

Egoitza / Sede Bizkaia

Txabarramendi ugarteza z/g

E-48395 Sukarrieta - Bizkaia (Spain)

Tel.: +34 946 029 400 - Fax: +34 946 870 006

Egoitza / Sede Gipuzkoa

Herrera Kaia - Portu aldea z/g

E-20110 Pasai - Gipuzkoa (Spain)

Tel.: +34 943 004 800 - Fax: +34 943 004 801

<http://www.azti.es>

e-mail: info@azti.es



## **Caracterización, prueba y mejora de monofilamentos para las modalidades de pesca comercial que emplean el anzuelo**

Informe final

para:

Dirección de Pesca y Acuicultura, Viceconsejería  
de Desarrollo Agrario y Pesquero, Dpto.  
Agricultura, Pesca y Alimentación , Eusko  
Jaurlaritza - Gobierno Vasco

**Sukarrieta, 10 de noviembre de 2008**

**Tipo documento** Informe final  
**Titulo documento** Informe final del proyecto ATM2007FITAK  
**Fecha** 03/11/2008  
**Proyecto** Caracterización, prueba y mejora de monofilamentos para las modalidades de pesca comercial que emplean el anzuelo

**Código** ATM2007FITAK  
**Cliente** Dirección de Pesca y Acuicultura, Viceconsejería de Desarrollo Agrario y Pesquero, Dpto. Agricultura, Pesca y Alimentación , Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco

**Equipo de proyecto:** Luis Arregi  
Amaia Gómez de Segura  
Jesús Martínez

---

**Responsable proyecto** Luis Arregi Errazkin

---

---

**Revisado por** José Franco  
**Fecha** 12/11/2008

---

---

**Aprobado por**  
**Fecha**

---

# ÍNDICE

<b>1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3 MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
3.1 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES .....	10
3.2 METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS, INSTRUMENTAL EMPLEADO Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS .....	11
3.3 PROCESADO DE LA INFORMACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	12
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
4.1 MONOFILAMENTOS IDENTIFICADOS Y ALTERNATIVOS .....	14
4.2 ENSAYOS MECÁNICOS .....	18
4.2.1     “ <i>Tretza</i> ” o puntera de verdel.....	19
4.2.2     Puntera de cacea a bonito .....	23
4.2.3     Cañas a túnidos.....	31
4.2.4     Palangres .....	37
4.2.5     Punto o lugar de rotura.....	40
4.3 ENSAYOS DE DSC (CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO).....	45
<b>5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
5.1 ENSAYOS MECÁNICOS .....	48
5.2 ENSAYOS DE DSC (CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO).....	54
<b>6 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>56</b>
<b>7 AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>57</b>
<b>8 ANEXO I.....</b>	<b>58</b>
<b>9 ANEXO II.....</b>	<b>59</b>
<b>10 ANEXO III.....</b>	<b>71</b>



## 1 ANTECEDENTES

El sector de bajura del País Vasco está compuesto por unos 250 barcos de pequeño y mediano porte. Atendiendo a las artes de pesca empleadas y a su modo de utilización, este sector se divide a su vez en la flota de bajura propiamente dicha y en la flota artesanal costera.

La flota de bajura emplea fundamentalmente dos artes de pesca, el arte de cerco para la captura de pequeños pelágicos (anchoa, verdel, chicharros y sardina) y las cañas manuales provistas de una línea en cuyo extremo se anuda el anzuelo donde se coloca el cebo vivo para la captura de túnidos.

Por su parte, la flota artesanal costera utiliza de modo secuencial un amplio abanico de artes de pesca, buena parte de las cuales se encuentran englobadas y reglamentadas bajo la denominación de “artes menores”. Entre ellas tenemos las artes de enmallé, las nasas y los aparejos de anzuelo. Además de las artes menores, otras artes de pesca utilizadas por la flota artesanal son el rasco, la volanta y el palangre de fondo.

De entre las artes y grupos de artes de pesca citados, son muchos los que se fundamentan en el anzuelo anudado a una línea de monofilamento de poliamida:

- Las cañas con cebo vivo para túnidos.
- Las líneas de mano a verdel.
- El aparejo de cacea al curricán para túnidos.
- El palangrillo para lubina.
- El palangrillo para congrio.
- El palangre de fondo para congrio.
- El palangre semipelágico o piedra-bola para merluza y/o besugo.
- La marrajera o palangre derivante de superficie para tiburones.

La poliamida es un tipo de polímero que contiene enlaces de tipo amida. Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus

monómeros se denomina polimerización. El nílon, es un polímero artificial que pertenece al grupo de las poliamidas. Se genera formalmente por policondensación de un diácido con una diamina. Es un polímero cristalino ya que se le da un tiempo para que se organice y se enfríe lentamente, siendo por esto muy resistente e indicado para su empleo como hilo de pesca. Esta fibra sintética se obtiene industrialmente por extrusión o inyección del material.

Los aparejos de pesca que se basan en el monofilamento de poliamida (en adelante hilo) y el anzuelo resultan muy similares en sus principios de uso y estructura de montaje. No obstante cada uno de ellos dispone de sus características técnicas que la hacen diferente al resto. Las características técnicas para cada uno de estos aparejos han sido descritas en varios estudios realizados por AZTI (Puente 1993, Puente *et al.*, 2002, Arregi *et al.*, 2002 y Arregi *et al.*, 2004). Estos estudios han detallado el modo de montaje de los “arrantzales” y reflejado las diferencias existentes en los aparejos en aspectos físicos de los hilos tan importantes como el diámetro y el color. Estas diferencias se deben al conocimiento de cada “arrantzale”, fundamentado frecuentemente en su propia experiencia o en la transmitida por sus antepasados, pudiendo frecuentemente afectar a la efectividad en la pesca.

En general se puede decir que tratando de maximizar la eficacia de las artes de pesca, los “arrantzales” buscan una línea con una resistencia suficiente para soportar la lucha de la especie objetivo. Al mismo tiempo tratan de conseguir que esa línea sea lo menos visible posible al pez para que no la evite, por lo que el diámetro y el color de la misma son otros dos factores fundamentales. Indudablemente a menor diámetro de la línea menor será su visibilidad para el pez, aunque por otra parte a menor diámetro menor será su carga de rotura.

AZTI, como complemento a un estudio sobre la automatización del halador aplicado a la pesquería de verdel, ha realizado en el año 2005 pruebas de tracción de cuatro marcas de hilos en los diámetros empleados para la pesca de esta especie (Arregi *et al.* 2006). Durante estas pruebas se ha constatado la reducción en la resistencia de todos los hilos testados al comparar el hilo seco y sin nudo frente al mojado con nudo. Kim *et al.* 1977, demostró que la reducción en la carga de rotura en los hilos empleados en la confección de paño de red era debida a la fricción producida en el extremo del nudo. Por otra parte la poliamida, al igual que otras fibras textiles, tiene la propiedad de absorción del agua, hecho este que reduce su carga de rotura. Es de destacar que todos los hilos empleados en la pesca se encuentran continuamente mojados y disponen de al menos un nudo. Asimismo, en el estudio realizado por Arregi *et al.* 2006 se comprobaron diferencias importantes en las propiedades mecánicas

de los diferentes tipos de hilos testados. Concluyendo que las características mecánicas del hilo constituyen un elemento importante en las prestaciones de las artes de pesca.

Entre los estudios relacionados con los materiales empleados en la confección de artes de pesca y sus características físicas cabe citar los trabajos realizados por Sala *et al.* (2004). Este autor investiga las diferencias en la carga de rotura y elongación del paño de red de nailon antes y después del uso. Moderhak *et al.* (2005) por su parte estudia las propiedades mecánicas (elongación y carga de rotura) tanto del hilo como del paño de red empleado en las pesquerías del Báltico aunque con el material seco.

En la pesca tanto profesional como recreativa se emplean hilos de diversos colores, si bien el color más habitual es el blanco cristalino. Al introducir este hilo original en un baño de agua caliente con tinte, este adquiere la coloración del tinte. Este proceso, empleado por algunos fabricantes de hilos, puede provocar la pérdida de carga de rotura del hilo puesto que según la temperatura del agua, esta puede alterar su composición química de la poliamida. Varios trabajos han estudiado la relación entre el color del hilo empleado en la confección de las redes y su visibilidad bajo el agua, Tsuda *et al.*, (1973) estudia el límite de visión de hilos transparentes y teñidos así como el de los nudos del paño de red. Por su parte Wardle *et al.*, 1991 investiga sobre el efecto del color en la apariencia del hilo de nailon bajo el agua. Otros autores incluso han abordado las diferencias en la capturabilidad de ciertas especies debidas al color del hilo en las redes de enmallé (Jester 1973). Este campo de estudio relacionado con la visibilidad de los artes bajo el agua y de las diferentes capturabilidades en función del color de los mismos no es abordado en este informe, aunque podría resultar de interés para un futuro estudio.

En este proyecto se pretende extender las pruebas de laboratorio a los hilos disponibles en el mercado para las principales modalidades de pesca que emplean este elemento en la configuración del arte de pesca. El interés de este trabajo reside en que los ensayos serán realizados en réplicas de los aparejos empleados. Para ello se respetarán lo más fielmente posible los elementos y características de montaje de los que estos disponen en la situación de pesca. No obstante hay ciertas características de los aparejos que no son posibles de respetar debido a las restricciones que ofrecen los instrumentos de medida. Entre estas características imposibles de replicar, cabe citar la longitud real de las punteras, significativamente superior a la de las réplicas. Del mismo modo la manera en la que la captura al debatirse aplica la tensión sobre el hilo es imposible de reproducir por el instrumental en las condiciones del laboratorio. Además y habida cuenta de que los nudos reducen la carga de rotura de la línea,

se realizarán ensayos sobre aparejos en los que sus nudos hayan sido sustituidos por otros elementos, tratando de optimizar sus prestaciones.

## 2 OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es caracterizar técnicamente y probar los hilos de monofilamento empleados en las modalidades de pesca comercial que utilizan el anzuelo de cara a identificar en el mercado los hilos con mejores prestaciones para cada una de las modalidades de pesca.

Este objetivo genérico engloba los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar técnicamente los monofilamentos empleados actualmente en las modalidades de pesca de anzuelo (material, composición, diámetro, resistencia, elongación,...)
- Comprobar en laboratorio las prestaciones físicas de los materiales empleados (resistencia, elongación, etc...)
- Identificar nuevos materiales y comprobar sus prestaciones físicas en comparación con los materiales empleados hasta la fecha.
- Determinar los materiales más apropiados para cada modalidad de pesca teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como el modo de utilización.

## 3 MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1 Selección de los materiales

En primer lugar se realizó un muestreo, mediante entrevistas personalizadas, entre los patrones de las diferentes modalidades que emplean el anzuelo para identificar los hilos empleados. En este muestreo se preguntó a los patrones acerca de las principales características (marca comercial, grosor, color y proveedor) de los hilos que emplean en cada modalidad de pesca practicada por ellos. Además de las preguntas mencionadas, en cada entrevista se llenó un estadillo (Anexo I) para cada uno de los oficios de pesca en los que tomaba parte el patrón. En estos estadillos se solicitó información acerca del oficio de pesca así como de las características del aparejo empleado y del consumo anual de material. Como complemento a este muestreo y de cara a confirmar los hilos más empleados se realizó el mismo cuestionario entre los principales proveedores identificados por los patrones. En todos los cuestionarios se preguntó acerca de los diferentes elementos o partes del arte como son las diferentes piezas de las que consta la línea madre y la puntera. Sobre esta última parte del aparejo es sobre la que se puso un especial énfasis ya que resulta la parte más cercana al pez y por lo tanto más importante.

Dada la imposibilidad de realizar ensayos de laboratorio con todos los tipos de hilos identificados en las encuestas debido a su elevado número, estos fueron introducidos en una base de datos de donde se obtuvieron los más comúnmente empleados. Para determinar los hilos seleccionados para la posterior realización de los ensayos se tomó como criterio el número de encuestas en las que había sido identificado así como el orden de importancia en ventas señalado por los proveedores. Asimismo el análisis se centró en la parte final de cada uno de los aparejos (puntera). En esta parte final es donde los hilos empleados en los aparejos son de menor grosor del conjunto del aparejo para resultar menos visibles y donde generalmente rompen. Las pruebas de laboratorio se centraron en esta parte final del aparejo.

### 3.2 Metodología de los ensayos, instrumental empleado y preparación de las muestras

Una vez identificados los hilos empleados para cada una de las modalidades de pesca, se llevó a cabo una reunión con los técnicos del centro tecnológico GAIKER, centro seleccionado para la realización de los ensayos de laboratorio. En esta reunión se acordaron los 2 tipos de ensayos a realizar:

- Ensayos mecánicos o de tracción para determinar la elongación y carga de rotura del material.
- Ensayos de DSC (Calorimetría diferencial de barrido) para determinar la cristalinidad teórica del material que se encuentra en relación directa con la resistencia de los polímeros.

Para la realización de los primeros se acordó seguir las pautas dictadas por la normativa UNE EN ISO 2062, adaptando esta normativa si fuese necesario al modo de empleo en la mar de los materiales a testar. Además se tomó nota los requerimientos que debían de cumplir los materiales para poder ser testados en el equipo de ensayos universales de tracción, de referencia MIDI 5-5/4X11 (Messphysik), con una célula de carga de 2 KN y software para extracción de resultados. Asimismo, se acordó la preparación de un protocolo para la realización de los ensayos (Anexo II). Este protocolo debía de recoger de manera pormenorizada las características de las réplicas de los aparejos, además de la condición de los materiales (Seco /mojado, con nudo/sin nudo) así como el número de ensayos para cada condición de material.

En cuanto a la realización de los ensayos químicos se empleó la técnica DSC o de Calorimetría Diferencial de Barrido. Esta es una técnica que se emplea para analizar las transiciones térmicas de un polímero, como por ejemplo la fusión de un polímero cristalino o la transición vítrea. El equipo empleado para la realización de estos ensayos se denomina “Analizador de Calorimetría Diferencial de Barrido” y en el se introducen cantidades de unos 10 gramos del material a analizar. En los ensayos realizados se empleó el equipo Mettler Toledo, modelo DSC 30. En estos ensayos se decidió la realización de una sola prueba por marca comercial, puesto que los diferentes diámetros de los que se disponía dentro de una misma marca comercial debían de tener las mismas características químicas. Sin embargo para tener la certeza sobre este extremo, se decidió la realización de un segundo ensayo en

alguna de las marcas comerciales mejor representadas, empleando para cada ensayo hilos de colores diferentes.

A continuación se encargó la preparación de las réplicas de los aparejos a una empresa dedicada a la preparación de aparejos profesionales en el País Vasco, que además es una de las principales empresas proveedora de hilos a la flota. En el anexo III se detallan de manera pormenorizada las características de las muestras preparadas. Señalar que para la confección de las réplicas se emplearon los materiales de los que disponía esta empresa y que son los mismos materiales que cualquier “arrantzale” puede adquirir. De este modo se evitaron las posibles suspicacias que pudiera generar el empleo de materiales proporcionados por los fabricantes. Una vez preparadas las muestras se procedió a la realización de los ensayos en los laboratorios de GAIKER. Durante los ensayos mecánicos o de tracción además de registrar la información referente a cargas de rotura, elongación y diámetro real de los diferentes materiales se anotó para cada una de las probetas el lugar de rotura del material.

### **3.3 Procesado de la información e interpretación de los resultados**

Por último se confeccionó una base de datos con todos los campos necesarios para la obtención de las medias y desviaciones estándar con la que posteriormente se realizaron los análisis. Esta base de datos recoge los siguientes campos:

**Aparejo:** tipo de aparejo (cacea, verdel, caña o palangre).

**Marca:** marca comercial del hilo.

**Color:** color del hilo.

**$\varnothing$  Nom:** diámetro nominal del hilo según el fabricante.

**$\varnothing$  Real:** diámetro real del hilo tomado en laboratorio, resulta del promedio de tres medidas.

**Diferencia  $\varnothing$ :** diferencia entre el diámetro real y el nominal, dada en porcentaje.

**Condición del material:** sin nudo, con nudo, con remache,...

**Carga rotura promedio:** promedio en kilos de la carga de rotura resultante de las pruebas realizadas a ese material.

**Carga rotura desviación:** desviación estándar de la carga de rotura resultante de las pruebas realizadas a ese material.

**Elongación promedio:** promedio para la elongación en porcentaje resultante de las pruebas realizadas a ese material.

**Elongación desviación:** desviación estándar para la elongación resultante de las pruebas realizadas a ese material.

**Resistencia rotura promedio:** promedio para la resistencia a la rotura en kg/mm<sup>2</sup> resultante de las pruebas realizadas a ese material. Este resulta uno de los parámetros más importantes, puesto que relaciona la carga de rotura con el diámetro real o diámetro medido en laboratorio. Se obtiene dividiendo la carga de rotura obtenida para cada probeta entre la sección tomada a esa probeta. Este valor permite comparar hilos de diferentes diámetros.

**Resistencia rotura desviación:** desviación estándar para la resistencia a la rotura resultante de las pruebas realizadas a ese material.

**Nº pruebas:** número de ensayos realizados para cada condición de un mismo material.

**Carga rotura nominal:** carga de rotura en kilos proporcionada por el fabricante.

**Punto de rotura:** lugar en el que se produce la rotura del hilo.

**Observaciones:** apartado donde incluir todo tipo de observaciones relevantes.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Monofilamentos identificados y alternativos

A continuación se recogen los hilos más comúnmente empleados en cada una de las modalidades de pesca y que han sido identificados a partir de la base de datos. Además de los más empleados, en cada tabla se incluyen con fondo oscuro los hilos alternativos seleccionados para cada modalidad.

- “Tretza” o aparejo de verdel

En este tipo de aparejo se seleccionaron para las pruebas 6 hilos de grosores comprendidos entre 1,20 y 1,30 mm. Los de las marcas Bayer y Star en grosores de 1,20 y 1,30 mm son los más comúnmente empleados por la flota. Es de destacar que en la marca Bayer el color más empleado es el verde, mientras que en la marca Star el de color salmón, si bien en ambas marcas también se emplea el color blanco aunque con menor frecuencia. A juicio de los “arrantzales” el hilo con color diferente del blanco o cristalino resulta más efectivo que este último en esta modalidad de pesca, por lo que los hilos alternativos deberían ser de alguno de estos colores que emplean los “arrantzales”. De entre los hilos disponibles en el mercado se seleccionaron 2 de la marca Asso de 1,20 y 1,30 mm en color verde.

**Tabla 1.** Hilos empleados y alternativos del aparejo de verdel.

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Verde	1,30	Verdel
Bayer	Verde	1,20	Verdel
Star	Salmón	1,30	Verdel
Star	Salmón	1,20	Verdel
Asso	Verde	1,30	Verdel
Asso	Verde	1,20	Verdel

- Aparejo de cacea a bonito**

En este aparejo es donde se seleccionó un mayor número de materiales a testar como consecuencia de amplia variedad de hilos empleados en la combinación de marcas comerciales y colores. Del mismo modo, en el rango de grosores entre los que se mueve este tipo de aparejo es donde el mercado presenta una mayor variedad de posibilidades, por lo que los hilos alternativos resultaron ser más numerosos. En total se testaron 15 hilos diferentes resultantes de la combinación marca/color/grosor. De ellos 9 son empleados por la flota de cacea al curricán en grosores comprendidos entre 0,80 y 1,00 mm, con una mayor tendencia a emplear el de 0,90 mm. En este aparejo el hilo blanco o cristalino es el más empleado aunque también emplean el de otro color (verde o salmón) en menor medida. Las marcas comerciales más comunes empleadas en este tipo de aparejo son Bayer y Star por este orden de importancia. Los 6 hilos alternativos seleccionados se encuentran en grosores comprendidos entre 1,00 y 0,70 mm, siendo tan solo 1 de ellos de color blanco, debido a que la mayor parte de marcas comerciales representadas en este rango de grosores son de color diferente del blanco.

**Tabla 2.** Hilos empleados y alternativos del aparejo de cacea.

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	1,00	Cacea
Bayer	Blanco	0,90	Cacea
Bayer	Blanco	0,80	Cacea
Bayer	Verde	0,90	Cacea
Star	Blanco	1,00	Cacea
Star	Blanco	0,90	Cacea
Star	Blanco	0,80	Cacea
Star	Salmón	1,00	Cacea
Star	Salmón	0,90	Cacea
Asso	Verde	0,90	Cacea
Takio	Blanco	0,90	Cacea
Halfa	Salmón	1,00	Cacea
Black shark	Gris	0,90	Cacea
Black shark	Gris	0,80	Cacea
Black shark	Gris	0,70	Cacea

- **Aparejo de caña a bonito**

En esta modalidad se seleccionaron 9 hilos para la realización de los ensayos, 4 de ellos usados comúnmente por la flota y 5 alternativos. El rango de grosores empleados en esta modalidad es el más amplio y va desde 1,10 a 1,80 mm siendo los más frecuentes los comprendidos entre 1,20 a 1,60 mm. La marca comercial más frecuentemente empleada en este tipo de aparejo es la marca Bayer. Para los ensayos se seleccionaron 4 hilos con grosores de 1,10-1,20-1,40 y 1,60 mm de la marca Bayer y color blanco puesto que es el color más empleado para este tipo de aparejo. A la vez se escogieron 5 hilos alternativos de grosores comprendidos entre 1,20 y 1,74 mm, 2 de ellos de la marca Asso en color blanco y 3 de la marca Halfa en color salmón. La razón por la cual se escogió un hilo de grosor superior al de los empleados por la flota, fue que en ocasiones los “arrantzales” emplean dos y hasta tres hilos al mismo tiempo para un solo anzuelo. Este hecho sucede cuando las piezas a capturar son de tamaño excepcional y necesitan de un hilo más resistente, entonces colocan dos hilos a la vez tratando de duplicar la resistencia. De este modo se trató de buscar un hilo que tuviese una carga de rotura similar a la suma de dos de grosor convencional.

**Tabla 3.** Hilos empleados y alternativos del aparejo de caña a túnidos.

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	1,60	Caña
Bayer	Blanco	1,40	Caña
Bayer	Blanco	1,20	Caña
Bayer	Blanco	1,10	Caña
Asso	Blanco	1,40	Caña
Asso	Blanco	1,20	Caña
Halfa	Salmón	1,74	Caña
Halfa	Salmón	1,47	Caña
Halfa	Salmón	1,30	Caña

- Aparejo de palangre**

Dentro del arte de palangre nos encontramos con diferentes tipos de aparejos en función de la especie objetivo, las principales diferencias entre ellos radican en el grosor de los hilos. Para este estudio nos hemos centrado en los palangres dirigidos indistintamente a merluza y besugo por una parte y a lubina por otra, puesto que son los más empleados por la flota artesanal. Además otras modalidades de palangre, como el palangre de fondo a congrio, emplean hilos de marcas y grosores que serán testados en otro tipo de aparejos en este mismo estudio. De este modo sus resultados son extrapolables a este aparejo. En las modalidades de palangre de lubina y de merluza, la parte en contacto con el anzuelo o puntera es de características similares en cuanto a montaje y características del hilo. Se han seleccionado 5 hilos para los ensayos, el escaso número de muestras para este arte se debe al reducido rango de grosores empleado por los “arrantzales” y al corto número de barcos que emplean estos artes en comparación a los anteriormente mencionados. Son 2 los hilos más comúnmente empleados para estos aparejos, ambos de la marca Bayer y color blanco, con grosor de 0,50 mm para la lubina y de 0,60 mm para la merluza y el besugo. De los 3 hilos alternativos seleccionados 2 de ellos son de 0,50 mm de grosor y el tercero de 0,45 mm, los 2 primeros en color blanco y el tercero en color gris.

**Tabla 4.** Hilos empleados y alternativos del aparejo de palangre.

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	0,60	Palangre
Bayer	Blanco	0,50	Palangre
Asso	Blanco	0,50	Palangre
Asso ultra	Blanco	0,50	Palangre
Star Euroklon	Gris	0,45	Palangre

## 4.2 Ensayos mecánicos

En estos ensayos se registraron los diámetros reales de los hilos tomados “*in situ*” con un calibre micrométrico así como los valores para la elongación en porcentaje y la carga de rotura en kilogramos. El análisis comparativo de la elongación para los diferentes hilos se realizó a partir de las muestras SIN NUDO, ya que estos afectan al valor de la elongación. A medida que se aprietan la longitud de la pieza de hilo aumenta, no siendo esta una elongación real, si no debida a que el nudo se comprime. En cuanto a la carga de rotura, se ha medido por una parte la nominal aunque con el material mojado y SIN NUDO para poder compararla con la del mismo material CON NUDO. A continuación se ha medido con el material mojado y CON NUDO y por último en aquellos casos en los que era factible con el material mojado y CON REMACHE. Como ya se ha mencionado con anterioridad las pruebas con remache se han realizado tratando de buscar una alternativa más resistente y a la vez más fácil de elaborar que el nudo.

Los valores obtenidos para los citados parámetros que se presentan en este apartado se corresponden con el promedio resultante del número de ensayos realizado para cada material. Como puede verse en las tablas el número de ensayos realizado no siempre coincide con el inicialmente previsto. La razón que explica este hecho es la práctica habitual en este tipo de pruebas en las que se eliminan aquellos valores anormales debidos a razones como pueden ser el deslizamiento de la muestra de las mordazas de sujeción o un defecto en la confección de las muestras. Cada tabla muestra los valores obtenidos para los parámetros medidos en la misma condición de material, es decir SIN NUDO, CON NUDO u otras variantes introducidas en los aparejos (Remache, pasando por Anilla), dispuestos éstos en el modo en que ya han sido explicados. Al igual que en el apartado anterior los resultados se presentan agrupados por arte de pesca.

#### 4.2.1 “Tretza” o puntera de verdel

El primero de los resultados obtenido se corresponde con el diámetro real tomado de las probetas. El diámetro real del hilo tiene importancia puesto que se encuentra en relación directa con la carga de rotura, a mayor diámetro de un mismo material mayor será su carga de rotura. Por ello la certeza en su medida resulta vital para el “arrantzale” ya que este selecciona el mínimo grosor que le proporcione cierta garantía de resistir la carga que ejerce la especie objetivo. En la Tabla 5 se presentan los valores promedio obtenidos para las tres condiciones de material contempladas. Las diferencias observadas entre el diámetro proporcionado por el fabricante y el observado no son significativas, puesto que son inferiores al  $\pm 5\%$  de tolerancia al que hacen alusión los fabricantes de hilos. A destacar la precisión en la medida de los hilos Bayer en los dos diámetros testados para este tipo de aparejo. Destaca igualmente la diferencia del Star Salmón de 1,20 mm arrojando en las tres condiciones del material promedios de 4,17% y 3,92% inferior a la medida proporcionada por el fabricante.

**Tabla 5.** Diámetro real tomado de los hilos empleados en el aparejo de verdel. Entre paréntesis la diferencia porcentual con el diámetro promedio nominal.

	$\varnothing$ nominal (mm)	Nº de Ensayos	$\varnothing$ real (mm) Sin nudo	$\varnothing$ real (mm) Con nudo	$\varnothing$ real (mm) Con remache
<b>Bayer/Verde/1,30</b>	1,30	5-8-10	1,30 (0,00)	1,30 (0,00)	1,30 (0,00)
<b>Star/Salmón/1,30</b>	1,30	5-10-9	1,31 (+0,77)	1,32 (+1,54)	1,31 (+0,77)
<b>Asso/Verde/1,30</b>	1,30	4-8-9	1,30 (0,00)	1,30 (0,00)	1,30 (0,00)
<b>Bayer/Verde/1,20</b>	1,20	5-10-10	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)
<b>Star/Salmón/1,20</b>	1,20	5-10-5	1,15 (-4,17)	1,15 (-3,92)	1,15 (-4,17)
<b>Asso/Verde/1,20</b>	1,20	5-10-9	1,23 (+2,50)	1,23 (+2,50)	1,23 (+2,50)

Nota: el número de ensayos refleja los ensayos realizados para cada condición de material, en el orden siguiente; Sin nudo, Con nudo y Con remache.

La elongación tomada para los 6 materiales testados en este tipo de aparejo, oscila entre 59,08% (0,82 s.d.) para el Bayer/Verde/1,30 y 83,81% (3,48 s.d.) para el Asso/Verde/1,30. En relación a estos resultados, se diferencian patrones de elongación en relación a la marca del hilo. La marca Bayer presenta valores bajos de elongación (63,85%-59,08%) frente a Star con valores medios (71,68%-71,33%) y por último Asso con valores elevados (83,81%-80,74%).

**Tabla 6.** Elongación tomada en porcentaje de los hilos empleados en el aparejo de verdel con el material SIN NUDO, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

SIN NUDO	Nº de Ensayos	Elongación (%)
Bayer/Verde/1,30	5	59,08 (0,82)
Star/Salmón/1,30	5	71,68 (1,13)
Asso/Verde/1,30	4	83,81 (3,48)
Bayer/Verde/1,20	5	63,85 (5,35)
Star/Salmón/1,20	5	71,33 (2,49)
Asso/Verde/1,20	5	80,74 (2,71)

La tabla 7 presenta los datos referentes a las cargas de rotura en las tres condiciones en las que se ha ensayado este tipo de aparejo, SIN NUDO, CON NUDO y CON REMACHE.

En la condición de **SIN NUDO** y entre los hilos de 1,30 mm el Bayer/Verde/1,30 es el que muestra el valor superior de carga de rotura con 59,46 kg (0,51 s.d.). Entre los de 1,20 mm es nuevamente el de la marca Bayer el que refleja un valor superior, 52,60 kg (3,50 s.d.). Sin embargo hay que realizar una matización atendiendo a los diámetros reales observados. La resistencia a la rotura que ofrece el Star/Salmón/1,20 es de 48,34 kg/mm<sup>2</sup> (0,47 s.d.), superior al resto de hilos de este diámetro e incluso a los de diámetro superior.

En la condición de **CON NUDO** y 1,30 mm es el Star/Salmón/1,30 el que ofrece un valor superior de carga de rotura con 36,94 kg (2,21 s.d.), asimismo es el que presenta un valor superior de resistencia 26,99 kg/mm<sup>2</sup> (1,55 s.d.). Entre los de 1,20 es el Bayer/Verde/1,20 el mejor con 32,02 kg (3,23 s.d.), aunque el Star/Salmón/1,20 es el más resistente 29,30 kg/mm<sup>2</sup> (3,39 s.d.).

Entre los hilos **CON REMACHE** y diámetro 1,30 es el Bayer/Verde/1,30 el que mejores valores refleja de carga de rotura 59,35 kg (2,51 s.d.), siendo igualmente el más resistente entre los de este diámetro 44,71 kg/mm<sup>2</sup> (1,89 s.d.). De entre los hilos de 1,20 mm, es el Star/Salmón/1,20 el que ofrece un mejor resultado con 49,38 kg (0,42 s.d.). Asimismo este hilo es el más resistente 47,88 kg/mm<sup>2</sup> (0,58 s.d.) del conjunto de hilos de 1,30 mm y 1,20 mm montados con remache.

**Tabla 7.** Caracterización de los hilos empleados en el aparejo de verdel, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

Hilo	Nº de Ensayos	Ø real (mm)	Carga Rotura (Kg)	Resistencia Rotura (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>SIN NUDO</b>				
Bayer/Verde/1,30	5	1,30	59,46 (0,51)	44,80 (0,39)
Star/Salmón/1,30	5	1,31	55,48 (0,68)	41,04 (0,71)
Asso/Verde/1,30	4	1,30	52,82(0,47)	40,27 (0,96)
Bayer/Verde/1,20	5	1,20	52,60 (3,50)	46,51 (3,09)
Star/Salmón/1,20	5	1,15	49,86 (0,41)	48,34 (0,47)
Asso/Verde/1,20	5	1,23	49,76 (1,05)	42,02 (0,94)
<b>CON NUDO</b>				
Bayer/Verde/1,30	8	1,30	21,18 (2,35)	15,96 (1,77)
Star/Salmón/1,30	10	1,32	36,94 (2,21)	26,99 (1,55)
Asso/Verde/1,30	8	1,30	20,88 (1,45)	15,59 (1,77)
Bayer/Verde/1,20	10	1,20	32,02 (3,23)	28,31 (2,85)
Star/Salmón/1,20	10	1,15	30,55 (3,20)	29,30 (3,39)
Asso/Verde/1,20	10	1,23	19,86 (2,66)	16,6 (2,16)
<b>CON REMACHE</b>				
Bayer/Verde/1,30	10	1,30	59,35 (2,51)	44,71 (1,89)
Star/Salmón/1,30	9	1,31	55,86 (0,47)	41,47 (1,27)
Asso/Verde/1,30	9	1,30	46,95 (4,02)	35,52 (3,37)
Bayer/Verde/1,20	10	1,20	48,43 (1,78)	42,82 (1,58)
Star/Salmón/1,20	5	1,15	49,38 (0,42)	47,88 (0,58)
Asso/Verde/1,20	9	1,23	41,95 (1,86)	35,18 (1,53)

Una vez caracterizados los hilos empleados en el aparejo de verdel, pasamos a realizar las comparaciones para cada material entre el hilo sin nudo y las dos configuraciones confeccionadas para este aparejo (Tabla 8). La reducción de la carga de rotura a consecuencia del nudo se cifra entre un 33,42% de mínimo en el Star/Salmón/1,30 y un 64,38% para el Bayer/Verde/1,30. Se observa igualmente que los hilos Star en su conjunto, sufren reducciones menos significativas que el resto. En cuanto al remache, se observa que los porcentajes de reducción son de menor importancia, situándose entre un máximo de 15,70%

para el Asso/Verde/1,20 y un 0,68% negativo. Este último valor quiere decir que la carga de rotura ha sido superior con el remache que sin él. Este dato hay que interpretarlo como que no ha producido efecto alguno la inclusión del remache, la variación es debida a la propia variación muestral.

Por otra parte, al comparar las reducciones sufridas por los hilos montados con nudo frente a los mismos hilos montados con remache, se observa una tendencia clara. Los valores obtenidos en la diferencia entre ambas condiciones del material evidencian que el hilo montado con nudo sufre una reducción en la carga de rotura superior a la del mismo hilo montado con remache.

**Tabla 8.** Reducción en la carga de rotura de los hilos empleados en el aparejo de verdel con respecto al caso base (material SIN NUDO).

	CON NUDO	CON REMACHE	Diferencia
	Reducción (%)	Reducción (%)	Nudo-Remache
Bayer/Verde/1,30	64,38	0,18	64,20
Star/Salmón/1,30	33,42	-0,68	34,10
Asso/Verde/1,30	60,47	11,11	49,36
Bayer/Verde/1,20	39,13	7,93	31,20
Star/Salmón/1,20	38,73	0,96	37,77
Asso/Verde/1,20	60,09	15,70	44,39

Durante la costera de verdel del año 2008 se realizaron pruebas con aparejos montados con remaches en sustitución de los nudos habituales de este aparejo. El objetivo de estas pruebas fue el de comprobar si las prestaciones de captura de esta configuración del aparejo eran similares a las del aparejo con nudos. A lo largo de estas pruebas de mar se comprobó en situación real de pesca que algunos de los remaches se deslizaban en la línea perdiendo su posición original y quedando arrimados a los remaches que no deslizaban. Este hecho ocurría cuando el volumen elevado de capturas en la línea de pesca provocaba la tensión lógica en esta y el hilo alongaba perdiendo grosor. Sin embargo también se pudo comprobar que el modo en el que el hilo de perlón trenzado que une el anzuelo a la línea o “artza”, era determinante en el posterior deslizamiento del remache. Así pues aquellos remaches en los que el hilo de perlón del “artza” cubría la totalidad de la línea en la parte interna del remache evitando el contacto de la parte interior de este con la línea de pesca deslizaban con cierta facilidad. Sin embargo en los remaches que su parte interna entraba en contacto con la línea de pesca no deslizaban.

#### 4.2.2 Puntera de cacea a bonito

La Tabla 9 muestra los valores promedio para el diámetro real obtenido para las tres condiciones de material contempladas en este aparejo. Las diferencias observadas entre el diámetro proporcionado por el fabricante y el observado tan solo son significativas en el hilo Halfa/Salmón/1,00. Este hilo presenta desviaciones del 10% y 9% en el material Con nudo y Con remache respectivamente. Ambas desviaciones observadas son negativas, es decir, el diámetro observado es inferior al enunciado por el fabricante. Este mismo hilo no presenta ninguna desviación con el material Sin nudo. En el resto de hilos las desviaciones son inferiores o iguales al  $\pm 5\%$  de tolerancia tomado como referencia. En cuanto a las desviaciones con respecto al conjunto de hilos de una misma marca comercial vuelve a destacar la precisión en la medida de los hilos Bayer. En los cuatro diámetros testados para esta marca en el aparejo de cacea, tan solo 2 presentan variaciones de pequeña entidad en alguna de las condiciones del material. Destaca igualmente la marca Black Shark, en la que los tres diámetros ensayados muestran diferencias con respecto a las indicaciones del fabricante. Algunas de estas desviaciones, si bien no superan el margen de tolerancia, se encuentran en el límite o muy cercanas a él.

**Tabla 9.** Diámetro real tomado de los hilos empleados en el aparejo de cacea. Entre paréntesis la diferencia porcentual con el diámetro promedio nominal.

	$\varnothing$ nominal (mm)	Nº de Ensayos	$\varnothing$ real (mm) Sin nudo	$\varnothing$ real (mm) Con nudo	$\varnothing$ real (mm) Con remache
<b>Bayer/Blanco/1,00</b>	1,00	5-10-10	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)
<b>Star/Blanco/1,00</b>	1,00	5-10-10	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)
<b>Bayer/Blanco/0,90</b>	0,90	5-10-10	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)
<b>Star/Blanco/0,90</b>	0,90	5-10-10	0,94 (+4,44)	0,94 (+4,44)	0,94 (+4,44)
<b>Takio/Blanco/0,90</b>	0,90	5-10-10	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)
<b>Bayer/Blanco/0,80</b>	0,80	5-10-10	0,79 (-1,25)	0,80 (0,00)	0,80 (0,00)
<b>Star/Blanco/0,80</b>	0,80	4-10-10	0,80 (0,00)	0,80 (0,00)	0,80 (0,00)
<b>Halfa/Salmón/1,00</b>	1,00	5-10-10	1,00 (0,00)	0,90 (-10,00)	0,91 (-9,00)
<b>Star/Salmón/1,00</b>	1,00	5-10-10	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	0,99 (-1,00)
<b>Black Shark/Gris/0,90</b>	0,90	5-8-10	0,92 (+2,22)	0,93 (+3,33)	0,93 (+3,33)
<b>Star/Salmón/0,90</b>	0,90	5-10-10	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)
<b>Bayer/Verde/0,90</b>	0,90	5-10-9	0,91 (+0,89)	0,91 (+0,89)	0,91 (+0,89)
<b>Asso/Verde/0,90</b>	0,90	5-10-10	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)	0,90 (0,00)
<b>Black Shark/Gris/0,80</b>	0,80	5-10-10	0,84 (+5,00)	0,83 (+3,75)	0,83 (+3,75)
<b>Black Shark/Gris/0,70</b>	0,70	4-10-10	0,72 (+2,86)	0,70 (+0,00)	0,71 (+1,43)

Nota: el número de ensayos refleja los ensayos realizados para cada condición de material, en el orden siguiente; Sin nudo, Con nudo y Con remache.

En cuanto a la elongación del hilo, es en todos los casos superior al 50%, con una elongación máxima en el hilo Star/Blanco/0,90 del 69,20% (1,74 s.d.) y una mínima para el Black Shark/Gris/0,90 con el 53,11% (5,08 s.d.). Si agrupamos los hilos por marcas, se observa que la marca Bayer es en su conjunto la que presenta unas elongaciones de menor cuantía así como de un rango más estrecho (57,90%-54,69%). Los hilos Star en general muestran elongaciones de mayor grado y su rango es más amplio (69,20%-57,86%). Por su parte los hilos Black shark, con elongaciones próximas al 50% presentan un rango apretado (54,03%-53,11%) con valores próximos a los hilos de la marca Bayer.

**Tabla 10.** Elongación tomada en porcentaje de los hilos empleados en el aparejo de cacea con el material SIN NUDO, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

SIN NUDO	Nº de Ensayos	Elongación (%)
Bayer/Blanco/1,00	5	56,92 (3,25)
Star/Blanco/1,00	5	64,19 (6,27)
Bayer/Blanco/0,90	5	57,90 (3,48)
Star/Blanco/0,90	5	69,20 (1,74)
Takio/Blanco/0,90	5	63,14 (3,48)
Bayer/Blanco/0,80	5	57,80 (9,59)
Star/Blanco/0,80	4	57,86 (1,92)
Halfa/Salmón/1,00	5	62,94 (2,01)
Star/Salmón/1,00	5	68,07 (3,16)
Black Shark/Gris/0,90	5	53,11 (5,08)
Star/Salmón/0,90	5	67,55 (1,22)
Bayer/Verde/0,90	5	54,69 (2,57)
Asso/Verde/0,90	5	62,67 (2,84)
Black Shark/Gris/0,80	5	54,03 (2,39)
Black Shark/Gris/0,70	4	53,36 (3,26)

La tabla 11 presenta los datos referentes a las cargas de rotura en las tres condiciones en las que se ha ensayado este tipo de aparejo, SIN NUDO, CON NUDO y CON REMACHE. Los hilos han sido ordenados en primer lugar relación al color y posteriormente al diámetro.

En la condición de **SIN NUDO** y entre los hilos blancos de 1,00 mm el Bayer con 43,12 kg (0,78 s.d.) es el que muestra el valor superior de carga de rotura, seguido del Star con 34,48 kg (0,66 s.d.). Los hilos de color testados en este mismo grosor presentan valores superiores a este último, el Halfa/Salmón 35,62 kg (0,37 s.d.) y el Star/Salmón 35,46 kg (0,66 s.d.). Entre los hilos blancos de 0,90 mm es nuevamente el Bayer con 35,23 kg (0,94 s.d.) el que presenta el valor superior. Sin embargo entre los hilos de color en este grosor se encuentra el Black Shark con 58,53 kg (2,53 s.d.) que supera incluso a los hilos de grosor superior. Este hilo evidencia un grosor superior al proporcionado por el fabricante, sin embargo aún así es el que muestra el valor más alto de resistencia con 87,66 kg/mm<sup>2</sup> (3,51 s.d.) entre todos los hilos testados sin nudo para este aparejo. Los dos hilos blancos de 0.80 mm presentan valores muy similares, 27,78 kg (0,51 s.d.) el Star y 27,65 kg (1,38 s.d.) el Bayer. Sin embargo ambos son

superados por el Black Shark/gris/0,80 con 46,00 kg (0,81 s.d.) e incluso por el Black Shark/gris/0,70 con 32,67 kg (0,14 s.d.). A destacar que los dos valores más altos para la carga de rotura los ofrecen los hilos Black/Shark de 0,90 mm y 0,80 mm respectivamente.

En la condición de **CON NUDO** y 1,00 mm es el Bayer/Blanco con 31,64 kg (2,70 s.d.) el que ofrece un valor superior de carga de rotura. A continuación se sitúan los hilos Halfa y Star con 28,55 kg (3,59 s.d.) y 27,93 kg (2,87 s.d.) respectivamente, ambos en color salmón y por último el Star de color blanco con 27,74 kg (2,67 s.d.), estos tres con valores muy similares. En cuanto a la resistencia de estos hilos de 1,00 mm, destaca el hilo Halfa/Salmón con 44,15 kg/mm<sup>2</sup> (5,22 s.d.). Entre los hilos de 0,90 mm blancos, el Bayer es el que presenta un valor superior de carga de rotura con 29,04 kg (2,59 s.d.). El resto de hilos de este grosor presenta valores inferiores a este y similares entre los hilos blancos y de color, con la excepción del Black/Shark. Este hilo con 35,73 kg (5,06 s.d.) presenta una carga de rotura superior a todos los hilos de su diámetro e incluso a los de diámetro superior. Entre los hilos blancos de 0,80 mm el mejor resulta ser el Bayer con 22,68 kg (2,02 s.d.), seguido de cerca por el Star. Sin embargo ambos son superados por el Black/Shark de 0,80 mm que con 36,88 kg (3,71 s.d.) resulta ser el que presenta una carga de rotura mayor de todos los hilos, incluso superior al hilo de 0,90 de su misma marca. A destacar también el hilo Black/Shark de 0,70 mm que con una carga de rotura de 29,44 kg (3,12 s.d.) se sitúa en segundo lugar entre todos los hilos para este parámetro y en primer lugar en resistencia con 75,02 kg/mm<sup>2</sup> (8,28 s.d.) siendo el hilo más resistente de todos los testados con el aparejo montado con nudo.

Entre los hilos **CON REMACHE** y diámetro 1,00 es el Bayer/Blanco el que mejores valores refleja de carga de rotura con 40,02 kg (1,56 s.d.). Por su parte el Star/Blanco se sitúa con valores inferiores incluso a los del Halfa y Star, ambos de color Salmón. Entre los hilos de 0,90 mm es el Black/Shark el que presenta una carga de rotura superior 44,57 kg (6,18 s.d.) seguido del Star/Blanco 30,97 kg (1,06 s.d.). El hilo Black/Shark de 0,80 mm muestra una carga de rotura de 25,84 kg (4,28 s.d.), inferior a la del mismo hilo de 0,70 mm 30,01 kg. (2,42 s.d.). En cuanto a la resistencia a la rotura, el hilo más resistente es el Black/Shark de 0,70 mm con 76,27 kg/mm<sup>2</sup> (6,61 s.d.) seguido del Black/Shark de 0,90 mm con 65,30 kg/mm<sup>2</sup> (8,70 s.d.).

Este aparejo nos permite además la comparación de las cargas de roturas para hilos del mismo grosor y marca comercial y colores diferentes, asumiendo que el color denominado blanco o cristalino es el color original en el que se obtiene el hilo. En concreto, disponemos de

tres comparaciones, dos con hilos de la marca Star de diámetros 1,00 mm y 0,90 mm y una con hilo Bayer de 0,90. El hilo blanco Star de 1,00 mm presenta una carga de rotura inferior a la del salmón en las tres condiciones en las que han sido testados. Este hilo en color salmón presenta porcentualmente cargas de rotura superiores al mismo hilo en color blanco para las tres condiciones SIN NUDO (2,84), CON NUDO (0,68) y CON REMACHE(4,36). El hilo Star de 0,90 mm al contrario, en color blanco supera en las tres condiciones de material al de color salmón, porcentualmente 2,50-5,17 y 4,82. Por último en la comparación entre los hilos Bayer de 0,90 mm, el de color blanco muestra una carga de rotura superior al verde en las tres condiciones con los siguientes porcentajes, 7,22-9,49 y 36,52.

**Tabla 11.** Caracterización de los hilos empleados en el aparejo de cacea, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

Hilo	Nº de Ensayos	Ø real (mm)	Carga Rotura (Kg)	Resistencia Rotura (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>SIN NUDO</b>				
Bayer/Blanco/1,00	5	1,00	43,12 (0,78)	54,90 (0,99)
Star/Blanco/1,00	5	1,00	34,48 (0,66)	41,54 (0,87)
Bayer/Blanco/0,90	5	0,90	35,23 (0,94)	56,12 (0,78)
Star/Blanco/0,90	5	0,94	33,25 (0,49)	47,91 (1,04)
Takio/Blanco/0,90	5	0,90	28,33 (0,78)	45,75 (1,10)
Bayer/Blanco/0,80	5	0,79	27,65 (1,38)	56,67 (1,87)
Star/Blanco/0,80	4	0,80	27,78 (0,51)	55,63 (1,57)
Halfa/Salmón/1,00	5	1,00	35,62 (0,37)	45,35 (0,47)
Star/Salmón/1,00	5	1,00	35,46 (0,66)	45,23 (2,61)
Black Shark/Gris/0,90	5	0,92	58,53 (2,53)	87,66 (3,51)
Star/Salmón/0,90	5	0,90	30,85 (0,37)	50,26 (0,70)
Bayer/Verde/0,90	5	0,91	34,35 (0,54)	53,05 (1,17)
Asso/Verde/0,90	5	0,90	29,52 (0,84)	47,26 (2,03)
Black Shark/Gris/0,80	5	0,84	46,00 (0,81)	83,81 (1,06)
Black Shark/Gris/0,70	4	0,72	32,67 (0,14)	80,26 (1,54)

**CON NUDO**

<b>Bayer/Blanco/1,00</b>	10	1,00	31,64 (2,70)	38,88 (4,04)
<b>Star/Blanco/1,00</b>	10	1,00	27,74 (2,67)	33,21 (3,02)
<b>Bayer/Blanco/0,90</b>	10	0,90	29,04 (2,59)	46,37 (4,14)
<b>Star/Blanco/0,90</b>	10	0,94	27,49 (2,36)	39,05 (3,54)
<b>Takio/Blanco/0,90</b>	10	0,90	24,53 (1,59)	39,59 (3,39)
<b>Bayer/Blanco/0,80</b>	10	0,80	22,68 (2,02)	45,34 (4,02)
<b>Star/Blanco/0,80</b>	10	0,80	21,57 (1,67)	43,68 (3,29)
<b>Halfa/Salmón/1,00</b>	10	0,90	28,55 (3,59)	44,15 (5,22)
<b>Star/Salmón/1,00</b>	10	0,99	27,93 (2,87)	35,36 (4,20)
<b>Black Shark/Gris/0,90</b>	8	0,93	35,73 (5,06)	52,85 (7,09)
<b>Star/Salmón/0,90</b>	10	0,90	24,88 (1,56)	40,20 (2,87)
<b>Bayer/Verde/0,90</b>	10	0,91	27,54 (1,37)	42,33 (3,18)
<b>Asso/Verde/0,90</b>	10	0,90	27,10 (2,27)	43,37 (3,64)
<b>Black Shark/Gris/0,80</b>	10	0,83	36,88 (3,71)	67,19 (6,69)
<b>Black Shark/Gris/0,70</b>	10	0,70	29,44 (3,12)	75,02 (8,28)

**CON REMACHE**

<b>Bayer/Blanco/1,00</b>	10	1,00	40,02 (1,56)	49,78 (2,18)
<b>Star/Blanco/1,00</b>	10	1,00	31,18 (2,90)	37,22 (3,52)
<b>Bayer/Blanco/0,90</b>	10	0,90	22,00 (2,74)	34,55 (3,87)
<b>Star/Blanco/0,90</b>	10	0,94	30,97 (1,06)	44,06 (1,31)
<b>Takio/Blanco/0,90</b>	10	0,90	20,54 (1,94)	33,52 (2,85)
<b>Bayer/Blanco/0,80</b>	10	0,80	25,98 (0,68)	52,34 (1,47)
<b>Star/Blanco/0,80</b>	10	0,80	24,82 (2,65)	49,24 (5,21)
<b>Halfa/Salmón/1,00</b>	10	0,91	34,39 (1,40)	52,35 (3,07)
<b>Star/Salmón/1,00</b>	10	0,99	32,54 (1,59)	42,16 (2,43)
<b>Black Shark/Gris/0,90</b>	10	0,93	44,57 (6,18)	65,30 (8,70)
<b>Star/Salmón/0,90</b>	10	0,90	19,66 (1,47)	31,82 (2,40)
<b>Bayer/Verde/0,90</b>	9	0,91	20,94 (2,40)	32,16 (3,66)
<b>Asso/Verde/0,90</b>	10	0,90	28,58 (1,04)	44,93 (1,64)
<b>Black Shark/Gris/0,80</b>	10	0,83	25,84 (4,28)	47,45 (8,05)
<b>Black Shark/Gris/0,70</b>	10	0,71	30,01 (2,42)	76,27 (6,61)

La reducción en la carga de rotura debida al nudo que se emplea en este tipo de aparejo se refleja en la tabla 12. Esta reducción oscila en valores comprendidos entre el 38,95% de máxima reducción para el hilo Black Shark/Gris/0,90 y un mínimo del 8,20% para el Asso/Verde/0,90. Si analizamos esta reducción por marcas comerciales entre las marcas mejor representadas en este aparejo, los hilos de la marca Bayer sufren reducciones entre 26,62% y 17, 57%. Los hilos Star presentan un rango más reducido, entre 22,35% y 17,32% y por último los Black Shark con el rango más amplio, entre 38,95% y 9,89%.

En cuanto a la reducción en los hilos montados con un remache, el rango en el que se mueve oscila entre un máximo de 43,83% para el Black Shark/Gris/0,80 y un mínimo del 3,18% para el Asso/Verde/0,90. Agrupando los hilos por marcas comerciales, entre las marcas mejor representadas, tenemos los de la marca Star que presentan el rango más reducido con 36,27% de máximo y 6,86% de mínimo. La marca Bayer presenta un rango más amplio, entre 39,04% de máximo y 6,04% de mínimo, por último la marca Black Shark muestra un amplio rango entre 43,83% y 8,14%.

**Tabla 12.** Reducción en la carga de rotura de los hilos empleados en la puntera del aparejo de cacea con respecto al caso base (material SIN NUDO).

	CON NUDO	CON REMACHE	Diferencia
	Reducción (%)	Reducción (%)	Nudo-Remache
Bayer/Blanco/1,00	26,62	7,19	19,43
Star/Blanco/1,00	19,55	9,57	9,98
Bayer/Blanco/0,90	17,57	37,55	-19,98
Star/Blanco/0,90	17,32	6,86	10,46
Takio/Blanco/0,90	13,41	27,50	-14,09
Bayer/Blanco/0,80	17,97	6,04	11,93
Star/Blanco/0,80	22,35	10,66	11,69
Halfa/Salmón/1,00	19,85	3,45	16,40
Star/Salmón/1,00	21,24	8,23	13,01
Black Shark/Gris/0,90	38,95	23,85	15,10
Star/Salmón/0,90	19,35	36,27	-16,92
Bayer/Verde/0,90	19,83	39,04	-19,21
Asso/Verde/0,90	8,20	3,18	5,02
Black Shark/Gris/0,80	19,83	43,83	-24,00
Black Shark/Gris/0,70	9,89	8,14	1,75

Al comparar las reducciones sufridas por los hilos montados con nudo frente a los mismos hilos montados con remache, no se aprecia una tendencia clara. Los valores obtenidos en la diferencia entre ambas condiciones del material no apuntan claramente en ningún sentido, ni tan siquiera realizando agrupaciones por marca comercial.

#### 4.2.3 Cañas a túnidos

En la tabla 13 se muestran los valores promedio obtenidos para el diámetro en las tres condiciones en las que se han testado los hilos de este aparejo. Tan solo en un hilo, las diferencias con respecto a las indicaciones del fabricante son significativas ( $> 5\%$ ). Este hilo es el Bayer/Blanco/1,10 con una diferencia del 5,09%. Entre el resto de hilos con diferencias, aunque no significativas, se encuentran el Halfa/Salmón/1,47 que promedia diferencias del 3,40% en las tres condiciones del material y el Halfa/Salmón/1,30 con diferencias de 2,31% con el material Con nudo y 1,54% en el hilo montado Con nudo pasado por la Anilla. En cuanto a la precisión en el diámetro en relación con la marca comercial, los hilos de la marca Asso testados no presentan desviación alguna. La marca Bayer tan solo presenta un hilo con desviación de los 4 testados, mientras que la marca Black Shark presenta alguna desviación en dos de los tres hilos testados.

**Tabla 13.** Diámetro real tomado de los hilos empleados en el aparejo de Cañas a túnidos. Entre paréntesis la diferencia porcentual con el diámetro promedio nominal.

	$\varnothing$ nominal (mm)	Nº de Ensayos	$\varnothing$ real (mm) Sin nudo	$\varnothing$ real (mm) Con nudo	$\varnothing$ real (mm) Anilla
<b>Bayer/Blanco/1,60</b>	1,60	5-5-5	1,60 (0,00)	1,60 (0,00)	1,60 (0,00)
<b>Bayer/Blanco/1,40</b>	1,40	5-5-5	1,40 (0,00)	1,40 (0,00)	1,40 (0,00)
<b>Asso/Blanco/1,40</b>	1,40	5-5-5	1,40 (0,00)	1,40 (0,00)	1,40 (0,00)
<b>Bayer/Blanco/1,20</b>	1,20	5-5-5	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)
<b>Asso/Blanco/1,20</b>	1,20	5-4-5	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)	1,20 (0,00)
<b>Bayer/Blanco/1,10</b>	1,10	5-5-5	1,16 (+5,09)	1,10 (0,00)	1,10 (0,00)
<b>Halfa/Salmón/1,74</b>	1,74	3-5-5	1,74 (0,00)	1,74 (0,00)	1,74 (0,00)
<b>Halfa/Salmón/1,47</b>	1,47	5-5-5	1,52 (+3,40)	1,52 (+3,40)	1,52 (+3,40)
<b>Halfa/Salmón/1,30</b>	1,30	5-4-5	1,30 (0,00)	1,33 (+2,31)	1,32 (+1,54)

Nota: el número de ensayos refleja los ensayos realizados para cada condición de material, en el orden siguiente; Sin nudo, Con nudo y Con nudo pasando por la anilla.

La elongación para el conjunto de valores obtenido en este tipo de aparejo (Tabla 14) se sitúa en el rango comprendido entre el 96,45% (5,08 s.d.) de máxima elongación para el Asso/Blanco/1,20 y el 49,85% (0,78 s.d.) de mínimo para el Bayer/Blanco/1,40. Analizando los valores agrupados por marcas comerciales, se observa que los dos hilos de la marca Asso presentan valores superiores al resto de hilos. La marca Halfa muestra valores intermedios y comprendidos en un estrecho rango (70,99%-65,81%) mientras que los hilos Bayer muestran valores bajos de elongación con respecto al resto repartidos en el amplio rango 63,85%-49,85%.

**Tabla 14.** Elongación tomada en porcentaje de los hilos empleados en el aparejo de Cañas a túnidos con el material SIN NUDO, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

SIN NUDO	Nº de Ensayos	Elongación (%)
Bayer/Blanco/1,60	5	61,54 (6,80)
Bayer/Blanco/1,40	5	49,85 (0,78)
Asso/Blanco/1,40	5	77,50 (1,94)
Bayer/Blanco/1,20	5	63,85 (1,63)
Asso/Blanco/1,20	5	96,45 (5,08)
Bayer/Blanco/1,10	5	55,21 (2,56)
Halfa/Salmón/1,74	3	70,99 (0,61)
Halfa/Salmón/1,47	5	66,35 (5,74)
Halfa/Salmón/1,30	5	65,81 (2,17)

La tabla 15 muestra los datos obtenidos para la carga de rotura y resistencia de los materiales con los que se han confeccionado las réplicas de este aparejo. Las condiciones en las que se ha ensayado estos materiales han sido SIN NUDO, CON NUDO sin pasar por la Anilla y CON NUDO pasando por la Anilla.

En los ensayos realizados **SIN NUDO**, con los hilos de color blanco se observa que el hilo más grueso, Bayer/Blanco/1,60, es el que ofrece una mayor carga de rotura con 101,85 kg (5,39 s.d.). El resto de hilos Bayer blancos de menor grosor reflejan cargas de rotura inferiores a medida que su grosor disminuye. En los grosores de 1,40 mm y 1,20 mm se observa la comparación de las marcas Bayer y Asso, en ambos casos los hilos Bayer obtienen mejores resultados que los Asso. En 1,40 mm la carga de rotura del Bayer es de 70,91 kg (0,34 s.d.),

mientras que la del Asso es 59,68 kg (0,76 s.d.). Asimismo en los hilos de 1,20 mm, el Bayer con 56,70 kg (1,28 s.d.) supera al hilo Asso con 41,01 kg (1,28 s.d.), siendo este último superado incluso por el Bayer de 1,10 mm con 54,27 kg (2,26 s.d.). Atendiendo a las resistencias de los hilos agrupados por marcas, los hilos Bayer muestran resistencias en el rango 52,04-46,06 kg/mm<sup>2</sup>, mientras que los hilos Asso presentan resistencias inferiores, que oscilan en el rango 38,77-36,03 kg/mm<sup>2</sup>. Los tres hilos de color testados para este aparejo, han sido de la marca Halfa y color salmón en los diámetros 1,74 mm, 1,47 mm y 1,30 mm. En los diámetros de estos tres hilos no se ha testado ningún hilo de color blanco para la realización de comparativas, sin embargo presentan valores de carga de rotura superiores a los de hilos más gruesos. El hilo Halfa de 1,47 mm con una carga de rotura de 108,51 kg (8,84 s.d.) supera al hilo blancos de 1,60 mm y el hilo Halfa de 1,30 mm con 87,62 kg (0,53 s.d) supera a los dos hilos de 1,40 mm. Asimismo los hilos de esta marca presentan los valores más elevados de resistencia de todos los observados para este aparejo, situados dentro del rango 63,56-52,04 kg/mm<sup>2</sup>. A continuación se encuentran los hilos Bayer en el rango 52,04-46,06 kg/mm<sup>2</sup> y por último los hilos Asso 38,77-36,03 kg/mm<sup>2</sup>.

En los aparejos montados **CON NUDO sin pasar el hilo por la Anilla**, se observa que entre los hilos de color blanco es el más grueso el que presenta una carga de rotura superior, Bayer/Blanco/1,60 con 78,19 kg (4,60 s.d.). En las comparaciones entre hilos del mismo grosor y marcas diferentes, se observa para 1,40 mm que el hilo Asso con una carga de 54,87 kg (1,58 s.d.) rotura de supera el hilo Bayer 41,93 kg (5,16 s.d.). Sin embargo en 1,20 mm sucede lo contrario, puesto que el hilo Bayer con 45,77 kg (2,47 s.d.) supera al Asso con 38,55 kg (1,27 s.d.). A destacar el valor que presenta el hilo Bayer/Blanco/1,10, que con una carga de rotura de 46,82 kg (5,74 s.d.) supera a los dos hilos Bayer de 1,20 mm y 1,40 mm, así como al Asso de 1,20 mm. Entre los hilos de la marca Halfa y color salmón testados, el de 1,74 mm es el que ofrece un valor superior con 119,60 kg (10,21 s.d.). A continuación el de 1,47 mm con 83,79 kg (5,28 s.d.) superando al Bayer de 1,60 mm y por último el de 1,30 mm con 43,72 kg (10,18 s.d.) que supera tan solo al Asso de 1,20 mm. En cuanto a la resistencia de los hilos agrupados por marcas comerciales, los hilos Halfa presentan resistencias superiores en su conjunto al resto, si bien dentro del amplio rango 50,11-31,52 kg/mm<sup>2</sup>. Las otras dos marcas muestran resistencias ligeramente inferiores, aunque en rangos que se solapan con el anterior, 49,27-27,24 kg/mm<sup>2</sup> para el Bayer y 35,64-33,95 kg/mm<sup>2</sup> para el Asso.

Los aparejos montados **CON NUDO pasando el hilo por la Anilla**, se observa que entre los hilos de color blanco es nuevamente el más grueso, Bayer/Blanco/1,60, el que ofrece un valor superior de carga de rotura con 48,03 kg (3,32 s.d.). En la comparación entre los hilos Bayer y

Asso de 1,40 mm, el hilo Asso con 45,83 kg (1,92 s.d.) presenta un valor superior al Bayer con 39,77 kg (2,61 s.d.). Entre los hilos blancos de 1,20 mm, el Bayer con 34,40 kg (0,92 s.d.) supera al Asso con 30,37 kg (3,70 s.d.), mientras que el Bayer de 1,10 mm con 32,06 kg (1,30 s.d.) tan solo supera al Asso de 1,20 mm. Por su parte entre los hilos de color de la marca Halfa, vemos como el hilo de 1,74 mm con 51,73 kg (1,49 s.d.) presenta la mayor carga de rotura de todos los hilos testados, aunque por escasa diferencia con el Bayer de 1,60 mm. Los restantes hilos Halfa presentan valores de 41,91 kg (3,09 s.d.) el hilo de 1,47 mm y de 35,09 kg (2,46 s.d.) el de 1,30 mm. Ambos hilos presentan cargas de rotura equiparables a las de los hilos de grosor similar en color blanco. En cuanto a la resistencia de los hilos agrupados por marcas comerciales, los de la marca Halfa son los que presentan valores más bajos, situándose en el rango 25,65-21,75 kg/mm<sup>2</sup>. La marca Asso muestra un estrecho rango con resistencias intermedias 29,77-26,59 kg/mm<sup>2</sup> mientras que los hilos Bayer se ubican en el rango 33,74-23,89 kg/mm<sup>2</sup>.

**Tabla 15.** Caracterización de los hilos empleados en el aparejo de Cañas a túnidos, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

	Nº de Ensayos	Ø real (mm)	Carga Rotura (Kg)	Resistencia Rotura (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>SIN NUDO</b>				
Bayer/Blanco/1,60	5	1,60	101,85 (5,39)	50,66 (2,68)
Bayer/Blanco/1,40	5	1,40	70,91 (0,34)	46,06 (0,22)
Asso/Blanco/1,40	5	1,40	59,68 (0,76)	38,77 (0,50)
Bayer/Blanco/1,20	5	1,20	56,70 (1,28)	50,14 (1,07)
Asso/Blanco/1,20	5	1,20	41,01 (1,28)	36,03 (1,31)
Bayer/Blanco/1,10	5	1,16	54,27 (2,26)	52,04 (5,28)
Halfa/Salmón/1,74	3	1,74	151,10 (1,90)	63,56 (0,80)
Halfa/Salmón/1,47	5	1,52	108,51 (8,84)	59,48 (4,80)
Halfa/Salmón/1,30	5	1,30	87,62 (0,53)	65,81 (0,53)
<b>CON NUDO</b>				
Bayer/Blanco/1,60	5	1,60	78,19 (4,60)	38,89 (2,29)
Bayer/Blanco/1,40	5	1,40	41,93 (5,16)	27,24 (3,35)
Asso/Blanco/1,40	5	1,40	54,87 (1,58)	35,64 (1,02)
Bayer/Blanco/1,20	5	1,20	45,77 (2,47)	40,47 (2,19)
Asso/Blanco/1,20	4	1,20	38,55 (1,27)	33,95 (1,28)
Bayer/Blanco/1,10	5	1,10	46,82 (5,74)	49,27 (6,04)
Halfa/Salmón/1,74	5	1,74	119,60 (10,21)	50,11 (4,29)
Halfa/Salmón/1,47	5	1,52	83,79 (5,28)	46,18 (3,10)
Halfa/Salmón/1,30	4	1,33	43,72 (10,18)	31,52 (7,61)
<b>CON NUDO (ANILLA)</b>				
Bayer/Blanco/1,60	5	1,60	48,03 (3,32)	23,89 (1,65)
Bayer/Blanco/1,40	5	1,40	39,77 (2,61)	25,84 (1,70)
Asso/Blanco/1,40	5	1,40	45,83 (1,92)	29,77 (1,25)
Bayer/Blanco/1,20	5	1,20	34,40 (0,92)	30,42 (0,81)
Asso/Blanco/1,20	5	1,20	30,37 (3,70)	26,59 (3,30)
Bayer/Blanco/1,10	5	1,10	32,06 (1,30)	33,74 (1,37)
Halfa/Salmón/1,74	5	1,74	51,73 (1,49)	21,75 (0,63)
Halfa/Salmón/1,47	5	1,52	41,91 (3,09)	22,91 (1,57)
Halfa/Salmón/1,30	5	1,32	35,09 (2,46)	25,65 (1,90)

En la tabla 16 se muestran los datos referentes a las reducciones de carga de rotura sufridas por los materiales al introducir el nudo en el aparejo en los dos modos, pasando el hilo por la anilla del anzuelo y sin pasarlo. En la primera de las condiciones, los hilos experimentan reducciones de entre el 6,00% de reducción mínima en el Asso/Blanco/1,20 y el 50,10% de máxima para el Halfa/Salmón/1,30. Realizando la agrupación por marcas comerciales, se observa que los hilos de la marca Asso son los que menor reducción presentan, entre el 6,00% y el 8,06%. Las otras dos marcas, Bayer y Halfa muestran reducciones de carga de rotura en rangos muy similares, 13,73-40,87% para los hilos Bayer y 20,85-50,10% para los Halfa. En la segunda de las condiciones en la que se testó el material ya montado en el aparejo, es decir con el hilo pasado por la anilla, las reducciones de carga de rotura son superiores a las de la condición anterior. La mínima reducción la presenta el hilo Asso/Blanco/1,40 con un 23,21% y la máxima el hilo Halfa/Salmón/1,74 con un 65,76%. Agrupando nuevamente por marcas, los hilos Halfa son los que evidencian una mayor reducción de la carga de rotura, situada esta en el intervalo 65,76-59,95%. Los hilos Asso son los que menor reducción experimentan, ubicándose entre el 25,94% y el 23,21% y por último los Bayer presentan reducciones intermedias en el rango 52,84-39,33%.

**Tabla 16.** Reducción en la carga de rotura de los hilos empleados en el aparejo de Cañas a túnidos con respecto al caso base (material SIN NUDO).

	CON NUDO	CON NUDO	Diferencia
	(Sin pasar anilla)	(Pasando anilla)	Anilla
	Reducción (%)	Reducción (%)	Sin Pasar-Pasando
Bayer/Blanco/1,60	23,23	52,84	-29,61
Bayer/Blanco/1,40	40,87	43,91	-3,04
Asso/Blanco/1,40	8,06	23,21	-15,15
Bayer/Blanco/1,20	19,28	39,33	-20,05
Asso/Blanco/1,20	6,00	25,94	-19,94
Bayer/Blanco/1,10	13,73	40,93	-27,20
Halfa/Salmón/1,74	20,85	65,76	-44,91
Halfa/Salmón/1,47	22,78	61,38	-38,60
Halfa/Salmón/1,30	50,10	59,95	-9,85

#### 4.2.4 Palangres

La tabla 17 muestra los diámetros reales tomados en los materiales testados para este tipo de aparejo. Dos de los hilos presentan desviaciones significativas con respecto a las especificaciones del fabricante. El Bayer/Blanco/0,50 en una de las condiciones de material muestra un 6,00% de desviación inferior a la nominal. El hilo Star Euroklon/Gris/0,45 por su parte presenta un diámetro 6,67% mayor que el nominal en ambas condiciones de material. Aunque con diferencias no significativas (2,00%) se encuentra el hilo Asso Ultra/Blanco/0,50, mientras que los restantes dos hilos no presentan diferencias.

**Tabla 17.** Diámetro real tomado de los hilos empleados en el aparejo de palangre. Entre paréntesis la diferencia porcentual con el diámetro promedio nominal.

	$\varnothing$ nominal (mm)	Nº de Ensayos	$\varnothing$ real (mm) Sin nudo	$\varnothing$ real (mm) Con nudo
Bayer/Blanco/0,60	0,60	5-9	0,60 (0,00)	0,60 (0,00)
Bayer/Blanco/0,50	0,50	5-10	0,50 (0,00)	0,47 (-6,00)
Asso/Blanco/0,50	0,50	5-9	0,50 (0,00)	0,50 (0,00)
Asso Ultra/Blanco/0,50	0,50	5-7	0,51 (+2,00)	0,51 (+2,00)
Star Euroklon/Gris/0,45	0,45	5-10	0,48 (+6,67)	0,48 (+6,67)

Nota: el número de ensayos refleja los ensayos realizados para cada condición de material, en el orden siguiente; Sin nudo y Con nudo.

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos del ensayo de elongación del material para este aparejo. En el conjunto de los hilos testados, este parámetro oscila entre un porcentaje máximo de 57,08% (1,71 s.d.) para el Bayer/Blanco/0,50 y un mínimo de 37,26% (1,19 s.d.) para el Star Euroklon/Gris/0,45. En este tipo de aparejo los hilos Bayer son los que presentan unos porcentajes superiores de elongación, mientras que los hilos Asso muestran porcentajes medios, 48,56% (3,67 s.d.) el Asso/Blanco/0,50 y 41,92% (6,52 s.d.) el Asso Ultra/Blanco/0,50. Por último el único hilo de la marca Star testado para este tipo de aparejo es el que presenta un porcentaje de elongación más bajo

**Tabla 18.** Elongación tomada en porcentaje de los hilos empleados en el aparejo de palangre con el material SIN NUDO, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

SIN NUDO	Nº de Ensayos	Elongación (%)
Bayer/Blanco/0,60	5	50,22 (5,65)
Bayer/Blanco/0,50	5	57,08 (1,71)
Asso/Blanco/0,50	5	48,56 (3,67)
Asso Ultra/Blanco/0,50	5	41,92 (6,52)
Star Euroklon/Gris/0,45	5	37,26(1,19)

La tabla 19 muestra los resultados obtenidos para la carga de rotura y la resistencia en las dos condiciones en las que han sido ensayados los hilos de este aparejo, SIN NUDO y CON NUDO.

Entre los hilos testados **SIN NUDO**, el que ofrece un valor superior de carga de rotura es el Bayer/Blanco/0,60 con 15,53 kg (0,65 s.d.) que por otra parte es el hilo más grueso ensayado para este aparejo. En segundo lugar se sitúa el hilo Asso Ultra/Blanco/0,50, que con 15,35 kg (0,89 s.d.) ofrece una carga de rotura muy similar a la del Bayer/Blanco/0,60 y superior a los otros dos hilos de su mismo grosor. Estos dos hilos mencionados son el Bayer/Blanco/0,50 con 11,81 kg (0,22 s.d.) y Asso/Blanco/0,50 con 11,08 kg (0,44 s.d.). Ambos hilos de 0,50 mm son superados por el Star Euroklon/Gris/0,45 con una carga de rotura de 12,95 kg (0,27 s.d.). De entre los cinco hilos testados el más resistente en la condición SIN NUDO resulta ser el Asso Ultra/Blanco/0,50 con 76,38 kg/mm<sup>2</sup> (5,00 s.d.) seguido del Star Euroklon/Gris/0,45 con 72,78 kg/mm<sup>2</sup> (2,98 s.d.). Los restantes tres hilos se sitúan con valores más bajos, incluidos en el rango 63,68-55,68 kg/mm<sup>2</sup>.

Entre los hilos testados **CON NUDO**, es nuevamente el Bayer/Blanco/0,60 con 12,92 kg (1,06 s.d.) el que ofrece un valor superior de carga de rotura. A continuación se sitúa el Asso Ultra/Blanco/0,50 con 12,38 kg (1,57 s.d.). Los restantes tres hilos muestran valores similares para este parámetro. En cuanto a la resistencia, el Asso Ultra/Blanco/0,50 con 60,13 kg/mm<sup>2</sup> (7,69 s.d.) demuestra ser el más resistente seguido del Bayer/Blanco/0,50 y con 54,06 kg/mm<sup>2</sup> (6,75 s.d.).

**Tabla 19.** Caracterización de los hilos empleados en el aparejo de palangre, entre paréntesis valor de la desviación estándar.

Nº de Ensayos	Ø real (mm)	Carga Rotura (Kg)	Resistencia Rotura (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>SIN NUDO</b>			
Bayer/Blanco/0,60	5	0,60	15,53 (0,65)
Bayer/Blanco/0,50	5	0,50	11,81 (0,22)
Asso/Blanco/0,50	5	0,50	11,08 (0,44)
Asso Ultra/Blanco/0,50	5	0,51	15,35 (0,89)
Star Euroklon/Gris/0,45	5	0,48	12,95 (0,27)
<b>CON NUDO</b>			
Bayer/Blanco/0,60	9	0,60	12,92 (1,06)
Bayer/Blanco/0,50	10	0,47	9,46 (1,19)
Asso/Blanco/0,50	9	0,50	8,32 (0,30)
Asso Ultra/Blanco/0,50	7	0,51	12,38 (1,57)
Star Euroklon/Gris/0,45	10	0,48	8,77 (1,56)

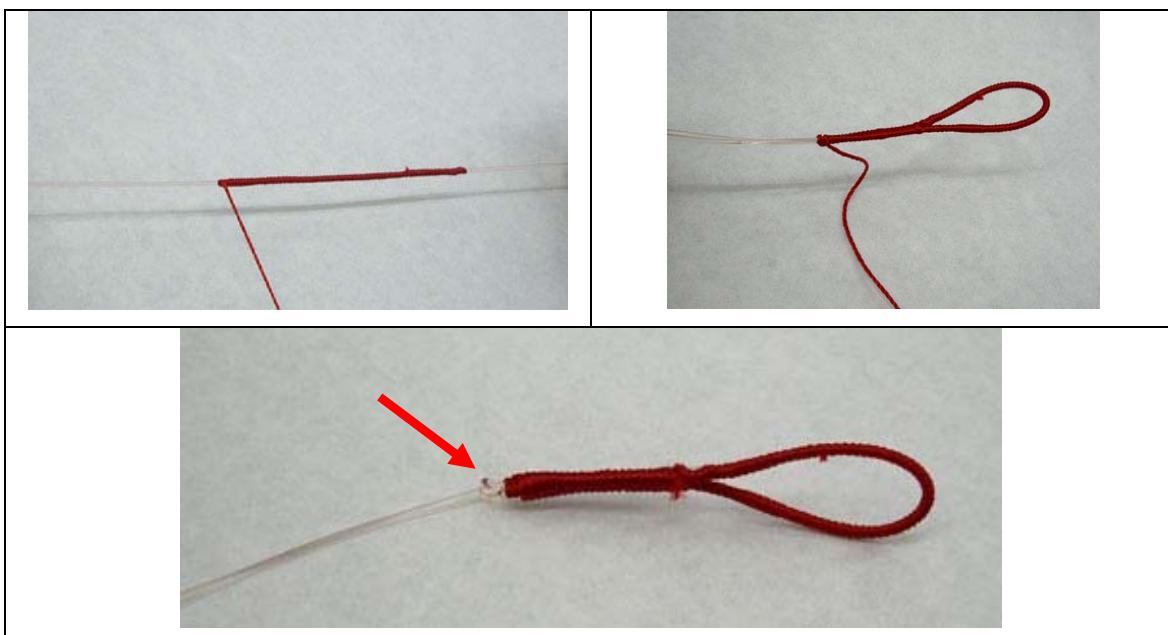
La comparación realizada entre las dos condiciones de ensayo de los materiales para determinar la reducción de carga de rotura se muestran en la tabla 20. Al incluir los nudos en el aparejo, la reducción sufrida por los hilos se mueve entre un porcentaje máximo de 32,28% para el Star Euroklon/Gris/0,45 y un mínimo de 16,81% para el Bayer/Blanco/0,60. Los restantes tres hilos experimentan reducciones de 24,91% el Asso/Blanco/0,50, del 20,00% el Asso Ultra/Blanco/0,50 y 19,90% el Bayer/Blanco/0,50.

**Tabla 20.** Reducción en la carga de rotura de los hilos empleados en el aparejo de palangre con respecto al caso base (material SIN NUDO).

	CON NUDO
	Reducción (%)
Bayer/Blanco/0,60	16,81
Bayer/Blanco/0,50	19,90
Asso/Blanco/0,50	24,91
Asso Ultra/Blanco/0,50	20,00
Star Euroklon/Gris/0,45	32,28

#### 4.2.5 Punto o lugar de rotura

Experiencias previas realizadas por AZTI con líneas de pesca fabricadas en monofilamento de poliamida o nailon revelaron que las roturas se producían con mayor frecuencia en aquellas zonas en las que la línea presentaba algún nudo. La fricción producida al realizar el nudo o posteriormente durante el uso de la línea al aplicar tensión sobre la misma, el material se deteriora al ser aprisionado y rozado en el mismo nudo produciéndose posteriormente las roturas en esta zona. Sin embargo todo aparejo o línea de pesca debe tener por lo menos dos nudos, uno para sujetar el anzuelo y un segundo nudo de unión con la caña, giratorio o línea madre del aparejo. El aparejo de verdel resulta un caso especial, además de los nudos para el lastre y para unión con la línea madre, cada uno de los anzuelos es sujetado por un nudo adicional. En este aparejo el número de anzuelos empleado es frecuentemente superior a 30, por lo que en su parte final o puntera donde se suceden los anzuelos encontramos un número superior a 30 nudos. En determinados tipos de aparejos, algunos de los nudos pueden ser sustituidos por gazas o lazos confeccionados con hilo de perlón. De este modo el hilo de nailon adquiere mayor resistencia ya que se evita tanto el roce entre la unión de los hilos como la propia fricción que se produce en el nudo. Las gazas se confeccionan enrollando el hilo de perlón sobre el nailon para posteriormente formar un lazo y cerrarlo por su parte baja volviendo a enroscar el perlón sobre ambas líneas juntas que forman el lazo. Posteriormente el extremo libre de la línea se pasa en torno a la línea y se coloca junto a las dos líneas unidas para ser nuevamente cubiertas las tres líneas por el perlón. La figura 1 muestra paso por paso el modo en el que se confecciona una gaza. Este tipo de gazas son utilizadas por los “arrantzales” desde antaño en varios tipos de aparejos generalmente relacionados con especies de gran tamaño como los túnidos. La parte del aparejo en la que se emplean es comúnmente la unión de la puntera del aparejo con la línea madre de mayor grosor.



**Figura 1.** Secuencia de la confección de una gaza: recubrimiento de la línea con hilo de perlón (Arriba izqda.), formado el lazo se recubren con hilo ambas líneas (Arriba dcha.). El extremo libre de la línea da una vuelta sobre la línea principal (indicado con una flecha) y se la recubre con perlón (Abajo dcha.) el extremo de línea libre se corta.

En la actualidad los nudos son sustituidos por remaches en algunas modalidades de pesca, principalmente deportiva, aunque también en pesca profesional como puede ser en el palangre para escualos o para pez espada. Estos remaches pueden ser de aluminio, cobre u otros materiales y presentan la ventaja de su fácil y rápida realización para la unión ya sea del anzuelo, del giratorio o de dos piezas de hilo entre si. Para su empleo tan solo es necesaria una herramienta de uso sencillo sin ningún tipo de aprendizaje, a diferencia de los nudos que necesitan de una enseñanza y posterior práctica para su correcta realización. Por todo ello en los ensayos mecánicos se introdujeron algunas variantes a los nudos clásicos allí donde el tipo de aparejo lo permitía. Las réplicas a los aparejos confeccionadas para estos ensayos han respetado los nudos empleados por los “arrantzales”.

Las tablas 21, 22, 23 y 24 recogidas a continuación, muestran los resultados obtenidos de la caracterización del lugar de rotura para los aparejos de verdel, cacea al curricán, cañas a túnidos y palangre respectivamente. Los datos se presentan contemplando las diferentes condiciones en las que han sido confeccionados los aparejos.

El aparejo de verdel (Tabla 21) al ser montado al modo tradicional, es decir, con nudo ha roto por el nudo en el 100% de los casos. Por el contrario, al sustituir el nudo por un remache, tan

solo en uno de los hilos testados ha roto en el 100% de las probetas por el remache. Hay que matizar que si bien en algunos casos la observación realizada fue anotada como rotura “en limpio” puesto que no era producida en el interior o lugar próximo del remache, cabe la posibilidad de que la observación no sea siempre certera. Al estirar el hilo, este sufre un alargamiento que provoca que la porción de hilo situada dentro del remache y susceptible de estar deteriorada por este salga del remache por los dos extremos del mismo. De este modo resulta difícil determinar hasta donde se extiende la porción de hilo que ha estado situada en el interior del remache y que ha podido ser deteriorada al apretar a este.

El hilo siempre se romperá por algún lugar en el que se encuentre deteriorado, así pues en estos experimentos el único deterioro posible del hilo es el remache que lo aprisiona y puede causar su deterioro.

**Tabla 21.** Caracterización del lugar de rotura de los hilos empleados en el aparejo de verdel en las condiciones de CON NUDO y CON REMACHE.

Condición del material	CON NUDO		CON REMACHE		
	Lugar de la rotura	En limpio	En nudo	En limpio	En remache
Bayer/Verde/1,30	0 (0%)	8 (100%)	2 (20%)	8 (80%)	
Star/Salmón/1,30	0 (0%)	10 (100%)	6 (67%)	3 (33%)	
Asso/Verde/1,30	0 (0%)	8 (100%)	2 (22%)	7 (78%)	
Bayer/Verde/1,20	0 (0%)	10 (100%)	2 (20%)	8 (80%)	
Star/Salmón/1,20	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)	5 (100%)	
Asso/Verde/1,20	0 (0%)	10 (100%)	2 (22%)	7 (78%)	

Los resultados obtenidos para el aparejo de cacea a túnidos se presentan en la tabla 22. En esta tabla se observa que al montar el aparejo con los nudos habituales de este, el mayor número de roturas se produce en el mismo nudo, mientras que con el remache el hilo rompe mayoritariamente fuera de este. Asimismo se observa que algunas marcas comerciales de hilo presentan un patrón en cuanto al lugar de rotura. En concreto la marca Star presenta clara tendencia a romper fuera del nudo, mientras que la marca Black Shark presenta la tendencia opuesta. La marca Bayer, tercera marca comercial bien representada en este aparejo no muestra una tendencia clara en este aspecto. Se puede decir que la marca Star presenta un mejor comportamiento en el nudo que el resto de marcas para este aparejo.

**Tabla 22.** Caracterización del lugar de rotura de los hilos empleados en la puntera del aparejo de cacea en las condiciones de CON NUDO y CON REMACHE.

Condición del material	CON NUDO		CON REMACHE		
	Lugar de la rotura	En limpio	En nudo	En limpio	En remache
Bayer/Blanco/1,00		6 (60%)	4 (40%)	10 (100%)	0 (0%)
Star/Blanco/1,00		10 (100%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)
Bayer/Blanco/0,90		0 (0%)	10 (100%)	10 (100%)	0 (0%)
Star/Blanco/0,90		8 (80%)	2 (20%)	10 (100%)	0 (0%)
Takio/Blanco/0,90		0 (0%)	10 (100%)	10 (100%)	0 (0%)
Bayer/Blanco/0,80		8 (80%)	2 (20%)	8 (80%)	2 (20%)
Star/Blanco/0,80		8 (80%)	2 (20%)	10 (100%)	0 (0%)
Halfa/Salmón/1,00		10 (100%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)
Star/Salmón/1,00		10 (100%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)
Black Shark/Gris/0,90		0 (0%)	8 (100%)	10 (100%)	0 (0%)
Star/Salmón/0,90		0 (0%)	10 (100%)	10 (100%)	0 (0%)
Bayer/Verde/0,90		10 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
Asso/Verde/0,90		10 (100%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)
Black Shark/Gris/0,80		0 (0%)	10 (100%)	10 (100%)	0 (0%)
Black Shark/Gris/0,70		3 (30%)	7 (70%)	10 (100%)	0 (0%)

Los resultados para el aparejo de cañas a túnidos, se presentan en la tabla 23. Se observa que las roturas se producen en prácticamente todos los ensayos en el nudo, tanto si el hilo pasa por la anilla como si no. Este hecho probablemente es debido al deterioro que sufre el hilo en el nudo, unido al grosor elevado de los hilos en este tipo de aparejo.

**Tabla 23.** Caracterización del lugar de rotura de los hilos empleados el aparejo de cañas a túnidos en las condiciones de CON NUDO (Sin pasar por la anilla) y CON NUDO (Pasando por la anilla).

Condición del material	CON NUDO (Sin pasar anilla)		CON NUDO (Pasando anilla)	
	Lugar de la rotura	En limpio	En nudo	En limpio
Bayer/Blanco/1,60	0 (0%)	5 (100%)	1 (20%)	4 (80%)
Bayer/Blanco/1,40	1 (20%)	4 (80%)	0 (0%)	5 (100%)
Asso/Blanco/1,40	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Bayer/Blanco/1,20	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Asso/Blanco/1,20	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Bayer/Blanco/1,10	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Halfa/Salmón/1,74	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Halfa/Salmón/1,47	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	5 (100%)
Halfa/Salmón/1,30	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	5 (100%)

En el aparejo de palangre, vemos en la tabla 24 que las roturas se han producido con una mayor frecuencia en el nudo. Si bien hay que puntualizar que no se han producido siempre en el mismo nudo sino que entre 1 y 2 milímetros del mismo, sin provocar el deslizamiento de este aunque no quedando ninguna pieza de hilo fuera de este. A destacar que todas estas roturas producidas en el nudo se han dado en el anzuelo con patilla o pala. La rotura ha sido producida al rozar el hilo con alguno de los bordes de la pala.

**Tabla 24.** Caracterización del lugar de rotura de los hilos empleados en el aparejo de palangre en la condición de CON NUDO.

Condición del material	CON NUDO	
	Lugar de la rotura	En limpio
Bayer/Blanco/0,60	0 (0%)	9 (100%)
Bayer/Blanco/0,50	2 (20%)	8 (80%)
Asso/Blanco/0,50	0 (0%)	9 (100%)
Asso Ultra/Blanco/0,50	0 (0%)	7 (100%)
Star Euroklon/Gris/0,45	2 (20%)	8 (80%)

### 4.3 Ensayos de DSC (Calorimetría diferencial de barrido)

En la tabla 25 se pueden observar los resultados obtenidos en los ensayos de caracterización químicos o ensayos DSC (Calorimetría Diferencial de Barrido). Hay que recordar que a partir de estos ensayos se obtiene la entalpía del material, en relación directa con la cristalinidad teórica de este y que a su vez determina en buena medida la carga de rotura.

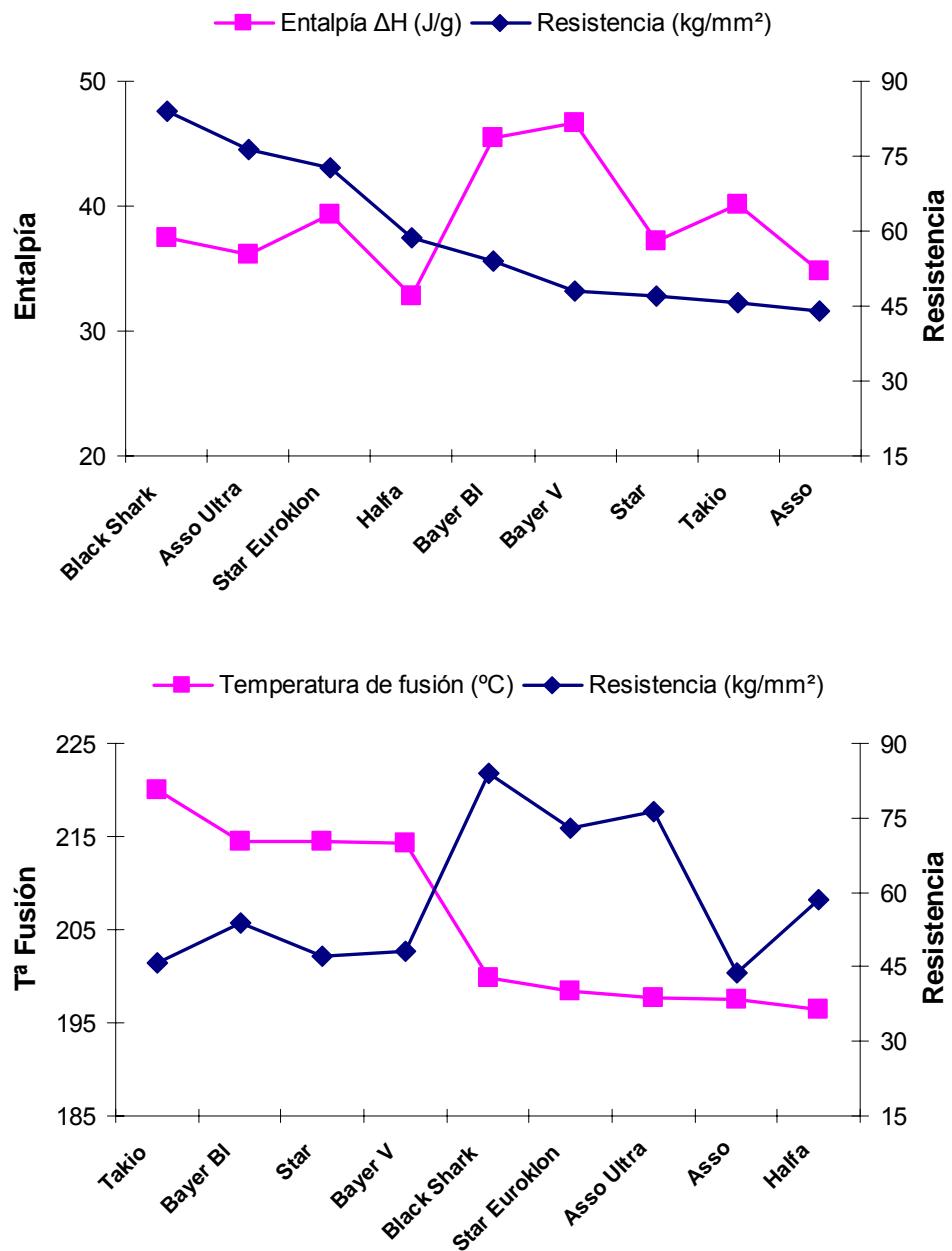
A tenor de los resultados obtenidos, los hilos de la marca Bayer son los que presentan una entalpía superior 46,66 J/g el Bayer verde y 45,44 J/g el blanco seguidos del hilo Takio con 40,18 J/g. A continuación se suceden el Star Euroklon (39,32 J/g), Black Shark (37,48 J/g), Star (37,21 J/g), Asso Ultra (36,16 J/g), Asso (34,74 J/g) y por último el hilo Halfa (32,83 J/g). A destacar la similitud que presentan los valores de entalpía para ambas muestras del hilo Bayer, este hecho revela que el proceso empleado para obtener el color verde no ha alterado las características químicas del hilo.

**Tabla 25.** Caracterización química de los hilos empleados en la confección de aparejos, ordenados de mayor a menor valor de la entalpía. La columna de la derecha refleja el promedio de la resistencia para todos los hilos SIN NUDO testados de la muestra (entre paréntesis el orden que ocupa el hilo en resistencia).

Muestra	Temperatura de fusión	Entalpía	Resistencia
	(º C)	$\Delta H$ (J/g)	(kg/mm <sup>2</sup> )
Bayer Verde	214,24	46,66	48,12 (6)
Bayer Blanco	214,39	45,44	53,99 (5)
Takio	220,00	40,18	45,75 (9)
Star Euroklon	198,34	39,32	72,78 (3)
Black Shark	199,80	37,48	83,91 (1)
Star	214,38	37,21	47,14 (7)
Asso Ultra	197,73	36,16	76,38 (2)
Asso	197,51	34,74	43,87 (8)
Halfa	196,46	32,83	58,55 (4)

Por otra parte en la figura 2 se muestran de manera comparada los valores obtenidos para la entalpía a partir de los ensayos químicos, en el gráfico superior frente a la resistencia de los

ensayos mecánicos. En el gráfico inferior se muestra la T<sup>a</sup> de Fusión de los materiales nuevamente frente a la resistencia de los mismos.



**Figura 2.** Gráfico que relaciona la resistencia de los materiales con la entalpía (Arriba) y con la Temperatura de fusión (Abajo). En el gráfico superior los materiales han sido ordenados en función del valor de la resistencia, mientras que en el inferior en función de la temperatura.

En el gráfico superior se observa que no existe una relación directa entre la entalpía y la resistencia para los materiales ensayados. Sin embargo, en el gráfico inferior se observa que exceptuando el hilo Asso existe una relación entre los dos parámetros expuestos ( $T^a$  de fusión y resistencia). A mayor  $T^a$  de Fusión, menor es la resistencia de los materiales testados y viceversa. En ese mismo gráfico, se observa atendiendo a los valores de la  $T^a$  de Fusión, que hay dos grupos bien diferenciados de hilos. Por una parte se encuentran los hilos Bayer (blanco y verde), los Star y el Takio y por otra el resto (Black Shark, Star Euroklon, Asso Ultra, Asso y Halfa). Los tres primeros hilos, Bayer blanco, verde y Star, son los más comúnmente empleados por la flota y son considerados hilos de utilización industrial, de relativamente bajo precio. Igualmente el hilo Takio, a pesar de no ser empleado por la flota del País Vasco, es igualmente un hilo de bajo precio y empleado por otras flotas industriales. Mientras que los restantes cinco con la excepción del hilo Asso, son hilos comunes en la pesca deportiva, considerados como hilos de altas prestaciones y de precio superior a los hilos de utilización industrial.

Las diferencias observadas en el ensayo químico pueden tener relación con dos factores, la formulación química y el procesado en el momento de fabricación. Así pues los hilos de utilización industrial y precios más asequibles (Bayer, Star y Asso) serían poliamidas convencionales o polímeros. Es decir hilos obtenidos por polimerización, con la única diferencia entre ellos del procesado en el momento de la fabricación, lo que les otorgaría diferentes propiedades mecánicas. Sin embargo los restantes hilos serían copolímeros o bien hilos como los anteriores con tratamientos posteriores como capas de revestimiento exterior y que sus características en cuanto a entalpía no serían comparables con los anteriormente citados hilos. A modo de ejemplo, el hilo Black Shark cita entre sus características la impermeabilidad del hilo, esto es algo que no es común a las poliamidas convencionales.

## 5 CONCLUSIONES

Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio se presentan estructuradas en dos partes, caracterización física y caracterización química de los materiales. Posteriormente dentro de la caracterización física las conclusiones se agrupan en primer lugar por tipo de aparejo, para más adelante recoger las conclusiones generales a todos los tipos de aparejo:

### 5.1 Ensayos mecánicos

#### “Tretza” o puntera de verdel

- Los hilos más empleados en este aparejo por los “arrantzales” son los de la marca Bayer y Star en grosores de 1,20 y 1,30 mm. El hilo Bayer en color verde y el Star en color salmón.
- Los diámetros de los hilos testados en este tipo de aparejo se ajustan a las especificaciones dadas por el fabricante, ninguno de ellos presenta diferencias significativas ( $> 5\%$ ). No obstante algunos hilos presentan pequeñas desviaciones próximas a ese porcentaje, en concreto el hilo Star de 1,20 mm.
- La elongación de los materiales analizados ha sido en todos los casos superior al 50%. Se han observado patrones de elongación en relación a las marcas comerciales, los hilos Bayer presentan elongaciones bajas con respecto al resto de marcas, 63,85%-59,08%. Por su parte Star presenta elongaciones medias (71,68%-71,33%) y Asso elevadas (83,81%-80,74%).
- Con el aparejo SIN NUDO y 1,30 mm, el hilo Bayer es el que muestra una carga de rotura superior (59,46 kg). Entre los hilos de 1,20 mm, nuevamente el Bayer supera al resto (52,60 kg). Sin embargo el hilo Star supera a todos los hilos en resistencia con 48,84 kg/mm<sup>2</sup>. Esto es debido a que este hilo proporciona un diámetro ligeramente inferior al proporcionado por el fabricante.
- En las réplicas del aparejo CON NUDO y 1,30 mm, el hilo Star supera al resto en carga de rotura (36,94 kg), mientras que en 1,20 mm el hilo Bayer presenta una carga de rotura superior (32,02 kg). En resistencia nuevamente el Star 1,20 mm se sitúa en primer lugar (29,30 kg/mm<sup>2</sup>).

- En las réplicas del aparejo CON REMACHE y 1,30 mm, el hilo Bayer refleja la carga de rotura superior (59,35 kg), mientras que en 1,20 mm lo hace el Star (49,38 kg). En cuanto a la resistencia, ambos hilos repiten el valor superior en sus respectivos diámetros. No obstante el Star de 1,20 mm (47,88 kg/mm<sup>2</sup>) supera al Bayer 1,30 mm (44,71 kg/mm<sup>2</sup>) en este parámetro.
- El nudo empleado para unir el anzuelo a la línea en el aparejo de verdel provoca la reducción de la carga de rotura del hilo. En los hilos testados, la reducción porcentual en la carga de rotura se sitúa entre el 33,42 y el 64,38. Los hilos de la marca Star en su conjunto sufren reducciones en la carga de rotura de menor entidad que las otras dos marcas testadas.
- Al sustituir los nudos por remaches la reducción en la carga de rotura es de menor cuantía, siendo el valor máximo porcentual de reducción observado 15,70. No obstante, conviene matizar que en pruebas de mar realizadas con posterioridad a los ensayos de laboratorio, algunos de los remaches empleados se deslizaban, por lo que quizás estos remaches no fueron los más adecuados.
- Este aparejo montado con nudo, se ha roto por este en el 100% de los casos. Al sustituir el nudo por el remache este porcentaje se ha visto reducido en la mayor parte de los hilos tetados. Sin embargo hay que volver a tener en cuenta la matización realizada en el anterior punto.
- El hilo Star de 1,20 mm y color salmón es el que en su conjunto mejores prestaciones ha presentado.
- El empleo de remaches en sustitución de los nudos en este aparejo puede redundar en una mejora significativa de la carga de rotura del aparejo de verdel. Asimismo facilitaría el montaje del aparejo. Por ello sería aconsejable estudiar en mayor profundidad este tipo de montaje para tratar de conseguir su optimización y posterior difusión.

### Puntera de cacea a bonito

- Las marcas de hilo más comúnmente empleadas en la confección de este aparejo son Bayer y Star. El grosor oscila entre 1,00 mm y 0,80 mm con una mayor tendencia a emplear el hilo de 0,90 mm. El color más habitual es el color blanco o cristalino, aunque también se emplean los colores verde y salmón.
- Los diámetros observados se encuentran dentro de los límites del  $\pm 5\%$  de margen con respecto a los proporcionados por el fabricante en todos los hilos excepto en el hilo

Halfa de 1,00 mm. Este hilo presenta desviaciones  $> \pm 5\%$  en dos de las condiciones de material testadas, Con nudo (-10,00%) y Con remache (-9,00%).

- La elongación de los materiales analizados ha sido en todos los casos superior al 50%. Entre las marcas de hilos con mayor representación en los ensayos de este aparejo, se han vuelto a observar patrones de elongación. Los hilos Bayer y Black Shark presentan elongaciones de baja cuantía así como en rangos estrechos, 57,90%-54,69% y 54,03%-53,11% respectivamente. Los hilos Star por su parte presenta elongaciones superiores (69,20%-57,86%).
- Con el aparejo SIN NUDO, el hilo que ofrece una carga de rotura superior es el Black Shark de 0,90 mm con 58,53 kg, seguido del hilo de 0,80 mm de la misma marca, superando ambos incluso a los hilos de grosor superior testados. Ambos hilos repiten en igual orden los primeros puestos en cuanto a resistencia.
- En las réplicas del aparejo CON NUDO, el hilo Black Shark de 0,80 mm con 36,88 kg presenta el valor de carga de rotura más alto, superando por este orden al hilo de 0,90 mm de su misma marca (35,73 kg) y al Bayer de 1,00 mm (31,64 kg). El Black Shark de 0,70 mm se sitúa en cuarto lugar para este parámetro (29,44 kg) y en primer lugar en cuanto a la resistencia seguido del Black shark de 0,80 mm.
- Al montar este aparejo CON REMACHE, el Black Shark de 0,90 mm con 44,57 kg es el que mayor carga de rotura obtiene seguido del Bayer de 1,00 mm con 40,02 kg y del Halfa de 1,00 mm con 34,39 kg. Sin embargo el hilo más resistente es el Black Shark de 0,70 mm seguido del mismo hilo en 0,90 mm.
- En dos de las tres comparativas realizadas entre hilos de igual marca y grosor y diferente color, han reflejado que los hilos de color presentan menor carga de rotura (Star 0,90 mm y Bayer 0,90 mm) que los originales blancos o cristalinos. Sin embargo en el hilo Star 1,00 mm el de color salmón ha reflejado una carga de rotura superior a la del blanco aunque en porcentajes más reducidos.
- El nudo de este aparejo provoca una reducción porcentual en la carga de rotura del mismo cifrada en valores comprendidos entre un máximo de 38,95 y un mínimo de 8,20. Agrupando los valores de reducción por marcas comerciales, no se aprecian tendencias claras puesto que todas las marcas oscilan en rangos muy similares.
- La diferencia de pérdida de carga de rotura entre las condiciones del material CON NUDO y CON REMACHE no apunta claramente en ningún sentido. Si bien el número de ensayos en los que la reducción de la carga de rotura es más acentuada en las réplicas con el nudo es superior a la de réplicas con remache. En este aparejo montado con nudo, la mayor parte de las muestras han partido por el nudo, al sustituir el nudo por el remache, la rotura es ajena a este en prácticamente todos los

ensayos observados. Algunas marcas comerciales como Black Shark presentan mayor tendencia a romper en el nudo que otras (Star).

- Los hilos de la marca Black Shark en sus tres diámetros testados son los que muestran mejores prestaciones, puesto que presentan cargas de rotura superiores a hilos de mayor diámetro.
- La sustitución de los nudos de este aparejo por remaches refleja una mejora en la carga de rotura para diez de los quince hilos testados.

### Cañas a túnidos

- La marca más frecuente empleada en este aparejo es Bayer, el rango de grosores empleado es amplio y va de 1,10 mm a 1,80 mm. El color más empleado en el hilo es el blanco. En ocasiones este aparejo se confecciona con doble o incluso triple hilo, amarrando el hilo en doble tanto a la caña como al anzuelo. Esto sucede cuando capturan piezas de tamaño excepcional.
- Con respecto al diámetro tomado de los hilos, tan solo en uno de los nueve testados las diferencias son significativas con respecto a la especificación del fabricante. Este hilo ha sido el Bayer de 1,10 mm, quien en una de las condiciones reflejó un grosor 5,09% superior al indicado.
- La elongación de los materiales analizados ha oscilado en el rango 96,45%-49,85%. Agrupando los hilos por marcas comerciales, presentan patrones definidos de elongación. Los hilos Asso muestran valores elevados, contenidos en el rango (96,45%-77,50%), la marca Halfa valores medios (70,99%-65,81%) y los hilos Bayer valores más bajos que el resto (63,85%-49,85%).
- En la condición SIN NUDO, los hilos Halfa de 1,74 mm y 1,47 mm han sido los que han registrado cargas de rotura superiores, seguidos del hilo Bayer de 1,60 mm. Por su parte el hilo Halfa de 1,30 mm ha superado a los hilos Bayer y Asso de 1,40 mm. Los tres hilos Halfa testados son los que han presentado los tres valores más altos de resistencia.
- Con el aparejo CON NUDO Sin pasar el hilo por la anilla, los hilos Halfa de 1,74 mm y 1,47 mm por este orden presentan los valores de carga de rotura más altos. El Halfa de 1,47 mm supera al Bayer de 1,60 mm, situado en tercer lugar. A destacar el valor obtenido por el Bayer 1,10 mm que situado en quinto lugar supera a los hilos Bayer y Asso de 1,20 mm, al Halfa de 1,30 mm e incluso al Bayer de 1,40 mm.
- Con el aparejo CON NUDO pasando el hilo por la anilla, las cargas de rotura obtenidas se distribuyen de acuerdo con lo esperable atendiendo a los diámetros de

los hilos. En esta condición del material los hilos Halfa muestran cargas de rotura equiparables a las de los hilos de similar grosor.

- Al incluir el nudo en los hilos testados para este aparejo, este provoca una reducción porcentual en la carga de rotura del mismo que oscila entre un máximo de 50,10 y un mínimo de 6,00. Agrupando los valores de reducción por marcas comerciales, se observa que los hilos Asso son los que menor reducción sufren. Mientras que las otras dos marcas presentan reducciones de mayor entidad así como en rangos de dispersión más amplios.
- Cuando además de incluir el nudo, el hilo ha sido pasado a través de la anilla del anzuelo, las reducciones observadas para la carga de rotura han sido superiores. El rango porcentual en el que se incluyen las reducciones observadas, oscila entre un máximo de 65,76 y un mínimo de 23,21. Nuevamente se observa un patrón de reducción en relación a la marca comercial del hilo, siendo los hilos Asso los que presentan una reducción más moderada. Los hilos Bayer presentan reducciones medias y los Halfa elevadas.
- La diferencia de pérdida de carga de rotura entre las condiciones del material estudiadas confirma que el hecho de pasar el hilo por la anilla acentúa la pérdida de carga de rotura en el aparejo. Probablemente la fricción con los extremos de la anilla sea la causante de la pérdida en fuerza de tracción, por lo que se recomienda evitar esta práctica.
- La rotura de los hilos, se ha producido en prácticamente el 100% de los casos en el nudo, tanto pasando como sin pasar por la anilla.
- Para el conjunto de las pruebas los tres hilos de la marca Halfa son los que han dado mejores prestaciones mecánicas al ser comparados con hilos de grosos similares.

## Palangres

- La marca de hilo más empleada en las punteras de este aparejo es Bayer, los grosores más frecuentes son 0,60 mm tanto para la merluza como para el besugo y 0,50 mm para la lubina. En ambos hilos el color más empleado es el blanco.
- Dos de los cinco hilos testados presentan diferencias de grosor superiores al  $\pm 5\%$  de margen con respecto a las especificaciones aportadas por el fabricante en alguna de las condiciones de material. Uno de ellos presenta diferencias significativas en ambas condiciones estudiadas.

- La elongación máxima observada en los materiales de este aparejo ha sido de 57,08% y la mínima de 37,26%. La mayor elongación se observa en los hilos de la marca Bayer, los hilos Asso a pesar de ser de diferente calidad presentan elongaciones medias de similar valor y por último el hilo Star muestra un valor inferior al resto.
- Entre los hilos testados SIN NUDO, el hilo Bayer de 0,60 mm es el que arroja un mejor valor de carga de rotura (15,53 kg). Sin embargo el hilo Asso Ultra con un diámetro de 0,50 mm ofrece una carga de rotura muy similar (15,35 kg). Entre los restantes hilos destaca el Star Euroklon, que pesar de ser de inferior diámetro (0,45 mm) supera a los dos hilos de 0,50 mm testados. El hilo Asso Ultra es el que muestra una mayor resistencia seguido del Star Euroklon.
- Con el aparejo CON NUDO nuevamente el Bayer de 0,60 mm presenta el valor más alto (12,92 Kg) seguido del Asso Ultra de 0,50 mm (12,38 kg). Los restantes tres hilos muestran valores similares aunque de inferior cuantía. En cuanto a resistencia, el Asso Ultra resulta ser el más resistente.
- La inclusión de los dos nudos en este aparejo se traduce en una reducción de la carga de rotura cifrada en valores porcentuales que oscilan entre un máximo de 32,28 y un mínimo de 16,81.
- La rotura del hilo se ha producido en la mayor parte de los casos a escasos milímetros del nudo y más concretamente en el nudo del anzuelo con pala, no en el de anilla. Esta rotura se ha producido al rozar el hilo con los bordes de la pala del anzuelo.
- En el conjunto de las pruebas el hilo con mejores prestaciones ha resultado ser el Asso Ultra de 0,50 mm, puesto que con un diámetro sensiblemente inferior presenta una carga de rotura prácticamente igual a la del Bayer de 0,60 mm.

Las conclusiones generales para todos los tipos de aparejos son las siguientes:

- Las muestras preparadas para los ensayos han sido réplicas de los aparejos que han tratado de reproducir todos los elementos de este de modo específico para cada tipo de aparejo estudiado.
- Las diferencias observadas entre el diámetro proporcionado por el fabricante y el observado son para el conjunto de los materiales estudiados es de escasa entidad. Tan solo cinco de los hilos han presentado diferencias superiores al  $\pm$  5% en alguna de las condiciones en las que se han testado.

- La elongación en las replicas con nudo y remache se ha descartado para el análisis de este parámetro, ya que la compactación de la porción de hilo contenida en el interior de estos elementos pudiera afectar a los resultados del análisis.
- A pesar de que para el análisis de la elongación del material tan solo se han empleado las muestras SIN NUDO, en todos los materiales la elongación máxima se ha obtenido en estos ensayos. Este hecho puede ser debido a que al presentar nudo los materiales rompen antes de conseguir su máxima elongación.
- La mayor carga de rotura de los materiales se obtiene cuando las muestras no presentan nudo. Con la inclusión del nudo se reduce la carga de rotura en los valores presentados. El remache tamben reduce la carga de rotura aunque en menor medida que el nudo.
- El empleo de remaches adecuados al hilo de pesca con líneas podría mejorar las prestaciones del aparejo, por ello resultaría aconsejable estudiar en mayor profundidad los remaches, sus características y posibilidades de utilización.
- Para el conjunto de aparejos testados, la mayor parte de las roturas del hilo se producen en alguno de los nudos del aparejo.
- Ninguna de las gazas incluidas en las réplicas de los aparejos con nudo de cacea y de cañas a túnidos se ha roto, deslizado o soltado, ello demuestra la solidez y resistencia de estos elementos.

## 5.2 Ensayos de DSC (Calorimetría diferencial de barrido)

- No se ha observado relación alguna entre la entalpía y la resistencia del hilo.
- Con la excepción del hilo Asso, para el resto de hilos se observa una relación entre la T<sup>a</sup> de fusión y la resistencia. A mayor T<sup>a</sup> de Fusión, menor es la resistencia de los materiales testados y viceversa.
- Atendiendo a la T<sup>a</sup> de fusión y con la excepción del hilo Asso, se observan dos grupos bien diferenciados de hilos. Por una parte se encuentran los hilos más empleados por la flota y por otra el resto. Los primeros son hilos de relativamente bajo coste y ofrecen valores más bajos de resistencia que los segundos, hilos de coste superior.

Atendiendo a los resultados observados, cabe realizar la siguiente hipótesis:

- Todos los hilos analizados se encuentran en el grupo de las poliamidas, no obstante algunos son polímeros y otros copolímeros o mezclas poliméricas.

- Los polímeros se forman por la unión de varias estructuras químicas (monómeros) iguales. A este grupo pertenecen los hilos Bayer, Star, Asso y Takio. Las diferencias mecánicas entre los hilos pertenecientes a este grupo se deben al procesado durante y posterior a la fabricación. Entre estos hilos la entalpía está relacionada con la resistencia, a mayor entalpía mayor resistencia.
- Los copolímeros se forman por la unión de dos estructuras diferentes, entre estos hilos tenemos los Black Shark, Halfa, Star Euroklon y Asso Ultra. Por ello estos últimos presentan características físicas diferentes de los polímeros entre las que cabe destacar una mayor resistencia. Los valores que ofrecen para la entalpía no están relacionados con su resistencia, surgiendo otros factores más importantes que determinan dicha resistencia, como por ejemplo la conformación espacial de esta mezcla polimérica en los hilos.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Arregi L., Puente E., Martínez J. y Onandia I. (2006): Automatización del halador hidráulico Rapp Hydema aplicado a la pesquería de verdel. Proyecto RP 2005 168; Informe final: 34 pp.

Arregi L., Prellezo R. y Bilbao A. (2002): Cambios del patrón de explotación de la flota artesanal costera debidos a la aplicación de las normativas referentes a la pesca con “artes menores” y consecuencias económicas de los mismos. Proyecto RP 2001 261; Informe final: 94 pp.

Arregi L., Bilbao A. y Galparsoro I. (2004): Descripción de la tipología de oficios de pesca actuales de la pesca artesanal costera. Proyecto RP 2003 015; Informe final: 128 pp.

Jester, D.B. (1973): Variations in catchability of fishes with color of gillnet. Trans. Am. Fish. Soc., 102 (109-115).

Kim D.A. & Kondo Y. (1977): The decrease in strength of netting twines at the knot. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 43, no 4 (387-393).

Moderhak W. & Niemiro T. (2005): Mechanical properties of twine and netting used in Baltic fisheries. Bulletin of the Sea Fisheries Institute, Gdynia 166 (27-40).

Puente E., Astorquiza I., Del Valle I., Astorquiza K., Arregi L. y Prellezo R. (2002): Estudio técnico-pesquero y socio-económico de las pesquerías artesanales costeras del País Vasco. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco (Colección Itxaso nº 25): 152 pp.

Puente E. (1993): La pesca artesanal en aguas costeras vascas. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco (Colección Itxaso nº 11): 191 pp.

Sala A., Lucchetti A. y Buglioni G. (2004): The change in physical properties of some nylon (PA) netting samples before and after use. Fisheries Research 69 (181–188).

Tsuda, R., Inoue, N., 1973a. Study on the underwater visibility of net twines by the human eye: II. Underwater visibility of dyed and transparent twines. Bull. Jpn. Soc. Scientific Fisheries 39 (243–252).

Wardle C.S., Cui G., Mojsiewicz W.R. & Glass C.W. (1991): The effect of colour on the appearance of monofilament nylon under water. Fisheries Research, 10 (243-253).

## 7 AGRADECIMIENTOS

Agradecer sinceramente la colaboración de los patronos de los puertos del País Vasco que han colaborado en este estudio aportando su experiencia y saber hacer en el oficio, así como a los proveedores de hilos a la flota de anzuelo por la ayuda en la selección de los hilos a testar. Por último y no por ello menos importante, al Instrumento Financiero de Orientación Pesquera (I.F.O.P.) por la ayuda económica en la realización de este estudio que esperamos sirva de ayuda a los “arrantzales” para seleccionar los hilos con mejores prestaciones para cada modalidad de pesca.

## 8 ANEXO I.

Estadillo empleado en las encuestas a “arrantzales” y proveedores.

### OFICIO

	Fecha encuesta			
	Barco			
	Puerto			
	Nombre aparejo			
	Spp. objetivo			
	Epoca de pesca			

### ARTE DE PESCA

LÍNEA MADRE	
Definir longitud/madeja	Material
	Marca comercial
	Proveedor
	Precio madeja
	Diámetro (mm)
	Color
PUNTERAS	
Definir longitud/madeja	Material
	Marca comercial
	Proveedor
	Precio madeja
	Color
	Diámetro (mm)
	Longitud puntera (m)
	Intervalo anzuelos (cm)
	Nº de anzuelos puntera
	ANZUELOS
	Marca
	Modelo
	Tamaño
CONSUMO APAREJOS	
(MADRE) Consumo anual en madejas o metros	
(MADRE) Consumo anual en Euros	
(PUNTERA) Consumo anual en madejas o metros	
(PUNTERA) Consumo anual en Euros	

## 9 ANEXO II.

### Protocolo de realización de ensayos en monofilamentos

Para la realización de los ensayos en primer lugar definimos que en adelante un MATERIAL se considerará un monofilamento de una determinada marca comercial, color, grosor y tipo de aparejo. Para cada MATERIAL será necesario realizar varias pruebas o ensayos. Los ensayos a realizar serán de 2 tipos, ensayos de caracterización y ensayos mecánicos

#### **Ensayos de caracterización**

Consistirán en la realización del ensayo DSC (Calorimetría Diferencial de Barrido), técnica que se emplea para analizar las transiciones térmicas de un polímero, como por ejemplo la fusión de un polímero cristalino o la transición vítrea para determinar la cristalinidad teórica del material. La cristalinidad del monofilamento viene dada por la entalpía y es uno de los principales factores que influyen en la carga de rotura del mismo, a mayor valor de este parámetro mayor será la resistencia o carga de rotura teórica del monofilamento. Por otra parte, en algunas marcas de monofilamentos, para obtener monofilamentos de un color distinto al blanco o cristalino original los hilos son teñidos. Este proceso se realiza habitualmente sumergiendo el monofilamento en agua caliente con colorante y como consecuencia de este proceso el monofilamento puede ver reducida su resistencia a la tracción. Por ello para cada combinación de marca comercial y color identificado se realizará un ensayo de este tipo.

#### **Ensayos mecánicos**

El objetivo de este ensayo es el de determinar el alargamiento y la resistencia a la tracción del monofilamento. Los ensayos mecánicos se realizarán s/n UNE EN ISO 2062, adaptando esta normativa si fuese necesario al modo de empleo de los materiales a testar.

Para cada uno de los materiales o probetas se realizarán como mínimo los siguientes ensayos:

- Determinación del alargamiento y de la carga de rotura nominal con el material mojado y sin nudos: 5 réplicas a una velocidad de estiramiento de 500 mm/min.
- Determinación de la resistencia o carga de rotura con el material mojado y con los nudos propios del tipo de aparejo: 10 réplicas a 500 mm/min.

Además en los casos que procedan se ensayarán otras 5-10 réplicas a 500 mm/min con el material mojado y con remaches en lugar de nudos para determinar la idoneidad de estos elementos. En total para cada material se realizarán un mínimo de 15 y un máximo de 25 réplicas en diferentes condiciones.

Previamente a la realización de cada uno de los ensayos se tomarán con un calibre tres medidas del diámetro de cada probeta para posteriormente contrastar el promedio de estas medidas con el diámetro nominal. Personal de AZTI estará presente en todos los ensayos para entre otras cosas anotar el lugar por el que se rompe el monofilamento: nudo superior (giratorio), inferior (anzuelo), gaza o en algún otro lugar del monofilamento (limpio). Para recoger esta información se ha preparado un estadillo específico.

## Preparación de las probetas

Para la preparación de las probetas o réplicas de los aparejos que se van a ensayar en el equipo de ensayos de tracción, en primer lugar hay que tener en cuenta el tipo de aparejo en el que se utilizan, puesto que dependiendo del tipo de aparejo los nudos o la disposición de la muestra serán diferentes.

En todos los casos hay que preparar para cada una de las probetas 5 réplicas de unos 100 cm de longitud que serán testadas en mojado y sin nudo para determinar tanto la elongación como la carga de rotura nominal. Estas muestras serán fijadas al instrumento de medida en sus dos extremos por medio de mordazas.

Para la determinación de la carga de rotura “en trabajo” se prepararán réplicas de unos 25 cm de longitud total, incluyendo todos los elementos de los que está compuesto el aparejo o sustitutos de estos que permitan reproducir la realidad. Para las réplicas de aparejos de verdel que al no llevar ni gaza ni anzuelo en los extremos, sino un nudo donde se inserta el anzuelo serán también de unos 100 cm de longitud. En el siguiente apartado se relata el modo de construcción y número de réplicas a preparar para cada tipo de aparejo.

Los tipos de aparejos que tenemos que replicar son los siguientes:

### "Tretza" o puntera de verdel

Para cada uno de los monofilamentos empleados en este tipo de aparejo, así como para los monofilamentos alternativos propuestos se prepararán las siguientes muestras:

- 5 piezas de monofilamento sin nudos de unos 100 cm de longitud.



- 10 piezas de unos 100 cm de longitud con un anzuelo de verdel con perlón/trencilla roja en medio, empleando el nudo habitual de este aparejo.



- 10 piezas de unos 100 cm de longitud donde un remache sujetará el anzuelo mediante el perlón rojo al monofilamento, con este montaje se evitará el nudo en el monofilamento.



Para este tipo de aparejo se ensayarán los siguientes materiales:

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Verde	1,30	Berdel
Bayer	Verde	1,20	Berdel
Star	Rojo	1,30	Berdel
Star	Rojo	1,20	Berdel
Asso	Verde	1,30	Berdel
Asso	Verde	1,20	Berdel

### Puntera de cacea a bonito

Para cada uno de los monofilamentos empleados en este tipo de aparejo, así como para los monofilamentos alternativos propuestos se prepararán las siguientes muestras:

- 5 piezas de monofilamento sin nudos de unos 100 cm de longitud.



- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo anudado en su extremo y una gaza realizada con hilo como las empleadas en este aparejo en el otro extremo.



- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo unido mediante un remache en un extremo y una gaza como las empleadas en este aparejo en el otro extremo.



Para este tipo de aparejo se ensayarán los siguientes materiales:

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	1,00	Cacea
Bayer	Blanco	0,90	Cacea
Bayer	Blanco	0,80	Cacea
Bayer	Verde	0,90	Cacea
Star	Blanco	1,00	Cacea
Star	Blanco	0,90	Cacea
Star	Blanco	0,80	Cacea
Star	Salmón	1,00	Cacea
Star	Salmón	0,90	Cacea
Asso	Verde	0,90	Cacea
Takio	Blanco	0,90	Cacea
Halfa	Salmón	1,00	Cacea
Black shark	Gris	0,90	Cacea
Black shark	Gris	0,80	Cacea
Black shark	Gris	0,70	Cacea

### Cañas a túnidos

Para cada uno de los monofilamentos empleados en este tipo de aparejo, así como para los monofilamentos alternativos propuestos se prepararán las siguientes muestras:

- 5 piezas de monofilamento sin nudos de unos 100 cm de longitud.



- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo anudado en su extremo y una gaza realizada con hilo como las empleadas en este aparejo en el otro.



Para este tipo de aparejo se ensayarán los siguientes materiales:

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	1,60	Caña
Bayer	Blanco	1,40	Caña
Bayer	Blanco	1,20	Caña
Bayer	Blanco	1,10	Caña
Asso	Blanco	1,40	Caña
Asso	Blanco	1,20	Caña
Halfa	Salmón	1,74	Caña
Halfa	Salmón	1,47	Caña
Halfa	Salmón	1,30	Caña

## Palangres

Para cada uno de los monofilamentos empleados en este tipo de aparejo, así como para los monofilamentos alternativos propuestos se prepararán las siguientes muestras:

- 5 piezas de monofilamento sin nudos de unos 100 cm de longitud.



- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo de patilla (derecha de la imagen) como los empleados en este tipo de aparejo anudado en un extremo y otro anzuelo con anilla (izquierda de la imagen) en el otro extremo. El anzuelo de anilla sustituye aquí al giratorio que se emplea en este tipo de aparejo para facilitar la labor de enganche de la réplica al grillete



Para este tipo de aparejo se ensayarán los siguientes materiales:

Marca	Color	Grosor (mm)	Aparejo
Bayer	Blanco	0,60	Palangre
Bayer	Blanco	0,50	Palangre
Asso	Blanco	0,50	Palangre
Asso ultra	Blanco	0,50	Palangre
Star Euroklon	Gris	0,45	Palangre

El modo en el que cada una de las réplicas es colocada sobre la máquina dependerá de dos factores, el tipo ensayo a realizar y el tipo de aparejo para el que se esté realizando la prueba. Las réplicas preparadas para el ensayo de elongación y carga de rotura nominal así como las preparadas para carga de rotura en trabajo de la “tretza” de verdel no disponen en sus extremos de elementos que permitan la sujeción. Por ello, serán sujetadas directamente por las mordazas de la máquina, señaladas por una elipse roja, después de dar una vuelta en las piezas circulares (señaladas con flechas que direccional el tiro).



Por su parte las réplicas preparadas para testar las cargas de rotura en trabajo de las cañas a túnidos, curricán a bonito y palangre no podrán ser colocadas directamente sobre las mordazas puesto que disponen en uno de sus extremos de un anzuelo y en el otro de un anzuelo o de una gaza (dependiendo del tipo de aparejo). Por ello en lugar de mordazas se acoplará a la máquina un grillete con un pasador de 8 mm de diámetro. El grosor del pasador del grillete deberá ser compatible con la abertura del anzuelo en la parte baja y con la gaza o el anzuelo que sustituye al giratorio (en el aparejo de palangre) en la parte alta.



Cada grupo de 5/10 piezas iguales del mismo material será incluido en una bolsa de plástico y nombrado con su marca comercial/color/diámetro/tipo aparejo (verdel, cacea, palangre o caña). Además se identificará si es para ensayo de elongación (sin nudo), mecánico (con nudo) o mecánico (con remache).

Los materiales serán sumergidos en agua durante 24 horas, posteriormente serán sacados de la inmersión y tras pasarles un paño seco se tomará su diámetro real con un calibre micrométrico. Se tomarán tres medidas del diámetro para cada muestra, posteriormente se empleará el promedio de estas tres medidas. A continuación las muestras serán colocadas de inmediato en el equipo de ensayos universales de tracción, de referencia MIDI 5-5/4X11 (Messphysik), con una célula de carga de 2 KN.

Los resultados obtenidos para los parámetros establecidos inicialmente serán recogidos en soporte informático por medio del software que incluye el equipo de medida. Además de los valores obtenidos en cada ensayo unitario para cada uno de los parámetros, el software proporcionará la media y la desviación estándar del conjunto de medidas tomadas en cada material y condición de este. Los valores que se emplearán en el posterior análisis serán así pues el promedio y la desviación estándar.

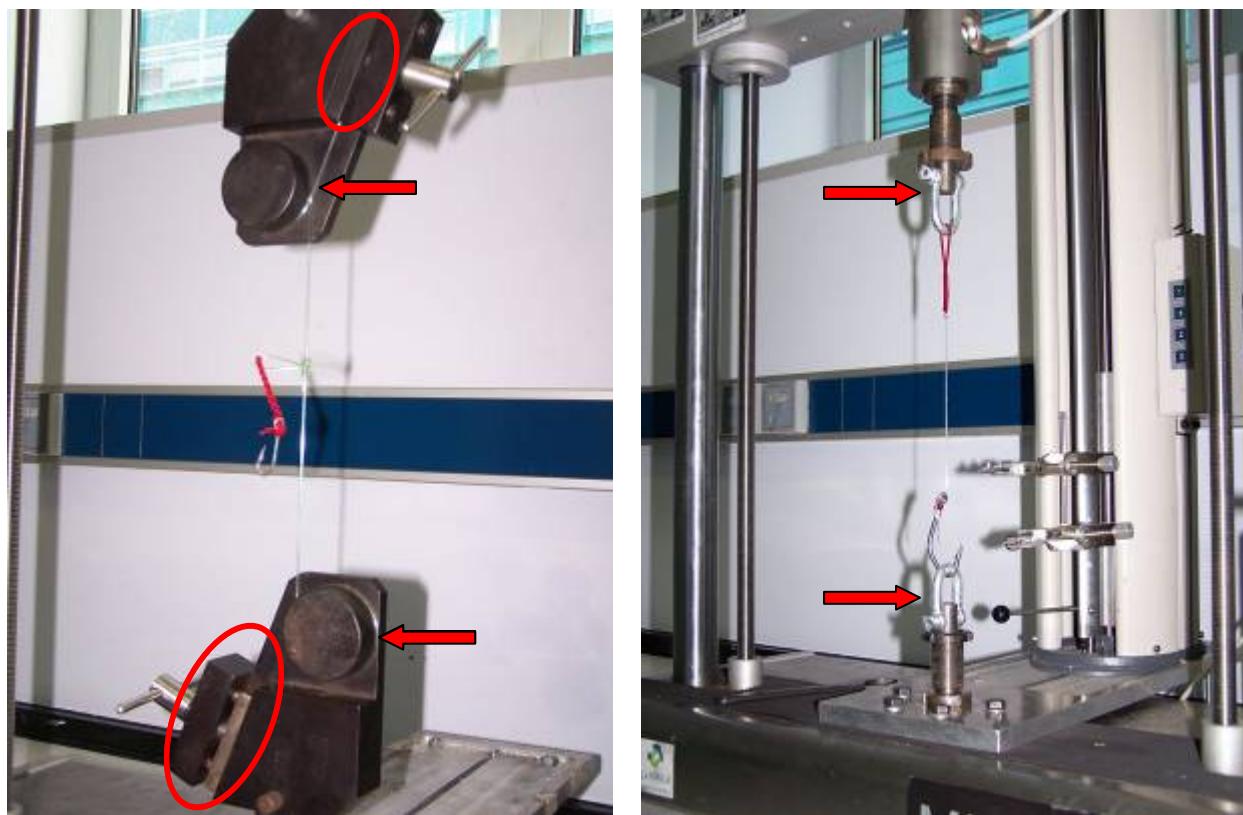
## 10 ANEXO III.

### Preparación de las muestras por modalidad

Si bien este capítulo pudiera ser incluido en el apartado de material y métodos, se expone de forma separada debido a su extensión, originada por la complejidad en la preparación de las muestras. Además en este apartado se detallan una serie de alternativas de montaje al modo tradicional y que han sido objeto de ensayo para comprobar su idoneidad.

Para la preparación de las probetas o réplicas de los aparejos que fueron ensayados en el equipo de ensayos de tracción, en primer lugar se tuvo en cuenta el tipo de aparejo al que pretendían reproducir. Dependiendo del tipo de aparejo los nudos o la disposición de la muestra serían diferentes puesto que era necesario reproducir con la mayor exactitud posible todos los elementos de los que consta cada tipo de aparejo. Además el otro factor a tener en cuenta fueron las características del propio equipo en el que se realizarían los ensayos y donde las muestras debían ser enganchadas, para lo que fue necesario adecuar las longitudes y extremos de las muestras. El equipo en el que se realizaron los ensayos permitía el enganche de las muestras de 2 maneras diferentes:

- Mediante mordazas que aprisionan el hilo en sus extremos (Figura 1 izquierda).
- Mediante grilletes en los que se introducen o enganchan los extremos de la muestra (Figura 1 derecha).

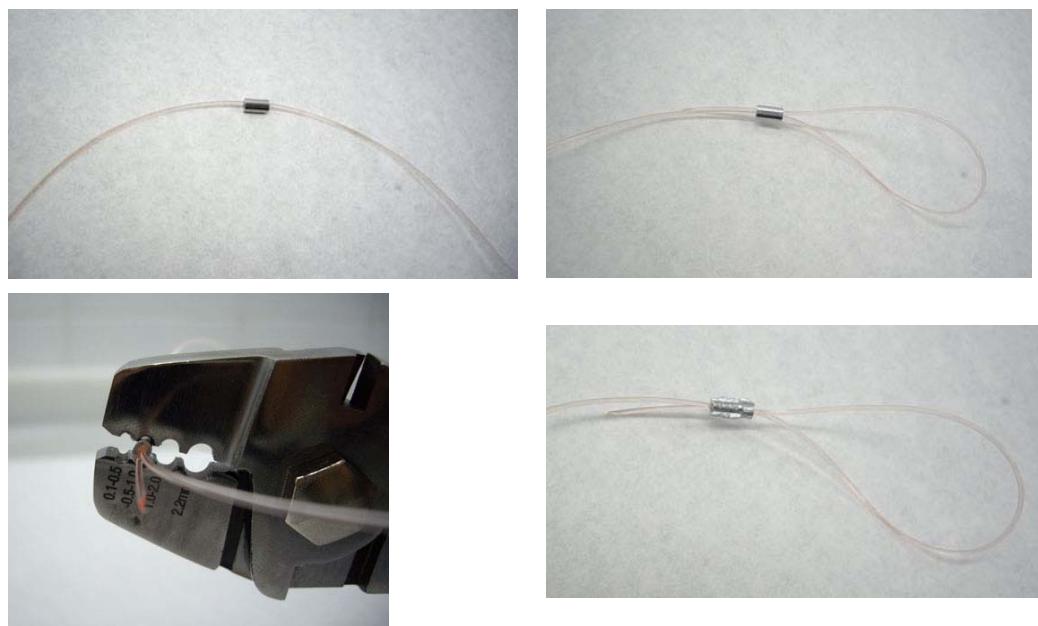


**Figura 1.** Imagen de la máquina con sus dos posibilidades de enganche: mordazas (Izquierda) y grilletes (Derecha).

El modo en el que cada una de las réplicas era colocada sobre la máquina dependió de dos factores, el tipo de ensayo a realizar y el tipo de aparejo para el que se estaba realizando el ensayo. Las réplicas preparadas para el ensayo de elongación y carga de rotura nominal así como las preparadas para carga de rotura “en trabajo” del aparejo de verdel no disponían en sus extremos de elementos que permitiesen la sujeción. Por ello, fueron sujetadas directamente por medio de las mordazas de la máquina, señaladas por una elipse roja, después de dar una vuelta en las piezas circulares que dirigían el tiro y señaladas con flechas. Mientras que las réplicas preparadas para testar las cargas de rotura en trabajo de las cañas a túnidos, curricán a bonito y palangre no podrán ser colocadas directamente sobre las mordazas puesto que disponen en uno de sus extremos de un anzuelo y en el otro de un anzuelo o gaza en función del tipo de aparejo. Por ello en lugar de mordazas se acoplaron a la máquina los grilletes con un pasador de 8 mm de diámetro. El grosor del pasador del grillete debía ser compatible con la abertura del anzuelo en la parte baja y con la gaza o el anzuelo que sustituye al giratorio (en el aparejo de palangre) en la parte alta.

En todos los tipos de aparejos se preparó para cada uno de los materiales identificado 5 réplicas de unos 100 cm de longitud, que fueron testadas en mojado y sin nudo para determinar tanto la elongación como la carga de rotura nominal del material. Estas muestras se fijarían a la máquina de ensayos en sus dos extremos por medio de mordazas.

Para la determinación de la carga de rotura “en trabajo” se prepararon réplicas de unos 25 cm de longitud total, incluyendo todos los elementos de los que está compuesto el aparejo o sustitutos de estos que permitiesen reproducir fielmente la realidad. Así podrían ser fijados a la máquina por medio de los grilletes de los que disponía esta (uno en cada extremo), siendo la distancia entre estos dos grilletes de 25 cm. Para las réplicas de aparejos de verdel que al no llevar ni gaza ni anzuelo en los extremos, sino un nudo en la zona central donde se inserta el anzuelo serían también de unos 100 cm de longitud y se fijarían a la máquina mediante las mordazas. En dos de los aparejos, “tretza” de verdel y aparejo de cacea, se prepararon una serie de probetas en las que el nudo era sustituido por un remache. El objetivo de este cambio reside en la búsqueda de alternativas de montaje al nudo habitual que pudieran resultar más resistentes que el propio nudo. Igualmente, la inclusión del remache en sustitución del nudo, facilitaría el montaje del aparejo incluso para alguien inexperto en su confección debido a su simpleza. Los remaches son elementos diseñados para sustituir al nudo en la unión entre dos líneas de pesca o la línea de pesca con otros elementos como el anzuelo o los giratorios. Son generalmente de aluminio o de cobre y los hay de dos tipos, simples y dobles o en forma de 8. Su orificio interno es el que determina el grosor o rango de grosores de línea para el que están indicados y que especifica el fabricante. Los remaches se montan como muestra la figura 2 pasando el extremo del hilo dos veces por su interior, primero en un sentido y posteriormente en el opuesto, una vez dispuesto en su correcta ubicación son apretados por un alicate especial. Estos alicates están fabricados especialmente para apretar remaches y disponen de diferentes orificios que indican el grosor del remache apropiado para ellos. De este modo tenemos por un lado del remache un lazo en cuyo interior estará el anzuelo o giratorio y por el otro lado un final de línea y la línea que discurre hasta la línea madre o hasta el carrete.



**Figura 2.** Secuencia del montaje de un remache en la línea: inserción del remache en el hilo (Arriba izqda.), nueva inserción del hilo y configuración del lazo o gaza (Arriba dcha.). Apretado del remache con los alicates (Abajo izada.), resultado final, gaza con remache (Abajo dcha.).

Es de destacar que si bien los remaches empleados en este estudio en las réplicas del aparejo de cacea fueron escogidos conforme al grosor del hilo no pudo hacerse lo mismo con los empleados en el aparejo de verdel. No se pudo encontrar en el mercado remaches específicos para este tipo de montaje del aparejo, por lo que a modo de aproximación se emplearon unos que debido a su gran tamaño, su orificio interno permitía la entrada del “artza”<sup>1</sup> (Figura 3) y de la línea de pesca al mismo tiempo.

---

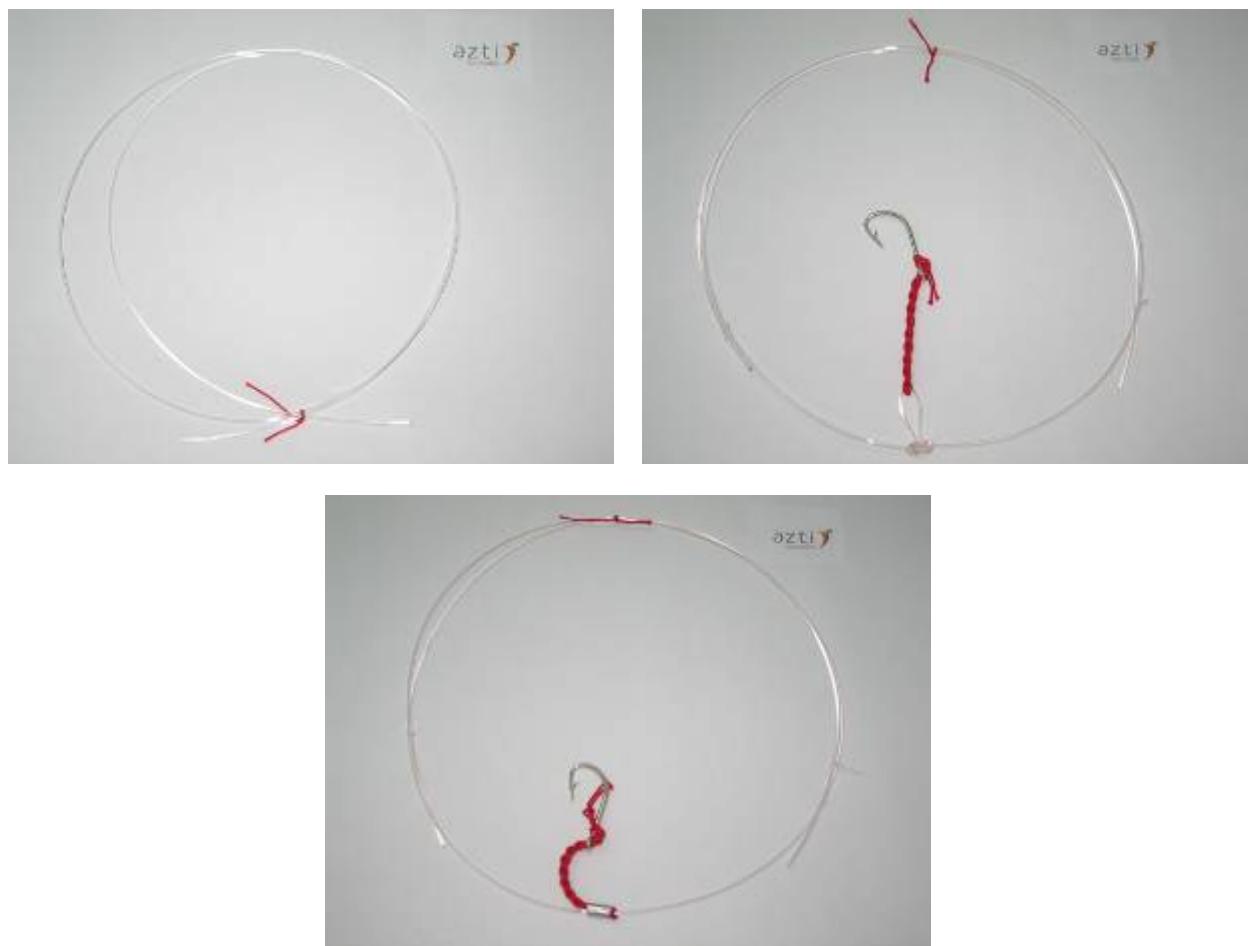
<sup>1</sup> El “artza” consiste en una trenza realizada con hilo rojo de perlón que se une al anzuelo y actúa a modo de engaño.

A continuación se relata el modo de construcción y número de réplicas preparadas para cada tipo de aparejo:

### **“Tretza” o puntera de verdel**

Para cada uno de los hilos seleccionados en este tipo de aparejo, se prepararon las siguientes muestras (Figura 3):

- 5 piezas de hilo sin nudos de unos 100 cm de longitud.
- 10 piezas de unos 100 cm de longitud con un anzuelo de verdel con el “artza”, empleando el nudo habitual de este aparejo.
- 10 piezas de unos 100 cm de longitud donde un remache sujeta el anzuelo mediante el “artza”, con este montaje se evita el nudo en el hilo.



**Figura 3.** Imagen de las réplicas del aparejo de verdel. Sin nudo (Arriba izqda.), con nudo (Arriba dcha.) y con remache (Abajo).

### Puntera de cacea a bonito

Para cada uno de los hilos seleccionados en este tipo de aparejo, se prepararon las siguientes muestras (Figura 4):

- 5 piezas sin nudo de unos 100 cm de longitud.
- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo anudado en su extremo y una gaza realizada con hilo como las empleadas en este aparejo en el otro extremo.
- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo unido mediante un remache en un extremo y una gaza como las empleadas en este aparejo en el otro extremo.

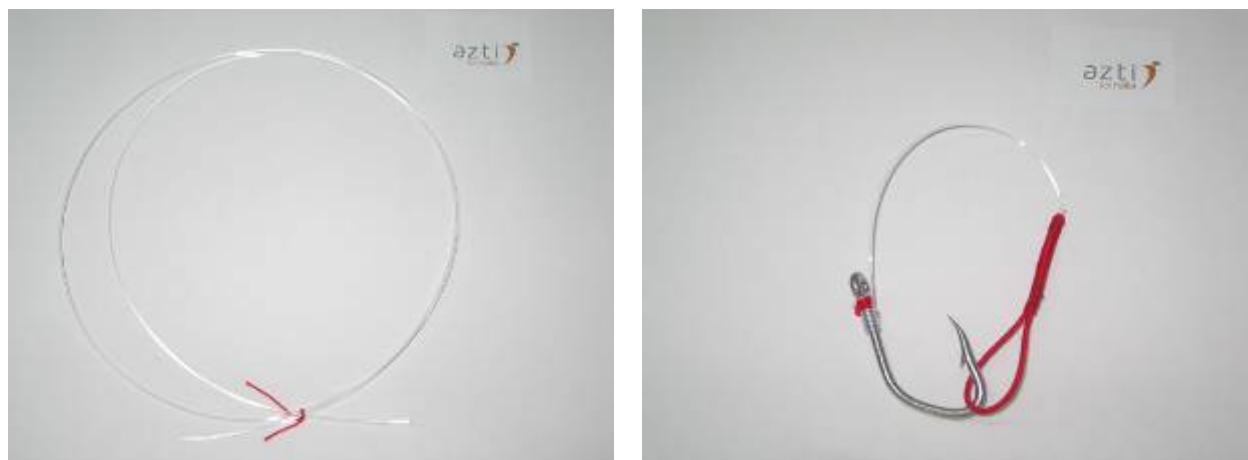


**Figura 4.** Imagen de las réplicas del aparejo de cacea a bonito. Sin nudo (Arriba izqda.), con nudo (Arriba dcha.) y con remache (Abajo).

### Cañas a túnidos

Para cada uno de los hilos seleccionados en este tipo de aparejo, se prepararon las siguientes muestras (Figura 5):

- 5 piezas sin nudo de unos 100 cm de longitud.
- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo anudado en su extremo y una gaza realizada con hilo como las empleadas en este aparejo en el otro. De estas 10 piezas, en 5 de ellas la línea pasaba a través de la anilla del anzuelo, mientras que en las 5 restantes no. Se introdujo esta variación tratando de comprobar si estos dos tipos de montaje demostraba diferencias en la carga de rotura del hilo.



**Figura 5.** Imagen de las réplicas del aparejo de caña a túnidos. Sin nudo (Izqda.) y con nudo (Dcha.).

## Palangres

Para cada uno de los hilos empleados en este tipo de aparejo, así como para los hilos alternativos propuestos se prepararon las siguientes muestras (Figura 6):

- 5 piezas sin nudo de unos 100 cm de longitud.
- 10 piezas de unos 25 cm de longitud con un anzuelo de patilla como los empleados en este tipo de aparejo anudado en un extremo y otro anzuelo con anilla en el otro extremo. El anzuelo de anilla (Figura 5 Dcha. anzuelo en la derecha de la imagen) sustituye aquí al giratorio que se emplea en este tipo de aparejo para facilitar la labor de enganche de la réplica al grillete. El nudo empleado en la anilla es igual al realizado en el giratorio.



**Figura 6.** Imagen de las réplicas del aparejo de palangre. Sin nudo (Izqda.) y con nudo (Dcha.).

En todos los tipos de aparejo, cada grupo de 5/10 piezas iguales del mismo material fue incluido en una bolsa de plástico y nombrado con su marca comercial/color/diámetro/tipo aparejo (verdel, cacea, palangre o caña). Además se identificó si era para ensayo de elongación (sin nudo), mecánico (con nudo) o mecánico (con remache).

Todos los materiales fueron sumergidos en agua durante las 24 horas previas a la realización del ensayo, posteriormente fueron sacados de la inmersión y tras pasarles un paño seco puestos de inmediato en la máquina para la realización de los ensayos.