



**Desarrollo y prueba de prestaciones de
un prototipo de caña semi-automática
para la pesca de túnidos.**

Para:

**Dpto. Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco
Dirección de Pesca
Sr. Josu Santiago Burrutxaga
Director de Pesca**

Sukarrieta , 26 de abril de 2006

Documento	Informe Final
Título	Desarrollo y prueba de prestaciones de un prototipo de caña semiautomática para la pesca de túnidos
Fecha	26/04/2006
Proyecto	CAÑAS.-Desarrollo y prueba de prestaciones de un prototipo de caña semi-automática para la pesca de túnidos
Código	ATM 2005Caña_semiatomática
Cliente	Dirección de Pesca Dpto. Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.

Autor/es Jose María Ferarios Lázaro

Esteban Puente

Jesus Martínez

Iñigo Onandía

Revisado por Esteban Puente

Fecha

Aprobado por

Fecha

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	METODO DE TRABAJO	11
3.	RESULTADOS	12
3.1	Función y propósito del sistema.....	12
3.1.1	Descripción de la maniobra tradicional	13
3.1.2	Consideraciones del entorno	19
3.1.3	Restricciones generales	20
3.2	Requisitos de usuario	21
3.2.1	Requisitos funcionales	22
3.2.2	Requisitos de rendimiento	25
3.2.3	Rquisitos de interface	27

3.2.4	Requisitos acústicos	30
3.3	Requisitos legales	31
3.3.1	Normativa aplicable	31
3.4	Descripción del prototipo	32
3.5	Pruebas de prototipo	37
3.5.1	Prestaciones de seguridad y protección de la tripulación	39
3.7	Diagnóstico del prototipo	40
4.	CONCLUSIONES	52
5.	AGRADECIMIENTOS	55
6.	ANEXOS	56
6.1	Patente de caña "Nubuo Tadano"	57
6.2	Bloque hidráulico.....	58
6.3	Control de mandos	59
6.4	Diagrama de funcionamiento	60
6.5	Esquema general.....	61
6.6	Accionadores manuales.....	62
6.6	Manual de usuario.....	63

1. ANTECEDENTES

La pesca de túnidos con cebo vivo requiere de un número elevado de tripulantes, en torno a 15-16, para las labores del manejo de las cañas, izado del pescado a bordo y reposición del cebo.

La mejora de la mecanización en la maniobra de cerco de bajura mediante la implantación de equipamiento de cubierta (TRIPLEX) para el virado de la red supuso un aumento en la estabilidad y velocidad de halado del arte junto a la posibilidad de llevar a cabo la maniobra con menor número de tripulantes.

Los beneficios obtenidos por el cambio a este tipo de maniobra han traído consigo una rápida implantación del sistema TRIPLEX pero la disminución en el número de tripulantes continúa invariable por su rigurosa necesidad en la costera del bonito.

La viabilidad de este segmento de flota se ve comprometida por las exigencias de un elevado número de tripulantes, entre 15 y 16, cuya escasez en el mercado laboral ha hecho que muchas unidades de producción desarrollen su actividad con dificultades.

Las primeras pruebas de pesca de túnidos con cebo vivo en el Golfo de Bizkaia se inician en Donibane Lohitzun fruto de las experiencias que armadores de pesca adquirieron de las pesquerías californianas. Los ensayos contaron con financiación del Comité Central de las Pescas Marítimas y el Comité Interprofesional del Atún. Tras vencer las primeras incertidumbres, la implantación de esta modalidad de pesca fue inmediata en la mayor parte de los puertos vascos.

Desde la introducción de este sistema de pesca en el País Vasco, las alteraciones a las que se ha visto sometido han sido relativamente escasas. Dejando aparte las mejoras progresivas inherentes a las embarcaciones y equipamientos generales del barco, las principales evoluciones del método del cebo vivo han tenido que ver básicamente con la disposición, tipo y número de viveros.

Las cañas que inicialmente eran de bambú son en la actualidad de material sintético. Su dimensión varía dependiendo del grado de dispersión y tamaño del pescado a capturar.

En el año 1971 técnicos de pesca asiáticos patentaron (ver anexo 1) el primer prototipo de caña automática. El diseño de aquel prototipo (figura 1) se basa en una caña de fibra insertada en un soporte asociado a un motor hidráulico y reductor dispuesto de manera horizontal de modo que rotara en el sentido

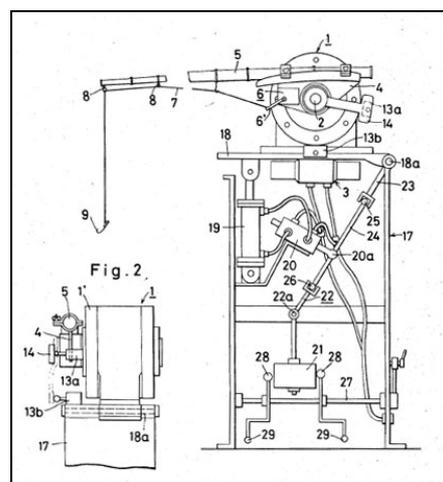
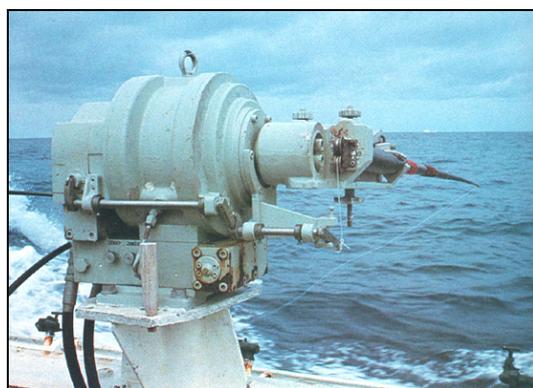


Figura 1: Modelo de caña automática japonés "Nubuo Tadano" para la pesca de túnidos mediante pluma, patentado en 1.971.

vertical. La pesquería a la que fue dirigida este prototipo fue para la del listado, *Katsuwonus pelamis*, con cebo artificial mediante anzuelos sin agalla y sin cebo vivo y manteniendo el barco parado en lo que se conoce como "pesca a la mancha". Este factor junto a la disposición horizontal de sus elementos principales invalidan el modelo para su implantación en el barco "tipo" de cerco cebo-vivo y la pesquería de túnidos del País Vasco.

Otro modelo de caña (ver figura 2) también japonés es el "FF70" de la marca Furuno. Se presentó en 1999 para su mercado interior pero no obtuvo el alcance esperado. El diseño conceptual de la caña se basa en el modelo "Nobuo Tadano" de 1971 y no contempla maniobras tan específicas de nuestra pesquería como son:

- a) Virado corto: izar el bonito hasta la superficie del agua para ser posteriormente ganchado.
- b) Virado largo: izar el cimarrón hasta la borda, sobrepasar esta y seguidamente arriar el aparejo hasta depositarlo sobre cubierta.



Figura 2: Modelo japonés "FF70" 1.999

En el año 1998, la flota vasca de cebo vivo realizó una experiencia para evaluar la aplicabilidad de cañas motorizadas en la pesquería de patudo, *Thunnus obesus*, de más de 30 Kg., dimensión a partir de la cual se incrementaba la eficacia de captura. El barco utilizado para la experiencia fue el *Mariñelak* del puerto de Getaria.

En la pesca de patudo, la punta de la caña, tiene un cabo que pasado por una polea fijada a lo alto de la embarcación se reenvía hasta cubierta donde dos tripulantes tiran con fuerza en el momento de la captura para izarlo. La instalación de un motor reductor para recoger esta polea supuso sustitución de los dos tripulantes, por otra parte más necesarios en la maniobra de "gancheado" e izado hasta la cubierta.

En el presente proyecto se propone el diseño y construcción de un prototipo de caña semiautomática adaptada a las peculiaridades de la modalidad de pesca con cebo vivo, persiguiendo aumentar las condiciones de seguridad y confort laboral a bordo por la reducción de riesgos asociados a la manipulación manual de la caña.

La consecución de una caña con cierto grado de automatización permitiría a las unidades del segmento de barcos de cerco / cebo vivo ejercer su actividad a lo largo del año con menor número de tripulantes y desarrollar esta modalidad de pesca selectiva para la pesca de túnidos en condiciones de mayor seguridad.

Con motivo de la reunión celebrada en diciembre de 2004 en la que AZTI presenta al sector los proyectos en curso surgió entre los asistentes (Representantes de Asociaciones de Armadores, Armadores, Cofradías de Pescadores, etc) la necesidad de mejorar la actividad de pesca de túnidos con cañas. Como origen de esta necesidad se expuso, entre otros aspectos:

- La mejora de las condiciones laborales a bordo.
- Hacer más atractiva la pesquería a las nuevas generaciones.
- Reducir el número de tripulantes.

Considerados los citados aspectos como decisivos para el proceso de mejora en materia de seguridad y confort laboral a bordo así como de transferencia tecnológica, se requiere desde el Departamento de Agricultura y Pesca a AZTI Fundación para llevar a cabo un proyecto de I+D.

El presente informe obedece a dicho requerimiento y recoge pormenorizadamente los principales resultados del proyecto de desarrollo de un primer prototipo de caña semi-automática

El objetivo genérico de este proyecto es desarrollar y probar las prestaciones técnicas de un prototipo de caña semiautomática para la pesca de túnidos con cebo vivo, que atendiendo a las peculiaridades de la flota permita optimizar la seguridad y operativa de este sistema de pesca para la captura de túnidos.

Los objetivos específicos del proyecto son:

1.- Establecer las especificaciones técnicas del prototipo en base a una descripción técnica detallada de la maniobra de pesca de túnidos a caña mediante el sistema tradicional.

2.- Establecer los requisitos específicos del prototipo en materia de seguridad laboral.

3.- Desarrollar el prototipo de caña automatizada en relación a especificaciones técnicas preliminares.

4.- Estimar las prestaciones del prototipo en cuanto, a entre otros:

- Tiempo necesario para el virado / izado.
- Reducción de esfuerzos físicos de la tripulación.
- Seguridad y protección de la tripulación frente al sistema tradicional.
- Capacidad extractiva en comparación con la caña manual.
- Estado de la captura en función del tipo de caña (automática vs manual).

La utilización de herramientas artesanales, “cañas”, permanece casi invariable desde los años 50¹ para la captura de sus especies objetivo estando muy alejada de la evolución tecnológica que hoy vive el sector.

La necesidad de transferir tecnología de pesca es por tanto vital para mejorar, en primer lugar, la seguridad y confort laboral a bordo, además de elevar su competitividad y potenciar su imagen de modalidad de pesca responsable que

¹ La pesca “al vivo” comenzó a practicarse en aguas de California hacia los años 20 y de allí llegó a Francia en el año 1948. Sus primeros ensayos se realizaron por pescadores del puerto de San Juan de Luz en los barcos “MARIE ELISABETH” y “LA NIVELLE”, que subvencionados por su gobierno, algunas empresas conserveras y un grupo de armadores, tuvieron un éxito resonante, hasta el punto de que a fines del mismo año casi toda la flota de este puerto estaba preparada para pescar con viveros. Pronto pasó a Hondarribia (1949) y enseguida a San Sebastián, Orio, Getaria, extendiéndose más tarde al resto de puertos cantábricos.

garantice el futuro sostenible de esta pesquería con soluciones tecnológicamente viables en el siglo XXI.

La rotura brusca de las líneas, durante el esfuerzo de elevación en la pesca de túnidos produce una hiperextensión de la columna lumbar del pescador, lo que en frecuentemente provoca hernias discales y protrusiones de los discos intervertebrales entre los pescadores, a pesar de que se protejan con una faja termo terapéutica.

Tabla nº 1: *Siniestralidad sector pesca (ALTURA y BAJURA).*

Parte del cuerpo lesionada	2003	2004	2005
Brazo incluida la articulación del cubito	25	31	18
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque	14	24	22
Espalda incluida la columna y las vértebras dorso lumbares	17	25	36
Pierna, incluida rodilla	42	49	47
Zona facial	7	3	6
Sobreesfuerzo físico sobre el sistema músculo esquelético	73	64	66

Fuente: OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

En la tabla 1 se incluyen los conceptos reseñando toda la siniestralidad, tanto de la flota de altura como de bajura y ha sido elaborada por técnicos de OSALAN de acuerdo a la información suministrada por las Mutuas Aseguradoras.

2 METODO DE TRABAJO

El segmento de flota que se emplea en la pesca de túnidos con “cebo vivo” en el País Vasco comprende a un número de 51 embarcaciones.

La información de las campañas proviene de dos fuentes principales. En lo que respecta a los requisitos de funcionalidad y valoración del prototipo en las pruebas de mar, la información ha sido recogida por técnicos de AZTI embarcados a bordo del buque ITSAS LAGUNAK de Fuenterrabía (3ª SS-1-2-05) a lo largo de la campaña de túnidos del 2005.

La información referente a precisiones de programación, requerimientos mecánicos e hidráulicos proviene, en gran medida de las empresas subcontratadas en el proyecto: ROBOTIKER y TALLERES ERREKA, S.A.

Inicialmente se establecieron las especificaciones técnicas del prototipo en base a la recopilación de documentos e información sobre la actividad inherente a la pesca tradicional de túnidos a caña y el estudio de prototipos.

Posteriormente se desarrolló el prototipo según especificaciones acordadas para el diseño mecánico, análisis de riesgos, integración electromecánica y sensórica. A continuación se evaluaron las prestaciones técnicas del prototipo en pruebas de puerto y de mar.

Después se procesó y analizaron los datos obtenidos durante las pruebas.

Finalmente se elabora el presente informe.

3 RESULTADOS

3.1 Función y propósito del sistema.

En el presente proyecto se propone el diseño y construcción de un prototipo de caña automática adaptada a las peculiaridades de la modalidad de pesca con cebo vivo, persiguiendo reducir el número de tripulantes necesarios para las labores de captura y mejorando las condiciones y la seguridad en el trabajo. En el diseño del prototipo se considerará un límite de peso para capturar túnidos de entre 3 y 20 Kg.

De modo general la caña automática deberá permitir que el tripulante ponga el cebo en el anzuelo de forma segura, sin que se pueda producir una maniobra intempestiva de lanzamiento de la caña mientras se realiza la operación. También se tendrá en cuenta que la maniobra de lanzamiento no implique riesgos para los tripulantes que se encuentren en la proximidad de la caña.

Una vez lanzada la caña, ésta se mantendrá a la espera hasta realizar una captura. La caña estará instrumentada con los elementos sensores apropiados para detectar el momento en el que se ha logrado una captura, y que comience de forma automática la maniobra de recogida de la caña para traer al pescado hasta el costado de la embarcación. Esta maniobra se realizará de forma segura para la tripulación.

La maniobra de recogida de la caña se ejecutará también de forma automática para sustituir el cebo cuando, transcurrido un tiempo desde el lanzamiento, no se haya logrado una captura.

3.1.1 Descripción de la maniobra tradicional de pesca de túnidos a caña

Una vez detectado el cardumen de peces por medios electrónicos o visuales, la aproximación del barco de pesca es a velocidad moderada tratando de interceptar su cabeza o avanzada al tiempo que el barco deja el viento por la banda de babor.

Se comienza a proyectar agua de mar mediante una manguera automática situada en lo alto, junto al puente y una serie de bocas aplastadas a lo largo de la banda de estribor de modo que la pantalla que forma el agua limita la percepción de los movimientos de la tripulación con las cañas y provoca, supuestamente la excitación de los atunes, que lo percibirían como un banco de pequeños pelágicos en superficie.

Al mismo tiempo desde la amura de estribor comienza el macizado, maniobra que consiste en arrojar regularmente anchoas para que los atunes acaben arrojándose al barco.

De la observación del acercamiento de los atunes se decide la longitud de la caña y su correspondiente aparejo y también pueden apreciarse indicios sobre la existencia de ruidos radiados que provoquen su fuga. Un claro indicio de ruido radiado negativo es un rápido estímulo de aproximación ante los primeros cebos lanzados seguido de una súbita desaparición al aproximarse a las inmediaciones de la popa barco.

Toda la tripulación permanece preparada y en silencio en la banda de estribor atenta a la aproximación del cardumen. Lo normal para la pesca de bonito es que se arríe una sola caña larga en popa (aleta de popa), con el objeto de ir ganando su "confianza" y conocer las características del cardumen que, junto a su grado de excitación van a determinar el tipo de la caña a emplear.

Las cañas son de longitud variable y sus dimensiones están entre los 2.5 y 5 metros. Su elección depende de la especie, el grado de dispersión y su peso.

Las líneas del aparejo son monofilamentos de poliamida (PA) de diámetro que varía entre 0,10 y 0,18 mm. Ver tabla 2 y figura 7.

El bonito nunca se embarca sobrepasando la borda debido a la poca resistencia de su boca que termina por desgarrar el anzuelo, con grave riesgo para la tripulación, al intento de izada a bordo.

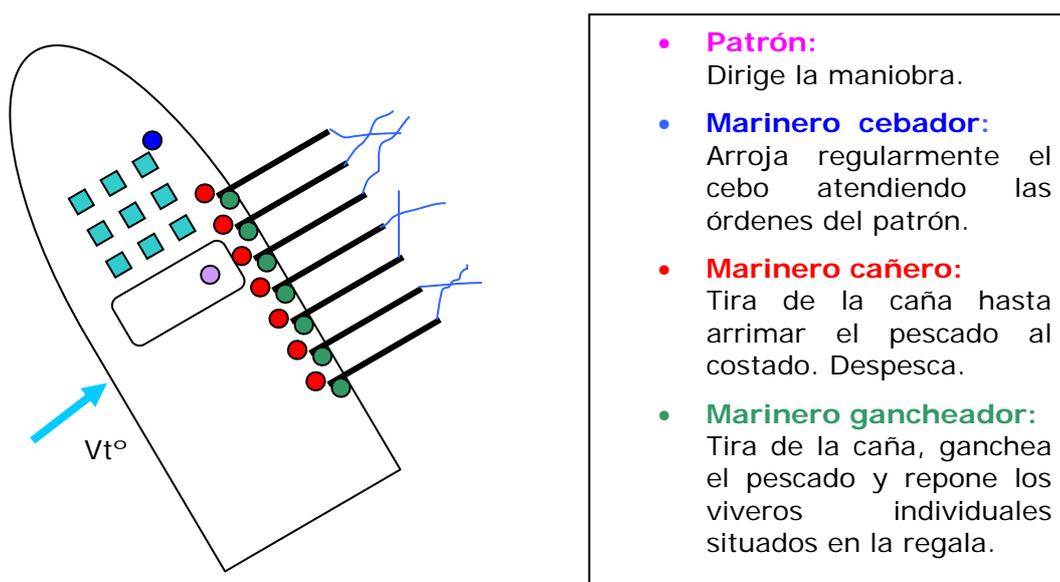


Figura 3: Disposición y número de tripulantes (16) en la pesca de bonito

El tamaño del anzuelo está en función de la especie, su peso y el grado de atracción. Es normal que los pescadores dispongan en reserva varias cañas iguales pero armadas con diferentes longitudes de sedal y anzuelo.

La longitud del sedal para extraer directamente el cimarrón, sobrepasando la borda o regala del barco, sin auxilio de ganchos o arpones es aproximadamente medio metro más corto que la caña. Si el pescado es grande y/o poco abundante la longitud del sedal es medio metro más largo que la caña y es necesario que un tripulante lo enganche con un garfio o bichero.

La operativa de pesca del bonito y cimarrón menor de 15 kilos (matralla) ocupa en diferentes especialidades a la totalidad de los tripulantes: 16.

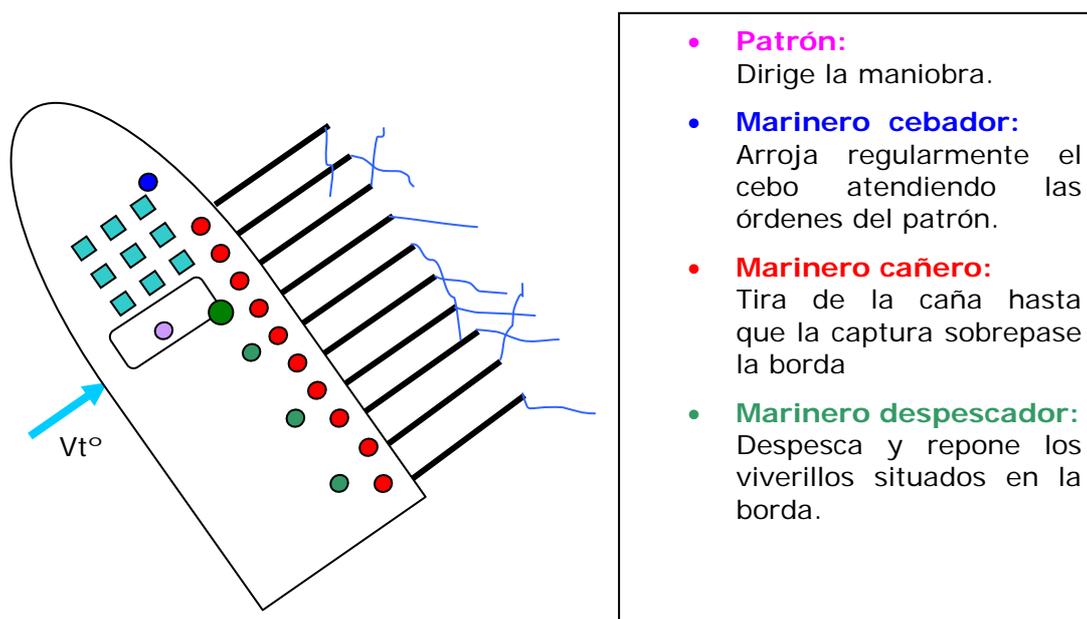
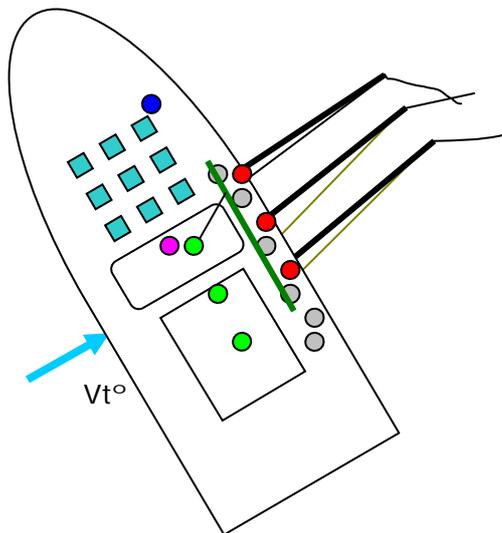


Figura 4: Colocación y número de tripulantes (16) en la pesca de cimarrón menor de 15 kilos (Matralla)

Para la captura de cimarrones grandes, mayores de 20 kilos se emplea una caña de bambú de 5 m. provista de una driza en su extremo que discurre por una polea alojada (ver figura 5) en un soporte tendido, hasta ir a parar a la mano del pescador que provisto de un mando acciona un motor reductor que izará la captura hasta la superficie. A partir del año 98 en el que AZTI evaluó la aplicabilidad de cañas motorizadas, esta pesquería emplea motores reductores. La complejidad de la maniobra debido principalmente a la gran resistencia que ofrecen los cimarrones con pesos que pueden llegar a los 200 kilos hace que en la practica y como se muestra en la figura 6 solo se arriados y en el mejor de los casos tres cañas. Una vez que el cimarrón ha mordido el anzuelo se hace necesaria la presencia del mayor número de tripulantes para la operación de gancheo e izado a bordo.

Figura 5 : Dispositivo para la pesca de cimarrón mayor de 20 kilos



- **Patrón:**
Dirige la maniobra.
- **Marinero cebador:**
Arroja regularmente el cebo atendiendo las órdenes del patrón.
- **Marinero cañero:**
Mantiene la caña.
- **Marinero gancheador:**
Ganchea el pescado.
- **Marinero en polea:**
Acciona un motor para izar la captura hasta la superficie.

Figura 6: Distribución y número de tripulantes (14) en la pesca de cimarrón grande +/- 20 kg.

Los aparejos comúnmente utilizados para la pesca de túnidos se reflejan en la tabla 2.

Para definir el tamaño de los anzuelos se ha determinado su longitud, seno y diámetro de la caña.

- Se entiende por longitud la distancia comprendida entre el extremo superior de la patilla y la tangente horizontal a la base del anzuelo.
- Se entiende por seno la abertura horizontal comprendida entre el extremo superior de la agalla y el borde interior de la caña.



Figura 7: Anzuelos y aparejo para la pesca de túnidos

Tabla 2: Descripción de los aparejos empleados para la pesca de túnidos por la flota vasca de “cebo vivo”

Denominación del anzuelo	Longitud (a) mm.	Seno (b) mm.	Diámetro Ø mm.	Monofilamento PA Ø	Simple / Doble	Longitud caña	Especie	Peso Kg.	Observaciones
1	42	19	2.5	100-110	Simple	3	Bonito	4	En máxima actividad se alterna a caña de 2.5 m. con anzuelo N° 2 y monofilamento de 120.
				120		2.5			
2	47	22	3	110-120	Simple	3	Bonito	8	En máxima actividad se alterna a caña de 2.5 m. con anzuelo N° 3 y monofilamento de 120.
						2.5			
3	53	25	3.5	110-120	Simple	3	Bonito	12	En máxima actividad se alterna a caña de 2.5 m. con anzuelo N° 4 y monofilamento de 120 -130.
				110	Doble	5	Cimarrón		
4	58	27.5	3.5	120	Doble	5	Cimarrón	20	
5	66	28	4	130	Doble	5	Cimarrón	30	
6	74	33	4.5	140	Doble	5	Cimarrón	40	
7 (16)	82	37	5	160	Doble	5	Cimarrón	45-50	Punta recta
8 (17)	90	43	5.5	180	Doble	5	Cimarrón	60-70	Punta recta
14	109	51	6	180	Triple	5	Cimarrón	70-80	Punta recta

3.1.2 Consideraciones del entorno

Las consideraciones de entorno que se deben tener en cuenta para el equipo eléctrico, hidráulico y de control del prototipo de la caña semiautomática pertenecen a los siguientes grupos:

Alimentación eléctrica: Para la conexión del equipo eléctrico de la caña semiautomática se dispondrá de una toma de tensión de corriente alterna de las siguientes características:

- Tensión nominal entre fases: 380/220 V.
- Frecuencia nominal: 50 Hz.
- Número de fases: 3 fases con distribución de neutro flotante.

Condiciones ambientales: El equipo eléctrico e hidráulico del prototipo de caña semiautomática deberá trabajar adecuadamente para las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente: +5 °C a +40 °C
- Humedad relativa: inferior a 50% a la temperatura de 40 °C (sin condensación).
- Contaminantes: el equipo eléctrico e hidráulico del prototipo de caña se verá expuesto al embate de ola marinas con la posible presencia de sólidos en suspensión; se deberá diseñar y construir teniendo en cuenta un grado de protección adecuado, de acuerdo con la norma EN 60529 y con materiales resistentes a la corrosión marina.
- Radiaciones ionizantes y no-ionizantes: En el entorno de la máquina no hay presencia de fuentes de radiación.
- Compatibilidad electromagnética: En el entorno del prototipo de caña se prevé la presencia de fuentes de perturbación electromagnética (radares, equipos de comunicación, etc.); se deberá diseñar y construir el

equipo eléctrico-electrónico del prototipo tomando las medidas necesarias para que no se vea afectado por las fuentes de perturbación en su normal funcionamiento y que éste no interfiera en el funcionamiento de los sistemas presentes en su entorno.

- Vibraciones, choques y sacudidas: el equipo del prototipo de caña se diseñará y construirá tomando las medidas oportunas para soportar los movimientos habituales en la navegación del barco, las posibles sacudidas de olas marinas y las originadas en las maniobras de pesca.

3.1.3 Restricciones generales

Las dimensiones de la caña y el equipo eléctrico e hidráulico instalado en ella deben permitir ubicar 10 cañas en 10 metros, dejando el suficiente espacio entre cañas para el trabajo cómodo y seguro de los operarios.

3.2 Requisitos de usuario

3.2.1 Requisitos funcionales

RF1-Modo reposo o seguro

La caña se mantendrá en este modo durante los períodos en los que no se está capturando, tales como la localización de cardúmenes o la navegación propia.

En este modo la caña debe permanecer izada o estibada a lo largo de la banda del barco y bloqueados todos sus movimientos, no debiendo sobresalir ningún elemento de la caña más allá del interior de la regala.

En este modo no se debe producir ninguna arrancada intempestiva de la caña, o movimiento por las condiciones de la mar.

Todas las fuentes de alimentación deben permanecer aisladas del equipo eléctrico/electrónico e hidráulico, así como de los accionadores.

RF2-Modo Inicialización

Este modo de funcionamiento se producirá inmediatamente después de la conexión de las fuentes de energía, independientemente del origen que haya provocado su corte, y en él se activarán todos los sistemas y se comprobará su correcto funcionamiento.

La conexión de las fuentes de energía no debe provocar una puesta en marcha, ni un movimiento intempestivo de la caña.

Finalizada la inicialización, la caña no debe comenzar su funcionamiento normal hasta que el operario no active un órgano de accionamiento específico para el rearme de la caña.

RF3 Ajuste longitud aparejo

La caña dispondrá de la funcionalidad de ajuste de la longitud del aparejo. Para este ajuste se dispondrá de un accionador que permita fijar la longitud apropiada para cada situación de pesca.

Esta función sólo estará disponible cuando la caña se encuentre en posición de izada.

El operario dispondrá de un órgano de accionamiento específico para ejecutar esta función.

El sistema de ajuste de la longitud de aparejo debe tener la suficiente resistencia para soportar la fuerza de tracción del pescado (Requisito RR1).

RF4 Modo arriada

En este modo de funcionamiento la caña se arriará hasta la mitad de la carrera del eje mecánico de la caña.

Para comenzar esta maniobra será necesario que el operario actúe sobre un órgano de accionamiento.

RF5 Modo tiento manual

Este modo de funcionamiento permitirá al operario lanzar el aparejo, mantener la tensión de éste ante el eventual movimiento del cebo vivo y de la mar, y corregir su posición con respecto al avance del barco.

En este modo el operario podrá mover libremente y a su voluntad la caña, con las únicas restricciones de los límites de recorrido de los ejes mecánicos. El par resistente ejercido por los dispositivos accionadores que monte la caña no debe dificultar los movimientos del operario.

El operario activará este modo actuando sobre un órgano de accionamiento que libere los ejes de la caña.

RF6 Modo captura

En este modo la caña realizará una maniobra de izada con la detección de captura de forma automática o, bien, ante la actuación por parte del operario de un órgano de accionamiento específico para esta maniobra. El operario dispondrá de un selector que permita anular la función de detección de captura de forma automática.

Ante una orden de izada, ya sea automática o manual, la caña se izará con velocidad creciente en el inicio de la maniobra hasta alcanzar la velocidad final. Esta velocidad final se mantendrá constante hasta llegar a un punto próximo al de final de carrera de la caña, en el que la velocidad decrecerá hasta su detención.

Mientras se realiza el movimiento de izado de la caña, ésta debe de girar hasta alcanzar la posición perpendicular con la borda.

Durante la fase de izado, el aparejo iniciará su virado en el momento que el atún esté a flote.

La longitud de virado del aparejo estará preseleccionada y podrán darse dos casos:

- Virado corto: la captura es acercada hasta el costado del barco, manteniéndola a flote para su gancheado.
- Virado largo y arriado: la captura rebasará la regala y una vez alcanzada la posición máxima de izado de la caña se arriará el aparejo hasta descender la captura a cubierta para su despescado.

RF7 Maniobra izada manual

Este modo de funcionamiento permitirá al operario izar la caña para reponer el cebo o finalizar la maniobra de pesca.

Ante una orden del operario, la caña ejecutará las siguientes acciones

simultáneamente:

- Izado de la caña hasta su posición final.
- Girado de la caña hasta alcanzar la posición perpendicular con respecto a la borda.
- Virado del aparejo hasta dejarlo en una posición media de la obra muerta.

RF 8 Pérdida de captura

Si iniciado el izado de la caña, se desprendiera la pieza capturada o rompiera el aparejo, la velocidad de izada de la caña no deberá tener súbitos cambios para evitar posibles peligros al operario.

RF9 Modo de parada de emergencia

La función de este modo de parada es la de evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, al prototipo de caña o al trabajo en curso. Con este fin, los movimientos que esté ejecutando la caña se deben detener a la mayor brevedad y quedar bloqueados en la posición.

La función de parada de emergencia debe estar disponible y ser operativa permanentemente, cualquiera que sea el modo de funcionamiento.

La parada de emergencia debe ser de Categoría 0 (norma EN 60204-1:1997), es decir parada por:

- Interrupción inmediata de la alimentación de energía de los accionadores.
- Desconexión mecánica (desembrague) entre los elementos peligrosos y sus accionadores; si fuera necesario, frenado.

La activación de la parada de emergencia se hará mediante actuación manual sobre un órgano de accionamiento específico para este fin. La

forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de EN 418:1992.

La reposición del órgano de accionamiento no debe originar el comienzo del funcionamiento normal de la caña hasta que el operario no active un órgano de accionamiento específico para el rearme.

RF 10 Maniobra intempestivas

La interrupción de las energías de alimentación (eléctrica, hidráulica, etc.), el restablecimiento de éstas o su variación en el sentido que sea, no provocará situaciones peligrosas. Estas situaciones se pueden dar en las siguientes ocasiones:

- Conexión o desconexión de la alimentación de energía.
- Reducción de la alimentación.
- Desconexión o restablecimiento de la alimentación.

3.2.2 Requisitos de rendimiento

RR 1 Fuerza de tracción de las capturas

La caña se ha diseñado para tñidos de un rango de pesos de entre 3 y 20 Kg. en base a medidas de fuerzas y resistencia realizadas con el sedal empleado con más frecuencia para la captura de tñidos: la marca Bayer de 0.12 mm de Ø. Las figuras 8,9 y 10 muestran el estudio comparativo de esfuerzos mecánicos sometido a diferentes fibras siendo una de ellas, la Bayer de 0,12 mm de Ø.

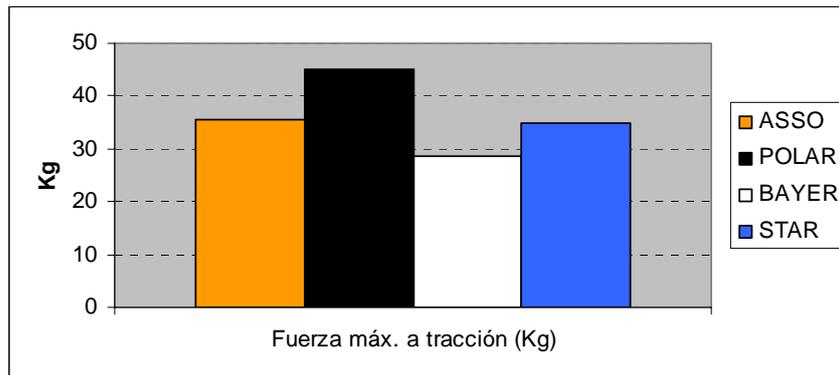


Figura 8: Fuerza máxima de tracción (kg) de monofilamentos de 120 centésimas de mm de Ø. Mojado y con nudo. **Monofilamento Bayer: 28.7 kg.**

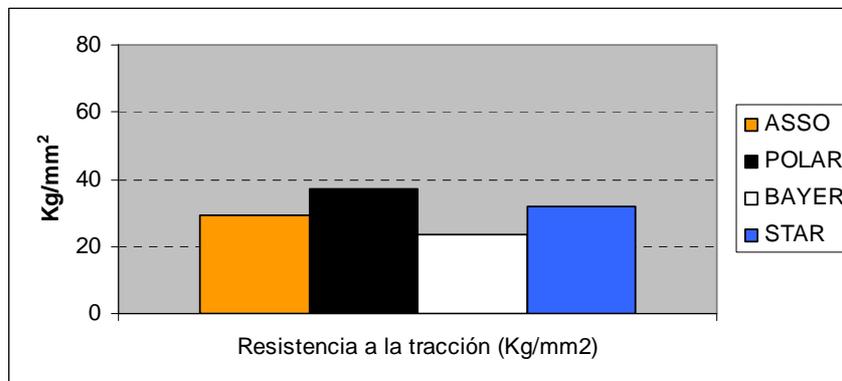


Figura 9: Resistencia a la tracción (kg/mm²) de monofilamentos de 120 centésimas de mm de Ø. Mojado y con nudo. **Monofilamento Bayer: 23.4 Kg.**

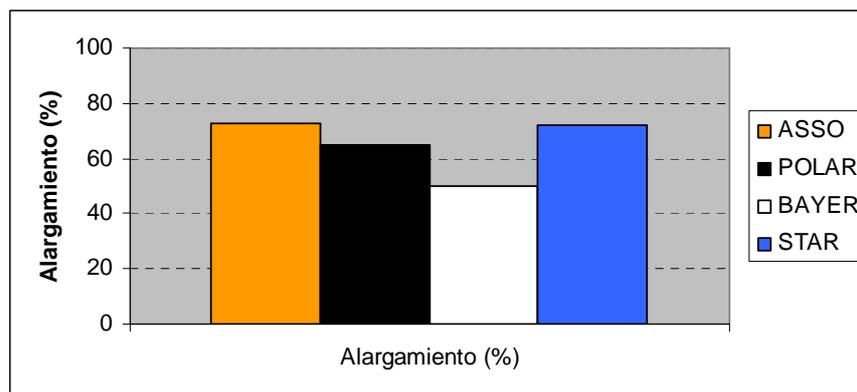


Figura 10: Alargamiento. **Monofilamento Bayer: 49.8 % Kg.**

RR 2 Sensibilidad de peso de captura

La virada se iniciará ante la detección de pesos superiores a 500 gramos.

RR 3 Tiempo de detección de la captura

La caña detectará la captura y comenzará su virado en un tiempo máximo de 1 segundo.

RR 4 Tiempo de la maniobra de izado

El tiempo mínimo para izar la caña hasta su posición final será de 5 segundos.

3.2.3 Requisitos de interfaz

RI 1 Seccionadores de energías

El prototipo estará provisto de órganos de seccionamiento para aislar cada fuente de energía.

RI 2 Activado

Se dispondrá de un indicador luminoso que informe del estado de caña inicializada cuando se cumplan las condiciones del requisito RF2.

La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

RI 3 Parada emergencia.

El prototipo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada de emergencia (requisito RF9) con Categoría 0, según norma EN 60204-1:1997. El diseño del sistema de mando relativo a la seguridad cumplirá con las especificaciones de Categoría 4 de la norma EN954-1:1996, y la forma, color y disposición de este órgano de accionamiento

cumplirá con los requisitos de EN 418:1992.

RI 4 Emergencia

Se dispondrá de un indicador luminoso que informe del estado de parada de emergencia (requisito RF9).

RI 5 Rearme

Este órgano de accionamiento habilitará la puesta en funcionamiento normal del prototipo de caña después de su inicialización (requisito RF2), o después de una parada de emergencia (requisito RF9).

La activación del órgano de accionamiento de rearme no debe provocar por sí mismo la puesta en marcha de la caña.

Este órgano de accionamiento montará un indicador luminoso con función intermitente cuando la caña se encuentre en disposición de entrar en funcionamiento, esto es, después de su inicialización (requisito RF2) o después de que se hayan eliminado las condiciones de una parada de emergencia. Cuando la caña esté rearmada el indicador luminoso debe permanecer iluminado con función continua.

RI 6 Ajuste aparejo

Se dispondrá de un órgano de accionamiento para el ajuste de la longitud del aparejo (requisito RF3).

RI 7 Izada manual

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita la operación izar la caña según requisito RF7.

RI 8 Liberar caña

Se dispondrá de un órgano de accionamiento cuya activación liberará los ejes de la caña según lo indicado en requisito RF5.

RI 9 Arriar caña

Se dispondrá de un órgano de accionamiento cuya activación arriará la caña según lo indicado en requisito RF4.

RI 10 Captura Automática/Manual

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita seleccionar el modo de detección de las capturas, automático o manual, según lo indicado en requisito RF6.

RI 11 Virado Corto/Largo

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita seleccionar el modo de virado del aparejo según lo indicado en requisito RF6.

RI 12 Tiempo aceleración izada

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita ajustar el tiempo de aceleración de la velocidad de izada de la caña según lo indicado en requisito RF6.

RI 13 Velocidad izada

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita ajustar la velocidad final de izada de la caña según lo indicado en requisito RF6.

La forma, color y disposición de los indicadores luminosos correspondientes a los requisitos RI4 a RI13 cumplirán con las especificaciones de la norma EN 60204-1:1997

3.2.4 Requisitos acústicos

RO 1 Emisiones acústicas

El ruido del buque no solo se radia por dentro del mismo sino también al exterior. Debido a las buenas condiciones de propagación de las ondas acústicas en el agua, se llega a grandes distancias de recepción. El ruido radiado al agua es conocido como firma acústica del buque y debe de ser identificado analizando su contenido frecuencial.

En lo que se refiere al ruido de maquinaria, todas las vibraciones se transmiten a la estructura soporte, que a su vez provoca una vibración en algún punto o zona del casco, cuya superficie vibra y radia sonido al agua. Por ello el ruido la caña y sus elementos no deben de modificar el espectro acústico del barco en el que se instale.

3.3 Requisitos legales

3.3.1 Normativa aplicable

Por las características de la caña semiautomática está obligada a la aplicación de la directiva: **D.C. 98/37/CE** Directiva "Máquina".

Tabla 3: *Normativa a cumplir*

UNE-EN ISO 12100-1:2004	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología
UNE-EN ISO 12100-2:2004	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos
UNE-EN 954-1:1997	Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño
EN 60204-1:1997	Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 982:1996	Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica
UNE-EN 983:1996	Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática
UNE-EN 418:1993	Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño

3.4 Descripción del prototipo

Tras abordar múltiples argumentos técnicos sobre la funcionalidad de otros modelos de cañas que fueron lanzados al mercado con anterioridad (figuras 1 y 2) y de la reflexión de todos sus aspectos técnicos se optó por el modelo que a continuación (figura 11) se describe.

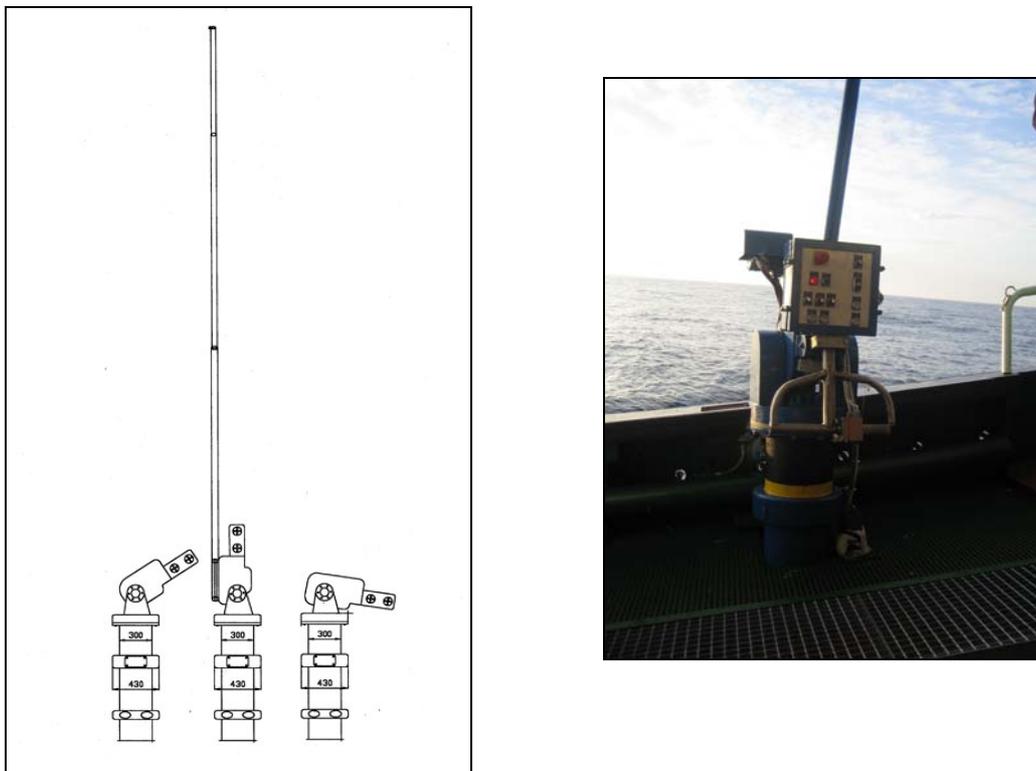


Figura 11: Esquema del prototipo (izda.) y disposición a bordo (dcha.).

La caña esta formada por cuatro elementos principales:

- La caña su conjunto soporte (figura 11), el motor y su reductora (figura 12)
- El bloque hidráulico.
- Panel de mandos o maniobra.
- Armario eléctrico.

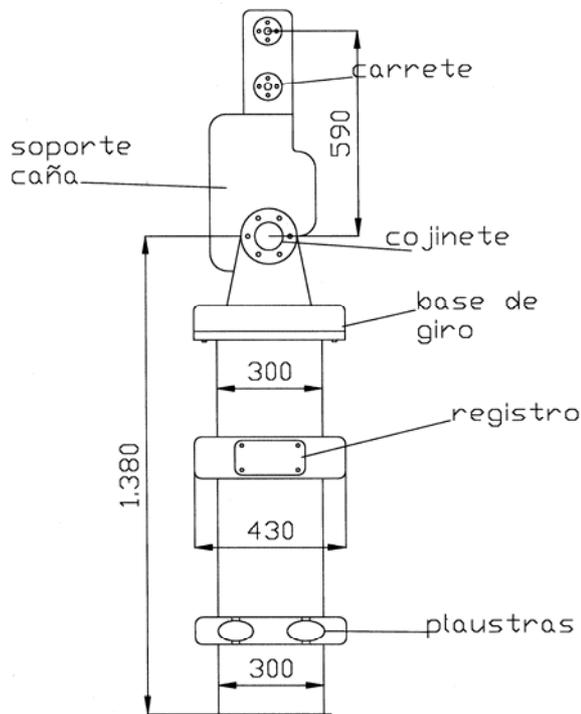


Figura 12: Esquema del soporte, (Izda.) engranajes y reductora (dcha.)

La caña de acero se construyó en tres tramos de diferentes longitudes que unidos suman 5 m. En la base mide 6 cm. \varnothing y 4.3 cm. \varnothing en la punta.

Para la motorización se descartan los motores eléctricos por ocupar un espacio mayor que los hidráulicos pero sobre todo por la seguridad del operario que expuesto de por sí a condiciones ambientales adversas se añadiría las tensiones internas del equipo. El motor instalado es un modelo orbital OMR 125 EM de 125 cm³ con detector de impulsos y freno de disco ref. FLU 620/U y la reductora de la marca Brevini (figura 12) tiene un factor de reducción de 1/35.5

La cubierta sobre la que se trabaja es un enjaretado de fibra que dista 0.95 cm. de la cubierta principal y se perforó (figura 13) para introducir la base y soporte de la caña.



Figura 13: Operaciones de instalación a bordo



Figura 14: Medidas de protección contra las vibraciones "silenblock" en la base y unión del soporte con la borda.

Con el objeto de minimizar la posible transmisión de ruido al barco se dispuso en la base de la caña y en la unión del soporte con la borda de amortiguadores tipo "silenblock" como muestra la figura 14.

El bloque hidráulico y el cuadro eléctrico (figuras 15 y 16) se instalaron en la cámara del servotimón. Las especificaciones técnicas del bloque hidráulico y del cuadro eléctrico se detallan en el anexo 6.2 y 6.3 respectivamente.

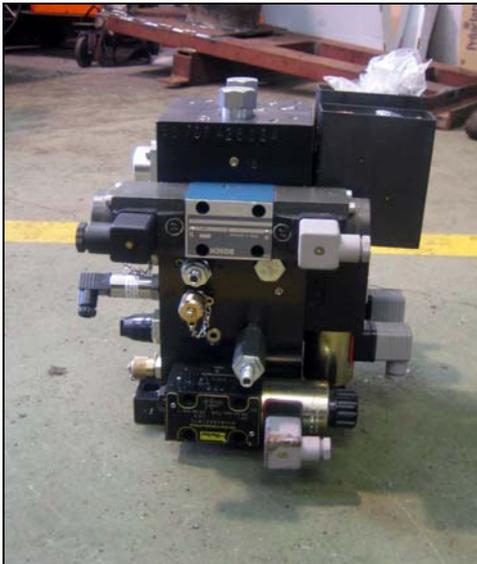


Figura 15: *Bloque hidráulico.*



Figura 16: *Cuadro eléctrico*



Figura 17: Panel de mando

Como muestra la figura 17 el control de mandos agrupa todos los accionadores indispensables al pescador para la maniobra de control de la caña. El cuadro y sus accionadores están contruidos con un grado de protección IP67 de las envolventes según las normas estándar IEC 60529 que describe un sistema para clasificar los grados de protección aportados al equipamiento eléctrico por los contenedores que los protegen. Este estándar está diseñado para calificar de manera numérica a un producto en el nivel de protección que su contenedor le proporciona. Al asignar diferentes códigos numéricos, el grado de protección del producto puede ser identificado de manera rápida y con facilidad. Así, por ejemplo, en el código IP 67, las letras IP identifican al estándar (una herencia de la antigua terminología International Protection), mientras que el valor 6 en el primer dígito describe el nivel de protección ante objetos sólidos; (totalmente protegido al polvo) y el valor 7 en el segundo dígito describe el nivel de protección frente a líquidos; permite la inmersión temporal del equipo hasta una profundidad de 1 metro.

En el anexo 6.7 se detalla el funcionamiento de cada uno de los accionadores del panel de mando.

3.5 Pruebas del prototipo

Las primeras pruebas del prototipo se realizan en la empresa Talleres Erreka, S.A. cuyas instalaciones disponen de acceso directo a un muelle desde donde se efectuaron procedimientos de “fatiga” de los equipos hidráulicos arriando y virando la caña (figura 18) con pesos suspendidos de 5, 10, 15 y 20 kilos hasta una distancia vertical máxima de 6 metros.



Figura 18: Pesas y pruebas en talleres Erreka, S.A.

Se verificaron, siguiendo el esquema de funciones todas las operaciones: para de emergencia, selectores de ajuste, captura automática y manual, halado a flote y sobre cubierta etc. simulando las situaciones propias de la pesca.

Tras los resultados iniciales de velocidad de arriado y virado en 6 segundos, la suavidad en el giro, tanto en modo automático como manual, se ajustaron entre otros, las rampas de aceleración para que la caña tuviera un arranque suave pero progresivo en velocidad.

Una vez realizadas todas las pruebas se preparó todo el equipamiento para instalarlo a bordo del B/ Itxas Lagunak de Fuenterrabía. El montaje a bordo del B/Itxas Lagunak se realiza en el puerto de Ondarroa el día 25 de Julio.



Figura 19: *Instalación a bordo del B/Itsas Lagunak*

La caña se instaló en las inmediaciones de la aleta de estribor junto al último depósito del cebo para encarnar. Se buscó con ello no alterar el normal desarrollo de la maniobra de pesca tradicional. Ver figura 19.

El armario eléctrico y bloque hidráulico se instalaron en el pañol del servotimón. La toma hidráulica se obtuvo de la grúa empleada para estibar el arte. Para estabilizar la potencia hidráulica se dispuso de un acumulador hidráulico.

Un estabilizador y acondicionador de tensión se instaló para dotar de la debida seguridad al cuadro eléctrico.

3.5.1 Prestaciones de seguridad

De conformidad con los requisitos legales aplicables (ver tabla 3).

El elemento de seguridad más visible de la caña es el pulsador de emergencia que está situado en el panel de mando. En caso de que se observe alguna anomalía en el funcionamiento de la caña, o algún tipo de incidente se deberá pulsar este pulsador, impidiendo así cualquier tipo de movimientos tanto de la caña como del carrete.

	<p>Antes de efectuar ningún tipo de movimiento con la caña localice el anzuelo y asegúrese de que ningún miembro de la tripulación corre riesgo de ser golpeado por la caña ni que se pueda clavar el anzuelo.</p>
---	---

Todos los mecanismos capaces de generar riesgos (figura 20) han sido dispuestos de modo que el efecto se minimice o elimine por completo.



Figura 20: *Engrane y su medida de protección*

Durante las pruebas de mar se observa un significativo aumento de la seguridad y confort laboral al reducirse los riesgos físicos derivados del sobreesfuerzo.

3.6 Diagnostico técnico del prototipo

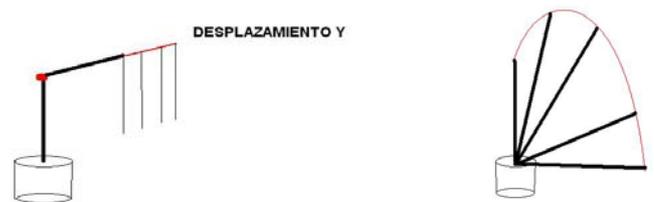
3.6.1 Grado de cumplimiento de los requisitos funcionales definidos.

De las pruebas del prototipo se deriva la siguiente valoración en cuanto a cumplimiento de los requisitos funcionales:

RF1-Modo reposo o seguro	
<p>La caña se mantendrá en este modo durante los períodos en los que no se está capturando, tales como la localización de cardúmenes o la navegación propia.</p> <p>En este modo la caña debe permanece izada o estibada a lo largo de la banda del barco y bloqueados todos sus movimientos, no debiendo sobresalir ningún elemento de la caña más allá del interior de la regala.</p> <p>En este modo no se debe producir ninguna arrancada intempestiva de la caña, o movimiento por las condiciones de la mar.</p> <p>Todas las fuentes de alimentación deben permanecer aisladas del equipo eléctrico/electrónico e hidráulico, así como de los accionadores.</p>	
NO CUMPLE	El modo de reposo permite estibar la caña solo en posición de izada. La caña debe ser desmontada con facilidad.
ALTERNATIVA de MEJORA	Utilizar las cañas tradicionales introducidas en un portacañas de "anclaje rápido".

RF2-Modo inicialización	
<p>Este modo de funcionamiento se producirá inmediatamente después de la conexión de las fuentes de energía, independientemente del origen que haya provocado su corte, y en él se activarán todos los sistemas y comprobará su correcto funcionamiento.</p> <p>La conexión de las fuentes de energía no debe provocar una puesta en marcha, ni un movimiento intempestivo de la caña.</p> <p>Finalizada la inicialización, la caña no debe comenzar su funcionamiento normal hasta que el operario no active un órgano de accionamiento específico para el rearme de la caña.</p>	
CUMPLE	

RF3-Ajuste Longitud Aparejo	
<p>La caña dispondrá de la funcionalidad de ajuste de la longitud del aparejo. Para este ajuste se dispondrá de un accionador que permita fijar la longitud apropiada para cada situación de pesca.</p> <p>Esta función sólo estará disponible cuando la caña se encuentre en posición de izada.</p> <p>El operario dispondrá de un órgano de accionamiento específico para ejecutar esta función.</p> <p>El sistema de ajuste de la longitud de aparejo debe tener la suficiente resistencia para soportar la fuerza de tracción del pescado (Requisito RR1).</p>	
NO CUMPLE	La resistencia del carrete que arría y hala el aparejo no tiene firmeza ni capacidad de frenado necesario para garantizar el ajuste del aparejo. Poco accesible por el control de mando "botonera que lo contiene.

ALTERNATIVA de MEJORA	
Eliminar el carrete dotando al futuro prototipo del movimiento de elevación para izar la captura mediante otro diseño.	

RF4 Modo arriada	
En este modo de funcionamiento la caña se arriará hasta la mitad de la carrera del eje mecánico de la caña. Para comenzar esta maniobra será necesario que el operario actúe sobre un órgano de accionamiento.	
CUMPLE	El modo de arriada se estableció "hasta la mitad de la carrera del eje mecánico de la caña" para evitar que en condiciones de mar adversas, con olas que escoraran al barco, introdujera la punta de la caña en el agua. Este ajuste debe de ser fácilmente modificado según el estado de la mar.

RF5 Modo tiento manual	
Este modo de funcionamiento permitirá al operario lanzar el aparejo, mantener la tensión de éste ante el eventual movimiento del cebo vivo y de la mar, y corregir su posición con respecto al avance del barco. En este modo el operario podrá mover libremente y a su voluntad la caña, con las únicas restricciones de los límites de recorrido de los ejes mecánicos. El par resistente ejercido por los dispositivos accionadores que monte la caña no debe dificultar los movimientos del operario. El operario activará este modo actuado sobre un órgano de accionamiento que libere los ejes de la caña.	
NO CUMPLE	El modo de tiento manual no ha permitido mantener la tensión del aparejo por restricciones mecánicas al giro horizontal así como vertical y por los propios límites de recorrido de los ejes.
ALTERNATIVA de MEJORA	Se debe de diseñar un sistema de lubricación para que en los elementos mecánicos exista la menor fricción posible. Se deben de desacoplar los accionadores para que no ejerzan ningún par resistente a la hora de mover la caña de forma manual. La caña debe estar centrada en todo momento por lo que se debe de pensar en algún sistema para evitar el descentramiento mecánico.

RF6 Modo captura	
En este modo la caña realizará una maniobra de izada ante con la detección de captura de forma automática o, bien, ante la actuación por parte del operario de un órgano de accionamiento específico para esta maniobra. El operario dispondrá de un selector que permita anular la función de detección de captura de forma automática. Ante una orden de izada, ya sea automática o manual, la caña se izará con velocidad creciente en el inicio de la maniobra hasta alcanzar la velocidad final. Esta velocidad final se mantendrá constante hasta llegar a un punto próximo al de final de carrera de la caña, en el que la velocidad decrecerá hasta su detención. El tiempo de aceleración de la velocidad de izada y la velocidad final de la caña será ajustable. Mientras se realiza el movimiento de izado de la caña, ésta debe de girar hasta alcanzar la posición perpendicular con la borda. Durante la fase de izado, el aparejo iniciará su virado en el momento que el atún esté a flote. La longitud de virado del aparejo estará preseleccionado y podrá darse dos casos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Virado corto: cuya longitud será apropiada para arrimar la captura hasta el costado del barco, manteniéndola a flote para su gancheado. • Virado largo y arriado: cuya longitud sea apropiada para rebasar la regala y una vez alcanzada la posición máxima de izado de la caña, arriar el aparejo hasta descender la captura a cubierta para su despescado. 	

NO CUMPLE	No se ha logrado el modo de detección automática de la captura, función esta indispensable en un escenario de implantación de las cañas. Sin embargo el diseño del órgano de accionamiento manual ha sido acertado aunque deba de modificarse el volante que lo contiene.
ALTERNATIVA de MEJORA	Utilización de sensores externos (fuera del motor) de detección del movimiento.

RF7 Maniobra izada manual	
Este modo de funcionamiento permitirá al operario izar la caña para reponer el cebo o finalizar la maniobra de pesca. Ante una orden del operario, la caña ejecutará las siguientes acciones simultáneamente:	
<ul style="list-style-type: none"> • Izado de la caña hasta su posición final. • Girado de la caña hasta alcanzar la posición perpendicular con respecto a la borda. • Virado del aparejo hasta dejarlo en una posición media de la obra muerta. 	
CUMPLE	Salvando las restricciones mecánicas

RF 8 Pérdida de captura	
Si iniciado el izado de la caña, se desprendiera la pieza capturada o rompiera el aparejo, la velocidad de izada de la caña no deberá tener súbitos cambios en estas situaciones para evitar posibles peligros al operario.	
CUMPLE	

RF9 Modo de parada de emergencia	
La función de este modo de parada es la de evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, al prototipo de caña o al trabajo en curso. Con este fin, los movimientos que esté ejecutando la caña se deben detener a la mayor brevedad y quedar bloqueados en la posición. La función de parada de emergencia debe estar disponible y ser operativa permanentemente, cualquiera que sea el modo de funcionamiento. La parada de emergencia debe ser de Categoría 0 (norma EN 60204-1:1997), es decir parada por: <ul style="list-style-type: none"> • Interrupción inmediata de la alimentación de energía de los accionadores. • Desconexión mecánica (desembrague) entre los elementos peligrosos y sus accionadores, y, si es necesario, frenado. La activación de la parada de emergencia se hará mediante actuación manual sobre un órgano de accionamiento específico para este fin. La forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de EN 418:1992. La reposición del órgano de accionamiento no debe originar el comienzo del funcionamiento normal de la caña hasta que el operario no active un órgano de accionamiento específico para el rearme. Si iniciado el izado de la caña, se desprendiera la pieza capturada o rompiera el aparejo, la velocidad de izada de la caña no deberá tener súbitos cambios en estas situaciones para evitar posibles peligros al operario.	
CUMPLE	La función de parada de emergencia procura al operario seguridad y control sobre la caña
ALTERNATIVA de MEJORA	Una manera de dotar aún de mayor seguridad al operario es duplicar la seta de emergencia instalando otra en el lado contrario al de embarque del pescado.

RF 10 Maniobra intempestivas	
La interrupción de las energías de alimentación (eléctrica, hidráulica, etc.), el restablecimiento de éstas o su variación en el sentido que sea, no provocará situaciones peligrosas. Estas situaciones se pueden dar en las siguientes ocasiones: <ul style="list-style-type: none"> • Conexión o desconexión de la alimentación de energía. • Reducción de la alimentación. • Desconexión o restablecimiento de la alimentación. 	
NO CUMPLE	Se han producido movimientos intempestivos por oclusiones en el suministro hidráulico.

Así pues, de modo general:

El modo de reposo permite estibar la caña solo en posición de izada.

El modo de inicialización responde al requisito esperado y satisface plenamente al usuario.

El ajuste de longitud del aparejo es poco accesible por el control de mando o "botonera" que lo contiene.

El ajuste de la longitud del aparejo ha promovido que los pescadores demanden a la función de arriar el aparejo la posibilidad de hacerlo tanto como en un momento dado requiera el cebo encarnado.

El carrete que arría y hala el aparejo no ha tenido la resistencia o capacidad de frenado necesaria para garantizar un ajuste exacto de la longitud del sedal.

El modo de arriada se estableció "hasta la mitad de la carrera del eje mecánico de la caña" para evitar que en condiciones de mar adversas, con olas que escoraran al barco se introdujera la punta de la caña en el agua. Este ajuste debe de ser fácilmente modificado según el estado de la mar.

El modo de tiento manual no ha permitido mantener la tensión del aparejo por restricciones mecánicas al giro horizontal así como vertical y por los propios límites de recorrido de los ejes.

La debilidad del sistema hidráulico no ha contribuido a aliviar las limitaciones mecánicas del prototipo para realizar las maniobras de repetición y ajustes propios de la operativa.

No se ha logrado el modo de detección automática de la captura, función esta indispensable en un escenario de implantación de las cañas. Sin embargo el diseño del órgano de accionamiento manual ha sido acertado aunque deba de modificarse el volante que lo contiene.

La velocidad de izado, con independencia de que el modo de captura sea manual o automático, ha sido lenta, entre 7 y 9 segundos, y los tiempos de

aceleración de la velocidad se ajustan con dificultad, tanto de la caña como del aparejo, deben ser fácilmente graduables por el usuario en función de la especie, el estado de la mar e incluso la naturaleza del propio aparejo.

La función pérdida de captura (RF8) cumple con éxito el propósito de evitar movimientos intempestivos.

La función de parada de emergencia esta operativa permanentemente y procura al operario seguridad y control sobre la caña.

Cuando la función de captura automática ha sido seleccionada se han producido movimientos intempestivos por reducción de la alimentación hidráulica.



Figura 22: Vista lateral del cuadro de mandos y accionamiento

3.6.2 Grado de cumplimiento a los requisitos de rendimiento.

En cuanto a los requisitos de rendimiento, las pruebas del prototipo arrojan las siguientes valoraciones

RR 1 Fuerza de tracción de la captura	
La caña se diseñado para tñidos de un rango de pesos de entre 3 y 20 Kg. en base a los cálculos de fuerzas y resistencia realizadas con el material empleado con más frecuencia para la captura de tñidos.	
CUMPLE	Se han embarcado atunes de 18 kilos sin ningún tipo de incidencia que evidencie falta de capacidad para su izado salvo la descrita en el requisito RF3

RR 2 Sensibilidad de peso de captura	
El inicio de la virada se iniciará ante la detección de pesos superiores a 500 gramos	
CUMPLE	No se ha podido constatar la sensibilidad de la caña ante pesos inferiores de la caña ante pesos inferiores.

RR 3 Tiempo detección captura	
La caña detectará la captura y comenzará su virado en un tiempo máximo de 1 segundo.	
NO CUMPLE	
TERNATIVA de MEJORA	Mejora del sistema hidráulico y su emplazamiento. En futuros desarrollos se debiera considerar la ubicación del bloque hidráulico en la estructura soporte de la caña para que la respuesta sea más inmediata.

RR 4 Tiempo maniobra izado	
El tiempo mínimo para izar la caña hasta su posición final será de 5 segundos.	
NO CUMPLE	
TERNATIVA de MEJORA	Idem anterior.

La fuerza de tracción de las capturas ha sido suficiente para especies de hasta 18 kilos. No se ha podido comprobar una detección inferior a 500 gramos.

La caña por sí misma (función automática) no ha detectado la captura. En la función de captura manual y debido a la rigidez mecánica del sistema el tiempo de comienzo del virado, con independencia de la percepción del usuario, ha superado al segundo y alcanzado los 9 en realizar la maniobra de izado desde el momento de la captura hasta finalizar en el límite superior fijado.

3.6.3 Grado de cumplimiento a los requisitos de interfaz.

En relación a los requisitos de interfaz las pruebas del prototipo ponen en evidencia la siguiente valoración técnica:

RI 1 Seccionadores de energías	
El prototipo estará provisto de órganos de seccionamiento para aislar cada fuente de energía.	
CUMPLE	

RI 2 Activado	
Se dispondrá de un indicador luminoso que informe del estado de caña inicializada cuando se cumplan las condiciones del requisito RF2. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.	
CUMPLE	
ALTERNATIVA de MEJORA	Pese a cumplir la norma falta visibilidad. Se debe de buscar soluciones al respecto tales como el empleo de mayor intensidad de luz, viseras que filtren le intensidad solar, etc.

RI 3 Parada emergencia.	
El prototipo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada de emergencia (requisito RF9) con Categoría 0, según norma EN 60204-1:1997. El diseño del sistema de mando relativo a la seguridad cumplirá con las especificaciones de Categoría 4 de la norma EN954-1:1996, y la forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de EN 418:1992.	
CUMPLE	

RI 4 Emergencia	
Se dispondrá de un indicador luminoso que informe del estado de caña de parada de emergencia (requisito RF9). La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.	
CUMPLE	

RI 5 Rearme	
Este órgano de accionamiento habilitará la puesta en funcionamiento normal del prototipo de caña después de su inicialización (requisito RF2), o después de una parada de emergencia (requisito RF9). La activación del órgano de accionamiento de rearme no debe provocar por sí mismo la puesta en marcha de la caña. Este órgano de accionamiento montará un indicador luminoso con función intermitente cuando la caña se encuentre en disposición de entrar en funcionamiento, esto es, después de su inicialización (requisito RF2) o después de que se hayan eliminado las condiciones de una parada de emergencia. Cuando la caña esté rearmada el indicador luminoso debe permanecer iluminado con función continua. La forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.	
CUMPLE	

RI 6 Ajuste aparejo	
Se dispondrá de un órgano de accionamiento para el ajuste de la longitud del aparejo (requisito RF3). La forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.	
CUMPLE	
ALTERNATIVA de MEJORA	El ajuste del aparejo debe de ser situado en un lateral de la caña para ser movido sin la necesidad de extender el brazo hacia el control de mando y facilitar la tarea de ajuste.

RI 7 Izada manual	
--------------------------	--

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita la operación izar la caña según requisito RF7. La forma, color y disposición de este órgano de accionamiento cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

CUMPLE

RI 8 Liberar caña

Se dispondrá de un órgano de accionamiento cuya activación liberará los ejes de la caña según lo indicado en requisito RF5. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

CUMPLE

RI 9 Arriar caña

Se dispondrá de un órgano de accionamiento cuya activación arriará la caña según lo indicado en requisito RF4. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

CUMPLE

RI 10 Captura Automática/Manual

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita seleccionar el modo de detección de las capturas, automático o manual, según lo indicado en requisito RF6. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

NO CUMPLE

Genera una maniobra intempestiva izando la caña y halando el aparejo

ALTERNATIVA de MEJORA

Idem RR3

RI 11 Virado Corto/Largo

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita seleccionar el modo de virado del aparejo según lo indicado en requisito RF6. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

CUMPLE

RI 12 Tiempo aceleración izada

Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita ajustar el tiempo de aceleración de la velocidad de izada de la caña según lo indicado en requisito RF6. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.

CUMPLE

RI 13 Velocidad izada	
<p>Se dispondrá de un órgano de accionamiento que permita ajustar la velocidad final de izada de la caña según lo indicado en requisito RF6. La forma, color y disposición de este indicador luminoso cumplirá con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997.</p>	
CUMPLE	

Así por tanto:

- Los seccionadores de energía están debidamente dispuestos.
- El indicador luminoso informa que la caña esta activada, pese a cumplir con los requisitos de la norma EN 60204-1:1997 resulta poco visible y debe de ser mejorado.
- El órgano de accionamiento (RI3) que permite la parada de emergencia, una “seta de emergencia”, cumple su objetivo pero debe de situarse en el lado desde el que actúa el operario.
- La función de rearme (RI5) es correcta salvo su escasa visibilidad.
- El ajuste del aparejo (RI6) debe de ser situado en un lateral de la caña para ser movido sin la necesidad de extender el brazo hacia el control de mando y facilitar la tarea de ajuste.
- El órgano de accionamiento para liberar los ejes ha funcionado bien pero su cometido se ha visto desmerecido por la necesidad de acompañar manualmente a la función de giro.
- El arriado de la caña (RI9) debiera de alcanzar la mitad de la carrera del eje mecánico y, si las condiciones de mar lo permiten, posteriormente arriar la caña hasta donde sea necesario.
- El modo de detección de capturas automático no responde y genera una maniobra intempestiva: izado la caña y halando el aparejo.
- La función de virado corto o largo es una de las funciones logradas que confirman la singularidad de esta modalidad de pesca y que confieren a la caña semiautomática la condición de exclusividad.
- El órgano de accionamiento no ha permitido ajustar el tiempo de aceleración y de la velocidad de izado de la caña.

3.6.4 Grado de cumplimiento a los requisitos acústicos.

De acuerdo con los requisitos acústicos establecidos consideramos que:

RO 1 Emisiones acusticas	
El ruido y las vibraciones de los accionadores y el equipo de control que monte el prototipo de caña deben no deben modificar el espectro acústico el barco en el que se instale el equipo	
NO CUMPLE	
ALTERNATIVA de MEJORA	Debe de hacerse mediciones de ruido aéreo y submarino para analizar su contenido frecuencial.

Se han tomado medidas de prevención para evitar las emisiones acústicas instalando amortiguadores tipo "silenblock" en la unión de la base de la caña con la cubierta y el costado del barco.

Pese a no observarse reacciones adversas en la aproximación ni en la permanencia del pescado en las inmediaciones del barco debiera de verificarse tanto el ruido aéreo así como el submarino radiado de esta máquina.

3.6.5 Grado de cumplimiento a la función y propósito del sistema.

Los resultados sobre la función y propósito del sistema del prototipo construido han sido muy positivos al aproximarse la dinámica de la caña semiautomática a la singular operativa de pesca de túnidos que realiza la flota.

Se ha conseguido sintetizar la operativa de pesca tradicional y acercarla a los niveles de desarrollo tecnológico que viene implantándose en la flota vasca de bajura en otras actividades relacionadas (bombas de extracción,

halador triplex, maquinilla de virado automático de jareta) con técnicas de los países más avanzados.

La caña se aplica bien al operativo de pesca para embarcar el cimarrón rebasando la regala y arriándolo posteriormente sobre cubierta, así como para la pesca de bonitos donde se requiere su izado hasta la superficie del agua para ser posteriormente embarcado mediante un bichero o garfio.

No obstante, se han identificado aspectos de mejora:

- El rango de pesos debe ampliarse hasta los 30 kilos.
- La caña no detecta automáticamente la captura.
- La maniobra de recogida automática de la caña para sustituir el cebo muerto o desprendido se produce de manera aleatoria.
- La sustitución del aparejo de pesca obliga a realizar una maniobra que implica el cese momentáneo de la actividad de captura y entorpece y compromete a toda la operativa de pesca a bordo. Por esta razón deben de considerarse en el futuro nuevos diseños conceptuales que prevean estas situaciones.

3.6.6 Grado de cumplimiento con respecto a las consideraciones del entorno.

Sobre el grado de cumplimiento en aspectos relativos al entorno valoramos que:

La alimentación eléctrica para la conexión del equipo se ha realizado con éxito.

El bloque hidráulico con sus correspondientes electro válvulas ha sido débil y la comunicación con los motores del prototipo se ha visto afectada por la excesiva longitud de las tuberías

Las condiciones ambientales en cuanto a radiaciones ionizantes y no-ionizantes no han sido verificadas.

La compatibilidad electromagnética no ha sido supervisada.

Las vibraciones, choques y sacudidas han sido paliados en el diseño de la máquina pero no ha habido comprobación de las mismas.

3.6.7 Grado de cumplimiento con respecto a las restricciones generales.

Consideramos que nivel de consecución de las especificaciones sobre las restricciones generales es el siguiente:

Las dimensiones generales del prototipo no permitiría la instalación de cañas en aquella parte de la banda del barco que limite con su estructura o guardacalor. Ha de reducirse el diámetro del cuerpo que alberga el motor y la reductora.

Las dimensiones generales han de recalcularse para disminuir los 240 kilos que alcanza el cuerpo base de la caña con su motor y reductora incluido.

4 CONCLUSIONES

El prototipo de caña proporciona seguridad y confort laboral en su cometido evitando los sobreesfuerzos y no se aprecian movimientos bruscos que pudieran dar lugar a golpes o contusiones.

El manejo de una caña de estas características resulta positivo para minimizar los accidentes y bajas laborales relacionadas con la práctica de este oficio.



Figura 21: *Maniobra de pesca tradicional y prototipo de caña*

No se observa una desaparición súbita ni gradual de la pesca por el accionamiento de los equipos hidráulico, eléctrico y de control del prototipo de caña semi automática.

El tiempo de izado del prototipo de caña en cualquiera de las fases; virado, arriado, captura, hasta su posición final estimado en 7-8 segundos debe de reducirse a 4 segundos máximo.

La movilidad de la caña debe de ser más rápida, liviana y menos voluminosa.

El ángulo de giro de la caña ha de permitir un giro libre horizontal de 180° a fin de hacer más versátil la maniobra y de 180° en el vertical.

El control de mando ha de reducirse en tamaño y en número de accionadores, escamoteando aquellos que no sean de uso frecuente.

La programación de las longitudes del aparejo para el izado a flote o hasta cubierta han de permanecer memorizados para no repetir los procesos de ajuste tras el cese de la operación.

El bloque hidráulico debe de instalarse en las proximidades de la caña, debajo del enjaretado para acortar el tendido de todos conductos hidráulicos.

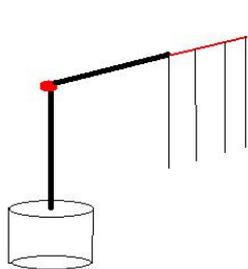
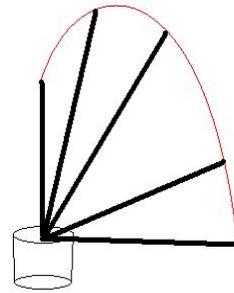
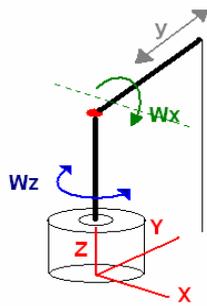
El generador hidráulico debe de ser autónomo con independencia del motor principal.

Las pruebas de mar con el prototipo no han alterado el normal desarrollo de las operaciones de pesca salvo los tiempos empleados en su montaje y las modificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Los materiales empleados para la construcción del prototipo han sido económicamente viables pero no garantizan su correcto funcionamiento tras el paso del tiempo.

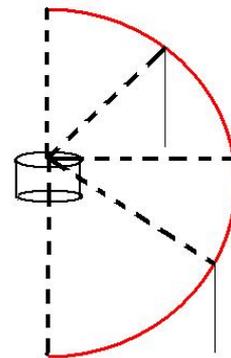
A la vista de los resultados la fase de especificación de requisitos y diseño conceptual de prototipos futuros debe de llevarse a cabo con mayor profundidad y anticipar problemas de funcionamiento para que sean solucionados en la fase de diseño. Se trata en definitiva de analizar en la fase de diseño la viabilidad real del futuro prototipo.

El carrete de recogida del aparejo ha sido limitante y puede ser en el futuro corregido dotando a la caña de un movimiento que desplace a la caña, tal y como se refleja en las figuras. Con este procedimiento se eliminaría el carrete y se podría considerar el uso de las cañas de fibra sintética existentes a bordo.

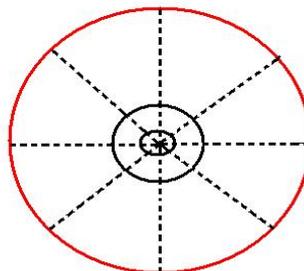


DESPLAZAMIENTO Y

TRAYECTORIA W_x



TRAYECTORIA W_z



5 AGRADECIMIENTOS

Estamos convencidos de que esta acción innovadora para el sector no habría sido posible sin el apoyo que los armadores de la empresa "Bernardo Sistiaga Segurado y otros, C.B." han mantenido y la firme decisión del patrón del buque "**ITSAS LAGUNAK**" Bernardo Sistiaga, "**Beñar**", que nos ha ofrecido todos sus conocimientos y su saber hacer en este proyecto. Vaya en su nombre el agradecimiento a toda la tripulación que colaboró con entusiasmo en la campaña de túnidos 2005.

Felicidades por "sumar esfuerzos" y mejorar las duras operaciones que la captura de túnidos conlleva.

Gracias.

6 ANEXOS

6.1 Patente de caña “Nobuo Tadano”

6.2 Bloque hidráulico

6.3 Control de mandos

6.4 Diagrama de funcionamiento

6.5 Esquema general de la caña

6.6 Accionadores manuales

6.7 Manual de funcionamiento