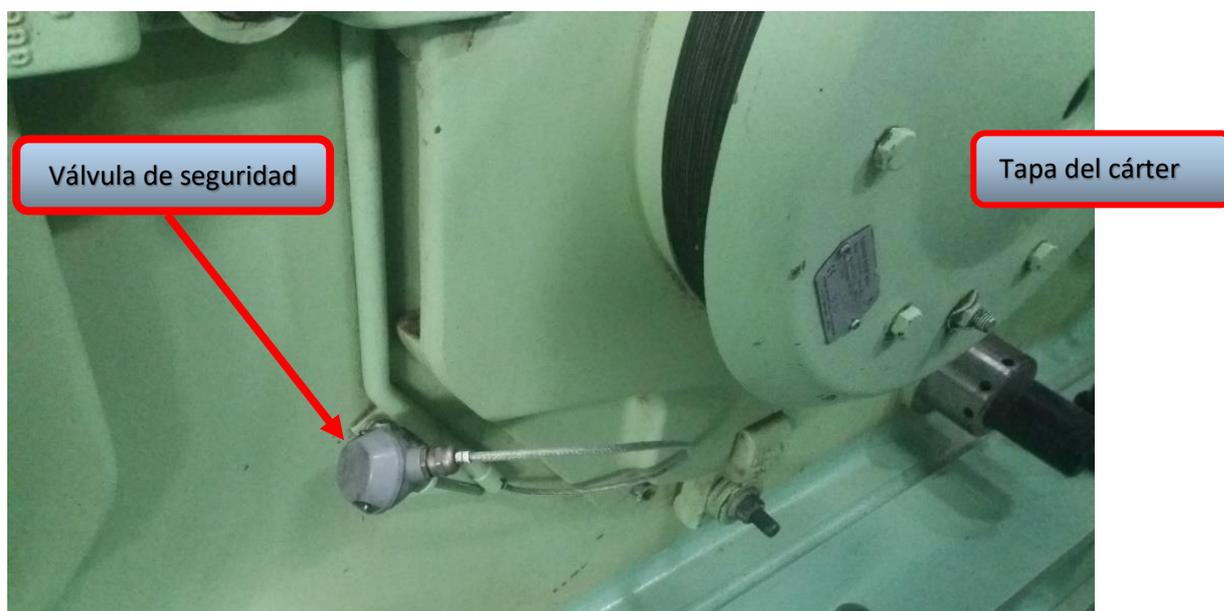


Ilustración 56 Válvula de seguridad. Sistema Splash-Oil. Fuente: Trabajo de campo.

Gracias a este sistema de monitorización muchos daños en los cojinetes, en el cigüeñal y la biela se detectan a tiempo.

La temperatura del aceite se ve afectada por daños en los cojinetes de la biela, gripado del pistón o un escape de gases de la cámara de combustión. De esta manera se transmite el calor al aceite y se activa el sistema de seguridad. También se vigila la temperatura de las salpicaduras de aceite y se comparan entre sí. Si se supera una temperatura máxima o existe una diferencia de temperatura demasiado grande entre cada grupo propulsor saltará primero una alarma y automáticamente se detendrá el motor.

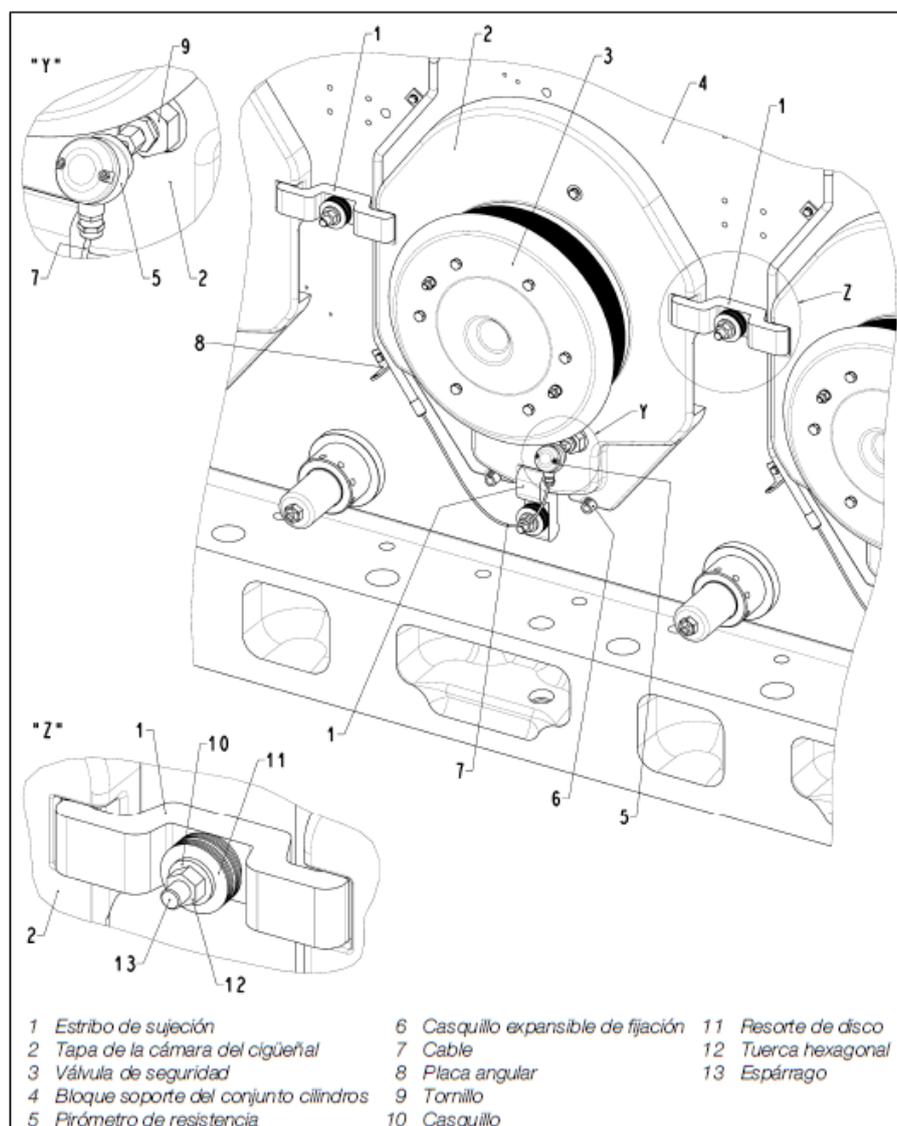


Ilustración 57 Tapa de la cámara del cigüeñal con válvula de seguridad y Splash-Oil. Fuente: [12]

En la estación de mando se muestran gráficamente las temperaturas individuales de los mecanismos de propulsión del motor y los valores absolutos.

5.3.2. TOMA DE FLEXIONES DEL CIGÜEÑAL

Para asegurar la ausencia de deformación excesiva en el cigüeñal, se realiza una toma de flexiones del cigüeñal, un tipo de mantenimiento preventivo. La prueba se basa en tomar las medidas de las distancias entre las gualderas o guitarras del cigüeñal, ya que este dato nos indica la forma de la sección de cigüeñal correspondiente a esos muñones. En la experiencia objeto de este TFG, se emplea un flexímetro digital, que proporciona una gran precisión.

5.3.2.1. Instrumentos de medida; el flexímetro

Para evitar el desmontaje del motor para llegar a medir con precisión el cigüeñal, lo que comúnmente se hace es apoyarse en una serie de flexímetros. Estos flexímetros se colocan en las guitarras, ya que estas muestran la curvatura del cigüeñal, según su grado de apertura o cierre, traducido en flexión.

En este caso práctico se ha hecho uso de un flexímetro digital y un reloj comparador. El flexímetro digital tiene una distancia de medida de -500 a +500mm, también menor y mayor respectivamente, rango de medida de 2 mm y resolución de 0,001mm.

El palpador del flexímetro tiene forma de varilla, y es sensible por sus dos extremos. La información captada por éste, se verá reflejada en el monitor digital del flexímetro, en forma de milímetros.



Ilustración 58 Flexímetro. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 59 Palpadores del flexímetro. Fuente: [15]

5.3.2.2. Procedimiento

Primero se desmonta las tapas de aberturas laterales del cárter del motor, para tener acceso al cigüeñal. Es importante en ese momento tomar la temperatura a la que se encuentra el motor, ya que posteriormente, las medidas tomadas serán comparadas con una referencia del fabricante a una temperatura igual o aproximada, de lo contrario podrían variar significativamente las medias e llevar a error.

Con un pirómetro, y las tapas del cárter abiertas, tomamos la temperatura a la que se encuentra el cigüeñal y su conjunto.



Ilustración 60 Tapas retiradas. Bielas en distintas posiciones. Fuente: Trabajo de campo.

Se coloca el gato hidráulico entre la guitarra del muñón y la pared del bloque, ejerciendo una presión considerable, de manera que la oscilación o el movimiento axial de cigüeñal se verá reflejado en el reloj comparador, posicionado justo al otro lado de la guitarra presionada, lo que será un dato de relevancia y comparación a lo hora de estudiar los datos finales.



Ilustración 61 Reloj comparador y herramienta hidráulica. Fuente: Trabajo de campo.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL



Ilustración 62 Herramienta hidráulica. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 63 Filtro. Fuente: Trabajo de campo.

Se colocará el flexímetro entre las guitarras o manivelas, y será necesario hacer girar lentamente el motor, con el fin de hacer posible las medidas en el lateral a estribor, lateral a babor, punto bajo y una aproximación en el punto alto.



Ilustración 64 Flexímetro en las guitarras.

Fuente: Trabajo de campo.

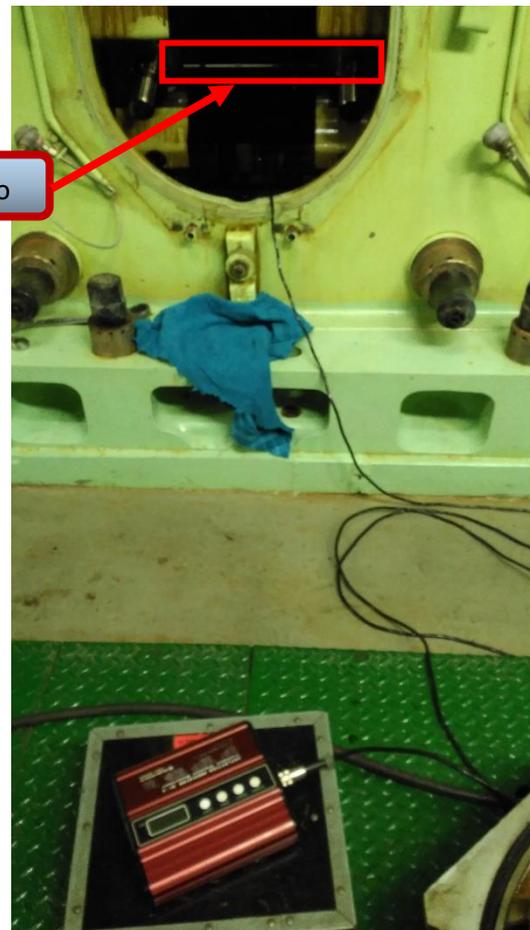


Ilustración 65 Posición flexímetro.

Fuente: Trabajo de campo.

Se comenzará tomando la medida en el punto A, una vez hallado y ajustado el cero. En algunos motores el fabricante marca una serie de muescas donde irá el palpador. Se gira

el motor lentamente con ayuda del volante o de forma remota, se prosigue con los puntos B, C, D y E.

El flexímetro no puede colocarse en el punto más alto de las manivelas ya que se lo impide la biela del pistón, por lo tanto se busca un cero relativo lo más próximo posible a la biela pero sin que el instrumento sufra daños. Así mismo se aplicará la misma regla al otro lado de la biela, en el punto E, formando entre ambos puntos A y E un ángulo de unos 45° aproximadamente.

La medida C, normalmente suele ser la medida más importante y más reveladora por lo que hay que prestar especial atención. Esta se toma en la parte más externa de la manivela, cuando el pistón se halla en el punto muerto superior o punto muerto alto.



Ilustración 66 Regla general de signos. Fuente: [15]

Como norma general, una medida con signo negativo significa el cierre de las manivelas o guitarras y por lo tanto una curvatura convexa del cigüeñal.

Al pasar al siguiente cilindro se aprovecha el orden de encendido, siguiendo la toma en el siguiente pistón con el punto A más accesible.

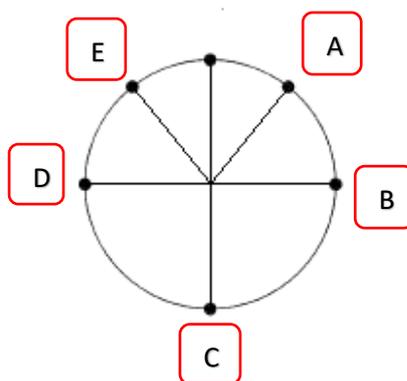


Ilustración 67 Posiciones del flexímetro en las guitarras. Fuente: Elaboración propia.

- A. Primer cero relativo
- B. Lateral estribor.
- C. punto bajo de la manivela o punto muerto superior del pistón.
- D. Lateral babor.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

E. Última medida a 45° de la A y que se debe aproximar a cero.

5.3.2.3. Resultado

Se han tomado cada una de estas medidas en los 9 cilindros del motor, siendo el resultado:

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
Medida A	0.00mm	0.00mm	0.00mm	0.00mm
Medida B	-0.055mm	-0.026mm	-0.032mm	-0.027mm
Medida C	-0.095mm	-0.065mm	-0.096mm	-0.073mm
Medida D	-0.029	-0.020mm	-0.052mm	-0.010mm
Medida E	0.00mm	0.018mm	0.00mm	0.00mm

Cilindro 5	Cilindro 6	Cilindro 7	Cilindro 8	Cilindro 9
0.00mm	0.00mm	0.00mm	0.00mm	0.00mm
-0.030mm	-0.003mm	-0.013mm	0.008mm	-0.019
-0.020mm	-0.021mm	-0.035mm	-0.031mm	-0.052
-0.024mm	-0.020mm	-0.024mm	-0.018	-0.029
0.00mm	0.00mm	0.004	0.0018mm	0.00mm

5.3.2.4. Comprobación y verificación

Una vez tomados todos los datos necesarios se procede a la comparación de éstos con los expuestos en el manual del motor. Estos datos nos proporcionan un margen admisible, a partir de los cuales veremos si hay que realizar cambios o reparaciones en el motor, si puede seguir funcionando o no. En este caso la toma de flexiones ha sido favorable.

	Tipo de motor	V28/33D	L32/44CR	32/40	40/54	L 48/60 L48/60B L48/60CR L51/60DF	V 48/60 V48/60B V48/60CR V51/60DF	58/54
Con motor en frío	Juego en 1/100mm	± 15	± 18	± 14	± 18	± 23	± 26	± 23
Con motor a temperatura de servicio	Juego en 1/100mm	± 15	+18 -25	+14 -20	± 18	± 23	± 26	± 23

Además de los datos de la tabla, el informe final de la toma de flexiones debe tener en cuenta otros datos como el estado de montaje del motor, piezas desmontadas como por ejemplo, la ausencia o no, del émbolo del pistón. Por otro lado hay que especificar el estado de apoyo es decir, si el buque se encuentra flotando o varado en dique seco, el sentido de giro del motor (hacia estribor en este caso) y la temperatura del mismo (unas 4 horas después la parada del motor) ya que de ello dependerá la mayor o menor dilatación del material, lo que altera directamente las medidas.

Es importante tener en cuenta los pesos que hay a cada lateral del mismo, como por ejemplo el volante o la reductora, ya que afectan significativamente a la curvatura del eje. Por último se debe tener en cuenta que una medida anómala viene muy influenciada por el desgaste de los cojinetes o un motor mal alineado.

5.3.3. INSPECCIÓN Y CAMBIO DE COJINETES DE CABEZA DE BIELA

Los cojinetes de biela o cabeza de biela son los encargados de evitar la fricción metal con metal entre la cabeza de la biela y el muñón del cigüeñal, además de suavizar el movimiento entre ambos.

5.3.3.1. Introducción

Los cojinetes, también conocidos como tapetas, van lubricados con aceites para mejorar el movimiento, por lo que la vida útil de estos elementos van condicionados por el tipo y la calidad del aceite que se use para lubricarlos, así como de las partículas extrañas o el agua halladas en el mismo. Cada cojinete va identificado con un número que indica entre otras cosas, el revestimiento que posee.

Al motor Wärtsila 32, le corresponde una revisión tras cumplir 12000, e intervalos 12000 - 16000 horas de servicio según indicaciones del fabricante del motor Wärtsila, lo que significa también, que tras pasar esas horas, deben reemplazarse los cojinetes de cabeza de biela. Nos encontramos pues, ante un mantenimiento predictivo a un motor propulsor.

5.3.3.2. Procedimiento. Desmontaje de tapa de biela

Para poder analizar o extraer los cojinetes es necesario desmontar la cabeza de biela. Esta parte se divide en dos, la propia biela y la tapa de la misma, unidas entre sí por cuatro tornillos y tuercas.

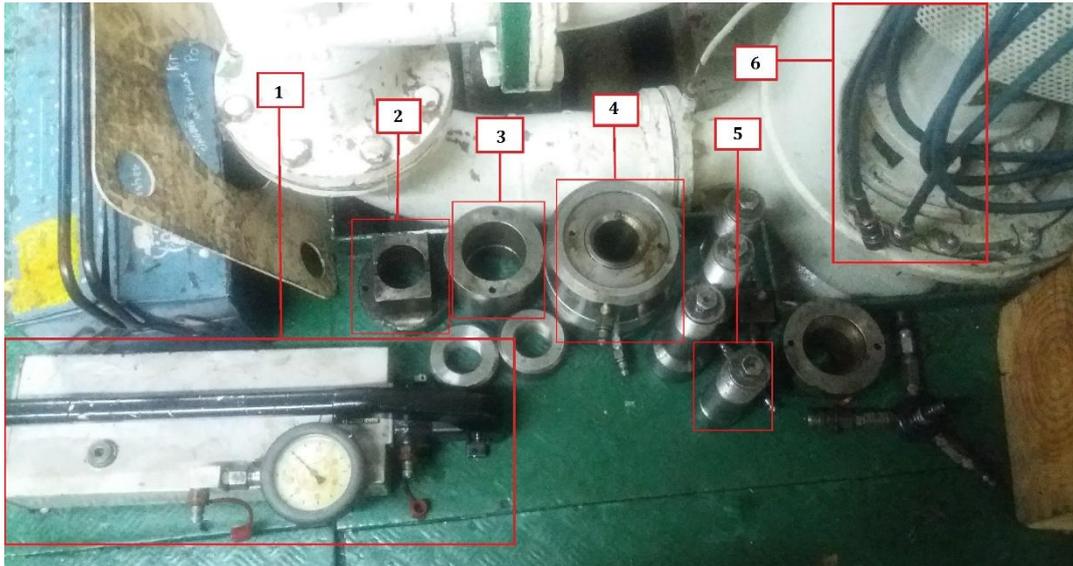


Ilustración 68 Herramientas y útiles para retirar las tuercas de la cabeza de biela. Fuente: Trabajo de campo.

Por norma general, debido a las grandes dimensiones de los pistones y bielas de los motores marinos, para desenroscar las tuercas de los tornillos de la biela, se tendrá que hacer uso de un gato y bomba hidráulica, además de una serie de complementos y útiles.

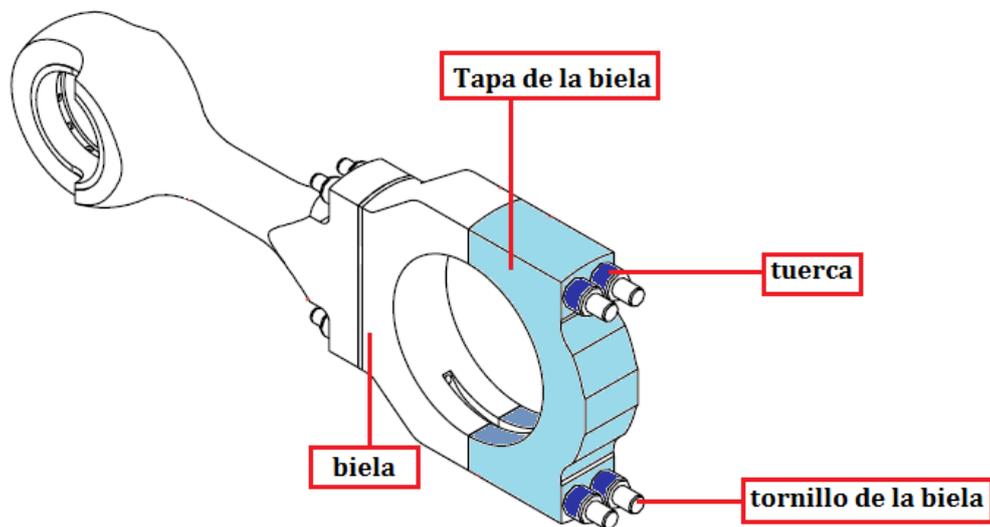


Ilustración 69 Esquema biela. Fuente: [16]

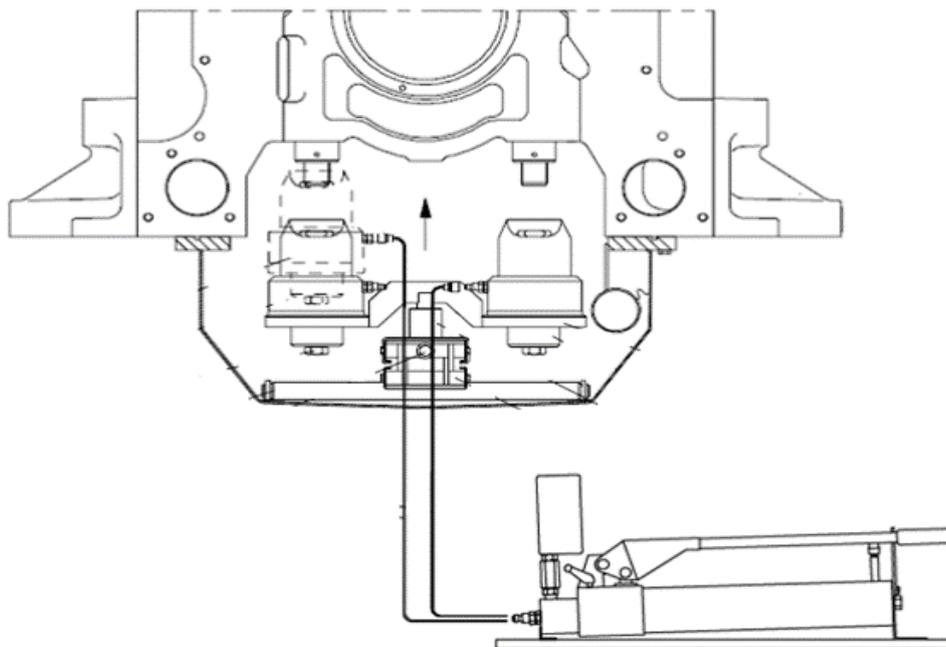


Ilustración 70 Esquema procedimiento. Fuente: [16]

Para empezar, se desatornillan y retiran las tapas o cubiertas del cárter que se encuentran al lado de la biela, y se colocan los útiles en la primera de las tuercas, que se aflojarán en forma de cruz. Se monta el cilindro hidráulico 4 con los accesorios 3 y 2 para luego conectar la manguera 6 de la bomba hidráulica. Se comprueba que la conexión de éstas es óptima y se cierra la válvula de liberación de presión para aplicar una presión 500 bar a las tuercas, a través del gato. Se abren o giran las tuercas aproximadamente media vuelta, con la ayuda de un pasador, a través del orificio de la pieza 2.



Ilustración 71 Tuercas de cabeza de biela. Fuente: Trabajo de campo.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Hecho esto, se retiran los útiles y ya pueden retirarse las tuercas de la biela manualmente, colocando inmediatamente después el útil 5.



Ilustración 72 Tuerca. Fuente: Trabajo de campo. Ilustración 73 Tapa de biela retirada. Fuente: Trabajo de campo.

Gracias a una toma de flexiones previa, se llega a la conclusión de que existe demasiada holgura y hay que cambiar los cojinetes, tal y como se esperaba tras 12000 horas de trabajo. Pero no sólo esto es motivo de unos cojinetes desgastados o una toma de flexiones pasada de límites, en este caso se sospecha también la posibilidad de un cigüeñal deformado, ya que los daños en los cojinetes son alarmantes.

La holgura límite de los cojinetes bimetales a 20°C es de 7.35mm en este caso. Al extraer los cojinetes, se pueden apreciar rayadas, que indican lo que ya adelantaba la toma de flexiones, una deformación significativa del cigüeñal.

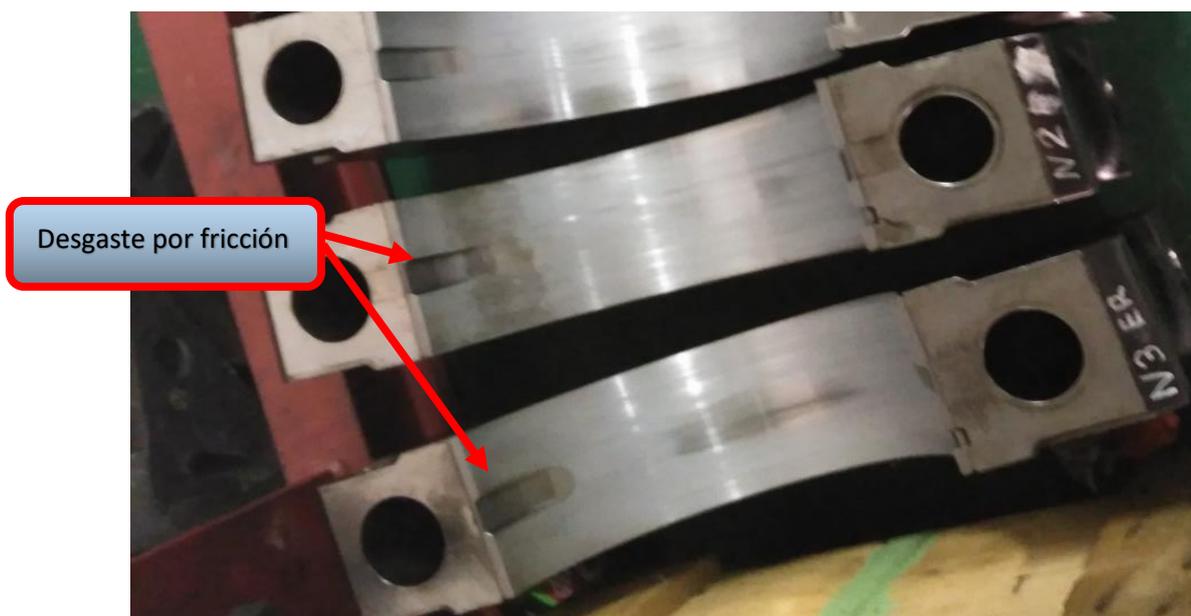


Ilustración 74 Cojinetes con desgaste severo. Fuente: Trabajo de campo.

5.3.3.3. Diagnóstico de los cojinetes

Al analizar visualmente los cojinetes, algunos fabricantes nos dan una serie de referencias y motivos, según los desgastes que tengan estos elementos.

Algunos ejemplos de los daños más comunes en un cojinete bimetálico serían los siguientes:

Si se observa una superficie gris mate uniforme, significa que el contacto y movimiento de giro es perfecto. Se aprecia un patrón de carrera uniforme en el área de carga principal.

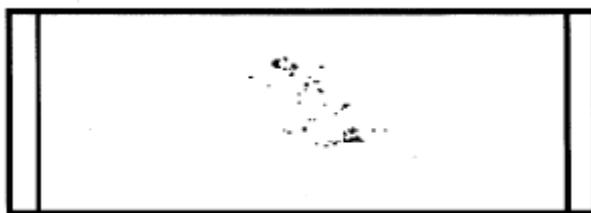


Ilustración 75 Desgaste normal del cojinete. Fuente: [16]

Áreas brillantes a lo largo de los dos bordes y marcas de contacto en los bordes. El ligero brillo desaparecerá después de un tiempo de funcionamiento más largo, pero si el brillo es muy intenso, los puntos más altos pueden ser raspados para facilitar la adaptación. No debe utilizarse esmeril para devastar la superficie.

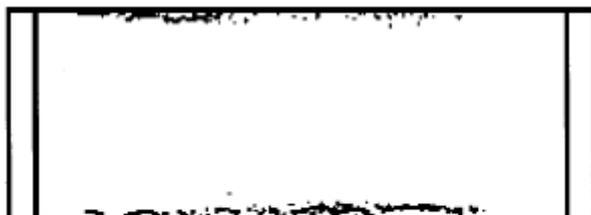


Ilustración 76 Desgastes laterales. Fuente: [16]

Si aparecen marcas de contacto severas en el borde con bronce de plomo, expuestas sobre un área grande, en un lado, se considera un desgaste demasiado grave por lo que el cojinete debe ser reemplazado. Si tal patrón de desgaste aparece después de un corto tiempo de operación, es absolutamente necesario identificar la causa y se aconseja comprobar la deflexión del cigüeñal.



Ilustración 77 Desgaste severo lateral. Fuente: [16]

Las marcas de puntuación en el revestimiento galvanizado y bronce de plomo, son causadas por suciedad o partículas extrañas en el aceite lubricante. Si no hay acumulación considerable de tales marcas de puntuación o no se extienden profundamente en el bronce son inofensivos, pero si se aprecian numerosas marcas, debe reemplazarse el casquillo/cojinete.

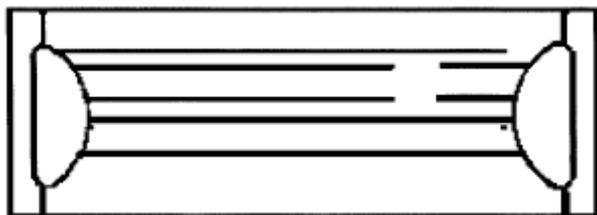


Ilustración 78 Marcas longitudinales y puntos. Fuente: [16]

Si el revestimiento galvanizado desgastado en una gran área (bronce expuesto), la gravedad será mayor o menos según el tiempo de servicio que haya realizado el cojinete. Si el cojinete ha estado en funcionamiento durante mucho tiempo y su superficie y las zonas de transición en los bordes son suaves, no hay peligro aunque es recomendable comprobar el desgaste del eje.

Si, sin embargo, tal patrón de desgaste ya se produce después de un corto tiempo de funcionamiento, la causa podría ser la falta de suministro de aceite. Debe comprobarse el diámetro o la superficie del pasador de manivela para mayor rugosidad o marcas de puntuación. Si es necesario, pulir, y si se trata de los cojinetes principales, debe comprobarse la deflexión del cigüeñal.

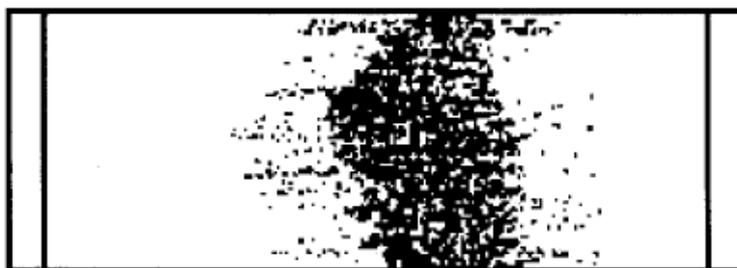


Ilustración 79 Cobre expuesto. Fuente: [16]

Si el revestimiento galvanizado desgastado ocupa una gran área, encontrándose el bronce y presa de níquel expuestos, marcas de puntuación severas tanto en el bronce al plomo como en la capa galvanizada, debe reemplazarse el cojinete. Además deberá comprobarse el estado de la superficie del muñón o manivela y suavizarla si es necesario. Comprobar también el filtro de aceite y el tubo entre el filtro y el motor.



Ilustración 80 Bronce al plomo y níquel expuestos. Fuente: [16]

Contacto severo del cojinete debajo del área de relieve en el área de la cara de la junta. Estas áreas a veces se caracterizan por marcas de contacto muy pronunciadas, deben trabajarse las áreas brillantes con lana de acero o un raspador y comprobar la extensión de los casquillos del cojinete. Si hay pequeñas grietas y un leve desmoronamiento, hay que reemplazar el cojinete. La causa puede ser la deformación o deflexión del cigüeñal.

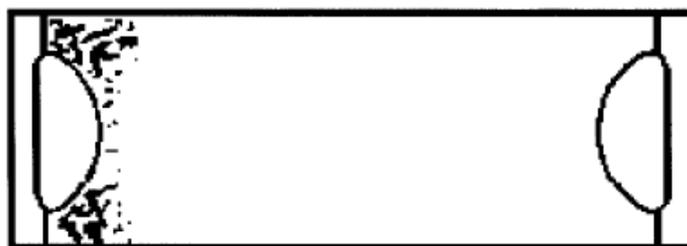


Ilustración 81 Contacto severo del cojinete debajo del área de relieve en el área de la cara de la junta. Fuente: [16]

En los cojinetes de cabeza de biela suelen aparecer grietas en la capa galvanizada. Las pequeñas grietas son inofensivas. Los cojinetes pueden reinstalarse, a menos que exista una acumulación muy marcada de tales grietas en el área de carga y la capa galvanizada se desintegre.

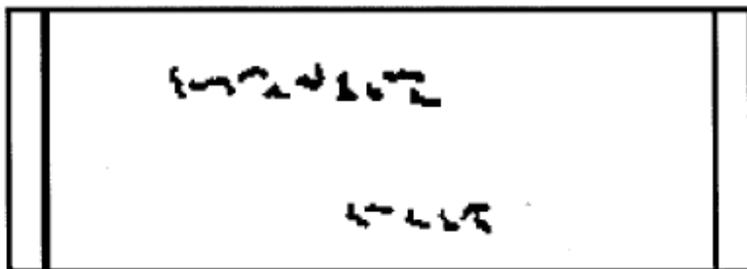


Ilustración 82 Grietas en la capa galvanizada. Fuente: [16]

Depresiones causadas por erosión o cavitación (particularmente de cojinetes principales o de cabeza). Éstos suelen presentar forma de hoz o de riñón. Pueden ser reconocidos por una transición escalonada en los bordes de las áreas dañadas. En el límite hay generalmente algunas áreas más pequeñas con depresiones. Tales depresiones son inofensivas, pero, sin embargo, se acompañan de daños a la capa de bronce al plomo y las partículas de bronce se dispersan y se incrustan sobre la superficie de apoyo como pequeños puntos, el cojinete debe ser reemplazado.

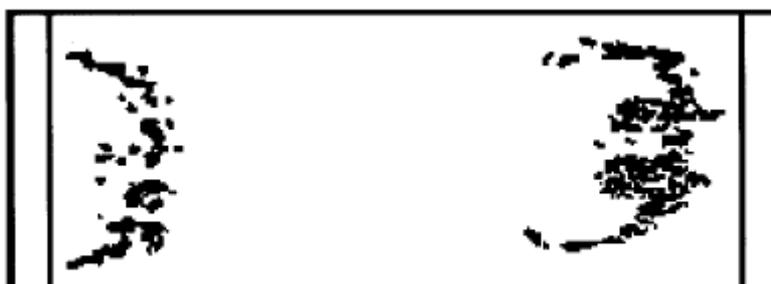


Ilustración 83 Erosión o cavitación. Fuente: [16]

Las profundas marcas de contacto diagonales indican que quizá el cojinete no está instalado con precisión. Si es necesario, debe medirse la deformación o deflexión del cigüeñal. Si hay grietas o casos de desintegración en la capa galvanizada, debe reemplazarse el cojinete.



Ilustración 84 Marcas diagonales. Fuente: [16]



Ilustración 85 Bielas. Fuente: Trabajo de campo.

5.3.3.4. Montaje del cojinete

Como en la mayoría de procesos de montaje mecánicos, procedemos a limpiar los casquillos del cojinete principal, la tapa y el muñón muy cuidadosamente. Se retira la cinta de protección de los orificios de aceite y se lubrica con aceite limpio, al igual que la superficie de apoyo, la cara posterior y los extremos.

Se coloca el extremo del casquillo del cojinete en la ranura entre el muñón y el orificio del cojinete, con el orificio de guía en la ranura del aceite y se empuja con la mano lo máximo posible. Se inserta la herramienta o útil de roscado en la ranura del aceite, y se gira cuidadosamente el cigüeñal hasta que el cojinete se coloque en su posición, resbalando por el aceite sin dañarse, y se retira la herramienta de giro o roscado. Luego, se lubrica la superficie de apoyo cojinete inferior con aceite lubricante limpio y se posa en la tapa del rodamiento.

Tras conectar la bomba hidráulica y la manguera 6 a la pieza 4, se eleva la presión hidráulica a 250 bar y girar la tuerca para que entre en contacto con el pasador. Se aprietan los tornillos laterales a la presión indicada y se extraen las herramientas.

Debe comprobarse el apriete de los tornillos de los cojinetes principales después de las primeras 50 horas de funcionamiento después de la revisión.

5.3.3.5. Resultados

A pesar del cambio de cojinetes, aún existía la posibilidad de que el cigüeñal estuviese deformado, lo cual se verificó ya que tras 15 minutos con el motor en marcha, el mal estado del cigüeñal provoca una mala fricción, choques y desprendimiento de material de los cojinetes debido a la gran presión y altas temperaturas.



Ilustración 86 Biela, tras alcanzar temperaturas altas extremas. Fuente: Trabajo de campo.

Así, la propia biela se ve afectada, y como consecuencia de la destrucción del cojinete, la fricción metal con metal provoca el sobrecalentamiento del mismo.



Ilustración 87 Diámetro interior afectado por la fricción y el calor. Fuente: Trabajo de campo.

Esta elevación anormal de la temperatura y de la tensión de las piezas se aprecia con el cambio de color del metal, además de cambios estructurales en el propio material.



Ilustración 88 Arrastre de material en el cojinete. Fuente: Trabajo de campo.

5.3.4. BRUÑIDO DE CAMISAS DE LOS CILINDROS

Tras la retirada del conjunto pistón-camisa, éstos son trasladados al taller para su mantenimiento.



Ilustración 89 Extracción del conjunto camisa-pistón. Fuente: Trabajo de campo.

Tras su llegada al taller, se introducen las camisas una a una en la bruñidora. Se trata de una máquina dotada de tres movimientos principales, que son rotación, oscilación y fuerza centrífuga o expansión. Estos tres movimientos son los movimientos de trabajos básicos de cualquier bruñidora.



Ilustración 90 Camisas en el taller de FEROTHER. Fuente: Trabajo de campo.

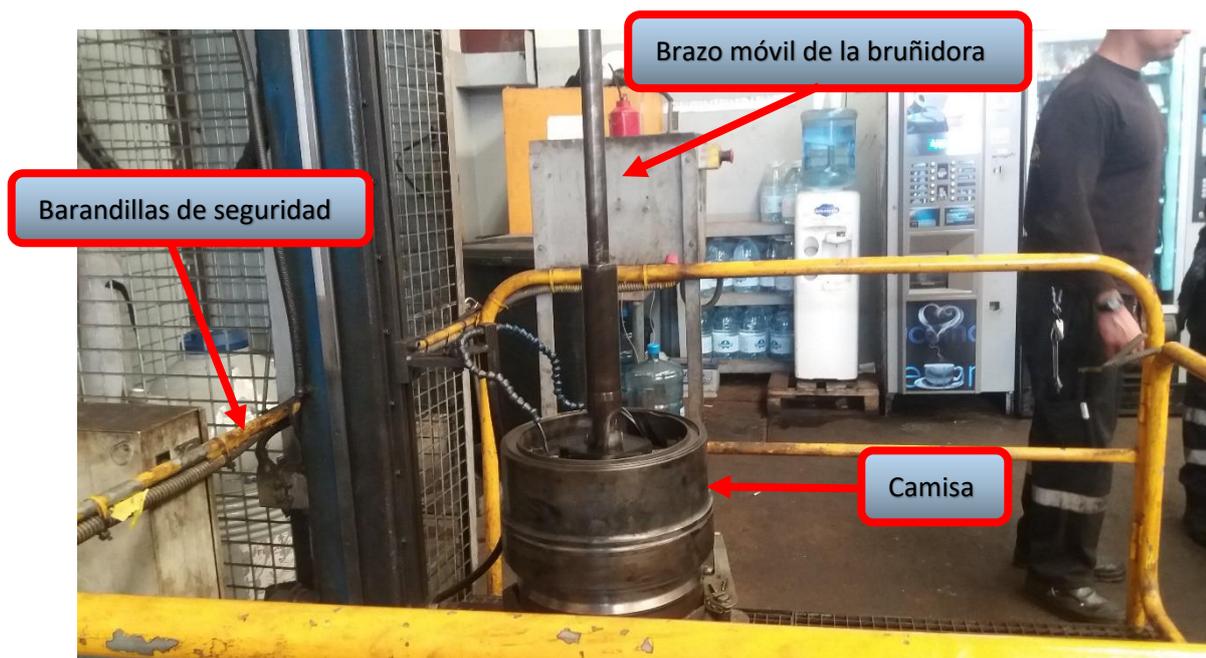


Ilustración 91 Camisa en la bruñidora. Fuente: Trabajo de campo.

Presentada la camisa bajo la herramienta de bruñido, este accesorio cortante rota en el interior de la camisa, a una velocidad relativamente baja, de 15 a 76 metros por minuto y definiendo un movimiento helicoidal que abrasa la superficie. La piedra de bruñido debe estar alineado con el eje axial, para que sea perfectamente céntrico, y asegurar la uniformidad el acabado en todas las zonas del diámetro interior. Durante este proceso las piedras de bruñido permanecen siempre en contacto con la superficie y el calor del proceso se disipa rápidamente.



Ilustración 92 Detalle bruñido. Fuente: Trabajo de campo.

Tras terminar el proceso de bruñido se aprecian en el interior de la camisa las marcas provocadas por el desbaste del material, y que son necesarias para mantener la lubricación en el cilindro. La ventaja para la lubricación radica en el hecho de que al resbalarse e introducirse en cada marca provocada por el bruñido, el lubricante avanza más lentamente por la superficie interior, al contrario de lo que haría si la superficie fuese totalmente lisa.

5.3.5. BOMBAS DE INYECCIÓN

La bomba de inyección es el elemento capaz de aplicar la presión precisa para bombear el combustible al cilindro a través del inyector.

5.3.5.1. *Esmerilado y mantenimiento de una bomba de inyección m32*

En este caso nos encontramos con una bomba MaK M32. El buque al que pertenece hace parada en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria y se envían al taller de Ferroher, para su mantenimiento y limpieza.

Lo primero es desmontar la totalidad de la bomba de inyección, para acceder y examinar todos sus elementos, además de limpiarlos cuidadosamente.

9.3.5.1.1. Desmontaje

Para proceder al desmontaje de la bomba se siguen las instrucciones del fabricante. Podemos diferenciar los siguientes pasos:

1. limpiar la superficie exterior de la bomba de inyección.
2. Retirar tornillos de rebote y renovarlos si es necesario.
3. Soltar los tornillos cilíndricos, retirando la placa y la brida.
4. Cargar axialmente el taqué en el tornillo de banco y retirar el anillo de retención. Abriendo lentamente el vástago, el resorte se liberará.
5. Extraer el platillo de pie de émbolo con taqué, resorte de taqué y émbolo de bomba, comprobando especialmente que el resorte no se encuentre en estado de corrosión.
6. Se extrae el casquillo regulador.
7. Retirar el anillo elástico de seguridad, los pernos y la varilla de regulación.
8. Desmontar los tornillos cilíndricos.
9. Se limpiarán todas las piezas con gasoil y cepillo duro. Soplar con aire a presión para secar. (véase apartado 9.5.4.1.2)
10. Cambiar todas las juntas tóricas (véase apartado 9.5.4.1.4. Recambio de Juntas)
11. Posteriormente se aprietan los tornillos cilíndricos (30) con un par de apriete de $M = 5 \text{ Nm}$

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

Durante este proceso el operario debe prestar especial atención al estado de los componentes y examinarlos de forma visual. Debe asegurarse que no se hayan producido estrías en la superficie de recorrido, además de cavitación o erosión en los cantos. En el caso de apreciar manchas oscuras en el émbolo, indica como posible causa la presencia de agua en el combustible.

No deben encontrarse golpes o deformaciones en la bomba de inyección, especialmente en los asientos. Observar el desgaste del resorte, que además deberá evaluarse en un banco de prueba posteriormente.



Ilustración 93 Herramientas y útiles empleados. Fuente: Trabajo de campo.

5.3.5.1.2 Limpieza

Las piezas se introducen en un baño de gasoil y con algunos útiles de limpieza se procede a retirar el hollín, grasa y aceite quemado y adherido al cuerpo de la bomba. Hay que tener especial cuidado en no golpear la pieza ni deformar el cuerpo, así como las roscas, además de prestar atención a cada detalle para no olvidar ninguna zona y provocar luego un mal montaje, o problemas de funcionamiento de la bomba de inyección. También hay que proteger la pieza del agua y otros agentes agresivos y corrosivos.



Ilustración 94 Cuerpo del inyector en el baño de gasoil. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez limpias las piezas y elementos que forman la bomba de inyección, se secan con aire comprimido y se colocan en la mesa de trabajo para examinarlas. Además debemos esmerilar las zonas críticas, donde es obligatorio que exista un contacto perfecto entre dos piezas.

5.3.5.1.3. Esmerilado

Podemos definir esmerilar, como un proceso de mecanizado, donde se busca pulir una superficie con ayuda de una sustancia abrasiva que se encuentra entre dos superficies metálicas, la mesa de esmerilar y la pieza sometida a este proceso. Antes de empezar, se aplica un poco de aceite a la mesa, y se reparte muy poco abrasivo por la superficie plana de la pieza. Moviendo la cabeza de la bomba de inyección, en forma de infinito en este caso, logramos, lenta y cuidadosamente, retirar el material necesario para que la superficie de unión sea perfectamente uniforme y recta con respecto a la mesa.



Ilustración 95 esmerilado del asiento. Fuente: Trabajo de campo.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

En la cabeza, alrededor de los orificios de la misma pueden apreciarse una serie de sombras, que, una vez desaparezcan, nos indicaran uniformidad.



Ilustración 96. Resultado del primer abrasivo. Fuente: Trabajo de campo.

Se comienza a esmerilar con un abrasivo y se termina con otros tipos. La diferencia de ellos es el grosor de las partículas que lo componen, y el grado de abrasión que provocan, siendo el orden de mayor a menor.



Ilustración 97 Abrasivo de grano fino.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 98 Abrasivo de grano grueso.

Fuente: Trabajo de campo

Una vez acabada esta operación, se limpia la superficie y se monta la pieza según las instrucciones del fabricante.

5.3.5.1.4. Recambio de Juntas

En el proceso de montaje, que será inverso al proceso de desmontaje, dependiendo de los elementos que compongan la bomba de inyección, deben sustituirse unas u otras juntas. Para empezar se seleccionan las juntas que se van a cambiar en la misma. Estas se encuentran en un paquete enviado directamente desde la casa de MAK, fabricante de la bomba, acompañada de su documentación.



Ilustración 99 Paquete de tóricas recibido desde el fabricante MAK: Fuente: Trabajo de campo.

Se entiende por junta tórica, una junta de forma toroidal, generalmente de goma (y en este caso), cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos. Puesto que van a instalarse en una bomba de inyección, el fluido que intentamos aislar será el combustible. Una junta radial como veremos en la imagen, es estructuralmente parecida o igual, y tiene la función de un retén, sellar y evitar fugas.

Las juntas vienen enumeradas, y en un documento, podremos diferenciar qué número pertenece a qué junta y en cual lugar se posiciona a lo largo del cuerpo de la bomba de inyección.

EXPERIENCIAS EN REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO SOBRE EL EJE PROPULSOR DE UN BUQUE. EJEMPLOS: REDUCTORA, EMBRAGUE, MOTOR PRINCIPAL

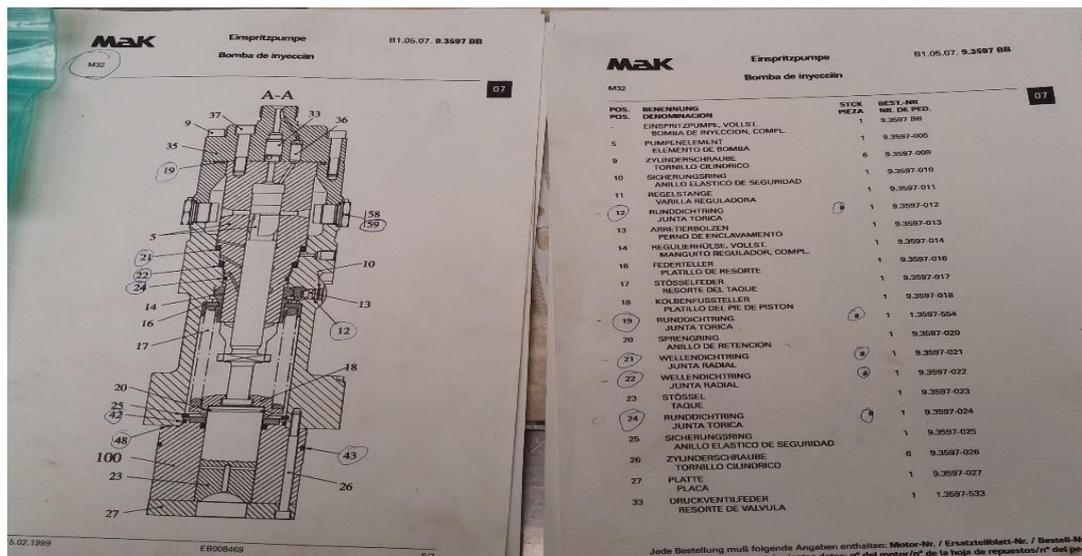


Ilustración 100 Manual de la bomba de inyección MAK. Fuente: Trabajo de campo.

Las juntas destacadas con una circunferencia son las que vemos a continuación y que anteriormente han sido seleccionadas entre otras halladas en el paquete recibido.



Ilustración 101 Tóricas empacadas. Fuente: Trabajo de campo.

Antes de colocarlas y con el fin de facilitar su introducción, se les aplica con vaselina.

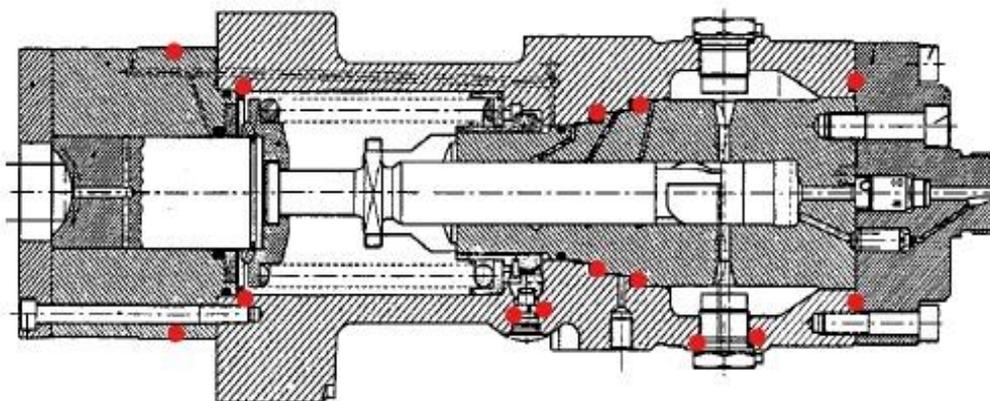


Ilustración 102 Ubicación de las tóricas repuestas. Fuente: [19].

En rojo se indica la localización, en vista transversal de las tóricas que han sido reemplazadas. Como detalle, se puede destacar la posibilidad de juntas que no aparezcan en el esquema, estas, son las que estarán entre la bomba de inyección y la unión al motor, y se empaquetarán junto con la bomba para enviarla al buque que corresponda.

5.3.5.2. Prueba en el banco de inyección

Para comprobar la presión a la que abre, o empieza a inyectar la bomba, se utiliza una máquina FPT. Esta máquina revela el estado de desgaste de la bomba, no sólo a través de los datos monitorizados si no que simula la inyección en un cilindro transparente por lo que permite ver y oír la inyección.

Se empieza a aplicar presión a través del monitor, y cuando el muelle es interno es vencido se inicia la inyección.

El combustible penetra en la bomba de combustible, la arista superior del embolo obtura el orificio de entrada del combustible, el embolo impulsa el combustible hacia el inyector y la arista helicoidal descubre la lumbrera de descarga.

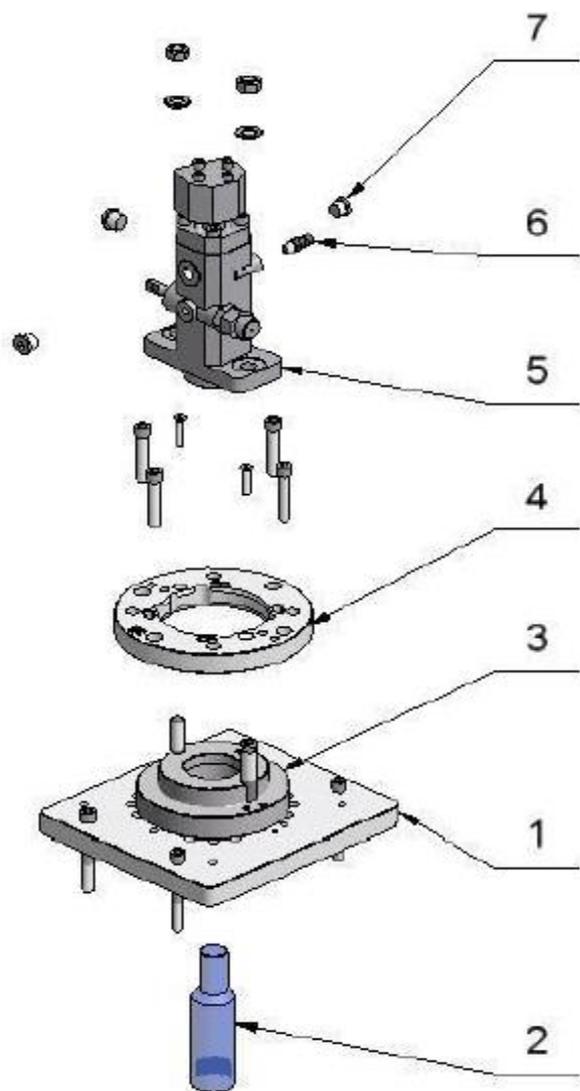
Se regula la contratuerca, de tal forma que en el momento de montarla, en el mismo instante que toque el muelle del interior, se apretará a dos vueltas como norma general. Dependiendo de a que presión se abra el inyector sabremos si debemos añadir o reducir las vueltas al mismo.

Nota: al apretar mal la bomba a la maquina pueden producirse pérdidas y el combustible se pulveriza por fuera.

- ***Presentación de la bomba de inyección en la máquina de pruebas***

Se presenta la bomba de inyección en el FPT ajustando los tapones y juntas. Además el suministro de aire debe tener una presión de entre 9,9 y 7,1 bar. Una vez comprobado esto se conecta el tubo a la bomba.

Se inicia la máquina y el programa IOP Marine Fuel Pump Tester FPT-1 y seleccionamos la fórmula de la bomba de combustible a la que vamos a hacer la prueba, introduciendo también sus datos en la máquina, donde quedarán registrados.



1. Accesorio para la mesa de combustible (fijado a la mesa)
2. Distancia del émbolo (no es necesario para todas las bombas)
3. Placa intermedia
4. Accesorio
5. Bomba de combustible.
6. Acoplamiento para la entrada de aire.
7. Tapones de cierre

Ilustración 103 Montaje en la máquina FPT. Fuente: [18]

- Prueba de sellado

Lo primero es la prueba de sellado, que pone a prueba la estanqueidad de la válvula de retorno de la bomba y las juntas, que nos indicará con la palabra FAIL en caso de fuga, y la prueba no será superada.

En caso contrario, se procede a ajustar el disco divisor a cero, y se retira la válvula de retorno de la bomba para que el aire pase en el momento de la prueba o simulación (esta prueba se hace sin algunos elementos interiores que no interfieren en el mecanismo).

- Prueba de inyección

Superada la prueba anterior, se empieza a aplicar presión mediante la primera llave a la izquierda de la máquina. A medida que aumenta la presión, observamos la apertura del inyector al alcanzar los 300 bar.

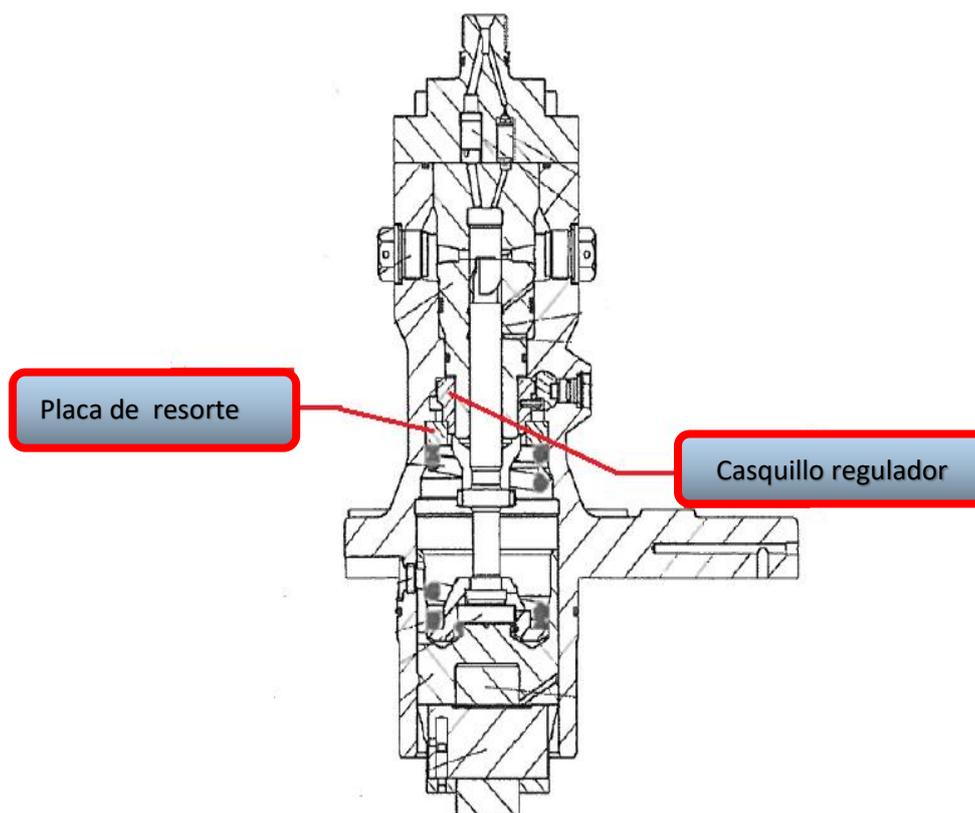


Ilustración 104 Esquema Bomba de inyección. Fuente: [19]

Sin embargo, el objetivo es que la inyección a los 450 bar, que es la presión necesaria para una buena pulverización en este modelo de bombas, y la recomendada por el fabricante. Esto significa que el muelle debe estar más contraído para que ofrezca más resistencia, por lo tanto, se da otra vuelta a la contratuerca. El émbolo de la bomba es accionado en la carrera de compresión por un camón y en la carrera de aspiración por el muelle del émbolo.

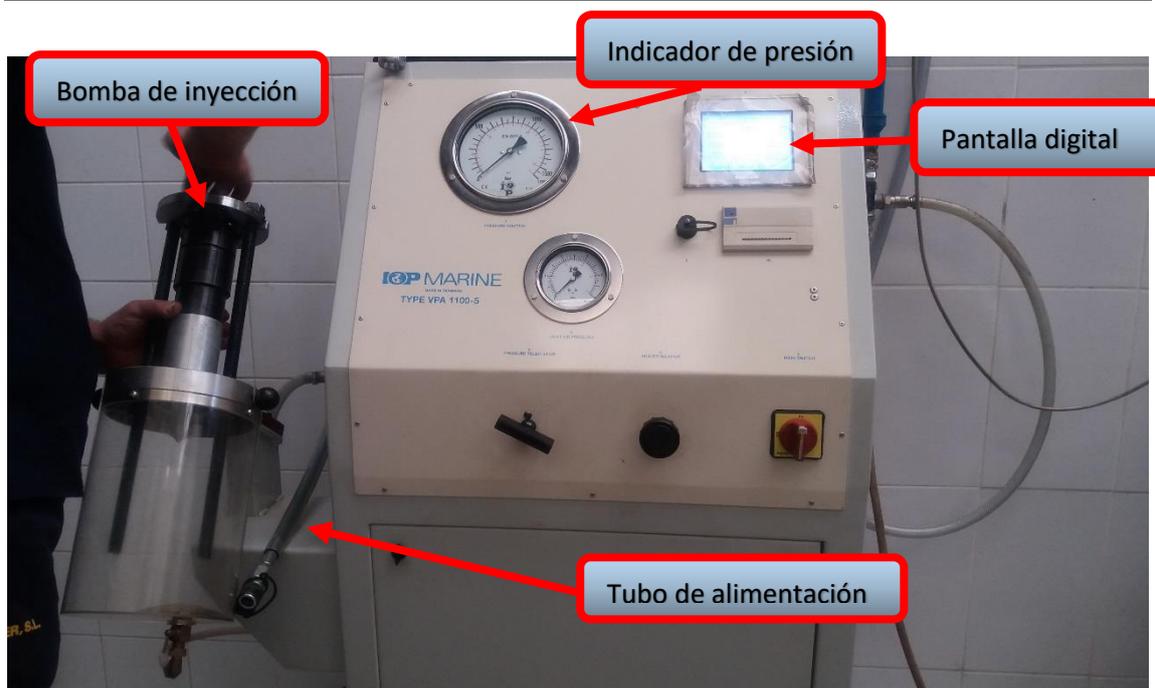


Ilustración 105 Colocación de la bomba en la máquina FPT. Fuente: Trabajo de campo.

En ocasiones dos bombas exactamente iguales, que deben abrir a la misma presión, y en principio, con la mismas vueltas de contratuerca o casquillo regulador, llevaran un ajuste de la misma distinto, ya que varía según sea el grado de desgaste tenga el muelle, por eso esta comprobación ayuda a ajustar el elemento a la realidad.

Para aumentar la presión del muelle con el casquillo regulador debe llevarse hasta el banco de trabajo, y desmontar las piezas necesarias para el fácil acceso al elemento en cuestión, lo cual dependerá del tipo de bomba.

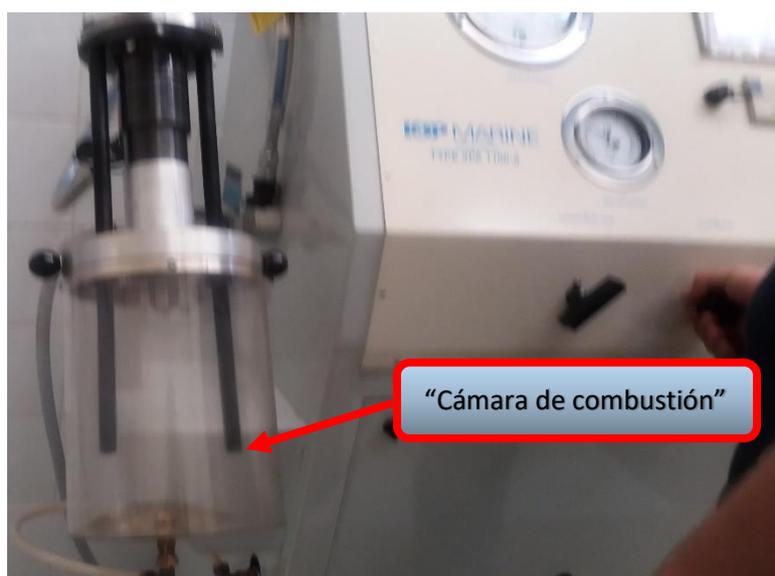


Ilustración 106 Aplicación de presión a través de la máquina FPT. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez dada la vuelta de más a la contratuerca se vuelve a instalar la bomba de inyección a la máquina de comprobación. Entonces se verifica que la bomba actúa a 530 bar, lo que indica que el muelle sufre demasiada tensión y la presión es demasiado alta. Reajustamos quitando media vuelta.



Ilustración 107 Momento del inicio de la inyección. Fuente: Trabajo de campo.

Finalmente la bomba empieza la inyección a la presión indicada por el fabricante, 450 bar. En ese momento podemos dar por superada la prueba y extraemos la bomba de inyección de la máquina para terminar de montar los elementos restantes. Hecho esto, la bomba de inyección en su conjunto se empaqueta para ser enviada al buque.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

En este apartado finalizamos el contenido de este Trabajo de Fin de Grado con las siguientes conclusiones:

- Hemos podido apreciar el papel que desempeñan los astilleros alrededor del mundo y en particular el astillero de Las Palmas de Gran Canaria, que mantiene, abastece y repara buques procedentes de todos los continentes. Gracias a su geografía resulta un puerto transitado y vivo, además de ser un punto de apoyo económico de la isla y del Archipiélago.
- Apreciamos la importancia del mantenimiento de todos los elementos del motor, incluyendo dentro de este, el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Gracias a emplear eficazmente este proceso, podemos alargar la vida útil de la máquina así como proporcionar una mayor seguridad en general. Así mismo se debe procurar aplicar la precisión en los trabajos mecánicos y en la medida de lo posible, seguir los manuales de los elementos y máquinas con los que trabajemos.
- Por otra parte podemos destacar el hecho de que los profesionales marinos no sólo debemos adquirir conocimientos sino además saber emplearlos para solventar problemas y hallar soluciones lo más ágilmente posible, frente a las averías que nos puedan surgir, especialmente en caso de urgencia.
- Para mantener todas las instalaciones marinas e industriales, resulta clave la existencia de talleres, máquinas, máquinas herramientas y equipos modernos capaces de ayudarnos a prevenir, reparar, fabricar e incluso revelar averías, así como profesionales especializados y formados en su uso.

VII. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.canaryislandsconnection.com/wp-content/uploads/2014/12/canaryislands2011016aqu.jpg>
- [2] www.palmasport.es
- [3] http://www.palmasport.es/image/layout_set_logo?img_id=11214&t=1499659458272
- [4] <http://www.prevencionfremap.es/blog/wp-content/uploads/2015/01/Epis.png>
- [5]
- http://palmasport.es/documents/11157/551457/09.2+-RESUMEN+PEI+LAS+PALMAS.pdf/67c65186-21f2-41d7-b4a6-7734dc386bf2?version=1.0&redirect=http%3A%2F%2Fpalmasport.es%2Fweb%2Fguest%2Fpromocion-interna%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_SnnABkKQvn54%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3D_118_INSTANCE_jcZEC6QHAVxf_column-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2
- [6] <http://www.zamakonayards.com/empresas/astillero-repnaval/>
- [7] <http://www.astican.es/index.asp>
- [8]
- <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1210/Astilleros%20de%20reparacion.pdf?sequence=1>
- [9]
- http://www.canaryislandssuppliers.com/media/k2/items/cache/fc34f61d23b74be53ee07d469bd32064_L.jpg
- [10] <http://www.feroher.com/index.php/es/instalaciones>
- [11] Manual reductora Renk ASL 65
- [12] Memoria de prácticas obligatorias profesionales por Érika Gómez
- [13] Manual embrague Lothman
- [14] Manual MAN

[15] <https://es.scribd.com/doc/106965819/flexion-del-ciguenal>

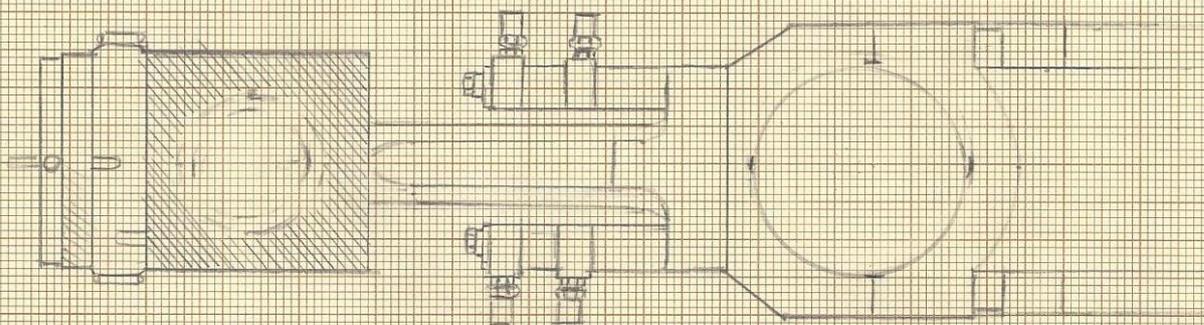
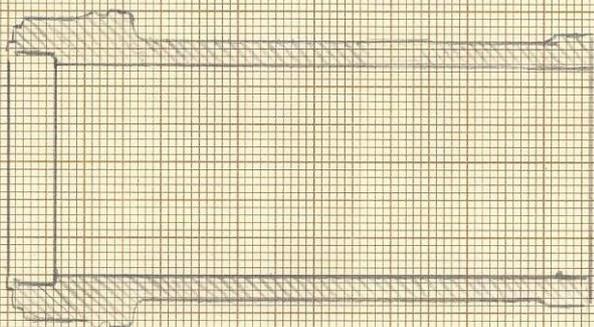
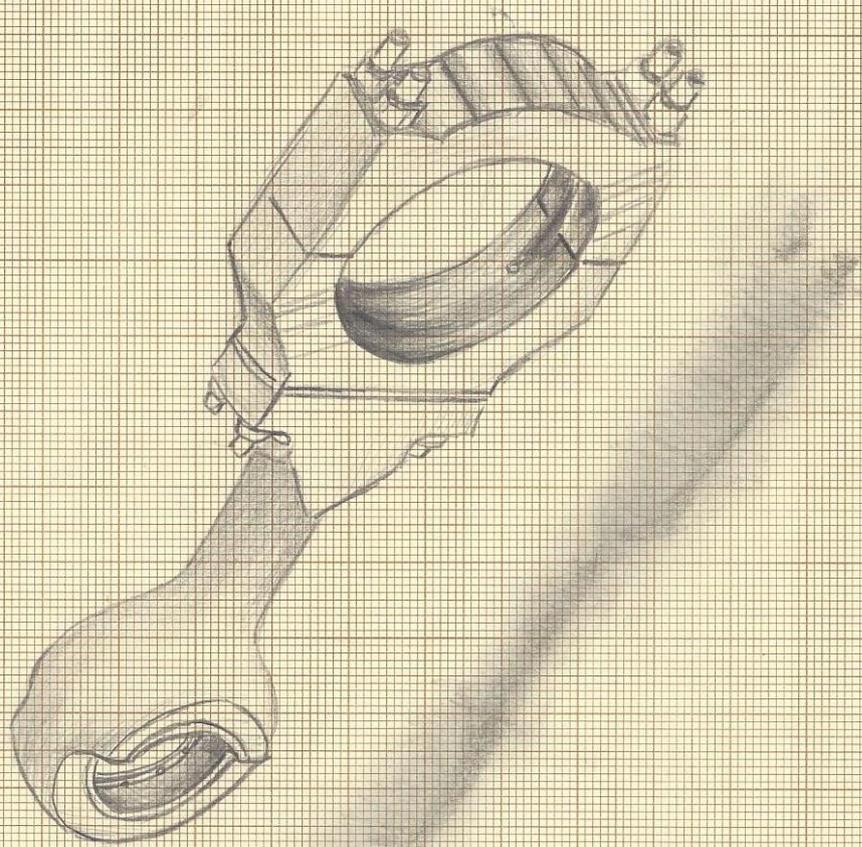
[16] Manual Wärtsilla

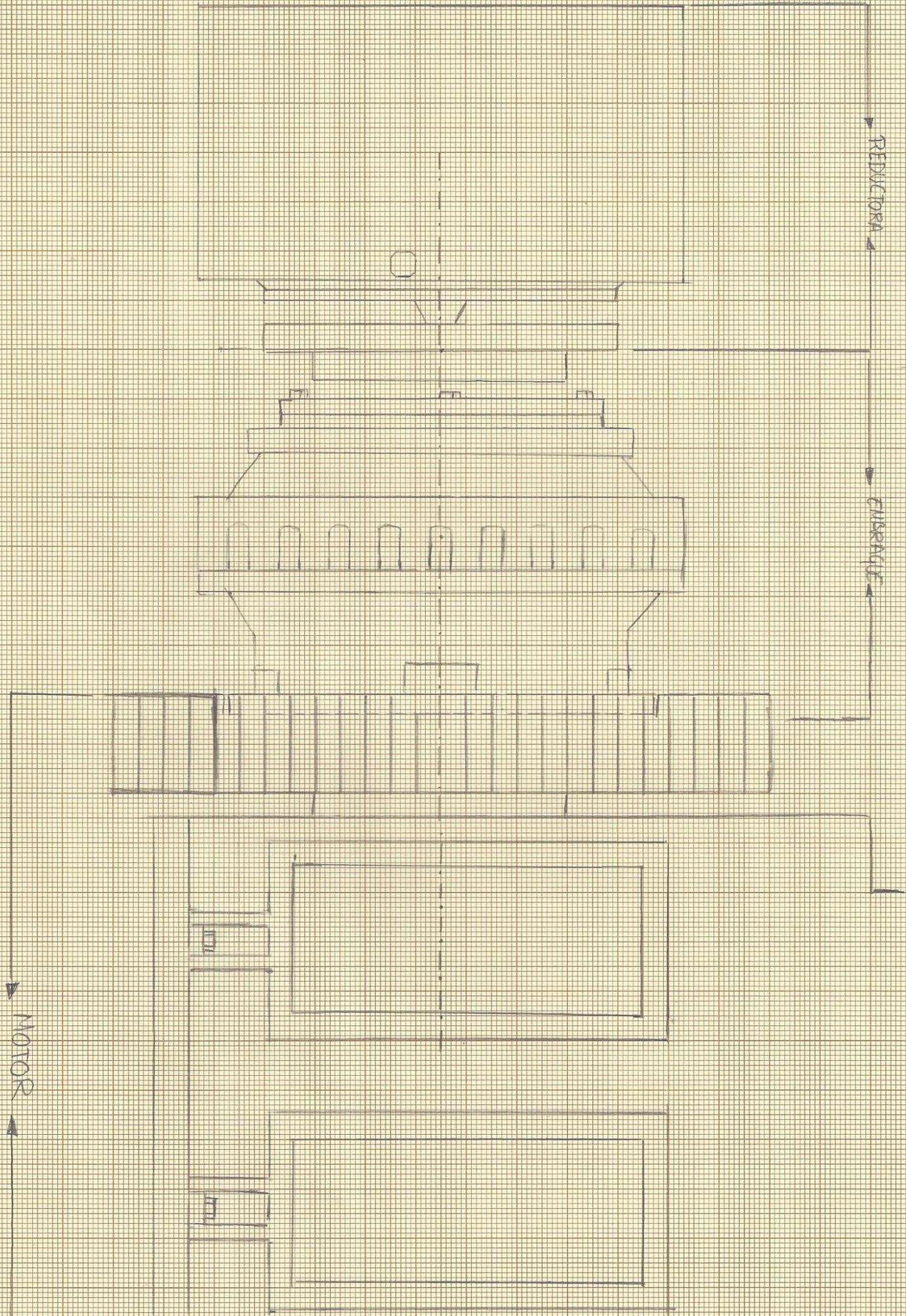
[17] Elaboración propia

[18] Manual Máquina FPT

[19] Manual MAK M32

VIII. ANEXOS

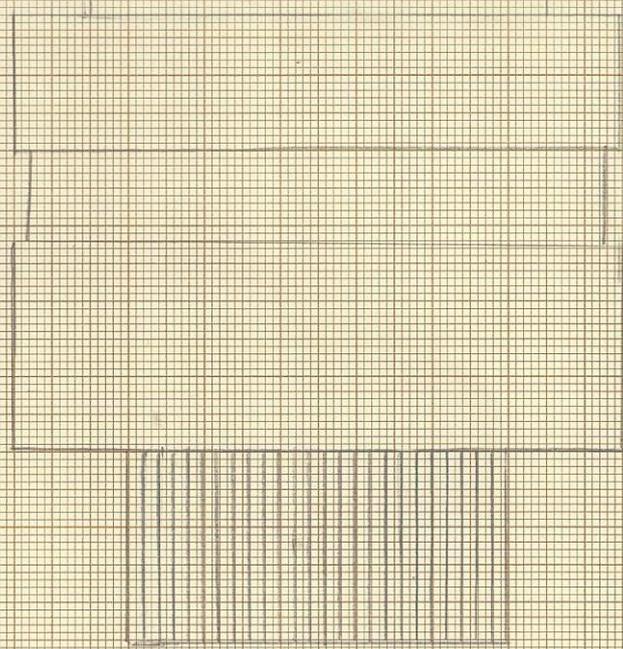
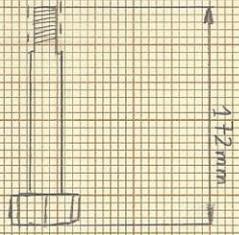
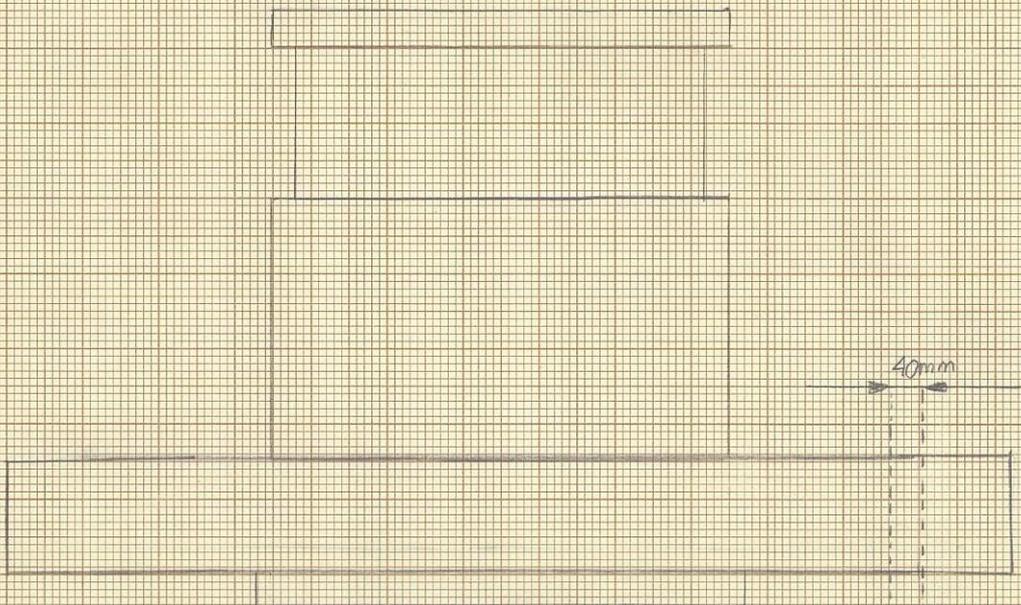
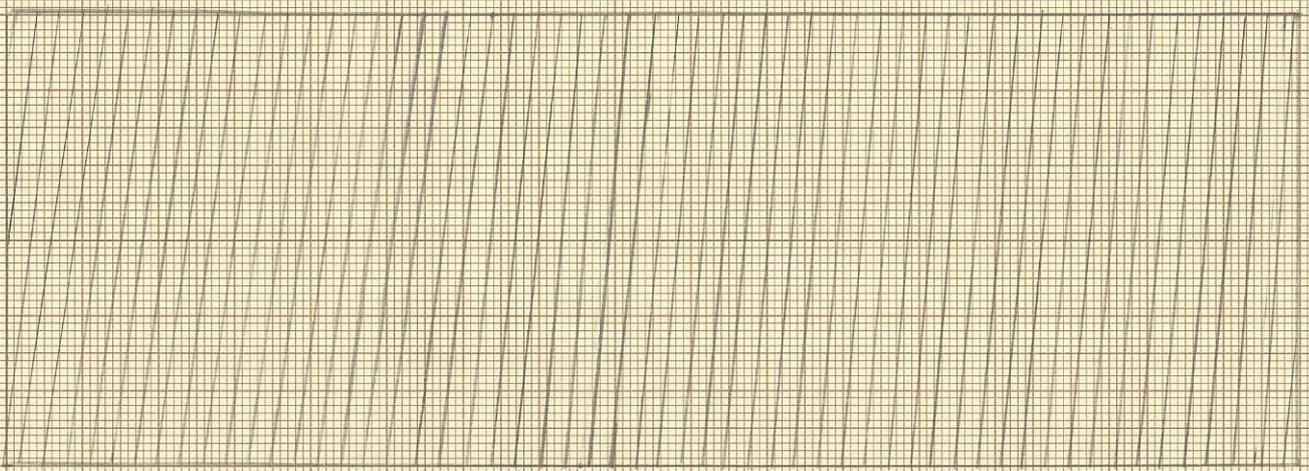


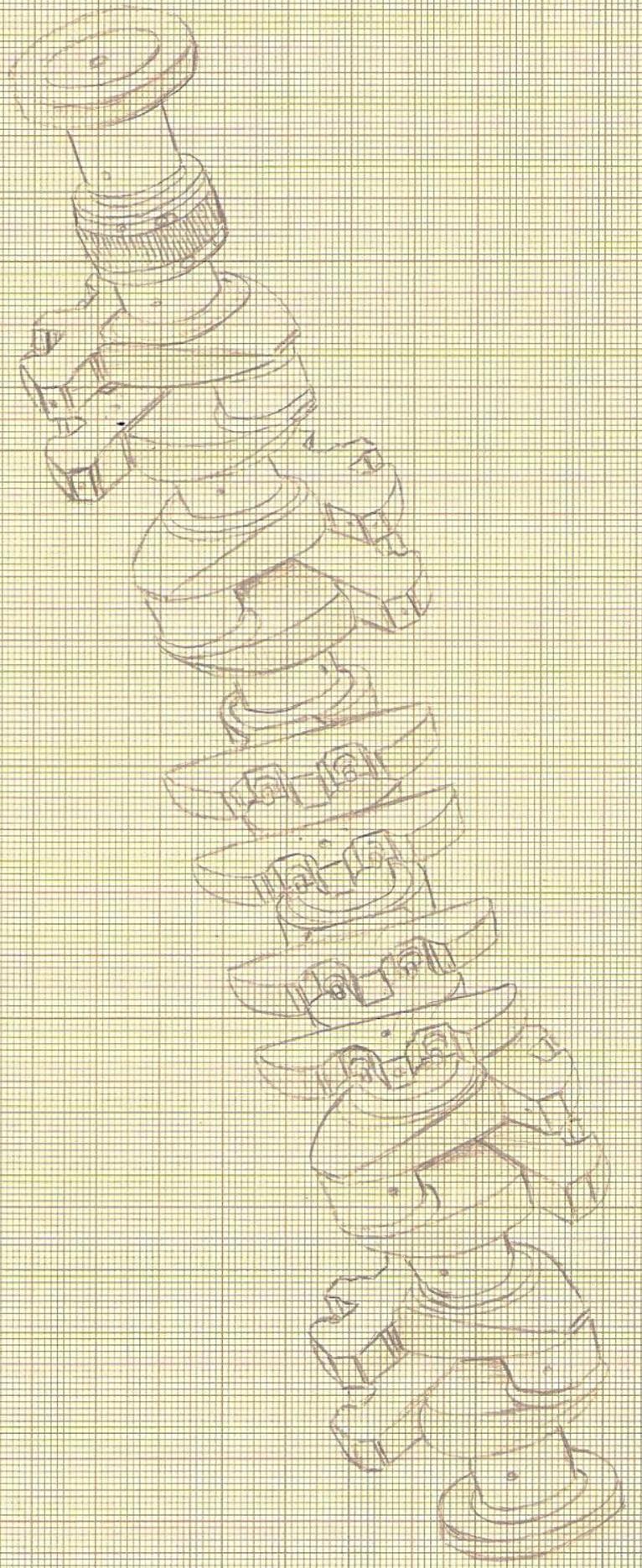


REDUCTORA

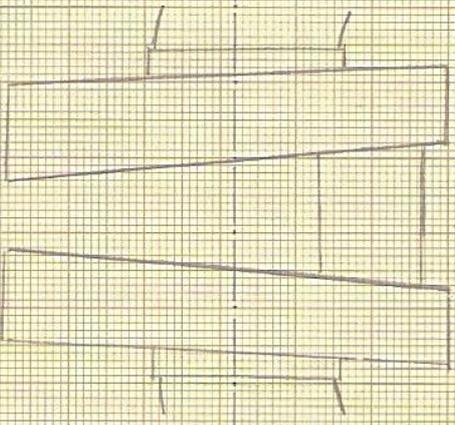
CUBREAJE

MOTOR





FUERA DE TOLERANCIA



NORMAL

