

Egoitza / Sede Bizkaia

Txaxarramendi ugartea 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 Pasaia - Gipuzkoa (Spain)

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

<http://www.azti.es>

e-mail: info@azti.es



Automatización del halador hidráulico Rapp Hydema aplicado a la pesquería de verdel

Informe final

para:

Lantek Hidráulica, S.L.

Sukarrieta, 26 de junio de 2006

Tipo documento Informe final
Título documento Automatización del halador hidráulico Rapp Hydema aplicado a la pesquería de verdel
Fecha 26/06/2006
Proyecto Automatización del halador hidráulico Rapp Hydema aplicado a la pesquería de verdel
Código ATM2005168
Cliente Lantek Hidráulica, S.L.

Equipo de proyecto: Luis Arregi
Esteban Puente
Jesús Martínez
Iñigo Onandia

Responsable proyecto Luis Arregi Errazkin

Revisado por Esteban Puente
Fecha 02/08/2006

Aprobado por
Fecha

Control de cambios
03/03/2005 Modificado el título

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	4
2.	OBJETIVOS.....	6
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
4.	RESULTADOS.....	9
4.1	ADECUACIÓN DE LOS HALADORES NO AUTOMATICOS.....	9
4.2	PROPUESTAS DE AUTOMATIZACIÓN.....	16
4.3	DESARROLLO DE UN PROTOTIPO AUTOMÁTICO DE HALADOR Y PRUEBAS DE MAR	17
4.3.1	<i>PRIMERA PRUEBA DEL PROTOTIPO.....</i>	18
4.3.2	<i>SEGUNDA PRUEBA DEL PROTOTIPO</i>	21
4.3.3	<i>TERCERA PRUEBA DEL PROTOTIPO</i>	22
4.4	MEJORA DE LA PUNTERA DEL APAREJO DE VERDEL	25
5.	CONCLUSIONES.....	31
6.	AGRADECIMIENTOS	34

1. ANTECEDENTES

La flota vasca del segmento de artes menores basa su actividad pesquera fundamentalmente en la costera del verdel con líneas, que año tras año va adquiriendo mayor importancia y entidad, así como en la costera del bonito con líneas de curricán a la cacea.

La utilización de las líneas de mano para la captura del verdel ha pasado en las últimas décadas desde la utilización de la “esku-tertsa”, provista de 8 a 10 anzuelos que se operaba a mano, a la introducción de haladores hidráulicos que facilitan la maniobra. Sin embargo, la posibilidad de utilizar dichos haladores llevó a la ampliación del número de anzuelos, superando en muchos casos la treintena de anzuelos por aparejo.

El sistema utilizado hasta ahora para la recogida de estos aparejos con anzuelos múltiples consistía en un carrete de pesca de accionamiento manual o mecánico, una rampa de despescado y un reenvío de la línea principal. Este sistema permitía la recogida tanto manual como mecánica de la línea principal, así como el despescado automático de los anzuelos. No obstante, y debido a la dificultad que entrañaba, la segunda parte, donde se distribuían los anzuelos no era estibada, y para poder manejar dicha cantidad de anzuelos se colocaban reenvíos a los haladores hidráulicos en el carel del costado opuesto, incluso colocando un suplemento por fuera del costado para aumentar la longitud de la línea de anzuelos. En esa situación, toda la cubierta del buque estaba cruzada por líneas de anzuelos que iban y venían, con lo que resultaba habitualmente impracticable y además representaba un problema importante de seguridad a bordo por los riesgos de enganche con anzuelos.

Durante los años 2003 y 2004, AZTI llevó a cabo dos proyectos cuya finalidad fue la de tratar de aumentar la mecanización y automatización del aparejo de verdel para poder mejorar la seguridad a bordo. Durante el año 2003, en un proyecto preliminar se compararon las prestaciones de tres modelos de haladores de las empresas HIDRANORTE INGENIEROS, VAKI y RAP HYDEMA. Los resultados del proyecto evidenciaron que el halador ideal para llevar a cabo las modificaciones apropiadas para una mecanización y automatización casi total era el de RAPP HYDEMA.

Ya en el año 2004 y a petición de la empresa LANTEK Hidraúlica S.L. en un proyecto centrado sobre el halador RAPP HYDEMA, se logró la mecanización de este halador adaptándolo a la pesquería de verdel en el País Vasco con la colaboración de RAPP HYDEMA, LANTEK Hidráulica S.L., TALLERES GAZTETXU y AZTI. Las principales conclusiones de ese proyecto fueron las siguientes:

- El nuevo halador presenta prestaciones de captura similares al tradicional.
- El nuevo halador es más seguro que el tradicional ya que suprime los re-envios y evita el riesgo de enganche de anzuelos.
- El nuevo halador es más ergonómico.
- Libera espacio en la cubierta del barco por lo que no es necesario agacharse para pasar por debajo de la línea con anzuelos, facilitando así la labor de estibado de las cajas con pescado en cubierta.

A petición de la empresa LANTEK Hidráulica S.L. conseguir la automatización del halador RAPP HYDEMA implantado ya con éxito en la pesquería de verdel con líneas de mano. Esta medida innovadora supondría una mejora considerable de las condiciones de seguridad y confort laboral a bordo de los barcos del segmento de artes menores que realizan la costera de verdel con líneas de mano.

2. OBJETIVOS

El objetivo genérico del proyecto ha sido el de incrementar la automatización del halador hidráulico fabricado por la empresa Noruega RAPP HYDEMA y comercializado por la empresa LANTEK Hidráulica S.L. Para la consecución de este fin se han contemplado los siguientes objetivos parciales:

- Identificar aquellos procesos de la automatización de mayor interés para el sector implicado.
- Adaptar la automatización a los haladores RAPP HYDEMA ya existentes.
- Comparar la eficiencia de los haladores automatizados frente a los no automatizados.

A modo de complemento de este estudio se realizó una prospección de materiales en el mercado para tratar de mejorar las prestaciones (principalmente referentes a la resistencia) de la puntera de verdel.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del halador automático, en primer lugar se realizó una encuesta entre los “arrantzales” que practican la modalidad de pesca con líneas de mano a verdel. Con esta encuesta, realizada durante la parada invernal de la flota, se trató de identificar las especificaciones que debería reunir el halador automático en cuanto a la operativa de pesca. Posteriormente se transmitieron las especificaciones identificadas por los “arrantzales” a la empresa fabricante del halador para que las incluyese en la automatización.

Cuando en enero del 2006 el halador automático llegó al País Vasco se realizaron unas pruebas preliminares en el banco de pruebas de TALLERES GAZTETXU en Bermeo para comprobar el correcto funcionamiento del equipo. A continuación fue montado a bordo del barco *Urdaibai Bat* donde se realizó la primera prueba de mar al inicio de la costera de verdel. Con las conclusiones obtenidas en la salida de mar se desmontó el halador del barco y se llevó al taller para su optimización ya que no se obtuvieron los resultados esperados.

Los puntos a mejorar afectaron al sistema de automatización y se realizaron en dos fases. La primera de ellas consistió en un cambio en la tarjeta de automatización y fue llevada a cabo en Bermeo, después de recibir la nueva tarjeta de Noruega. Para la segunda fue necesario enviar el halador a Noruega donde se realizaron una serie de cambios. Finalmente con el halador llegado de Noruega se realizó nuevamente la prueba preliminar en el banco de pruebas, para realizar posteriormente la segunda prueba de mar a bordo del barco *Virgen del Puerto*. Para esta segunda prueba de mar, dado que se realizó fuera de costera y no había verdeles, fue necesario diseñar y preparar un dispositivo que realizase la función del pescado en el aparejo y así poder reproducir la situación de pesca del modo más real posible. El dispositivo preparado constó de una línea de 12 brazas de longitud, amarrada en uno de sus extremos a 3 flotadores dispuestos en serie. La suma de la flotabilidad de todos los flotadores permitía al plomo de 2,5 kg de peso seguir hundiéndose aunque a una velocidad muy reducida. De este modo, amarrando el extremo libre de la línea al plomo, cuando éste alcanza las 12 brazas y comienza a actuar sobre los flotadores, estos se sumergen y hacen al plomo descender más lentamente, reduciendo repentinamente la tensión de la línea sobre el carrete superior del halador. Básicamente este efecto de reducción de la velocidad de caída del plomo,

que conlleva una reducción de la tensión de la línea hasta el carrete, es similar al que realizan los verdeles al ser enganchados en los anzuelos, la picada de los verdeles actúa actuando desarrollando una fuerza contraria a la ejercida por el peso del plomo.

Además, a lo largo del proyecto se realizó el seguimiento de los cambios efectuados en los haladores RAPP HYDEMA no automáticos puesto que algunos de estos haladores montados en los barcos durante la costera de 2005 dieron problemas de rotura de las punteras. Asimismo se realizaron pruebas de mejora de la puntera del aparejo de verdel o “tretza”, en un principio mediante la confección del mismo con diferentes materiales. Estas pruebas concluyeron con los experimentos realizados en los laboratorios de GAIKER en los que se determinó la carga de rotura de los materiales seleccionados. Los experimentos consistieron en la realización de 3 ensayos de rotura y elongación del material para cada uno de los materiales, tanto en la condición de seco y sin nudo como en la de mojado y con nudo. En los ensayos realizados sobre los materiales en mojado y con nudo se confeccionó el nudo habitual del anzuelo utilizado en este tipo de aparejo.

4. RESULTADOS

Para la consecución de los objetivos previstos en el proyecto, el trabajo se ha dividido en las siguientes fases:

- Adecuación de los haladores no automáticos
- Propuestas de automatización del halador de verdel
- Desarrollo de un prototipo automático de halador y pruebas de mar
- Mejora de la puntera del aparejo de verdel

4.1 ADECUACIÓN DE LOS HALADORES NO AUTOMATICOS

Durante la primera parte del proyecto se llevó a cabo un seguimiento de la adecuación de los haladores RAPP HYDEMA no automáticos introducidos por la flota en la costera de verdel del año 2005. Algunos de estos haladores en un principio no dieron los resultados esperados, si bien durante la costera de ese mismo año se optimizó su funcionamiento. Los problemas más frecuentes fueron de rotura de las punteras y de falta de fuerza en los carretes en momentos puntuales. Estos problemas se debieron a dos aspectos, el aprendizaje de su manejo por parte de los “arrantzales” y a aspectos técnicos del propio halador. Como era de esperar el aprendizaje en el manejo de los haladores fue mejorando a medida que avanzó la costera, mientras que la optimización en los aspectos técnicos necesitó de un período más prolongado de tiempo. La razón principal por la que se necesitó de un período más prolongado fue la imposibilidad de TALLERES GAZTETXU, encargado del montaje y mantenimiento de estos equipos de atender en un corto espacio de tiempo a todos los barcos. La adecuación técnica fue así progresiva, pero en el año 2006 la práctica totalidad de barcos con este tipo de haladores han funcionado a pleno rendimiento una vez que éstos han pasado por el taller para su adecuación.

Las modificaciones efectuadas en los haladores han sido las siguientes:

- Modificación del sistema de accionamiento hidráulico del halador, poniendo unos topes que limitan el movimiento de la maneta/mando para facilitar su accionamiento.

Se trata de una mejora que simplifica aún más el manejo del halador para usuarios poco cuidadosos (Figura 1).

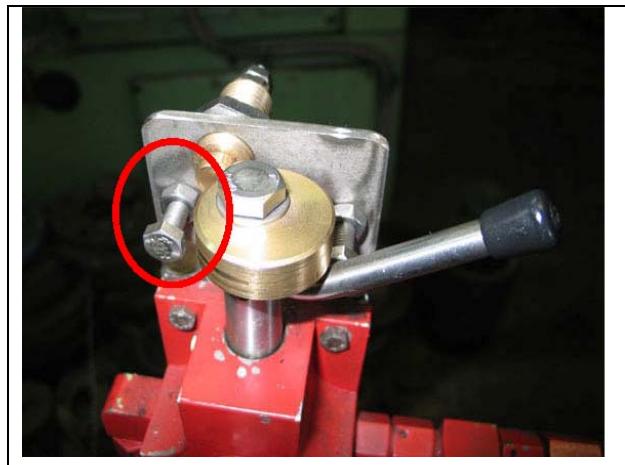


Figura 1. Accionador del halador y pernos de tope añadidos.

- Se ha cambiado la válvula que regula la velocidad de largado/virado para que la variación de ese parámetro sea menos brusca y el ajuste de la misma sea más “preciso”. Ello permitiría un accionamiento más progresivo del halador y evitaría roturas de líneas (Figura 2). Esta puede considerarse una modificación importante ya que además realiza la función de by-pass; es decir, si por alguna razón se detiene alguno de los haladores del circuito no detiene a los restantes haladores de este circuito, permitiendo el paso del aceite hidráulico hacia los mismos aunque con una pequeña disminución del caudal, provocando una disminución de la velocidad de los restantes haladores del circuito.



Figura 2. Válvula reguladora de velocidad del halador.

- Se ha mejorado el diseño del receptáculo interno del tambor que recoge la banda plástica para que el resorte de fleje que va alojado en él no se salga de su sitio y se evita así problemas en su función de “tensor” de recogida de la banda plástica (Figura 3).



Figura 3: Disco metálico alojado en tambor inferior para evitar desplazamientos del resorte.

- Se han alargado los topes fijos del tambor inferior que detienen la banda plástica al topar con el remache metálico de la misma ya que, con el continuo golpeteo en ese tope, algunas bandas plásticas se han agrietado por los dos laterales próximos a dicho tope. Ese agrietamiento también habría sido debido a que, aparentemente, el golpe del tope se hacía más en un lado que en el otro de la banda plástica, lado que habría terminado agrietándose. Con el alargamiento de los topes, la fuerza del golpe se repartiría mejor en todo el ancho de la banda plástica y ésta sufriría menos. Además, también ha habido que mejorar las chapas metálicas remachadas en el borde del extremo de la banda plástica para repartir mejor la fuerza que se produce durante el golpe y minimizar así los daños (grietas en laterales) de la banda plástica (Figura 4).

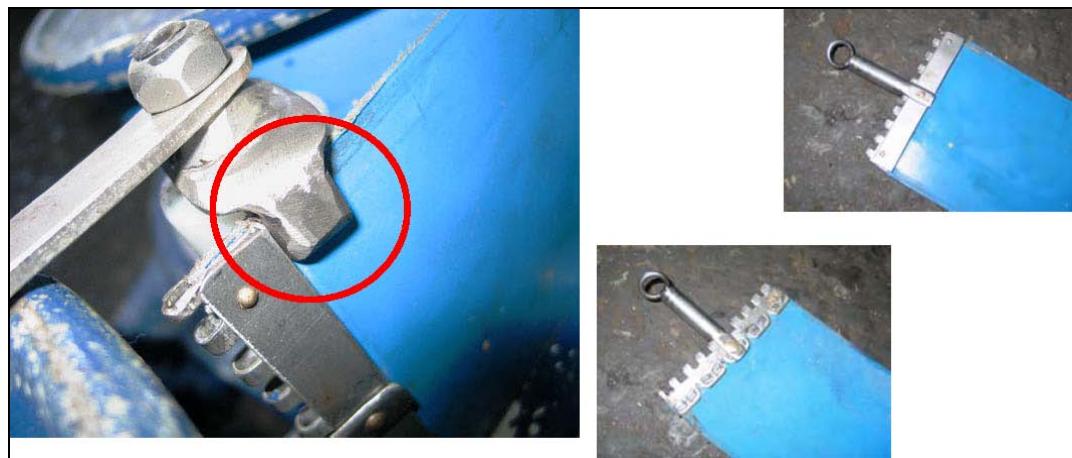


Figura 4: Nuevo diseño del tope metálico de la banda plástica (izqda.) y detalle del remate del extremo de la banda plástica por ambos lados de la misma (dcha.).

- Se ha cambiado el diseño del tope metálico del extremo de la banda plástica: se había puesto un pequeño muelle amortiguador dentro de un cilindro metálico al que se unía por un lado a la argolla tope y por otro a las dos pletinas metálicas que rematan el extremo de la banda plástica. Con el uso continuado, el muelle se había terminado saliendo de dicho cilindro por lo que ha habido que mejorar el diseño del compartimiento del muelle para evitar que se salga (Figura 5).



Figura 5: Despiece del nuevo diseño del tope metálico de la banda plástica.

- Se han puesto unas pletinas metálicas alargadas que unen prácticamente los laterales de ambos tambores del halador para evitar que cuando la línea queda “en banda” se salga por fuera de los tambores (Figura 6).

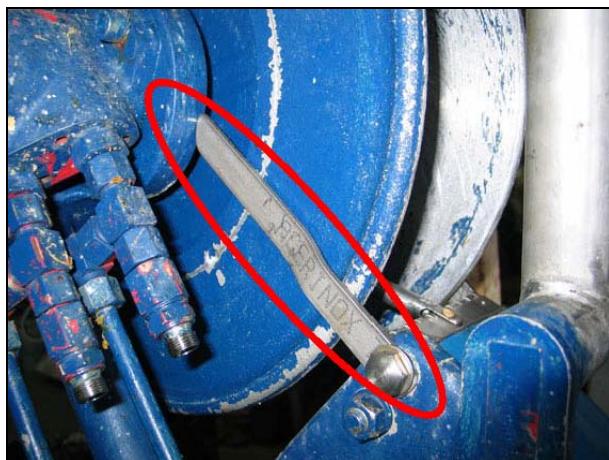


Figura 6: Nueva guía metálica entre los dos tambores (hay otra simétrica en el otro lado del tambor).

- Se ha incluido una arandela metálica en el mecanismo que pilota el movimiento del tambor de la banda plástica en un sentido u otro: Esta arandela se ha interpuesto entre el “comutador” de movimiento (de accionamiento mecánico y funcionamiento hidráulico) y el dispositivo mecánico del eje del tambor. Esta modificación evita deformaciones en el mecanismo de accionamiento mecánico del conmutador por el uso continuado, y reduce averías por alteración de dicho conmutador (Figura 7).



Figura 7: Comutador del tambor de la banda plástica (de accionamiento mecánico y funcionamiento hidráulico) y mecanismo del eje del tambor, junto con nueva arandela metálica (resaltada en círculo rojo).

Además de las mejoras de adecuación de los haladores individuales, los técnicos de TALLERES GAZTETXU señalan la necesidad de disponer de circuitos hidráulicos en

condiciones para el correcto funcionamiento de todo tipo de haladores y equipos hidráulicos. En particular, para los haladores RAPP HYDEMA debido a sus características de funcionamiento que requieren individualmente de una mayor presión de aceite que los tradicionales, en particular en el momento que entra la banda plástica del carrete inferior al superior, dado que tienen que vencer las tensiones del pescado, del plomo y del muelle de la banda plástica. Los técnicos de TALLERES GAZTETXU estiman que la presión individual necesaria para el correcto funcionamiento de los haladores tradicionales son 20 Kgf/cm² mientras que para los Rapp Hydema son 35 Kgf/cm².

Debido a la pérdida de potencia provocada por una incorrecta instalación hidráulica de algunos barcos, durante la costera del 2005 hubo problemas de falta de fuerza en los haladores.

Un circuito hidráulico instalado correctamente debe disponer de los siguientes elementos:

- Tanque de aceite hidráulico: capaz de almacenar una cantidad de aceite unas cinco veces superior a la del caudal (litros/minuto) proporcionado por la suma de las bombas. Por ejemplo si tenemos 3 bombas y cada una de ellas tiene un caudal de 10 litros/minuto entonces el tanque debería tener una capacidad de unos 150 litros. Si no es posible disponer de un tanque de estas características, existe la posibilidad de incorporar un enfriador de aceite, de este modo se evita la pérdida de potencia provocada por el calentamiento del aceite.
- Bombas: Cada bomba tiene que dar una presión de unos 220 kilos, asumiendo una perdida de carga máxima de unos 30 Kg en el circuito, restan 180-190 kilos útiles que abastecen a 3-4 haladores, en mejores condiciones a 3 que a 4. Si bien los 35 kilos necesarios por halador en un circuito de 4 haladores resultan 140 kilos, los restantes 40 hasta 180 son necesarios para los momentos de arranque de los haladores en los que hay un punto de necesidad máximo, posteriormente entra en juego la inercia y es suficiente con 140 kilos. Dado que los barcos utilizan entre 6 y 10 haladores cada uno, entonces son necesarias 2 ó 3 bombas. Existen en el mercado bombas dobles y triples (540 € aprox.), es decir, en una sola pieza dos o tres bombas que abastecen cada una de ellas a un circuito con 3 ó 4 haladores. Para un barco con 6 haladores sería ideal una bomba doble y para otro con 9 ó más haladores una bomba triple. Estas bombas dobles o triples son impulsadas en su conjunto por el motor principal por medio de una correa.

- **Regulador:** cada circuito debe disponer de un regulador después de la bomba. Este regulador es el encargado de mantener constante el caudal del circuito a pesar de que las revoluciones del motor principal se vean aumentadas, lo que en un circuito sin regulador provocaría un aumento del caudal que aumentaría la fuerza de los haladores, probablemente con resultado de rotura de puntera.
- **Limitador:** uno para cada circuito después de la bomba, es un elemento de seguridad para los componentes del circuito. Es el encargado de mantener constante la presión de la bomba, enviando el aceite sobrante al tanque o al tubo alimentador de la bomba creando un “circuito cerrado”. Este elemento protege al circuito de sobrepresiones que pueden dañar alguno de sus componentes (bomba, latiguillos, etc).

La importancia de disponer de un circuito que funcione correctamente, sin grandes pérdidas de carga, no afecta tan solo al correcto funcionamiento de los haladores, si no que redundará en un ahorro del consumo de combustible ya que se da un mejor aprovechamiento de la potencia del motor principal.

4.2 PROPUESTAS DE AUTOMATIZACIÓN

En base a las encuestas realizadas a los “arrantzales” acerca de la automatización de los haladores y de los procesos que debían de realizar, se identificaron tres propuestas de automatización:

- Descenso de la línea hasta detectar capturas y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.
- Descenso de la línea hasta detectar capturas, hacer “jigging” y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.
- Descenso de la línea hasta detectar capturas, reducir automáticamente la velocidad de bajada para que los anzuelos alcancen la profundidad del pescado y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.

En posteriores reuniones con representantes de los “arrantzales” se acotó la propuesta de automatización y se decidió solicitar la tercera de las propuestas a la empresa fabricante del halador. Se solicitó que en el momento en el que el halador detectase el pescado redujese la velocidad durante 10-15 sg para permitir al pescado tomar los anzuelos, comenzando inmediatamente con la virada.

Una vez realizadas las primeras pruebas de mar y en vista de la dificultad que entrañaba la reducción de la velocidad durante los 10-15 segundos posteriores a la detección del pescado, se acordaron con los “arrantzales” nuevas especificaciones que serán relatadas cronológicamente en el siguiente apartado.

4.3 DESARROLLO DE UN PROTOTIPO AUTOMÁTICO DE HALADOR Y PRUEBAS DE MAR

El primer prototipo de halador automático estuvo preparado en enero del 2006 (Figura 8) y su aspecto es muy similar a los haladores RAPP HYDEMA no automáticos. Consta de dos carretes o tambores, uno superior donde se aloja la línea y uno inferior donde queda estibada la banda plástica que recubre los anzuelos. Al igual que los no automáticos dispone también al final de la mencionada banda plástica de un tope metálico que asegura el arrastre de la banda que cubre los anzuelos.



Figura 8: Halador automático RAPP HYDEMA recién llegado a Bermeo en enero del 2006.

La principal diferencia de este halador con respecto a los no automáticos reside en la caja de automatización, alimentada por corriente eléctrica continua de 12 voltios y en el pulsador de parada automática o parada de emergencia. La citada caja cuenta en su parte externa con dos ruedas selectoras (Figura 9), una de profundidad que permite al usuario seleccionar la profundidad máxima a la que desciende el aparejo en un rango comprendido entre 10 y 150 metros y otra de freno¹ que regula la intensidad del freno que actúa sobre el carrete o tambor superior.

¹ En una posterior versión de este carrete este selector fue suprimido, colocando en su lugar un selector de programa como ya se explicará más adelante.



Figura 9: Caja de automatización del halador automático, caja original (izquierda) y caja modificada (derecha).

Además cuenta con 3 pulsadores y con 4 luces indicadoras de función. Los pulsadores sirven para arrancar el programa (Program Start/Stop) y para accionar manualmente el halador en virada (up) y en arriada (down). Manteniendo ambos pulsadores apretados a la vez seleccionamos la cantidad de banda plástica que recogerá el carrete superior en la virada, de este modo seleccionamos la cantidad de anzuelos o de metros de puntera que recogerá hasta su parada automática. Las luces por su parte indican la fase de trabajo, es decir si el halador está parado (zero), en largada (run), ha llegado a la profundidad prefijada (deep) o ha detectado algún funcionamiento incorrecto (alarm).

El interior de la caja (Figura 10) alberga una placa de circuito impreso donde se acopla el microchip o tarjeta con las especificaciones de la automatización (P3), además cuenta con tres potenciómetros encargados de regular la intensidad del freno sobre los tambores como se verá más adelante.

4.3.1 PRIMERA PRUEBA DEL PROTOTIPO

Para la comprobación del funcionamiento del halador se realizó un ensayo previo en el banco de pruebas de TALLERES GAZTETXU (Figura 11), posteriormente fue instalado a bordo del barco *Urdaibai Bat* (Figura 11). Este barco comenzó la costera de verdel el 13 de febrero del 2006. El primer día de costera se realizó la primera prueba de mar del prototipo automático,

las capturas fueron escasas pero se realizaron algunas observaciones acerca del funcionamiento.

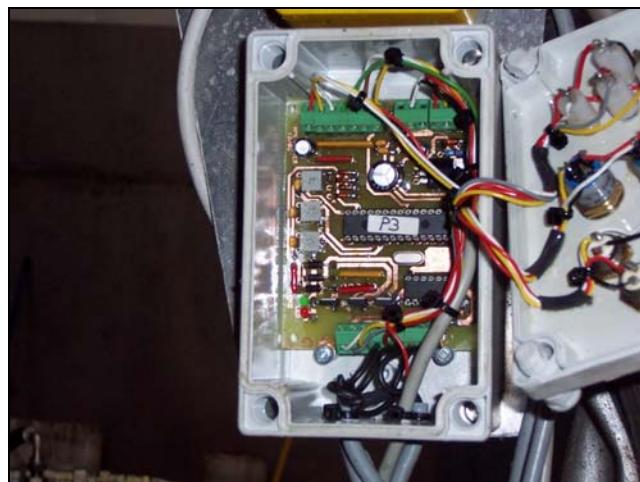


Figura 10: Interior de la caja de automatización del halador automático (izquierda) y detalle del microchip (derecha).

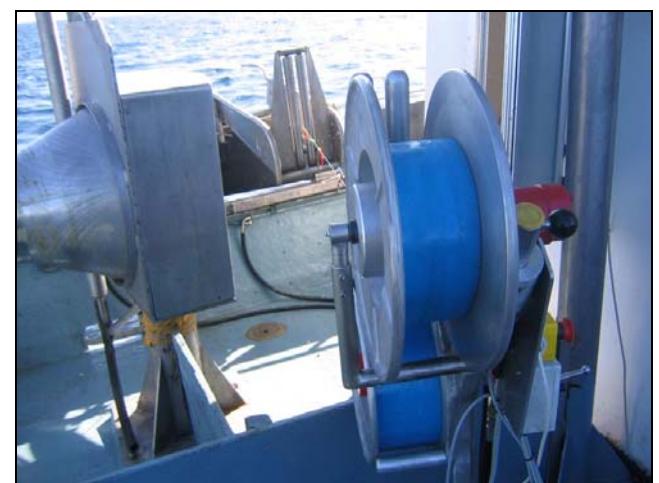
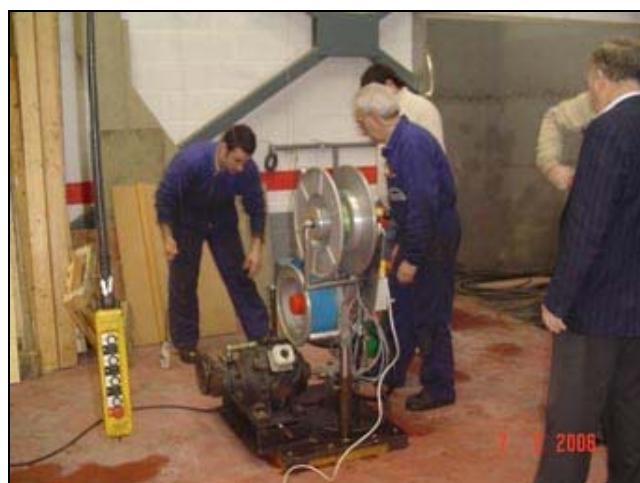


Figura 11: Halador automático en el banco de pruebas (izquierda) y montado a bordo del *Urdaibai bat* (derecha).

Se comprobó que la velocidad inicial de salida de la puntera con anzuelos era demasiado elevada con el riesgo de que se produjesen enganches de los anzuelos en el tranquero y el aparejo se enredase completamente. Posteriormente la velocidad de bajada fue buena hasta que el plomo alcanzaba 20-30 brazas, momento en el que la velocidad de caída se ralentizaba y el halador automático era mucho más lento que los no automáticos, perdiendo efectividad frente a éstos. En este halador la detección del pescado o en su defecto del fondo tan solo se realiza en el momento en que el carrete superior se detiene por completo. En la primera

salida se observó que cuando el plomo tocaba fondo, el carrete superior continuaba girando lentamente por el abatimiento del barco hasta detenerse por completo transcurridos unos segundos. Una vez detectado el pescado, el tiempo que transcurría hasta el comienzo automático de la virada era superior al especificado. En ningún momento se observó que al detectar el pescado o el fondo, el halador redujese la velocidad durante 10-15 segundos como se solicitó quizás debido a que se trabajó en profundidades comprendidas entre 50 y 80 brazas, con el pescado cerca del fondo y la velocidad del halador a partir de las 35 brazas era muy reducida. Además al finalizar cada operación de pesca, es decir al finalizar la virada, el halador permanecía parado durante 4 segundos aproximadamente, siendo éste un tiempo perdido para la pesca.

En vista de los resultados obtenidos, el 16 de febrero se solicitó a la empresa fabricante del halador el envío de una nueva tarjeta que incluyese las siguientes especificaciones de funcionamiento:

- Al comienzo de la operación, momento en el que los anzuelos salen del carrete superior, la velocidad debía ser algo menor que la que tenía.
- Una vez que los anzuelos salen del carrete superior, la velocidad debía de aumentar para posteriormente mantenerse constante. Se estimaba como óptima una velocidad igual o ligeramente superior a la de los carretes no automáticos.
- Cuando el halador detecta el pescado debería detenerse y comenzar a virar inmediatamente, con la particularidad de que los primeros 5 segundos de la virada deberían ser a una velocidad inferior a la de virada normal. Al comenzar la virada con una velocidad inferior, se permitiría al banco de peces alcanzar la totalidad de los anzuelos de la puntera. Esta especificación sustituiría a la reducción de velocidad durante 10-15 segundos y su efecto sobre el pescado sería muy similar.
- Por último se solicitó que el halador una vez virada la puntera del aparejo debería parar e iniciar inmediatamente una nueva operación.

4.3.2 SEGUNDA PRUEBA DEL PROTOTIPO

En marzo del 2006 se recibió en Bermeo una nueva tarjeta en la que se incluían nuevas especificaciones de funcionamiento. El 16 de marzo se colocó la nueva tarjeta en el halador y antes de montarlo en el barco se comprobó su funcionamiento en el banco de pruebas en taller. Aquí se observó lo siguiente:

- Una vez detectado el pescado el halador para durante 5-6 segundos antes de comenzar a virar.
- La virada es lenta desde el comienzo hasta la finalización, no solo durante los 5 primeros segundos de virada como se solicitó.
- Una vez finalizada la virada, el halador se detenía y no comenzaba con una nueva operación. Era necesario volver a arrancar manualmente.

Los resultados obtenidos con la nueva tarjeta, fueron comunicados a la empresa fabricante para que solucionase los problemas detectados. Asimismo se solicitó a la citada empresa que incluyese 3 tarjetas cada una de ellas con especificaciones de funcionamiento diferentes (tabla 1), preparando para cada tipo de tarjeta 2 copias para evitar problemas de deterioro de las mismas. Igualmente se pidió un esquema del circuito electrónico que incluyese todas las posibles regulaciones del mismo, en especial de los reguladores de corriente o potenciómetros que regulan la fuerza de actuación de los frenos y velocidades de rotación del carrete superior.

Tabla 1. Especificaciones de automatización para cada una de las tarjetas.

	Tarjeta A	Tarjeta B	Tarjeta C
Velocidad comienzo de arriado	Moderada	Idem	Idem
Momento detección del pescado	Se detiene	Idem	Idem
Tiempo de parada (sg)	0	3	0
Velocidad comienzo virada	Reducida en 5 sg	Máxima	*
Velocidad resto virada	Máxima	Idem	Idem
Tiempo parada hasta nueva operación (sg)	0	Idem	Idem

(*) la tarjeta C incluía la realización por 2 veces de “jigging”, es decir, oscilaciones cortas (3-4 sg) de subida y bajada de la línea como estímulo para desencadenar la picada del pescado.

Ante esta solicitud la empresa fabricante respondió que para realizar los ajustes solicitados en la tarjeta era necesario disponer del halador en Noruega, por lo que el halador fue enviado a Noruega.

4.3.3 TERCERA PRUEBA DEL PROTOTIPO

El halador modificado llegó a Bermeo el 30 de mayo del 2006, por lo que en la semana del 5 de junio se realizó un ensayo de funcionamiento en tierra, nuevamente en el banco de pruebas de TALLERES GAZTETXU. El ensayo realizado fue satisfactorio y en él se observaron los siguientes cambios en el halador:

- El mando para seleccionar la potencia del freno ha sido eliminado y en su lugar este mando selecciona el tipo de programa de funcionamiento, siendo 4 los programas de los que dispone el halador. Estos programas, en lugar de encontrarse cada uno de ellos recogidos en una tarjeta independiente, se encuentran todos ellos en una misma tarjeta, así el selector de programa permite intercambiar entre ellos incluso durante la operación de pesca.
- El halador dispone de un freno automático que reduce la velocidad del carrete superior tan solo en el inicio de la operación, comenzando a funcionar una vez que dicho carrete ha dado dos vueltas de arriado. La regulación de la intensidad de este freno se realiza por medio de un potenciómetro (potenciómetro 1) alojado en el interior de la caja de control (Figura 12). Posteriormente este freno va dejando progresivamente de actuar, ello es regulado con el potenciómetro 2.
- La caja de control aloja además de los dos ya citados un tercer potenciómetro, encargado de reducir la velocidad de virada del carrete superior en el momento en que los anzuelos comienzan a entrar por la rampa y son cubiertos por la banda plástica.

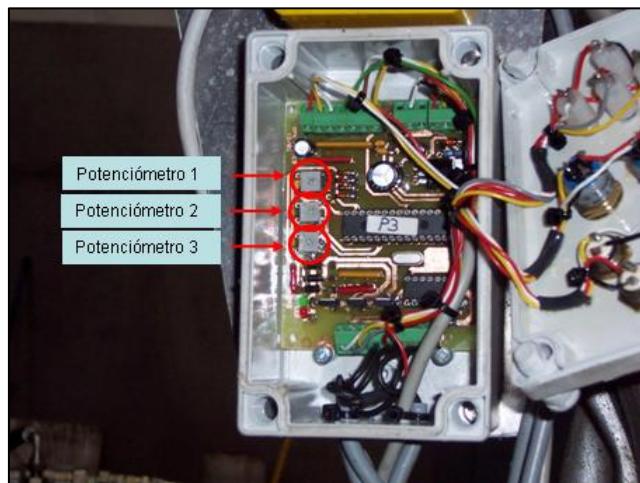


Figura 12: Potenciómetros señalados con círculos rojos en la caja de automatización.

La funcionalidad del carrete en cada uno de los cuatro programas es la siguiente:

Programa A	<ul style="list-style-type: none"> • El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad, se detiene y comienza de inmediato con la virada hasta llegar arriba donde se detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo comienza inmediatamente con la virada.
Programa B	<ul style="list-style-type: none"> • El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad y cuando llega a la misma se detiene durante 2 segundos. Transcurridos los 2 segundos comienza a virar hasta llegar arriba donde se detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo, se detiene durante 2 segundos, pasados los cuales comienza con la virada.
Programa C	<ul style="list-style-type: none"> • El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad, se detiene y efectúa 2 ciclos de “jigging”. Cada ciclo de “jigging” consta de una virada durante 3-4 segundos y de una arriada de igual duración. Una vez realizado el “jigging” comienza con la virada hasta llegar arriba donde se detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo realiza el “jigging” anteriormente descrito y comienza inmediatamente con la virada.
Programa D	<ul style="list-style-type: none"> • El carrete realiza consecutivamente los 3 programas descritos anteriormente, comenzando por el primero de ellos, seguido del segundo y por último el tercero.

Finalmente se contactó con el *Virgen del Puerto*, donde una vez instalado el prototipo de halador hidráulico se salió a la mar el 28 de junio con el objetivo de probar las nuevas especificaciones del halador. Para esta salida además de la tripulación del barco y del personal técnico de AZTI se contó con el apoyo del personal técnico de TALLERES GAZTETXU encargado del montaje y de los reglajes del equipo.

En las fechas en las que se realizó la prueba de mar no hubo disponibilidad de verdeles, por lo que para reproducir la situación de pesca lo más fielmente posible se utilizó un dispositivo preparado a su efecto. La prueba se realizó en una profundidad de 30 brazas y se probaron los diferentes programas tanto con el dispositivo que simula el pescado como sin él. Además se realizaron pruebas con el selector de profundidad fijado a diferentes profundidades, tanto inferiores como superiores a la profundidad del fondo para que el plomo quedase parado sobre él. La parada del plomo sobre el fondo también resulta similar al efecto que realizan los verdeles cuando en gran número toman los anzuelos y frenan al plomo en su totalidad, dejando la línea madre “en banda”. Previamente a la realización de las pruebas se ajustaron los tres potenciómetros del freno del carrete superior, actuando los dos primeros al comienzo de la bajada (en la salida de los anzuelos del carrete superior) y el tercero al final de la virada (en la entrada de los anzuelos al carrete superior).

En primer lugar se realizó una prueba de todos los programas prefijando en el selector de profundidad aproximadamente 8 brazas, inferior a las 30 brazas del fondo. Se comprobó que todos los programas funcionaban correctamente, cumpliendo todas las especificaciones comunicadas por el fabricante. Posteriormente se aumentó la profundidad prefijada en el halador a unas 20 brazas, aquí se demostró que si bien todos los programas funcionaban correctamente, a partir de unas 10 brazas de bajada, el carrete superior del halador comenzaba a girar muy deprisa. Como consecuencia del aumento de velocidad del carrete superior se pudo observar en varios de los lances que la línea era filada del carrete superior a mayor velocidad que la del bajada del plomo, por lo que se formaba un seno en la línea que se enredaba en el halador. A continuación se incrementó la profundidad prefijada al máximo permitido por el selector (150 metros), de este modo el plomo sería detenido por el fondo al alcanzar las 30 brazas de profundidad. Se observó que en todos los programas el carrete superior seguía girando incluso después de que el plomo había sido detenido por el fondo. A consecuencia de ello varios metros de línea eran filados del carrete superior hasta que este se detenía por completo, provocando continuos enredos. En los dos primeros programas el halador comenzaba con la virada siguiendo las especificaciones indicadas y los senos de la

línea se enredaban en el halador. Sin embargo en el tercer programa no se observó que realizase el “jigging” indicado, quedando el halador parado.

Por último se realizó la prueba con el dispositivo encargado de sustituir a los peces, fijado a 12 brazas, es decir en el momento que el plomo bajaba hasta 12 brazas los flotadores comenzaban a actuar reduciendo la velocidad de bajada del mismo. En este experimento se obtuvieron resultados positivos para el programa B (2 segundos de parada hasta que comienza a virar), que funcionó correctamente sin enredos de la línea. Por su parte en el programa A, se volvieron a observar enredos de la línea y en el programa C no se observó que realizase “jigging”.

4.4 MEJORA DE LA PUNTERA DEL APAREJO DE VERDEL

A lo largo de la costera de verdel del año 2005 y coincidiendo con la implantación de los primeros haladores de verdel RAPP HYDEMA en barcos principalmente de Bermeo, se detectó en estos barcos un incremento en el número de punteras rotas. Tratando de buscar las razones de este problema se identificaron 3 líneas de trabajo o puntos de mejora:

- Mejora en el aprendizaje del manejo del halador por parte de los usuarios.
- Mejoras en la mecanización y/o funcionamiento del halador.
- Mejoras en la puntera del aparejo de verdel.

El primero de los puntos no se abordó, puesto que el tiempo y el uso continuado del halador por parte de los usuarios sería el que a la postre produjese la mejora en el aprendizaje. La mejora en la mecanización y funcionamiento del halador fue emprendido por TALLERES GAZTETXU y ya ha sido explicado en el punto 5.1 del presente informe. En cuanto el tercero de los puntos, la mejora de la puntera se centró en primer lugar en buscar nuevos materiales diferentes al utilizado hasta el momento (monofilamento de poliamida), buscando materiales que soportasen una mayor carga de rotura que la poliamida incluso con un diámetro inferior. Se examinaron en primer lugar cables de acero inoxidable trenzado cuya carga de rotura era muy superior a la de la poliamida, incluso en diámetros muy inferiores a ésta. Rápidamente se desestimó esta opción debido principalmente a dos razones, la dificultad de amarrar los anzuelos en este material y lo visible que resultaba en el agua a juicio de los patrones, que se posicionaron reticentes a su empleo. Así pues se comenzaron a buscar marcas comerciales de

monofilamentos de poliamida diferentes de las utilizadas mayoritariamente por los “arrantzales”. Entre éstas marcas comerciales se identificaron algunas cuyas especificaciones en cuanto a cargas de rotura eran muy superiores a las de las marcas más utilizadas hasta el momento. Con el objeto de contrastar estas especificaciones, se contactó con la empresa GAIKER para que realizase una serie de ensayos de carga de rotura con los nuevos monofilamentos de poliamida identificados. Los monofilamentos objeto del ensayo fueron los de las marcas comerciales ASSO, POLAR, STAR y BAYER, siendo este último el más utilizado por parte de los “arrantzales”.

Para la realización de los ensayos se efectuaron pruebas tanto con el material seco y sin nudo como mojado y con nudo, tratando así en esta segunda condición del material de reproducir lo más fielmente posible las condiciones de trabajo de estos materiales en la mar. Además, por experiencias previas de las roturas que se dan en la mar, éstas se producen mayoritariamente en el nudo de amarre del anzuelo con el monofilamento, donde parece que las fibras del monofilamento se debilitan por el efecto de la torsión del nudo. Por otra parte se ensayaron los grosores más utilizados por los “arrantzales” en las punteras de verdel, 110 y 120 mm. El monofilamento de 110 mm es utilizado principalmente al inicio y final de costera, cuando el verdel es más reticente a tomar el anzuelo y las capturas no son muy abundantes. El de 120 mm es utilizado en plena costera, cuando las capturas son abundantes y muchos de los anzuelos tienen pescado por lo que se necesita de una mayor resistencia a la rotura.

Para cada material y condición, seco sin nudo/mojado con nudo, se realizaron 3 réplicas, aplicando una velocidad de ensayo a la máquina de 500 mm/min con una distancia entre las mordazas de sujeción de 150 mm (Figura 13).

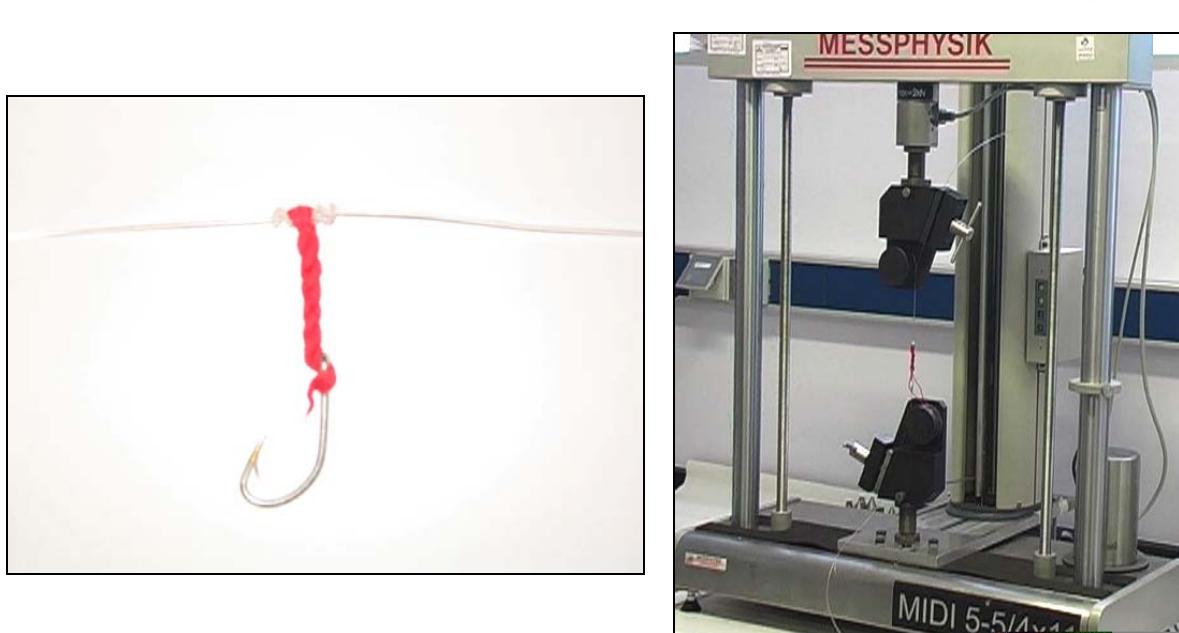


Figura 13: Detalle del nudo de un anzuelo montado en el monofilamento (izquierda) y máquina realizando el ensayo (derecha).

Los resultados obtenidos en los ensayos corresponden al promedio de las 3 réplicas realizadas para cada uno de ellos y demuestran las diferencias existentes entre las 4 marcas comerciales en las dos condiciones en las que se realizaron los ensayos.

Se testaron tres parámetros como son la fuerza máxima a tracción en kilogramos, la resistencia a la tracción en Kg/mm y el alargamiento en porcentaje. De estos tres parámetros, el segundo de ellos es el más importante, dado que tiene en cuenta el grosor real del hilo, mientras que en el primero se asume que el grosor nominal es el real. El parámetro alargamiento, si bien se incluye en las tablas, no es analizado puesto que el objetivo de los ensayos era determinar la resistencia del material.

El monofilamento más resistente de los testados en 120 mm de diámetro en la condición de seco y sin nudo (tabla 2) resultó ser el POLAR con una resistencia a la tracción de 75,2 Kg/mm, seguido del BAYER (46,7), del ASSO (41,8) y por último el STAR (40,4).

Tabla 2. Prestaciones físicas registradas para los monofilamentos de 120 mm en seco y sin nudo.

	ASSO 120	POLAR 120	BAYER 120	STAR 120
Fuerza máxima a tracción (Kg)	49,6	90,9	57,4	45,0
Resistencia a la tracción (Kg/mm)	41,8	75,2	46,7	40,4
Alargamiento (%)	89,9	77,4	69,0	82,5

Para la condición de mojado y con nudo, en el diámetro de 120 mm (tabla 3) nuevamente el monofilamento POLAR resultó ser el que reflejaba una mayor resistencia a la tracción con 37,0 Kg/mm, un 16% más resistente que el STAR (31,8), un 25% más que el ASSO (29,5) y por último un 58% más que el BAYER (23,4). Este último monofilamento es el más ampliamente utilizado por los “arrantzales” en la confección de las punteras de verdel.

Tabla 3. Prestaciones físicas registradas para los monofilamentos de 120 mm en mojado y con nudo.

	ASSO 120	POLAR 120	BAYER 120	STAR 120
Fuerza máxima a tracción (Kg)	35,6	45,2	28,7	34,8
Resistencia a la tracción (Kg/mm)	29,5	37,0	23,4	31,8
Alargamiento (%)	72,6	64,7	49,8	72,3

Es de destacar la pérdida observada en la resistencia a la tracción al modificar la condición del material, es decir de realizar las pruebas en seco y sin nudo a hacerlas en mojado y con nudo (tabla 4). Esta pérdida se hace más patente para los monofilamentos POLAR y BAYER, con reducciones que rondan el 50% en ambos casos, es decir en seco y sin nudo son el doble de resistentes que mojados y con nudo. Por su parte los otros dos monofilamentos testados, el ASSO y el STAR mostraron reducciones inferiores al 30%, 29% para el ASSO y 21% para el STAR. Es decir en seco y sin nudo son un 42% y un 27% respectivamente más resistentes que en la condición de mojado y con nudo.

Tabla 4. Pérdida de la resistencia a la tracción para los monofilamentos de 120 mm al pasar de seco y sin nudo a mojado y con nudo.

	ASSO 120	POLAR 120	BAYER 120	STAR 120
Reducción (%)	29	51	50	21

Entre los monofilamentos de 110 mm de diámetro en la condición de seco y sin nudo destaca el POLAR como el más resistente a la tracción con 78,1 Kg/mm (tabla 5). Los valores ofrecidos por los restantes monofilamentos fueron inferiores al citado, con descensos superiores al 27% en los tres casos. El más resistente de los restantes fue el BAYER con 56,6 Kg/mm seguido a continuación por el ASSO con 53,0 y por último el STAR con 43,5.

Tabla 5. Prestaciones físicas registradas para los monofilamentos de 110 mm en seco y sin nudo.

	ASSO 110	POLAR 110	BAYER 110	STAR 110
Fuerza máxima a tracción (Kg)	53,1	77,0	56,0	45,1
Resistencia a la tracción (Kg/mm)	53,0	78,1	56,8	43,5
Alargamiento (%)	91,9	78,6	73,7	88,4

En los ensayos realizados en la condición de mojado y con nudo los resultados fueron muy diferentes, siendo el monofilamento más resistente a la tracción el BAYER con 33,1 Kg/mm (tabla 6). Si bien tan solo fue un 6% más resistente que el POLAR (31,0) que fue el menos resistente en esta condición. Además fue un 4% más resistente que el STAR y un 6% más que el ASSO con 31,6 y 31,1 respectivamente.

Tabla 6. Prestaciones físicas registradas para los monofilamentos de 110 mm en mojado y con nudo.

	ASSO 110	POLAR 110	BAYER 110	STAR 110
Fuerza máxima a tracción (Kg)	31,2	31,8	32,6	31,7
Resistencia a la tracción (Kg/mm)	31,1	31,0	33,1	31,6
Alargamiento (%)	65,7	54,3	61,8	83,2

Nuevamente se observaron pérdidas en la resistencia al cambiar a la condición de mojado y con nudo, siendo la más destacada la observada para el monofilamento POLAR (tabla 7). Este monofilamento evidenció una pérdida de resistencia del 60%, es decir, este monofilamento resulta dos veces y media más resistente en seco y sin nudo que mojado y con nudo. A continuación el BAYER con una reducción del 42%, resulta un 72% más resistente en la primera condición seguido del ASSO con una pérdida del 41%, resultando un 70% más resistente seco y sin nudo. Por último el monofilamento STAR es el que sufre una menor reducción de la resistencia 27%, siendo en seco y sin nudo un 38% más resistente.

Tabla 7. Pérdida de la resistencia a la tracción para los monofilamentos de 110 mm al pasar de seco y sin nudo a mojado y con nudo.

	ASSO 110	POLAR 110	BAYER 110	STAR 110
Reducción (%)	41	60	42	27

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este proyecto son las que se enumeran a continuación:

- Cada “arrantzale” tiene una idea propia del proceso de automatización que debería ser incorporado al halador automático. Por ello han sido identificadas varias funcionalidades diferentes a partir de las encuestas, si bien el conjunto de ideas no difieren considerablemente entre si. Las funcionalidades identificadas han sido las siguientes:
 1. Descenso de la línea hasta detectar capturas y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.
 2. Descenso de la línea hasta detectar capturas, hacer “jigging” y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.
 3. Descenso de la línea hasta detectar capturas, reducir automáticamente la velocidad de bajada para que los anzuelos alcancen la profundidad del pescado y subir inmediatamente para volver a bajar sola por accionamiento automático del halador.
- El prototipo dispone de cuatro programas de automatización integrados en un mismo microchip, de manera que por medio de un selector, el usuario puede cambiar de programa. Las funcionalidades que realiza cada uno de los programas son:
 1. El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad, se detiene y comienza de inmediato con la virada hasta llegar arriba donde se detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo comienza inmediatamente con la virada.
 2. El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad y cuando llega a la misma se detiene durante 2 segundos. Transcurridos los 2 segundos comienza a virar hasta llegar arriba donde se

detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo, se detiene durante 2 segundos, pasados los cuales comienza con la virada.

3. El carrete superior arría línea hasta la profundidad prefijada en el selector de profundidad, se detiene y efectúa 2 ciclos de “jigging”. Cada ciclo de “jigging” consta de una virada durante 3-4 segundos y de una arriada de igual duración. Una vez realizado el “jigging” comienza con la virada hasta llegar arriba donde se detiene y comienza de inmediato a arriar. Si detecta pescado antes de llegar al fondo realiza el “jigging” anteriormente descrito y comienza inmediatamente con la virada.
 4. El carrete realiza consecutivamente los 3 programas descritos anteriormente, comenzando por el primero de ellos, seguido del segundo y por último el tercero.
- El prototipo automático realiza correctamente las funciones programadas en profundidades inferiores a aproximadamente 10 brazas. A partir de las 10 brazas la velocidad del carrete superior aumenta, por lo que cuando se detiene el plomo, el carrete mantiene la velocidad por inercia y tarda un tiempo en detenerse. Hasta que el carrete superior se detiene la línea madre sigue saliendo de este carrete y posteriormente, cuando el halador comienza a virar, la línea se enreda en diferentes partes del halador.
 - Es un claro aspecto objeto de mejora a corto plazo la reducción de la velocidad en descenso para evitar enredos de la línea madre por lo anteriormente explicado.
 - El último prototipo de halador no ha podido ser testado en situación real de pesca; por esta razón y dado que no se han comprobado todas las prestaciones técnicas de los automatismos no se ha acometido la automatización de los haladores ya existentes por medio de un kit de automatización. Por la misma razón, tampoco se han podido realizar comparaciones de la eficiencia del halador automático frente a los no automáticos.
 - Se han realizado pruebas con nuevos monofilamentos para la confección de la puntera de verdel. Las pruebas fueron llevadas a cabo en diferentes condiciones del material, seco sin nudo y mojado con nudo. Entre las cuatro marcas de monofilamentos testados, en 120 mm de diámetro, el monofilamento de la marca

POLAR es el más resistente. Por su parte entre los de 110 mm el BAYER ha sido el más resistente. Se han observado importantes reducciones en las resistencias de todos los materiales al pasar de la condición seco y sin nudo a la condición mojado y con nudo. Estas reducciones varían en el diámetro de 120 mm entre el 51 y 21%, mientras que en los monofilamentos de 110 mm oscilan entre el 60 y el 27%.

Puesto que este año no ha resultado posible la prueba de este halador en plena costera, resulta de vital importancia acometer los trabajos de optimización del halador antes de la costera del año 2007. Si se consiguen evitar los enredos de la línea madre debidos a la excesiva velocidad del carrete superior, se abriría la posibilidad de disponer de un halador con posibilidad de ajustarse a las diferentes necesidades de los usuarios. Esto se conseguiría por medio de la incorporación al microchip de un mayor número de programas con especificaciones diferentes y fácilmente seleccionables. Así cada usuario podría seleccionar el programa que considerase más efectivo o intercambiarlos en función del momento de pesca.

Si bien no estaba contemplado en los objetivos del proyecto, otra conclusión a la que se ha llegado en el transcurso del mismo ha sido la constatación de los cambios realizados en los haladores no automáticos para subsanar los problemas originados por los mismos en su primer año de implantación. Una vez los problemas han sido subsanados se encuentran todos ellos funcionando a pleno rendimiento. Además de los pequeños cambios realizados en los haladores, se ha hecho patente la importancia de disponer de circuitos hidráulicos en condiciones para el correcto funcionamiento de los mismos.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecer la colaboración de los patrones y tripulantes en la realización de encuestas y en especial a los patrones del *Urdaibai Bat* y *Virgen del Puerto* por aportar su experiencia y sus barcos para la realización de embarques. A TALLERES GAZTETXU por el apoyo brindado en los aspectos técnicos del halador y 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 para mejorar las condiciones de trabajo de los “arrantzales”.