

Egoitza / Sede Bizkaia
Txatxarramendi ugarte 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



DISEÑO, CONSTRUCCION Y VALIDACION DE UNA CAÑA MECANIZADA PARA LA PESCA DE TUNIDOS

Informe final

para:

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

Sr. Josu Santiago Burrutxaga

Director de Pesca

Sukarrieta, 28 de septiembre de 2007

Tipo documento Informe final
Titulo documento Diseño, construcción y validación de una caña mecanizada para la pesca de tunidos.
Fecha 22/10/2007
Código Proyecto ATM2006CAÑA_CIM
Cliente DAPA. Dirección de Pesca. Gobierno Vasco

Equipo de proyecto: José María Ferarios Lázaro
José Franco Vitorica
Pedro Monzón Duran
Guillermo Boyra Eizagirre

Responsable proyecto José María Ferarios Lázaro

Revisado por Esteban Puente Picó

Fecha

Aprobado por Esteban Puente Picó

Fecha 05/11/07

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	4
2.	OBJETIVOS	6
3.	INTRODUCCIÓN.....	7
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	10
5.	RESULTADOS	20
5.1	ESTADO ACTUAL.....	20
5.2	EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS DE SEGURIDAD	27
5.3	EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y CARGA POSTURAL	28
5.4	ACCIÓN PROPUESTA Y ANÁLISIS DE LA MEJORA.....	38
5.5	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN.....	42
5.6	PRUEBAS DE MAR.....	49
5.6.1	ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO.....	67
5.6.2	ANÁLISIS DE LA OPERATIVA DE PESCA: AUTOMÁTICO / MANUAL	71
5.6.3	PESCAS COMPARATIVAS	75
6.	DISCUSIÓN	78
7.	CONCLUSIONES	80
8.	AGRADECIMIENTOS.....	83
9.	ANEXOS	84
9.1	DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN REQUISITOS	85
9.2	PLAN DE PRUEBAS	107
9.3	LISTADO DE MATERIALES.....	117
9.4	LISTADO DE ACCESORIOS COMERCIALES.....	119
9.5	PLANOS DE DETALLE FINAL CORREGIDOS.....	121

1. ANTECEDENTES

A lo largo del año 2005 AZTI-TECNALIA ha llevado a cabo el proyecto “Desarrollo y prueba de prestaciones de un prototipo de caña semi-automática para la pesca de tunidos” a instancias de la Dirección de Pesca del Gobierno Vasco. De este proyecto se extrajeron una serie de conclusiones que evidenciaron una mejora ostensible en materia de seguridad y salud para el desarrollo de esta actividad.

La Comisión de Tecnología Pesquera de Cerco/AZTI a la que se presentaron, en reunión mantenida en Pasajes el 10 de Marzo del 2006 los resultados del citado proyecto, planteó la necesidad de seguir avanzando en el desarrollo de cañas para la pesca de túnidos en general, priorizando en prototipos adaptados para la pesca de cimarrón.

La actividad de pesca de cimarrón que realiza la flota vasca de bajura se efectúa soportando manualmente una caña de cinco metros de longitud y un peso aproximado de 6 kilos durante períodos prolongados de tiempo. Las tareas de pesca son así extremadamente penosas físicamente y están sujetas a riesgos altos de lesiones, fundamentalmente en el aparato músculo-esquelético del arrantzale sobre quien recaen las fuerzas ejercidas durante la operativa de pesca y embarque del pescado.

Este proyecto se plantea ahondar en la mecanización y automatización de la operativa de pesca para minimizar tanto cargas de trabajo penosas como riesgos de lesiones por medio de desarrollos de cañas que mecanicen y automaticen las tareas más penosas efectuadas ahora mismo por los marineros en la pesca de túnidos. En particular se hará especial énfasis en aumentar el confort laboral a bordo mitigando la tarea de soportar manualmente la caña

empleada, de seis metros de longitud durante todo el tiempo que dura la maniobra de pesca. La consecución de este objetivo evitaría considerablemente los riesgos de sufrir lesiones músculo esqueléticas en la zona lumbar, muy frecuentes en este tipo de actividad.

2. OBJETIVOS

El objetivo genérico de este proyecto es diseñar, construir y validar las prestaciones técnicas de un prototipo de caña mecanizada para la pesca de túnidos con cebo vivo.

La sustitución de las cañas actuales por una caña mecanizada que facilite el trabajo al pescador y garantice un nivel alto de seguridad en la maniobra de pesca es la base de este proyecto que, de modo general, pretende la automatización de la caña empleada tradicionalmente para la pesca del cimarrón manteniendo el sistema de motor/poleas/drizas o considerando otras alternativas para la captura y embarque del pescado.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Caracterizar técnicamente los sistemas de pesca tradicionales empleados en la pesca de túnidos por la flota de cebo vivo.
- Establecer los requisitos de usuario y especificaciones técnicas que permitan realizar el diseño conceptual de prototipos.
- Construir, instalar y validar mediante pruebas de taller y de mar el prototipo construido en base a las especificaciones técnicas.
- Estimar las prestaciones técnicas de pesca de la caña automática comparada con la operativa tradicional en pesca comercial.
- Evaluar las implicaciones en materia de seguridad y confort laboral del uso potencial del nuevo diseño.

3. INTRODUCCIÓN

Las primeras experiencias de pesca con cebo vivo tuvieron lugar en Donibane Loitzun. Dos de los principales armadores de este puerto, Pommereau y Elissalt, tuvieron conocimiento del uso de este método de pesca y decidieron en 1947 hacer una serie de intentos. Los ensayos contaron con la financiación del Comité Central de las Pescas Marítimas y el Comité Interprofesional del Atún. Tras vencer las primeras incredulidades la implantación de esta modalidad de pesca fue inmediata en la mayor parte de los puertos vascos.

Desde su introducción, las alteraciones a las que se ha visto sometido este método de pesca en el País Vasco han sido relativamente escasas. Dejando aparte las mejoras progresivas relativas a las embarcaciones así como los desarrollos tecnológicos en los equipamientos generales del barco, especialmente en lo que se refiere a la detección de pescado, las principales evoluciones del método del cebo vivo han tenido que ver básicamente con la disposición tipo y número de viveros.

En la operativa de pesca de túnidos a caña con cebo vivo el barco maniobra para quedar con la banda de babor al viento y la de estribor o de maniobra al oleaje, de modo que a poco agitada que se encuentre la mar la permanencia de los pescadores sobre la cubierta, es ardua.

La pesca se realiza sobre cubierta a lo largo de la banda de estribor y cada marinero soporta una caña asida por ambas manos (imagen 1) apoyando su extremo inferior en la entrepierna. Entre tanto un tripulante se encarga de aportarles cebo y de mantener cerca a los atunes arrojando al agua periódicamente peces vivos previamente almacenados en los viveros.

Cada tripulante que maneja una caña suele tener otro junto a él provisto con un gancho para acompañarle en el esfuerzo de traer primero la captura hasta el costado e izarla posteriormente a bordo.



Imagen 1: Pesca de túnidos a caña con cebo vivo.

Los principales riesgos asociados a la maniobra de pesca de túnidos con caña tradicional son entre otros:

- La carga postural a la que está sometido el marinero durante el desarrollo de la maniobra.
- Caídas a la mar y al mismo nivel debido a pisadas sobre objetos, materiales y piezas capturadas y presentes en cubierta en las actividades.
- Golpes contra la propia estructura del buque, así como, contra los propios equipos, herramientas, instalaciones y materiales.
- Proyección de anzuelos pudiendo provocar heridas graves, amputaciones y pérdidas de órganos vitales derivando en minusvalías.

Estos riesgos se ven significativamente incrementados por las condiciones de mar adversas.

Ciertamente el sector de la pesca necesita de mejoras en su forma de trabajo, aumento del confort y las condiciones en las que se desarrolla, y para ello resulta imprescindible la implantación de una cultura preventiva que permita una mayor sensibilización, y necesariamente una tecnología en donde los aspectos preventivos y de protección estén integrados.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación se describe las diferentes sistemáticas tanto para la “Identificación y Evaluación de los Riesgos Inicial” asociados a esta maniobra, como la metodología desarrollada para el “Desarrollo, Construcción y Validación de prototipos” para la pesca de túnidos a caña:

Se identifican los riesgos asociados a la maniobra ejecutada en pesca de túnidos a caña tradicional y procede a la evaluación de los riesgos asociados utilizando las siguientes metodologías en función del tipo de riesgo:

- **Riesgos Específicos de Seguridad:** Sistema Binario simplificado empleado habitualmente por las Mutuas.
- **Riesgos Ergonómicos y Carga postural:** NTP 601 Evaluación de las Condiciones de Trabajo.- Carga Postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) que ha sido desarrollado por Hignett y McAtamney (Nottingham, 2000) para estimar el riesgo de padecer desordenes corporales relacionados con el trabajo.

El siguiente diagrama de flujo (figura 1) representa la secuencia metodológica empleada:

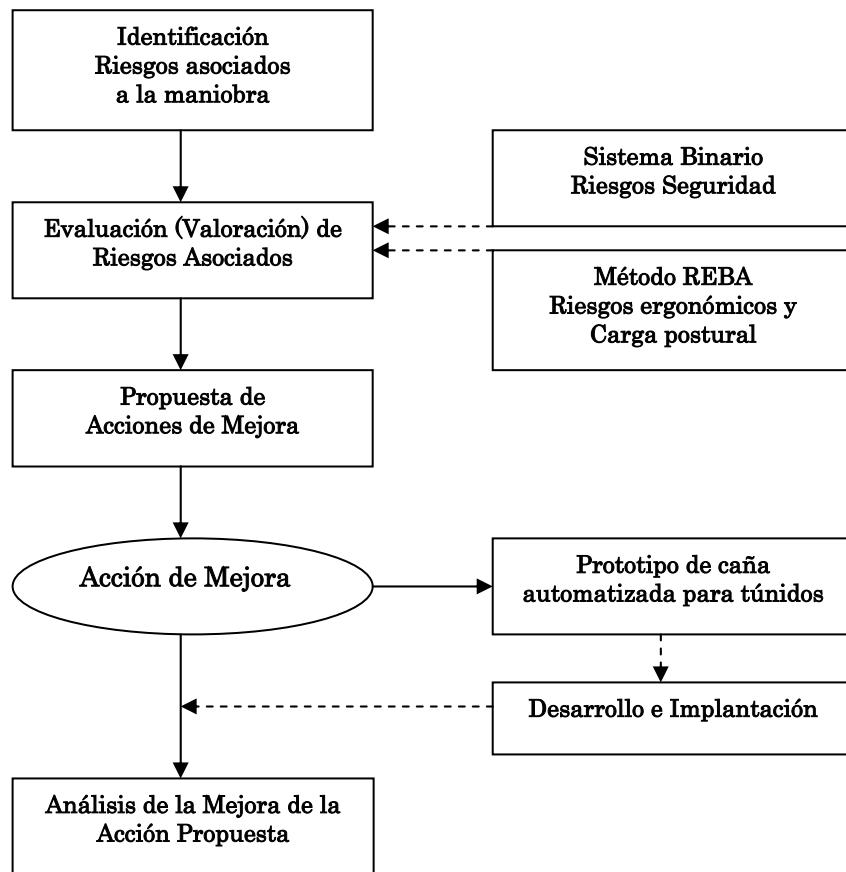


Figura 1: Secuencia metodológica empleada

Metodología Sistema Binario “Riesgos de Seguridad”

El sistema binario de identificación y evaluación de riesgos permite su valoración en función de la SEVERIDAD de las consecuencias de un suceso potencial y de la PROBABILIDAD de que se produzca dicho suceso.

Severidad o Gravedad:

Se establece una valoración que cuantifica las posibles pérdidas en el caso de desencadenamiento de la situación peligrosa detectada, definiéndose los siguientes niveles:

1. Baja: consecuencias de accidente sin baja laboral para el trabajador (cortes leves, rasguños, golpes, etc...).
2. Media: consecuencias de accidente con incapacidad laboral temporal para el trabajador (fracturas, proyecciones de cuerpos extraños en ojos, etc...).
3. Alta: consecuencia de accidente con incapacidad laboral permanente o muerte (amputaciones, fracturas complicadas, etc...).

Probabilidad:

Este factor se refiere a la probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia del accidente se sucedan en el tiempo, originando la consecuencia establecida. Se definen los siguientes niveles:

1. Baja: la probabilidad de tener consecuencias es remota ya que se ha producido anteriormente pero no en el centro de trabajo. Asimismo el tiempo de exposición y las personas expuestas son reducidos.
2. Media: es posible que sucedan consecuencias ya que han ocurrido alguna vez en el centro de trabajo, la exposición es elevada o están expuestos muchos trabajadores.
3. Alta: se considera probable que sucedan consecuencias porque es un hecho varias veces ocurrido en el puesto de trabajo.

Una vez elegidas las variables que definen la situación de riesgos detectada, se establece en cual de los niveles de riesgo nos encontramos conforme a la tabla 1:

Tabla 1. Niveles de riesgo según el método binario

		SEVERIDAD		
		2 BAJA	2 MEDIA	3 ALTA
PROBABILIDAD	1 BAJA	1 MUY LEVE	2 LEVE	3 MODERADO
	2 MEDIA	2 LEVE	3 MODERADO	4 GRAVE
	3 ALTA	3 MODERADO	4 GRAVE	5 MUY GRAVE

Metodología Ergonomía “Carga postural”

NTP 601 Evaluación de las Condiciones de Trabajo.- Carga Postural. Aplicación del Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) a la operativa de pesca de túnidos a caña.

Las técnicas que se utilizan para realizar un análisis postural tienen dos características que son la sensibilidad y la generalidad; una alta generalidad quiere decir que es aplicable en muchos casos pero probablemente tenga una baja sensibilidad, es decir, los resultados que se obtengan pueden ser pobres en detalles. En cambio, aquellas técnicas con alta sensibilidad en la que es necesaria una información muy precisa sobre los parámetros específicos que se miden, suelen tener una aplicación bastante limitada. Pero de las conocidas hasta hoy en día, ninguna es especialmente sensible para valorar la cantidad de posturas forzadas que se dan con mucha frecuencia en las tareas en las que se han de manipular personas o cualquier tipo de carga animada.

El método REBA pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos músculo esquelético en una variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.

- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

Metodología empleada para el Desarrollo, Construcción y Validación del Prototipo de Caña Túnidos.

El siguiente esquema (figura 2) muestra las diferentes fases que conforman la metodología seguida para el desarrollo del prototipo de caña

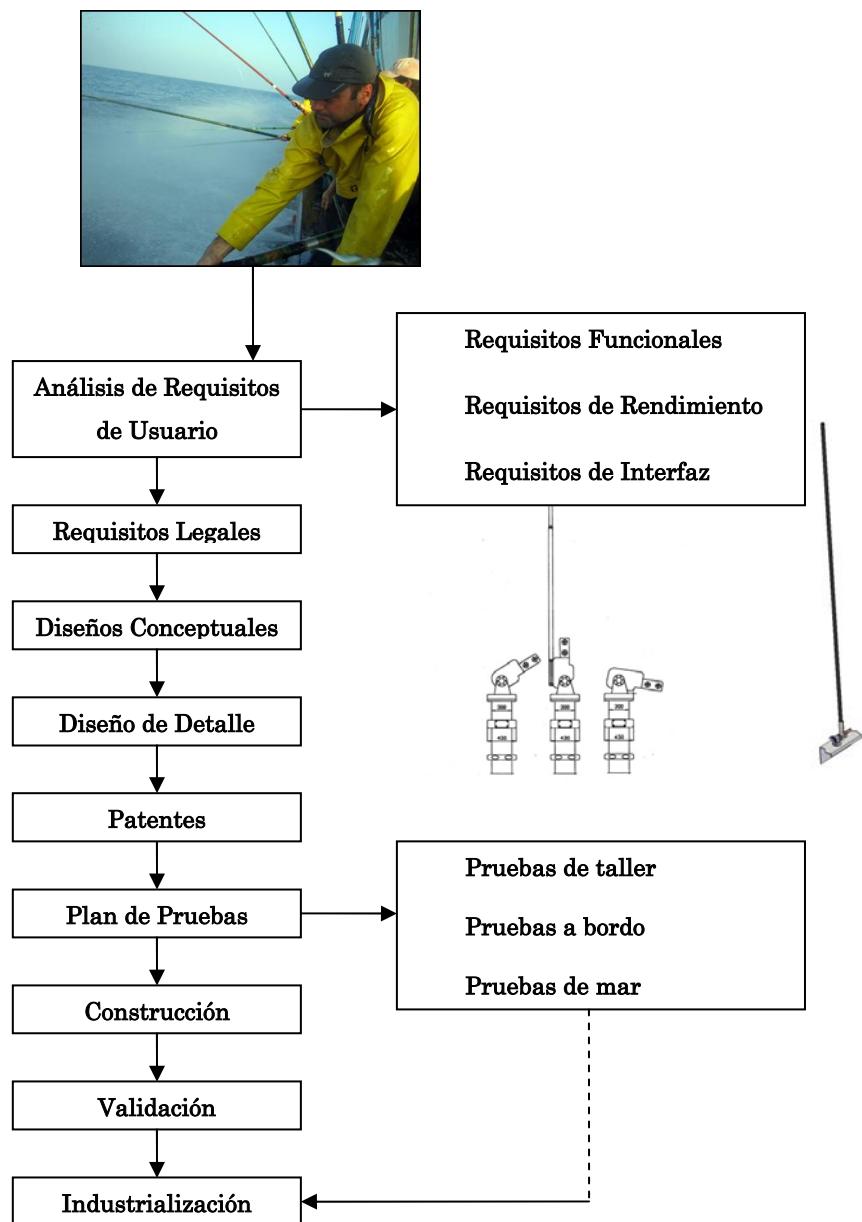


Figura 2. Esquema de la metodología empleada para el desarrollo tecnológico

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó un sondeo entre destacados miembros del sector implicado para definir detalladamente la técnica de pesca empleada así como para evidenciar la percepción del riesgo que el usuario tiene en la operativa de pesca de túnidos a caña.

Una vez identificada la técnica y operativa así como los riesgos se realizó una marea en la costera de túnidos (2006) de 7 días de duración y se grabaron para su análisis posterior las maniobras de pesca relacionadas con la captura de túnidos.

De igual modo AZTI, para transferir las necesidades del sector, comenzó a elaborar junto a destacados profesionales de la pesca un documento donde el usuario definiera los Requisitos Funcionales de cara a lograr una caña semiautomática que liberase de la penosa tarea que entraña la operativa “manual” de pesca.

Las empresas TALLERES ERREKA y ROBOTIKER colaboran con AZTI en la construcción y el diseño respectivamente así como en el establecimiento de la Especificación de Requisitos del prototipo de caña semiautomática para la pesca de túnidos. Al final de esta tarea se idearon diseños conceptuales que cumplieran con las especificaciones de requisitos para avanzar en las características del prototipo de caña semiautomática.

Se buscaron las posibles soluciones tecnológicas a los problemas planteados en los diseños conceptuales y se seleccionó para su implementación el diseño conceptual que más ventajas aportó. Para ello también se mantuvieron reuniones y contactos con suministradores.

El diseño y construcción del sistema de control automático de la caña ha sido realizado por la empresa SILECMAR S.L.

Finalmente el prototipo se instala a bordo del buque MARIÑELAK (figura 3) de Getaria cuyos armadores y técnicos de pesca contribuyen vivamente en la ejecución de las pruebas de mar realizadas a lo largo de la campaña de túnidos del 2007.



Matricula	SS-3
Folio	3-96
Puerto base	Getaria
Arqueo GT	229
Eslora total	36 m
Eslora entre perpendiculares	30 m
Potencia	850
Material casco	Acero

Figura 3. Buque Mariñelak; características principales

Para descartar los efectos negativos que pudiera producir la introducción de un nuevo motor a bordo para el accionamiento de la caña se registraron para su estudio las emisiones sonoras producidas por este mecanismo.

El equipo de registro consta de:

- Hidrófono Brüel & Kjaer modelo 8105
- Amplificador de carga B&K 2635
- Tarjeta de sonido Sound Blaster Audigy ZS
- Calibrador de hidrófono Brüel & Kjaer modelo 4229
- PC portátil Fujitsu-Siemens
- Telémetro

Las medidas se realizaron en las proximidades del puerto de Getaria y alejados de contaminación acústica en una sonda de 30 m.

Los hidrófonos se sitúan bajo el agua desde la embarcación auxiliar. En primer lugar se registra el ruido ambiental durante un minuto aproximadamente. Luego la embarcación de la cual se quiere registrar el ruido radiado se acerca (ver imagen X) hasta una distancia R (entre unos 10 a 50 metros) del barco logístico, en condiciones de pesca, ofreciendo primero un flanco y después el otro. Por último se vuelve a registrar el ruido ambiental.

Para la normalización de los niveles acústicos registrados es necesario conocer la distancia exacta entre el emisor y el receptor (R). El empleo de un telémetro al paso de la embarcación (figura 4) objetivo por la perpendicular del hidrófono permite disponer de este dato.

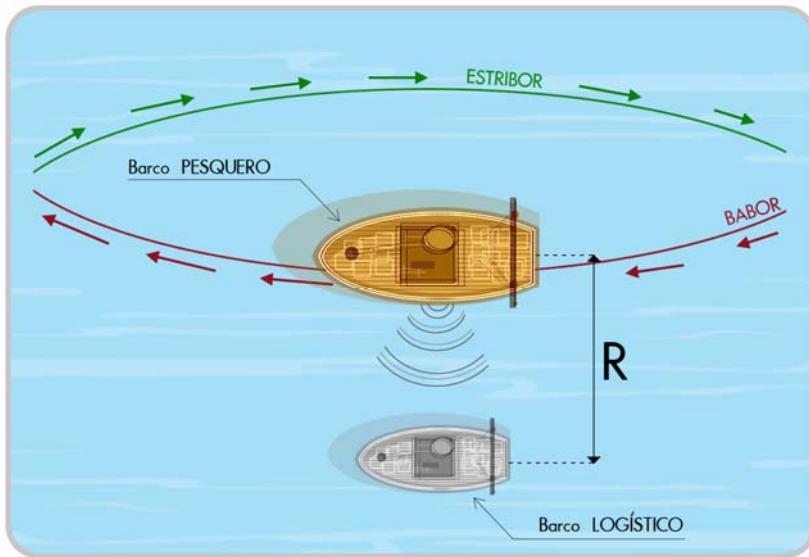


Figura 4: Esquema de la operativa de registro del ruido radiado

Los registros acústicos obtenidos se procesan para analizar tanto su espectro de frecuencias como el nivel sonoro. Para el procesado y análisis de los datos se emplean diferentes aplicaciones propias programadas en Matlab.

El procedimiento es el siguiente:

Cada registro obtenido es editado individualmente, realizando el corte de un fragmento de 10 s. de duración centrado en el momento de máximo acercamiento entre la embarcación pesquera y la embarcación logística donde se sitúan los hidrófonos.

Cada uno de estos fragmentos se limpia de ruido de fondo y se le aplica la constante de calibración y las pérdidas por la transmisión de sonido en el mar:

Donde R es la distancia a la que se realizó la medida y Kcal, la constante de calibración obtenida. Después se le calcula el valor cuadrático medio del nivel de presión sonora. Posteriormente se realiza el análisis de la composición espectral, representándose en dos gráficas distintas: el espectro integrado y el spectrograma.

5. RESULTADOS

5.1 Estado actual

En la actualidad, parte de la flota dedicada a la pesca de túnidos en la modalidad de cebo vivo utiliza cañas activadas manualmente (imagen 2) para la captura e izado de piezas de bonito o bien mediante un conjunto motor-reductor asociado a un carrete que recoge o libera una driza conducida mediante poleas-guías para la pesca de cimarrón. Los tripulantes disponen de órganos de accionamiento, desplazables a la banda o a la estructura del puente, para comandar el funcionamiento del motor.



Imagen 2. Pesca de bonitos sin driza (izquierda) y pesca de cimarrón con driza (derecha)

Los motores actuales operan con el “par de arranque” sin disponer de la posibilidad de regular el control de la posición de la caña.

En las operativas arriba descritas, cada uno de los tripulantes, marinero cañero, debe soportar la caña por su base durante las maniobras de arriado, tiento del pescado e izado, con o sin captura para la reposición del cebo. También se hace imprescindible el auxilio de otro tripulante que acompañe en el esfuerzo al izado de la captura en el caso de pesca sin driza o

en el caso de pesca con driza desde una posición elevada (guardacalor) atienda a su estibado en el carretele.

Como único auxilio para afirmar la base de la caña contra la ingle se emplean (ver imagen 3) mandiles de lona o receptáculos de fabricación artesanal.



Imagen 3. Tintero de manufactura artesanal empleado para la pesca de tunidos

En la maniobra de izado con captura el “marinero cañero” debe de iar el pescado hasta la superficie y después acercarlo hasta el costado del barco, donde otro tripulante, “marinero gancheador”, asistido de un bichero, punza y engancha la captura, izándola hasta sobrepasar la regala para depositarla después sobre la cubierta.

Esta actividad de pesca requiere de esfuerzos continuados y repetitivos cuya durabilidad puede variar desde unos pocos minutos hasta varias horas.

Una vez el aparejo (imagen 4) es encarnado se lanza al agua al tiempo que se arría la caña. En esta posición de arriado el marinero mantiene un seguimiento activo del movimiento del cebo en el sedal (monofilamento de nylon de 1,8 mm Ø) de manera que acompaña la tendencia de éste: si se desplaza en profundidad o por la superficie el marinero debe de

acompañar con la caña su movimiento para que el aparejo no quede sin tensión y se rompa en el momento de producirse la captura.



Imagen 4. Anzuelos y aparejo armado para la captura de túnidos mediante cebo vivo.

Un indicador indirecto de las fuerzas ejercidas por las capturas es la resistencia del material que comúnmente emplean en los aparejos: monofilamento de nylon de 1,8 mm de diámetro y que dependiendo del tamaño de las piezas se arma en doble o triple (dos o tres de 1,8 mm.) y con diferentes tipos de anzuelos. Por tanto ante la dificultad técnica de verificar la tracción que ejercen los túnidos en el momento de ser capturados se realizan ensayos en laboratorio de resistencia mecánica a la tracción y alargamiento con los resultados a continuación expuestos. En los ensayos (figura 5) se verifica que la resistencia lineal del monofilamento es de unos 122 kg y unos 300 mm de alargamiento en el punto de rotura (ensayo 1). Si hay un nudo, tanto la carga de rotura como la elasticidad bajan el 50% aproximadamente. (Ensayo 2).



1



2

Monofilamento estirado sin nudos		Monofilamento estirado con un nudo central	
Resistencia a la tracción (kg)	Alargamiento (mm)	Resistencia a la tracción (kg)	Alargamiento (mm)
121.750	326.900	55.250	172.900



3



4

Monofilamento en doble unido en gaza		Monofilamento en doble con gaza unida en bulón	
Resistencia a la tracción (kg)	Alargamiento (mm)	Resistencia a la tracción (kg)	Alargamiento (mm)
114.000	171.900	187.00	214.500

Figura 5. Ensayos de resistencia mecánica lineal y alargamiento en el punto de rotura bajo diferentes condiciones de fijación.

Con el objetivo de evitar que el movimiento de las cañas sea percibido por los túnidos y de causar un efecto de atracción acústico que asemeje a una concentración de pequeños pelágicos, se proyecta de manera continuada agua de mar (ver figura 3) lo que provoca una pérdida importante de precisión visual en una tarea artesanal.

La distribución, número de tripulantes y tarea en la pesca de túnidos varía con la especie, su tamaño y actitud o respuesta ante el estímulo del cebo. Se expresa esquemáticamente en las siguientes figuras: 6, 7,8, y 10.

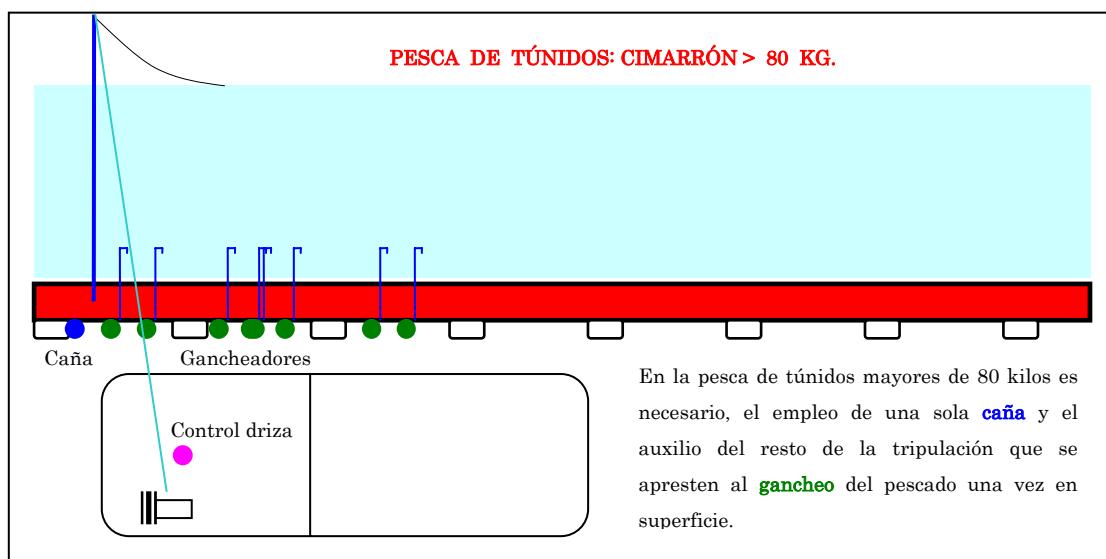


Figura 6 .Distribución de tripulantes para la pesca de túnidos mayores de 80 Kg.

La fuerza con la que se resiste a ser capturado y las situaciones de alta peligrosidad que se producen en la captura de túnidos mayores de 80 kilos, alcanzan en ocasiones los 200 kilos, no permite más que el arriado de una sola caña (figura 6) ya que la concurrencia de capturas en el caso de arriar una segunda podría general un desconcierto, por lo impredecible de la reacción de la pieza, que afectaría a la seguridad de la tripulación.

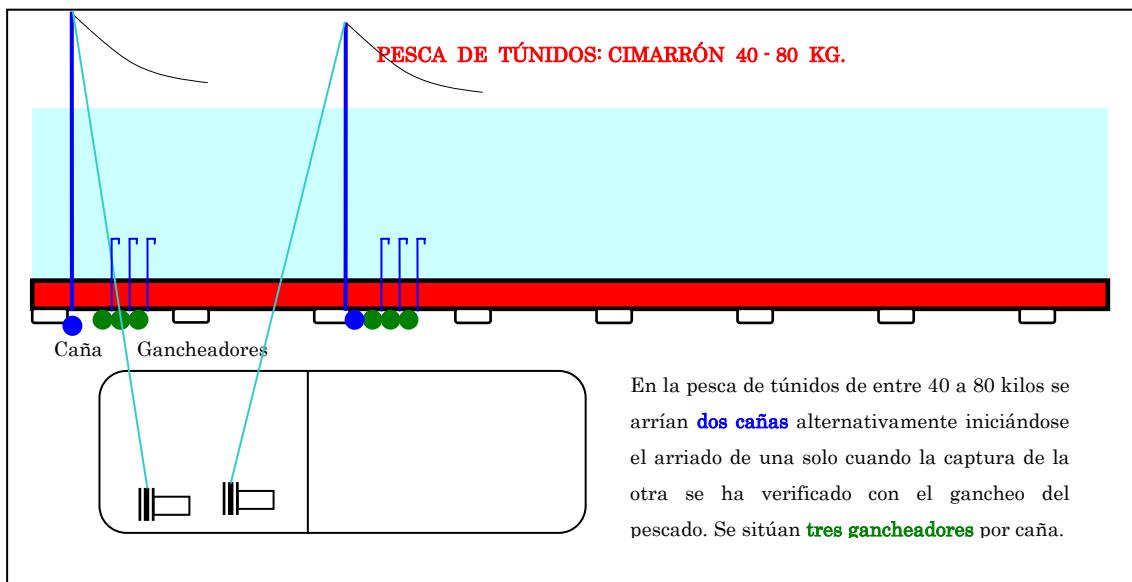


Figura 7 .Distribución de tripulantes para la pesca de túnidos de entre 40 y 80 Kg.

La pesca de túnidos de un peso menor, de 80 a 40 o de 40 a 25 kg ya permite el arriado de dos o tres cañas con más garantía de seguridad y efectividad en la operación. Ver figura 7 y 8.

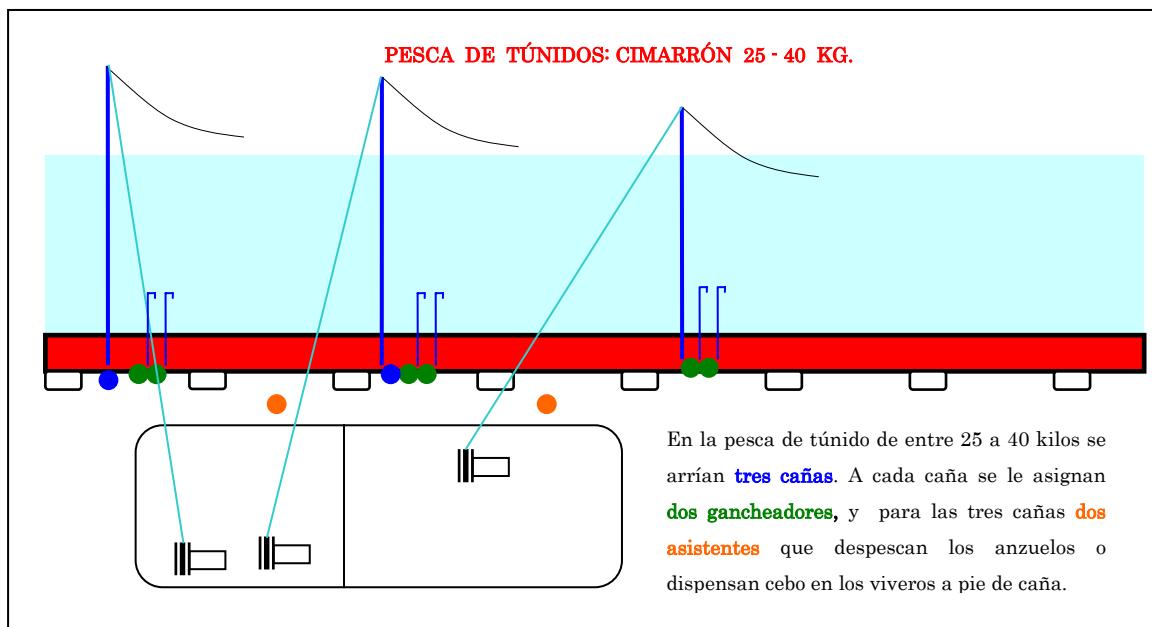


Figura 8 .Distribución de tripulantes para la pesca de túnidos de entre 25 y 40 Kg.

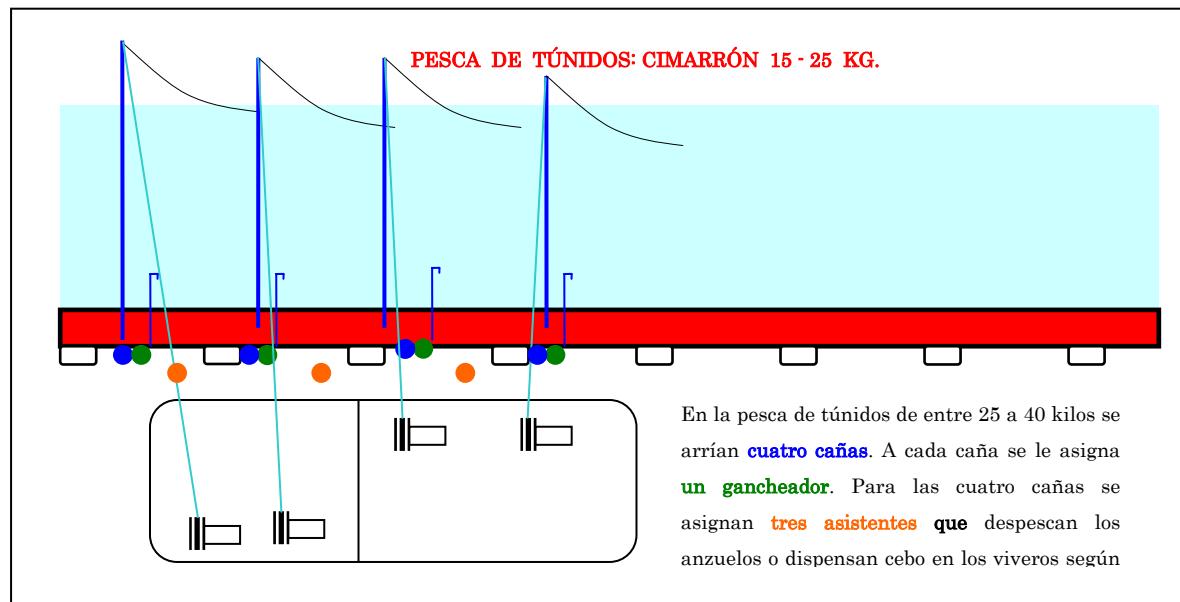


Figura 9 .Distribución de tripulantes para la pesca de túnidos de entre 15 y 25 Kg.

A medida que la talla o peso de los túnidos disminuye la eficiencia aumenta en tanto es mayor el número de cañas (ver figuras 9 y 10).

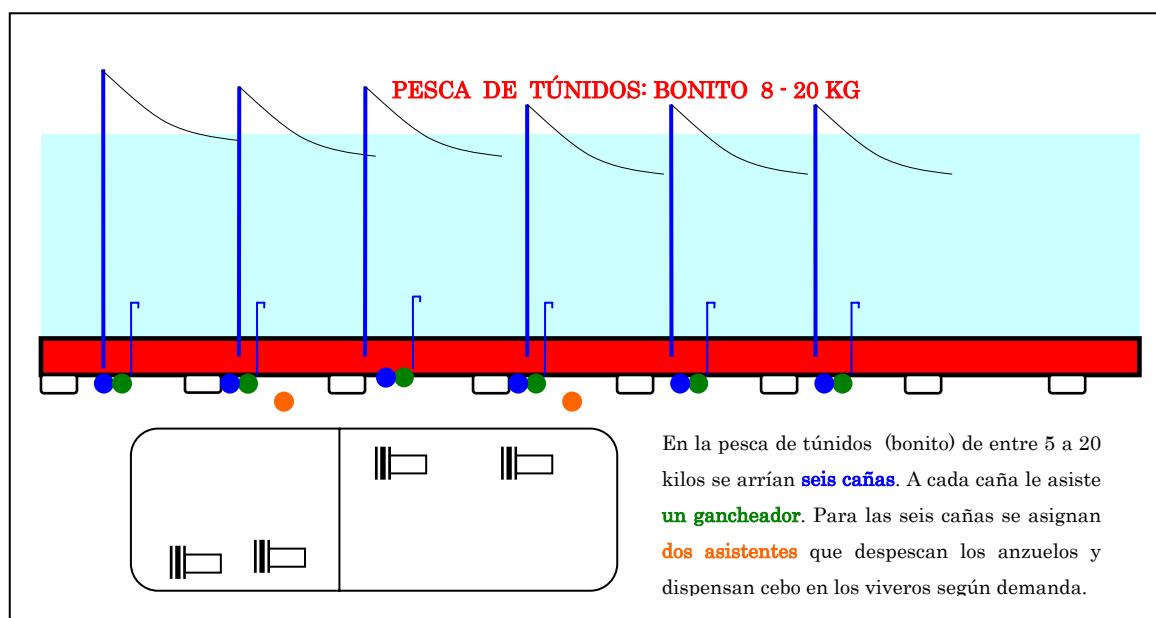


Figura 10 .Distribución de tripulantes para la pesca de túnidos de entre 8 y 20 Kg.

5.2 Evaluación de riesgos específicos de seguridad

La identificación de los riesgos asociados y su valoración mediante el sistema binario se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Valoración de riesgos asociados a la operativa de pesca con caña tradicional

Riesgo Asociado	Valoración			Nivel Riesgo	Actuación
	S	P	NR		
Caídas a la mar	3	1	3	Moderado	Necesario
Caídas sobre cubierta	2	2	3	Moderado	Necesario
Golpes contra estructura	2	3	4	Grave	Necesario pronto
Golpes contra equipos, herramientas, instalaciones y materiales					
Pisadas sobre objetos y piezas capturadas	2	2	3	Moderado	Necesario
Proyección de anzuelos	3	1	3	Moderado	Necesario



Imagen 5. Impacto de anzuelo y contusión en la nalga por golpe contra la estructura del barco.

5.3 Evaluación de riesgos ergonómicos y carga postural

TRONCO

Las acciones de arriado, tiento y captura de la pieza requiere que el marinero deba de estar en flexión y extensión (imagen 6) de forma repetitiva. El resultado (figura 11) de la evaluación referida al tronco se expresa a continuación:

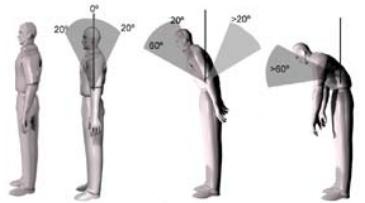
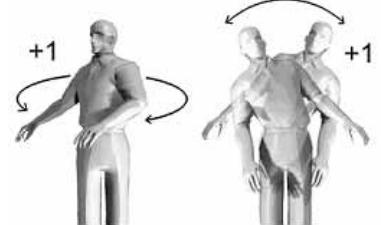
MOVIMIENTO	PUNTUACION	CORRECCION	
Erguido	1	Añadir + 1 Si hay torsión o Inclinación lateral	
0°-20° Flexión 0°-20° Extensión	2		
20°-60° Flexión > 20° Extensión	3		
> 60° Flexión	4		
RESULTADO (Puntos)	3+1 = 4		

Figura 11. Evaluación de la carga postural en el tronco para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 6. Flexión y extensión del tronco en la operativa de pesca de túnidos

CUELLO

En la acción de tiento y captura se realiza un seguimiento activo de la tensión del aparejo dificultado además en la mayoría de las ocasiones por la cortina de agua utilizada para el reclamo de la pieza, o que obliga al tripulante a realizar en posturas de cuello (imagen 7) con torsión e inclinación. El resultado se refleja en la figura 12:

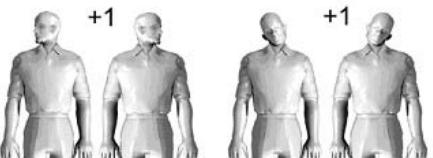
MOVIMIENTO	PUNTUACION	CORRECCION	
0º-20º Flexión	1	Añadir +1 Si hay torsión o inclinación lateral	
20º Flexión o extensión	2		
RESULTADO (Puntos)			2+1 = 3

Figura 12. Evaluación de la carga postural en el cuello para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 7. Postura forzada del cuello en el proceso de captura

PIERNAS

Las piernas permanecen en flexión apoyando las rodillas contra la borda (imagen 8) en las acciones tanto de arriado, tiento y captura, además el soporte es muy inestable y muy condicionado por el estado de la mar. El resultado del análisis de esta maniobra se expresa en la figura 13. Es de uso frecuente el empleo de rodilleras y apósitos para mitigar el contacto de la rodilla con el borde de la regala.

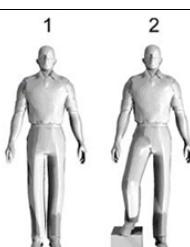
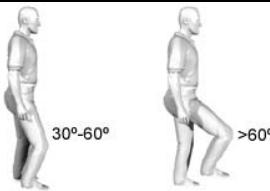
MOVIMIENTO	PUNTUACION	CORRECCION	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60º.	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60º (salvo postura sedente)	
RESULTADO (Puntos)		2+2= 4	

Figura 13. Evaluación de la carga postural en las piernas para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 8. Flexión y apoyo de las rodillas contra la borda en el proceso de captura

CARGA/FUERZA

La proporción carga-fuerza (ver tabla 3) está relacionada con el peso de la pieza y su reacción en la captura, así como con la capacidad física y de reacción del propio marinero.

Una percepción rápida del momento en el que se produce la captura mejora ostensiblemente el izado de la captura. En esta primera fase de izado los segundos son perentorios.

Tabla 3. Evaluación de la carga postural en función del peso de la captura y la reacción de pesca.

< 5 kg.	5-10 kg.	> 10 kg.	Instauración rápido o brusca
0	1	2	+1
RESULTADO (Puntos)			2+1 = 3

La valoración del riesgo del grupo A: tronco, cuello y piernas, relacionado con la valoración de carga/fuerza alcanza un resultado de 12 puntos (ver tabla 4) de acuerdo al método REBA

Tabla 4. Valoración del riesgo de carga postural en cuello, tronco y piernas (grupo A)

		CUELLO											
		1				2				3			
PIERNAS		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRONCO	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
TOTAL Puntos GRUPO A 9 + 3 = 12													

BRAZOS

En la maniobra uno de los brazos es flexado durante el arriado de la caña. En la fase de tiento uno de los brazos permanece extendido (imagen 9) con elevación de hombro hasta el momento de producirse la captura y posteriormente es flexado de nuevo en el izado, tanto con carga de captura como sin ella, estos movimiento se repiten continuamente durante la maniobra. El otro brazo sujetla la base de la caña junto a la ingle. El resultado (figura 14) de esta valoración se muestra a continuación:

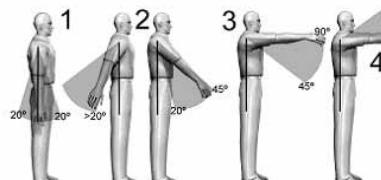
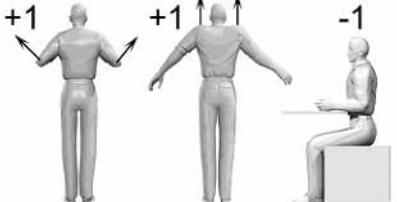
MOVIMIENTO	PUNTUACION	CORRECCION	
0-20° Flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay abducción o rotación	
> 20° Extensión	2		
20-45° Flexión	3	+ 1 elevación del hombro	
> 90° Flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
RESULTADO (Puntos)		4 + 1 = 5	

Figura 14. Evaluación de la carga postural en los brazos para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 9. Extensión de brazos en la operativa de pesca de túnidos

ANTEBRAZOS

En los movimientos descritos para los brazos, los antebrazos acompañan flexionándose, (imagen 10) hasta 100 °. Los resultados referidos al movimiento de los antebrazos se expresan a continuación (figura 15).

Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión > 100° flexión	2	
Puntuación (ptos)	2	

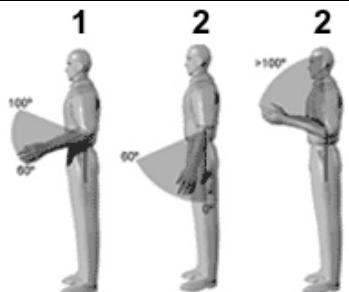


Figura 15. Evaluación de la carga postural en los antebrazos para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 10. Posiciones típicas de tiento y gancheo del pescado mediante el sistema tradicional

MUÑECAS

En la maniobra las muñecas soportan con la carga tanto flexión como extensión (figura 11) y además se produce torsión, en ocasiones de forma muy violenta y repentina, como consecuencia de la reacción de la pieza capturada.

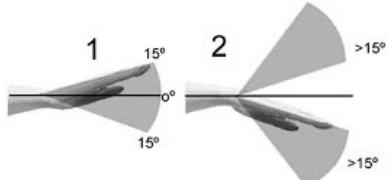
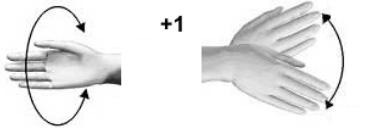
MOVIMIENTO	PUNTUACION	CORRECCION	
0-15° Flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral	
> 15° Flexión/extensión	2		
RESULTADO (Puntos)	2 + 1 = 3		

Figura 16. Evaluación de la carga postural en las muñecas para la operativa de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.



Imagen 11. Posiciones forzadas de las muñecas en la operativa tradicional de pesca de túnidos

AGARRE

El agarre (ver tabla 5) generalmente no dispone de elementos específicos que garanticen una sujeción cómoda y segura. Es frecuente enrollar de manera artesanal un hilo grueso sobre la caña para otorgarle a la caña más adherencia.

Tabla 5. Valoración del agarre en la caña para la operativa de pesca de túnidos mediante el sistema tradicional

0- Bueno	1- Regular	2 Malo	3 Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo
RESULTADO	2		

La valoración del riesgo del grupo B: brazos, antebrazos y muñecas relacionado con el agarre alcanza un resultado de 10 puntos (ver tabla 6) de acuerdo con el método REBA.

Tabla 6. Valoración del riesgo de carga postural en brazos, muñecas y agarre (grupo B)

		ANTEBRAZO					
		1			2		
MUÑECA		1	2	3	1	2	3
BRAZO	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9
TOTAL PUNTOS GRUPO B = 8 + 2 = 10							

La puntuación resultante del análisis de los grupos A y B relacionados con la actividad descrita (tabla 7) nos indica el máximo nivel de riesgo.

Tabla 7. Valoración de los riesgos de los grupos A y B relacionados con la actividad.

	PUNTUACION B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PUNTUACION A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
ACTIVIDAD	+ 1 Una o más partes del cuerpo estáticas o aguantadas + de 1 minuto												
	+ 1 Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto												
	+ 1 Cambios posturales importantes p posturas inestables												
	PUNTUACION DE LA ACTIVIDAD = 12 + (1+1+1) = 15												

La valoración de los niveles de riesgo de carga postural asociado a la maniobra de pesca de túnidos a caña (tabla 8) en la operativa tradicional por el método REBA es la siguiente:

Tabla 8. Valoración de niveles de riesgo y acción

NIVEL de ACCION	PUNTUACION	NIVEL de RIESGO	INTERVENCION Y POSTERIOR ANALISIS
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

En los procesos de pesca de túnidos a caña tradicional en el sector de bajura, los marineros deben de soportar importantes cargas posturales que implican niveles de riesgos muy altos, por lo que es necesario realizar actuaciones de carácter inmediato.

5.4 Acción propuesta y análisis de la mejora

El presente proyecto pretende desarrollar un prototipo de caña que se adapte al concepto de pesca utilizada actualmente por la flota, que consta de un motor reductor, un carrete recogedor de la driza unida al extremo de la caña y la conducción de la driza mediante poleas-guías, pero la botavara o caña, en adelante caña, será soportada por su base mediante un apoyo basculante (figura 17) diseñado para tal propósito. De esta forma, los tripulantes no soportarán la caña, y así se les libera de los esfuerzos que realizan durante el tiento y el izado del pescado, mejorando sus condiciones de trabajo y su seguridad.

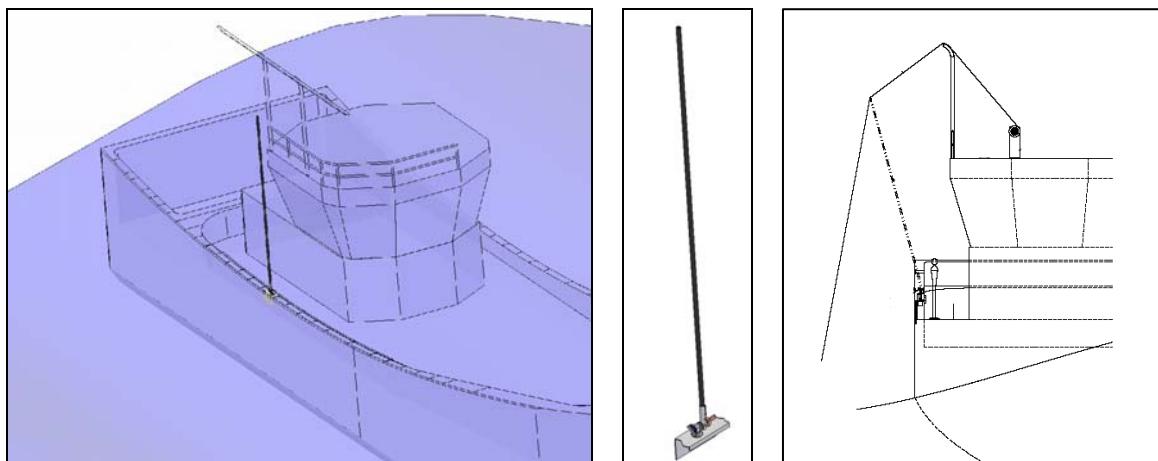


Figura 17. Diseño conceptual de prototipo caña.

El prototipo de caña arrimará la captura hasta la línea de flotación en el costado del barco, en donde los marineros gancheadores la izarán hasta la cubierta ayudados por bicheros, del mismo modo que lo realizan en la actualidad. En este prototipo no se contempla el desarrollo de ningún sistema que suba las capturas hasta la cubierta del barco.

Desde una botonera accesible desde el puesto del marinero cañero, éste podrá comandar el prototipo de caña para ejecutar las siguientes maniobras:

- Maniobra de arriado: La caña descenderá hasta la posición de pesca.

- Maniobra de tiento: La caña se mantendrá a la espera de realizar una captura. En esta maniobra dispondrá de una función de arriado e izado manual de la caña con la que el usuario podrá corregir la posición de la botavara según considere oportuno, y una función de corrección automática del balanceo producido por el oleaje en el barco, para intentar mantener la posición de la botavara respecto a la superficie del agua. El funcionamiento del arriado e izado manual será prioritario al de corrección automática del balanceo.
- Maniobra de izado con captura: la caña se izará para arrimar al pescado al costado del barco. Esta maniobra podrá ser iniciada manualmente o de forma automática mediante un sistema de detección de picada. La perdida de la captura por desprendimiento del anzuelo o la ruptura del aparejo no deberán originar movimientos intempestivos de la caña que pongan en peligro la seguridad del pescador, así mismo, el accionamiento de la caña deberá diseñarse para evitar funcionamientos intempestivos durante la maniobra.
- Maniobra de izado sin captura: La caña se izará a voluntad del marinero cañero para permitir el cambio de cebo, corregir la posición del aparejo, etc

En el diagrama (figura 18) que se muestra a continuación, resume el funcionamiento del prototipo de caña.

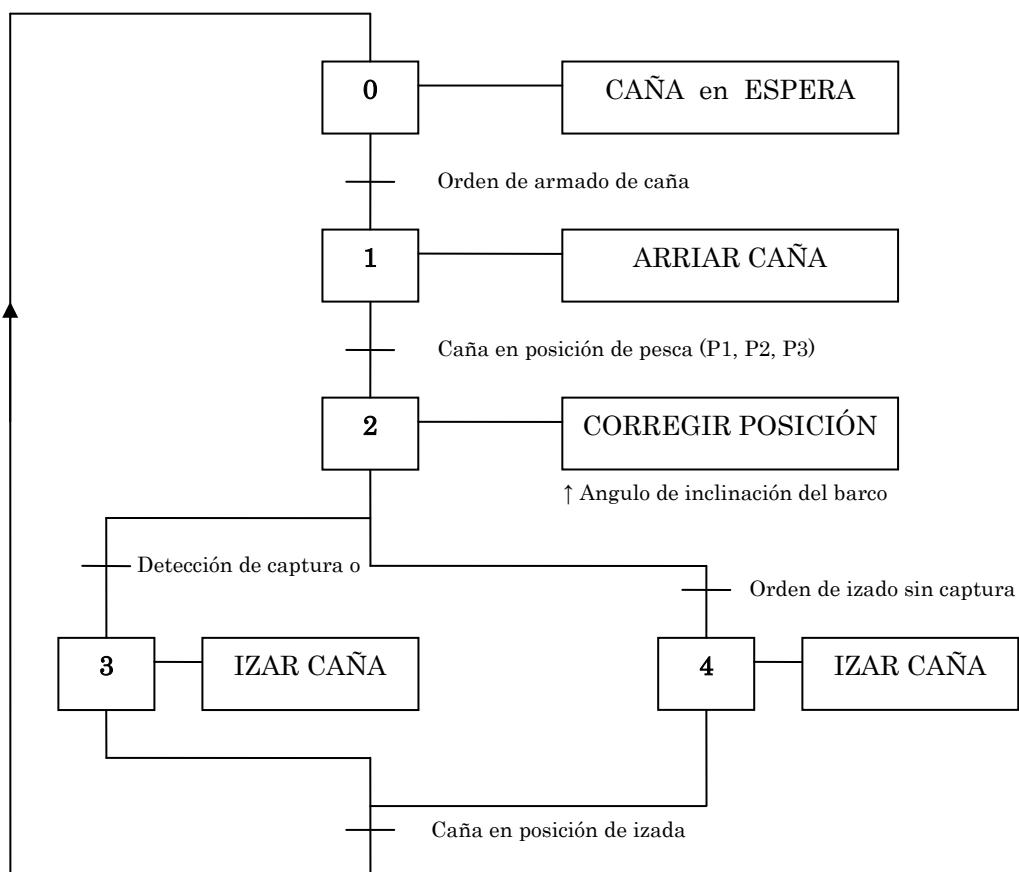


Figura 18. Diagrama de funcionamiento del prototipo de caña.

El prototipo de caña busca liberar al marinero cañero de soportar el peso de la caña durante las labores de tiento y los esfuerzos para vencer los tirones de los pescados cuando son traídos al costado del barco. Esto mejorará las condiciones de trabajo de los tripulantes, reduciendo la fatiga que impide mantener la eficacia a lo largo del tiempo que dura un lance de pesca y mejorando su seguridad (caídas por la borda por tirones del pescado, desprendimiento súbito de la captura, rotura del aparejo, etc.)

La solución propuesta persigue simplificar el trabajo del marinero cañero, que tendrá las dos manos libres para ensartar el cebo en el anzuelo y lanzarlo, controlar la caña en función de su evolución, y además contará con un sistema de detección automática de la picada.

El análisis de la mejora (tabla 9) obtenida gracias al desarrollo e implantación del prototipo se expresa de modo esquemático en la siguiente tabla,

Tabla 9. Análisis de la mejora de la acción Propuesta.

Riesgo Asociado	Nivel Riesgo	Actuación	Mejora Obtenida
Caídas a la mar	Moderado		Eliminación de las posibilidades de caída a la mar por la manipulación de la caña tradicional.
Caídas sobre cubierta	Moderado		
Golpes contra estructura Golpes contra equipos, herramientas, instalaciones y materiales	Grave		Reducción del riesgo al aumentar la estabilidad sobre cubierta al eliminar la carga postura y poder realizar la maniobra de forma más controlada y con mayor precisión, y con mayor grado de atención del entorno.
Pisadas sobre objetos y piezas capturadas	Moderado		
Proyección de anzuelos	Moderado	Desarrollo e Implantación del Prototipo de Caña para la Pesca de Túnidos	Reducción de la fuente de riesgo al posibilitar la izada y el arriado de caña y anzuelo, con captura o sin ella, con mayor control y precisión de la herramienta, así como la mejora de la atención por parte del marinero. Eliminación de la exposición del marinero en las zonas de riesgos.

5.5 Diseño, construcción e instalación

Partiendo del documento de especificación de requisitos (anexo, pag.85) se crearon varios diseños conceptuales (figura 19) quedando seleccionado el que más ventajas técnico-económicas alcanzó. La elaboración de los diseños conceptuales así como los planos de detalle han sido realizados por Robotiker.

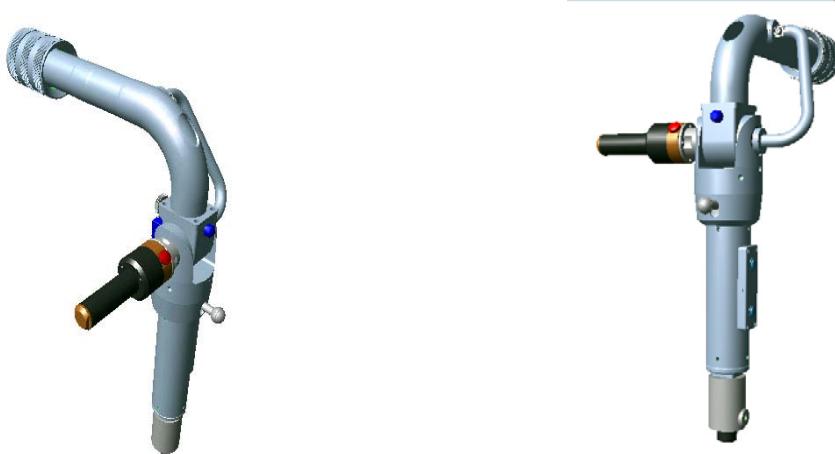


Figura 19. Diseño conceptual del prototipo de caña de control automático.

La construcción así como los ajustes posteriores fueron realizados en Talleres Erreka, S.L. de Ondarroa.



Imagen 12. Ajustes en el prototipo (izda) y piezas mecanizadas (dcha)

El sistema de caña automática se puede dividir en seis partes diferenciadas:

- Soporte de caña y actuadores
- Armario a pie de caña
- Variador de frecuencia
- Armario eléctrico
- Pantalla
- Elemento motor/reductor

La disposición de cada una de estos componentes se describe a continuación.

Soporte de caña:

Lo forma un tubo soporte (imagen 13) con una rótula que le confiere dos grados de movimiento. Incorporados a la estructura mecánica de la caña se encuentran los pulsadores de izado (con y sin captura) y de arriado, así como el mando (potenciómetro) de corrección.

Se selecciona el punto de emplazamiento “tintero” para fijar la caña junto a la regala de estribor y en el extremo más aproado de la banda de maniobra. En lugar de posicionar la base paralela a la borda se coloca girada 15º hacia proa para que el arriado de la caña sea más eficaz debido a la velocidad que mantiene el barco en situación de pesca.



Imagen 13: Tintero (izda.) y fijación del soporte (dcha) sobre el costado interior de la banda de estribor.



Imagen 14: Ajuste de posición del prototipo según requisitos ergonómicos del usuario.

Armario a pie de caña:

Todas las señales que vienen desde la caña se dirigen a un armario intermedio “armario a pie de caña” en donde se encuentran los selectores de posiciones de izada y lance, el selector de velocidad de izado, así como el selector de corrección automática de balanceo, seta de emergencia y pulsador de rearme.

Este armario por indicación del patrón se ubica en una zona diferente a la planteada inicialmente (a pie de caña). En la imagen 15 podemos observar la ubicación real del armario intermedio.



Imagen 15: Ubicación del “armario a pie de caña” en el guardacalor.

Esta ubicación no es la apropiada ya que la seta de emergencia debe estar en un punto cercano a la caña y de fácil acceso. Se decide continuar con las pruebas y el embarque a pesar de esta circunstancia, solicitando durante las pruebas la presencia de una persona de forma permanente junto al armario por si se produjera una situación de emergencia.

El armario cumple con la normativa de protección IP 67 y se instala adecuadamente con prensas para los cables y silicona en posibles puntos de acceso de humedad.

Variador de frecuencia:

Debido a la existencia de cañas accionadas mediante motor eléctrico en el B/Mariñelak se opta por instalar el variador de frecuencia de 7.5 KW en el mismo armario donde ubica sus propios variadores (ver imagen 16). Este armario se encuentra en la bajada de acceso a la sala de máquinas.

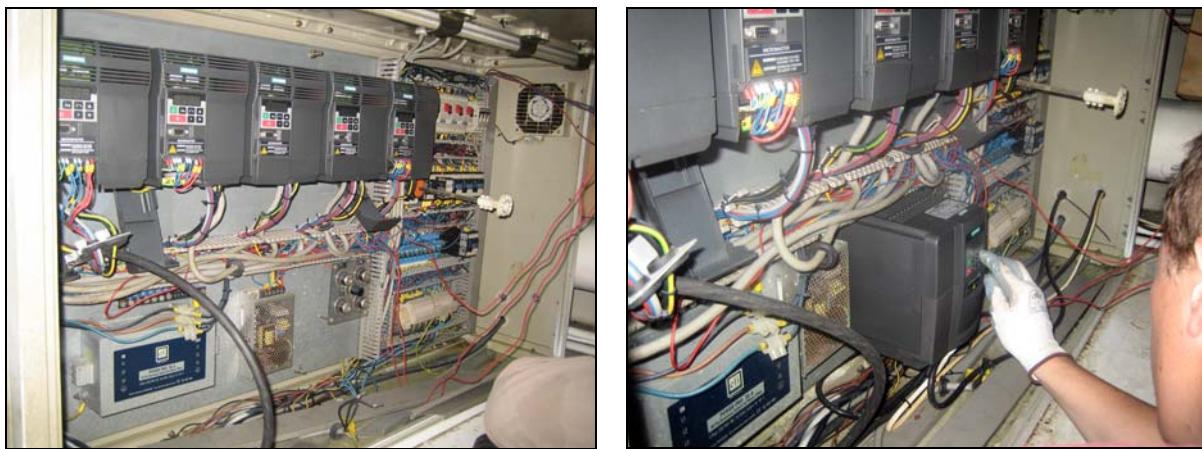


Imagen 16: variadores de frecuencia a bordo del buque e instalación del nuevo variador

Armario eléctrico:

Se instala junto al motor auxiliar de pesca, ya que se busca un compromiso entre acceso rápido y discreto (poco molesto). Este armario (imagen 17) aloja el PLC (autómata programable) y es el órgano de gobierno o de funcionamiento principal del sistema.

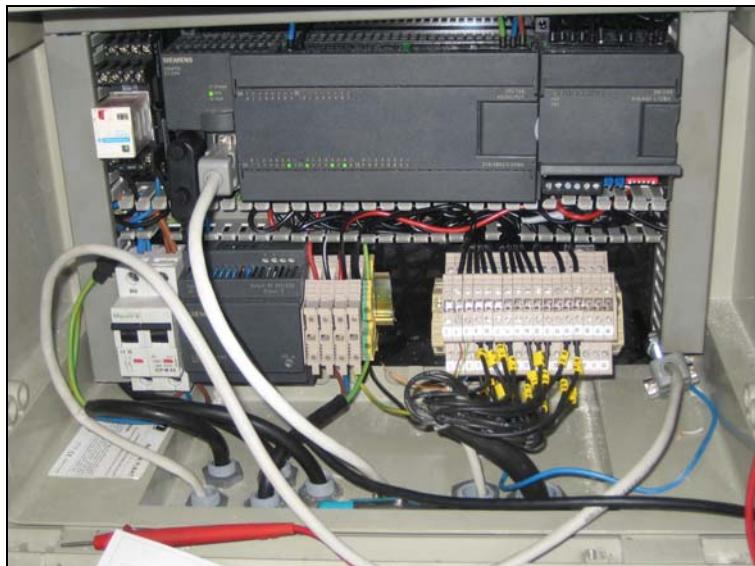


Imagen 17:Armario eléctrico

Tanto los cables como las bornas de conexión se encuentran debidamente numerados (identificados). Todos los cables de entrada y salida del armario pasan a través de prensas.

Pantalla:

La pantalla (imagen 18) de 5.7 pulgadas o interface de usuario se instala en el puente de mando para que el patrón pueda interactuar con el sistema automático.



Imagen 18 .Pantalla interface de usuario.

Todas las pantallas de trabajo resultan intuitivas y reúnen la información necesaria para una fácil comprensión. A través de la pantalla se seleccionan los distintos puntos de trabajo: puntos de referencia, puntos de arriado, de izado, velocidades, etc.

Elemento motor:

Es el elemento encargado de accionar el carrete de la driza. Por las necesidades del prototipo se han seleccionado motores con encoder (elemento para el control de posicionamiento del motor) absoluto para evitar la necesidad de referenciar la caña después de cada activación del sistema, y freno de bloqueo del eje.

Una vez definido el punto se emplaza el conjunto motor reductor y carretel en la cubierta de gobierno. Se construye un soporte metálico alojado entre el motor y la reductora para el asiento del conjunto y unos apoyos metálicos para el motor quedando todo fijado en una plataforma realizada en fibra de vidrio reforzada.

Se realiza el mecanizado de una pieza cilíndrica (imagen 19) para la protección del encoder contra la humedad situado en la salida posterior del motor. De igual modo todo el conjunto es protegido mediante una carcasa de aluminio.

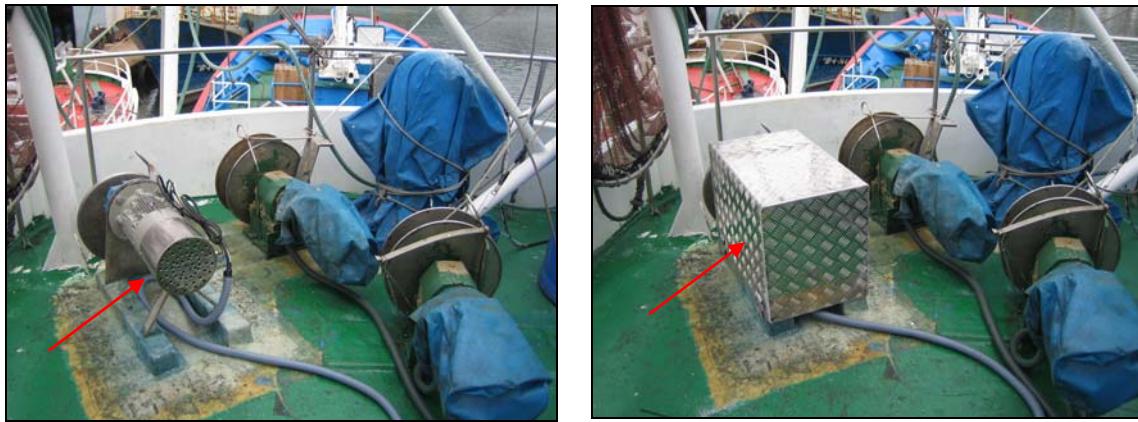


Imagen 19: Emplazamiento y carcasa de protección del conjunto motor.

El motor tiene una potencia de 2.2 kw, encoder de 1024 pulsos, freno, pintura especial y todo ello con protección IP 65. Al motor le llegan dos cables, uno de alimentación y otro de freno que se protegen con una manguera de tubo corrugado con pantalla. Los cables entran al motor a través de prensas, y los empalmes de los hilos del cable del encoder se ubican fuera de la caja de conexiones del motor.

La reductora lleva acoplado un carretel (imagen 20) cuya particularidad es que la driza se arrolla haciendo capas sobre sí misma de manera que es improbable su enredo.

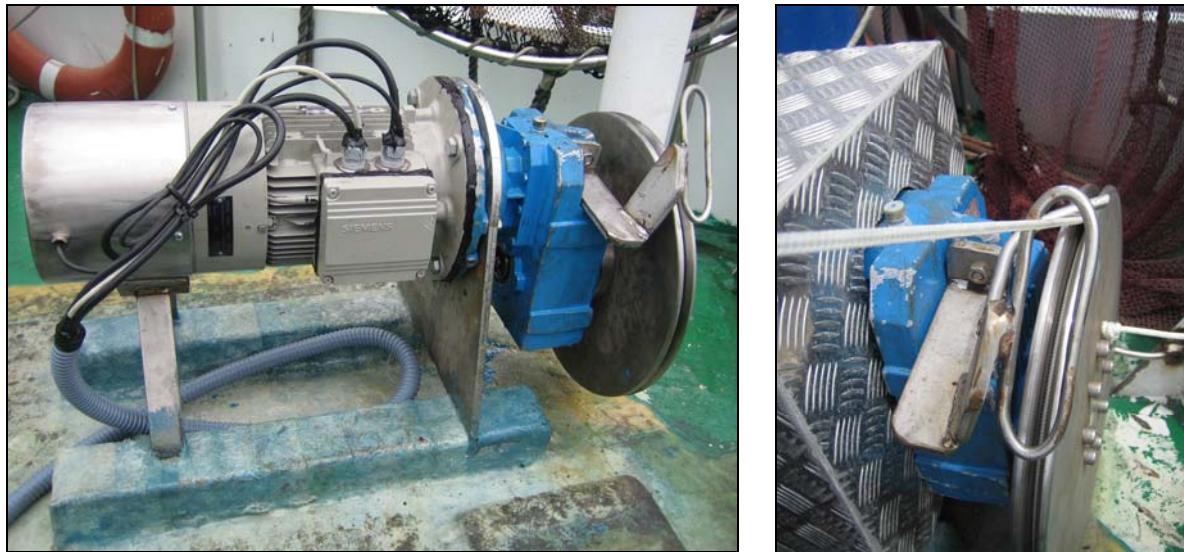


Imagen 20: conjunto motor reductor y carretel de driza (izda). Detalle de carretel de driza (dcha)

5.6 Pruebas de mar

Se han realizado cuatro campañas de duración variable (tabla 9) a lo largo de la costa de túnidos del 2007.

Tabla 9. Embarques y desembarques: pruebas de mar.

Marea nº	Embarque	Desembarque
1	2 junio 07	4 junio 07
2	18 junio 07	21 junio 07
3	26 junio 07	2 julio 07
4	8 agosto 07	15 agosto 07

Marea 1.-

Superado el protocolo de pruebas en taller, previo a la instalación a bordo del sistema, el funcionamiento automático pasa por varias fases durante las pruebas funcionales por parte de los futuros usuarios.

Se realizan las primeras maniobras a bordo, mediante los pulsadores instalados en la propia caña detectando lentitud en la respuesta de la caña.

Para mejorar el tiempo de respuesta de la caña se ajusta la aceleración del variador y se aumenta la velocidad de transferencia entre el PLC y el variador de 9600 baud. a 38400.

Se consigue mejorar la respuesta pero no la inmediatez que nos demanda el usuario, esto es debido a dos factores:

- Al recorrido que efectúa la señal hasta que se ejecuta la acción pertinente
- El comportamiento del cable enrollado en el carretel que por su rigidez y peso forma un seno que entorpece la maniobra.

El usuario plantea la posibilidad de poder cambiar de orden sin haber terminado de ejecutar la orden previa. Esta posibilidad, no contemplada en la fase de desarrollo, pero de funcionalidad obvia en pesca, se añade al sistema automático, modificando por tanto el software cargado en el PLC.

El potenciómetro (imagen 21) funciona únicamente cuando la caña se encuentra arriada o, lo que es lo mismo, en posición de tiento del pescado.



Imagen 21: Potenciómetro y su embutido con un casquillo de teflón (dcha).

El funcionamiento del mando tiene poco recorrido en ambos sentidos, esto es, excesiva limitación mecánica. Por otra el mando no retorna a la posición de referencia de manera que el usuario debe de reconducir el mando a la posición de retorno.

Los factores citados y el examen de las pruebas en el que se observa que el usuario no va a operar con la velocidad variable sino que para izar o arriar la caña mueve el mando a la posición límite nos permite valorar la eliminación del mando potenciómetro e implementar a futuro una botonera convencional.

El inclinómetro se instala dentro del armario intermedio que previamente calibrado nos permite estudiar el balance transversal del barco monitorizando la medida del sensor en valor numérico y en una gráfica (imagen 22) con respecto al tiempo (1 m).

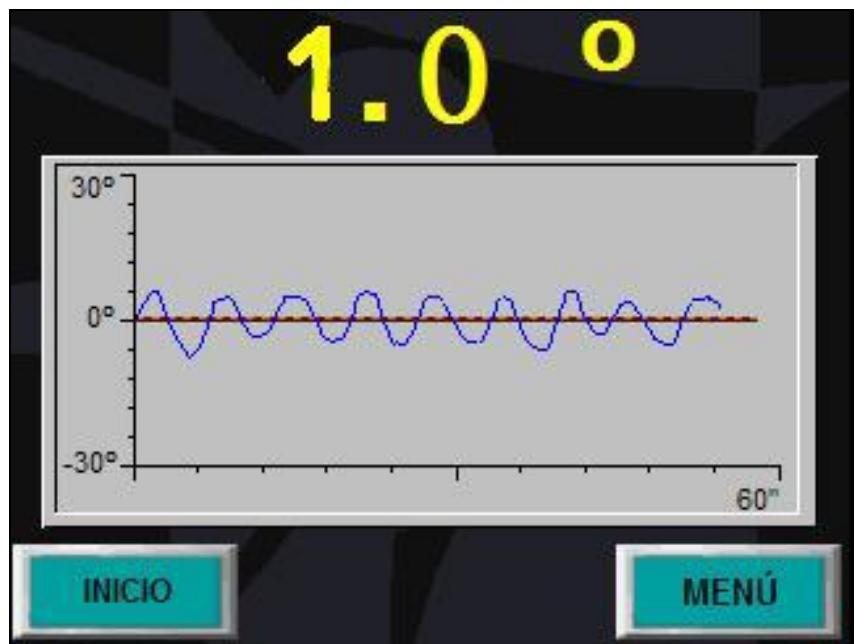


Figura 20. Registro clinómetro

Durante las pruebas los valores observados están entre -5 y $+5^\circ$ de inclinación con una frecuencia de 8 a 10 alternancias por minuto.

La corrección de balanceo de la posición de caña por clinómetro vista la operativa no es un requisito preciso debido a escaso tiempo de permanencia de la caña en posición de tiento.

Las pruebas se interrumpen cuando el sistema queda inoperativo debido a la existencia de cortocircuitos que se producen al entrar agua y/o humedad en las conexiones eléctricas sitas en la caña. El problema se intenta corregir in situ pero el estado de las conexiones y la posibilidad de persistencia del problema y de que éste repercuta negativamente causando daños mayores, motivan la decisión de suspender las pruebas.

En el diseño inicial todas las conexiones eléctricas de los pulsadores para el arriado e izado sin captura en la caja del cuerpo base tienen salida, junto a los cables del potenciómetro por la base la caña a través de un conector tipo alphenol. Tras estas pruebas preliminares se evidencia la necesidad de mejorar la estanqueidad y/ optar por otras soluciones.



Imagen 22. Conector amphenol en la base de la caña

En el diseño inicial todas las conexiones eléctricas de los pulsadores para el arriado e izado sin captura en la caja del cuerpo base tienen salida, junto a los cables del potenciómetro por la base la caña a través de un conector tipo amphenol.

Marea 2.-

Se sellan, para lograr la estanqueidad, todos los conductos por lo que se detecto posible filtración de agua. Entre estos conductos destacar:

- Orificio de paso de cable para sensor de captura
- Tapa botonera del cuerpo base.

Se implementan límites mecánicos en el eje vertical, anterior y posterior, en acero inoxidable.

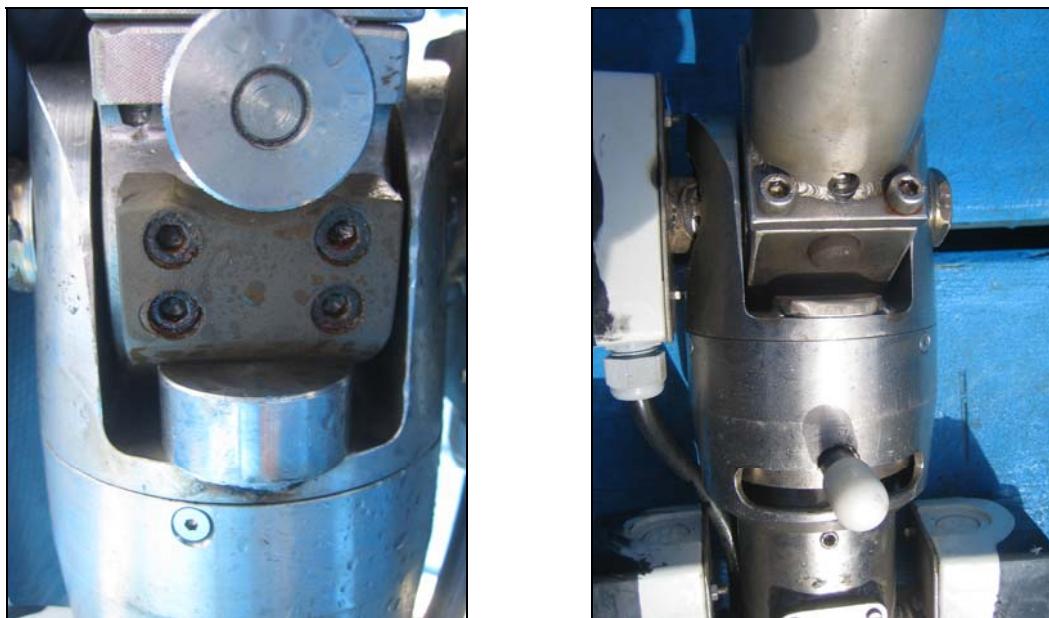


Imagen 23. Límites mecánicos: arriado (izquierda) e izado (derecha).

Se elimina el conector general situado en la parte inferior de la caña, dejando paso libre para eliminación de posible humedad.

Se sustituye el mando de regulación manual basado en potenciómetro por una botonera de izado/arriado manual. Previamente a la instalación de dicha botonera se sella el conducto de paso de cable del potenciómetro. Se prepara una base metálica en la que se atornilla una botonera, con un cilindro en su parte posterior para facilitar el ensamblado.

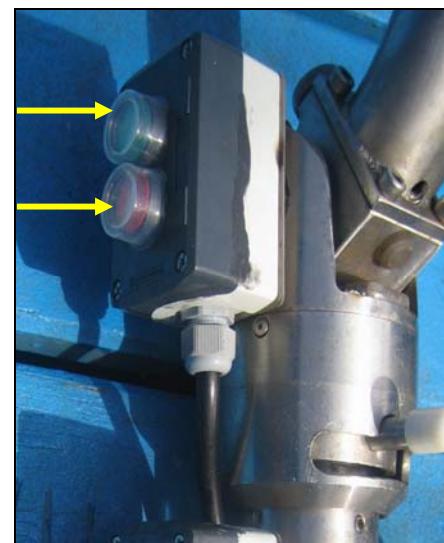


Imagen 24. Botonera de arriado/izado manual para el control de posición de la caña en tiento (sustituye a potencíometro).

Al sustituir el mando y eliminar los pulsadores integrados en el cuerpo base de la caña, se plantea la necesidad de incluir una nueva botonera que incluya las siguientes maniobras:

- Izado con captura
- Izado sin captura
- Arriado

Se ubica esta botonera en la parte izquierda del cuerpo base de la caña, como se puede observar a continuación (imagen (25)).

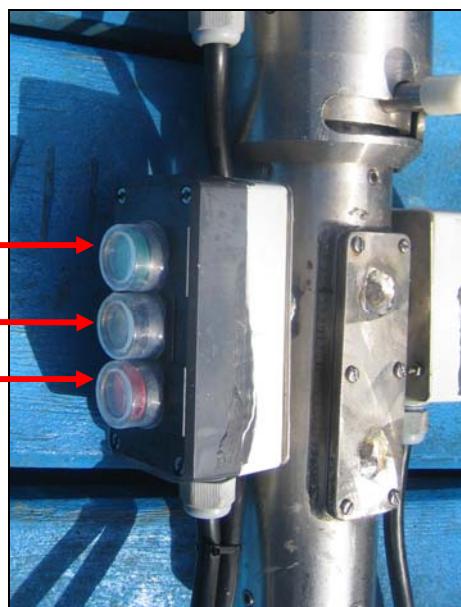


Imagen 25. Pulsadores de maniobra

Con la intención de integrar todos los actuadores de maniobra de una forma práctica que mejore la ergonomía de la caña y facilite su manejo, se decide situar esta botonera en la parte izquierda, debajo del mando comentado en el punto anterior.

Debido a la ubicación inicial de la seta de emergencia y del pulsador de rearme en el armario a pie de caña sito en el guardacalor, situación poco apropiada observada en el primer embarque, se decide la instalación en la propia caña de una botonera que incluya los pulsadores comentados (imagen 26).

Esta botonera se instala en la parte derecha del soporte de la caña, y como en las anteriores, se prepara una base metálica con un cilindro en su parte posterior, para su sujeción por soldadura a la estructura.



Imagen 26. Seta de emergencia (rojo) y rearne (verde).

Al eliminar el mando y los pulsadores integrados en la caña, sustituyéndolos por botoneras exteriores, y con el fin de no tener conexiones de cable en el interior de la estructura de la caña para evitar los cortocircuitos experimentados durante el primer embarque, se decide la instalación de una caja estanca (imagen 27) en la que realizar todas las conexiones eléctricas de la caña.

A esta caja llegan los cables de las tres botoneras comentadas con anterioridad, el cable del detector de picada y el cable de salida hasta el armario a pie de caña.

Los cables de entrada se conectan por medio de prensas que aseguren la correcta estanqueidad, y el cable de salida se conecta a través de un conector tipo Amphenol de uso militar.



Imagen 27. Caja intermedia de conexionado.

La instalación de esta caja se hace de forma provisional mediante cabos que la sujetan bajo la regala. También, para esta caja, se prepara una base metálica para su futura fijación.

Para una rápida desinstalación de la caña, se debe desconectar el cable de salida de la caja (tanto el conector macho del cable, como el conector hembra de la caja tienen tapones que aseguran su estanqueidad), quedando el conjunto de la caña, cables y caja intermedia, en un mismo paquete.

También se requieren, fruto de las modificaciones o reformas implementadas cambios en el software debiendo programar las nuevas entradas digitales, con sus consiguientes acciones y anular la parte de software que respondía al potenciómetro.

Al final de la marea el prototipo presenta una importante trasformación (ver imagen 28) al implementar botoneras externas y la eliminación del mando potenciómetro. Todo ello ha redundado primero en la eliminación de los problemas de estanqueidad y una simplificación en la cadena de órdenes.



Imagen 28. Prototipo inicial (izda) con potenciómetro y prototipo con botoneras convencionales (dcha)

Se detecta un error de funcionamiento del sistema automático. La caña realiza todas las maniobras adecuadamente, arriado, izado con captura e izado sin captura, pero al finalizar cada una de estas es necesario esperar un tiempo (aproximadamente de 2 segundos) hasta realizar la siguiente maniobra.

Si las maniobras se inhiben con una nueva orden, sin haber terminado el posicionamiento, la caña funciona adecuadamente. Por ejemplo, si estamos arriando y sin terminar esta operación pulso un izado, la caña responde de forma correcta. Lo mismo ocurre inversamente, si izando pulso arriado sin haber terminado la primera operación.

Sin embargo, si la maniobra se realiza en su totalidad, la caña llega a la posición referenciada, es necesario esperar 2 segundos, hasta dar una nueva orden. En caso contrario, dar una nueva orden en un tiempo inferior al observado, la caña se “cuelga” siendo necesario pulsar la seta y rearmar para seguir trabajando con ella.

Se prueba que en arriado funcione los botones de arriado/izado manual (mando que sustituye al potenciómetro) y se observa que el funcionamiento es el adecuado.

Para corregir el error se debe tener en cuenta que éste puede tener dos naturalezas, o hardware o software.

- Posibilidad error por hardware: es posible que el variador no sea capaz de responder de una forma inmediata ante un nuevo arranque. Todos los dispositivos que funcionan mediante tiristores para el arranque/paro de motores tienen un determinado número de ciclos arranque por hora permisibles.
- Posibilidad de error por software: aparentemente no se encuentra en el programa un fallo que motive el error comentado. Es posible que el empleo de subrutinas en el programa retarden de alguna forma el arranque del accionamiento o se provoque algún conflicto en las órdenes enviadas a éste. Por otro lado, es por vía software por la que se deben probar las distintas soluciones que bien corrijan el programa del sistema automático o bien “engañen” al accionamiento (variador) para evitar el posible problema hardware.

Marea 3.-

En el embarque anterior (marea 2) se detectó un funcionamiento anómalo ante órdenes de maniobra, si estas se efectuaban en los dos segundos posteriores a la conclusión de una maniobra anterior por tanto se prepararon dos posibles alternativas al funcionamiento automático y otras relativas al mecánico:

- Cambios en el software (alternativa 1): Detectado un conflicto software que puede ocasionar el mal funcionamiento. Se prepara una versión software corregida para probar durante el embarque.
- Cambios en hardware y software (alternativa 2): Se prepara una nueva configuración hardware, con los consiguientes cambios en software, con el fin de llevar preparada una alternativa en caso de persistencia del error.
- Alteraciones adicionales relativas al funcionamiento mecánico

Se carga el nuevo programa de software (alternativa 1) en la que se corrige un conflicto detectado en el software que puede ser origen del mal funcionamiento.

El conflicto, o error, detectado en el software consiste en una redundancia en la orden de frenado enviada al accionamiento.

Una vez adecuado el nuevo programa al funcionamiento de la caña (normalmente cada modificación implica una media de 5 pruebas hasta llegar al funcionamiento correcto), se detecta que se ha corregido el problema de anteriores embarques. La caña ya no se cuelga ante órdenes inmediatas, finalizada la ejecución de órdenes previas.

El patrón comunica al mediodía que la caña funciona bien, pero que mientras no se obtenga una respuesta inmediata, no considera su instalación definitiva a bordo.

Se decide por tanto instalar la segunda alternativa (alternativa 2) con los cambios hardware y software que ésta contempla. Debido al retardo existente entre el momento de pulsación o selección de orden y la respuesta de la caña, se prevé la anulación de la comunicación entre el PLC o elemento de control y el accionamiento.

Esta comunicación en catálogo se establece en 30 MS, y el proveedor, en este caso Siemens, argumenta que esta comunicación no puede ser la causa del retardo. Eliminada la comunicación se deben hacer llegar al accionamiento las señales de control pertinentes, lo que implica que se realice un nuevo tendido de cables entre el armario de control y el accionamiento.

También es necesaria la instalación de hardware adicional en el armario de control para atender a esta reforma.

Una vez realizada la reforma se proceden a las pruebas, siendo necesario, como se ha comentado con anterioridad, alrededor de 6 pruebas con los consiguientes ajustes en el software hasta dar por concluida la reforma.

Las pruebas resultan plenamente satisfactorias obteniendo un tiempo de respuesta inmediato ante la selección de una orden de maniobra.

En cuanto a las acciones de mejora en el funcionamiento mecánico se interviene sobre la driza de acero: debido a la catenaria que se producía en el cable de acero, a su rigidez y propio peso en la distancia entre ambos lados de la polea, la que dista hasta la unión con la punta de la caña y hasta la propia rollera ha provocando un mal funcionamiento y la necesaria posterior grabación de los puntos de trabajo, se decide sustituir el cable de acero de 6 mm de diámetro por un cabo de poliamida de 5 mm. (imagen 29).



Imagen 29. Posición de izado de la caña (izda) y detalle de la polea con driza de acero

Se prueba de nuevo la caña y se observa que la respuesta de ésta es bastante mejor, pero no se mejora el tiempo de respuesta.

También se detecta que la caña debe incorporar unas gomas (imagen 30) para ayudarla en el movimiento de arriado. Cuando se da orden de arriado la caña parte de una posición vertical por lo que su peso no contribuye a facilitar la maniobra. Aunque el motor inicie el giro, la rollera suelta la driza en banda. Con la goma, la caña siempre tiende a arriar y se evitan los problemas con el cable.



Imagen 30. Implementación de tensor de fortuna (izda) y carretel con driza de poliamida (dcha)

La caña responde adecuadamente y se procede a las pruebas reales de funcionamiento en pesca. Durante estos dos días la caña funciona en condiciones reales de trabajo, obteniendo más capturas que las manuales y llegando a captura un túnido de aproximadamente 100 kg. Se estima que entre los dos días la caña ha realizado cerca de 300 izados con captura, 500 izados sin captura y, por tanto, 800 arriados.

Es notoriamente clara la mejora ergonómica de la operativa. Las continuas izadas para reposición de carnada o lance nulo se producen a la velocidad requerida por el patrón y con el máximo esfuerzo de activar un pulsador: pulsador de izado sin captura.

En la maniobra de izado con captura el sistema de caña planteado permite al pescador “desatender la maniobra” de manera que una vez pulsado el actuador correspondiente (izado con captura) permanece en espera hasta que el pescado es gancheado. Una vez el pescado es gancheado con firmeza y aún sin sobrepasar la borda (ver imagen 31) para ser de facto embarcado el pescador inicia un nuevo arriado hasta la posición de lance seleccionada a la espera de que el atún sea despescado y encarnar y lanzar el anzuelo de nuevo.



Imagen 31. Izado (izda) de captura; obsérvese que sin rebasar el túnido la regala se actúa sobre la caña para ser arriada. Arriado (derecha) de cebo.

Ha de destacarse la importante carga postural de la maniobra de reposición de cebo. El movimiento repetitivo que entraña el izado, reposición y arriado es en sí mismo un importante esfuerzo pero además ha de destacarse que el peso de la caña de 6 kilogramos y la resistencia que hace al viento el seno de la driza produce un agotamiento de la resistencia del pescador (imagen 32) degradando la concentración requerida.



Imagen 32. Lanzamiento del aparejo con cebo mediante sistema tradicional (izada) y tiento del pescado con caña de control automático.

El detector de captura (imagen 33) está diseñado para alojar en su interior un sensor. Se detecta que una vez introducido éste, apenas queda espacio para su manipulación, y que, además, el sensor no queda al mismo nivel que el receptáculo que lo contiene, siendo susceptible a golpes que acaben perjudicando su funcionalidad y acortando su vida útil.

Como primera medida correctora, se barren el interior del receptáculo para albergar un racor. El sensor se introducirá en el racor, de forma que si se desea sustituir o manipular éste, se pueda soltar el racor roscado, facilitando de esta manera su acceso.



Imagen 33. Sensor de captura: disposición del sensor inductivo con racor.

Por otro lado, mediante la utilización del racor conseguimos que la cabeza del sensor quede al mismo nivel que su alojamiento, evitando posibles daños.

La estructura del sensor en su parte inferior, la que aloja el embolo con muelle, tiene una rosca que impide el normal retorno del embolo a la posición de contacto con el sensor. El embolo cuando no tiene presión en el muelle y quiere retornar a la posición inicial, se encuentra con el comienzo de la rosca que sirve para unir las dos piezas de la estructura.

Para solucionar este problema, se mecaniza una nueva pieza.

También se detecta que el embolo es corto, ya que en la parte donde se anuda el aparejo tiende a penetrar dentro de la estructura, mordiendo el aparejo, e impidiendo su libre recorrido a la posición inicial. Se mecaniza un nuevo émbolo con un eje de mayor longitud.

De los muelles disponibles para distintas tensiones sólo es válido para su empleo uno de ellos, debido a que el resto no tiene la longitud adecuada. Para poder realizar las pruebas, y solventar la dificultad del material disponible, se mecanizan unas arandelas de diferentes espesores. Estas arandelas complementaran a los muelles de corta longitud (imagen 34).

La salida del cable del detector se debe llenar con silicona, por lo que se debería pensar un nuevo diseño que incluya una prensa para este cable.

Las dos piezas de la estructura del sensor se unen por medio de una rosca, en la que se detecta la no existencia de junta estanca. Se sella con silicona de manera provisional.



Imagen 34. Detalle del sensor de captura (rectificado).

El diseño del soporte permite al marinero mantener con la mano un contacto sensorial con la caña que le permite con suficiente antelación activar el pulsador de izado con captura. Además las pruebas de mar evidencian que el sistema de detección automática de picada resta celeridad a la maniobra de sustitución de aparejos o de la propia caña debido al paso de cable eléctrico que desde el sensor inductivo recorre su interior hasta su salida y conexión en la botonera.

En esta marea también se detecta la necesidad de suprimir vía software el encoder (sensor para detectar la posición del motor) para que en caso de fallo se continúe pescando conforme a la operativa tradicional.

La caña automática responde a resistencias mecánicas para izar túnidos de 100 kilos.

Deben de implementarse tensores de goma normalizados en lugar de los de fortuna empleados en esta marea.

Se propone a los usuarios suprimir todas las botoneras de la caña para disponer en el futuro de un único mando de botonera del tipo industrial (grúas, bombas de vacío, etc) siendo bien acogido por la tripulación.

Marea 4.-

Como resultado de la experiencia adquirida a lo largo de las pruebas de mar se decide simplificar el sistema de actuadores o mandos de la caña integrando todos en una botonera industrial (imagen 35).



Imagen 35. Implementación de botonera industrial

5.6.1 Análisis del funcionamiento automático

El esquema de funcionamiento (figura 21) del sistema de caña de control automático se expresa a continuación:

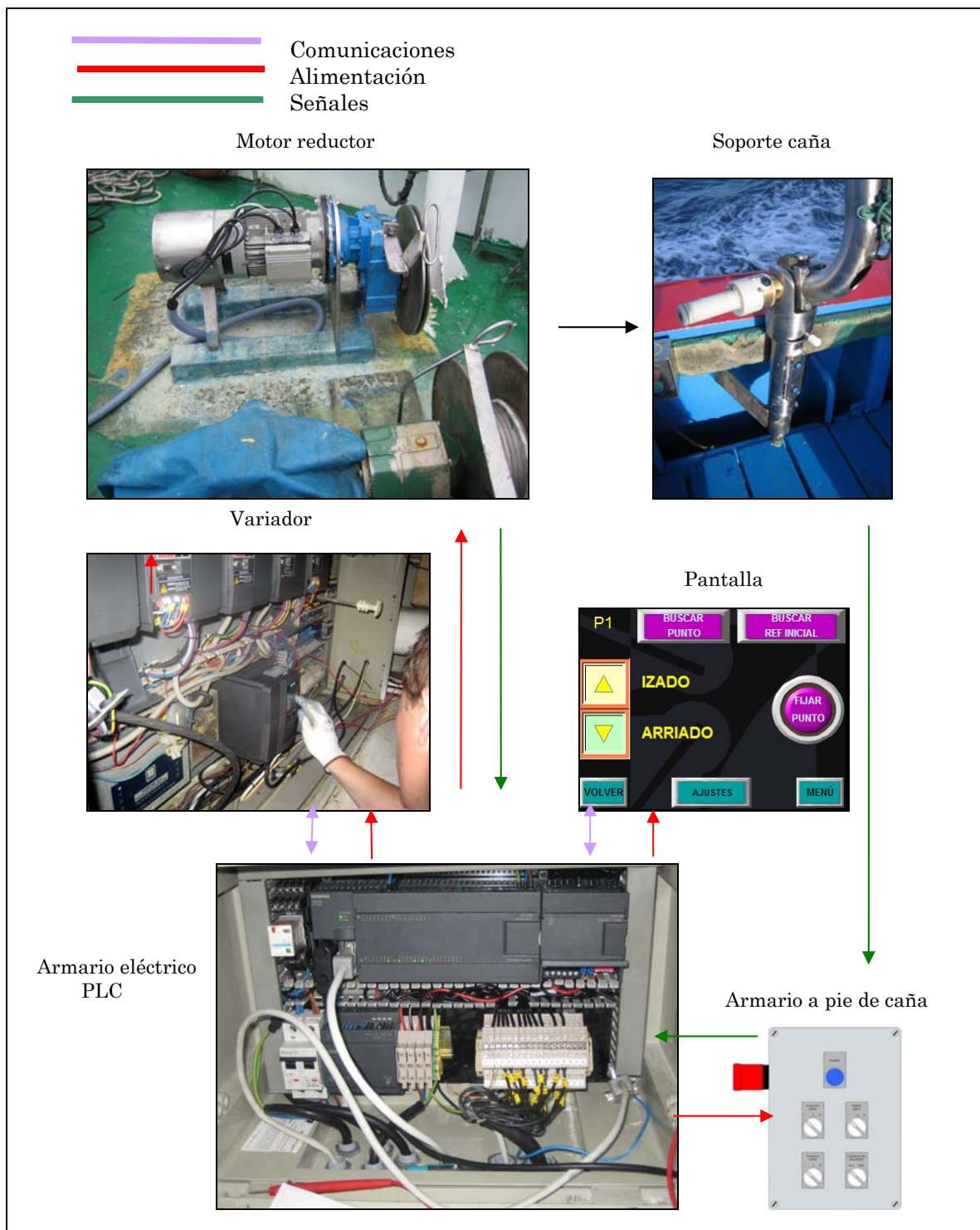


Figura 21. Diagrama de conexionado

Para controlar el movimiento del soporte mecánico de la caña es necesario un motor, que al girar enrolla/desenrolla la driza sobre una rollera, driza que se une a través de una polea al extremo de la caña por lo que se transmite a ésta el movimiento del motor. Para controlar el movimiento del motor, y dado que éste puede girar a distintas velocidades, se utiliza un variador de frecuencia. De este variador sale la señal de alimentación al motor. La alimentación del variador, así como las consignas de funcionamiento, salen del cuadro eléctrico que incluye el PLC o unidad de control. Este PLC controla directamente tanto el freno del motor, como la ventilación forzada de éste, así como el encoder instalado en el eje del motor para indicar la posición de éste. El PLC se comunica con la pantalla táctil o interfaz de usuario desde la cual se configura el sistema. Esta pantalla toma la alimentación también del cuadro eléctrico que contiene el PLC.

Tanto la botonera integrada en la caña como el armario de maniobra situado en el guardacalor, se conectan al PLC, de forma que éste procese las señales enviadas desde estos elementos.

Una de las mayores inquietudes ante la instalación de motores y elementos eléctricos es si el nivel de ruido emanado por estos pueda afectar negativamente a la pesca. Por tanto se realizó un estudio del ruido radiado (tabla 10) por el B/Mariñelak maniobrando con las cañas tradicionales y con la “automática”. El lugar de la medición fue las aguas costeras de Getaria sobre una sonda de 30 m y en condiciones de viento de 4 nudos y mar de 1,5 m.

Tabla 10: Niveles de intensidad de ruido registrado en las tres grabaciones.

Condiciones de medida	Ruido registrado (RMS*)
Motor auxiliar + caña automática	0.04
Motor auxiliar + caña normal	0.04
Ruido de fondo	0.03

*Condiciones de medida Ruido registrado (RMS)

Se registró el ruido en tres condiciones distintas:

- Ruido de fondo. Esta grabación se realizó antes y después de la aproximación del Marinelak a la zona de registro.
- Motor auxiliar + caña automática. Se realizó con el barco parado (motor principal parado), estando en marcha tan sólo el motor auxiliar y la caña automática.
- Motor auxiliar + caña normal. Se realizó con el barco parado, estando en marcha el motor auxiliar y el motor de izado de la caña normal.

El análisis del ruido radiado proporciona dos resultados principalmente:

- El ruido emitido por el motor auxiliar y las cañas es de baja intensidad. Esto se puede observar en el parecido que presentan los tres espectrogramas, lo que quiere decir que la mayor parte del ruido presente en el momento de la grabación es ruido natural o ambiental. También se puede apreciar en el nivel de ruido registrado (tabla 10), donde se ve que el incremento de ruido debido a los motores supone alrededor de un 30% del ruido total presente.
- El ruido emitido por la caña automática es, tanto en intensidad (tabla 10) como en composición espectral (figura 22), muy semejante al emitido por la caña normal.

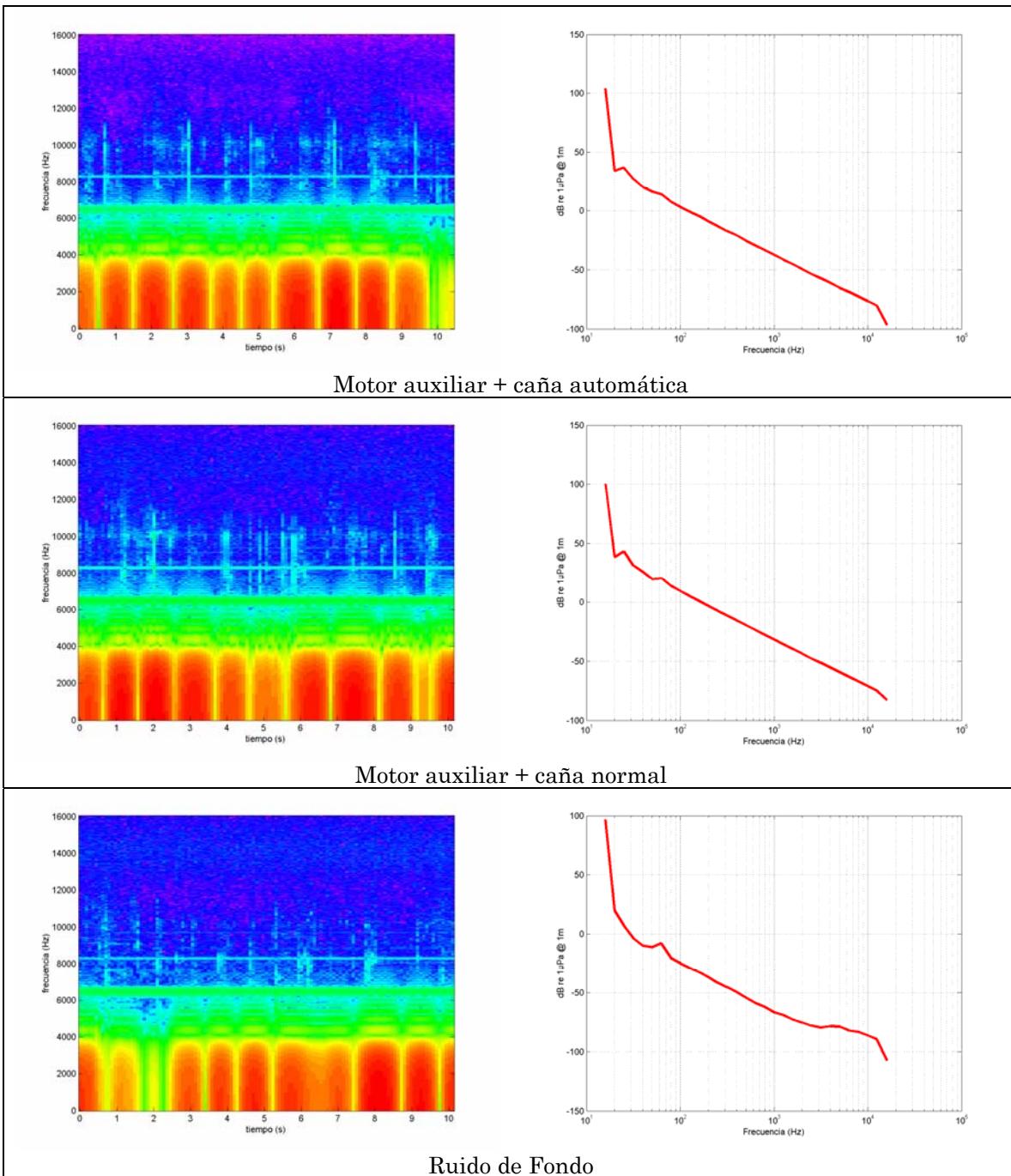


Figura 22: Espectrogramas (izquierda) y diagramas espectrales integrados (derecha) de las grabaciones realizadas en las tres condiciones.

5.6.2 Análisis de la operativa de pesca: automático / manual

Arriado

La operativa de pesca tradicional comienza con la provisión de los elementos necesarios: caña aparejada, despescador de anzuelos y cinturón de soporte (Imagen 36) para la base de la caña que, a modo de tintero, resulta un accesorio indispensable para repartir la tracción que ejercen los túnidos entre las extremidades superiores e inferiores del cuerpo al ser capturados.



Imagen 36. Cinturón para sujeción de la caña

desarrollar una pesca más ordenada, ajena a los sucesos propios de la pesca tradicional: cruce de cañas entre los tripulantes, irrupción forzada de operarios en otras posiciones de trabajo, etc lo que resta eficiencia en la pesca.

En la operativa automática en primer lugar se arría la caña mediante un botón específico de arriado hasta la “posición de lance” y con la “velocidad de arriado” que previamente se selecciona en la función de ajustes de la pantalla instalada en el puente. Una vez alcanzada

la posición el tripulante encarna el anzuelo y lanza el aparejo (imagen 37) con la caña ya arriada. En esta función el tripulante no necesita apoyarse en la borda.



Imagen 37. Operativa de encarnado con prototipo (izda.) y tradicional (dcha.).

Tiento

La operativa tradicional ejecuta esta maniobra de modo manual arriando o izando la caña hasta la posición más favorable dependiendo de la tensión, posición del cebo, velocidad del barco así como la situación con respecto de las cañas adyacentes.

El sistema automático soluciona la función de tiento mediante dos botones específicos integrados en la botonera de mando (imagen 38), uno de arriado y otro de izado. Una vez la caña está arriada hasta la posición de lance podemos modificar su posición con la velocidad y entre los puntos de referencia configurados en el programa



Imagen 38. Implementación de botonera industrial.

- **Izado**

El izado tradicional de la captura, con la rapidez y violencia propia de un ser vivo que es asido por un anzuelo, recae directamente en la energía de dos tripulantes: el marinero que manipula la caña y el gancheador del pescado que le asiste (imagen 39) en el momento del izado.



Imagen 39. Izado de capturas tradicional.

El prototipo de caña izá la caña pulsando una vez el botón específico “izado con captura” hasta la posición de izado establecida previamente de manera que la pieza queda en la superficie y al costado del barco para ser gancheada. En esta función de izado, tanto el tripulante que manipula la caña como el que le asiste en el izado y posteriormente ganchea el pescado no realizan mayor esfuerzo que el de pulsar un botón.



Imagen 40. Operativa de pesca: captura (izda.) con sistema de control automático y gancheo del (izda.) pescado.



Imagen 41. Operativa de pesca con botonera implementada en el soporte y gancheo del pescado

5.6.3 Pescas comparativas

Se comparó el rendimiento de la caña prototipo (Prot) frente a la caña tradicional (Trad) teniendo en cuenta el número de ejemplares capturados en cada lance por cada una de las cañas. Las 6 cañas que normalmente se utilizan en los lances de pescas son operadas por 6 tripulantes distintos ayudados por los tripulantes que manejan el *kako* o gancho. Para evitar sesgos, las cañas Prot. y Trad. se encontraban adyacentes en la parte más a proa y fueron operadas siempre por los mismos tripulantes. Dado que el tripulante que sabía operar con la caña Prot. estaba ya fijado por decisión del patrón (Trip 4), la caña Trad. fue manejada por un tripulante de similares prestaciones (Trip. 5), para lo cual se llevaron a cabo comparaciones previas entre los distintos tripulantes (tabla 11):

Tabla 11. Ranking de los tripulantes por su habilidad en el manejo de la caña y tripulantes escogidos para la comparativa de las cañas.

Tripulantes	Puntuación	
Trip. 1	45	
Trip. 2	39	
Trip. 3	30	
Trip. 4	28	→ Tripulante Caña PROT
Trip. 5	27	→ Tripulante Caña TRAD
Trip. 6	19	

De las 101 detecciones de pescado con el sonar que generaron capturas de bonito, en 47 ocasiones se produjeron capturas por parte de la caña tradicional y la caña prototipo. Los resultados de estos 47 lances de pesca se presentan en la tabla 12 de la siguiente página, que recoge el código del lance, la fecha (AAAAAMMDD), la hora de inicio y final del lance (HH:MM), las capturas obtenidas por la caña prototipo (Prot.) y la tradicional (Trad.) y las capturas totales en dicho lance.

Tabla 12. Datos de los 47 lances de pesca utilizados en la comparativa

Nº	Código Lance	Fecha	Latitud	Longitud	Hora inicio	Hora final	PROT	TRAD	Captura Total
1	DT005	20070810	44° 06.880N	2° 07.310W	11:09	11:16	11	11	74
2	DT010	20070810	44° 07.390N	2° 10.090W	12:23	12:56	16	11	89
3	DT011	20070810	44° 07.100N	2° 09.060W	14:10	14:17	5	5	30
4	DT012	20070810	44° 07.050N	2° 09.670W	14:22	14:48	31	24	186
5	DT013	20070810	44° 07.940N	2° 09.750W	14:51	15:33	11	10	144
6	DT022	20070810	44° 05.910N	2° 08.760W	18:26	18:47	21	16	143
7	DT024	20070810	44° 06.050N	2° 09.850W	19:42	19:53	4	4	32
8	DT025	20070810	44° 01.630N	2° 10.360W	20:25	20:46	7	9	55
9	DT026	20070811	44° 09.020N	2° 09.820W	8:43	8:48	1	0	10
10	DT027	20070811	44° 06.760N	2° 08.690W	9:02	9:14	0	3	5
11	DT030	20070811	44° 01.950N	2° 09.240W	10:49	10:59	3	3	23
12	DT033	20070811	44° 10.920N	2° 05.960W	12:32	12:40	3	2	17
13	DT037	20070811	44° 19.470N	2° 12.330W	14:22	14:32	6	7	47
14	DT040	20070811	44° 06.110N	2° 05.390W	16:26	16:49	28	27	185
15	DT041	20070811	44° 06.590N	2° 05.180W	17:21	17:29	3	5	20
16	DT043	20070811	44° 05.34N	2° 07.200W	17:48	17:58	1	3	12
17	DT044	20070811	44° 01.830N	2° 10.920W	18:34	18:39	0	0	1
18	DT045	20070811	43° 54.790N	2° 20.690W	19:53	20:07	2	2	14
19	DT049	20070812	45° 01.370N	4° 07.500W	17:59	18:07	6	7	40
20	DT050	20070812	45° 05.050N	4° 06.860W	18:28	18:53	6	7	280
21	DT051	20070812	45° 05.100N	4° 07.380W	19:11	19:22	4	2	22
22	DT052	20070812	45° 05.040N	3° 51.060W	21:18	21:29	6	11	46
23	DT053	20070812	45° 04.600N	3° 51.750W	21:57	22:06	5	7	31
24	DT054	20070813	44° 58.570N	3° 03.950W	7:24	7:31	3	0	6
25	DT055	20070813	44° 55.850N	3° 06.270W	8:10	8:26	20	27	154
26	DT057	20070813	44° 53.500N	3° 09.540W	10:06	10:15	11	10	58
27	DT059	20070813	44° 53.400N	3° 06.060W	11:29	11:36	8	5	32
28	DT061	20070813	44° 58.200N	3° 11.820W	12:25	12:33	6	6	25
29	DT062	20070813	44° 58.820N	3° 13.890W	12:44	12:47	1	0	3
30	DT063	20070813	44° 58.860N	3° 14.800W	12:48	12:51	0	0	4
31	DT064	20070813	44° 58.930N	3° 15.180W	12:54	13:01	3	5	26
32	DT065	20070813	44° 59.800N	3° 14.800W	13:41	14:03	18	12	72
33	DT068	20070813	45° 06.780N	3° 32.440W	16:32	16:47	17	20	123
34	DT070	20070813	45° 07.390N	3° 24.330W	17:53	18:00	7	5	34
35	DT071	20070813	45° 07.170N	3° 23.960W	18:05	18:10	2	3	12
36	DT074	20070813	45° 06.290N	3° 19.640W	18:40	19:03	14	13	93
37	DT077	20070813	45° 06.090N	3° 18.680W	19:33	19:40	7	5	33
38	DT078	20070813	45° 06.380N	3° 19.890W	19:46	19:51	6	6	36
39	DT079	20070813	45° 06.900N	3° 20.330W	19:57	20:02	2	1	7
40	DT080	20070813	45° 07.390N	3° 21.170W	20:07	20:12	3	4	20
41	DT082	20070813	45° 08.850N	3° 24.590W	20:49	20:54	4	3	31
42	DT085	20070814	44° 42.680N	2° 54.620W	10:27	10:38	9	5	43
43	DT086	20070814	44° 42.230N	2° 54.110W	10:48	10:58	8	7	53
44	DT089	20070814	44° 42.910N	2° 53.800W	11:11	11:33	11	10	73
45	DT099	20070814	44° 10.230N	2° 30.900W	19:25	19:38	10	12	83
46	DT100	20070814	44° 10.840N	2° 31.940W	19:59	20:05	3	3	17
47	DT101	20070814	44° 07.630N	2° 28.670W	21:03	21:11	5	7	45

Para comparar estadísticamente los resultados entre el rendimiento de la caña tradicional y la caña prototipo, que es un caso especial de bloques aleatorizados en el que las comparaciones están emparejadas, se ha utilizado el test de Wilcoxon para muestras emparejadas. Se ha utilizado este test estadístico no paramétrico debido al tamaño de la muestra total ($n=47$), ya que no se considera una muestra grande ($n>50$). Los datos se tratan

como bloques aleatorizados (los lances de pesca) y diferencias de las capturas de túnidos son los tratamientos que hay que analizar.

En el test de Wilcoxon se calculan las diferencias entre los n pares de observaciones (lances de pesca) y se ordenan estas diferencias en un ranking desde la más pequeña a la más grande sin tener en cuenta el signo. En el caso de empates se calculan los órdenes promedio.

Se asignan a los órdenes los signos originales de las diferencias y se calculan las sumas de los órdenes positivos y negativos por separado. La suma menor en valor absoluto (T_s) se compara con el valor crítico para el tamaño de muestra correspondiente.

El rendimiento de la caña prototipo (tabla 13) fue mayor que la caña tradicional (21 victorias frente a 16, con 10 empates), aunque sin significación estadística ($p = 0,6346$).

Tabla 13. Resumen de la comparativa entre las cañas tradicional y prototipo.

Cañas	Victorias	Empates	Derrotas	PROT vs TRAD
PROT	21	10	16	$P=0,6346 \text{ NS}$
TRAD	16	10	21	

NS = no significativo

6. DISCUSIÓN

En términos generales podemos afirmar que el uso de cañas de control automático ha representado un aumento muy importante en la seguridad de la operativa de pesca. También podemos deducir que no solo es importante para mejorar la seguridad y el confort laboral a bordo sino que es importante para realizar una pesca más eficiente y elevar el “grado cualitativo” de una actividad que nos honra pero que socialmente comienza a ser vista como anacrónica con respecto al desarrollo de otros sectores industriales.

No obstante hay que hacer alguna consideración respecto al experimento. En primer lugar la caña de control automático ha sido experimental por lo que su rendimiento si bien ha sido favorable, no es equivalente al de las cañas al uso. En segundo lugar la realidad de las pruebas de mar y el contacto directo con el usuario final (marinero-cañero) nos ha hecho realizar modificaciones menores en la mecánica del soporte y la programación del sistema de control.

Un aspecto importante es que el prototipo fue ideado para la pesca de cimarrón pero ha resultado muy favorable para la pesca de bonito especialmente en los lances de pesca de menor actividad o cuantitativamente de menor importancia y en los que hay que “tentar” más al pescado y realizar un número mayor de lances.

Sería muy difícil comparar la efectividad del prototipo con otros sistemas de captura existentes para la pesca de túnidos ya que se ha adaptado a las especificidades de la flota cercano cebo/vivo del País Vasco.

Una vez analizados los resultados de este informe y a pesar de las consideraciones hechas en líneas precedentes, las pruebas han puesto de manifiesto que el sistema de caña de control automático es práctico, sencillo para el usuario y reduce ostensiblemente la probabilidad de sufrir trastornos de índole músculo esquelético.

Finalmente considerar que la implementación de sistemas automatizados para la pesca de túنidos a bordo de la flota vasca de cerco cebo-vivo puede representar una solución importante para evitar los accidentes asociados a la operativa y mejorar la calidad de vida de nuestros esforzados pescadores.

7. CONCLUSIONES

- Las ventajas técnico operativas del prototipo son fundamentales en términos de seguridad:
 - ✓ Elimina la posibilidad de caídas a la mar.
 - ✓ Elimina el riesgo de caídas sobre cubierta
 - ✓ Elimina el riesgo de golpes contra la estructura del barco.
 - ✓ Reduce el riesgo de proyección de anzuelos al posibilitar un proceso más controlado y preciso mejorando la atención del tripulante.
 - ✓ Reduce la exposición del marinero en las zonas de riesgos
- La caña automática responde a las resistencias mecánicas requeridas para el izado de túnidos de 100 kilos de peso (máximo peso de túnido capturado).
- La caña automática responde a las velocidades de arriado e izado requeridas.
- La caña automática responde a las posiciones de arriado e izado requeridas.
- El rendimiento de la caña prototipo frente a la caña tradicional en número de ejemplares capturados fue mayor si bien no muestra significación estadística.
- Permite desarrollar una pesca más ordenada, ajena a los sucesos propios de la pesca tradicional: cruce de cañas, irrupción forzada de tripulantes en otras posiciones de trabajo lo que resta eficiencia en la pesca.

- Permite el manejo de cañas de mayor longitud.
- Han de suprimirse todas las botoneras (maniobra, tiento y emergencia/rearme) y en su lugar disponer una única botonera de tipo industrial (grúas, bombas de vacío, etc).
- La activación del inclinómetro no confiere mejora alguna en la operativa de pesca.
- El sistema de detección automática de captura resta celeridad a la maniobra en el caso de sustitución de la propia caña debido al paso de cable que desde el sensor inductivo recorre su interior hasta su salida y conexión en la botonera.
- El diseño del soporte permite al marinero mantener con la mano un contacto sensorial con la caña proporcionándole tiempo suficiente para activar los órganos de acción adecuados.
- El prototipo permite vía software la anulación del encoder del motor para que en caso de fallo se continúe en modo de operativa tradicional.
- Los usuarios del prototipo de “caña automática” se han encontrado gratamente sorprendidos y nos animan explícitamente a implementar a bordo un sistema total de cañas automatizadas.

FUTURO

- Buena parte de las unidades de cerco todavía dependen de tripulaciones numerosas y difíciles de conseguir para la maniobra de pesca, por lo que es necesario mantener

actuaciones sostenidas en el campo de la tecnología para proteger y optimizar su competitividad a través del aumento de la seguridad, salud y el confort laboral a bordo.

8. AGRADECIMIENTOS

Es difícil hacer referencia a todas y cada una de las personas que directa o indirectamente han favorecido y me han apoyado en este proyecto.

Tengo que hacer una inevitable mención de agradecimiento a Joseba Arregi, Patrón del B/MARIÑELAK de Getaria por su gran motivación y profesionalidad.

Asimismo no puedo olvidarme de las valiosas aportaciones técnicas que al inicio del proyecto me prestaron los Patrones de Pesca Bernardo Sistiaga del B/ITASLAGUNAK, Juanjo Azkue del B/SANTANA BERRIA, Emeterio Urresti del B/SANTA LUCÍA IRU, Norberto Emazabel del B/TUKU-TUKU y Jon Kepa Uskola del B/ ONDARZABAL

También a Juan Atxa, Patrón de Pesca de Bermeo ya retirado, pero con la “memoria fresca” para aportar esos detalles que solo da la experiencia...

A la Asociación de Armadores de Guipúzcoa, GARELA y las Federaciones de Cofradías del País Vasco.

Pero, sin lugar a dudas, lo que definitivamente más ha contribuido a este trabajo, han sido las aportaciones anónimas, de nuestra gente, infinidad de arrantzales que no han dudado en facilitar su “saber hacer” y animarnos abiertamente.

Gracias a todos.

9. ANEXOS

9.1 Documento de especificación requisitos

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	88
ALCANCE.....	88
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	88
TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	89
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	89
REFERENCIAS.....	90
DOCUMENTOS APLICABLES.....	90
DOCUMENTOS REFERIDOS.....	90
DESCRIPCIÓN GENERAL.....	91
RELACIÓN CON OTROS PROYECTOS EN CURSO.....	91
RELACIÓN CON PROYECTOS ANTERIORES Y POSTERIORES.....	91
FUNCIÓN Y PROPÓSITO DEL SISTEMA.....	91
<i>Estado actual</i>	91
<i>Solución propuesta</i>	92
<i>Objetivos y beneficios de la solución</i>	93
CONSIDERACIONES DE ENTORNO.....	95
RELACIONES CON OTROS SISTEMAS.....	96
RESTRICCIONES GENERALES.....	97
REQUISITOS DE USUARIO.....	98
REQUISITOS FUNCIONALES.....	98
<i>RF1 - Maniobra de arriado</i>	98
<i>RF2 - Maniobra de tiento</i>	99
<i>RF3 - Maniobra de izado con captura</i>	100
<i>RF4 - Maniobra de izado sin captura</i>	101
<i>RF5 - Función detección de picada</i>	101
<i>RF6 – Giro horizontal</i>	101
REQUISITOS DE RENDIMIENTO.....	102
<i>RR1 – Límite de carga</i>	102
<i>RR2 – Límite mínimo inferior carrera</i>	102

<i>RR3 – Límite de recorrido superior.</i>	102
REQUISITOS DE INTERFAZ.	103
<i>RI1 – Arriado caña.</i>	103
<i>RI2 – Izado de caña sin captura.</i>	103
<i>RI3 – Izado de caña con captura.</i>	103
<i>RI4 – Arriado/Izado Manual.</i>	103
<i>RI5 – Selector posiciones.</i>	103
<i>RI6 – Selector tamaño de captura.</i>	103
<i>RI7 – Selector Activación/Desactivación Corrección Balanceo.</i>	104
<i>RI8 – Parada de emergencia.</i>	104
<i>RI9 – Rearme.</i>	104
OTROS REQUISITOS.	104
<i>RO1 – Montaje/Desmontaje botavara.</i>	104
<i>RO2 – Montaje/Desmontaje apoyo basculante.</i>	104
REQUISITOS LEGALES.	105
NORMATIVA APPLICABLE.	105
NORMATIVA A CUMPLIR.	105
NORMATIVA NO CONSIDERADA.	105
OTROS REQUISITOS.	106

INTRODUCCIÓN.

Alcance.

El objeto del presente documento es establecer la **Especificación de Requisitos** del prototipo de caña para cimarrón de gran tamaño dentro del proyecto 7054/06 “Soporte al desarrollo de la caña de cimarrón”.

El presente documento está dirigido a los responsables del proyecto en AZTI-TECNALIA, líder y coordinador del proyecto, y al equipo de trabajo constituido por:

- AZTI-TECNALIA: responsable de transmitir las necesidades del sector al equipo de trabajo y ser la voz del usuario. También participara activamente en las pruebas, sobre todo en las de mar.
- ROBOTIKER-TECNALIA encargado de las tareas de especificación de Requisitos, definición del Plan de Pruebas, y diseño Conceptual y de Detalle del prototipo de caña.
- TALLERES ERREKA: responsable de las tareas de construcción mecánica y montaje del prototipo.

Los aspectos que se recogen en este documento parten de las reuniones mantenidas a tal efecto entre el personal de AZTI-TECNALIA, ROBOTIKER-TECNALIA y TALLERES ERREKA.

Este documento carecerá de validez hasta que no sea revisado y aprobado por los responsables de AZTI-TECNALIA para este proyecto, tal y como indican las firmas en la hoja interna de revisión/aprobación del documento.

Abreviaturas y acrónimos.

RSD

Documento de Especificación de Requisitos

Términos y definiciones.

Aparejo:	Montaje que incluye al anzuelo y sedal.
Arriar:	Bajar.
Banda	Cada uno de los lados de la embarcación.
Bichero	Asta larga que en uno de los extremos tiene un hierro de punta y gancho
Izar:	Subir.
Botavara	Palo de caña
Regala:	Refuerzo que se coloca por encima de la cubierta y sobre la banda en sentido longitudinal.

Estructura del documento.

El presente documento consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Introducción. En este capítulo se define el alcance del documento (objetivo de éste, aplicabilidad), las abreviaturas y acrónimos usados, así como términos y definiciones contenidos en el mismo.

Capítulo 2: Referencias. En este capítulo se incluyen los documentos aplicables en el momento de la redacción y aquellos que se hayan referido explícitamente en el mismo.

Capítulo 3: Descripción general. En este capítulo se enumera la relación con otros proyectos, se describe la función y propósito de la caña, y se exponen las consideraciones de entorno, la relación con otros sistemas y las restricciones generales.

Capítulo 4. Requisitos de usuario. En este capítulo se enumeran y describen los requisitos que, desde el punto de vista del usuario, ha de cumplir el prototipo de caña.

Capítulo 5. Requisitos legales. En este capítulo se recogen los requisitos legales (normativas) a los que está sujeto el prototipo de caña.

Capítulo 6. Otros requisitos. En este capítulo se describen otros requisitos adicionales no recogidos en los apartados anteriores.

REFERENCIAS.

Documentos aplicables.

GEN/09.33/PRE	Manual metodológico para el desarrollo de proyectos de hardware/firmware
GEN/05.01/PRG	Control de la documentación
GEN/09.02/PRE	Manual de gestión de proyectos

Documentos referidos.

ES2152848	PATENTE: Sistema automático de izado de la pieza capturada en la pesca a cacea o con cebo vivo.
------------------	---

DESCRIPCIÓN GENERAL.

El objetivo del presente proyecto es la construcción de un prototipo de caña para la asistencia a la captura de túnidos de gran tamaño en la modalidad de pesca de cebo vivo. En el presente proyecto únicamente se va a desarrollar una unidad del prototipo, pero la visión a futuro para su implantación industrial es que un barco pueda estar equipado de varias unidades.

En este capítulo se describen la función y el propósito del prototipo de caña para ejemplares de túnidos de gran tamaño y los factores que le afectan.

Relación con otros proyectos en curso.

No hay relación con otros proyectos en curso.

Relación con proyectos anteriores y posteriores.

Durante el año 2005 AZTI-TECNALIA, TALLERES ERREKA y ROBOTIKER-TECNALIA colaboraron en el desarrollo de un Prototipo de Caña Semiautomática para Túnidos. El tipo de túnidos a los que iba dirigido este prototipo de caña era el comprendido en el rango 3 a 15 Kg.

Función y propósito del sistema.

El propósito del proyecto en el que se enmarca esta especificación de requisitos es diseñar, fabricar y probar un prototipo de caña cuya función sea ayudar al marinero cañero en las labores de arriado, tiento e izado hasta la superficie del agua y arrimado hasta el costado del barco de pescados con pesos comprendidos entre 20 y 150 Kg.

En la actualidad, parte de la flota dedicada a la pesca de túnidos en la modalidad de cebo vivo utiliza cañas accionadas mediante un conjunto motor-reductor asociado a un carrete que recoge o libera una driza conducida mediante poleas-guías y unida a un punto cercano al extremo superior de la caña. Los tripulantes disponen de órganos de accionamiento, desplazables a la banda o a la estructura del puente, para comandar el funcionamiento del

motor. Una solución de este tipo está recogida en la patente ES2152848, actualmente fuera de vigor.

En la solución descrita arriba, al menos uno de los tripulantes, marinero cañero, debe soportar la botavara por su base durante las maniobras de tiento del pescado y del izado de la pieza capturada. En esta última maniobra, el marinero cañero debe arrimar el pescado hasta el costado del barco, donde otros tripulantes, marineros gancheadores, ayudados de bicheros enganchan la captura y la suben hasta la cubierta del barco.

El prototipo de caña a desarrollar en el presente proyecto adoptará el concepto de pesca utilizada actualmente por la flota, que consta de un motor-reductor, un carrete recogedor de la driza unida al extremo de la caña y la conducción de la driza mediante poleas-guías, pero la botavara será soportada por su base mediante un apoyo basculante diseñado para tal propósito. De esta forma, los tripulantes no soportarán la botavara, y así se les libera de los esfuerzos que realizan durante el tiento y el izado del pescado, mejorando sus condiciones de trabajo y su seguridad.

En el apoyo basculante, el funcionamiento que se desea validar prioritariamente es su giro vertical, pero también se le dotará de un giro horizontal con posibilidad de bloqueo. La disponibilidad del giro horizontal permitirá analizar las interferencias que éste pueda provocar en los puestos de pesca contiguos y la violencia de movimientos de la caña durante la captura. Las conclusiones de este análisis deberán ser tenidas en cuenta para futuros diseños.

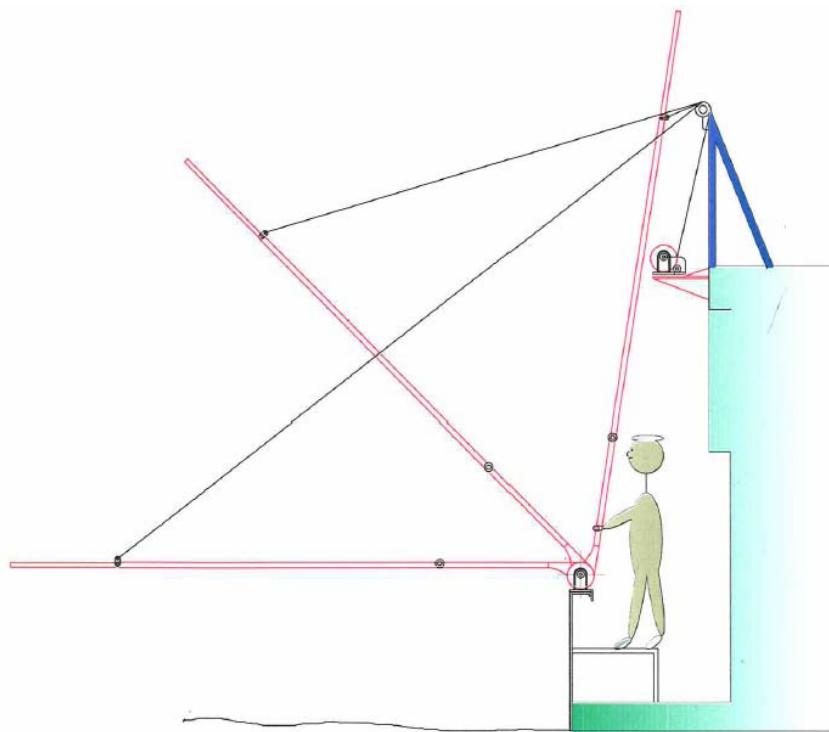


Fig. 1 – Concepto de prototipo caña.

El prototipo de caña arrimará la captura hasta la línea de flotación en el costado del barco, en donde los marineros gancheadores la izarán hasta la cubierta ayudados por bicheros, del mismo modo que lo realizan en la actualidad. En este prototipo no se contempla el desarrollo de ningún sistema que suba las capturas hasta la cubierta del barco.

Desde una botonera accesible desde el puesto del marinero cañero, éste podrá comandar el prototipo de caña para ejecutar las siguientes maniobras:

- **Maniobra de arriado:** La caña descenderá hasta la posición de pesca.
- **Maniobra de tiento:** La caña se mantendrá a la espera de realizar una captura. En esta maniobra dispondrá de una **función de arriado e izado manual de la caña** con la que el usuario podrá corregir la posición de la botavara según considere oportuno, y una **función de corrección automática del balanceo** producido por el oleaje en el barco, para intentar mantener la posición de la botavara respecto a la superficie del agua. El funcionamiento del arriado e izado manual será prioritario a de corrección automática del balanceo.
- **Maniobra de izado con captura:** la caña se izará para arrimar al pescado al costado del barco. Esta maniobra podrá ser iniciada manualmente o de forma automática mediante un **sistema de detección de picada**. La perdida de la captura por

desprendimiento del anzuelo o la ruptura del aparejo no deberán originar movimientos intempestivos de la caña que pongan en peligro la seguridad del pescador, así mismo, el accionamiento de la caña deberá diseñarse para evitar funcionamientos intempestivos durante la maniobra.

- **Maniobra de izado sin captura:** La caña se izará a voluntad del marinero cañero para permitir el cambio de cebo, corregir la posición del aparejo, etc. En el diagrama que se muestra a continuación, se resume el funcionamiento del prototipo de caña. Las maniobras se describen con más detalle en el apartado 4.1...

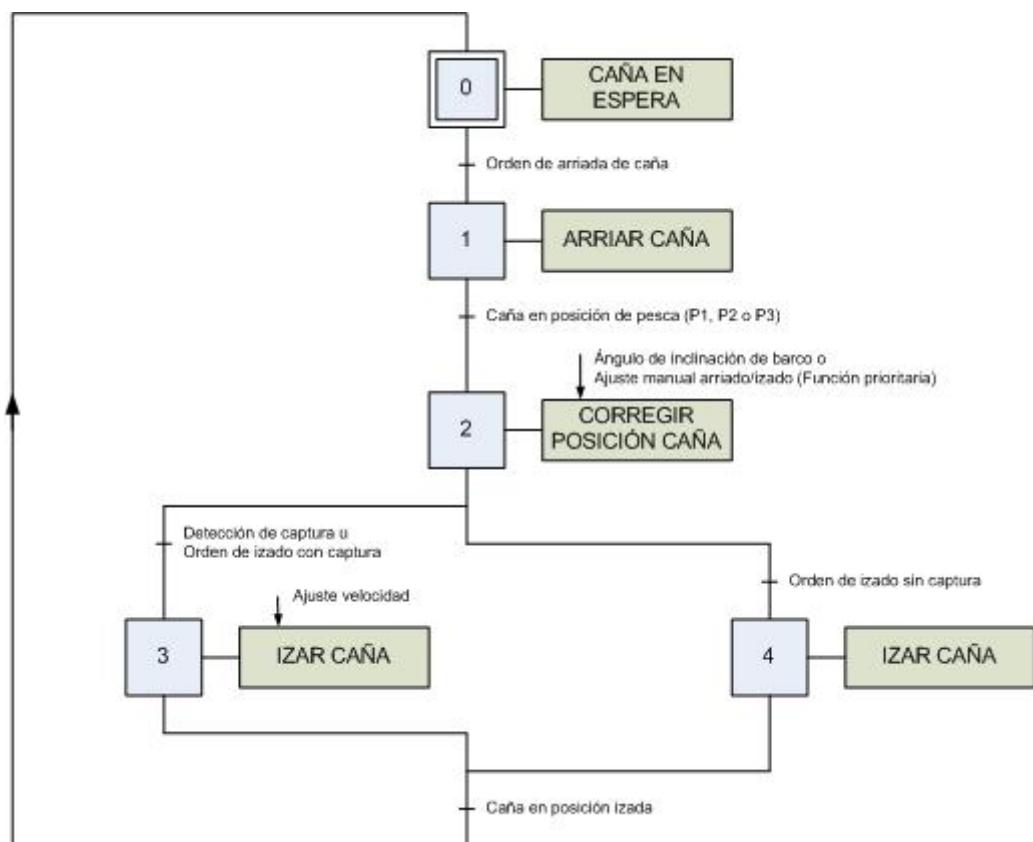


Fig. 2 Diagrama de funcionamiento del prototipo de caña.

El prototipo de caña busca **liberar al marinero cañero** de soportar el peso de la caña durante las labores de tiento y los esfuerzos para vencer los tirones de los pescados cuando son traídos al costado del barco. Esto **mejorará las condiciones de trabajo** de los tripulantes, reduciendo la fatiga que impide mantener la eficacia a lo largo del tiempo que dura un lance de pesca y **mejorando su seguridad** (caídas por la borda por tirones del pescado, desprendimiento súbito de la captura, rotura del aparejo, etc.)

La solución propuesta persigue **simplificar el trabajo del marinero cañero**, que tendrá las dos manos libres para ensartar el cebo en el anzuelo y lanzarlo, controlar la caña en función de su evolución, y tendrá una asistencia en la detección de la picada.

El prototipo propuesto **no pretende reducir la tripulación**, ya que continuará siendo necesaria la presencia de un marinero cañero que comande el prototipo de caña.

Consideraciones de entorno.

En este apartado se indica el entorno para el que será concebido la caña, así como los diferentes elementos físicos y humanos que lo constituyen.

Dimensiones físicas del emplazamiento:

El barco que se va a utilizar para montar el prototipo será el Itsas Lagunak, cuyas medidas se representan en el plano del barco proporcionado por Enrique Lecuona (plano nº: 4.841 H)

Medidas específicas de la maniobra:

- Distancia regala al agua: 1,5 metros.
- Balanceo transversal: $\pm 15^\circ$
- Balanceo longitudinal: $\pm 3^\circ$
- Periodo de balance: 7,5 segundos.

Características de material:

• Botavaras: En el prototipo se montarán las cañas de fibra utilizadas comúnmente por los usuarios en la pesca de cimarrón. Se dispondrá de 3 cañas de fibra equipadas cada una con un elemento sensor para la detección automática. Las características de éstas son:

- Longitud: 6 metros
- Peso: 5-6 Kg.
- Diámetro exterior en la base: 50mm.
- Diámetro interior en la base: 43 mm.
- Diámetro exterior en extremo superior:
- Diámetro interior en extremo superior:

—Material: fibra de vidrio.

- Aparejo: En el prototipo de caña se montará una doble pita de tipo:

—Material: Monofilamento de nylon

—Diámetro: 1,8 mm. Cada monofilamento.

—Resistencia media a tracción: 121,75 Kg.

—Alargamiento a ruptura medio: 326,90 mm.

—Longitud: 7,5m.

Instalación eléctrica:

- Tensión nominal entre fases: 220 V.
- Frecuencia nominal: 50 Hz.
- Número de fases: 3
- Disponibilidad de neutro: No se distribuye.

Perfiles de usuario:

- **Marinero Cañero:** Es el tripulante encargado de comandar las órdenes de arriado e izado de la caña durante el lance de pesca, recoger el anzuelo, ensartar del cebo en él, posteriormente lanzarlo al agua. También este tripulante deberá seguir la evolución del aparejo y del cebo durante la maniobra de tiento para decidir, ante la evolución del cebo, si arriar o izar la caña, ordenar una maniobra de izado en caso de que se haya producido una captura que no se haya detectado por el sistema automático, o si, pasado el tiempo, hay que recoger el aparejo para cambiar el cebo, corregir la posición del aparejo, etc... Así mismo, se encargará de la supervisión de las condiciones del lance de pesca en lo que respecta al estado de la mar, al tamaño del pescado y la atracción de los túnidos por el cebo, para ajustar, según su experiencia, los parámetros de ángulo de parada de la maniobra de arriado e izado y el tiempo de izado de la caña con captura.

Relaciones con otros sistemas.

El prototipo de caña no tendrá relación con otros sistemas.

Restricciones generales.

En esta sección se indican los condicionantes que limitan las opciones de la aplicación y/o el desarrollo de la caña.

Restricciones Dimensionales:

- El soporte basculante de la caña debe instalarse sobre la regala del barco, no dificultando en ningún momento el paso de la tripulación a lo largo de la banda de maniobra.

Restricciones Operacionales:

- El sistema de caña no debe producir movimientos intempestivos en ninguna de las funciones para las que se destine.
- En la botonera o las botoneras con los órganos de accionamiento necesarios para el comandado del funcionamiento del prototipo de caña deberá primar la minimización de órganos de accionamiento y un manejo intuitivo y ergonómico.

Restricciones de Desarrollo/Diseño

- Todos los materiales de construcción empleados en el prototipo deben tener garantizada su conservación durante períodos largos de tiempo, tanto en uso como en reposo por lo que los elementos móviles deberán estar debidamente lubricados.
- Aunque en el presente proyecto sólo se va a desarrollar una unidad del prototipo de caña, se deberá prever que en su implantación industrial el número de equipos que embarquen sea de tres o cuatro.
- El sistema de caña no debe producir ruidos ni vibraciones.
- El soporte basculante no debe brillar.
- El soporte basculante debe estar protegido para evitar atropamientos. Ninguna parte móvil debe ser accesible.

REQUISITOS DE USUARIO.

En este apartado se enumeran y describen los modos de funcionamiento y límites de rendimiento que debe tener el prototipo de caña. El punto de vista utilizado para completar este apartado es el del usuario del prototipo de caña.

A cada requisito de usuario se le asigna un identificador para que se pueda referir a él siempre del mismo modo en el presente documento y en los documentos posteriores que se redacten en el transcurso del proyecto.

Todos los requisitos serán validables, y en el documento de Plan de Pruebas de Validación (VTP) se describirá la forma de comprobar que el prototipo de caña desarrollado cumple cada uno de los requisitos especificados.

Requisitos funcionales.

RF1 - Maniobra de arriado.

- **Condición de inicio de maniobra:** Activación de un órgano de accionamiento específico para esta maniobra por parte del marinero cañero
- **Condición de fin de maniobra:** botavara en posición de pesca.
- **Posiciones y tiempos de maniobra:**

Posición final de pesca	P1	P2	P3
Ángulo respecto a la horizontal	-18º	0º	+18º
Tiempo maniobra	2 s	< 2 s	< 2 s

- **P1:** Condiciones de cimarrón “frío”.
- **P2:** Condiciones de cimarrón “templado”.
- **P3:** Condiciones de cimarrón “caliente”.

- **Descripción de maniobra:** Una vez dada la condición de inicio, la caña descenderá hasta la posición de pesca. Previamente, el marinero cañero deberá haber seleccionado

la posición de pesca (P1, P2, P3) en función de las necesidades de la pesca o el estado de la mar.

- **Tareas del marinero cañero:** Establecimiento de la posición final de pesca (P1, P2 o P3), recuperación del anzuelo, ensartado del cebo en el anzuelo, activación del órgano de accionamiento para inicio de maniobra de arriado, y lanzamiento del anzuelo con el cebo vivo de forma manual durante la maniobra de arriado, o después de que se haya finalizado ésta.

RF2 - Maniobra de tiento.

- **Condición de inicio de maniobra:** Fin de la maniobra de arriado, botavara en posición de pesca.
- **Condición de fin de maniobra:** Inicio de maniobra de izado sin captura o inicio de maniobra de izado con captura.
- **Posiciones y tiempos de maniobra:**

Ángulo balance máximo	$\pm 15^\circ$
Periodo de balance	5 s.

- **Descripción de maniobra:** En esta maniobra el prototipo de caña se mantendrá a la espera de realizar una captura. Durante esta maniobra el prototipo de caña corregirá el ángulo de la botavara en función del balanceo del barco originado por el oleaje, con el fin de no provocar tirones intempestivos al cebo. Un ángulo de inclinación de la cubierta del barco en un sentido debe compensarse con un giro de la caña en un ángulo igual y de sentido contrario a una velocidad similar a la provocada por el balanceo. El usuario dispondrá de un órgano de accionamiento con el cual podrá arriar o izar la caña a su voluntad para mantener el aparejo con la debida tensión según la evolución del cebo. El funcionamiento del arriado e izado manual será prioritario a de corrección automática del balanceo.
- **Tareas del marinero cañero:** Observación de la evolución del aparejo y del cebo para actuar sobre el órgano de accionamiento que permita izar/arriar la botavara para mantener la tensión del aparejo según su criterio, decidir si hay que iniciar una maniobra de izado de la caña sin captura para cambiar el cebo, corregir la posición del

aparejo, etc.; o iniciar una maniobra de izado con captura ante una posible anticipación del marinero cañero a la detección automática de picada.

RF3 - Maniobra de izado con captura.

- **Condición de inicio de maniobra:** De modo automático por orden emitida por el sistema de detección de captura, o de modo manual por activación del órgano de accionamiento específico por parte del marinero cañero
- **Condición de fin de maniobra:** botavara en ángulo de posición izada.
- **Posiciones y tiempos de maniobra:**

Posición final caña izada	P4	P5	P6
Ángulo respecto a la horizontal	95º	95º	95º
Tiempo maniobra	4 s.	5s	6 s
Tamaño captura	< 25 Kg.	25÷80 Kg.	80÷150 Kg.

- **Descripción de maniobra:** En esta maniobra la caña se izará hasta un ángulo establecido por encima de la vertical de la cubierta para arrimar el pescado al costado del barco. Durante esta maniobra, la velocidad de izado de la botavara no deberá experimentar variaciones bruscas. Previamente, el marinero cañero deberá haber seleccionado el tamaño de la captura entre tres valores, según los siguientes rangos de pesos de las capturas:

- Capturas de túnidos menores de 25 Kg.
- Capturas de túnidos entre 25 y 80 Kg.
- Capturas de túnidos entre 80 y 150 Kg.

Con ello se variará el tiempo de la maniobra.

Tareas del marinero cañero: Seguir la evolución del aparejo para detectar la rectificación de éste y, eventualmente, actuar sobre el órgano de accionamiento de izado con captura por si fuese posible una anticipación del marinero cañero a la detección automática de picada.

RF4 - Maniobra de izado sin captura.

- **Condición de inicio de maniobra:** activación de un órgano de accionamiento específico para este fin por parte del marinero cañero.
- **Condición de fin de maniobra:** botavara en ángulo de posición izada.
- **Posiciones y tiempos de maniobra:**

Posición final caña izada	P7
Ángulo respecto a la horizontal	95º
Tiempo maniobra	2 s.

- **Descripción de maniobra:** En esta maniobra el izado de la botavara se ejecutará de forma más rápida que el izado con captura. El tiempo de izada se establece en 2 segundos. Esta maniobra se incorpora al funcionamiento del prototipo de caña para que las operaciones propias de un lance de pesca (sustitución o reposición de cebo, sustitución de caña, etc.) se realicen de la forma más dinámica posible.
- **Tareas del marinero cañero:** Seguir la evolución del aparejo y actuar sobre el órgano de accionamiento de izado sin captura si las condiciones de pesca lo precisan.

RF5 - Función detección de picada.

El prototipo de caña incorporará un sistema de detección de picada que iniciará de forma automática la maniobra de izada de la caña con captura. La detección de la picada se hará en respuesta al tirón que ejerce el pescado al picar.

El valor límite tensión en el aparejo que inicie la maniobra de izada de la caña con captura se determinará durante las pruebas.

RF6 – Giro horizontal.

El apoyo basculante del prototipo de caña dispondrá de un giro libre y horizontal con posibilidad de bloqueo. La carrera máxima de este giro será de ±45º respecto a la perpendicular de la regala. Se incorporará una función de ajuste de la carrera de forma manual. Los límites de la carrera horizontal estarán amortiguados.

Requisitos de rendimiento.

RR1 – Límite de carga.

El apoyo basculante y el sistema de accionamiento deberán poder soportar las tensiones de ruptura del aparejo (según ensayos la tensión media de ruptura del aparejo es de 121,75 Kg)

RR2 – Límite mínimo inferior carrera.

El límite mínimo inferior de la carrera del giro vertical de la caña se establece en un ángulo de -32° respecto a la horizontal (véase Fig.3). En este ángulo corresponde a la posición en la que el extremo de la caña toca el agua más el ángulo máximo de balanceo.

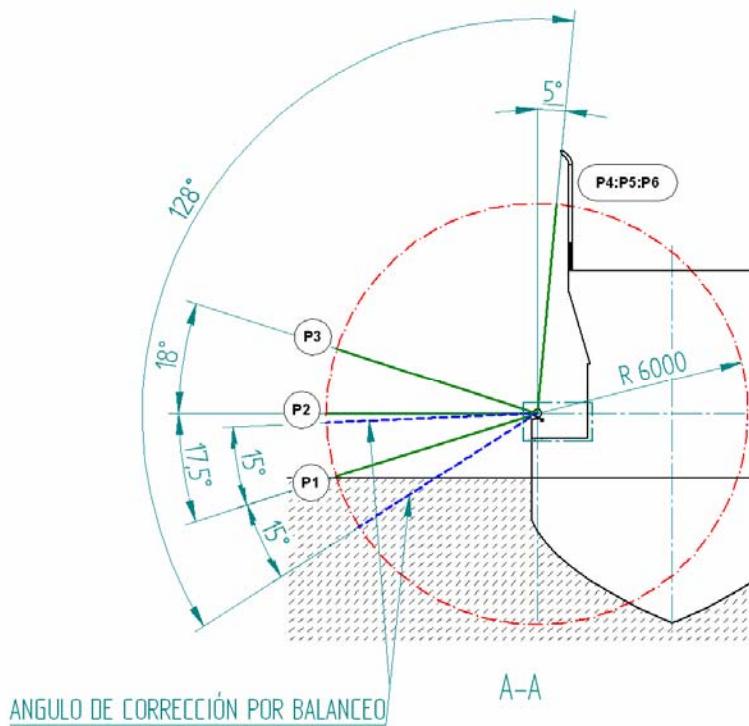


Fig. 3 Ángulo característico de las posiciones de la caña.

RR3 – Límite de recorrido superior.

La botavara no debe golpear con la estructura del barco. Aproximadamente se establece 5° por encima de la vertical.

Requisitos de interfaz.

A continuación se enumeran y describen los órganos de accionamiento necesarios para el funcionamiento del prototipo de caña. Durante la fase de diseño se decidirá la ubicación de estos órganos de accionamiento y la posibilidad de replicar alguno de ellos en varias ubicaciones con el fin de que el manejo del prototipo sea intuitivo y ergonómico.

RI1 – Arriado caña.

Órgano de accionamiento que iniciará la maniobra de arriado de la caña (requisito RF1).

RI2 – Izado de caña sin captura.

Órgano de accionamiento que iniciará la maniobra de izado de la caña sin captura (requisito RF4).

RI3 – Izado de caña con captura.

Órgano de accionamiento que iniciará la maniobra de izado de la caña con captura (requisito RF3).

RI4 – Arriado/Izado Manual.

Órgano de accionamiento que permitirá la arriada e izada de la caña de forma manual durante la maniobra de tiento (requisito RF2). Se ha seleccionado para este órgano de accionamiento el puño empleado en el Prototipo de Caña Semiautomática para Túnidos.

RI5 – Selector posiciones.

Órgano de accionamiento que permitirá seleccionar entre tres puntos fijos de parada para la maniobra de arriado de caña (requisito RF1).

RI6 – Selector tamaño de captura.

Órgano de accionamiento que permitirá seleccionar el tamaño de la captura entre tres fijos:

- Túnidos menores de 25 Kg.
- Túnidos entre 25 y 80 Kg.
- Túnidos entre 80 y 150 Kg.

RI7 – Selector Activación/Desactivación Corrección Balanceo.

Órgano de accionamiento que permitirá seleccionar la activación o desactivación de la función de corrección de balanceo durante la maniobra de tiento (requisito RF2).

RI8 – Parada de emergencia.

Órgano de accionamiento que desencadenará la parada de emergencia del prototipo de caña.

RI9 – Rearme.

Órgano de accionamiento que activará el funcionamiento de la caña después de una puesta en tensión o finalizada una parada de emergencia.

Otros requisitos.

RO1 – Montaje/Desmontaje botavara.

El tiempo para la operación de montaje y desmontaje de la botavara no debe sobrepasar de 1 minuto.

RO2 – Montaje/Desmontaje apoyo basculante.

El tiempo para la operación de montaje y desmontaje del apoyo basculante en el que se instala la botavara no debe sobrepasar los 4 minutos.

REQUISITOS LEGALES.

Normativa Aplicable.

El prototipo de caña será diseñado según dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 98/37/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

Normativa a Cumplir.

En el diseño del prototipo de caña se cumplirá con las normas harmonizadas asociadas a la Directiva 98/37/CE.

Normativa no Considerada.

No aplicable.

OTROS REQUISITOS.

No hay otros requisitos

9.2 Plan de pruebas

DOCUMENTO

**MODIFICACIÓN PLAN DE PRUEBAS PROTOTIPO
CAÑA CIMARRÓN**

19 de Abril de 2007

1. INTRODUCCIÓN

AZTI-Tecnalia, coordinador y líder del proyecto, plantea una serie de modificaciones que afectan al plan de pruebas recogido por ROBOTIKER-Tecnalia en el documento con referencia INF/705406/VTPVTF/1.0.

Estas variaciones responden a los siguientes planteamientos:

- Dificultad de recreación de ambiente real de funcionamiento del sistema en instalaciones en tierra.
- Problemas de disponibilidad de las empresas participantes para lograr la simulación requerida.
- Disposición de barcos en lo que poder probar el sistema, debido a la veda de anchoa.

Es por ello por lo que se plantean una serie de modificaciones al plan de pruebas inicial, que se adaptan a las nuevas condiciones del proyecto.

El nuevo planteamiento del plan de pruebas contempla dos fases diferenciadas:

- Fase 1 - Pruebas en taller: La empresa SILECMAR llevará a cabo en sus instalaciones las pruebas iniciales de funcionamiento. En estas pruebas no se dispondrá de los elementos mecánicos que componen el prototipo, excepto de la rollera, pero se podrá ajustar el funcionamiento de la caña al especificado.
- Fase 2 – Pruebas a bordo: Una vez verificada la primera fase, se instalará el prototipo a bordo de un barco especificado por AZTI-Tecnalia, para las pruebas del sistema en conjunto. Estas pruebas responderán al plan de pruebas recogido en el documento INF/705406/VTPVTF/1.0.

Por tanto, se sustituyen las pruebas en las instalaciones de Talleres ERREKA, por dos fases de pruebas. La primera asegurará un correcto funcionamiento eléctrico y electrónico del prototipo, previo a su instalación, y la segunda, contemplará el funcionamiento mecánico y los ajustes de control pertinentes para la conclusión del proyecto.

Es por esta razón por la que se debe definir un nuevo protocolo de pruebas para la primera fase del plan.

2. ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

Para una correcta organización de las pruebas debemos contemplar dos aspectos:

- Planificación
- Recursos

PLANIFICACIÓN

Las pruebas de la primera fase se realizarán los días 7 y 8 de Mayo, y se pueden estructurar de la siguiente manera:

7 de Mayo	Prueba 1	Comprobación de aceleraciones de arranque/paro
	Prueba 2	Comprobación de posicionamiento de la caña
	Prueba 3	Comprobación de velocidades de funcionamiento
8 de Mayo	Prueba 4	Comprobación de maniobras: arriado, izado, parada de emergencia
	Prueba 5	Comprobación de detección de picada
	Prueba 6	Comprobación de corrección automática de balanceo

Verificadas estas pruebas, y antes de pasar a la siguiente fase, se debería asegurar el correcto funcionamiento de la corrección de posición manual (potenciómetro).

Las pruebas correspondientes a la fase 2 serán planificadas por AZTI-Tecnalia.

RECURSOS

SILECMAR cederá sus instalaciones para la realización de las pruebas y dispondrá de una persona para el seguimiento del protocolo.

Debido a la no disposición de los elementos mecánicos, los recursos materiales necesarios sólo incluyen un cronómetro para la medición de tiempos.

3. ESPECIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS

Prueba 1	Comprobación de aceleraciones de arranque/paro
<p>Descripción de la prueba: -Se debe evaluar el correcto funcionamiento de las operaciones de arranque y paro. Estas operaciones deben ser progresivas por lo que se evitarán los movimientos bruscos de la caña. -Se comprobarán las aceleraciones, desaceleraciones de la caña, buscando un compromiso entre suavidad de movimientos y tiempo empleado en alcanzar velocidades consigna. -Determinada una correcta aceleración se fijará en el sistema.</p>	
<p>Condiciones de la prueba: -El conjunto motor-reductor-rollera debe estar debidamente montado, estando el último elemento marcado en varias posiciones para observar la evolución del movimiento. -Se determinaran cinco posibles valores de aceleración-desaceleración para la selección del más adecuado. -Se deben repetir las operaciones de arranque-paro varias veces para asegurar una correcta elección.</p>	
<p>Condiciones de validación: -Se seleccionará la aceleración que proporcione al sistema un movimiento progresivo y que no exceda de un tiempo determinado (p.e. 1 sg) -Priorizar la desaceleración a la aceleración para evitar movimientos bruscos del pescado izado.</p>	
<p>Resultados: Las aceleraciones dependen de la configuración del variador, por lo que si queremos ajustarlas debemos entrar en los siguientes parámetros: P1120: Tiempo aceleración (s). En las pruebas se fija un valor de 0,30 s. P1135: Tiempo de desaceleración (s). En las pruebas se fija a 0 s. Fijado a 0, el variador adecua la desaceleración a las características del motor. Independientemente, por software, se programa una rampa de desaceleración. Pruebas taller OK. Será necesario ajustar estos parámetros a bordo en función de los requerimientos del cliente.</p>	<p>Equipos de Medida utilizados:</p> <p>Fecha y firma: 07-05-2007 Javier Cifrián Vicente</p>

Prueba 2	COMPROBACIÓN DE POSICIONAMIENTO DE LA CAÑA
<p>Descripción de la prueba: -Se debe comprobar el correcto posicionamiento de la caña en los distintos puntos de referencia. -Mediante la pantalla HMI se fijarán los distintos puntos de posicionamiento. (P1 a P6 y Pref.). Estos puntos no serán más que marcas en la rollera. -Se comprobara que la caña se posicione debidamente en los puntos en función de la selección realizada tanto manualmente como por el sistema de control. -Esta prueba debe repetirse una vez superada la prueba 3.</p>	
<p>Condiciones de la prueba: El conjunto motor-reductor-rollera debe estar debidamente montado, estando el último elemento marcado en varias posiciones para observar el posicionamiento. -Se actuará sobre la caña para llevarla a una posición aleatoria, y desde ella se buscará el punto seleccionado. -Se deben repetir el paso anterior para todos los puntos posibles. -Se debe repetir la prueba una vez determinadas las velocidades de funcionamiento.</p>	
<p>Condiciones de validación: -Se repetirá un movimiento determinado (p.e. P1 a P4) varias veces para estudiar el error acumulado. -La prueba se considerará superada si el error de posición no excede de un ángulo de 10º en rollera (aprox. 4 cm en operación de izado, 1 cm en arriado (menor diámetro capa)). -Se debe repetir la prueba superada la prueba 3.</p>	
<p>Resultados: Los puntos se fijan adecuadamente desde la pantalla. Desconectada la alimentación, los puntos previamente grabados permanecen en la memoria del sistema. Existe un error no acumulativo de posicionamiento, el error nunca es superior a 5º en rollera. Este error podría evitarse si se incluye un módulo para encoder en el variador, lo que implicaría evitar comunicación PLC Variador que a la vez, implica suprimir los retardos que existen debida a la comunicación. Otra forma de evitar el error es hacer una rampa de desaceleración más graduada por software. Como última opción para disminuir el error se aconseja quitar inercia al movimiento, por ejemplo, aligerando la rollera (p.e. con radios en vez de maciza).</p>	<p>Equipos de Medida utilizados:</p> <p>Fecha y firma: 07-05-2007 Javier Cifrián Vicente</p>

Prueba 3

COMPROBACIÓN DE VELOCIDADES DE FUNCIONAMIENTO

Descripción de la prueba: -En esta prueba se verificará que las velocidades cumplan con los requerimientos especificados. -Debido a que el interface de usuario permite asignar a cada maniobra una velocidad específica, se debe estudiar la respuesta del sistema en las distintas velocidades. -El sistema permite asignar un régimen de motor distinto a cada “multiplicador”, existiendo un total de 10 multiplicadores. Posteriormente asociamos una maniobra (p.e. Velocidad izado 3) a uno de los multiplicadores. Se debe comprobar como varia la velocidad en cada multiplicador y escoger un rango de velocidades adecuado:
oMultiplicador 0: 80% Velocidad rearme oMultiplicador 1: 90% (sin asignar) oMultiplicador 2: 100% Velocidad arriado oMultiplicador 3: 105% Velocidad corrección manual o... oMultiplicador 9: 140% Izado con captura -El ajuste final de velocidades se realizará en la Fase 2 de las pruebas, con el prototipo completo y a bordo del barco.

Condiciones de la prueba: -Se determinarán los puntos iniciales y finales del movimiento. - Se programará un régimen de motor distinto a cada multiplicador. -A una misma velocidad (p.e. arriado) se le asignarán uno a uno los distintos multiplicadores y se probará que cada uno dota al sistema de una velocidad diferente. -Se debe comprobar que en función de la velocidad-maniobra testeada el sentido de giro cambia.

Condiciones de validación: -Se medirá el tiempo que tarda en recorrer la distancia que separa a dos puntos definidos. -Se certificará que cada multiplicador, asociado a un régimen distinto de motor tarda distinto tiempo en hacer el recorrido. -La verificarán los sentidos de giro para las distintas operaciones -Se debe repetir la prueba superada la prueba 3.

Resultados: Las velocidades se asignan correctamente por pantalla a cada maniobra, podemos asignar un valor cualquiera de velocidad (en %) a cada maniobra por medio de los “multiplicadores”. Los límites de velocidad se fijan en el variador por medio de los parámetros P1080 (FREC. Mín= 5Hz) y P1082 (FREC. Máx= 70Hz). Las velocidades probadas van en un rango de 5Hz a 25 Hz, ya que al no disponer de una sujeción del motor reductor, se evita hacerle funcionar en estas pruebas a mayor velocidad. Se ajustarán a cada maniobra en las pruebas a realizar a bordo.

Equipos de Medida utilizados:

Fecha y firma: 07-05-2007

Javier Cifrián Vicente

Prueba 4	COMPROBACIÓN DE MANIOBRAS: ARRIADO, IZADO, PARADA EMERGENCIA
<p>Descripción de la prueba: -Verificación de respuesta correcta a las posibles maniobras de la caña. -Se probarán las distintas maniobras y se verificará sentido de giro, respuesta, velocidad, tanto en su forma automática como en su forma manual. -Se incluye dentro de esta prueba la parada de emergencia y el rearne de la caña.</p>	
<p>Condiciones de la prueba: -Se debe marcar la rollera con las siete posiciones posibles. -Se actuará sobre la caña desde el armario "a pie de caña" y desde la pantalla, así como simulando los accionamientos presentes en la caña. -Se dispondrá por tanto de un simulador de señales que permitan las pruebas de todas las opciones posibles de movimiento y posicionado. -Se simulará también situaciones de parada de emergencia ante distintas maniobras para comprobar que está funciona adecuadamente en todos los casos.</p>	
<p>Condiciones de validación: -Se deben probar todos los movimientos posibles respetando tolerancias de posición y tiempos (esté último relativo dado que no se dispone de la caña). -Probar que bajo una parada de emergencia de la caña, está responde inmediatamente y no permite mientras, no haya rearne, ninguna operación. -Probar como reacciona la caña ante dos situaciones paralelas (p.e. rearne y pulsación de arriado, arriado e izado manual). Se deben probar todas las configuraciones para evitar funcionamientos anómalos o imprevistos.</p>	
<p>Resultados: Pruebas satisfactorias. Se incluye opción de test desde pantalla: mide el tiempo transcurrido desde la posición de referencia hasta el punto de arriado P1 y su retorno al punto de izado P4. A considerar para futuros desarrollos o modificación del actual, la iluminación del botón de rearne mientras éste no está activo. Actualmente el rearne está iluminado mientras está activa la seta de emergencia. Es necesario una programación en PLC y un relé adicional para esta opción. Por disposición de elementos en el cuadro no se contempla la modificación en prototipo actual. Mientras estamos en el área de ajustes dentro de la pantalla el sistema no permite operaciones desde la botonera en caña.</p>	<p>Equipos de Medida utilizados:</p> <p>Fecha y firma: 07-05-2007 Javier Cifrian Vicente</p>

Prueba 5	COMPROBACIÓN DE DETECCIÓN DE PICADA
Descripción de la prueba: -Verificar que ante una señal de picada automática la caña reacciona con la maniobra de izado. -El izado automático debe ser prioritario a cualquier otra maniobra u orden (excepto parada de emergencia).	
Condiciones de la prueba: -Mediante el armario “a pie de caña” se seleccionarán P1 como punto de arriado y P4 como punto de izado. -En la rollera se marcarán estos puntos (p.e. misma marca con cuatro vueltas de diferencia) -Se dispondrán el resto de simuladores, pulsadores de maniobra para simular otras órdenes durante la maniobra de izado con captura.	
Condiciones de validación: -Comprobación de correcto posicionado y velocidad. -Verificación de prioridad de orden ante la simultaneidad de otras operaciones durante la maniobra. -Verificación de reacción ante parada de emergencia.	
Resultados: Pruebas satisfactorias. Se programa en PLC que no se considere detección de picada cualquier señal producida en el sensor correspondiente inferior a 0,5 sg. Evitamos reacción ante señales falsas.	Equipos de Medida utilizados: Fecha y firma: 07-05-2007 Javier Cifrian Vicente

Prueba 6	COMPROBACIÓN DE CORRECCIÓN AUTOMÁTICA DE BALANCEO
<p>Descripción de la prueba: -Se pretende simular mediante el inclinómetro el balanceo de un barco, por lo que se trata de evaluar la reacción del sistema activada la corrección automática de balanceo. -Conseguir una respuesta correcta del sistema ante cambios de sentido de balanceo, así como velocidades y posiciones adecuadas. -Determinar velocidad de respuesta, posición a corregir, límites de corrección.</p>	
<p>Condiciones de la prueba: -Debido a que los ajustes de esta prueba no serán definitivos hasta su instalación a bordo (sistema real), simularemos un cambio en el ángulo de balanceo entre unos límites definidos, pero a distintas velocidades. -Se debe probar la reacción ante un cambio de sentido y configurar unos límites máximos de corrección. -Reacción simultánea ante una detección de picada o un accionamiento manual (inhibición de la corrección automática). -Plantear distintas correcciones (velocidades y posiciones) en función de estado de la mar ¿?</p>	
<p>Condiciones de validación: -Simulado el balanceo el sistema debe responder compensando con el movimiento de la rollera el ángulo determinado. -Comprobar posiciones límite de corrección. -Verificar funcionamiento simultáneo con otras operaciones.</p>	
<p>Resultados: Pruebas satisfactorias. Desde pantalla se calibra el sensor (Factor centrado y factor escalado) y se determinan la ganancia de corrección (pulsos encoder por cada grado) y la velocidad de corrección (en pruebas 5Hz). Existe programada en PLC una histéresis de forma que haya un rango (pruebas: entre 5º a 5º) para el que el sistema no reacciona. Si no se programara esta histéresis el sistema estaría constantemente corrigiendo. Se prueba el funcionamiento con potenciómetro, utilizando uno de 10 Kohm, por no disposición del potenciómetro recomendado ♦ Pruebas OK, pero con saltos de velocidad. Esto es debido a los retardos de comunicación, a la no disposición de muelle de retorno, que además ofrezca resistencia al movimiento del mando, y al escalado del potenciómetro. Se debe corregir este funcionamiento para pruebas a bordo.</p>	<p>Equipos de Medida utilizados:</p> <p>Fecha y firma: 07-05-2007 Javier Cifrián Vicente</p>

9.3 Listado de materiales

Listado de materiales

ITEM	NºPLANO	V.R.	DESIGNACIÓN	CAN	MATERIAL	TRATAMIENTO
1	1001-705406	2.0	TUBO SOPORTE CANA	1	AISI 316L	
2	1002-705406	2.0	BRIDA SOPORTE	1	AISI 316	
3	1003-705406	2.0	CILINDRO DE GIRO	1	AISI 316	
4	1004-705406	2.0	EJE	1	AISI 316	
5	1005-705406	2.0	EJE VERTICAL	1	AISI 316	
6	1006-705406	2.0	CASQUILLO DISTANCIADOR	1	AISI 316	
7	1007-705406	2.0	CUERPO RODAMIENTOS	1	AISI 316	
8	1008-705406	2.0	TOPE LATERAL	1+1	AISI 316	
9	1009-705406	2.0	CASQUILLO CIERRE	1	AISI 316	
10	1010-705406	2.0	EXTENSOR	1	AISI 316	
11	1011-705406	2.0	CUBRE	1	AISI 316	
12	1012-705406	2.0	SOPORTE	1	AISI 316	
13	1013-705406	2.0	BASE SOLDADA	1	AISI 316L	
14	1014-705406	2.0	TOPE CILINDRICO	1	AISI 316	
15	1015-705406	2.0	EJE	2	FUCUSTAN 10	
16	1016-705406	2.0	TOPE OSCILANTE	1	AISI 316	
17	1017-705406	2.0	EJE PALANCA	1	AISI 316	
18	1018-705406	2.0	TOPE DELANTERO	1	ADIPRENE	80 Sh
19	1019-705406	2.0	TOPE TRASERO	1	ADIPRENE	80 Sh

9.4 Listado de accesorios comerciales

LISTADO DE ACCESORIOS COMERCIALES

9.5 Planos de detalle final (corregidos)

