

# Trabajo de Fin de Grado

Curso 2019-2020

# REMOLQUE EN LA MAR

**Grado en Náutica y Transporte Marítimo**

**Alumno:** Arturo Bruce Medina  
**Tutor:** Antonio C. Bermejo Díaz  
**Fecha:** Septiembre 2020



# Índice

Índice de Imágenes.....	6
Glosario.....	10
Acrónimos.....	12
Introducción.....	13
1. Remolcadores .....	15
1.1. ¿Qué es un remolcador? .....	15
1.2. Breve Historia del Remolcador. ....	16
1.3. Equipamiento d los Remolcadores.....	17
1.3.1. Chigre.....	17
1.3.2. Cabrestante.....	18
1.3.3. Gancho de Remolque.....	18
1.3.4. Bita.....	19
1.3.5. Cabo de Remolque.....	20
1.3.6. Alambre de Remolque.....	21
1.3.7. Estibador.....	21
1.3.8. Trapa.....	22
1.3.9. Grilletes.....	23
1.3.10. Triángulo de Remolque.....	24
1.3.11. Luces y señales de Navegación.....	24
1.3.12. Cintón o defensas.....	27
1.3.13. Alumbrado de Cubierta.....	27
1.3.14. Equipo Contraincendios.....	28
1.3.15. Tripulación.....	30
1.4. Características de un Remolcador.....	30
1.4.1. Tracción a punto fijo o Bollard-Pull.....	31
1.4.2. Estabilidad.....	32
1.4.3. Maniobrabilidad.....	33
1.4.3.1. Propulsores Azimutales.....	34
1.4.3.2. Propulsores Voith-Schneider.....	35
1.4.4. Potencia.....	38
2. Clasificación de los Remolcadores.....	42
2.1 Clasificación según tipo y misión.....	42

2.1.1. Remolcador de Puerto.....	42
2.1.2. Remolcador Compacto C-Class.....	43
2.1.3. Remolcador de Puerto H-Class.....	44
2.1.4. Remolcador de Puerto y Altura T-Class.....	44
2.1.5. Remolcador de Altura.....	46
2.1.5.1. Remolcadores Costeros y Off-Shore.....	46
2.1.5.2. Remolcadores de Salvamento.....	47
2.1.6. Remolcador Lucha contra la Contaminación.....	48
2.1.7. Remolcador de Escolta.....	48
2.1.8. Remolcador Push-Boat.....	50
2.1.9. Remolcador Giano Tug.....	51
2.2. Clasificación según tipo de Propulsión.....	52
2.2.1. Remolcadores Convencionales.....	52
2.2.2. Remolcador Convencional de hélice de paso fijo.....	52
2.2.3. Remolcador Convencional de hélice de paso variable.....	53
2.2.4. Remolcador Convencional con tobera tipo Kort.....	53
2.2.5. Remolcador Convencional Tow-Master.....	54
2.2.6. Remolcador Combi-Tug.....	55
2.2.7. Remolcador ASD (Azimuthal Stern Drive).....	56
2.2.8. Remolcador tipo Rotor Tug.....	57
2.2.9. Remolcador Tractor.....	58
2.2.10. Remolcador Voith-Schneider.....	59
2.2.11. Remolcador Tipo ATT.....	60
2.2.12. Remolcador Z-Tech.....	61
2.2.13. Remolcador tipo RAVE.....	62
3. El Remolque.....	63
3.1. Preparativos para los Remolques.....	63
3.1.1. Estructura y Cubierta.....	64
3.1.2. Consumo.....	64
3.1.3. Lastrado.....	65
3.1.4. Acoplamiento.....	67
3.1.5. Tren de Remolque.....	67
3.1.6. Piés de Gallo.....	68
3.1.7. Pendant, Estacha o Cabo Intermedio.....	69

3.1.8. Remolque de Fortuna.....	70
3.1.9. Protector para el Rozamiento.....	70
3.2. Longitud de Remolque.....	71
3.3. Catenaria del Remolque.....	72
3.4. Peligros en el Remolque.....	75
3.4.1. Tumbado o Girding.....	75
3.4.2. Fallo en Tren de Remolque.....	77
3.4.3. Buque Remolcado dominando al remolcador.....	78
3.4.4. Avería en la máquina.....	79
3.4.5. Guiñada.....	79
3.4.6. Coger Cabo o Alambre con la hélice. ....	83
3.4.7. Incendio a bordo del Remolcado o Remolcador.....	83
3.4.8. Colisiones.....	84
3.4.9. Mareas y Corrientes.....	85
3.4.10. Otras Embarcaciones.....	86
4. Maniobras Portuarias.....	87
4.1. Partes que intervienen en el Remolque Portuario.....	88
4.1.1. Autoridades Portuarias.....	88
4.1.2. Prácticos.....	89
4.1.3. Armadores de Buques o sus Agentes.....	90
4.1.4. Armadores de Remolcadores.....	90
4.2. Disposición del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.....	92
4.3. Maniobra.....	94
4.3.1. Tiro Directo.....	98
4.3.2. Tiro Indirecto.....	98
4.4. Consideraciones a tener en cuenta en la maniobra.....	102
4.5. Maniobras en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.....	107
5. Aspectos Jurídicos del Remolque.....	120
5.1. Remolque-transporte y transporte de carga en los artefactos remolcados.....	126
5.2. Obligaciones del Armador del Remolcador.....	127
Conclusiones.....	130
Conclusions.....	131
Bibliografía.....	132

# Índice de Imágenes

Imagen 1: Puerto de Rotterdam

Imagen 2: Disposición de popa V.B. Tenerife

Imagen 3: Gancho V.B. Tenerife

Imagen 4: Gancho Remolcador Convencional

Imagen 5: Bitas

Imagen 6: Cabo de Remolque Remolcador Convencional

Imagen 7: Chigre y Estibador de popa V.B. Tenerife

Imagen 8: Trapa de Cadena

Imagen 9: Trapa en cubierta y popa V.B. Canarias

Imagen 10: Grilletes

Imagen 11: Triángulo de Remolque

Imagen 12: Luces de navegación y remolque

Imagen 13: Luces de navegación y remolque

Imagen 14: Señal Bicónica de Remolque

Imagen 15: Luces Maniobra Restringida

Imagen 16: Sistema Contraincendios V.B. Canarias

Imagen 17: Bollard-Pull Test

Imagen 18: Brazo Adrizante escora Remolcador

Imagen 19: Propulsores Azimutales

Imagen 20: Propulsión Cicloidal

Imagen 21: Variación de ángulo de ataque de las palas

Imagen 22: Remolcador de Puerto Compacto C-Class

Imagen 23: Remolcador de puerto H-Class

Imagen 24: Remolcador de Puerto y Altura T- Class V.B. Canarias

Imagen 25: Remolcador de Altura Off-Shore

Imagen 26: Remolcador de Salvamento

Imagen 27: Remolcadores Lucha contra Contaminación

Imagen 28: Remolcador de Escolta - Tiro Indirecto

Imagen 29: Remolcador Push-Boat

Imagen 30: Remolcador Push-Boat

Imagen 31: Remolcador Giano Tug

Imagen 32: Remolcador Giano Tug  
Imagen 33: Ilustración comparativa de flujo con tobera y sin tobera  
Imagen 34: Hélice montada en Tobera tipo Kort  
Imagen 35: Remolcador Convencional Tow Master  
Imagen 36: Combi Tug  
Imagen 37: Remolcador ASD V.B. Canarias  
Imagen 38: Rotor Tug  
Imagen 39: Ilustración de Remolcador Tractor  
Imagen 40: Remolcador Tractor  
Imagen 41: Remolcador con propulsores Voith-Schneider  
Imagen 42: Ilustración Remolcador Tipo ATT  
Imagen 43: Remolcador Z-Tech  
Imagen 44: Remolcador RAVE  
Imagen 45: Material de Remolque Estibado  
Imagen 46: Material de Remolque Estibado  
Imagen 47: Pies de Gallo de Cadena  
Imagen 48: Pies de Gallo de Cadena  
Imagen 49: Pendant o estacha Intermedia  
Imagen 50: Protector Cable Remolque  
Imagen 51: Catenaria del Cable de Remolque  
Imagen 52: Flecha de la Catenaria  
Imagen 53: Diferentes circunstancias de Catenaria  
Imagen 54: Situación de Tumbado o Girding  
Imagen 55: Situación de Girding  
Imagen 56: Bitones Tope para el Cable de Remolque  
Imagen 57: Remolcado en situación de Guiñada  
Imagen 58: Velero cruzando entre Remolcador y Remolcado  
Imagen 59: Dársena de Anaga y Bufadero  
Imagen 60: Muelle de Hondura, Duques de Alba y muelle Los Llanos  
Imagen 61: Dársena Pesquera  
Imagen 62: Muelle de Granadilla  
Imagen 63: Buque virando cabo de remolque  
Imagen 64: Radio de Maniobra remolcador  
Imagen 65: Maniobra Reviro "A la Europea"

Imagen 66: Maniobra de Desatraque "A la Europea"  
Imagen 67: Maniobra de Desatraque "A la Europea"  
Imagen 68: Maniobra de Desatraque "A la Europea"  
Imagen 69: Maniobra de Desatraque "A la Europea"  
Imagen 70: Tiro Directo  
Imagen 71: Tiro Indirecto  
Imagen 72: Maniobra de Carnero o "A la Americana"  
Imagen 73: V.B. Tenerife empujando de Carnero al buque Beatriz B  
Imagen 74: V.B. Tenerife empujando de Carnero al buque Beatriz B  
Imagen 75: Remolcadores maniobrando al Buque  
Imagen 76: Maniobra Abarloado  
Imagen 77: Aletas poco idóneas para que el remolcador trabaje con seguridad  
Imagen 78: Aletas poco idóneas para que el remolcador trabaje con seguridad  
Imagen 79: Remolcador con maniobra limitada respecto al Buque a asistir  
Imagen 80: Remolcador con maniobra limitada respecto al Buque a asistir  
Imagen 81: Remolcador con maniobra limitada respecto al Buque a asistir  
Imagen 82: Aguaje del Remolcador  
Imagen 83: Aguaje del Remolcador  
Imagen 84: Efectos por diferencias de Presión  
Imagen 85: Puntero de Alambre  
Imagen 86: Puntero de Alambre Imagen 87: Buques Portacontenedores  
Imagen 88: Buques Portacontenedores  
Imagen 89: Atraque Buque Portacontenedores  
Imagen 90: Buques Quimiqueros  
Imagen 91: Buques Quimiqueros  
Imagen 92: Maniobra Campo de Boyas  
Imagen 93: Maniobra Campo de Boyas  
Imagen 94: Buque Petrolero en Campo de Boyas  
Imagen 95: Buque Petrolero en Campo de Boyas  
Imagen 96: Buque Petrolero en Campo de Boyas  
Imagen 97: Maniobras con Cajones  
Imagen 98: Maniobras con Cajones  
Imagen 99: Maniobras con Cajones  
Imagen 100: Posicionamiento Cajones



Imagen 101: Posicionamiento Cajones  
Imagen 102: Posicionamiento Cajones  
Imagen 103: Posicionamiento Cajones  
Imagen 104: Maniobra con Pontonas  
Imagen 105: Maniobra con Pontonas  
Imagen 106: Maniobra con Pontonas  
Imagen 107: Maniobra con Pontonas  
Imagen 108: Maniobra con Pontonas  
Imagen 109: Maniobra con Pontonas  
Imagen 110: Maniobra con Plataformas  
Imagen 111: Maniobra con Plataformas  
Imagen 112: Maniobra con Plataformas  
Imagen 113: Maniobra con Plataformas  
Imagen 114: Maniobra con Plataformas  
Imagen 115: Maniobra con Perforadores  
Imagen 116: Maniobra con Perforadores  
Imagen 117: Maniobra con Buque Establo o “Livestock”  
Imagen 118: Maniobra con Barcaza suministrando Plataforma en fondeo  
Imagen 119: Maniobra con Buque Averiado  
Imagen 120: Maniobra con Buque Averiado  
Imagen 121: Maniobra con Pontona Tolva Flotante  
Imagen 122: Maniobra con Pontona Tolva Flotante  
Imagen 123: Maniobra con Buque a Vela  
Imagen 124: Maniobra con Buque a Vela

## Glosario:

- Remolque marítimo: En Derecho Marítimo se considera como tal, la operación por la que un buque transporta mediante su arrastre por el mar, a otro buque o aparato flotante que carece de autopropulsión, o que poseyéndola no está en condiciones de navegar por sus propios medios.
- Buque remolcador: Buque que en la operativa de remolque ejerce de propulsor con sus propios medios.
- Buque remolcado: Buque que en la operativa de remolque está a disposición del buque remolcador.
- Tren de remolque: Conjunto de elementos que unen el buque remolcador con el buque remolcado durante la operativa de remolque.
- Arqueo bruto GT: “Gross Tonnage”, es el modo de medir el tamaño de los buques a partir de su volumetría.
- Administración Marítima: Sin tener en cuenta las competencias atribuidas a las Comunidades Autónomas, nos referiremos a la Dirección General de la Marina Mercante (D.G.M.M.), la cual depende del Ministerio de Fomento, y que según la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (Ley 27/1992 del 24.12) y posteriores modificaciones, tiene la competencia en la ordenación y control del Tráfico Marítimo, incluyendo las operativas de remolque marítimo.
- Estudio Técnico de Remolque: Estudio elaborado por un Técnico Marítimo en el que se recoge y calcula una operativa de remolque marítimo entre dos buques, en el que uno de ellos carece de propulsión y gobierno.
- Tracción a punto fijo (Bollard Pull): Es la medida de la cantidad de fuerza que un buque remolcador es capaz de aplicar en un trabajo de remolque en determinadas condiciones.

- Balizamiento: Marcas que señalan la entrada/salida de los Puertos para ayudar en la navegación.
  
- Calado de un buque: Profundidad que alcanza en el agua la parte sumergida de un buque.
  
- Eslora de un buque: Distancia desde la proa hasta la popa. Hay diversas medidas dependiendo si se mide en la flotación, entre perpendiculares o la eslora total.
  
- Manga de un buque: Distancia entre ambas bandas medida en la parte más ancha.
  
- Puntal de un buque: Es la altura del buque.
  
- Propulsor azimutal: Sistema de propulsión que puede girar sobre sí mismo 360°, haciendo de esta manera innecesaria la existencia de timón.
  
- Armador: Propietario de un buque.
  
- Puertos de cabotaje: Navegación entre dos puertos situados en territorio nacional.
  
- Practicaje: Servicio regulado por la Autoridad Portuaria de cada Puerto que presta ayuda en la navegación a los buques mercantes para la entrada/salida de puerto. Dicho servicio es realizado por un Capitán de la Marina Mercante.

## Acrónimos

- DGMM: Dirección General de la Marina Mercante
- OMI.: Organización Marítima Internacional
- ULCC: Ultra Large Crude Carrier
- VLCC: Very Large Crude Carrier
- LNG: Liquefied Natural Gas
- LPG: Liquefied Petroleum Gas
- SASEMAR: Salvamento y Seguridad Marítima
- mm.: Milímetros
- m.: Metros
- Fi-Fi: Fire Fighting
- DNV: Det Norske Veritas
- RINA: Registro Italiano Navale
- BV: Bureau Veritas
- ABS: American Bureau of Shipping
- GL: Germanischer Lloyd
- LR: Lloyd's Register
- AHTS: Anchor Handling Tug Supply
- CV: Caballos de Potencia
- ASD: Azimuthal Stern Drive
- RIPA: Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes

## Introducción

El sector marítimo ha ido creciendo y evolucionando de una manera exponencial en las últimas décadas, dando lugar a buques de grandes esloras y puertos con dársenas y muelles cada vez más confinados y congestionados. Como consecuencia, la figura del remolcador se hace de especial relevancia para garantizar una operativa de los puertos con plena eficacia y seguridad.

El objetivo es que el lector comprenda cual es la figura del remolcador, las tareas que desempeña, y la importancia de sus servicios en el ámbito marítimo. Para ello, en este Trabajo de Final de Grado se pretende hacer un estudio general del Remolque en la Mar, focalizando en la figura del Remolcador, su equipamiento y características, maniobras portuarias y remolque de Altura. De igual manera se tratarán aspectos importantes como la seguridad, los peligros durante la maniobra y el remolque, consideraciones importantes a tener en cuenta durante las maniobras portuarias y en el remolque de altura, así como alguno de los aspectos jurídicos más relevantes del Remolque.

## Abstract

The maritime sector has been growing and evolving exponentially in last decades, giving place to bigger ships of larger lengths and ports with increasingly confined and congested docks and piers. As a consequence, the figure of the tugboat has become of special relevance to guarantee a port operation with full efficiency and safety.

The objective is the reader understand which the figure of the tugboat is, the tasks it performs, and the importance of its services in the maritime field. To do this, in this Final Degree Project it is intended to make a general study of the Towing at Sea, focusing on the figure of the Tugboat, its equipment and characteristics, port maneuvers and towing. In the same way, important aspects such as safety, hazards during maneuvering and towing, important considerations to take aware during port maneuvers and towing, as well as some of the most relevant legal aspects of towing will be discussed.

## **1. Remolcadores**

### **1.1. ¿Qué es un Remolcador?**

Cuando un buque llega a puerto, debido a sus dimensiones, gobierno y condiciones climáticas, su maniobrabilidad puede ser insuficiente para evolucionar en el espacio restringido de las dársenas, además que el capitán puede no estar familiarizado con el entorno del puerto. Para asegurar que el buque entra y sale de su atraque con seguridad, los puertos emplean los servicios de los remolcadores, las cuales son pequeñas embarcaciones pero de gran potencia, que por medio del uso de una o varias unidades, se podrán llevar a cabo dichas maniobras.

De igual manera, no solo se usan para el atraque o desatraque de los diferentes buques, también se usan en mar abierto, ríos, esclusas, etc. para hacer traslados y servicios de apoyo y asistencia a cualquier artefacto flotante, tales como barcasas, pontonas, plataformas petrolíferas, bloqueras, cajones, buques averiados, proporcionar contraincendios, avituallamiento a servicios off-shore, salvamentos, entre otros. Resumiendo, podemos concluir que las funciones de un remolcador son las siguientes:

- Asistir a un buque con maniobrabilidad reducida en las maniobras de atraque y desatraque.
- Ayudar a un buque en el reviro en un espacio limitado.
- Compensar los efectos del viento y oleaje al que puede verse sometido un buque durante una maniobra.
- Ayudar a parar el buque más rápidamente.
- Remolcar, empujar o auxiliar a un buque que por la causa que fuere carece de propulsión y gobierno.
- Transportar por el mar a un buque o artefacto flotante.
- Dar escolta a buques con mercancías peligrosas en áreas de alto riesgo.

## 1.2. Breve Historia del Remolcador.

Desde la época de los buques de vela ya fue necesario buscar la figura de un buque auxiliar que lo ayudara en las maniobras debido su poca maniobrabilidad. En este momento es donde aparece la figura del remolcador, que en esta época se trataba de pequeños botes a remos, que proporcionaban una ayuda a dichos buques para poderlos maniobrar en zonas de abrigo. Los barcos fueron ganando importancia debido a que gran parte del comercio mundial se realizaba por mar, apareciendo importantes rutas comerciales en la Europa Mediterránea, África, Asia y América.

Al principio los barcos eran pequeñas embarcaciones de madera, de poco peso y eslora relativamente pequeña. Poco a poco fueron evolucionando en mayor tamaño, pero no fue hasta el siglo XIX y la Revolución industrial hasta que hubieron cambios notables. Por un lado la aparición del acero como material para emplearlo en las estructuras y cascos de los barcos, y por otro lado las máquinas de vapor, las cuales supusieron un cambio drástico en la propulsión de los buques. Esto desencadenó una transición de pequeños barcos de madera propulsados a vela, en barcos de mayor tamaño

con cascos de acero y propulsados con maquina a vapor. A raíz de dichos cambios, el tamaño de los buques fue en aumento, creciendo a un ritmo más rápido que el que crecían los puertos, dando lugar a pequeños espacios de maniobra, y como consecuencia de ello, la figura del remolcador cobró mucha importancia. [1]

Imagen 1: Puerto de Rotterdam



Fuente: <http://www.google.es/>



### **1.3. Equipamiento de los Remolcadores.**

Cada tipo de remolcador irá equipado con los elementos necesarios para desarrollar con normalidad su trabajo. Por un lado tenemos los que van fijados en cubierta tales como: chigre de remolque, gancho de remolque, bitas en "H" y bitas normales; y por otro lado, tenemos los que formarán el material necesario para dar el remolque como: cable de remolque, pies de gallo, triángulo, cable de seguridad, cabos mensajeros y guías. Por lo tanto, cada remolcador, según su potencia de tiro y tracción a punto fijo, deberá tener dichos elementos con la resistencia necesaria que permita efectuar el remolque con seguridad.

A continuación, vamos a describir brevemente los elementos nombrados anteriormente:

**1.3.1. Chigre:** máquina hidráulica prevista de uno o dos tambores donde se estiba el cable de remolque. El sistema puede ser automático de tensión o longitud constante, o no automático. Mantiene en todo momento la tensión de cabo de remolque en la tensión programada, desvirando cuando entra en máximos de tensión y virando cuando queda en banda. De esta manera, una vez fijada la longitud del cable del remolque o la tensión máxima, automáticamente se mantendrán estos valores. El chigre de remolque no automático es de accionamiento manual y requiere regular la distancia manualmente y estar atento a que no trabaje en exceso. El chigre de remolque debe instalarse lo más bajo posible para no disminuir la estabilidad y a ser posible coincidiendo con el centro de resistencia lateral para facilitar la maniobrabilidad del remolcador. La desventaja del chigre de remolque es que no es posible pasar de la situación de remolque hacia adelante a hacia atrás, especialmente en maniobras en lugares estrechos. **[2][7]**

Imagen 2: Disposición Popa V.B. Tenerife



Fuente: Elaboración propia

**1.3.2. Cabrestante:** En los remolcadores que no están equipados con una maquinaria especialmente dotada para remolcar, se instala un cabrestante como medio principalmente para cobrar o virar las estachas o cabos de remolque, aunque de igual manera también se instalan en remolcadores dotados de maquinaria para remolcar ya que es un elemento de suma utilidad mientras se está faenando. Un cabrestante sirve para lo mismo y tiene la misma finalidad que una maquinilla o chigre no automático, y su diferencia radica en que la estacha o cabo de remolque actúa solo sin colocarlo en ningún tambor. El modo de uso es sencillo y consiste en darle unas cuantas vueltas al cabo o estacha alrededor del cabrestante, y hacerlo girar en el sentido deseado para que el cabo se empiece a virar. [2][7]

**1.3.3. Gancho de remolque:** gancho de construcción especial que permite zafar el cable de remolque automáticamente desde el puente. La situación del gancho debe ser coincidiendo con el centro de resistencia lateral o algo hacia popa del mismo, dependiendo del sistema propulsor, con el fin de dar la máxima maniobrabilidad al remolcador. Su altura debe de ser la mínima

para evitar una pérdida de estabilidad del remolcador. Son usados mayoritariamente en los remolcadores convencionales ya que este tipo de remolcadores no dispone como los mas modernos, de maquinillas o chigres que soporten el tiro desarrollado por el remolcador, es por ello que hay que usar el gancho de remolque, elemento que sí soporta el esfuerzo requerido. [2]

Imagen 3: Gancho V.B. Tenerife



Imagen 4: Gancho R. Convencional Sertosa 17



Fuente: Elaboración propia.

**1.3.4. Bita:** estructura metálica de forma cilíndrica bien asegurada a la estructura y repartidas en diferentes puntos del remolcador, donde se puede hacer firme el cabo de remolque o afirmar los cabos de atraque. Como acabamos de mencionar, en cubierta deber haber las suficientes bitas para hacer firmes los cabos de remolque y colocadas en los lugares apropiados para ser usadas en diversos tipos de remolques, ya sea por la popa, por la proa o abarloado. [2][7]

Imagen 5: Bitas



Fuente: Elaboración propia

**1.3.5. Cabo de remolque:** El cabo de remolque es el elemento principal en la maniobra. Es el elemento con el que el remolcador “conecta” con el otro buque o artefacto flotante y por el cual el remolcador puede ejercer una determinada fuerza de tiro para realizar la maniobra necesaria. Para las maniobras dentro de puerto, ya sea tanto en el atraque o desatraque de un buque, como para traslados de otros artefactos como pontonas, gabarras, etc., el cabo es el elemento más usado a diferencia del alambre de remolque ya que es mucho mas ligero y por tanto más manejable.

El material del cabo suele ser o de fibra natural o de fibras sintéticas como el nailon, polipropileno, polyester, etc. En los remolcadores convencionales, al no equipar chigre, la longitud del cabo no se puede variar a voluntad, se tienen que estudiar el tipo de barco y maniobras que se van a realizar, y establecer 2 medidas que sean apropiadas para dichas maniobras.

En el caso del puerto de Santa Cruz de Tenerife, el remolcador convencional suele ser un empate de dos cabos de 25 metros resultando en uno de 50 m. de longitud total con dos gazas en la mitad para, según qué tipo de maniobra se vaya a realizar, se emplea una longitud “larga” (de 50 m.) o “corta” ( de 25m.). Aquí podemos ver un ejemplo empleando el cabo “corto” firme al gancho, y el resto del cabo estibado a una banda preparado por si hiciera falta.

**Imagen 6: Cabo remolque R. Convencional**



Fuente: Elaboración Propia

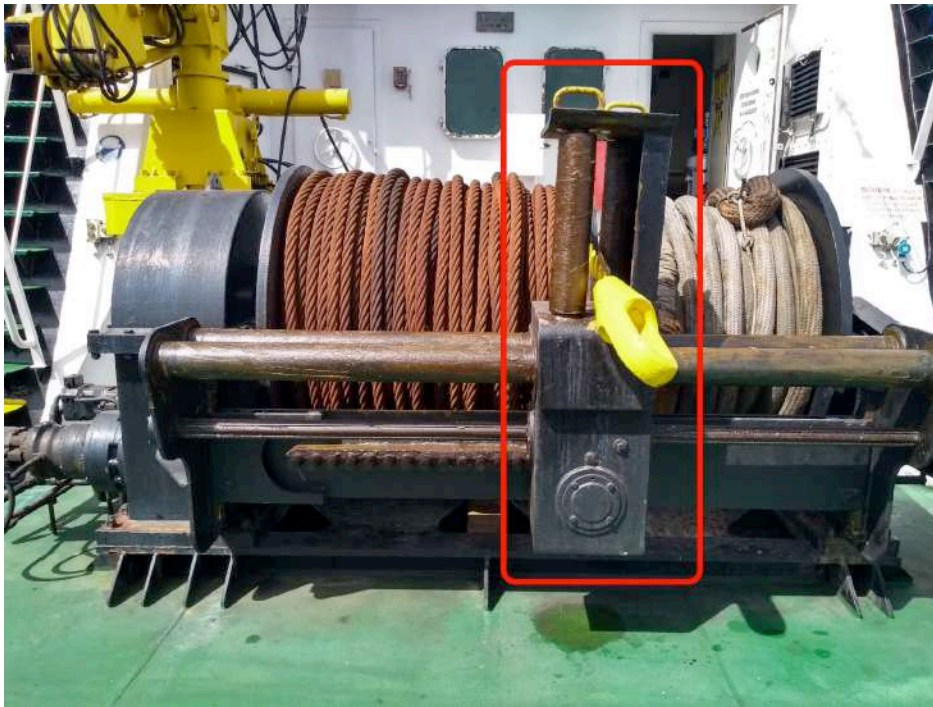
En los remolcadores modernos, el cabo es una pieza comprendida normalmente entre 100 y 200 m. de longitud con un diámetro de 60 a 80 mm. y material de poliéster.

Debido tanto a las imperfecciones provocadas por el óxido en las gateras y regatas de los buques, como algunos filos del casco o zonas donde pueda rozar el cabo, se suele ajustar otro cabo de casi idénticas características pero en torno a 20 m. de longitud, para que sea este tramo el que debido a los roces en las maniobras, se lleve todo el deterioro, intentando que el cabo principal sufra lo menos posible para evitar mayores gastos económicos ya que por cuestiones evidentes no es lo mismo reemplazar un cabo principal con una longitud de 100 m. a otro de 20 m.

**1.3.6. Alambre de remolque:** El alambre de remolque se emplea para remolques largos, costeros y oceánicos, en los cuales se requiere mucha longitud y gran resistencia. Éste puede ser de 5 a 6 cm de diámetro y de más de 600 m de longitud y va enrollado en el tambor del chigre de remolque. El motivo por el que se requiere una gran longitud de remolque es debido a que cuanto mayor sea la distancia entre remolcador y remolcado, más se aprovechará la potencia de tiro del remolcador, reduciendo el esfuerzo aplicado sobre el cable y menos influirá el aguaje de los propulsores del propio remolcador, que también es un factor que hay que tener en cuenta para desarrollar con mayor eficacia el remolque.

**1.3.7. Estibador:** Se trata de un elemento situado en la maquinilla o chigre donde va alojado el alambre de remolque, y su función radica en ir caminando a lo largo de un eje horizontal fuera del tambor de la maquinilla para ir guiando y estibando el cable correctamente en el tambor, debido a que si no se estiba correctamente, es muy probable que cuando se vaya a arriar el alambre, coja vueltas y termine por enredarse en la propia maquinilla pudiendo causar una avería o complicar la maniobra de remolque.

Imagen 7: Estibador chigre de Popa V.B. Tenerife



Fuente: Elaboración propia.

**1.3.8. Trapa:** Cuando se está haciendo un remolque, es de vital importancia evitar todas las situaciones que desemboquen en que el tiro del remolque sea de través ya que comprometería gravemente la estabilidad del remolcador, por ese motivo es importante situar un elemento a popa del remolcador con el fin de situar el tiro de remolque en la popa y no al través. En los remolcadores modernos la trapa es hidráulica, compuesta por dos pines con forma cilíndrica, y en la parte superior, una tapa con forma de gota de agua en cada una, de modo que, al ir subiendo de su posición, van girando lentamente hasta que ambas tapas de los dos cilindros coinciden, formando una especie de arco por donde pasa el remolque. Por otra parte, también algunos remolcadores equipan una trapa fija, consistente en una abertura en la cubierta, donde hay una estructura, normalmente un cilindro transversal, al que se le pasa una cadena por la estructura y por el remolque, limitando el movimiento en popa de éste; o incluso un semiarco o cáncamo reforzado como en la imagen 8:

Imagen 8: Trapa de Cadena



Imagen 9: Trapa en cubierta y Popa V.B. Canarias



Fuente: Elaboración propia.

Y por último, como se puede apreciar en la imagen 8, otra forma de conseguir que el tiro de remolque sea en la misma popa, es por medio de una “abertura” en la popa por donde pasa el cable, quedando limitado su tiro a ese punto.

**1.3.9. Grilletes:** Son el elemento principal para unir todo tipo cabos y cables o alambres en el tren de remolque. Se trata de una pieza de acero o de hierro, normalmente en forma semicircular o de U, con sus extremos unidos por un perno.

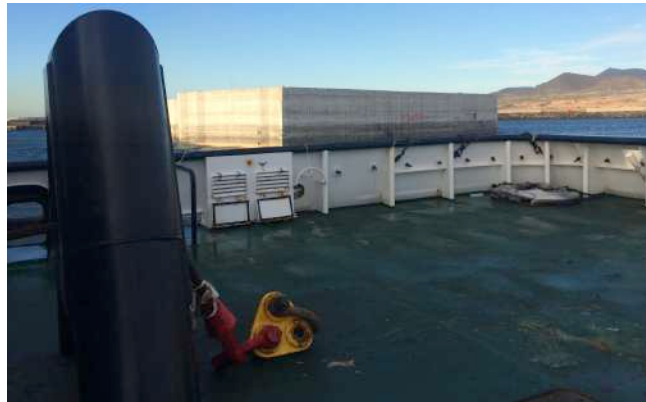
Imagen 10: Grilletes



Fuente: Elaboración propia.

**1.3.10. Triángulo de Remolque:** Es la pieza encargada de unir por medio de grilletes los Pies de Gallo con el cable del remolque principal. Se trata de una pieza muy resistente pero también de mucho peso. Al igual que los grilletes y demás elementos de remolque, tiene que tener una certificación de carga de rotura, para saber cuántas toneladas de tiro es capaz de soportar.

Imagen 11: Triángulo de Remolque



Fuente: Elaboración propia

**1.3.11. Luces y señales de Navegación:** El remolcador está sujeto al reglamento de buques de propulsión mecánica pero el supuesto cambia cuando empieza la faena de remolque. Para este punto, hay que aclarar que la longitud de remolque se mide desde la popa del remolcador hasta la popa del último artefacto flotante que vaya remolcado. Debido a la variedad de tipos y formas de remolques, hay varios casos en la utilización de las luces de remolque. A continuación vamos a explicarlos: **[3]**

1) Cuando un buque de propulsión mecánica remolca a otro:

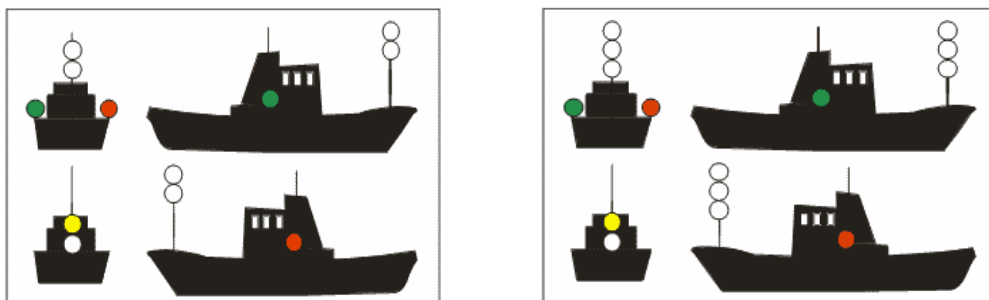
- Dos luces de tope en línea vertical. Cuando la longitud del remolque, medido desde la popa del buque que remolca hasta el extremo de popa del remolque, sea superior a 200 metros, exhibirá tres luces de tope a proa, según una línea vertical.
- Luces de costado.
- Una luz de alcance.
- Una luz de remolque en línea vertical y por encima de la luz de



alcance.

- Una marca bicónica en el lugar más visible cuando la longitud del remolque sea superior a 200 metros.

Imagen 12 y 13: Luces de Navegación y Remolque



Fuente: <http://www.titulosnauticos.net/lucesymarcas/index.htm>

2) Cuando un buque que empuje y un buque empujado estén unidos mediante una conexión rígida formando una unidad compuesta, serán considerados como un buque de propulsión mecánica y exhibirán las luces propias de un buque a propulsión mecánica.

3) Todo buque de propulsión mecánica que empuje hacia proa o remolque por el costado exhibirá, salvo en el caso de constituir una unidad compuesta:

- Dos luces de tope en una línea vertical.
- Luces de costado;
- Una luz de alcance.

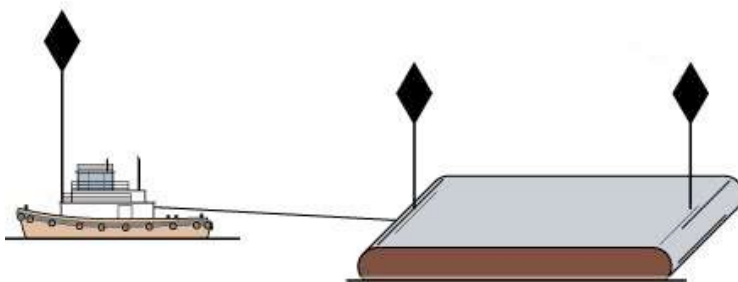
4) Los buques de propulsión mecánica a los que sean de aplicación los párrafos 1 y 2 anteriores, también deberán de exhibir:

- Una segunda luz de tope, a popa y más alta que la de proa, exceptuando a los buques de menos de 50 metros de eslora, que no tendrán obligación de exhibir esta segunda luz, aunque podrán hacerlo.

5) Todo buque u objeto remolcado, poco visible y parcialmente sumergido y toda combinación de buques u objetos en los que se den esas mismas circunstancias, exhibirán:

- Cuando su anchura sea inferior a 25 metros, una luz blanca todo horizonte en el extremo de proa o cerca de éste y otra en el extremo de popa o cerca de éste.
- Cuando su anchura sea igual o superior a 25 metros, dos luces blancas todo horizonte adicionales en los puntos extremos de esa anchura o cerca de éstos.
- Cuando su longitud sea superior a 100 metros, luces blancas todo horizonte adicionales de modo que la distancia entre luces no exceda de 100 metros.
- Una marca bicónica en el extremo popel del último buque u objeto remolcado o cerca de ese extremo, y cuando la longitud del remolque sea superior a 200 metros, una marca bicónica adicional en el lugar más visible y tan cerca como sea posible del extremo proel.

Imagen 14: Señal Bicónica de remolque



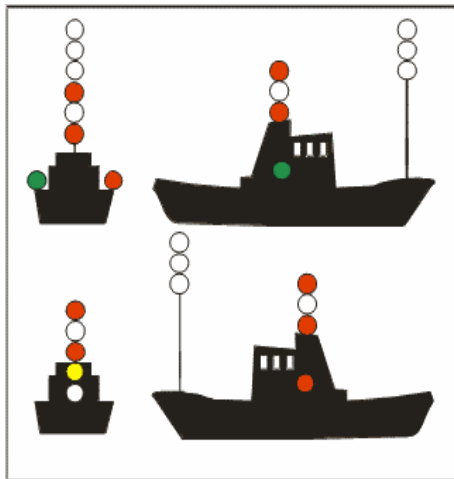
Fuente: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1355743321>

5) Teniendo en cuenta que cualquiera que sea el número de buques que se remolquen por el costado o empujen en un grupo, habrán de iluminarse como si fueran un solo buque.

6) Cuando, por alguna causa justificada, no sea posible que el buque u objeto remolcado exhiba las luces o marcas prescritas en los supuestos anteriores, se tomarán todas las medidas posibles para iluminar el buque u objeto remolcado, o para indicar al menos la presencia de dicho buque u objeto.

Además de estos supuestos anteriores, por la naturaleza de la faena de remolque, estamos tratando un caso de maniobra restringida debido a que

Imagen 15: Luces Maniobra Restringida



llevamos un remolque por la popa, generalmente se llevará una velocidad bastante reducida, y dependiendo en la zona que se realice la navegación, tendremos nuestra maniobra evidentemente limitada, por ese motivo también es necesario exhibir adicionalmente a los supuestos anteriores, tres luces todo horizonte dispuestas en vertical de las cuales la más elevada y la mas baja serán rojas, y la de en medio blanca.

Fuente: <http://www.titulosnauticos.net/lucesymarcas/index.htm>

**1.3.12. Cintón o defensa:** La mayoría de los remolcadores van dotados de un cinturón o defensa, normalmente de caucho, alrededor del mismo siguiendo la cubierta principal y la de castillo además de varias defensas, normalmente cubiertas de camiones o tractores, colocadas vertical u horizontalmente en la zona de proa, amuras y aletas, además de algún otro sitio intermedio donde, por el tipo de maniobra, sea necesario poner alguna defensa para evitar que el remolcador y remolcado choquen. [2]

**1.3.13. Alumbrado de Cubierta:** Este tipo de buques desempeñan su función las 24 horas del día, de modo que es necesario disponer de un buen alumbrado en la cubierta que permita a la tripulación faenar con la máxima claridad. Por ello se instalan focos muy potentes colocados e instalados en puntos clave de modo que todas las zonas de cubierta estén bien iluminadas.

También es común que estén dotados en la toldilla del puente, de uno o varios focos orientables accionados mediante un mecanismo desde el propio puente con la finalidad de iluminar el objeto remolcado en caso de estar de remolque, o para labores de búsqueda y rescate.

**1.3.14. Equipo contraincendios:** resulta habitual que muchos remolcadores se encuentren equipados por medio de equipos contraincendios, en aras de dar cumplimiento a sus obligaciones en materia de cooperación ante emergencias con las Autoridades Portuarias. **[4]**

**Imagen 14: Sistema Contraincendios V.B. Canarias**



Fuente: Elaboración propia.

Las características y requerimientos de estos equipos, vienen reguladas por medio de las disposiciones publicadas por diferentes sociedades clasificadoras, las cuales indican qué capacidades han de tener estos equipos para poder ser clasificados dentro de las diferentes tipologías de sistemas existentes (categorías *Fire Fighting* o *Fi-Fi*).

A continuación, se indican las clases y requerimientos exigidos por la entidad clasificadora DNV (*Det Norske Veritas*):

- Fi-fi I: a connotación de clase Fi-Fi I significa que el buque remolcador debe estar equipado con un mínimo de 2 cañones contraincendios, capaces de lanzar agua a una distancia mínima de 120 metros desde el buque y a una altura mínima de 45 metros. Los cañones deben ser controlados remotamente desde el Puente de mando, con una capacidad de bombeo mínima de 2.400 m<sup>3</sup>/h, dotados de 1 o 2 bombas. Puesto que las bombas contraincendios y los equipos relacionados están ubicados en la sala de máquinas, estos también son normalmente controlados a distancia, los sistemas Fi-Fi I se instalan normalmente en remolcadores de escolta, buques de lucha contra incendios, etc.

- Fi-fi II: la connotación de clase Fi-Fi II significa que el buque debe estar equipado con un mínimo de 2 cañones contraincendios, (reglas DNV) capaces de arrojar agua a una distancia mínima de 180 metros desde el buque y a una altura mínima de 110 metros, o en el caso de otra clasificación (es decir, LRS , ABS, RINA, BV, GL etc.), el buque debe estar equipado con 3 o 4 cañones contraincendios, capaces de lanzar agua a una distancia mínima de 150 metros desde el buque y a una altura mínima de 70 metros. La capacidad total de agua no será inferior a 7.200 m<sup>3</sup>/h, dotados de 2 bombas y los cañones deben ser controlados de modo remoto desde el Puente de mando. Como las bombas contraincendios y los equipos relacionados se encuentran en la sala de máquinas, estos también son normalmente controlados a distancia. Los sistemas Fi-Fi II se instalan normalmente en buques offshore como remolcadores AHT Class, u otros buques especializados.

- Fi-fi III: la connotación de clase Fi-Fi III significa que el buque debe estar equipado con un mínimo de 4 cañones contraincendios, capaces de arrojar agua a una distancia mínima de 180 metros desde el buque y a una altura mínima de 110 metros, o en el caso de otra clasificación (es decir, LRS , ABS, BV, GL, etc.), el buque debe estar equipado con 4 cañones contraincendios, capaces de lanzar agua a una distancia mínima de 150 metros desde el buque y a una altura mínima de 70 metros, cualquiera que sea la configuración

elegida para el buque FI-FI III, la capacidad total de agua deberá no sea inferior a 9.600 m<sup>3</sup>/h con 2 a 4 bombas, los cañones deben ser controlados de modo remoto desde el Puente de mando. Puesto que las bombas contra incendios y el equipo relacionado están situados en la sala de máquinas éstos son también controlados de manera remota. Los sistemas Fi-Fi III no son tan comunes, pero normalmente se instalan en buques offshore más grandes u otros buques especializados. [7]

### **1.3.15. Tripulación:**

La tripulación requerida para este tipo de buques dependerá de la potencia del motor propulsor, trabajo a realizar y área de navegación, estando todo ello regulado por la Administración Marítima, quien expedirá a cada buque un “Certificado de Dotación Mínima de Seguridad”. No obstante, se puede hacer una distinción entre Remolcadores de Puerto y Remolcadores de Altura. En los remolcadores de puerto la tripulación mínima es de 3 personas: 1 Capitán o Patrón, un Jefe de máquinas y un Marinero cualificado. De igual manera, al realizar determinadas maniobras, navegaciones o remolques, es necesario complementar a la tripulación mínima con mas tripulantes para realizar relevos y ayudar en las faenas. Evidentemente en los Remolcadores de Altura, cuyo tamaño y equipamiento es mucho mayor, se requerirá una dotación de mayor tripulación.

## **1.4. Características del Remolcador**

Los remolcadores por la naturaleza de su trabajo, son embarcaciones especiales que se reducen a un habitáculo o estructura para alojar una propulsión con la que poder desarrollar la tracción requerida a un buque, por tanto, aparte de la “flotabilidad”, cualidad indispensable para que todo buque o artefacto flote, es necesario disponer de las que vamos a nombrar a continuación:

### 1.4.1. Tracción a punto fijo o Bollard-Pull.

La tracción a punto fijo es la medida de la cantidad de fuerza que un remolcador es capaz de aplicar a un trabajo de remolque en determinadas condiciones. De igual manera, es el resultado de la combinación de la fuerza impulsora en la zona de la hélice, que está en función del diámetro de la misma hélice, del avance o paso de las revoluciones del eje, y del calado del remolcador. Debemos mencionar que la tracción a punto fijo solamente nos da un criterio total de la facultad del remolcador en un buque de este tipo, ya que no podemos olvidarnos que los otros dos factores de igual peso en importancia en términos de efectividad y destreza son el desplazamiento y la maniobrabilidad. [8]

Imagen 17: Bollard-Pull Test



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=5fSveK2y3sl>

La prueba de Bollard-Pull consiste en realizar un tiro a un punto fijo, normalmente un noray del muelle con una gran carga de rotura y bien asentado, durante un tiempo determinado, empleando un dinamómetro en una línea de remolque de entre 80 y 180 metros, en aguas con una profundidad superior a los 10 metros y en unas condiciones climáticas tranquilas ya que hay que evitar todo tipo de factores externos que puedan “falsificar” las mediciones. El resultado es un tonelaje de tiro por cada segundo que dure la prueba, y el tiro definitivo será la media de esos resultados.

### 1.4.2. Estabilidad:

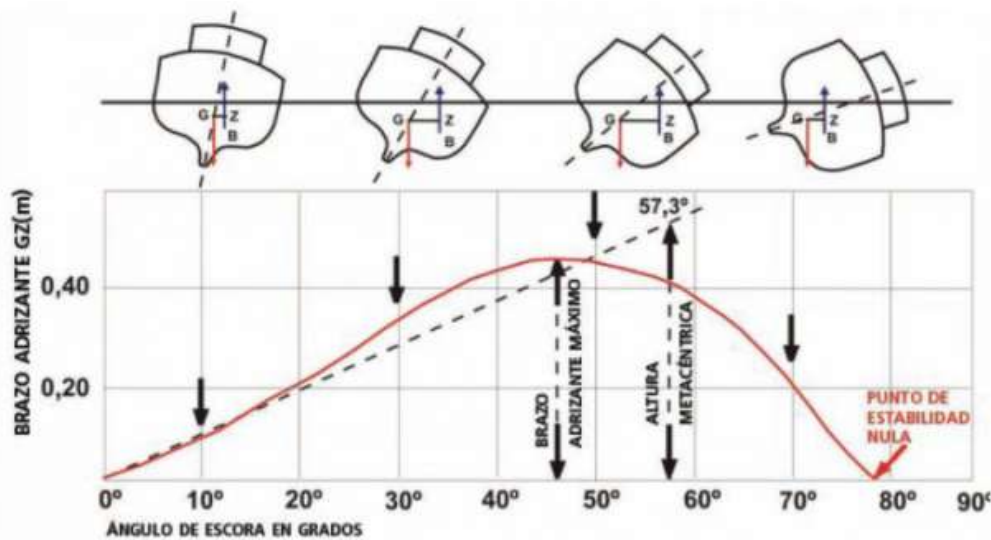
Para todo buque la estabilidad es una de las características importantes para poder mantenerse a flote, pero en el caso de los remolcadores ésta toma una especial importancia debido a que por su naturaleza, los remolcadores en las maniobras están sometidos a grandes y continuos esfuerzos provocando grandes escoras de las que el remolcador tiene que tener la facultad de poder soportar sin ningún riesgo. Debe de poseer una estabilidad favorable bajo todas las condiciones de carga y remolque.

Podemos diferenciar dos tipos de estabilidad, por un lado la estabilidad *estática* y por otro la *dinámica*. La primera hace referencia a la estabilidad del buque cuando se sitúa en aguas tranquilas y las fuerzas que actúan sobre el buque en una determinada escora, como los pesos de la maquinaria, superestructura, grúas, chigres, tanques de combustible, tanques de lastre, etc. Y la segunda es la estabilidad del buque cuando se enfrenta a fuerzas externas como olas, viento, etc. que provocan una determinada escora o lo que es lo mismo el trabajo que realiza el par de estabilidad transversal para recuperar la posición de equilibrio. Un concepto que hay que tener claro es el *Brazo Adrizante*, que es la distancia entre el centro de gravedad y el metacentro, el cual en los remolcadores tiene que tener un valor mínimo de 60 cm. Por otro lado, es importante que la curva de estabilidad sea positiva hasta los 60°-70°.

Al igual que todo buque de eslora igual o superior a 24 metros, los remolcadores deben cumplir con lo que establece la normativa ISO 2008 que comprende el Código Internacional de Estabilidad sin Avería, el cual dice la relación con los valores de altura metacéntrica inicial GM, con los valores de los brazos adrizantes GZ, con los valores de área encerrada por esta curva GZ entre diferentes ángulos de escora.



Imagen 18: Brazo Adrizante escora Remolcador



Fuente: <https://ingenieromarino.com/remolcadores/>

En cualquier caso, los remolcadores se encuentran en una situación especial debido a que están sometidos a fuerzas que no están recogidas en otros buques como el esfuerzo a causa del cabo o cable de remolque o de los potentes propulsores. A consecuencia de ello, son las sociedades clasificadoras las que han intentado establecer unos criterios de estabilidad de remolque acogiéndose a la normativa estándar de la OMI.

Conociendo estos factores, han ido surgiendo métodos para mejorar considerablemente la estabilidad de los remolcadores, como el aumento de la manga, reducir lo máximo posible la altura del gancho o punto de tiro de remolque y la altura del punto de empuje entre otros.

En los buques remolcadores los momentos escorantes más significativos son: [5][26][27]

- El causado por el tiro de remolque.
- El momento debido al arrastre a consecuencia de la inercia del buque remolcado.
- El momento escorante por efecto de olas y viento provocando balances intensos.
- Momento escorante debido a una metida de timón.
- Momento escorante por efecto de agua embarcada en cubierta.

### **1.4.3. Maniobrabilidad:**

Actualmente, donde los buques han ido aumentando de manera significativa su tamaño para puertos donde cada vez los espacios entre muelles y dársenas son mas confinados, la maniobrabilidad del remolcador es de suma importancia para poder llevar a cabo las maniobras con la mayor rapidez y seguridad posibles.

No fue hasta el salto de los remolcadores convencionales a los remolcadores modernos donde se ha notado un importante avance. Se ha pasado de una o dos hélices fijas a equipar dos hélices azimutales que giran 360° permitiendo según la forma en que se coloquen, autentica libertad de movimiento. De igual manera, según en qué lugar del remolcador estén situadas las hélices, serán mas apropiados para unas u otras maniobras, pero este tema lo tocaremos un poco mas adelante, ya que hay infinidad de variantes. Además se han provisto de capacidad para variar el paso de la hélice sin incurrir en alterar las revoluciones de los motores, lo cual implica una mayor velocidad de reacción, puesto que es más rápido la velocidad que giran las palas en paso variable, que lo que tarda un motor en bajar o subir de revoluciones.

Como alternativa a las hélices azimutales, se ha desarrollado otro sistema de propulsión llamado Voith-Schneider, que cambia el concepto de hélice pero sigue teniendo el principio de las palas, aunque dispuestas y actuando de forma diferente. A continuación vamos a explicar con un poco mas de detenimiento ambos sistemas de propulsión: **[10]**

**1.4.3.1. Propulsores Azimutales:** Las hélices azimutales han supuesto un gran avance en el campo de la propulsión marina ya que es un sistema que permite girar la hélice 360° eliminando el uso del timón. La gran mayoría de remolcadores equipan dos de estos propulsores, con lo que colocándolos en la infinidad de posiciones posibles que hay, se puede conseguir casi cualquier movimiento que deseemos, desde avante, atrás, giro en el sitio, traslado lateral, etc.

Dentro de los sistemas azimutales, encontramos dos grandes grupos atendiendo al sistema de transmisión que se utilice. Por un lado tenemos sistemas azimutales de transmisión mecánica y por otro de transmisión eléctrica. En el primer caso, la transmisión se realiza desde el motor al propulsor mediante una serie de engranajes que transforman el movimiento del eje del motor. Según la configuración mecánica de la transmisión se dividen en

**Imagen 19: Propulsores Azimutales**



Fuente: <http://www.nodosa.com/>

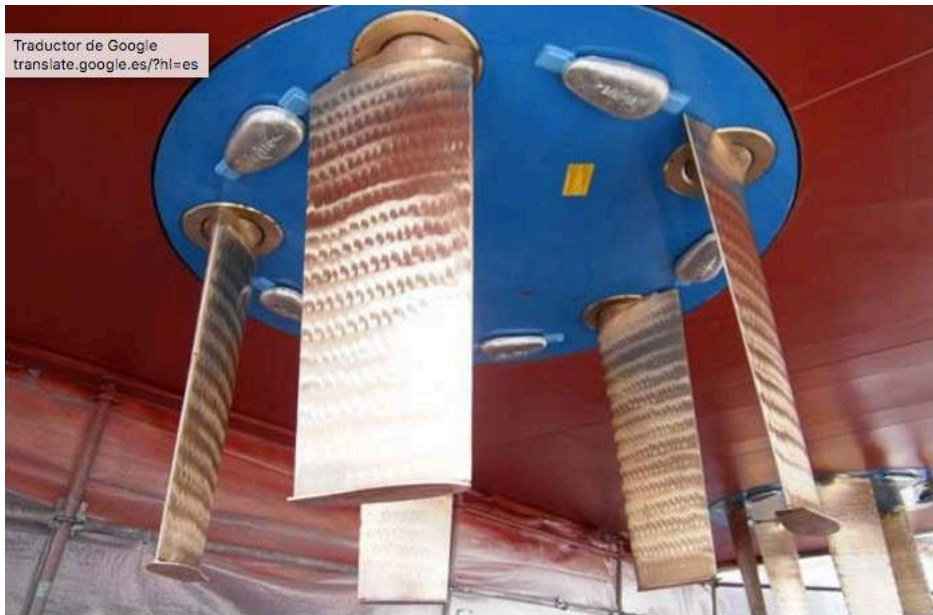
L-drive y Z-drive. Una hélice de L-drive tiene un eje de accionamiento vertical y un eje de salida horizontal unidos por un juego de engranajes en ángulo recto. Un propulsor Z-drive tiene un eje horizontal de entrada, un eje vertical en la columna giratoria y un eje de salida horizontal con dos juegos de engranajes en ángulo recto uniendo los ejes. [6]

Por otro lado, tenemos las hélices azimutales de transmisión eléctrica, en la cual, a diferencia de las anteriores, dentro del propio Pod se encuentra un motor eléctrico que está conectado directamente a la hélice evitando el uso de engranajes.

Normalmente, los propulsores azimutales de transmisión mecánica se encuentran equipados en los remolcadores, mientras que en el caso de los de transmisión eléctrica, son los cruceros los que más los utilizan.

**1.4.3.2. Propulsores Voith-Schneider:** Este tipo de propulsores son un sistema que han cambiado completamente el concepto de hélice tal cual la conocemos. Imaginemos un disco capaz de girar gracias a la potencia de un motor en el cual van montadas perpendicularmente varias palas con perfil de ala. Todas las palas giran por tanto gracias al movimiento del disco.

Imagen 20: Propulsión Cicloidal

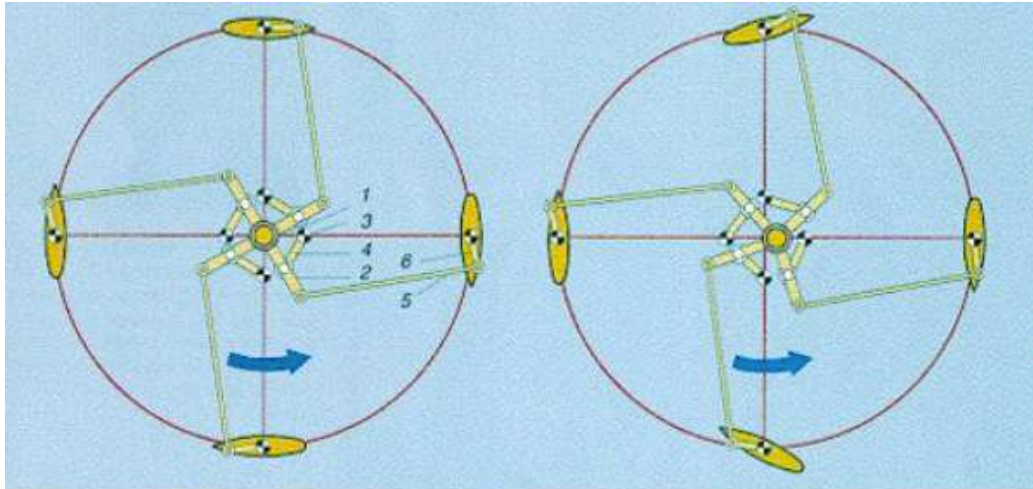


Fuente: <http://www.fondear.org>

Si estas alas giran sin incidencia no se produce ninguna desviación de agua y la propulsión es nula. Cada una de las palas puede oscilar sobre su eje para lograr modificar su ángulo de ataque y por tanto lograr desviar un flujo de agua. Si conseguimos que todas ellas vayan modificando ordenadamente su ángulo de ataque lograremos dirigir el flujo de agua desviado hacia la dirección deseada y por tanto producir empuje por el simple principio de acción y reacción, como de hecho hacen todas las hélices. Al otro lado del disco, en la parte seca que no va en contacto con el agua, y a cada eje de cada pala, va unido un codo desde el que poder modificar la incidencia de la pala. Se trata de unir cada codo finalizado en una cabeza, como la de las bielas, mediante una cruceta de tantos brazos como palas tenga el dispositivo. La cruceta actúa de una forma muy parecida a como lo hace el colectivo de las aspas de un rotor de helicóptero. La cruceta no gira y cuando su punto central coincide con el eje de giro del disco principal todas las palas giran sin modificar durante la revolución del disco, los ángulos de incidencia. Si desplazamos esta cruceta colectiva en el eje horizontal lograremos empujar o tirar de los codos que cambian el ángulo de incidencia de una forma continuada y sincronizada para que las palas trabajen conjuntamente sumando sus efectos propulsivos. Si

movemos la cruceta en el otro eje el empuje se producirá también en una dirección perpendicular a la anterior.

Imagen 21: Variación ángulo de ataque de las palas



Fuente: <http://www.fondear.org>

El centro de la cruceta actúa por tanto como un “joystick” y podremos moverla en el eje vertical y horizontal simultáneamente para lograr dirigir el sentido del choro en el ángulo que queramos. Para ello se utiliza un mecanismo hidráulico pues para mover la cruceta hace falta una fuerza considerable al soportar ésta la fuerza de reacción del conjunto. Dos actuadores en ambos ejes se encargan de ajustar la posición de ésta gracias a las órdenes que damos nosotros desde el joystick de control. Cambiando la posición de la cruceta cambia instantáneamente la dirección del chorro de agua y por tanto del empuje.

Cuánto más se separa el centro de la cruceta del eje de giro del disco, más crece el ángulo de incidencia de las palas, o lo que es lo mismo, mayor será el chorro de propulsión con independencia de la dirección por donde salga expedido. Este ajuste permite que el motor pueda trabajar justo en su par máximo y por tanto aprovechar el mejor rendimiento del motor, como si se tratara de una hélice de paso variable. [7]

#### **1.4.4. Potencia:**

Cuando vamos a efectuar un remolque en las condiciones de seguridad que este servicio requiere, debemos centrar la atención en dos aspectos fundamentales y que deben ser normal para todos los profesionales que mandan barcos dedicados a este sector en cuanto a su parte técnica, como hemos mencionado anteriormente, por un lado la potencia precisa para cada remolque, y por otro la estabilidad del remolcador. Ciñéndonos al primer aspecto, es verdaderamente importante que el profesional sepa calcular la potencia que debe emplear para cada servicio concreto, teniendo en cuenta que debe ser lo suficientemente amplia para que el remolcador domine en todo momento al remolcado, a pesar de los elementos desfavorables que pueda encontrar como tiempo duro, fuertes vientos, corrientes, mala mar, etc.

Ya sabemos que existen una serie de resistencias que se oponen al movimiento de los buques, tanto el aire como el agua del mar tienden a oponer resistencia a la marcha, actuando el primero sobre la obra muerta y la segunda sobre la obra viva. A esta resistencia se le llama, resistencia por fricción y aumenta con la velocidad de los buques, siendo normalmente proporcional a esta e influye en gran medida en la carena del buque, pero también en las quillas de balance, bocinas y arbotantes.

Debido a todo ello, y a la serie de factores que intervienen en la resistencia y más aún cuando se trata de un remolque, es difícil valorar la potencia mínima que debemos emplear en cada operación para efectuarlo en las máximas condiciones de seguridad. Sin embargo, basándonos en el sentido común, lo lógico sería establecer que la velocidad mínima que debemos mantener en un remolque, con todos los elementos en contra que antes hemos hablado, debe ser aquella en la cual los elementos no puedan con el tren de remolque, para lo cual la potencia del Remolcador debe vencer la suma de todas las resistencias siendo incluso capaz de conservar una velocidad mínima avante que consideramos no debe ser inferior a 2,5 – 3 nudos.

A continuación vamos a hacer un breve estudio de los cálculos de estas resistencias y el cálculo de potencia requerida para realizar el remolque con seguridad. Vamos a partir de que el buque remolcado ofrecerá una resistencia al movimiento de avance que debe ser contrarrestada con la potencia suministrada por el remolcador. Dicha resistencia se debe en general a los siguientes factores:

1. Resistencia hidrodinámica del casco del remolcado por fricción, remolinos y olas transversales.
2. Resistencia de la hélice del remolcado, cuyo efecto es mayor si la misma va frenada.
3. Golpes de mar sobre el casco, en especial las amuras.
4. Efectos del viento sobre la obra muerta.

La resistencia total que ofrece el remolque a su movimiento, es la suma de las resistencias aerodinámicas e hidrodinámicas del Remolcador, Remolcado y línea de remolque.

Hay diversas fórmulas y procedimientos para realizar los cálculos, pero nosotros vamos a emplear las siguientes que son las usadas de manera más frecuente. Vamos a empezar por el cálculo de las Resistencias:

- Resistencia de las placas frontales (Rf):

Para el cálculo de esta resistencia se aplica las fórmula siguientes según JOESSEL:

$$R_f = \frac{41,35 \times SF \times V^2 \times \text{sen}(a)}{0,2 + 0,3 \times \text{sen}(a)}$$

Donde:

SF: Superficie frontal (80% de la manga x calado)

V: Velocidad del remolque en m/s

(a): Ángulo de incidencia del agua sobre la superficie

- Resistencia de las placas de costado y fondo (Rcf):

$$\mathbf{Rcf} = K \times d \times SC \times V^2$$

$$\mathbf{F} = Rf \times \cos(b) = Rf \times \sin(a)$$

Donde:

K: Coeficiente dependiente de la manga/eslora

d: Densidad del fluido

SC: Superficie obra viva (calado x 2 + manga) x eslora V: Velocidad del remolque en m/s

(a): Ángulo de incidencia del agua sobre la superficie

- Resistencia total por fricción (Rt):

$$\mathbf{Rt} = F + Rcf$$

- Resistencia por mar y viento (Rtr):

Si tenemos en cuenta las estructuras del objeto a remolcar y los posibles efectos de mar y viento que se pudieran dar durante la operación del remolque, partiendo de las resistencias obtenidas por fricción y aplicando a las mismas un factor "f = 1,5", dado que para buques de poca arboladura y no demasiada superficie, la presión máxima ejercida puede llegar a ser de hasta un 50% de la potencia aplicada, que equivaldría a un viento de fuerza 10 en la escala de Beaufort (temporal duro).

$$\mathbf{Rtr} = Rt \times f$$



- Cálculo de la Potencia necesaria para remolcar:

La potencia al freno (**BHP**) necesaria para realizar el servicio de remolque se calcula mediante el siguiente procedimiento:

En primer lugar se ha da calcular la potencia efectiva (**EHP**):

$$\mathbf{EHP} = \frac{\mathbf{Rtr} \times \mathbf{V}}{75}$$

En segundo lugar empleamos la siguiente fórmula:

$$\mathbf{BHP} = \frac{\mathbf{EHP}}{0,7}$$

En tercer lugar, teniendo en cuenta que el remolcador absorbe una potencia en su avance, esta la podemos calcular de acuerdo a lo siguiente:

$$\mathbf{Pr} = \frac{\mathbf{BHP} \times 9,1}{100}$$

En cuarto lugar, la Potencia Total necesaria, será la suma de ambas potencias:

$$\mathbf{P} = \mathbf{Pr} + \mathbf{BHP}$$

Por último, una vez conocida la potencia total necesaria para el remolque, se calcula el Tiro a Punto Fijo o Bollard-Pull, necesario para comenzar el remolque, y que viene determinado por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Bp} = \frac{1,5 \times \mathbf{BHP}}{100}$$

Tanto el valor de “P” como el de “Bp” deben ser inferiores a los mismos valores del buque remolcador ya que en caso contrario, el remolcador no tendrá la potencia suficiente para llevar a cabo el remolque. **[2]**

## **2. Clasificación de los Remolcadores.**

### **2.1. Clasificación según tipo y misión.**

Los remolcadores están diseñados para realizar diferentes labores en diferentes ámbitos, por tanto, según el cometido al que vayan a ser encomendados, se diseñarán con unas características y un equipamiento que ira acorde a las labores y entorno en el que va a desarrollar su trabajo. A continuación vamos a ver diferentes tipos de remolcador según sean estas misiones y el entorno al que se van a enfrentar: **[14]**

#### **2.1.1. Remolcador de Puerto.**

Los remolcadores de puerto están diseñados para prestar servicio de remolque a los buques que entran y salen del recinto portuario, proporcionándoles la ayuda necesaria para realizar la maniobra de atraque y desatraque.

Desde hace años, este tipo de remolcador se ha ido diseñando acorde a las necesidades y requerimientos del puerto o zonas donde iba a realizar su trabajo, teniendo en cuenta las características climáticas de viento y mar, el tipo de buque al que hay que prestar asistencia y las propias especificaciones técnicas del remolcador. En general se busca una eslora pequeña con gran potencia y poco calado con el objetivo de que pueda evolucionar en la maniobra con la mayor eficacia posible ya que, generalmente, los espacios entre las dársenas y recintos portuarios se están reduciendo cada vez más y el tamaño de los buques haciendo mayor. Es por ello que en el diseño se busca una gran maniobrabilidad que permita realizar la maniobra garantizando eficacia y seguridad.

Debido a las exigencias que se vienen dando en los puertos actualmente, los remolcadores suelen tener una potencia comprendida entre los 1000 y 7000 CV, con Bollard Pull de 6 a 70 Toneladas y una eslora comprendida entre 20 y 30 m., aunque hay algunos puertos donde existe un tráfico específico de buques de gran tonelaje como buques VLCC, ULCC o buques gaseros LNG y LPG, donde los remolcadores requieren de unas características superiores a las indicadas anteriormente.

Cuando se va a destinar una servicio de remolque en un puerto o zonas determinadas, se realiza un estudio atendiendo a los tipos de buques y servicios que se van a realizar en dicha zona. Como consecuencia de ello, dentro de Remolcador de puerto podemos encontrar 3 tipos:

### **2.1.2. Remolcador Compacto Clase C (C-Class)**

El remolcador Compacto C-Class nace para cubrir ciertas necesidades de operación en aquellos puertos que por sus limitaciones naturales necesitan trabajar en espacios confinados, esclusas y áreas estrechas, como por ejemplo el Canal de Panamá, donde la operativa la realizan mayormente dentro de esclusas. Suelen tener un desplazamiento de entre 200 y 500 GT, y una eslora pequeña, en torno a los 20-24 m. [11]

**Imagen 22: Remolcador de puerto Compacto C-Class**



Fuente: <https://www.instagram.com/explore/tags/boludatowage/?hl=es>

### 2.1.3. Remolcador Clase H (H-Class)

Por otra parte, tenemos el remolcador de puerto H-Class, destinado a recintos portuarios no tan confinados como el Remolcador Compacto C-Class, con un desplazamiento superior en torno a las 300-800 GT, una eslora un poco mayor comprendida entre los 28 y 32 m. y una superficie mayor para trabajo en cubierta. Los propulsores se encuentran a 1/3 de la proa, y la maquinilla de remolque está situada a popa, esto se traduce en una gran maniobrabilidad sobre todo dentro de puerto. [11]

Imagen 23: Remolcador de puerto H-Class



Fuente: <https://santacruzmiuerto.com/?mod=noticias&pagina=8&id=643>

### 2.1.4. Remolcador de puerto y altura Clase T (T-Class)

Cuando una empresa va a destinar una flota de remolcadores a una zona geográfica determinada, tiene que tener cubiertas las necesidades portuarias pero también estar preparada para realizar trabajos de remolques de altura puntuales.

Aquí vamos a poner como ejemplo las Islas Canarias, donde la empresa Boluda presta servicio de remolque en las dos provincias de la comunidad. Hasta hace poco tiempo, en el puerto capitalino de la provincia de Las Palmas, la flota constaba de 4 remolcadores de puerto clase H, y en la provincia de Santa Cruz de

Tenerife, la flota estaba compuesta por un remolcador de puerto clase H, dos remolcadores de puerto y altura clase T, y un Convencional. Con esto, la empresa pretende tener cubiertas las necesidades en la región de las Islas Canarias, tanto a nivel portuario, como poder hacer frente a posibles traslados entre las islas o incluso salvamentos de algún barco averiado dentro de la zona que requiera ser remolcado a puerto.

Este tipo de remolcador es muy similar al de puerto clase H mencionado anteriormente en lo que a tamaño se refiere, pero el diseño en sí es bastante diferente. Los propulsores se encuentran situados a popa, y posee dos maquinillas, una situada a proa equipada con un cabo de remolque, con la que se realizan las maniobras de puerto y otra a popa, normalmente equipada con un cable de acero, con la que se realizan los remolques de altura.

**Imagen 24: Remolcador de Puerto y Altura T- Class V.B. Canarias**



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.5. Remolcador de Altura

Los remolcadores de altura se tratan de un tipo de remolcadores especialmente diseñados y equipados para asistir a buques o a terminales offshore en alta mar o en aguas no protegidas.

#### 2.1.5.1. Remolcadores Costeros y de terminales Off-Shore.

Imagen 25: Remolcador de Altura Off-Shore



Fuente: <http://www.boluda.com.es>

Se trata de un tipo de remolcador que realiza operaciones a una distancia determinada de la costa o limitados a una determinada zona de operación (terminal offshore). Son también conocidos como *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS Class), este tipo de remolcadores está destinado principalmente a remolques de altura de grandes buques y artefactos flotantes (sobre todo de plataformas petrolíferas), y por otro lado, al manejo de anclas en campos petrolíferos y avituallamiento a unidades Off-Shore. Son remolcadores con mucho espacio en cubierta, grúas con una gran capacidad de elevación, un tiro a punto fijo superior a las 80 toneladas superando en muchas ocasiones las 100 GT. Estos remolcadores están dotados de otros medios auxiliares tales

como un rodillo a popa para el manejo de anclas o elementos submarinos, una hélice transversal para mejorar más si cabe la maniobrabilidad del buque, así como posicionamiento dinámico incorporando. La acomodación es asimismo más amplia entre 15 a 20 tripulantes. [11]

### 2.1.5.2. Remolcadores de Salvamento.

Se tratan de un tipo de remolcador que están contruidos y cuentan con equipos específicos para realizar las labores descritas. Este tipo de remolcadores son capaces de, en el menor tiempo posible, presentarse en el lugar de un accidente y realizar la intervención que sea necesaria. Para ello poseen gran

Imagen 26: Remolcador de Salvamento



Fuente: <http://www.google.es/>

velocidad en navegación libre y gran maniobrabilidad. Están dotados también de defensas para poder abarloadse a cualquier buque. Deben de llevar medios mecánicos de izado y una zona de acogida con un pequeño hospital y una zona de despegue de

helicópteros. Además este tipo de remolcador también se dedica a labores de extinción de incendios (ya sea en otros buques, en terminales Off-shore, o en los propios puertos) por lo que tiene la necesidad de contar con un buen equipo contraincendios Fi-Fi (Fire-Fighting), el cual emplea bombas de elevada potencia acopladas a los motores principales para proporcionar un importante chorro de agua con el que poder combatir el fuego. [11]

### **2.1.6. Remolcadores lucha contra la contaminación.**

En el caso de remolcadores de lucha contra la contaminación, existen dos grupos, según posean o no tanques de almacenamiento y concentración de vertidos. Los que están dotados de estos tanques, pueden también concentrar los residuos mediante barreras flotantes y exportar el efluente producido por el skimmer. Los remolcadores que por el contrario no llevan tanques de almacenamiento, están dotados de medios para el largado de barreras y rociadores de líquidos dispersantes o detergentes, y son capaces de moverse continuamente a baja velocidad en una amplia zona. [11]

**Imagen 27: Remolcadores Lucha contra Contaminación**



Fuente: [https://www.instagram.com/boludatowage\\_europe/?hl=es](https://www.instagram.com/boludatowage_europe/?hl=es)

### **2.1.7. Remolcador tipo Escolta.**

Este tipo de remolcadores están destinados a la realización de operaciones de escolta. Una operación de escolta consiste en aquella operación en la que el remolcador acompaña al buque asistido, proporcionándole control sobre su dirección y frenado, por medio de los esfuerzos generados por la combinación de fuerzas del empuje desarrollado junto con esfuerzos de carácter hidrodinámico. Dichas operaciones pueden ser realizadas en aguas abrigadas o en aguas de altura. [11]



Imagen 28: Remolcador de Escolta - Tiro Indirecto



Fuente: <http://www.google.es/>

Los objetivos de la escolta son, por un lado, reducir el riesgo de polución debido a varadas o fallo humano o técnico a bordo del buque y por otro que el remolcador sea capaz de aplicar una fuerza de gobierno o de freno de forma que limite el impacto de la colisión o mantenga el buque a flote mientras llega más asistencia, en caso de parada de máquinas.

Este tipo de remolcadores normalmente se encuentran relacionados con mayores demandas de capacidad y seguridad asociadas a grandes buques de terminales de hidrocarburos y gas, estando equipados de manera habitual de medios de lucha contraincendios y contra la contaminación.

Principalmente se caracterizan por tener una eslora y manga significativamente superiores a los tipos nombrados anteriormente, con valores superiores a 30 m de eslora y 10 m de manga, lo que les confiere una gran estabilidad para el desarrollo de las fuerzas hidrodinámicas señaladas. Asimismo, la velocidad de trabajo resulta ser superior, llegando a alcanzar los 14 nudos de velocidad.

### 2.1.8. Remolcadores Push-Boat.

Este tipo de remolcadores están específicamente diseñados para el empuje de gabarras. Se caracterizan porque en la parte de proa tienen 2 “knees”, siendo éstas dos especies de defensas alargadas puestas verticalmente con las que apoyan en la gabarra para realizar la maniobra de empuje. [14]

Imagen 29: Remolcador Push-Boat



Fuente: <http://www.google.es/>

Éstos remolcadores normalmente operan en ríos y en aguas interiores. Su potencia suele oscilar entre los 500 CV y los 11.000 CV, con una eslora de entre 11 y 61 m y de 5 a 17 m de manga. Normalmente, los Push-Boats de tamaño pequeño son usados dentro de una misma zona geográfica trasladando gabarras de manera individual, mientras que los de mayor tamaño, cubren distancias bastante mayores y entre puertos de cierta categoría, pudiendo llevar una gran cantidad de gabarras de manera simultanea.

Imagen 30: Remolcador Push-Boat



Fuente: <http://www.google.es/>

### 2.1.9. Remolcador Giano-Tug.

Este tipo de remolcador se caracteriza porque tiene una estructura casi simétrica, los propulsores los tiene situados uno a proa y el otro a popa, es por ello que está concebido para trabajar de igual manera por la proa que por la popa. El motivo de este diseño es para poder trabajar en espacios bastante confinados y estrechos, donde se requiere de una gran maniobrabilidad, permitiéndole realizar una maniobra de empuje de forma transversal sin incurrir en graves escoras que comprometan la estabilidad del remolcador y la seguridad de la maniobra. [15]

Imagen 31 y 32: Remolcador Giano Tug



Fuente: <http://www.gianotug.com/>

El remolcador Giano tiene una eslora de 26 m. con una manga de 13m. y está disponible en 2 versiones de 55 y 70 Toneladas de Tiro (bollard Pull). Para desarrollar esa potencia, tiene dos salas de maquinas situadas a cada uno de los extremos del barco, dispuestas de manera diagonal para aprovechar lo máximo posible el espacio del casco.

De igual manera, tiene una maquinilla tanto en la proa como en la popa, para poder realizar la maniobra según convenga, además de defensas alrededor de todo el casco y especialmente una a cada banda por debajo de la línea de flotación, para que al realizar la maniobra de empuje transversal mencionado anteriormente, pueda ejercer la máxima fuerza gracias a una mayor superficie de apoyo.

## **2.2. Clasificación según tipo de propulsión.**

Los remolcadores han ido evolucionando con el paso del tiempo, y con ellos sus sistemas de propulsión. Inicialmente los remolcadores han equipado uno o dos motores con una hélice convencional, pero se han ido introduciendo mejoras poco a poco para conseguir mejores rendimientos y más amplitud de timón. Actualmente, los remolcadores ya equipan sofisticados sistemas de propulsión azimutal y cicloidal que permiten al remolcador realizar todo tipo de maniobras y movimientos con cada vez mayor velocidad de respuesta. A continuación vamos a explicar cada uno de los sistemas de propulsión: **[12]**

### **2.2.1. Remolcadores Convencionales.**

Se consideran remolcadores convencionales a los remolcadores en los que su sistema de propulsión está formado por una hélice convencional:

#### ***2.2.2. Remolcador convencional de hélice de paso fijo:***

Se encuentra propulsado por una o dos hélices de paso fijo situadas en popa y dotado de un timón ordinario. La eficiencia y maniobrabilidad es reducida, desarrollando sus máximas prestaciones con máquina avante, debido a la separación longitudinal entre la ubicación del punto de remolque y la propulsión. Con el tiempo, los diseños de estos remolcadores han ido evolucionando, reduciéndose la eslora y aumentando la manga y el puntal, con el fin de poder aumentar la potencia de máquinas, dando lugar a la siguiente nueva generación de remolcadores convencionales con mejoras de maniobrabilidad de la hélice convencional. **[2]**

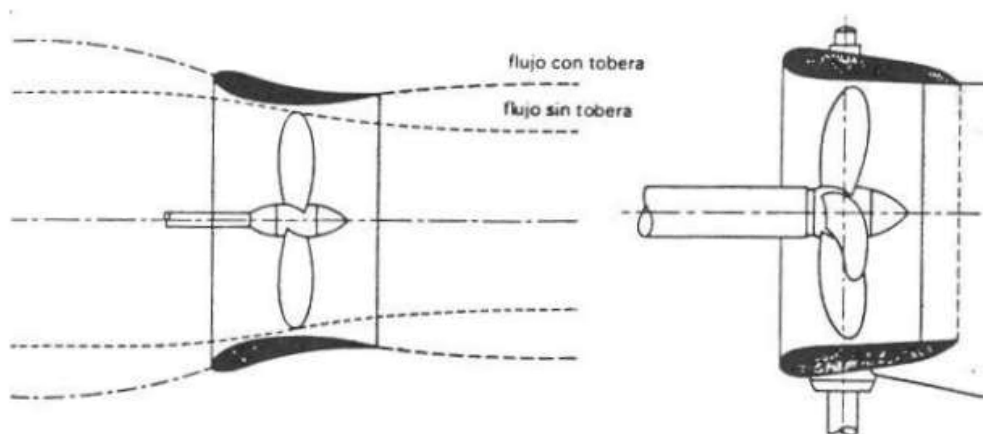
### **2.2.3. Remolcador convencional de hélice de paso variable:**

La configuración es idéntica a la anterior, diferenciándose en que las palas de las hélices de paso variable permiten el giro de las mismas respecto a su eje, dando el paso requerido en un sentido o en otro, incluso llegando a anular el movimiento, trabajando la hélice como un disco, sin llegar a tener que cambiar el sentido del eje de giro del motor. Esta mejora permite que las hélices sean más eficaces, permitiendo desarrollar la máxima velocidad o máxima potencia, gracias al ajuste de las palas. Por el contrario, proporcionan un menor empuje hacia atrás.

### **2.2.4. Remolcador convencional con tobera tipo Kort:**

La incorporación de una tobera a estos sistemas, dentro de la cual gira la hélice, permite aumentar la eficacia del propulsor. Al canalizar el paso del agua, se aumenta la velocidad en la sección mínima, velocidad que disminuye al sobrepasar esta sección, aumentando la presión y el empuje. El rendimiento de un sistema de propulsión convencional con tobera puede ser del 25% al 40% superior. [2]

Imagen 33: Ilustración comparativa de flujo con tobera y sin tobera



Fuente: <https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/>

A su vez, el timón puede ser fijo o de aleta (*flap rudder*). En este último caso, se añade al timón convencional en su cara de popa una aleta con movilidad independiente, pero controlada con una conexión entre ambos.

Imagen 34: Hélice montada en Tobera tipo Kort



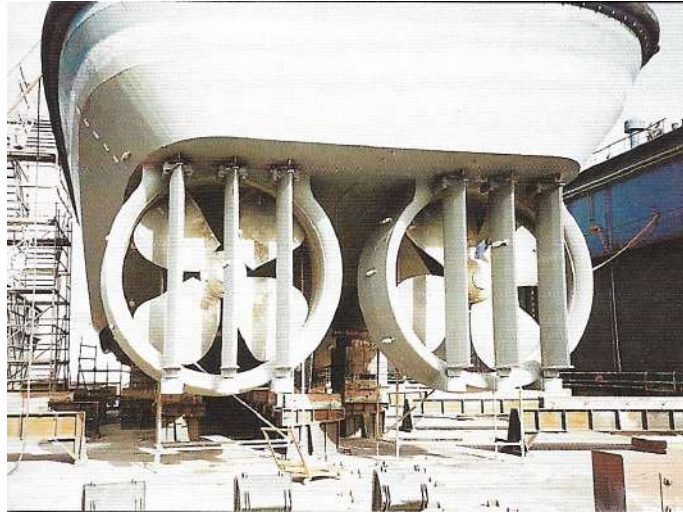
Fuente: <https://www.metalmec.com.mx/kort19a.html>

### 2.2.5. Remolcador convencional Tow-Master.

En este caso el remolcador dispone de tres timones denominados de “persiana o contraventana” (*shutter rudders*) instalados a popa de la hélice con tobera fija, y dos timones acompañantes en proa (*flanking*) los cuales permanecen a la vía cuando el remolcador va con máquina avante. Con este sistema se mejora la maniobrabilidad del remolcador tanto con máquina avante como con máquina atrás, pues permite ángulos de metida a una y otra banda, de hasta de 60 grados.

Existe una variable de este sistema, desarrollado por desarrollado por NautiCAN Research & Development Ltd. de Canadá que consiste en la instalación de tres de este tipo de timones en la cara de popa de una hélice de tres palas, sin los timones a proa de la hélice. [2]

Imagen 35: Remolcador Convencional Tow Master

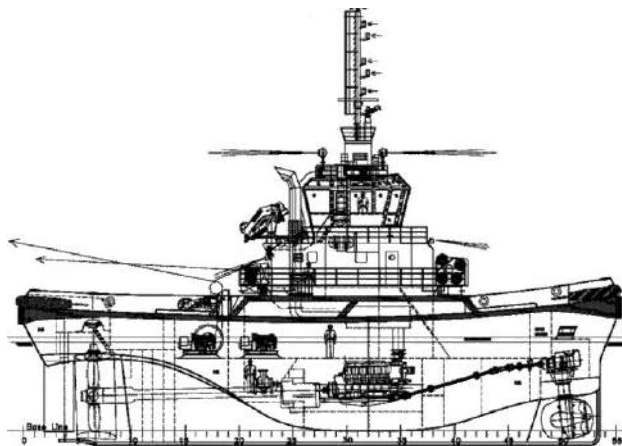


Fuente: Libro “El Remolque en la Mar o Remolque Transporte” de Mario Baselga

### 2.2.6. Remolcador Combi-Tug

Se trata de un tipo de remolcador convencional, con cualquiera de las configuraciones de propulsión indicadas, que dispone de una hélice de tipo azimutal en proa, en muchos casos retráctil, para ganar maniobrabilidad y potencia adicional. [16]

Imagen 36: Combi Tug



Fuente: <https://www.maritimejournal.com/>

### **2.2.7. Remolcador de propulsión azimutal (ASD – Azimuthal Stern Drive).**

Este tipo de remolcador dispone en popa de dos equipos de hélices tipo azimutal, como ya explicamos anteriormente, formado cada uno de ellos por una tobera, capaz de girar 360 grados, que lleva alojada una hélice, bien de paso fijo o de paso variable. Con este giro se consigue dirigir el chorro de la corriente de expulsión en la dirección deseada, dando una gran maniobrabilidad al remolcador que puede desplazarse en todos los sentidos que desee.

Este remolcador dispone en proa de un chigre o maquinilla de remolque y de un arco con gatera para dar el cabo o cable de remolque al buque asistido en las maniobras de puerto, mientras que en la popa dispone de un chigre con gran capacidad para tener estibado un cable para remolques de altura.

Estos remolcadores son muy completos ya que son capaces de actuar como remolcador de puerto, pero también está habilitado para realizar remolques de altura, con lo que en su cometido tiene un gran abanico de acción.

**Imagen 37: Remolcador ASD V.B. Canarias**



Fuente: Elaboración propia



### 2.2.8. Remolcador tipo Rotor Tug.

Se trata de otra de las principales variables de este tipo de remolcadores. Este cuenta con un tercer tractor acimutal en crujía a un tercio de distancia aproximadamente de la línea de popa, en lugar del *skeg*.

El rumbo y la potencia es controlada por medio de un Masterpilot que acciona de manera simultánea los tres propulsores, aunque es posible utilizar de manera independiente los dos propulsores de proa y el de popa. Dispone de un chigre en proa y dos en popa para las maniobras de puerto, y además, un chigre en popa para remolques de mar con 600 metros de cable.

Sus principales ventajas son que alcanza gran tracción sin aumentar el calado y que, en caso de avería de uno de los propulsores, el remolcador puede continuar su trabajo aunque con menor potencia. [16][17]

Imagen 38: Rotor Tug



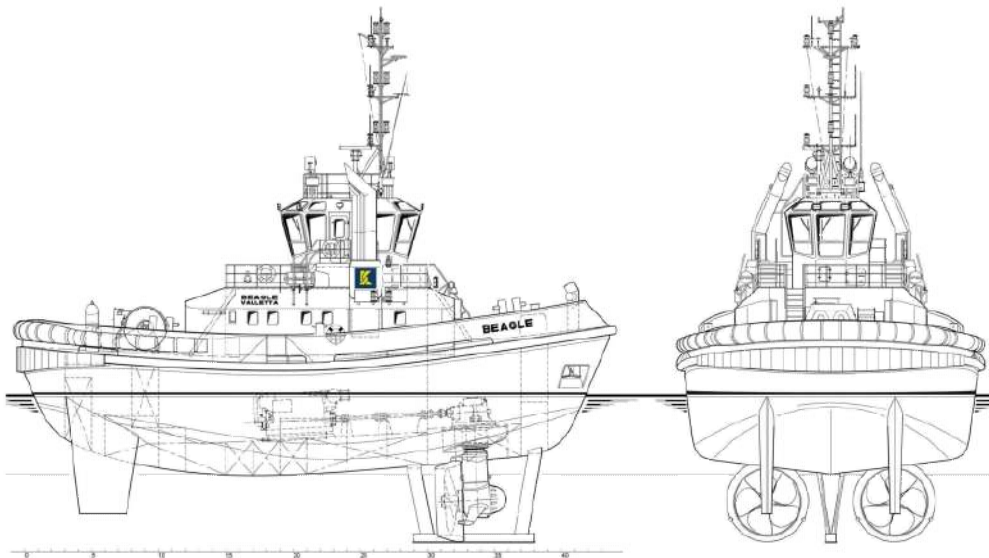
Fuente: <https://products.damen.com/>

### 2.2.9. Remolcador Tractor.

El remolcador tractor se caracteriza por contar con una propulsión gobernable 360 grados, en donde los equipos de propulsión se encuentran instalados bajo el casco a un tercio desde la proa y protegidos con un soporte de dique bajo los mismos, disponiendo, en el cuarto final de la quilla en popa, de un quillón (*skeg*) que aumenta la superficie mojada, dando estabilidad al rumbo.

Entre los remolcadores tipo tractor, se pueden distinguir, a su vez, dos tipologías diferentes en función del tipo de propulsión utilizada: los remolcadores tractor acimutales, con sistema de propulsión tipo *Schottel*, y los remolcadores tractor tipo cicloidales, con sistema de propulsión *Voith Schneider*, de los que hablaremos en el siguiente punto. [2][16]

Imagen 39: Ilustración de Remolcador Tractor



Fuente: <http://www.seaboats.net/>

Sobre la cubierta principal en popa se tiene un chigre de remolque de capacidad y frenado hasta tres veces la tracción del remolcador. A popa del chigre, se sitúa un arco por donde se pasa el cable o cabo para el buque a asistir. Este conjunto permite una gran maniobrabilidad para operar en lugares con poco espacio y tirar o empujar en una operación rápida, maniobrando con los propulsores y arriando o virando el cabo de remolque por medio del chigre.

El remolcador tipo tractor trabaja siempre con el cabo de remolque a popa. Esta es la diferencia principal con los remolcadores ASD, los cuales, en puerto, trabajan siempre con el cabo a proa, y en el remolque en altura, con el cable del chigre a popa. Su uso se ve limitado a maniobras de puerto y pequeños remolques que puedan realizarse con cabo.

**Imagen 40: Remolcador Tractor**



Fuente: Elaboración propia

#### ***2.2.10. Remolcador tipo tractor Voith Schneider:***

Este tipo de remolcador equipa el sistema de propulsión Voith-Schneider que ya explicamos en el apartado de Maniobrabilidad. Para maniobras en puerto son remolcadores que están teniendo mucha demanda debido a su gran capacidad de maniobra. Su capacidad de respuesta es casi inmediata con respecto a los azimutales

Imagen 41: Remolcador con propulsores Voith-Schneider



Fuente: [http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores\\_Helices/Cicloidal/Cicloidal.htm](http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Cicloidal/Cicloidal.htm)

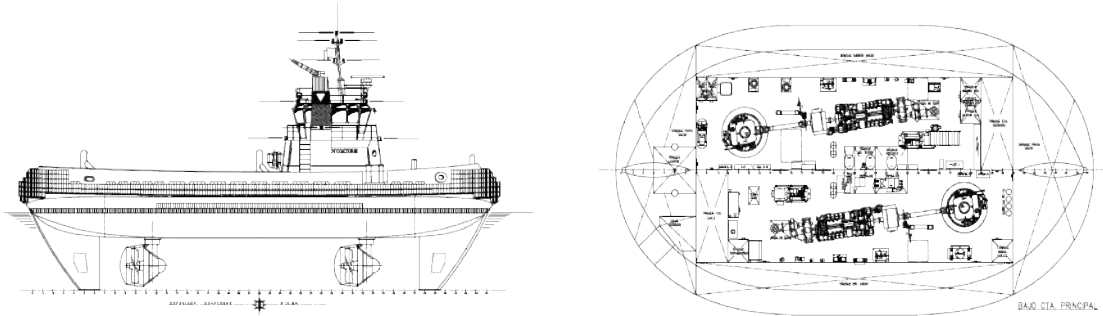
- Equipados por dos sistemas propulsores a 1/3 de la eslora del remolcador desde proa, es un sistema redundante, de tal forma que en caso de fallo de una unidad, el sistema sigue actuando igual, aunque con menor intensidad.
- Dispone de una gran estabilidad, no sólo por su diseño robusto (de 11 m a 14 m de manga), sino por el gran peso de los propulsores, de 22 a 105 toneladas cada uno, para potencias entre 1.250 y 4.200 kW.
- Permite hacer la maniobra de tiro indirecto con total seguridad, con velocidades del buque de hasta 11 nudos: consiste en poner el remolcador a la contra del buque, también conocido como tiro dinámico, de tal forma que a mayor velocidad del buque, el sistema de propulsión hace una mayor tracción sobre el cabo de remolque. [7][11]

### 2.2.11. Remolcador tipo ATT.

Una variedad del remolcador tractor acimutal, se trata de los remolcadores ATT (*Asymmetric Tractor Tug*), también conocidos como SDM (*Ship Docking Module*) o MFP (*Magic Friying Pan*). Estos remolcadores cuentan con dos propulsores azimutales situados uno a cada banda. El propulsor de estribor está ubicado a proa mientras que el de babor está a popa, a 1,95 m de crujía, es decir, en diagonal, de ahí su nombre. El remolcador

dispone además de 2 quillotes en proa y popa, en el plano de crujía. Su disposición en planta presenta forma “elíptica” que le confiere muy buena estabilidad, reduciendo el balance y evitando la pérdida de potencia observada en otros modelos debida a la disminución de calado. Por otro lado, presentan mayor rapidez en las maniobras y en los desplazamientos laterales.

Imagen 42: Ilustración Remolcador Tipo ATT



Fuente: <http://www.astilleroszamakona.com/>

También, existe otra variedad de los remolcadores tractor de tipo azimutal, caracterizados principalmente en la mayor dimensión de la quilla o *skeg* desde el centro del buque hasta la popa: los remolcadores **Z-Tech**. Los dos propulsores se sitúan a un cuarto de la proa. Se encuentra entre medio de los remolcadores acimutales y los tractor, aprovechando las mejores prestaciones de ambos. [23]

Imagen 43: Remolcador Z-Tech



Figure 2a: Z-Tech 6000 Class Tugs:  
Mki Design, outboard profile.

Fuente: <http://ral.ca/>

### **2.2.12. Remolcador tipo RAVE Tug:**

Por otro lado, ha surgido una nueva generación de remolcadores tractor de tipo cicloidal consistente en remolcadores de escolta de gran maniobrabilidad y de alto rendimiento, desarrollados en conjunto por Robert Allan Ltd. Y Voith Turbo Marine. Bajo el nombre de RAVE, la principal característica del nuevo concepto de diseño que los aleja de los convencionales es la alineación longitudinal de las dos unidades de propulsión Voith, en contraste de la configuración transversal tradicional.

El diseño ofrece unas características de generación de fuerza muy precisa y mejorada, necesaria no sólo por las exigencias de escolta (tiro indirecto), pero también muy importante para trabajar en zonas de puerto muy estrechas y canales. [13][24]

Imagen 44: Remolcador RAVE



Fuente: <https://ral.ca/series/rave/>

### **3. El Remolque**

El remolque es una labor compleja en el mundo marítimo en el intervienen muchos factores y se dan una variedad de condiciones que siempre hay que tener presentes para salvaguardar nuestra seguridad, la del buque o artefacto remolcado, resto de embarcaciones y medio marino. Por ello, ahora vamos a ver una serie de aspectos y factores que debemos de tener controlados a la hora de realizar un remolque para reducir todo lo posible el riesgo de que se produzca un siniestro:

#### **3.1. Preparativos para los Remolques.**

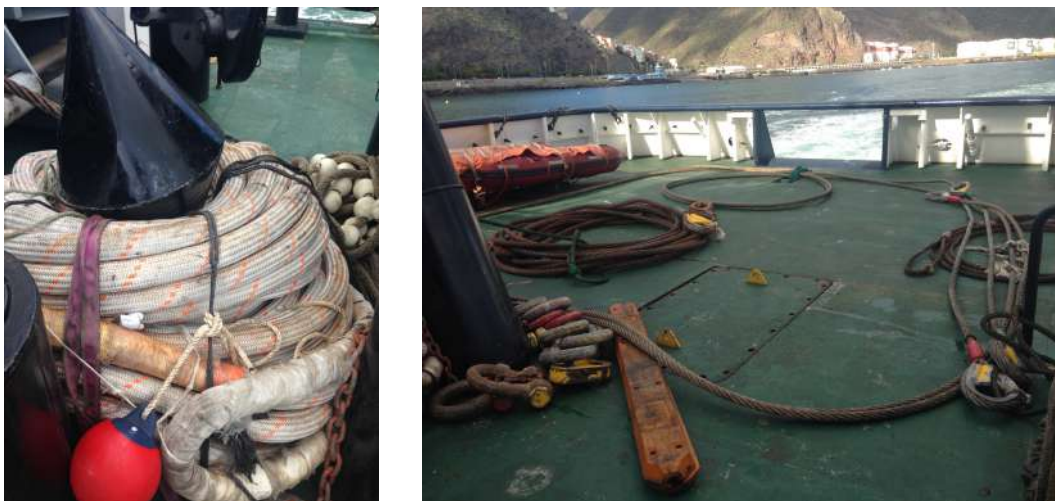
Los preparativos de un remolque, requieren para su desarrollo lejos de la costa, incluir la seguridad e inspeccionar remolcador y remolcado, lastrado, Piés de Gallo, potencia, cables de remolque, pruebas de equipo, winches, habitabilidad y subsistencia para una tripulación. Los preparativos también variarán según sean para remolques de altura o de Cabotaje.

El hecho de que todos los remolques sean de alguna forma diferentes, requiere los servicios de un tercer partícipe. El primero el propietario o armador, el segundo la Compañía de remolcadores, y el tercero sería un inspector que debe examinar remolcador y remolcado para comprobar que todos los preparativos que se estén llevando a cabo, cumplen la normativa y que el remolque se va a llevar a cabo con las máximas condiciones de seguridad y éxito. A menudo, el inspector basa sus opiniones y recomendaciones en experiencias pasadas, además de que se trata de una persona cualificada, es por ello que esta figura es importante y es necesario solicitar sus servicios. En España, el inspector pertenece al organismo de Inspectores del Estado, cuyos puestos son ocupados normalmente por ingenieros navales. En el caso de otros países, puede existir paralelamente unos inspectores pertenecientes a la Compañía aseguradora marítima o a las compañías de clasificación de buques.

Al preparar un buque para ser remolcado por mar, se deben, primeramente asegurar todos los detalles y aspectos. A continuación vamos a detallar los más importantes: **[2]**

3.1.1. Estructura y cubierta: La seguridad que significa amarrar todos los elementos y objetos que puedan moverse, como cabos y cables de respeto, material de remolque, balsas salvavidas, etc., así como la obtención del casco completamente estanco. Cualquier superestructura o estructura construida sobre la cubierta principal, debe ser protegida contra el posible daño que pueda surgir en el mal tiempo o de los resultados de la excesiva velocidad de remolque. Los portillos, puertas, tambuchos, escotillas y cualquier otro acceso tienen que poderse cerrar con seguridad y estar totalmente estancos. Todo el mobiliario y guarniciones deben ser asegurado e imposibilitado para el movimiento. Cualquier estructura o pequeña construcción en cubierta también debe de ser asegurada tan fuerte como sea necesario. [2]

Imagen 45 y 46: Material de Remolque Estibado



Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Consumo: Entre los preparativos del remolque a distancia de la costa, el problema del consumo del remolcador se debe tener muy en cuenta por la posible eventualidad de que la operación de remolque se exceda del radio de acción o autonomía del remolcador. Los puertos de refugio y arribada deben de ser decididos de antemano y en el caso de que no los haya en la ruta, debe llevarse provisión adicional de combustible. [2]



3.1.3. Lastrado: Las embarcaciones son lastradas para mejorar la estabilidad e incrementar el desplazamiento. Normalmente se pone en práctica por medio del uso de agua, arena, grava, piedra, rocas, aceite, etc. [2]

Cuando se vayan a poner en práctica remolques largos de gran duración, en los que haya que atravesar zonas de conocido mal tiempo, el lastrado es de la máxima importancia. En estas circunstancias las barcasas y embarcaciones ligeras, se lastran para obtener mayor estabilidad.

- 1) Facilidad de carga y descarga: Cualquier lastre empleado debe poseer el atributo de poder cargarlos y descargarlos con facilidad. Esto si requiere un gasto considerable de tiempo y dinero en la carga y descarga de a bordo, no se considera un lastre satisfactorio. Los líquidos son quizás los más fáciles de manejar, puesto que todos ellos pueden pasarse mediante tuberías. Muchos remolcados no tienen entubado interno, sin embargo donde esté instalado el entubado debe ser utilizado por todos los medios para transferir los líquidos. Los lastres de aceite están en desventaja pues generalmente contaminan las superficies internas y, como consecuencia, requieren un gasto suplementario de limpieza y los líquidos volátiles pueden provocar fuga de gases. El agua está cerca de ser el más manejable de los lastres líquidos; es limpia, barata, abundante y fácil de trasegar.
- 2) Efectos de superficies libres: Significa el efecto de la estabilidad de un barco o barcaza por el libre movimiento de la superficie de un líquido que está constantemente cambiando (golpeando de un lado a otro) como resultado del balance y los bandazos. Generalmente hablando, el efecto de superficies libres será experimentado sólo con lastres líquidos y también solamente cuando un compartimento no esté completamente lleno del líquido. En un depósito o tanque, completamente lleno, este efecto es nulo.
- 3) Estabilidad comparativa: La finalidad de cualquier lastre, es incrementar la estabilidad de una embarcación y si el lastre por sí mismo no es estable, subsiste la razón de que el efecto total producido para la estabilidad, será adverso. Para la misma estabilidad, el lastre debe estar destinado a prevenir

el corrimiento de la carga. Esto se consigue, utilizando mamparos y reguladores de corrimiento. Estas piezas se construyen de madera, del tal manera que son para evitar que el lastre se ponga en una nueva posición por el cambio del centro de gravedad de la masa durante los períodos de balance en el mal tiempo.

- 4) Seguridad: Un lastre debe ser seguro de manejar. Los líquidos volátiles son susceptibles de incendio y explosión, deben ser eliminados. Por su misma naturaleza; un remolcador es generalmente de funcionamiento peligroso, y la utilización de un lastre volátil, sirve solo para proporcionar más riesgo.
- 5) Mínimo daño para el remolcado: Un requisito necesario para cualquier lastre, es no causar daño a la embarcación remolcada. Algunos lastres, tales como la roca pesada y la piedra cargadas y estibadas con evidente descuido, pueden provocar daños y distorsiones. Existe la posibilidad de que un casco pueda ser dañado seriamente durante las operaciones de carga, sin que este sea visible. Sin embargo, mientras se está en ruta, el lastre puede cambiar de lugar, debido al balance del remolcado, siendo la causa de que un agujero que antes se abrió (durante la carga), se ponga de manifiesto ahora mostrando un daño visible. Es innecesario decir que cualquier preparación complicada de un remolcado para recibir el lastre tal como los mamparos y la disposición de la estructura incrementará el coste total del remolque. Es por ello que, a la vista de todos estos factores, debe elegirse según el tipo de barcos y operación el lastre más sencillo y menos complicado de manejo. Desde luego, el lastre más comúnmente empleado, como se cita anteriormente, es el agua, a causa de su limpieza, facilidad de trasiego, seguridad y estabilidad cuando un compartimento se llena. El lastrado con agua se efectúa generalmente con la intención de disminuir cualquier esfuerzo que pueda provocarse en el casco por la adición de pesos.
- 6) Bombas de sentinas: En conjunción con el lastrado de transporte en forma líquida, un elemento muy necesario es la bomba de sentinas. El objeto de estos aparatos es mantener la reserva de flotabilidad del barco remolcado.

Los compartimentos que no han sido lastrados deben mantenerse vacíos en toda ocasión para mantener la estabilidad y preservar la flotabilidad positiva. La reserva de flotabilidad es absolutamente necesaria a causa de que sin ella, un barco remolcado no puede mantenerse en buenas condiciones. Para pequeñas tareas de estos remolques, la bomba de sentinas puede proporcionar un resultado satisfactorio en cuanto el casco esté herméticamente cerrado. En los remolques mayores, la práctica aconseja la utilización de una o más máquinas o motores de gasolina o diesel, para accionar las bombas en las operaciones de remolque.

3.1.4. *Acoplamiento*: El acoplamiento del remolcador y remolcado es un término que identifica el total de las conexiones entre ambos barcos, cables, estachas que unen remolcador y remolcado. Comprende algunos componentes consistentes en piezas primarias que incluye el cable de remolque, el cabo, el pendant (si se llegara a usar), los Pies de Gallo, el gancho de remolque, así como los componentes secundarios que incluyen grilletes, cables de seguridad, los alambres y cabos de respeto, trapas y protectores para el roce de los cabos y alambres. [2]

3.1.5. *Tren de Remolque*: Es la herramienta principal del remolcador con la que se realiza el remolque. Es un elemento que varía mucho en función del tamaño y tipo de artefacto remolcado. Entre los elementos que lo componen está el cable principal de remolque, Piés de Gallo, triángulo de remolque, grilletes, cabo intermedio, y cable o alambre secundario. Si el tipo de artefacto remolcado lo permite, ya sea por su tipo, tamaño, peso, o distancia de remolque, es posible usar uno o varios cabos en vez de un tren de remolque, aunque suele ser más bien en remolques costeros o de cabotaje, en movimientos de corta distancia dentro de puerto, o al llegar a puerto después de un remolque de altura ya que remolcando con cabo es mucho más fácil acortar la longitud de remolque para poder maniobrar en puerto o zonas confinadas ajustándolo a la medida necesaria en cada momento con mayor rapidez. También hay que tener en cuenta que es importante seleccionar (dentro de lo posible) que los elementos como grilletes y cables o alambres, sean lo más livianos posibles dentro de los requisitos exigidos para realizar el

remolque con seguridad, para facilitar el manejo de éstos a la tripulación en cubierta sobre todo en la maniobra de largado de remolque. Evidentemente cuando no tratamos uno de estos casos, es importante montar un tren de remolque con Pie de Gallo, cables, alambres, grilletes y cabos necesarios para poder realizar el remolque con seguridad.

Un remolcador no resulta verdaderamente efectivo en cuanto al equipo de remolque, a menos que lleve a bordo una amplia variedad de cables y Piés de gallo de diferentes longitudes y en buenas condiciones. En muchos casos, se ha tenido en cuenta la practica de preparar primeramente el remolcado, antes de la llegada del remolcador, con objeto de ahorrar tiempo y dinero. Como resultado, algunos conjuntos han resultado inadecuados para la tarea. Esto combinado con la llegada del remolcador que lleva un equipo insuficiente para efectuar los cambios necesarios, da como resultado un gasto de tiempo que resulta caro en los últimos momentos que se utilizan para proporcionar el equipo adecuado en cantidad y calidad. En este punto es importante que el armador de la compañía de remolque se asegure de provisionar el remolcador con los elementos necesarios y adecuados para poder afrontar el servicio.

3.1.6. *Piés o Patas de Gallo*: El Pie de Gallo consiste en dos tramos de cadena o de cables/alambres de igual longitud. La cadena debe emplearse siempre en los remolques a larga distancia o remolques de altura, por su efecto de muelles que la misma ejerce en caso de mala mar. Es muy importante que los tramos del Pie de Gallo tengan la misma longitud y con objeto de que cualquier carga o tensión resultante se distribuya igualmente en ambas partes. Una de las partes mas largas causaría un incremento en la carga del cable principal de remolque y también en el otro trozo de la Pata de Gallo, lo que podría derivar en que el cable principal de remolque y/o el otro componente de la parte mas corta del Pie de Gallo. Los Pies de Gallo deben de ser de longitud suficiente, con objeto de proporcionar peso o tensión en el remolque y reducir la guiñada. Teniendo en cuenta esto, un remolcador no puede desempeñar su finalidad sin piés de gallo de tamaño y fuerza adecuadas. Todos los Piés de Gallo que a menudo han sido considerados de importancia secundaria, dan como resultado un fallo, debido a no ser considerado su tamaño, cuando para

todas las finalidades practicas, el pie de gallo debe ser tan largo y tan fuerte como el cable principal de remolque.

Imagen 47: Pies de Gallo de Cadena



Imagen 48: Pies de Gallo con Cable/Alambres



Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Pendant, Estacha o Cabo Intermedio: El Pendant o también llamado estacha o cabo intermedio es el empleado entre los Piés de Gallo y el cable principal de remolque. La finalidad de este cabo o estacha es la de proporcionar peso y sobre todo elasticidad al tren de remolque y actuar como resorte que estará bajo tensión y presta la flexibilidad necesaria para el trabajo del remolcado. [2]

Este “efecto resorte” es muy importante para prevenir que se pueda partir el cable de remolque cuando esté sujeto a repentinos choques de carga como resultado de la acción del oleaje, las faenas de remolque, o los virajes pronunciados del remolcador.

Imagen 49: Pendant o estacha Intermedia



Fuente: Elaboración propia

3.1.8. Remolque de Fortuna: Es un conjunto de Piés de Gallo exactamente iguales que los del remolque principal. En muchas ocasiones se dan unos por la proa para el remolque principal, y el remolque de fortuna por la popa del remolcado, al cual se le engrilleta un cable o cabo con un boyarín que se larga por la popa entre 25 y 100 metros (dependiendo del tamaño del remolque), con lo que en caso de romper el remolque principal, el remolcador pasa a popa y coge el boyarín, virándolo hasta que suben a bordo del remolcador los Piés de Gallo del remolque de fortuna y se vuelven a afirmar al remolcador quedando un nuevo remolque y efectuando el mismo en sentido inverso. Según el tipo y las características del artefacto que se vaya a remolcar, también es posible darlo por el mismo sitio en el que se dé el remolque principal.

3.1.9. Protector para el rozamiento: Es casi inevitable que realizando un remolque, el cabo o el alambre que se está usando para remolcar, tenga un rozamiento con la tapa de regala, monaguillo o bitas, por tanto es importante poner una protección en aquellos puntos de roce. Normalmente es un elemento de teflón, de forma cilíndrica o rectangular, y alargado con la finalidad de que

tenga margen al cable ir moviéndose para los lados debido a las guiñadas. De igual manera, también es muy importante recubrir dichos puntos de roce con grasa que proporcione lubricación adecuada la cual reduce el calor producido por la fricción del roce. La reducción de este calor tiende a suavizar el desgaste del cable. [2]

Imagen 50: Protector Cable Remolque



Fuente: Elaboración propia

### 3.2. LONGITUD DE REMOLQUE.

La Longitud de remolque es un factor que dependerá mucho del tipo de remolque que se esté realizando, si es un remolque en una maniobra portuaria o un remolque de altura, además de la zona donde la profundidad juega un papel importante debido a que por su catenaria, el cable pueda llegar a enroscarse en el fondo. También hay que tener en cuenta otros factores como el estado de la mar, la velocidad a la que se lleve a cabo el remolque, el periodo de ola y desplazamiento del remolcado.

En primer lugar, en remolques portuarios como atraques y desatraques de barcos, la longitud es literalmente corta, y al ser maniobras dinámicas donde el remolcador cambia de posición muchas veces, la longitud es variable, pero siempre teniendo en cuenta la velocidad del chigre ya que de ser una longitud mas grande de lo exigido para la maniobra, es posible que el cabo forme un seno en el agua, y al requerir la maniobra un cambio de posición, se de la situación de coger el seno del cabo con la hélice y provocar una avería en el remolcador y entorpecer gravemente la maniobra. A modo de conclusión, no hay una longitud determinada sino que va variando para siempre buscar la mayor seguridad.

En cuanto al remolque de altura, normalmente se va a desarrollar en un escenario donde los efectos de la mar, corrientes, y vientos puedan estar presentes durante un tiempo mas prolongado. Por ese motivo, es necesario filar el cable de remolque mínimo una distancia de 350-400 metros para que se pueda formar una catenaria que absorba todos los esfuerzos y tensiones en el cable a causa de las condiciones climáticas adversas.

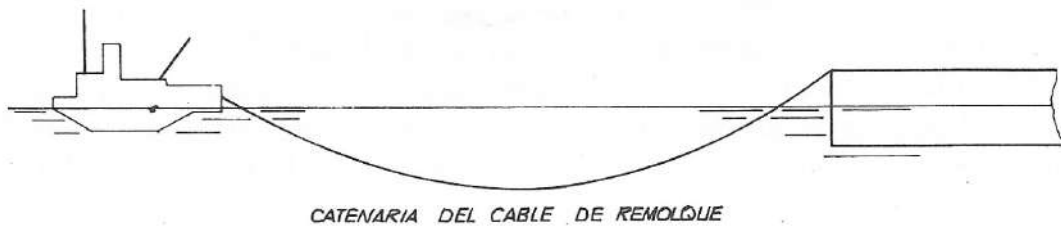
De igual manera, no hay una regla que determine la longitud exacta que se debe emplear en los remolques, la experiencia del capitán o patrón del remolcador es muy importante porque en un remolque se pueden dar infinidad de circunstancias diferentes, tanto como climatológicas, tipo de remolcador, tipo de remolcado, material empleado, zona de navegación donde se realice el remolque, etc. [25]

### **3.3. CATENARIA DEL REMOLQUE**

La catenaria es el seno que debido a su peso, forma el cable de remolque entre el punto de la popa del remolcador por donde sale el remolque, y el punto donde está firme el artefacto remolcado. La catenaria es muy importante debido a que actúa como si fuera un resorte, proporcionando una elasticidad que absorbe todos los esfuerzos y tensiones producidas por las condiciones climáticas. [2][16]



Imagen 51: Catenaria del Cable de Remolque

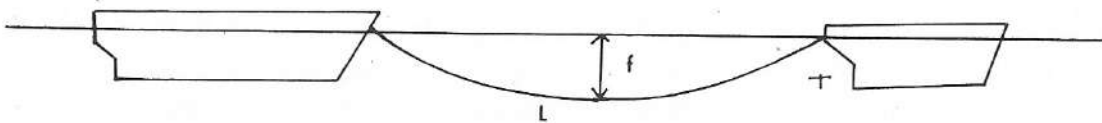


Fuente: Libro "El Remolque en la Mar o Remolque Transporte" de Mario Baselga

Es muy importante saber la cantidad de catenaria del cable de remolque en todas las ocasiones ya que cuando un remolcador y remolcado están entrando o saliendo de puerto, así como transitando por aguas poco profundas, una catenaria excesiva puede causar que el cable toque y arrastre a lo largo del fondo, pudiendo llegar a enroscarse o producir averías.

En caso de que por las exigencias de la zona donde se vaya a operar y la profundidad que haya, desde que haya una mínima duda podemos emplear de manera muy fácil la fórmula que vamos a detallar a continuación para saber exactamente la flecha de la catenaria y la profundidad que vamos a tener como límite para saber que longitud de remolque realizar:

Imagen 52: Flecha de la Catenaria



Fuente: Libro "El Remolque en la Mar o Remolque Transporte" de Mario Baselga

$$f = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2 \times P}{2 T}$$

Donde:

$f$  = la flecha de la catenaria que queremos calcular

$L$  = distancia del cable entre remolcador y remolcado

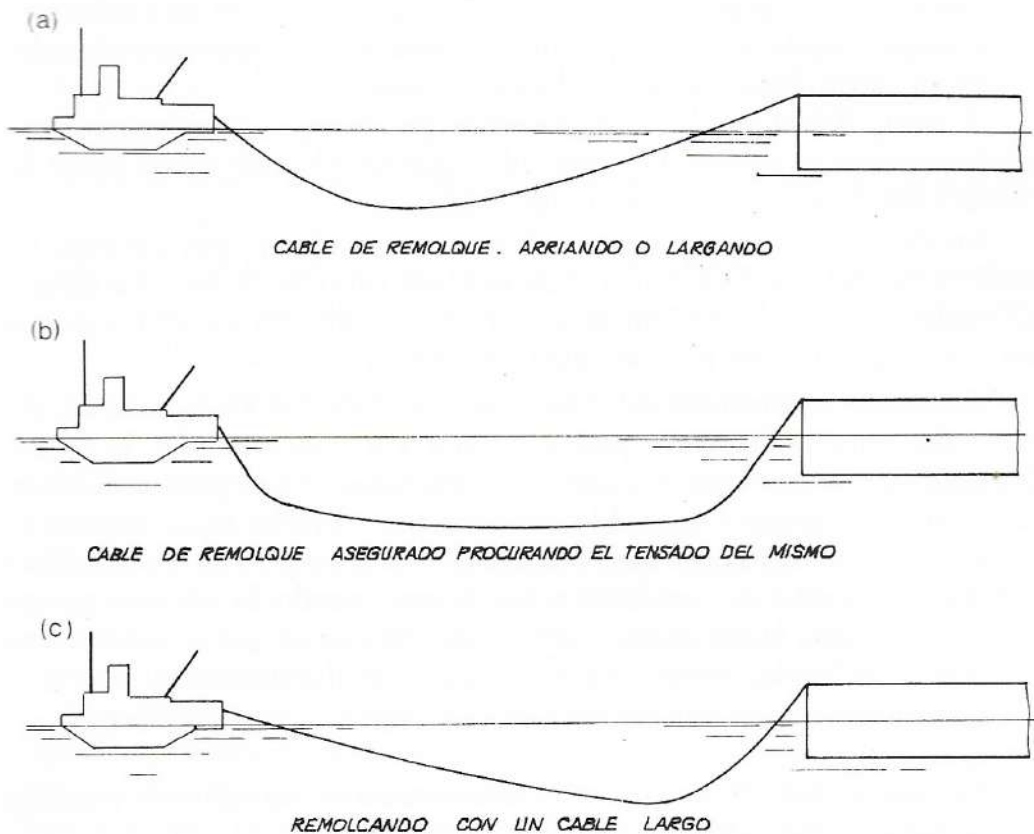
$P$  = peso del cable de remolque

$T$  = Tiro del remolcador

A esta información tenemos fácil acceso ya que el peso del cable y el tiro del remolcador lo encontramos en los certificados, y para la distancia entre el remolcador y remolcado podemos emplear fácilmente el mismo radar.

A continuación vamos a ver tres circunstancias del proceso que se produce en la catenaria desde que se arría, hasta que se llega a la velocidad y situación final de remolque. **[20]**

Imagen 53: Diferentes circunstancias de Catenaria



Fuente: Libro "El Remolque en la Mar o Remolque Transporte" de Mario Baselga

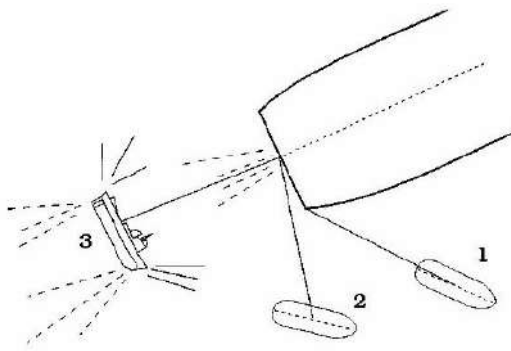
### 3.4. Peligros en el Remolque.

El remolque es una maniobra compleja que no está exenta de peligros y posibles y posibles situaciones de urgencia ya que hay muchos elementos y factores tanto a nivel interno del remolcador y remolcado como de agentes externos como condiciones climáticas adversas. A continuación vamos a nombrar algunas de las posibles situaciones que pueden suponer un peligro para el remolque: [2]

#### 3.4.1. Tumbado o Girding

Se dice que un remolcador va a tumbar o girdar cuando su forma de remolcar es de costado a consecuencia de que el tiro del cabo o cable de remolque se posicionó de través.

Imagen 54: Situación de Tumbado o Girding



Fuente:  
<http://www.geocities.ws/mpaoral/ch5/girting.htm>

Un ejemplo de esta situación es un remolcador que vaya en la posición 1, acompañando por la aleta de estribor de un buque, y el remolcador se quede sin máquina. En ese instante pasa a la posición 2 pasando el cabo al través, y seguidamente, de través total en la posición 3, provocando el arrastre y muy probablemente el hundimiento del remolcador en caso

de que el buque no lograra reducir su velocidad a tiempo.

Cuando la situación de “*Girding*” es inminente, el Capitán o Patrón tiene que hacer un **disparo de emergencia del gancho** para zafar el cabo o cable de remolque, o en caso de estar remolcando con un chigre, disparar el **largado rápido de emergencia** para que el cabo salga por el chicote y eliminar el esfuerzo que el cabo está realizando por el través provocando la inminente escora. De igual manera, es importante siempre tener ubicados un hacha y una radial preparadas para poder cortar el cabo o cable en caso de que el gancho

fallara. También la altura del gancho sobre el centro de flotación hay que tenerla en cuenta ya que a mas altura, con más facilidad sucederá este peligro.

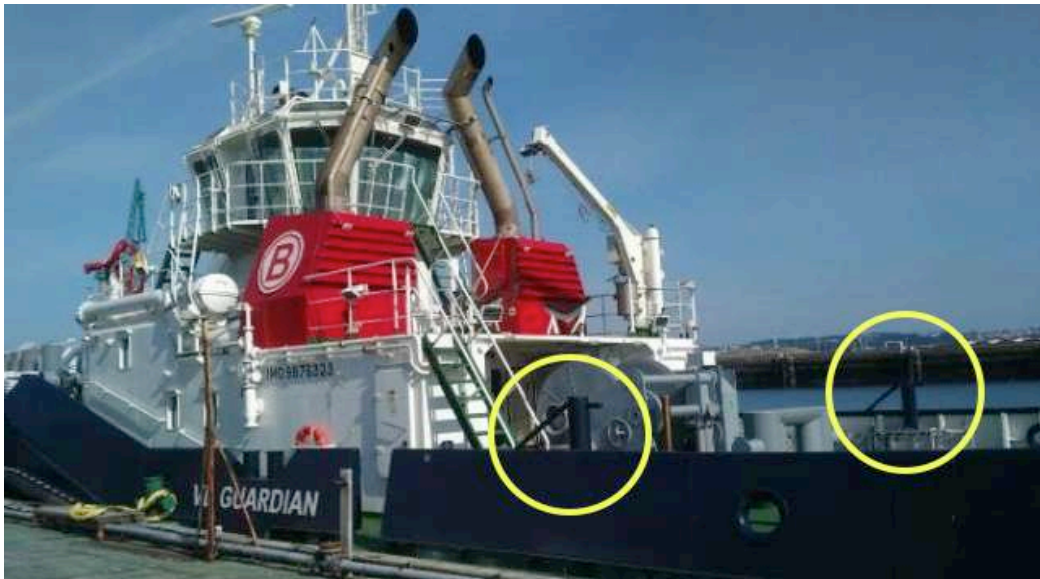
Imagen 55: Situación de Girding



Fuente: <https://www.facebook.com/GENTE-DE-LA-MAR-260210397327022/photos>

Este problema es mas común en los remolcadores convencionales donde por su maniobrabilidad son mas propensos a que se dé esta circunstancia. No obstante, los remolcadores modernos azimutales no están exentos de que les pueda suceder, pero también es cierto que se han ido desarrollando diseños y medidas de seguridad para evitar que esto pase. Como ejemplo de ello, los remolcadores más modernos están viniendo dotados de dos especie de Bitones a modo de tope, situados más a popa del gancho y el centro de gravedad del remolcador, a fin de que el tiro no llegue al través total. [2]

Imagen 56: Bitones Tope para el Cable de Remolque



Fuente: [https://www.instagram.com/boludatowage\\_europe/?hl=es](https://www.instagram.com/boludatowage_europe/?hl=es)

### 3.4.2. Fallo en Tren de Remolque:

Durante el remolque, tanto buque remolcador, buque remolcado como tren de remolque están experimentando diversos esfuerzos que pueden provocar la rotura del tren de remolque. Para evitar la rotura del tren de remolque por picos de tensión en el tren de remolque, hay que configurar el mismo conociendo que influye en el riesgo de rotura por aumentos de tensión repentinos. Aunque algunos pueden modificarse durante el remolque, este aspecto se ha tenido que tener en cuenta al diseñar el mismo. No obstante, los métodos para reducir el riesgo de rotura por este motivo pueden ser:

- Largar más cable de remolque
- Aumentar la longitud de cadena o pie de gallo.
- Insertar un tramo de cabo o estacha en el tren de remolque que amortigüe los picos de tensión. (Pendant)

### 3.4.3. Buque remolcado dominando al remolcador

Una de las más peligrosas ocasiones en que puede encontrarse un remolque de mar, es cuando el remolcado soporta y supera al remolcador. Esta condición suele producirse más fácilmente con remolques cortos, cuando se va a entrar en un puerto, y navegando por canales o ríos con mareas o corrientes. Es una condición peligrosa, porque el remolcado puede abordar o chocar con la popa del remolcador, provocándole daños tales que puedan perjudicar el casco, dando como resultado el hundimiento. Las barcazas o gabarras que tienen inclinadas las proas, pueden pasar por encima del remolcador, provocando el siniestro. El perjuicio serio que puede causar la obra muerta del remolcado en el casco de un remolcador, puede dar como resultado una vía de agua incontrolada y el hundimiento rápido del remolcador. Esta situación puede ocurrir por varias causas:

- *Corrientes*: Las corrientes adversas pueden producir la causa para que el remolcador marche lentamente y el buque remolcado continúe con su primitiva marcha. Al menos que alguna acción correcta sea aplicada, el barco puede pasar por encima y hundir al remolcador. En estas ocasiones es de la máxima importancia que ambos barcos no vayan unidos por estachas muy cortas, sobre todo si se esperan estos cambios de corrientes o mareas.

- *Reducción de velocidad*: Una repentina reducción de velocidad o una avería en las máquinas de un remolcador, pueden dar como resultado este tipo de colisión. El abordaje se produce debido a la mayor velocidad conservada en el buque remolcado. En otras palabras, el buque remolcado no puede disminuir su velocidad tan rápidamente como el remolcador y el resultado puede producir la colisión.

La reducción de velocidad en el remolcador, debe ser hecha por pequeños tiempos y realizada con toda clase de precauciones, sobre todo cuando ambos barcos van unidos por un cabo o cable corto. Debemos también observar cuidadosamente el viento durante la reducción de marcha o velocidad. Las zonas de arboladura del remolcador y remolcado reaccionarán a la fuerza de éste, en mayor o menor grado, dependiendo de su marcha y superficie expuesta a este y, por tanto, influirá en el rumbo de ambos. [2]

#### **3.4.4. Avería de la máquina**

Una avería en la máquina puede representar un serio problema. Cualquier avería que surja y provoque una bajada de revoluciones o paro de la maquina se tiene que comunicar inmediatamente al Capitán o Patrón para tratar de actuar con la mayor antelación posible y así evitar una de “Girding”.

Con un cabo muy corto es muy probable que se produzca una situación en la que el remolcado alcance al remolcador con su consecuente peligro. Con cabos de 80 a 100 mts. debemos meter todo el gobierno a una banda y prepararnos para largar el remolque, antes de que el peligro sea inminente. También, debemos recordar que el incremento de catenaria de un cabo que no flote, tenderá a tirar del remolcador y remolcado, acercándolos. Con una estacha o cabo de 180 o más mts., también debemos, por precaución, meter a una banda y preparar la separación del cabo de remolque, pero antes también de que el peligro sea inevitable, en todo caso el capitán obrará según su recto juicio. No debemos olvidar si navegamos en aguas poco profundas, que el remolque largo puede llegar a anclarnos en el fondo, cuando se incrementa la catenaria por la avería de la máquina.

#### **3.4.5. Guiñada**

Un barco remolcado que marcha de lado con respecto al cable, se dice que va con guiñada. La guiñada puede adquirir diversas formas:

- a) El buque remolcado puede gobernar a un lado del remolcador y mantenerse así en una línea diagonal con una marcha avante.
- b) El remolcado puede arrastrar una marcha pesada, describiendo una estela sinusoidal, a una velocidad constante.
- c) Un remolcado puede oscilar suave o violentamente alrededor de su centro de gravedad.

d) El buque remolcado puede gobernar rápidamente con un movimiento lateral, alcanzando el límite de marcha cuando esté de través, lo que le hará girar, pivotando sobre su proa. Esta vuelta puede dar como resultado el que el remolcado llegue a escorarse.

Un barco con el timón averiado y descentrado, guiñará siguiendo un rumbo paralelo al del remolcador. A veces durante el mal tiempo se da mucho la guiñada particularmente en buques remolcados que no pueden mantener el rumbo detrás del remolcador. Incluso cuando el remolcado es sometido a gobierno existe la guiñada. Un buque remolcado guiñará generalmente de forma incontrolada, con un cable de remolque corto. [2]

**Imagen 57: Remolcado en situación de Guiñada**



Fuente: Elaboración propia



La guiñada es peligrosa por las razones que vamos a exponer:

- 1) Una embarcación con guiñada exagerada durante el remolque, puede presentar su cubierta a la mar en situación de, avería y con la posibilidad de escorarse.
  
- 2) El peso del cable de remolque y el impulso direccional conducen al remolcador por medio de un timón exagerado y le condenan a seguir su rumbo. El esfuerzo combinado de la escora y el debido al peso y tracción del cable de remolque, pueden llevar a escorar y tumbar al remolcador. Cuando la guiñada se produce con movimiento de péndulo y este llega a ser excesivo, puede tumbar al remolcador o hundir al buque remolcado. Se han ideado muchos métodos para prevenir o reducir la guiñada y cada uno de ellos han sido utilizados con diferentes grados en cuanto a su éxito. Alguno de estos métodos son los siguientes:

- Timones: Se colocan en los barcos remolcados que tienen tendencia a caer a una banda girados de 15 a 20° en sentido contrario a la caída. El buque remolcado puede guiñar en ocasiones pero provisionalmente, seguirá una línea derecha aunque no siempre directamente detrás del remolcador.

- Piés de gallo: Aparte de la sujeción y conexión del remolcado y remolcador, sirven para evitar las guiñadas a pesar de lo cual el remolcado puede tener tendencia a caer a una banda; esta guiñada puede corregirse acortando uno de los ramales del pié de gallo, dando vueltas en las bitas de amarre en los cables y cortando uno. o dos eslabones en la cadena.

- Anclas flotantes: Se colocan a veces a bordo de pesados e ingobernables buques remolcados en la popa, generalmente con mal tiempo y por una tripulación experta, ello incrementa el arrastre y reduce la guiñada. En barcos de cierta magnitud, se dan con 2 trozos de cadena, sujetos a banda y banda por la popa. Aunque constituya un método eficaz, su utilización debe estar limitada a situaciones de emergencia (mal tiempo, mar gruesa, etc.), ya que la resistencia del buque remolcado puede verse incrementada desde un

25% a un 300%, decreciendo así la efectividad del remolque e incrementándose los costes del combustible.

- Línea de remolque: El alargamiento o acortamiento del cable de remolque afectará a la guiñada. Existe un punto crítico en la longitud del remolque en la que la guiñada es mínima.

- Carga: Las cargas en cubierta que son colocadas demasiado lejos de popa, incrementan las guiñadas. Cuando sea posible, debemos meter el cargamento hacia la mediana, del barco y adrizarlo mediante lastre.

- Hundimiento del buque remolcado: Es una situación peligrosa que puede producirse durante un remolque y que puede provocar el hundimiento del remolcador. El problema de un remolcado hundido gira, generalmente, sobre alguno de los elementos de conexión entre remolcador y remolcado fallará primero: Piés de gallo, cable de remolque, conexiones tales como grillete, etc. Se debe esperar que falle el elemento más débil, sin embargo este puede tener una fuerza insospechada y aguantar muchas toneladas de tiro. Generalmente este elemento debería ser el cable o cabo de remolque pero, supuesto que aguantase las toneladas de peso del remolcado y el tirón en la popa del remolcador, que caso de no partir el cabo o cable, pueda hundir al remolcador. Por otra parte, el esfuerzo en la popa, puede producir averías en el casco del remolcador, con la consiguiente entrada de agua y resultado de pérdida del remolcador.

Por otra parte, existe la posibilidad que el siniestro se produzca en aguas poco profundas, y en esta situación debe dejarse balizado el buque siniestrado, tanto para su posible recuperación, como para señalar un posible peligro para la navegación. Ante esta situación debe largarse el cabo de remolque necesario hasta que el buque hundido toque fondo, preparando una boya con el chicote de remolque, que luego se largará por la popa.

Cualquier incidente puede ser causa de que un remolcado se hunda, por ejemplo, avería en el casco durante mal tiempo, fallos o hendiduras en planchas deterioradas del mismo, golpe con objetos sumergidos, colisiones con otras embarcaciones, lluvias torrenciales o golpes de mar que proporcionan agua en cantidad para que se introduzca a través de las aberturas de cubierta, la excesiva velocidad del remolque que impulsa al remolcado hacia abajo, o las averías en el extremo de la roda. [2][16]

#### **3.4.6. Coger Cabo o Alambre con la hélice.**

Debido a factores tanto de mala maniobra por parte del remolcador como de factores externos como corrientes, mala mar, la guiñada mencionada anteriormente, vientos, etc., no es nada nuevo que se dé una situación en la que el cabo o cable coge un seno y se mete en la zona de los propulsores enredándose en ellos pudiendo provocar una avería muy importante. En el peor de los casos el propulsor o propulsores quedarán inhabilitados debido a la avería por lo que ya habría que solicitar la ayuda de otro remolcador incurriendo en unos importantes gastos tanto de tiempo como económicos.

#### **3.4.7. Incendio a bordo del remolcado o remolcador:**

El fuego, cuando ocurre a bordo de un buque remolcado, puede ser causa de una combustión espontánea, o bien por negligencias o fallo de la propia tripulación (si la lleva). Deben de llevarse extintores de mano, situados en los lugares estratégicos y contar a bordo con mangueras contraincendios, con guarniciones que deben conectarse a la bomba, pero si todo lo demás falla, la manguera de succión de la bomba puede ser bajada al mar y aprovechar este agua a través de la bomba. Por otra parte, el remolcador debe ir equipado con un buen equipo contraincendios. El fuego a bordo de un remolcador o remolcado, puede ser el resultado de numerosas causas: [2]

- 1) Cabos o estachas expuestos a chispas o llamas.
- 2) Combustión o sopletes en los mamparos adyacentes a los tanques que contienen materiales combustibles.
- 3) Ventilación inadecuada en los espacios de la estiba.
- 4) Pinturas y diluyentes que forman una atmósfera combustible.
- 5) Cortacircuitos y otros fallos eléctricos.
- 6) Sentinas y pantoques gaseosos sucios.
- 7) Fuego en, la cocina o amontonamientos de grasas.

#### **3.4.8. Colisiones.**

Existe siempre el peligro de colisión o abordaje con otras embarcaciones en las faenas de remolque. Las luces y señales de navegación mostradas por remolcador y remolcado, con arreglo al reglamento internacional del abordaje, indican la longitud y número de unidades remolcadas. Pero incluso así, el peligro de colisión es grande. De todas las colisiones, más de una cuarta parte ocurren con motivo de la visibilidad en más de dos millas y por ello pueden determinarse que la visión no es la causa principal de los abordajes. Las principales causas que pueden determinarlos, son las siguientes:

- 1) Con frecuencia señales equivocadas.
- 2) Otras señales acústicas simultáneas.
- 3) Excesiva velocidad en situaciones de paso.
- 4) Fallos en reducir la velocidad con niebla.
- 5) Fallo al parar máquinas en medio de la niebla, cuando la localización de las señales en dicha niebla, oídas desde otro barco que marcha delante, no son entendidas. La reducción de velocidad debe ser practicada con objeto de que todas las embarcaciones indiquen claramente, por medio de señales, sus intenciones de maniobra.
- 6) Las señales no se hacen a veces, aunque sea obligatorio.
- 7) Inexperiencia en las precauciones.

- 8) Fallo al interpretar o identificar las señales de navegación o confusión con luces de tierra.
- 9) Instalación inapropiada del radar. El movimiento relativo y el punto más cercano de aproximación necesitan ser bien determinados.

Los abordajes ocurren generalmente en canales estrechos o puertos de recalada congestionados por otros barcos. [2]

#### **3.4.9. Mareas y corrientes.**

Posiblemente uno de los peligros más incomprendidos en las operaciones de remolque, es el efecto de estas mareas o corrientes, como se evidencia por el número de accidentes de puenteados (pasar un barco por encima del otro). Un remolcador que procede de una marea favorable, entra en un remolino debido a una corriente cruzada fuerte, que le hará retrasar la marcha considerablemente. Mientras tanto, la unidad remolcada todavía en aguas normales, continuará su marcha avante a bastante más velocidad que el remolcador. El resultado puede ser que la unidad remolcada pase por encima del remolcador.

Las mareas provocan corrientes a distintas profundidades que pueden afectar a uno u otro barco, dando como resultado el mismo peligro, asimismo las corrientes submarinas pueden producir los mismos efectos. Una "oquedad" del mar puede a menudo hallarse en la entrada de algunos puertos. Esto es causado por una corriente que trabaje contra el oleaje dando como resultado un ángulo agudo en la cresta de dichas olas. Los remolcadores que entran o salen de dichos puertos, deben estar atentos a estos posibles fenómenos que pueden también presentar un peligro para el remolcador y remolcado. [2]

### 3.4.10. Otras embarcaciones.

Cuando se está navegando es muy importante mantener una buena vigía, hay que estar pendientes a toda embarcación que se encuentre en nuestros alrededores y especialmente en las que tienen o pueden tener rumbo de colisión con nosotros. También es importante que la persona al mando de la embarcación, sea una persona cualificada que sepa las circunstancias que se le presentan en la mar y sepa interpretar las luces y señales de cada una de ellas. En el caso de estar remolcando, es muy importante señalizar bien tanto de día como de noche el remolcador y buque remolcado para evitar situaciones como las que se muestran en la imagen a continuación, situación que puede perfectamente terminar fatal.

Saliendo del puerto del Santa Cruz de Tenerife rumbo al puerto de Granadilla llevando de remolque un Cajón de hormigón, en el momento de estar filando cable de remolque, un velero atraviesa rumbo entre el remolcador y el Cajón. Por suerte la situación se produjo en el momento de estar filando cable de remolque, por lo tanto la catenaria era bastante amplia y permitió al velero cruzar por medio sin coger el cable de remolque.

**Imagen 58: Velero cruzando entre Remolcador y Remolcado**



Fuente: Elaboración propia

#### **4. MANIOBRAS PORTUARIAS**

A modo de introducción en el remolque maniobra, también llamado remolque portuario, se practica con carácter regular desde hace más de un siglo. En el tiempo ha ido adquiriendo importancia y hoy en día se encuentra regulado en la mayoría de los puertos del mundo, bien por acuerdos entre las partes o por normas establecidas por las Autoridades Portuarias.

El remolque maniobra en España tiene un antes y un después con motivo de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre de Puertos del Estado y Marina Mercante, modificada en parte por la Ley 62/1997, de 26 de diciembre, y la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, modificada a su vez por la Ley 33/2010, de 5 de agosto.

Antes de la Ley 27/1992, el remolque portuario se realizaba en los puertos y aguas españolas por buques remolcadores de bandera española y empresas registradas en España. Con la entrada en vigor de dicha Ley, se regula entre otros, la prestación del servicio portuario de remolque a buques, y da a las Autoridades Portuarias facultades para establecer las normas generales y especiales de cada puerto.

A partir del año 1994, se inician los concursos para la prestación del servicio portuario de remolque en los puertos españoles. En los pliegos de cláusulas administrativas y en los pliegos de base, se estipulan las condiciones para concursar y para la prestación de servicio portuario de remolque.

Se entiende por Remolque Maniobra aquel servicio portuario de remolque, cuyo objeto es la operación náutica de ayuda a los movimientos de un buque, denominado remolcado, siguiendo las instrucciones del Capitán del buque, mediante la ayuda de otro u otros buques, denominados remolcadores, que proporcionan su fuerza motriz o, en su caso, el acompañamiento, o su puesta a disposición dentro de los límites de las aguas incluidas en la zona de servicio del Puerto.

El servicio portuario de remolque comienza cuando el remolcador procede a la ejecución de la orden inicial dada por el mando del buque remolcado, o por el práctico con el consentimiento del mando del buque remolcado que tenga relación con el servicio a realizar, y termina en el momento en que se ha cumplido la orden final dada por el mencionado mando o por el práctico con su consentimiento. [21]

#### **4.1. Partes que intervienen en el Remolque Portuario:**

Las operaciones de remolque portuarias a realizar son llevadas a cabo por las siguientes entidades: [2][21]

##### **4.1.1. Autoridades Portuarias:**

Uno de los principales requisitos que busca toda Autoridad Portuaria es la realización de operaciones seguras dentro de la bahía o puerto, de forma que no se produzcan averías en las instalaciones o a otros buques. No obstante, su principal objetivo será que el puerto cuente con un buen servicio de buques remolcadores que permitan cubrir todas las operaciones, y tener además un precio competitivo con respecto a otros puertos cercanos.

En lo referido a exigencias requeridas a los remolcadores, podemos destacar las siguientes:

- Extinción de incendios.
- Lucha contra la contaminación.
- Salvamento.

También existirán ocasiones en las que las Autoridades Portuarias pueden necesitar un buque remolcador para realizar operaciones adicionales como pueden ser:



- Labores de reparación de muelles o instalaciones.
- Labores de mantenimiento de los canales navegables.
- Colocación de boyas de amarre a punto simple.
- Instalación y mantenimiento de luces de navegación y boyas.

#### 4.1.2. Prácticos:

La figura del **práctico** es indispensable en los puertos ya que son profesionales conocedores del todo el entorno portuario así como las condiciones climáticas reinantes en la zona, de modo que es la persona encargada de subir a bordo del buque para aconsejar al Capitán cómo poder hacer la maniobra en las mayores condiciones de seguridad. Según la legislación Española, para todo buque mayor de 500 GT es necesaria la asistencia de esta figura.

En cualquiera de los tres casos, el práctico según sea el tipo de buque o artefacto a realizar la maniobra, solicitará el número de remolcadores que él crea que son necesarios acorde al tamaño del buque, número y tipo de propulsores, velocidad del viento en ese momento, corrientes, zona de atraque confinada, etc.

Los prácticos de un puerto están principalmente interesados en que los buques remolcadores que realizan la labor en dicho puerto dispongan de aspectos tales como:

- Fuerza de tracción.
- Maniobrabilidad.
- Seguridad.
- Diversificación de tipos de buques remolcadores.
- Disponibilidad.
- Configuraciones posibles del remolcador.

Además de estos aspectos, lo más importante para que se de un practicaje con éxito es la buena comunicación entre el práctico y los patrones de los buques remolcadores. En función de las condiciones de trabajo, cambiará la preferencia del práctico por la fuerza de tracción, no sólo la fuerza de tracción total, sino también la distribución de la fuerza de tracción sobre el buque.

#### 4.1.3. Armadores de buques o sus Agentes:

Los Armadores de los buques tienen como principal inquietud las tarifas y condiciones obligatorias de utilización de remolcadores que les impone la Autoridad Portuaria del puerto que utilizan.

En muchos casos, las tarifas se basan en las dimensiones de los buques y en la clase de asistencia que se presta. En otros, dicha tarifa se basa en el tipo de buque remolcador que se emplee.

Para un Armador, la disponibilidad del remolcador adecuado para su buque es de suma importancia, ya que si un buque se retrasa en sus operaciones en puerto por culpa de esta circunstancia, se produce un gasto inesperado por parte del Armador.

Generalmente, los servicios de remolque maniobra son solicitados por el Capitán del buque que necesita entrar o salir de un puerto a través de su Agente o Consignatario en dicho puerto, quien realizará las gestiones con la Autoridad Marítima en nombre del Armador del buque.

#### - Armadores de Remolcadores:

Para los Armadores de los buques remolcadores, el principal interés es la realización del mayor número de servicios y que los mismos sean de diversa naturaleza, tanto en el presente como en el futuro. Por este motivo, resulta de gran importancia el desarrollo de los gastos operativos de su flota, y de que manera puede mantener la misma lo más flexible posible para que pueda competir con todos los requisitos del puerto.

Los gastos de explotación de un buque remolcador se componen principalmente de los siguientes conceptos:

- Inversiones en equipamiento.
- Reparaciones y mantenimiento.
- Primas de seguro.
- Materiales de consumo (combustible, víveres, etc...)
- Porcentaje de gastos generales.
- Tripulación: Debe hacerse constar que cuanto mejores sean las cualidades técnicas de los remolcadores, tanto más bajos serán los gastos de reparación y mantenimiento. De la misma manera, cuanto más sofisticado sea el remolcador, desde el punto de vista operativo y técnico, más reducida será la tripulación que se necesita para realizar el trabajo de forma conveniente.

Cuando un buque necesita o le ha sido impuesto por la Autoridad Marítima competente la utilización de remolcadores para realizar una maniobra para entrar o salir del puerto, o dentro de él, debe solicitarlo siguiendo las instrucciones que están recogidas en los distintos procedimientos del control del tráfico marítimo que cada Autoridad Portuaria tiene establecido al respecto. Como cada puerto puede tener diferentes procedimientos, generalmente el capitán del buque solicitará los remolcadores a través de su Agente o consignatario en el puerto, quien conocedor de dicho procedimiento y sobre todo de la experiencia de otras maniobras y buques, tendrá perfectamente definida la cantidad y tipo de buques remolcadores a utilizar.

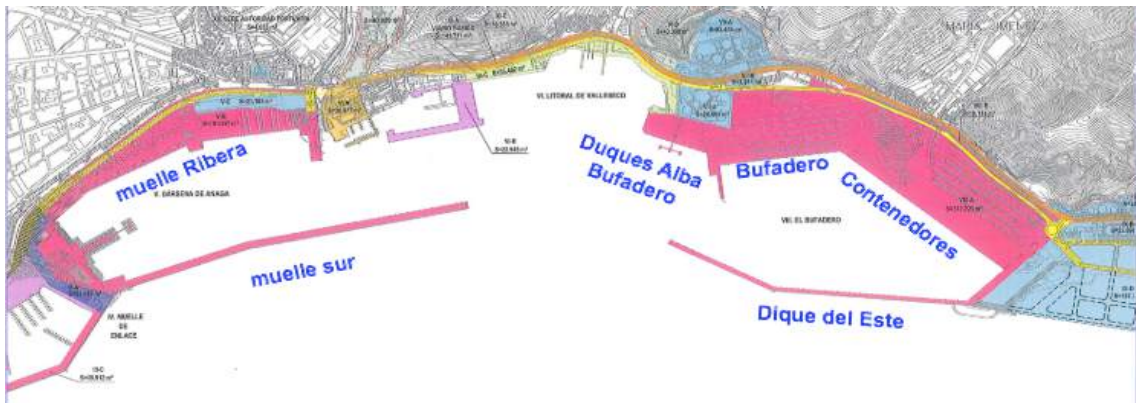
Por su parte, cuando un remolcador se disponga a realizar un servicio de remolque dentro de las aguas del puerto, contactará con el "Port Control" (PC) a través del VHF informando del servicio a realizar, ya que el PC comprobará que la maniobra está autorizada por la Autoridad Portuaria e informará al servicio de practicaje y amarradores si fuese necesario. Al acabar el servicio, el remolcador deberá contactar de nuevo con el PC avisando de la finalización del mismo.

## 4.2. Disposición del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Para entender los puntos que trataremos mas adelante sobre las maniobras, vamos a hacer un breve repaso de la disposición de las diferentes dársenas y muelles del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, ámbito donde se desarrollan algunas de las maniobras portuarias. [26]

- Dársena de Anaga y Bufadero:

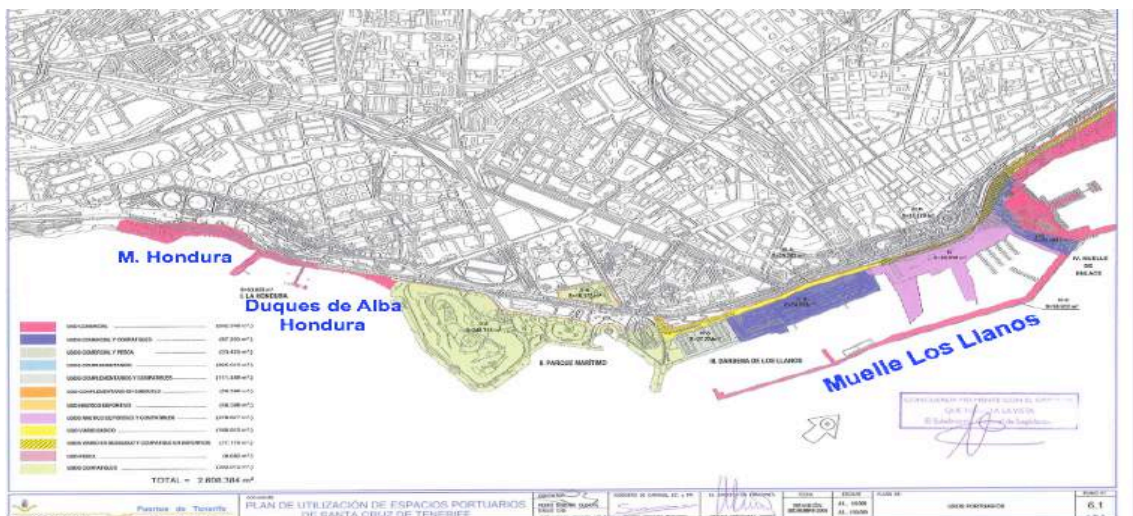
Imagen 59: Dársena de Anaga y Bufadero



Fuente: <https://www.puertostdetenerife.org/delimitacion-de-espacios-y-usos-portuarios/>

- Muelle de Hondura, Duques de Alba Hondura y muelle Los Llanos:

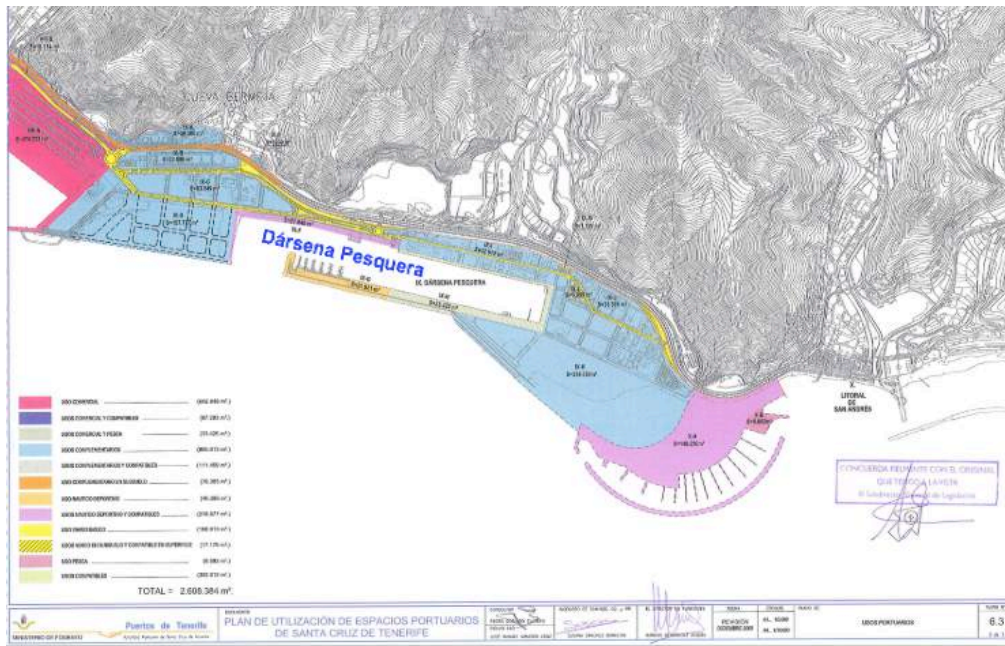
Imagen 60: Muelle de Hondura, Duques de Alba y muelle Los Llanos



Fuente: <https://www.puertostdetenerife.org/delimitacion-de-espacios-y-usos-portuarios/>

- Dársena Pesquera:

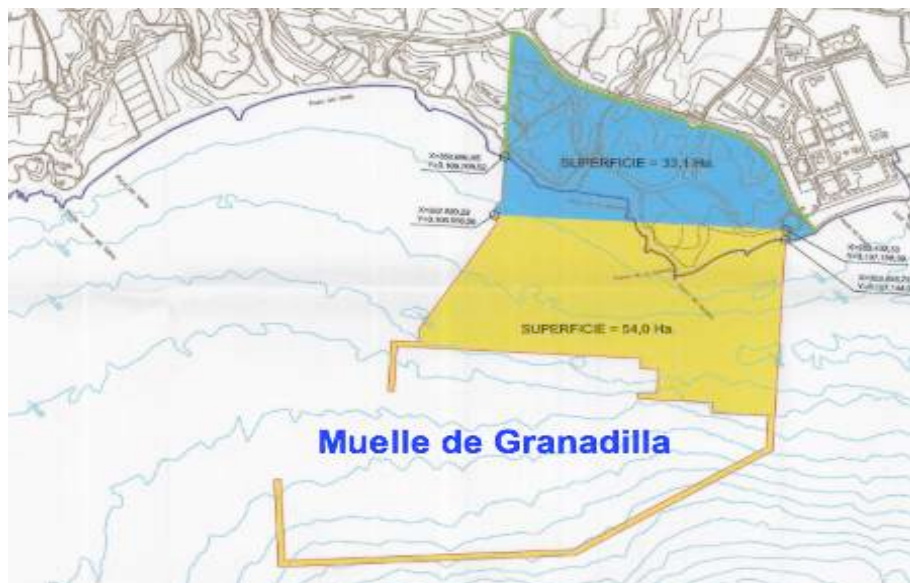
Imagen 61: Dársena Pesquera



Fuente: <https://www.puertosdetenerife.org/delimitacion-de-espacios-y-usos-portuarios/>

- Muelle de Granadilla:

Imagen 62: Muelle de Granadilla



Fuente: <https://www.puertosdetenerife.org/delimitacion-de-espacios-y-usos-portuarios/>

### 4.3. Maniobra

Como bien comentamos al principio de este trabajo, los buques mercantes actuales debido al incremento de su tamaño y generalmente la poca cancha que ofrecen los puertos entre sus muelles y dársenas, además de posibles condiciones climáticas adversas como principalmente el viento, la capacidad de maniobra de los buques queda totalmente limitada, siendo necesaria la asistencia de los remolcadores para proceder a la entrada o salida de puerto. Las maniobras en puerto con las que nos vamos a encontrar son entradas, salidas y enmiendas o traslados de buques.

Alrededor de todo el mundo, las maniobras se realizan de diversas maneras como consecuencia de la gran cantidad de tipos de remolcador y su propulsión, además del tipo de barco que entre a puerto, la disposición de las dársenas y la forma de maniobrar de cada Capitán o Patrón, pero comúnmente las maniobras se clasifican en “**A la Europea o Sobre cabo**”, “**A la Americana o de Carnero**” y “**Abarloado**”. [2][16][21]

Una maniobra portuaria comienza cuando, en el caso de un atraque, un buque se aproxima a puerto y a las 3 millas contacta con el Centro de Control el cual le informará sobre la situación actual del tráfico en el puerto y le dará las indicaciones pertinentes en base a ello para que según la situación, continúe avante, reduzca su marcha, o se quede a la espera del práctico; y en el caso de un desatraque o salida de puerto y una enmienda o traslado, de igual manera el buque o artefacto esperará en su atraque a que el práctico llegue a bordo.

La asistencia de buques remolcadores en la llegada o salida de un buque a una instalación portuaria, comprende normalmente **tres fases** bien diferenciadas:

- 1) La fase en la que el buque mantiene una velocidad apreciable en la que puede mantener un adecuado control de la navegación con sus propios medios. En esta fase la asistencia de remolcadores puede ser necesaria, con unos requerimientos que en general no demandarán una potencia o tracción a punto fija excesiva, pero si unas condiciones específicas de navegabilidad y eficiencia para poder asistir a un buque en movimiento.
- 2) La fase intermedia en la que un buque reduce su velocidad para aproximarse a un área de maniobra, dársena, muelle, etc... y en la que el buque está realizando parte de su proceso de parada. Durante esta fase el buque reduce su velocidad y en consecuencia disminuye la eficacia de sus medios propios, quedando expuesto a la influencia de agentes externos (viento, oleaje, corrientes, etc...), y por tanto necesita recurrir a la asistencia de remolcadores más frecuentemente y en actuaciones más prolongadas.
- 3) La fase final en la que se realizan las maniobras últimas de aproximación, reviro y atraque o el proceso contrario de inicio de la salida. Durante esta fase el buque está casi sin velocidad con lo cual la probabilidad de utilizar sus medios propios en el control de las acciones externas es prácticamente nula, y por tanto se precisa una ayuda más importante por parte de los remolcadores.

Lógicamente atendiendo a situaciones extraordinarias o puntuales, un buque solicitará el servicio de remolcadores cuando lo crea necesario, independientemente de la fase en la que se encuentre. Por otro lado, la Autoridad Portuaria le podrá exigir la utilización de los mismos si lo cree conveniente, independientemente de la opinión del buque y de la fase en que se encuentre.

Cuando un remolcador procede a la maniobra, en la gran mayoría de los casos cuando se tratan de remolcadores modernos, hará firme su cabo al buque a asistir, y en el caso de los remolcadores convencionales, será el propio buque el que le proporcione el cabo al remolcador haciéndolo firme al gancho de remolque.

Al cabo principal de remolque, debido a su peso y su grosor, siendo bastante malo de manejar para los marineros, se le ajusta otro cabo más fino y manejable llamado *mensajero* o *virador* que soporta perfectamente el peso del cabo principal de remolque.

Imagen 63: Buque virando cabo de remolque



Fuente: Elaboración propia

Generalmente es la tripulación del buque a asistir, aunque hay excepciones y a veces es a la inversa, quien lance un cabito muy fino con un peso en el chicote, normalmente una piña, entre ambos barcos (remolcador y remolcado), para poder recuperar el virador desde el buque, y por medio de la maquinilla empezar a virarlo trayendo consigo al cabo principal de remolque con el objetivo de hacerlo firme en las bitas del buque.

Cuando nos referimos a las maniobras “**A la Europea o sobre Cabo**”, el o los remolcadores proporcionan su cabo de remolque al buque a asistir, y lo hacen firme de modo que el remolcador ejerce una fuerza en dirección del tiro del cabo, teniendo una gran amplitud de maniobra para realizar el tiro en diferentes direcciones:



Imagen 64: Radio de Maniobra remolcador

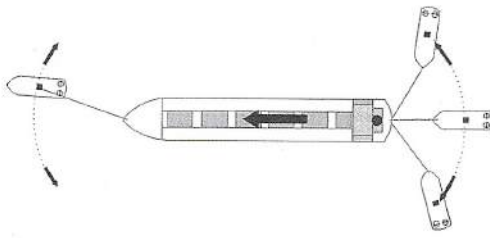
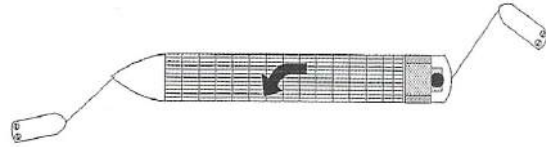


Imagen 65: Maniobra Reviro "A la Europea"



Fuente: Libro "El Remolque en la Mar o Remolque Transporte" de Mario Baselga

Para trabajar con en este sistema hay que tener en cuenta que el radio de trabajo del remolcador es mucho mayor, por lo tanto en algunos puertos congestionados o donde el atraque no disponga del suficiente espacio lateral, este método se ve limitado. [2][16][21]

A continuación podemos ver una maniobra de desatraque de un buque militar donde intervienen dos remolcadores, uno a proa y otro a popa, ambos realizando el tiro sobre cabo, revirando el buque y saliendo avante.

Imágenes 66, 67, 68 y 69: Maniobra de Desatraque "A la Europea"



Fuente: Elaboración propia

Considerando que el esfuerzo se realiza directamente sobre el cabo, tenemos dos maneras diferentes de trabajar con este sistema:

4.3.1. Tiro Directo: De este modo la fuerza aplicada sobre el cabo es la ejercida plenamente por la potencia de los motores ya que se está totalmente en línea con el remolque. Es el método más empleado en las maniobras de puerto ya que normalmente el buque a maniobrar estará trabajando a bajas velocidades que permiten trabajar de esta forma. **[2][13][16]**

Imagen 70: Tiro Directo



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Tiro Indirecto: El método indirecto se emplea cuando el buque navega a velocidades elevadas (6-8 nudos). Con este método, el remolcador emplea las fuerzas hidrodinámicas creadas por el flujo del quillón y la obra viva. La combinación de la fuerza de propulsión y la fuerza de remolque, se equilibran con la fuerza hidrodinámica generada de la posición oblicua del remolcador con respecto a la línea de remolque. El remolcador se posiciona con respecto al flujo para gobierno y/o control de velocidad. Es el método mas empleado en maniobras de escolta. **[2][13][16]**

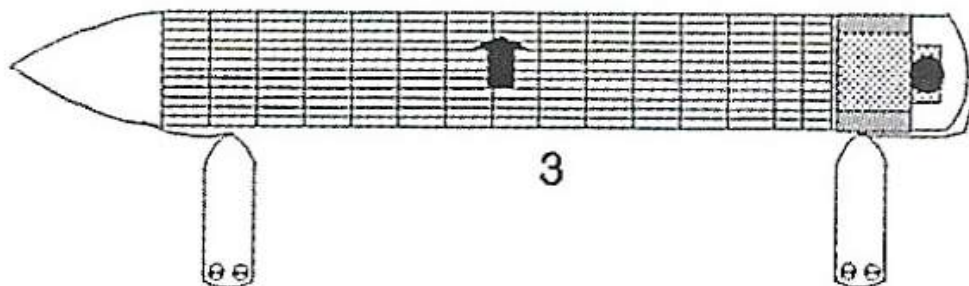
Imagen 71: Tiro Indirecto



Fuente: <https://www.instagram.com/explore/tags/boludatowage/>

En el caso de las maniobras “**A la Americana o de Carnero**”, de igual manera, el o los remolcadores hacen firme el cabo pero difiere la manera de trabajo del remolcador que en este caso se realiza empujando al buque como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 72: Maniobra de Carnero o "A la Americana"



Fuente: Libro “El Remolque en la Mar o Remolque Transporte” de Mario Baselga

El remolcador se aproxima al buque a asistir, hace firme el cabo y se mantiene acompañando con el cabo sin trabajar. En el momento de realizar la maniobra, el o los remolcadores se apoyarán y empujarán en el costado del buque realizando el esfuerzo de manera perpendicular a éste. Interaccionando este esfuerzo que realizan los remolcadores conjuntamente con la propulsión del buque dando paladas avante y paladas atrás junto con cierto ángulo de timón, es posible ir “trasladando” el barco hasta la posición deseada.

**Imágenes 73 y 74: V.B. Tenerife empujando de Carnero o "A la Americana" al buque Beatriz B**



Fuente: Elaboración propia

Debido normalmente a la distribución de las dársenas y muelles en los puertos, sumado a que ambas formas de maniobra tienen sus aspectos positivos, en la gran mayoría de los puertos se utilizan ambos métodos combinados. Recordando el apartado de remolcadores según su tipo de propulsión, los remolcadores tractor con propulsión a proa serán más efectivos trabajando sobre cabo en la proa del buque, mientras que en la popa será más efectivo emplear el uso de remolcadores ASD (Azimuthal Stern Drive), con la propulsión a popa.

Este supuesto sería una situación ideal, pero si bien es cierto, la mayoría de empresas de remolcadores tiene en sus bases remolcadores de diferentes características, además las maniobras pueden suceder de manera simultánea, haciendo más complicado aún la elección de remolcadores de iguales características para la maniobra. En la siguiente imagen podremos ver la entrada de un petrolero en el campo de boyas del Puerto de S/C de Tenerife en

donde hay un remolcador tractor trabajando a la inversa en la popa, y dos remolcadores ASD (Azimuthal Stern Drive), uno en la popa y otro en la proa trabajando a la inversa.

**Imagen 75: Remolcadores maniobrando al Buque**



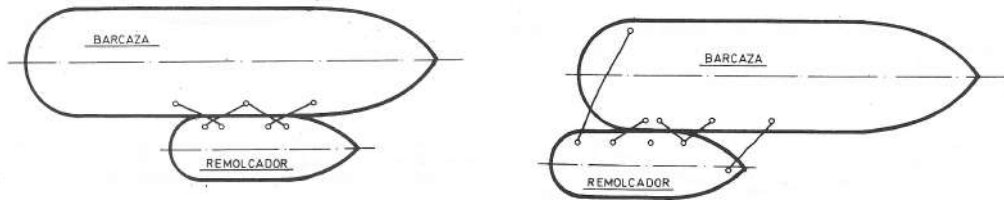
Fuente: Elaboración propia

En este caso, al tratarse de un buque de gran tonelaje, es muy probable que el práctico haya decidido situar los dos remolcadores ASD (los más potentes de la base en ese momento), uno en proa y otro en popa, para garantizar una buena potencia de tiro en ambos sitios; y el remolcador tractor, de menor potencia de tiro, ayudando en la popa ya que una vez llegado al sitio, el buque pivotará sobre su proa, siendo los remolcadores de popa los que van a realizar el esfuerzo para revirar el barco.

Como vemos, ya no sólo es la disponibilidad de los remolcadores, sino las características de los mismos, el tipo y tamaño de barco, particularidades del puerto y zonas de atraque, tipo de maniobra, forma de maniobrar del práctico y capitán, y condiciones climáticas las que van a determinar la elección de unos u otros remolcadores para la maniobra.

Por último lugar, están las maniobras “Abarloado”. El remolcador se sitúa al costado del buque o artefacto como pontonas y barcazas, y paralelo a él, quedando amarrado al barco por medio de varios cabos, que aseguran la transmisión de esfuerzos. Este procedimiento se utiliza generalmente para maniobrar buques, barcazas o pontonas que no cuentan con propulsión suficiente o nula, en lugares de poco espacio y en aguas muy tranquilas.

#### Imagen 76: Maniobra Abarloado



Fuente: Libro “El Remolque en la Mar o Remolque Transporte” de Mario Baselga

A modo de conclusión, las maniobras en los puertos se desarrollan en gran medida, tomando como base estos tres métodos de maniobra y combinándolos entre sí según vayan variando el resto de condiciones, elementos y factores de los que hemos comentado, buscando siempre el mejor camino para realizar la maniobra con éxito y seguridad.

#### 4.4. Consideraciones a tener en cuenta en la maniobra.

El Capitán o Patrón siempre debe de velar por la integridad de su remolcador, es por ello que en cuanto a la forma de proceder y metodología de la maniobra, hay que tener en cuenta algunos factores que comprometen la seguridad de la maniobra. En primer lugar, hay que realizar una inspección visual del buque a prestar asistencia, observando la forma y diseño de su casco y superestructura, detectar si alguna parte de la carga o estructura se sale por fuera de la cubierta; francobordo y estado de carga: cargado, a media carga, en lastre; si tiene propulsores a proa o cualquier otro lugar cuyo aguaje pueda comprometer la posición del remolcador cuando se encuentre en las proximidades, situación de los chigres y/o maquinillas con respecto a las bitas y gateras, etc.

Teniendo en cuenta estos factores que acabamos de comentar y dependiendo del sitio en el que el práctico haya dado la orden de hacer firme el cabo, es muy conveniente buscar la zona plana del casco del buque o artefacto evitando posicionarse en amuras y aletas con formas cóncavas donde el

movimiento del remolcador esté limitado y pueda provocar una avería. A continuación se enseña una imagen donde el buque se encuentra con poca carga, en el que la aleta presenta una forma cóncava suponiendo un riesgo para posicionarse en ella, teniendo el remolcador que buscar una posición más a proa de la *intersección* entre la *aleta* y el *plano* del costado del barco, para poder apoyarse y trabajar con seguridad. De igual manera puede suceder en la proa, presentando unos filos o líneas de estructura no muy apropiados para posicionar el remolcador.

**Imagen 77 y 78: Aletas poco idóneas para que el remolcador trabaje con seguridad**



Fuente: Elaboración propia

Esto es de relevante importancia para evitar situaciones como las que se muestran en las imágenes siguientes, desencadenando una situación en la que la maniobra del remolcador se ve totalmente limitada y los movimientos tienen que ser mucho más precisos.

**Imagen 79, 80 y 81: Remolcador con maniobra limitada respecto al Buque a asistir**



Fuente: Elaboración propia

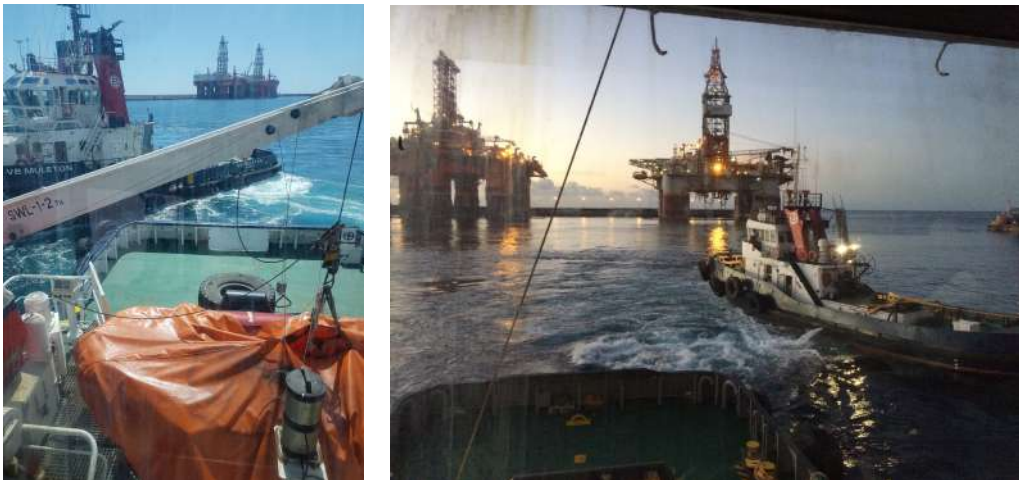
También es cierto, que muchas veces no hay más remedio para el remolcador que trabajar en posiciones que no son las más idóneas bien por la disposición de las gateras y chigres, o incluso porque la propia maniobra lo requiere, como por ejemplo en el caso de tener que revirar un buque de gran tonelaje bajo unas condiciones de viento fuerte, no es lo mismo realizar el esfuerzo de tracción en el punto más a popa o más a proa (el bulbo de proa por ejemplo), que en una posición más centrada hacia el plano del costado del barco.

Continuando con el diseño y forma de la estructura, en muchas ocasiones el barco a maniobrar puede ser de dimensiones pequeñas y/o bastante liviano en cuanto a GT, o tratarse de un casco de madera, en cuyos casos es necesario tener bastante tacto durante la maniobra, reduciendo las vueltas de la máquina (cuando el remolcador lo permita) o trabajando con menos pala en caso de remolcadores con paso variable, con la finalidad de realizar los movimientos de tiro y empuje con mas suavidad ya que dichos movimientos serán de una magnitud mucho mayor que si tratamos con barco de mayor peso y tamaño, además de salvaguardar en todo momento la rotura de elementos de la cubierta o producir abolladuras en el casco.

Otro efecto que debemos de tener en consideración, es el aguaje producido por los propulsores del o los remolcadores, y el del propio buque o artefacto. En las maniobras donde el remolcador se tiene que posicionar en zonas donde hay aguajes bien de una hélice de proa, propulsores de popa, o incluso el aguaje de otro remolcador, hay que estar haciendo correcciones de timón para no desviar el rumbo y que no cambie el ángulo de tiro o de empuje.



Imagen 82 y 83: Aguaje del Remolcador



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el resultado de un flujo turbulento de las partículas de agua mientras el buque se abre paso, provoca como resultado dos efectos:

Imagen 84: Efectos por diferencias de Presión



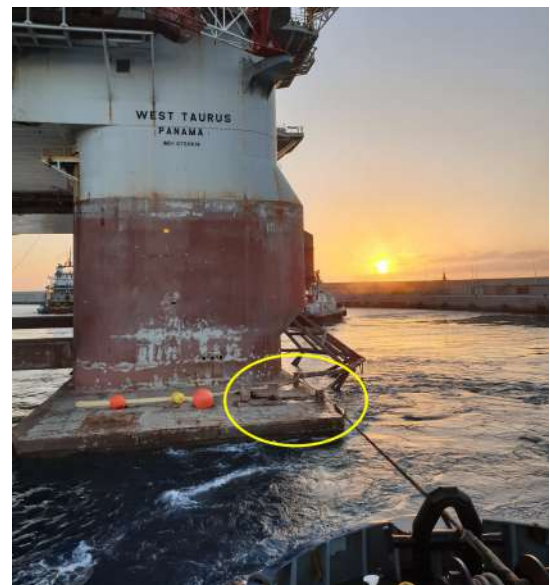
Fuente: Elaboración propia

En el punto A (en la Amura) como consecuencia del flujo de agua que se produce en la roda por ambos costados del buque, dicho flujo tenderá a separar el remolcador del buque, mientras que en el caso B (en la Aleta) el mismo flujo anterior experimenta una fuerza que se torna hacia adentro, provocando un efecto de succión hacia el buque, de modo que cuando el

remolcador se encuentra en una de estas dos zonas, tiene que contrarrestar estos dos efectos.

Todos los buques siguen unos protocolos de mantenimiento diarios, semanales y mensuales, y entre ellos está el mantenimiento de los elementos de cubierta tales como gateras, bitas, anclas, cadenas, chigres, etc. En el caso de las bitas y de las gateras, tener un buen mantenimiento es muy importante para el remolcador debido a que en esos dos puntos es el sitio en donde va a trabajar el cabo de remolque. Si éstas presentan óxido o hendiduras afiladas puede suponer la rotura del cabo debido en el momento que esté realizando la tracción en esos puntos. También puede suceder como en el caso de las plataformas petrolíferas, las gateras y las bitas se encuentran situadas en las patas de la plataforma, las cuales por su naturaleza de trabajo, gran parte del tiempo se encuentran bajo la superficie del agua, favoreciendo la adherencia de moluscos, lo que de igual manera supone un peligro bastante importante de cara a que pueda faltar el cabo ya que éstos actúan como una cuchilla. Por ese motivo, cuando hay una pequeña duda de que por uno u otro motivo se pueda romper el cabo, se la ajusta por medio de un grillete una pieza de cable o alambre (mucho mas resistente que el cabo en este caso) de modo que el esfuerzo sobre la bita y gatera la realiza el cable o alambre y no el cabo.

**Imagen 85 y 86: Puntero de Alambre**



Fuente: Elaboración propia

Como vemos, en la maniobra de remolque intervienen muchos factores como el remolcador, embarcación o artefacto a prestar asistencia, y entorno donde se realiza la maniobra, que hay que tener en consideración; estamos tratando con unas embarcaciones las cuales existen muchas variantes y se pueden presentar muchos tipos diferentes de buques o artefactos a maniobrar.

#### **4.5. Maniobras en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.**

A continuación vamos a ver algunos ejemplos de diferentes maniobras que han tenido lugar en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, haciendo una breve descripción de cual es la maniobra más común para cada tipo de barco. Para ello vamos a contemplar unas condiciones favorables de viento y mar, bajo el supuesto de que no hay ninguna avería abordo que impida o limite su propulsión y/o gobierno, y sin tener en consideración la disponibilidad de los remolcadores y las formas de maniobrar de cada práctico.

##### **- Buques Portacontenedores:**

Su zona de atraque en muelle Bufadero o muelle Contenedores. Debido al tamaño tonelaje de buques portacontenedores que frecuentan el puerto, generalmente utilizan un remolcador a popa, aunque de manera esporádica viene algún buque de mayor tamaño comprendido entre los 240 y 400 metros de eslora, en cuyas maniobras ha sido necesaria la asistencia de 2, 3 y 4 remolcadores.

El buque una vez va llegando a la bocana, ira reduciendo su velocidad hasta acabar casi parado, únicamente con la arrancada avante enfilando el muelle de contenedores, y una vez librado el martillo del muelle de bufadero, el barco realizará el reviro sobre su babor. Para ello 1 remolcador habrá hecho firme el cabo en la aleta de babor con la finalidad de ayudar al reviro empujando en la aleta. Por medio del remolcador junto con la hélice de proa se va situando el barco lo más paralelamente posible al muelle hasta que se coloca en su sitio. Antes de tocar el muelle por el costado de estribor del

buque, el remolcador templará el cabo para aguantar la caída y suavizar el atraque.

**Imagen 87 y 88: Buques Portacontenedores**



Fuente: Elaboración propia

En caso de requerir la asistencia de más remolcadores, otro remolcador hará firme en la amura para ayudar al reviro del barco tirando por la amura en la dirección que vaya requiriendo el práctico en todo momento para situar el barco en el sitio y otro remolcador adicional dispuesto para apoyarse y empujar en el costado de babor del buque para ejercer más fuerza motriz en caso de ser un buque de gran tonelaje cuyo desplazamiento sea mayor.

**Imagen 89: Atraque Buque Portacontenedores**



Fuente: Elaboración propia

- Buques Quimiqueros:

Su zona de atraque puede ser en el muelle del Dique del Este, en los Duques de Alba de Bufadero, o en los Duques de Alba de la Hondura. Los barcos que suelen frecuentar el puerto de Tenerife generalmente tienen una eslora comprendida entre 170 y 230 metros.

Lo común es utilizar dos remolcadores en el costado de Estribor, uno en la Amura y otro debajo del puente o en la aleta. En los tres atraques, el buque realizará el reviro sobre su estribor con la ayuda de los remolcadores. El de popa empujará en la aleta y el de proa ejercerá el tiro sobre la amura para completar el reviro. Una vez el barco está terminando de revirar, el remolcador de proa pasa de la posición de tiro a la de empuje, en la amura, para que junto al remolcador de popa, ir llevando el barco al sitio.

**Imagen 90 y 91: Buques Quimiqueros**



Fuente: Elaboración propia

- Buques Petroleros en el Campo de Boyas de Hondura:

Las maniobras en el Campo de Boyas de la Hondura consisten en la entrada y salida de un buque Petrolero, normalmente con una eslora de 274 m.

La maniobra en sí trata con un buque de gran eslora y muy poca maniobra que hay que revirar para situarlo en medio de 6 boyas. Se trata de

una maniobra peculiar en la que se emplean 4 remolcadores de los cuales, los tres de propulsión Azimutal van colocados uno en la amura o proa centro, y los otros dos en las aletas o espejos de popa. Adicionalmente se emplea el uso de otro remolcador convencional en Stand-by que estará cerca en las inmediaciones por si hace falta servir de apoyo.

**Imagen 92: y 93: Maniobra Campo de Boyas**



Fuente: <https://www.facebook.com/GENTE-DE-LA-MAR-260210397327022/photos>

**Imagen 94, 95 y 96: Buque Petrolero en Campo de Boyas**



Fuente: Elaboración propia.

- Maniobras con Cajones:

El Muelle del Dique del Este fue el lugar elegido para situar una “Cajonera” donde fabricar los Cajones que más tarde se trasladarían al emplazamiento de Granadilla para construir el muelle que hay hoy actualmente.

Los Cajones tienen forma rectangular, de paralelepípedo, y en las caras de “proa” y “popa” van dispuestos de dos cáncamos en cada cara, de donde salen dos pies de gallo que los remolcadores harán firme para poderlos mover dentro del puerto. Generalmente para estos movimientos se emplean dos remolcadores, uno por la proa y otro por la popa, actuando con mucha suavidad ya que se juega con el hándicap de que estamos tratando con hormigón como material, y cualquier golpe brusco puede resultar en que se parta el Cajon.

Imagen 97, 98 y 99: Maniobras con Cajones



Fuente: Elaboración propia.

- Posicionamiento de Cajones:

Una vez los Cajones se han remolcado hasta Granadilla, su siguiente paso es la colocación, por medio de instrumentos topográficos, en el sitio que van destinados para darle forma al muelle. Para ello cada Cajón va provisto de unos winches portátiles que se colocan en cada esquina del Cajón, para por medio de unos cables o alambres anclados estratégicamente en las inmediaciones del lugar donde va situado el Cajón. El o los remolcadores servirán de apoyo, dispuestos a tirar con el cabo de remolque o a empujar en diferentes puntos del Cajón para colocarlo en su sitio.

La manera de situar el Cajón en su sitio final es por medio del lastrado con agua. Se llena de agua hasta que asienta en el fondo. Durante este proceso pueden intervenir corrientes y marejadas que lo estén moviendo del sitio frecuentemente, por tanto estas maniobras requieren bastante precisión.

**Imagen 100, 101, 102 y 103: Posicionamiento Cajones**



Fuente: Elaboración propia

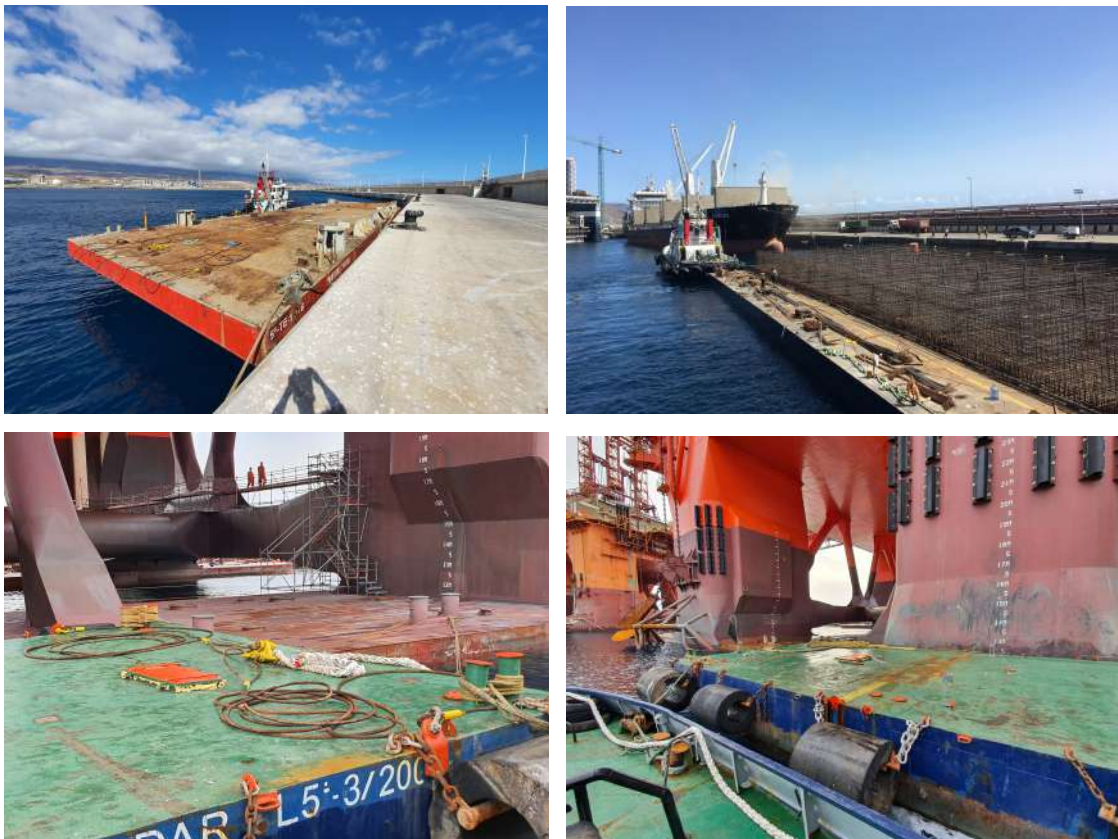


- Maniobras con Pontonas:

La función de las pontonas radica, por un lado, en una estructura donde emplazar todo tipo de materiales o incluso otras estructuras para trasladarlas de un lugar a otro, y por otro lado, la de situarla al costado de un buque o plataforma para establecer una separación para que una barcaza de bunker se pueda abarload sin que haya riesgo de que alguna estructura de un barco o artefacto toque con otra del otro barco.

Al igual que en otros supuestos, nos podemos encontrar con infinidad de pontonas de diferentes tamaños y/o diferentes tipos de carga, por lo que los remolcadores harán firme los cabos según se lo permita el proceder de la maniobra, pero generalmente uno por proa y otro u otros en los costados o incluso en la popa para hacer de timón y poder frenar la arrancada.

**Imagen 104, 105, 106 y 107: Maniobra con Pontonas**



Fuente: Elaboración propia

Imagen 108 y 109: Maniobra con Pontonas

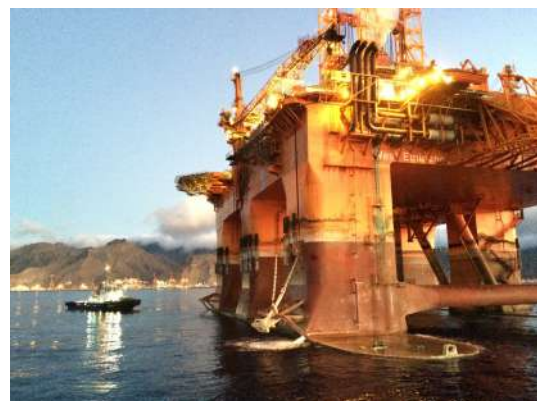


Fuente: Elaboración propia

- Maniobras con Plataformas Petrolíferas:

En las plataformas petrolíferas se emplearán 4 remolcadores, y se harán firme en cada una de las patas para tener un control total de la plataforma, pudiendo cada remolcador tener un radio de tiro bastante amplio, de manera que conjuntamente con el resto de remolcadores, puedan llevar la plataforma en cualquier dirección. Esto es bajo el supuesto de que la plataforma no tiene propulsión, pero en la mayoría de los casos las plataformas están dotadas de propulsión propia con sistemas de posicionamiento dinámico en el que los remolcadores casi no realizan trabajo y están para garantizar la seguridad.

Imagen 110 y 111: Maniobra con Plataformas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 112, 113 y 114: Maniobra con Plataformas



Fuente: Elaboración propia.

#### - Maniobras con Buques Perforadores:

La mayor parte del tiempo se pasan fondeados en la rada del puerto esperando flete y aprovechando para realizar reparaciones, para lo cual han realizado alguna entrada en puerto para realizar las tareas de reparación y mantenimiento que por motivos de logística son mas complicados de hacer en el fondeo. Están equipados con posicionamiento dinámico, por lo que su maniobra es muy precisa, aunque de igual forma las Autoridades Portuarias exigen el uso de remolcadores por seguridad.

### Imagen 115 y 116: Maniobra con Perforadores



Fuente: Elaboración propia

#### - Buques Establo o “LiveStock”:

Se trata de buques que en la gran mayoría de las ocasiones, han entrado al muelle del Dique del Este para hacer combustible, de modo que la maniobra será casi idéntica a la de los buques quimiqueros anteriormente nombrados. Emplearán dos remolcadores, uno a proa en la amura y otro a popa en la aleta, para realizar el reviro sobre Estribor del buque para a continuación llevarlo hasta el atraque con la ayuda de los remolcadores empujando por el costado.

#### Imagen 117: Maniobra buque Establo o "livestock"



Fuente: Elaboración propia.

- Maniobra de apoyo a suministro de barcaza a plataforma en fondeo:

Maniobra en la que la Barcaza “Spabunker 21” tiene que suministrar combustible a la plataforma en el fondeo. Para ello y debido a que no hay forma de abarloar la barcaza a la plataforma, se hizo firme la barcaza por la popa a la plataforma, y el remolcador hizo firme el cabo por la proa centro de la gabarra para mantener el tiro en una dirección fija para que no haya posibilidad de que cambie con la posición de la barcaza con respecto a la plataforma y se produzca una rotura de las manguera.

**Imagen 118: Maniobra con Barcaza en fondeo**



Fuente: Elaboración propia

- Maniobra de Buque Averiado:

Lo más relevante de este tipo de maniobras es que el buque tendrá el sistema de propulsión y/o gobierno anulado o muy limitado, de modo que al igual que el resto de los supuestos, todo dependerá de la eslora y desplazamiento del buque. Si es posible, se harán firme los remolcadores en proa centro y popa centro para tener más margen de maniobra a la hora de proveer o reducir la arrancada para contrarrestar la falta de gobierno y propulsión.

**Imagen 119 y 120: Maniobra con Buque Averiado**



Fuente: Elaboración propia.

- Maniobra Pontona Tolva Flotante:

Se trata de una maniobra muy similar a las nombradas anteriormente en el apartado de “Pontonas”, con la salvedad de la distribución de las bitas y gateras, además de una posible estructura que comprometa las zonas de actuación del remolcador.

**Imagen 121 y 122: Maniobra con Tolva Flotante**

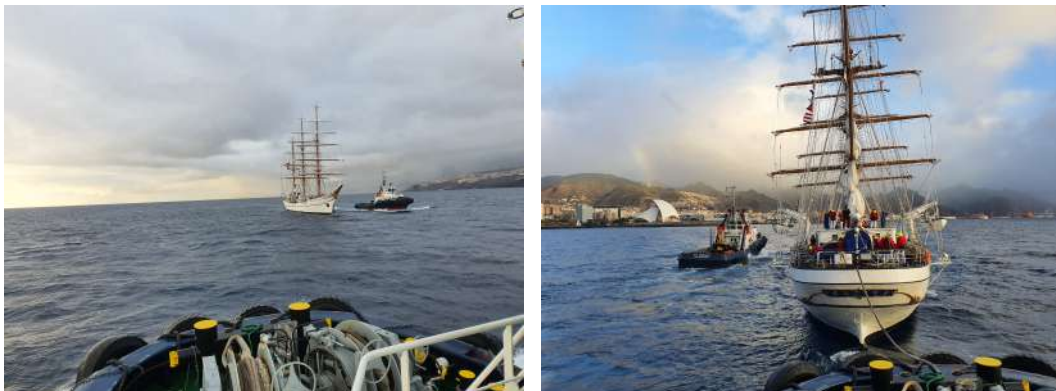


Fuente: Elaboración propia

- Maniobra Buques a Vela:

En su mayoría son buques escuela que vienen a hacer una breve escala en el puerto. Suelen equipar un casco y estructuras más endebles, y el desplazamiento es mucho menor que en los casos nombrados anteriormente, de modo que es muy importante trabajar a velocidades más reducidas y realizar las acciones de tiro y empuje lo más suaves posibles para no comprometer ningún elemento estructural. Además una situación de tiro o empuje “mínima” para el remolcador, implica un gran desplazamiento del barco debido a su poco peso. Una vez aclarado esto, la dinámica de la maniobra es similar a la de otros buques: un remolcador a popa y otro a proa, predispuestos a realizar el reviro dentro del muelle y llevarlo a su sitio de atraque.

**Imagen 123 y 124: Maniobra con Buques a Vela**



Fuente: Elaboración propia.

## **5. Aspectos Jurídicos del Remolque.**

Atendiendo al Derecho Marítimo, el “Remolque Transporte” de un buque comprende un contrato entre dos partes en las que las obligaciones del armador del buque remolcador relativas a la navegabilidad e innavegabilidad del buque han de interpretarse e integrarse analógicamente de las normas de nuestro Código de Comercio, que regulan la obligación del fletante en el contrato del fletamento marítimo.

A la vista de las obligaciones de las partes en el contrato remolque transporte, existe una evidente entrega del buque o de los elementos remolcados al titular del buque remolcador para realizar un viaje-transporte, no siendo posible considerar que pueda existir la cesión de uso y el disfrute plenos del remolcador por parte del objeto remolcado. Destaca entre las demás, la de poner el buque remolcador a disposición del remolcado en el lugar y en el tiempo pactados y en las debidas condiciones de navegabilidad para realizar el viaje convenido, siempre de acuerdo con el contrato remolque transporte. En esta modalidad de remolque, se puede entender que la puesta a disposición del buque remolcador de un buque u artefacto flotante durante un tiempo convenido, se puede asemejar a la carga que transportan los buques, la cual estará regulada por la póliza de fletamento.

Conforme al contrato remolque transporte, la obligación de mantener la navegabilidad del conjunto durante el transporte marítimo (también la del remolcado), recae en principio y salvo pacto expreso entre las partes, sobre el armador del buque remolcador, que al hacerse cargo del elemento entregado por el titular del remolcado y asumir la dirección técnica de las operaciones de remolque y transporte hasta su destino, asume la obligación de vigilancia y cuidado diligente de todo el conjunto del remolque, elementos de conexión y elementos remolcados incluidos.



Sobre el titular del buque remolcador recaerá finalmente la responsabilidad técnico-náutica de su cumplimiento de acuerdo con el contrato remolque transporte, pues la operación de remolque precisa que sea el mando del buque remolcador quien dirija, coordine y mantenga en condiciones de navegar en todo momento el convoy en su conjunto. Dicha responsabilidad no cesará hasta largar el remolque y dejar al remolcado en seguridad en el punto de destino designado, en las mismas condiciones en las que se recibió al inicio del contrato, momento en el que se puede dar por concluido el contrato remolque transporte suscrito. Respecto de las obligaciones del buque o artefacto flotante remolcado en el contrato remolque transporte vinculadas con la relación obligacional de navegabilidad, destaca también la de poner los elementos remolcados a disposición del titular del remolcador, en el plazo y en la forma convenidos, y en las debidas condiciones de navegabilidad para ejecutar el viaje acordado en condiciones de seguridad marítima. Para ello, el elemento remolcado deberá ser navegable en el momento de su entrega, antes de iniciarse la operación de conexión, conforme al Estudio Técnico de Remolque. Tendrá además que cooperar con la dotación del remolcador en la ejecución del remolque durante todo el contrato, siguiendo diligentemente las instrucciones y órdenes recibidas.

En el contrato de remolque transporte, los elementos a remolcar serán generalmente buques o artefactos flotantes desprovistos de propulsión y/o gobierno, y por ello incapaces de colaborar en la ejecución del desplazamiento. Todos los contratos de remolque transporte que se realicen entre puertos de cabotaje, tienen que estar autorizados y supervisados por la Administración Marítima, siendo la encargada de autorizar el transporte la Capitanía Marítima del puerto de origen. A este respecto, la Sección 2 del Capítulo III de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, de 24 de noviembre de 1992, determina que el Capitán Marítimo ejercerá la supervisión de todas aquellas funciones relativas a la navegación, seguridad marítima, salvamento marítimo y lucha contra la contaminación del medio marino en las aguas en las que España ejerza soberanía. Por este motivo, el Capitán Marítimo solicitará al armador del buque remolcador la documentación del remolque transporte que se pretende realizar, y tras su estudio, podrá autorizar o desautorizar el mismo o cualquier

otro contrato de remolque transporte entre dos partes si entiende que dicho contrato no cumple las garantías de seguridad. Atendiendo a una definición coloquial, una operativa de remolque transporte es aquella operativa de remolque marítimo en la que un buque o artefacto flotante que carece de propulsión, es transportado vía marítima por un buque remolcador que le presta su propulsión. Al no tener propulsión, lógicamente el buque remolcado deberá estar a total merced del buque remolcador, el cual necesitará estar unido por medio de un sistema que le permita maniobrar con sus propios medios, pero que a la vez pueda zafar rápidamente en el caso de que fuera necesario, ya que la pérdida de uno no puede suponer la pérdida del otro, teniendo en cuenta que el buque remolcador lleva tripulación.

Aunque en muchos términos la operativa de remolque transporte se parece a una operativa de remolque asistencia, hay que tener en cuenta que una operativa de remolque transporte es solicitada por el armador del buque remolcado porque necesita llevar su buque o artefacto flotante a otro puerto no porque el mismo se encuentre en una situación de peligro o avería repentina, sino por diversas causas como pueden ser:

- En el caso de buques sin propulsión y/o gobierno que necesitan ir a reparar una avería o a armarse a un Astillero concreto.
- En el caso de gabarras, plataformas, dragas, etc. a realizar sus trabajos en otros puertos a los que no podrían llegar navegando.
- Traslado de buques entre puertos para su explotación, siendo uno de ellos un buque remolcador. **[2]**

En cuanto a la rama de Salvamento en la mar y atendiendo al Derecho Marítimo, la “Asistencia en la Mar” comprende tanto el auxilio, como el salvamento producido en la mar. Adoptando ésta posición, cabe señalar que en principio existen diferencias en el significado literal de ambos términos, ya que el primero de ellos se refiere a evitar un siniestro posible, mientras que el salvamento se dirige a evitar las consecuencias de un siniestro ya producido legalmente, sin embargo no existe diferencia alguna, al ser ambos equiparados tanto por el Convenio de Bruselas de 23 de Septiembre de 1910, como por la

Ley 60/62 de 24 de Diciembre (B.O.E., núm. 310), de Auxilios, Salvamentos, Remolques y Extracciones Marítimas, y su Reglamento aprobado por Decreto 984/67 de 20 de Abril (B.O.E., núm. 117).

En ambos casos se trata de una actividad dirigida a socorrer o ayudar a un buque, personas o cosas en una situación de peligro en la mar, pudiendo ser obligatoria o facultativa. Es obligatoria cuando la prestación de ayuda viene ordenada por la ley.

En este sentido, la Ley 60/62 dispone que la Autoridad de Marina deberá siempre prever el salvamento de vidas humanas, empleando para ello todos los medios de que disponga, pudiendo con este objeto utilizar toda clase de embarcaciones y ordenar a sus dotaciones la prestación de auxilio.

Por otro lado, en los arts. 87 y siguientes de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, de 24 de noviembre de 1992, se regula el servicio público de salvamento de la vida humana en el mar, que se prestará por la Administración del Estado en coordinación con las restantes Administraciones Públicas competentes, creándose la Comisión Nacional de Salvamento Marítimo y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, la cual tiene como objeto la realización de los servicios públicos de búsqueda, rescate y salvamento marítimo, así como el remolque.

El art. 116.2.k de esta Ley, tipifica a su vez como infracción administrativa muy grave, la no prestación o denegación de auxilio a las personas o buques, cuando dicho auxilio sea solicitado o se presuma su necesidad. Y en el caso de considerarse en hecho como posible delito por una denegación de auxilio u omisión del deber de socorro, arts. 371 y 489 del Código Penal, el art. 119 ordena que se dará cuenta del mismo al Ministerio Fiscal.

El auxilio o salvamento tiene el carácter de facultativo cuando se presta espontáneamente o a requerimiento del buque en peligro, pero no en contra de su deseo.

El Convenio de Bruselas y la legislación española en la materia, antes citados, señalan que todo auxilio y salvamento que haya producido un resultado útil dará lugar a una remuneración equitativa, a no ser que se preste contra la prohibición expresa y razonada del buque socorrido, o en los casos de salvamento de personas únicamente, o en aquellos otros prestados entre sí por embarcaciones que naveguen formando una unidad pesquera.

Fuera de estos casos exceptuados, se tendrá derecho a una remuneración que correrá a cargo del armador del buque socorrido, y que en ningún caso podrá exceder del valor del buque salvado.

A estos efectos se habrá de instruir un expediente ante el juzgado marítimo competente, según los preceptos de la mencionada Ley 60/62 y de su Reglamento, a fin de fijar el importe de dicha remuneración y el de los gastos, daños y perjuicios causados con motivo de la asistencia, para lo cual se atenderá en principio a lo pactado por las partes interesadas, o en su defecto, por el Tribunal Marítimo Central.

Atendiendo a una definición coloquial, un remolque de asistencia marítima es aquella operativa de remolque marítimo en la que un buque cualquiera que se encuentra en una situación extraordinaria en la que no va a poder solucionar la avería por sus propios medios, necesita llegar a un lugar seguro con la potencia motriz de otro buque, el cual se unirá al buque solicitante y ejercerá de buque remolcador.

Aunque la asistencia a una embarcación o a un buque que se encuentra en situación extraordinaria la puede y debe prestar cualquier embarcación o buque que se encuentre en las cercanías, con los medios que hoy en día se disponen, tanto de comunicación como de logística.

Para llevar a cabo todas las operativas de esta naturaleza surge la figura de SASEMAR, una Entidad o Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, la cual tiene jurisprudencia en estos cuatro grandes grupos:

- Búsqueda, rescate y salvamento marítimo
- Control y ayuda del tráfico marítimo
- Prevención y lucha contra la contaminación del medio marino
- Remolque y embarcaciones auxiliares.

Teniendo en cuenta que España tiene alrededor de 8.000 km de costa y cuenta con dos pasos de elevado tráfico marítimo como son el Cabo de Finisterre y el Estrecho de Gibraltar, además de un área especial protegida como es el Mar Mediterráneo, es lógico y necesario contar con una infraestructura como la que tiene SASEMAR. **[21]**

Refiriéndonos al tema jurídico comercial y dada la diversa modalidad de los remolques, vamos a referirnos exclusivamente al conocido como Remolque-Transporte, que es el que incluye todos aquellos supuestos en que la operación de remolque persigue una finalidad de transporte. En este caso, el objeto de la operación consiste en el traslado de los artefactos o elementos remolcados de un lugar a otro previa entrega de los mismos al remolcador.

Como hemos mencionado anteriormente a principio de este trabajo, su utilización es muy variada: desde transporte de gabarras cargadas o no de mercancías, de un puerto a otro, o de un lugar a otro, dentro del mismo puerto, transporte de aquellos artefactos con el fin de facilitar la carga y descarga de los buques, transporte de un buque o cualquier otro artefacto flotante, de un puerto a otro, o desde el mar a un puerto, botadura y transporte del casco de un buque desde el Astillero al lugar preciso, como traslado de plataformas petrolíferas, etc. Esta referencia a alguno de los supuestos más interesantes, permite mostrar que el remolque con finalidad de transporte puede darse respecto de buques o artefactos con carga o sin ella, dotados o no de propulsión autónoma, sin personal o con personal a bordo, que atiendan a la navegación de los mismos o solamente a su carga o conservación, y en fin, para efectuar el traslado bien en el mismo puerto, bien de un puerto a otro, bien desde alta mar a un puerto, como sucede cuando el buque está necesitado de remolque y no se encuentra en situación de peligro, en cuyo caso no entraría esta figura Jurídica que estamos tratando.

A modo de conclusión podemos decir que se trata ciertamente de un contrato de transporte. El remolcador se compromete al traslado de los elementos remolcados de un lugar a otro y en virtud de la entrega de los mismos asuma la custodia durante el trayecto y se obliga a su devolución en el lugar de destino. En el remolque-transporte la finalidad del transporte se satisface mediante el empleo de un remolcador, es decir en forma muy alejada de la idea de utilización de todo o parte de un buque para la carga de mercancías, y que en todo caso lo que se traslada de un lugar a otro, no es una mercancía o una cosa en general, sino un buque o artefacto flotante, capaz de navegar aunque sea remolcado. Por eso parece acertado estimar que el remolque transporte constituye una modalidad del transporte marítimo, que no puede ser confundido con el *fletamento*, aunque por razón de su estructura y su especialidad jurídico-marítima, estimemos oportuno añadir en la medida que sea correcto, a la disciplina establecida para el contrato de fletamento. [2]

### **5.1. Remolque-transporte y transporte de carga en los artefactos remolcados.**

En su consideración simple, el remolque-transporte se considera como un negocio dirigido al transporte del artefacto remolcado. Así se manifiesta en los supuestos en que se acude a la operación de remolque para trasladar un buque o un artefacto flotante de un lugar a otro, asumiendo el remolcador la custodia del mismo. Mas al lado de este caso en el que se acude a la operación de remolque para trasladar un artefacto flotante dotado o no de propulsión, el remolque-transporte, es utilizado frecuentemente como medio de transporte de mercancías.

La complejidad del remolque-transporte con carga en los elementos remolcados puede tener diverso alcance. En su forma más sencilla, es decir, cuando la carga pertenece al Armador del remolcado y la entrega de éste tiene lugar con las mercancías ya cargadas, la relación se resuelve unitariamente en el remolque-transporte, produciéndose simplemente una extensión de la

obligación de custodia del remolcador durante el transporte a las mercancías cargadas en el remolcado, ya quede limitada a ello. En todo caso, la entrega de los elementos remolcados con la mercancía a bordo de los mismos define las obligaciones del remolcador dentro del campo específico del remolque-transporte, quedando excluida tanto las obligaciones de carga y estiva de las mercancías sobre el remolcado como las de su desestiba, descarga y devolución en el lugar de destino.

Con estos criterios hemos de operar también en caso de remolque-transporte con carga de mercancías que no pertenezcan al Armador de los buques remolcados. Se presentan entonces con claridad dos relaciones contractuales bien diferenciadas: la del transporte de mercancías entre el cargador y el Armador o dueño de los buques remolcados y la del remolque-transporte entre éste y el Armador del remolcador. La posición de porteador en el transporte de mercancías corresponde al Armador de los buques remolcados, pues él es quien asume frente al cargador la prestación de transporte. Pero si esa prestación se cumple acudiendo al remolque-transporte, tampoco puede ignorarse la posible conexión de este contrato con el concluido entre cargador y armador del remolcado para el transporte de las mercancías. Considerado el tema desde este punto de vista, parece lógico entender que en relación con las mercancías, la posición del Armador del remolcador puede aproximarse a la de un *subporteador*. [2]

## **5.2. Obligaciones del Armador del Remolcador.**

Corno en cualquier otra modalidad de transporte, asume las obligaciones características de todo porteador, es decir la obligación de trasladar de un lugar a otro los artefactos o elementos que se le confían y la obligación complementaria de su custodia cuyo incumplimiento genera la responsabilidad peculiar del porteador.

El Armador del remolcador está obligado a tenerlo dispuesto para efectuar el remolque en el lugar y fecha convenida. En esta etapa previa a la ejecución de la operación merecen especial consideración las cuestiones

relativas a la determinación y navegabilidad del remolcador, la aportación de los cables de remolque y la recepción de los artefactos remolcados.

#### A) Determinación del Remolcador

En un remolque lo normal es que las partes establezcan por mutuo acuerdo el tipo de remolcador para efectuar el remolque. Como hemos hablado anteriormente, hay que hacer un estudio técnico del objeto a remolcar, zonas de navegación y climatología a la que se va a enfrentar, de modo que atendiendo a ello, hay que seleccionar un remolcador que cumpla con todos los requisitos que el remolque va a solicitar.

De aquí que en la práctica es frecuente el uso de cláusulas de sustitución, que siguiendo la inspiración de las utilizadas en los contratos de fletamento, permiten a la empresa de remolques la sustitución del remolcador, siempre que por causa necesaria se considere conveniente emplear otro remolcador, aunque normalmente se hace constar que este será de las mismas características que el contratado. Las cláusulas de sustitución responden en ocasiones, a la idea de una obligación que si por causa no imputable a la empresa de remolque, se hace imposible el empleo del remolcador determinado, la empresa tiene la facultad pero no la obligación de proceder a la sustitución por otro remolcador.

#### B) La navegabilidad del remolcador.

El empresario del remolque está obligado a velar por la navegabilidad del remolcador, entendida ésta tanto en su significación general (as-pecto al que especialmente va requerida la actividad de las autoridades de la administración y Sociedad de Clasificación) como en su significación relativa (remolcador dotado de las condiciones técnicas y de los elementos, personales y materiales necesarios para efectuar el remolque-transporte previsto).



### C) La aportación del material de remolque.

El armador del remolcador está también obligado a aportar los cables de remolque. En este caso se puede recordar también que en el transporte como en otras manifestaciones del contrato de obra el porteador no sólo está obligado a proporcionar el buque remolcador, sino todos los medios e instrumentos necesarios para la consecución del resultado prometido. En el remolque-transporte y en general en el remolque a larga distancia, la práctica no hace más que seguir aquella solución, es decir, atribuir al remolcador la obligación de proporcionar el cable o los cables de remolque, se explica además que así sea en el remolque a distancia y en el remolque-transporte, pues sobre él recaen la obligación de conservación de los elementos remolcados y es lógico que las empresas de remolque prefieran proporcionar los cables y elementos, teniendo así una mayor seguridad en sus condiciones de elasticidad y resistencia para el servicio a que se destina.

### D) Recepción de los elementos remolcados.

El armador del remolcador está obligado a recibir los elementos remolcados en el lugar y tiempo previstos para la entrega de los mismos por el otro contratante. Esta obligación de recibir los elementos que han de ser remolcados puede extenderse también si se constituye así en el contrato, a las mercancías cargadas sobre los mismos. En cualquier caso, ya se trate de un puro remolque-transporte ya de alguno de los supuestos más complejos de remolque con carga en los artefactos o buques remolcados, la recepción de los mismos puede ser operada por el armador del remolcador o alguno de sus representantes (normalmente el Capitán del remolcador) y pueden tener lugar en el mismo momento en que se va a ejecutar la operación de remolque o con anterioridad.

Además, hablando de diversos supuestos, puede suceder que la recepción de la embarcación a remolcar, se realice en un primer momento, procediéndose posteriormente a recibir las mercancías que han de ser cargadas en un lugar distinto al de recepción del artefacto remolcado. **[2]**

## Conclusiones

Como hemos podido ver a lo largo de este trabajo, el Remolque en la Mar es un sector que abarca muchos ámbitos, la gran mayoría de los puertos van requiriendo cada vez más, remolcadores mas sofisticados y modernos para adaptarse a los tiempos modernos en el que los barcos cada vez son mayores y sus estadías en puertos más rápidas, propiciando un aumento del tráfico portuario.

Debido a la infinidad de tipos de remolcadores, equipamiento, entorno y formas de remolcar y maniobrar, apenas hemos hecho un estudio generalizado de los puntos más significativos del sector del Remolque, pero hay que tener en cuenta que si profundizamos en cada uno de los factores planteados, ya nos salimos fuera del objetivo del presente trabajo.

Igualmente, se ha alcanzado el objetivo de tener una idea clara de los tipos de remolcadores y el equipamiento que nos podemos encontrar; su método de funcionamiento, aspectos y consideraciones a tener en cuenta; el proceder según tipo de barco o maniobra; como realizar remolques de altura, los peligros que pueden ocurrir; y la mayoría de las partes que de forma directa o indirectamente intervienen desde que un remolcador está puerto hasta que realiza una maniobra.

A modo personal, los remolcadores son un tema muy interesante sobre todo por la evolución que están experimentando últimamente gracias a sistemas de gobierno y propulsión bastante avanzados y sofisticados, y por la gran variedad de buques, artefactos flotantes, situaciones y maniobras diferentes a las que te vas a encontrar.

## Conclusions

As we have seen throughout this Final Degree work, Towing at Sea is a sector that holds on many areas, Most of the ports are increasingly requiring more sophisticated and modern tugs to adapt to modern times in which ships are getting bigger and their stays in ports faster, leading to an increase in port traffic.

Due to the infinity of types of tugboats, equipment, environment and ways of towing and maneuvering, we have made a generalized study of the most significant points of the Towing sector, but we must be aware in that if we get deeper into each of the factors raised, we already got the objective of this work.

Anyway, the objective of having a clear idea of the types of tugboats and the equipment that we can find has been reached; its method of operation, aspects and considerations to take aware; the procedure according to the type of boat or maneuver; how to tow, the dangers that can happen; and most of the parts that directly or indirectly intervene from when a tugboat is in port until it performs a maneuver.

In a personal way, tugboats are a very interesting topic, especially because of the evolution they are experiencing lately thanks to quite advanced and sophisticated steering and propulsion systems, and because of the great variety of ships, floating devices, situations and maneuvers different from those that you will find yourself.

## BIBLIOGRAFIA:

[1] <https://www.practicosdepuerto.es/colegio-federacion/publicaciones/remolque-portuario>

[2] Libro “El remolque en la Mar o Remolque-Transporte”. Autor: Mario Baselga Rodríguez

[3] [https://www.ecolregs.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=32:rule-24-towing-and-pushing&Itemid=396&lang=es](https://www.ecolregs.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=32:rule-24-towing-and-pushing&Itemid=396&lang=es)

[4] <https://core.ac.uk/download/pdf/41810759.pdf>

[5] [http://www.abcpuertos.cl/documentos/Rom\\_03/rom3199parte\\_5.pdf](http://www.abcpuertos.cl/documentos/Rom_03/rom3199parte_5.pdf)

[6] [https://es.wikipedia.org/wiki/Propulsor\\_azimutal](https://es.wikipedia.org/wiki/Propulsor_azimutal)

[7] [http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores\\_Helices/Cicloidial/Cicloidial.htm](http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Cicloidial/Cicloidial.htm)

[8] [https://es.qwe.wiki/wiki/Bollard\\_pull](https://es.qwe.wiki/wiki/Bollard_pull)

[9] [http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores\\_Helices/Cicloidial/Cicloidial.htm](http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Cicloidial/Cicloidial.htm)

[10] <https://www.nauticadvisor.com/blog/2016/03/21/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-helice-de-tu-barco/>

[11] <https://www.practicosdepuerto.es/index.php?q=colegio-federacion/publicaciones/tipos-de-remolcadores-voith-water-tractor-y-sus-aplicaciones>

[12] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/controllable-pitch-propeller-cpp-vs-fixed-pitch-propeller-fpp/>

[13] <https://www.practicosdepuerto.es/colegio-federacion/publicaciones/remolque-portuario>

[14] [https://es.wikipedia.org/wiki/Remolcador\\_de\\_empuje](https://es.wikipedia.org/wiki/Remolcador_de_empuje)

[15] <http://www.gianotug.com/>

[16] Libro “Tug Use in Port” A Practical Guide by Captain Henk Hensen

[17] <https://rotortug.com/>

- [17] [http://www.abcpuertos.cl/documentos/Rom\\_03/rom3199parte\\_5.pdf](http://www.abcpuertos.cl/documentos/Rom_03/rom3199parte_5.pdf)
- [18] [http://oa.upm.es/36588/1/PFC\\_Aziza\\_Al\\_Mazuzi.pdf](http://oa.upm.es/36588/1/PFC_Aziza_Al_Mazuzi.pdf)
- [19] <http://es.maritimeprofessional.com/news/primer-carrusel-rave-tug-entregado-novatug-235831>
- [20] <https://ingenieromarino.com/remolcadores/>
- [21] <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7429/Eduardo+Alea+Diez.pdf;jsessionid=A62F29916A8C6AFF195510F7C2B4177?sequence=1>
- [22] [https://www.shipownersclub.com/media/2015/08/PUBS-Loss-Prevention-Tug-and-Tow-Safety-and-Operational-Guide\\_A5\\_0715.pdf](https://www.shipownersclub.com/media/2015/08/PUBS-Loss-Prevention-Tug-and-Tow-Safety-and-Operational-Guide_A5_0715.pdf)
- [23] <https://sectormaritimo.es/wp-content/uploads/2016/02/200604.pdf>
- [24] <https://www.practicosdepuerto.es/index.php?q=colegio-federacion/publicaciones/tipos-de-remolcadores-voith-water-tractor-y-sus-aplicaciones#rave>
- [25] [https://www.shipownersclub.com/media/2015/08/PUBS-Loss-Prevention-Tug-and-Tow-Safety-and-Operational-Guide\\_A5\\_0715.pdf](https://www.shipownersclub.com/media/2015/08/PUBS-Loss-Prevention-Tug-and-Tow-Safety-and-Operational-Guide_A5_0715.pdf)
- [26] <http://estabilidadbuque.blogspot.com/2012/01/estabilidad-dinamica-su-importancia-y.html>
- [27] <http://estabilidadbuque.blogspot.com/2011/07/estabilidad-estatica-transversal.html>

