

SACTUN: Estudio de viabilidad técnica para construcción de una cinta de sacrificio de túndos adecuada para un barco de cebo vivo

**Informe Final
para:**

**EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO, Ekonomiaren Garapen eta
Lehiakortasun Saila - Departamento de Desarrollo Económico y
Competitividad, Nekazaritza, Arrantza eta Eli. Politika sail - Vice. de
Agricultura, Pesca y Políticas Alimentarias(+ logo de cliente si se desea)**

Sukarrieta, 12 de agosto de 2014

Tipo documento	Informe Final
Título documento	Título del Informe
Fecha	22/07/2015
Proyecto	SACTUN: Estudio de viabilidad técnica para construcción de una cinta de sacrificio de túnidos adecuada a un barco de cebo vivo- IM13sactun -
Código	04-2013-00571
Cliente	EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO, Ekonomiaren Garapen eta Lehiakortasun Saila - Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad, Nekazaritza, Arrantza eta Eli. Politika sail - Vice. de Agricultura, Pesca y Políticas Alimentarias
Equipo de proyecto	Angel Pereira Iñigo Krug Gorka Gabiña Xabier Aboitiz
Responsable proyecto	Aboitiz Goitia, Xabier (E-Mail: xaboitiz@azti.es)

Revisado por
Fecha

Aprobado por
Fecha

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. INTRODUCCIÓN	8
4. METODOLOGÍA.....	12
4.1 Vigilancia tecnológica.....	12
4.2 Análisis de Normativa.....	12
4.3 Análisis de las jornadas/reuniones de trabajo con la Autoridad Laboral y las Entidades Certificadoras	13
4.4 Diseño conceptual del prototipo y Diseño visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca.....	13
5. RESULTADOS.....	15
5.1 Vigilancia Tecnológica.....	15
5.2 Análisis de Normativa.....	35
5.3 Análisis de las jornadas/reuniones de trabajo con las Entidades Certificadoras y la Autoridad Laboral.....	51
5.4 Diseño conceptual del prototipo y Diseño visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca.....	60
6. CONCLUSIONES	78
6.1. Vigilancia tecnológica.....	78
6.2. Vigilancia y análisis de la normativa.....	80
6.3. Sociedades clasificadoras y autoridad laboral	80
6.4. Diseño del equipo y visualización virtual de montaje en los barcos.....	82
BIBLIOGRAFÍA	87
AGRADECIMIENTOS.....	88
ANEXO A – PLANO DEL EQUIPO	89

1. ANTECEDENTES

En el año 2008 y 2009 se realizó un proyecto para el desarrollo de un sacrificador de túnidos. El objetivo de este proyecto era desarrollar un sistema/equipo para poder matar o aturdir a los bonitos que se pescan con el sistema de cebo vivo, especialmente para los barcos que han implantado las cintas transportadoras. El sacrificio de los bonitos inmediatamente después de su captura es esencial para conseguir los mejores niveles de calidad y el sistema tradicional de golpe con el mataputxet (garrote) no es viable/práctico en los barcos que tienen instaladas las cintas transportadoras. Esto es debido a la mala postura que hay que adoptar para dar el golpe y a la velocidad con la que se mueven los bonitos sobre la cinta.

Después de tres modelos y diferentes opciones para el sacrificio (incluyendo una pistola de punzado) la única alternativa viable y con resultados satisfactorios fue una adaptación del sistema que se utiliza en los mataderos para sacrificar/aturdir los corderos, y que se basa en descargas eléctricas. Con ello los resultados fueron bastante buenos siendo aturridos prácticamente un 100% de los bonitos a un voltaje de entre 90 y 110 voltios.

La necesidad de una empresa que estuviera interesada en la construcción y comercialización del equipo, llevo a estar dos años a la espera, hasta que finalmente una pequeña empresa de electricidad se animó. Durante el estudio para la fabricación surgió un problema derivado de la seguridad intrínseca del equipo ya que aunque era claramente beneficioso a nivel de mejora ergonómica y confort laboral no cumplía con los estándares de seguridad eléctricos, establecidos por la legislación para su uso en un ambiente húmedo y conductivo como es la cubierta a la intemperie de un barco de pesca.

Se consultó a Osalan y la respuesta fue que se consideraba que el equipo no cumplía con los requerimientos básicos de protección eléctrica. Se informó al sector sobre este problema y trasladaron su pesar ya que consideran que el sacrificador es un equipo necesario en los barcos que tienen instaladas las cintas transportadoras, debido a lo cual se sugirió la posibilidad de estudiar soluciones a este problema. En la misma reunión con el sector se planteó la posibilidad de fijar el equipo sobre la cinta de forma que estuviera siempre alejada y fuera del contacto de la tripulación evitando así los riesgos que tenía el sistema portátil.

Sin embargo antes de proceder al desarrollo de un equipo de este tipo, en el que tanto el desarrollo como la construcción pueden tener un coste elevado, hay que asegurarse de su viabilidad.

Por ello se plantea previamente este proyecto, en el que se evaluará de forma teórica por medio de diseños de planos y evaluaciones de técnicos de prevención laboral, los requerimientos de seguridad eléctricos y de diseño que debe de tener el equipo, así como plasmar su resultado en planos de tres dimensiones, para que los patrones puedan hacer una interpretación exacta y real de lo que supondría instalar el equipo en sus barcos, evitando posteriores problemas como el entorpecimiento de las maniobras de pesca u otros que pudieran surgir, antes de que sea tarde y se haya invertido mucho dinero en su instalación.

Con los resultados de este proyecto se podrá tomar una decisión contrastada y validada por el sector y por las autoridades de prevención laboral, sobre la viabilidad de continuidad o no, en un proyecto posterior en el que se desarrolle e instalen los sistemas de sacrificio en los barcos.

2. OBJETIVOS

El objetivo general que se pretende conseguir con este proyecto es **“Caracterizar y diseñar un sistema de sacrificio/aturdimiento de túnidos que sea práctico y seguro para los barcos que capturan túnidos con la modalidad de cebo-vivo y que tienen instaladas a bordo cintas transportadoras. Cumpliendo los requisitos de seguridad para que su uso por la tripulación sea apto”**.

Este objetivo general se puede a su vez dividir en los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y valorar el diseño conceptual de un sistema de sacrificio eléctrico alternativo que esté situado en una zona de seguridad que evite riesgos.
- Analizar y establecer los parámetros de seguridad que debe cumplir el equipo.
- Validar junto con las autoridades laborales las medidas de protección diseñadas.
- Esbozar y plantear un diseño teórico a escala y según montaje final resultante en el barco, para que los patrones/barcos puedan hacer una interpretación real y exacta de lo que supondría su instalación y uso durante los lances de pesca.

Con estos objetivos se pretenden alcanzar los siguientes resultados:

- Se dispondrá de un diseño que sería el punto de partida ya avanzado para un posterior proyecto de desarrollo/construcción y prueba del sistema.
- Se valorará definitivamente si existe una alternativa viable al sistema eléctrico manual.
- Los barcos podrán evaluar si el sistema que se plantea cumple con sus requerimientos y necesidades, antes de proceder a los costes que suponen la construcción, instalación y pruebas de validación en mar, de un prototipo.

3. INTRODUCCIÓN

El bonito del norte y el atún rojo son dos especies de gran tamaño y que además en el desarrollo de su vida desarrollan una gran actividad. Estas dos características repercuten en el comportamiento del pescado una vez es capturado.

La inducción al pánico y la sensación de asfixia que sufren todos los peces que son capturados vivos se plasman en forma de lucha y coleteo por la necesidad de escapar. En el caso de peces de gran tamaño y con gran actividad y fuerza muscular como es el caso de los túnidos se visualiza por un constante coleteo que golpea con gran fuerza la cubierta del barco o cualquier otro elemento a su alcance.

La gran agitación que sufre el atún queda reflejada en una subida de la temperatura interior que dificultará y ralentizará el posterior enfriado y por tanto derivará en una reducción de calidad e incremento de costes por hielo y/o uso del sistema de refrigeración. Por otro lado el golpeo contra superficies duras produce roturas de las colas, pérdida de piel y heridas que deslucen el aspecto del bonito y son valoradas de forma muy negativa por los compradores a la hora de evaluar la calidad del atún.

SITUACION OBSERVABLE	RESULTA PERJUDICIAL
Subida Temperatura interior	Mayor dificultad para enfriar
Deterioro aspecto exterior: marcas, pérdida de piel	Peor valoración de calidad por el comprador

Independientemente de lo que se puede observar en una primera valoración existen además otra serie de respuestas bioquímicas derivadas de que el pescado permanezca vivo en la cubierta y que afectan de forma incuestionable a la calidad del pescado.

RESPUESTA METABÓLICA	EFFECTO NEGATIVO
Agotamiento anaeróbico de reservas	- Elevados niveles biproductos ATP
Acumulación de ácido láctico	- Reducción de pH - Rigor mortis prematuro

Ruptura del tejido conectivo	- Gaping (embombamiento) - Textura blanda
Liberación de lisosomas	- Ruptura enzimática - Condiciones más favorables para crecimiento microbiano

Teniendo en cuenta lo anterior es muy recomendable matar al atún lo antes posible una vez se ha embarcado en el barco, a ser posible en el mismo momento del embarque. Además de por motivos éticos para evitar la agonía por asfixia del pez.

El hecho de que matar el atún rápidamente ralentiza la pérdida de calidad, es conocido por los barcos desde hace mucho tiempo y por ello sacrificar los atunes una vez capturados es una práctica habitual en los barcos de pesca vascos.

El sacrificio de los atunes se he venido realizando (y de momento se sigue haciendo así) por medio del golpeo en la cabeza, en una zona definida encima de los ojos, con un garrote. Cuanto más grande es el tamaño de atún, mayor es la fuerza de golpeo necesaria y la dificultad de conseguir matar al pescado.

Todos los barcos que capturan túnidos pero sobre todo los más modernos, que incorporan cintas transportadoras para el traslado del bonito desde la zona de captura hasta la de enfriado, tienen dificultad en matar los atunes con el antiguo sistema del garrote ya que la velocidad de la cinta no permite un adecuada acción y posición de “golpeo con el garrote” por parte del marinero.

Debido a que la velocidad a la que la cinta traslada los bonitos y que la postura es muy poco ergonómica, hacen que la operatividad de esta tarea y el confort laboral del marinero que realiza esta función sean escasas y por tanto muy mejorables si se cambia el sistema de sacrificio por otro más veloz y funcional.

Centrándonos en la producción de peces para el consumo y cogiendo como referencia como se realiza la muerte en estos animales en las piscifactorías, vemos que hay diferentes métodos:

- Por conmoción cerebral (golpe).
- Por desangrado con o sin aturdimiento en agua saturada de dióxido de carbono. El desangrado se hace introduciendo una navaja por las branquias para así puncionar el corazón, una vez realizada esta operación los peces van a parar a una balsa de agua donde se desangran, el sufrimiento es notable hasta que alcanzan la muerte. Este sufrimiento se ve reducido si previamente se aturde al pez en agua saturada de CO pero este hecho encarece el método y alarga el proceso de sacrificio.
- Por electrocución. Sumergiendo en el agua dos electrodos que tengan entre sí una sensible diferencia de potencial, se crea así entre ellos un campo eléctrico, distribuido en forma de círculos equipotenciales
- Por anoxia (asfixia).
- Por shock térmico (introducir el pez en agua con hielo).

Quizás el método más extendido está actualmente en España es el que se realiza por shock térmico. Este método según algunos estudios prolonga el tiempo hasta que hay anoxia cerebral y por tanto prolonga el tiempo para que se produzca la pérdida de la sensibilidad, la explicación está en la poiquilothermia de los peces.

Un método también muy utilizado un tiempo atrás y que ahora aún se sigue utilizando en algunas piscifactorías de truchas es el método eléctrico. La cantidad de corriente necesaria para que se produzcan los efectos deseados variará en cada especie según el tamaño del pez y la constitución de su epidermis.

Según la corriente aplicada podemos conseguir:

- Galvanonarcosis: parálisis muscular, si se prolonga produce la muerte.
- Galvanotaxia: movimiento natatorio con atracción directa hacia el ánodo.

El sistema eléctrico se puede hacer con corriente continua, con corriente alterna o con corriente intermitente.

El problema del método eléctrico, es que la intensidad de la corriente varía en función de la especie y la longitud del pez, como en las piscifactorias hay peces de diferentes longitudes es difícil calcular la intensidad adecuada para todos, así habría peces en el que este método tendría efecto y en otros en el que no. Según algunos estudios el método eléctrico evita el sufrimiento respecto la asfixia y da una mejor calidad de la carne (se conserva mejor), pero en cambio hay otros trabajos que afirman que con este método el pez sufre mucho sobre todo en la fase de galvanotaxia.

El método de desangrado, muy utilizado (al menos hace un tiempo) en Noruega, para el salmón, tiene el gran inconveniente de que alarga mucho la agonía del pez y este tarda en morir.

El método de conmoción cerebral, casi no utilizado, tiene los inconvenientes de que daña la carne del pez (contusión), de que necesita mucha destreza por parte del manipulador y alarga mucho el proceso de sacrificio de los peces.

El método de asfixia, que es el que se da en la pesca natural, alarga mucho la agonía del pez y su sufrimiento.

4. METODOLOGÍA

4.1 Vigilancia tecnológica

Para la vigilancia tecnológica de sistemas de sacrificio de pescado por aturdimiento eléctrico a bordo de barcos de pesca o similares se ha realizado una búsqueda en bases de datos científicos técnicos y buscadores de internet.

Se han seleccionado los artículos, noticias, jornadas, presentaciones y otros que se ha considerado tienen relación con el objeto de este proyecto.

Se ha leído y analizado el material seleccionado de la cual a su vez se ha extractado la información.

4.2 Análisis de Normativa

Para el análisis, previamente se ha realizado una vigilancia de la normativa aplicable, tanto a nivel de legislación de seguridad laboral y marítima como de normas UNE u otras similares que pudieran afectar.

Una vez adquiridas las normas seleccionadas como de potencial interés y posible aplicación, tanto por descarga on-line en unos casos, como compra en los establecimientos autorizados en otros, se ha estudiado y extractado su contenido para establecer como pueden afectar al presente proyecto.

4.3 Análisis de las jornadas/reuniones de trabajo con la Autoridad Laboral y las Entidades Certificadoras

Se contactara y se mantendrán reuniones y sesiones de trabajo con los técnicos especializados que la autoridad laboral (Osalan) proponga, para valorar las características técnicas del proyecto y establecer la seguridad de uso del mismo.

Así mismo se contactará y se mantendrán reuniones y sesiones de trabajo con los dos grandes clasificadoras (certificadoras) navales que operan con los barcos de pesca vascos: Bureau Veritas y Lloyd's Register; con objeto de establecer las características técnicas de debe cumplir el equipo para poder ser certificado por las entidades clasificadoras navales.

4.4 Diseño conceptual del prototipo y Diseño visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca

4.4.1. Diseño conceptual del prototipo

En base al conocimiento adquirido por AZTI en las pruebas del proyecto de sacrificador de atunes portátil, junto con la información resultante de la vigilancia tecnológica de equipos de sacrificio eléctricos instalados en los barcos de pesca, se realizará un diseño básico.

En este diseño básico se establecerá a nivel conceptual como debe ser la idea de funcionamiento y construcción del equipo adaptado a un montaje en las cintas de transporte de atunes de los barcos de pesca vascos que trabajan con cebo vivo.

4.4.2. Esquema visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca

Una vez se ha realizado el diseño conceptual del equipo, por medio de programas informáticos de diseño ingenieril se realizará un esquema visual en 3D a escala.

Este esquema se representará el barco, que se dibujará en escala según sus planos de formas, junto con las cintas transportadoras instaladas.

Al esquema básico anterior se añadirá en la misma escala, el diseño del prototipo instalado sobre la cinta. Trabajando junto los patrones y recogiendo información dentro del barco, se realizan diferentes diseños y esquemas de montaje del equipo sobre la cinta de tal forma que pueda observarse de forma rápida diferentes opciones sobre el volumen, efecto en el movimiento de la gente durante la pesca con cañas y cualquier otra interacción con el trabajo.

Esto permitirá que los barcos (patrones) puedan evaluar cada uno según su criterio, de forma rápida y muy práctica, como les puede influenciar en la pesca y en base a ello, si les interesa o no el montaje del equipo (prototipo) en el barco.

5. RESULTADOS

5.1 Vigilancia Tecnológica

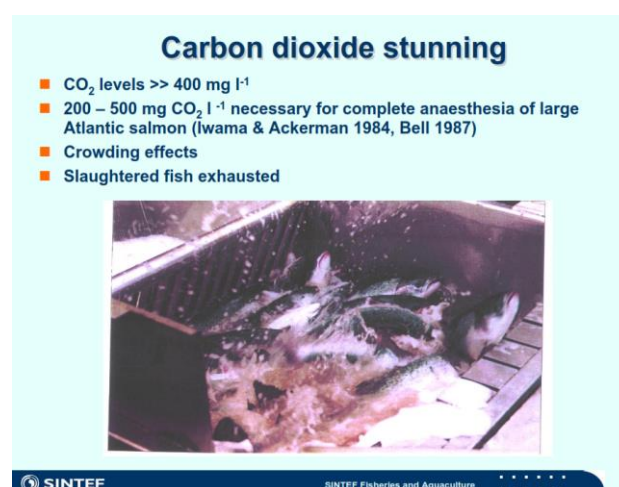
5.1.1 Sistemas de Sacrificio

Actualmente debido al rápido desarrollo tecnológico de la acuicultura y la necesidad surgida para la mejora de la calidad en ciertas flotas de pesca, existen y están en desarrollo varios sistemas para sacrificar peces.

Principalmente se utilizan 5 formas para aturdir o matar a los peces tanto provenientes de acuicultura como en los parques de pesca de grandes barcos.

Aplicados en el tanque de enfriamiento:

- i) Hipotermia: Introduciendo los peces en un tanque con agua de mar refrigerada y/o con hielo hasta que su temperatura corporal sea tan baja que el pez muere
- ii) CO₂: Normalmente combinada con la hipotermia, introduciendo el gas en el tanque con el agua fría incrementemente y reduce el tiempo de muerte de los peces dentro del tanque



- iii) Se está experimentando además con un quinto sistema denominado Eugenol (AQUÍ-S™) que consiste en añadir anestésicos al tanque.

Los barcos de cebo vivo vascos que trabajan con la cinta transportadora en el costado, utilizan el sistema de hipotermia con agua de mar refrigerada + hielo en uno de los viveros (tanques).

No se consideran sistemas suficientemente rápidos y adecuados para los bonitos ya que no mueren hasta que ya están en el tanque, saltando y golpeando sobre la cinta durante el trayecto. Por ello aunque los mencionamos en este informe, no se realiza mayor vigilancia tecnológica sobre estos métodos mencionados anteriormente.

Aplicados previamente al tanque de enfriamiento:

Los otros dos sistemas de aturdimiento y/o sacrificio que se utilizan se aplican previamente al tanque de refrigeración por lo que se considera que podrían ser útiles en los barcos de cebo vivo con cinta transportadora

- iv) Sistemas eléctricos: El principio general de aturdimiento eléctrico es pasar suficiente corriente a través del cerebro como para causar un efecto similar a un ataque epiléptico. Esto se traduce en la pérdida inmediata e insensibilidad al dolor. El período de insensibilidad depende de varios parámetros, incluyendo: especie, tamaño, nivel de estrés, temperatura, cantidad de peces y duración del aturdimiento entre otros (Electric stunning of salmon; Humane Slaughter Association N°20)
- v) Sistema por percusión: En la práctica es un sistema que funciona igual que el garrote (mataputxet) con el que actualmente se golpea a los atunes, la presión de un pistón percutor golpea sobre la cabeza de tal forma que produce una lesión cerebral que aturde o mata al pescado según la fuerza con la que se produce.

La OIE Aquatic Animal Health Standards Commission / October 2010, establece en su artículo 7.3.6. Aspectos de bienestar en el aturdimiento y sacrificio de los peces de acuicultura:

Métodos de aturdimiento y sacrificio para peces

- Métodos de aturdimiento y sacrificio mecánicos:
 - El aturdimiento por percusión se consigue mediante un golpe de intensidad suficiente en la cabeza, aplicándolo encima o inmediatamente adyacente al cerebro, con el fin de dañar el cerebro. La presión mecánica o golpe se puede lograr ya sea manualmente o usando un equipo desarrollado especialmente para ello.
 - Por punzamiento, es irreversible y se basa en dañar el cerebro mediante la inserción de una espiga o punta en el cerebro.
 - Bala libre, puede aplicarse a peces grandes (como el atún). El pescado se hacina en una red y se mata con un disparo en la cabeza.

Los métodos mecánicos de aturdimiento y sacrificio se deben aplicar con precisión. Es difícil alcanzar correctamente al cerebro desde una embarcación que se balancea o con un pez en movimiento (como el atún), requiere experiencia y se debe hacer con cuidado y sin apresurarse.

El aturdimiento mecánico es generalmente irreversible si se aplica correctamente. Sin embargo, los peces pueden recuperar la conciencia después del aturdimiento por percusión por lo que debe asegurarse que en el proceso posterior el pescado muere (desangrado, hipotermia).

- Métodos de aturdimiento y sacrificio eléctricos:
 - El aturdimiento eléctrico implica la aplicación de una corriente de intensidad y frecuencia adecuadas para causar la pérdida inmediata de conciencia y la insensibilidad en los peces.
 - La conductividad del agua dulce y salobre es variable, lo que es esencial para establecer los parámetros de la corriente eléctrica para asegurar un aturdimiento apropiado.

- El dispositivo de aturdimiento eléctrico se fabricará y utilizará específicamente para las especies de peces.
 - El equipo de aturdimiento eléctrico deberá estar equipado con un dispositivo que indica los parámetros utilizados, colocados de manera que sean claramente visibles para el operador. Siempre que sea posible estos parámetros deben registrarse automáticamente.
 - El aturdimiento eléctrico puede ser reversible. En tales casos los peces deben ser sacrificados antes de que recuperen la conciencia.
 - En el aturdimiento húmedo, los peces deberán estar confinados bajo la superficie del agua, y debe haber una distribución uniforme de la corriente eléctrica en el tanque o cámara de aturdimiento.
 - En los sistemas de aturdimiento eléctrico en condiciones semisecas, los peces se introducirán por la cabeza para garantizar un efecto más rápido.
- Otros métodos de sacrificio de peces: Los siguientes métodos son conocidos por ser utilizados para matar a los peces:
- (i) refrigeración con hielo en el tanque de agua, dióxido de carbono en el tanque de agua;
 - (ii) enfriando con hielo y CO₂ en el tanque de agua;
 - (iii) baños de sal o amoníaco;
 - (iv) asfixia al ser retirados del agua;
 - (v) sangrado sin aturdimiento.

Sin embargo, se ha demostrado que para garantizar el bienestar del pez, es preferible utilizar los métodos por aturdimiento y sacrificio mecánico o eléctrico.

Ejemplos de métodos de aturdimiento / sacrificio para grupos de peces. Los siguientes métodos permiten la matanza compasiva de los siguientes grupos de peces:

- Aturdimiento por golpe/percusión: carpa, salmónidos
- Por punzamiento/perforación: salmónidos, atún
- Con bala: atún
- Eléctricos: carpa, anguila, salmónidos

5.1.1.1 Aturdidor/sacrificador eléctrico para peces

EFTP – Future Fishing Vessel Technologies, Sicily June 6-7, 2012:

El aturdimiento eléctrico permite procesar el pescado inmediatamente después de embarcarlo.

Ventajas

- Bienestar de los peces – demandas de consumo y de etiquetado
- El período de tiempo entre captura y procesado es más corto
- Mejora de la seguridad reduciendo trabajo manual a los pescadores
- Se consigue un desangrado adecuado del pescado a bordo

Desventajas

- El tiempo de pre-rigor es menor
- Es necesario más espacio (prototipo: aprox. 0,4 × 0,4 × 1,0 m)
- Son necesarias más pruebas e investigaciones para optimizar las diferentes especies y tamaños de peces

EFTP – Future Fishing Vessel Technologies, Sicily June 6-7th 2012

Fish behaviour observations during recovery from electrostunning

		n	Swimming		Balance		Breath		VOR	
			0=some	1=no	0=some	1=no	0=some	1=no	0=yes	1=no
	Totals									
	Cod	63	0	63	1	62	4	59	5	29
	Haddock	20	0	20	0	20	2	18	0	10

Fish behaviour observations:

- 'Eye roll' (VOR)
- Swimming activity
- Balance
- Breath

➤ 2 % not properly stunned

Este sistema denominado de aturdimiento eléctrico en seco,

Directorate General for Health & Consumers

Electrical stunning fish - out of water

Some typical data

- pDC (40 -100 V)
- Electrodes: 9-11 rows
- Counter electrode = conveyor belt
- Test model shown in photos
- Used commercially for farmed salmon and cod (larger model)





Acknowledgement
Dr. Bjorn Roth <Bjorn.Roth@nofima.no>

University of BRISTOL

BTSF

Better Training for Safer Food

en contraposición al sistema en mojado donde se aplica electricidad en tanques o se utilizan aros que se colocan en la cabeza de los atunes dentro del agua en las jaulas.

Directorate General for Health & Consumers

Electrical stunning tuna

Waveform used

Type	Waveform	Notes
Type 1	Wardner	Direct current
Type 2	V_1	$I = \text{variable}$ High frequency pulsed direct current
Type 3	V_2	Frequency = 1 kHz $V_{rms} = 90 \text{ V}$ Duty cycle = 50% Complex pulse system (CPS)
Type 4	V_3	$F_1 = 10 \text{ Hz}$ $F_2 = 10 \text{ Hz}$ $V_{rms} = \text{variable}$ Low frequency pulsed direct current
Type 5	V_4	Frequency = 20 Hz $V_{rms} = 100 \text{ V}$ Duty cycle = variable Regulated alternating current
Type 6	V_5	$V_{rms} = 220 \text{ V}$ $\omega = 100 \text{ rad/s}$ Mixed signal




A diver shoots a spear which carries an electrode. When the spear is inside the fish, other diver activates the electrical stunner and the fish is stunned.

Acknowledgement
Dr. Fernando de la Gándara,
Instituto Español de Oceanografía,
Centro Oceanográfico de Murcia,
Ctra. de la Azohía s/n,
30860 - Puerto de Mazarrón (Murcia),
SPAIN

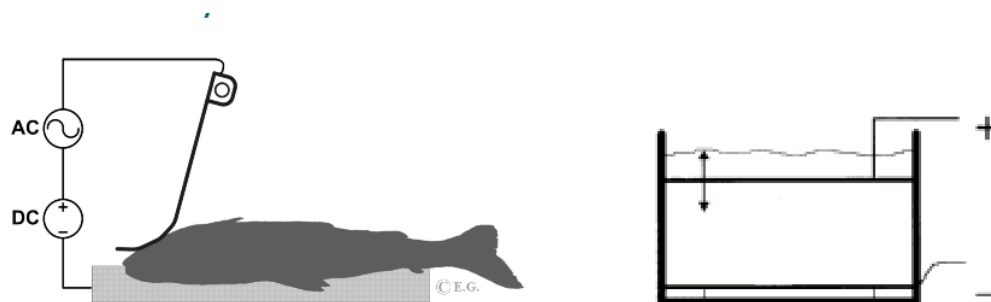
University of BRISTOL

BTSF

Better Training for Safer Food

Sería posible montarlos en las disposición de barcos de cebo vivo que tenemos en Euskadi, adaptando la cinta y las pletinas a la forma en la que se embarca y se depositan los bonitos sobre ella. Sin embargo se observa una diferencia, más bien un hándicap, este equipo está diseñado para trabajar en un parque de pesca cerrado, bastante aislado en comparación a la cubierta de los boniteros vascos con la incremento muy importante del efecto de la txiparra (aspersores) que mojaría de agua salada todo el equipo.

A nivel de sistemas eléctricos para peces, tanto en acuicultura como a bordo de barcos, los sistemas eléctricos (consisten en cintas con pletinas colgantes) se repiten en varias menciones y presentaciones técnicas, pero no se han detectado modelos comerciales que estén utilizándose de forma masiva.



Para el caso de su uso a bordo de barcos de pesca la única referencia es el proyecto de SINTEF+Seaside (Noruega) para barcos de arrastre y cerco danés que capturan bacalao y que está avanzado pero aún sin finalizar. Este sistema al igual que los que se plantean para acuicultura consiste en una cinta transportadora sobre la cual se fijan pletinas móviles por su parte inferior y que se apoyan sobre el pescado cuando este pasa por debajo de ellas, produciendo la descarga.



SINTEF + Seaside



Proyecto de SINTEF. Las pruebas se realizaron a bordo del F/V Gunnard K, equipo de SeaSide AS (barco y fabricante: <http://maximusproject.com/no/consortium/seaside-as.aspx>).

Further details

The Welfare of Animals (Slaughter or Killing) Regulations 1995 (as amended)

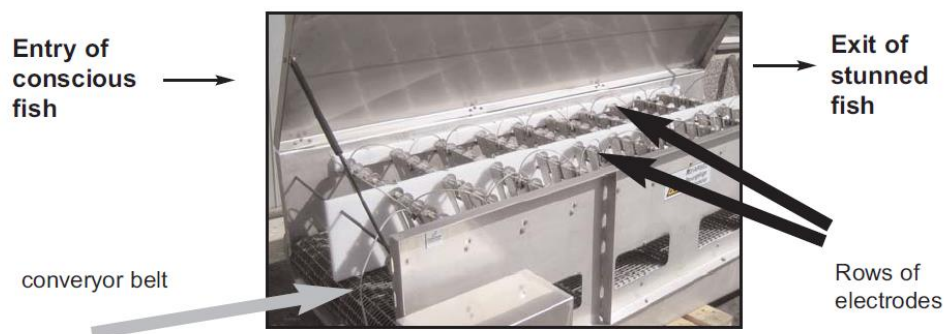
HMSO 1995

Humane Harvesting of Salmon and Trout

HSA 2005

Regulations on the slaughter and processing facilities for farmed fish, chapter 4

The machine shown below is manufactured by: SeaSide AS, Box 66, N-6201 Stranda, NORWAY



<http://www.hsa.org.uk/downloads/technical-notes/TN20-electrical-stunning-salmon.pdf>

Parece ser que también es el que se ha probado en F/V Jan Mayen, con el mismo sistema de “dry stunning” (en contraposición a la electrocución del pescado sumergido en agua)

<http://www.worldfishing.net/news101/products/fish-boxes-and-handling/sintefs-automatic-catch-handling-project#sthash.K21REsex.dpuf>

<http://www.worldfishing.net/news101/products/fish-boxes-and-handling/sintefs-automatic-catch-handling-project>

5.1.1.2 Aturridores sacrificadores por percusión (neumático) para peces

Este sistema está mucho más implantado en la acuicultura que el eléctrico y podemos encontrar varios proveedores de equipos con una gran variedad de tamaños y diseños.

Los detallamos a continuación:

SEAFOOD INNOVATIONS



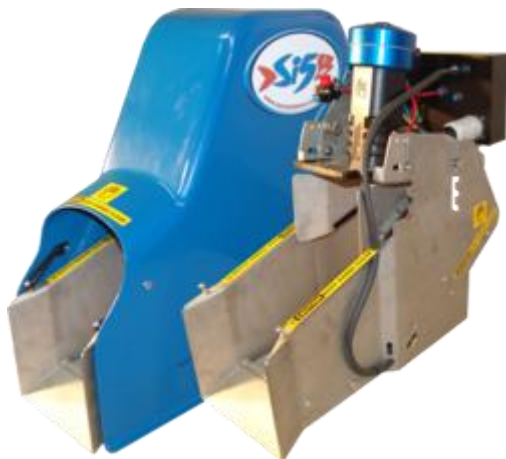
72-74 Campbell Rd Sheldon
Queensland 4157 Australia
tel: +61 7 3206 0777
tel/fax: +61 7 3206 4603
www.seafoodinnovations.com.au



Seafood Innovations - Product Selection Guide

Stunners & Bleeders

Product	Product Name	Product Description
SI-2	Small Fish flow Through Stunner	This small fish stunner can be used for a variety of small fish. It utilizes the same percussive stunning techniques as the SI-5 and can be assembled to suit particular fish species, from trout to catfish to tilapia, by a simple interchange of the main components.
SI-5	M3 Stun Machine	The most popular stunning machine. It offers fast, efficient flow through operation in either automated or manual operation. The SI-5 is corrosion and water resistant and boasts features such as high velocity stunning, reliability, large size range, low maintenance and service costs as well as self feed and flow through design.
SI-5	M3 Stun Machine (standard brood)	The standard broodstock SI-5 machine is an adaptation of the SI-5. It is designed specifically to deal with brood fish, and has an added option of an extended trigger adjustment.
SI-5B	Large Broodstock Stunner	The SI-5B large broodstock stunner is designed further to deal with large brood fish, with an extended height and entry for even greater size ranges.
SI-6	Combo Manual Stun / Bleed Unit	Used as a backup machine, or for lower volume fish harvest, the SI-6 provides humane stunning and bleeding in one machine. As a backup machine on a high volume stun/bleed line the SI-6 requires under half the operating area of the conventional stun and bleed machine combination system. This is a major advantage where space is at a premium such as on a vessel based system.
SI-B	Bleed Machine	The bleed machines are specifically designed multi-faced blades, combined with a top down bleed action to bleed fish from the inverted position. This machine cuts through major blood vessels and/or the gills of the fish without entering the heart. This rapid bleeding prior to regulation improves flesh quality.



Seafood Innovations Model SI-5

Detalles comerciales

Resistente al agua y la corrosión: Todos los componentes son de acero inoxidable, polímeros de alta resistencia, o aluminio anodizado para eliminar la electrolisis y la corrosión, dispone de capas y cubiertas protectoras para asegurar una mayor vida útil en el medio marino

Alta velocidad: El modelo SI-5 se ha designado para proporcionar un aturdimiento instantáneo, constante e irreversible. Tiene una gran velocidad y menor momento lo que causa grandes shocks en el cerebro del pez sin dañarlo ni penetrarlo. El SI-5 es efectivo con sólo un golpe

Fiabilidad: El perno cautivo también ha sido diseñado para que no se deslice hacia abajo y vuelve a la misma posición cada vez, de esta forma todos los golpes tienen una fuerza equivalente.

Gama de tamaños: Se ha incrementado el rango de tamaños y especies de 0,5 kg a 14,0 kg.

Mantenimiento y servicio de bajo coste: Construido para la durabilidad en el medio marino. Todos los componentes son modulares y se pueden sustituir en minutos incluso en el campo. Los controles neumáticos se encuentran en una carcasa protectora construida ex-proceso.

Diseño: El sistema del SI ~ 5 (patente pendiente) dirige los peces hacia los canales de entrada mientras que el sistema de disparo permite para accionar el aturdidor cuando los peces pasan a través.

Especificaciones



SI-5 Stunner



Automated Flow Through System

- Dos a doce o más canales
- Quince ejemplares por minuto por canal
- Más de 3600 peces por hora (sistema de 4 canales)
- Más de 180 peces por minuto (sistema de 12 canales)

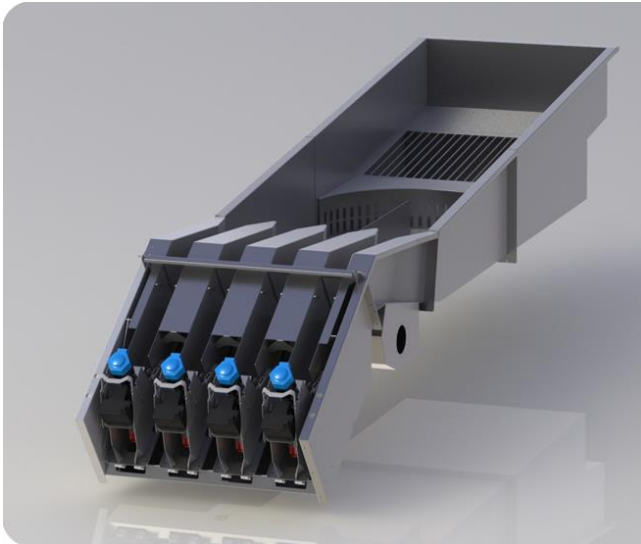
Gestor de contaje

- Promedio de cada pista y en tiempo real de las tasas de flujo del sistema
- Las unidades maestras muestran el recuento en una gran pantalla LED en múltiples formatos
- Monitor de frecuencia total (minuto por minuto de flujo) o recuento total, o incluso desplazarse a través de las tasas de rendimiento del aturdidor

- Software que permite controlar el registro del proceso, incluyendo la fecha y hora
- No requiere de un operador para funcionar

Productos Seafood

<http://www.seafoodinnovations.com.au/ss-system.html>



Sistema de percusión neumática

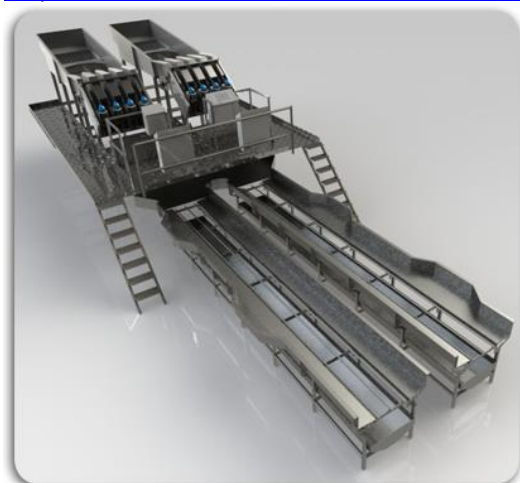
<http://www.seafoodinnovations.com.au/percussionstunning-howitworks.html>

Con vigilancia electrónica (cámara)

<http://www.seafoodinnovations.com.au/surveillance.html>

Instalaciones a bordo de buques

<http://www.seafoodinnovations.com.au/ship-installs.html>



Cuatro opciones de equipos: desde pescados entre 600 gr y 1,5 kg a un equipo manual “Manual Combo” ajustable y para piezas grandes

<http://www.seafoodinnovations.com.au/si7mc.html>

TECSUR



El método de adormecimiento con stunner tiene una serie de ventajas respecto a otras técnicas presentado índices favorables de ph, gapping, descamación, puntos de sangre y hematomas.

Stunner's numbing method has a series of advantages with respect to other techniques as it presents favorable rates concerning ph, gapping, peeling off, blood points and hematoma.

El Noqueador neumático de peces TECSUR está diseñado para obtener altos rendimientos de cosecha gracias a su gran velocidad y alto standard de calidad del producto final.

The tanning fish pneumatic TECSUR is designed to obtain high performances of achievement due to its great speed of action and its high quality standard of the final product.

ESPECIFICACIONES TECNICAS Technical Specifications

Rendimiento promedio medido:
30 piezas / minuto

Average yield:
30 pieces per minute

Caudal de trabajo:
6CFM

Flow rate:
6CFM

Presión de trabajo:
70-100 psi (4,8 - 6,8 bar)

Working pressure:
70-100 psi (4,8 - 6,8 bar)

Peso:
13 kg
Weight:
28,6 pounds





PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Main features

- Alimentación neumática (no necesita electricidad)
Pneumatic feeding (no need for electric power)
- Sistema de regulación para distintos tamaños de peces.
Regulation system adapted for different fish sizes.
- De fácil instalación, manipulación y ajuste.
Easy installation, manipulation and adjustment.
- Equipo limpio (incluye sistema de lubricación con aceite vegetal)
Clean equipment (includes a lubrication system with vegetable oil)
- Equipo versátil (se adapta a cualquier mesa y puede trabajar en paralelo con otras unidades)
Versatile equipment (adapts to any table and works simultaneously with other units)
- Construido con materiales sanitarios y certificados.
Built with sanitary and certified materials.
- Equipo robusto con índices de falla bajo normas seis-sigma.
Sturdy equipment with low failure indexes (under six-sigma norms)
- Mantenimiento sencilla y de bajo costo.
Easy and cheap to maintain.

Nuestros Clientes Our Clients

Marine Harvest Chile S.A.
Aquachile S.A.
Aguas Claras S.A.
Salmones Antartica S.A.
Camanchaca S.A.
Friosur S.A.
Kuality Harvest S.A.
Yadrán S.A.
Holding & Tradding S.A.
Cultivos Marinos S.A.
Congelados Pacifico S.A.
Tornagaleones S.A.
Salmones Chiloe S.A.
Trusal S.A.
Invertec S.A.



TECNOLOGÍAS SUR LTDA.
Panamericana Norte Km 10
Piriquina /Castro
Sudamerica / Chile
Telefono : 56-65-534015



Fish Stunner

noqueador de peces
TS-9

El método de adormecimiento con stunner tiene una serie de ventajas respecto a otras técnicas presentando índices favorables de ph, gapping, descamación, puntos de sangre y hematomas.

Stunner's numbing method has a series of advantages with respect to other techniques as it presents favorable rates concerning ph, gapping, peeling off, blood points and hematoma.

El Noqueador neumático de peces TECTSUR está diseñado para obtener altos rendimientos de cosecha gracias a su gran velocidad y alto standard de calidad del producto final.

The tanning fish pneumatic TECTSUR is designed to obtain high performances of achievement due to its great speed of action and its high quality standard of the final product.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Technical Specifications

Rendimiento promedio medido:
2.000 piezas / hora

Average yield:
2.000 pieces per hour

.....

Caudal de trabajo:
8 CFM

Flow rate:
8 CFM

.....

Presión de trabajo:
70-100 psi (4,8 - 6,8 bar)

Working pressure:
70-100 psi (4,8 - 6,8 bar)

.....

Peso:
26 kg

Weight:
57,2 pounds

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Main features

- Alimentación neumática (no necesita electricidad)
Pneumatic feeding (no need for electric power)
- Sistema de regulación para distintos tamaños de peces.
Regulation system adapted for different fish sizes.
- De fácil instalación, manipulación y ajuste.
Easy installation, manipulation and adjustment.
- Equipo limpio (incluye sistema de lubricación con aceite vegetal)
Clean equipment (includes a lubrication system with vegetable oil)
- Contador de peces opcional
Fish counting (optional)
- Equipo versátil (se adapta a cualquier mesa y puede trabajar en paralelo con otras unidades)
Versatile equipment (adapts to any table and works simultaneously with other units)
- Construido con materiales sanitarios y certificados.
Built with sanitary and certified materials.
- Equipo robusto con índices de falla bajo normas seis-sigma.
Sturdy equipment with low failure indexes (under six-sigma norms)
- Mantenimiento sencilla y de bajo costo.
Easy and cheap to maintain.

5.1.2 Estudios e investigación en experiencias de electro-aturdimiento y electro-sacrificio de peces

Diversos estudios científicos han valorado el efecto del sacrificio con sistemas eléctricos en peces, tanto en barcos como en acuicultura. A continuación se describen las conclusiones más destacadas de algunos de estos estudios:

*Experiencias preliminares en el desarrollo de técnicas para el electroaturdimiento y electrosacrificio del atún rojo *Thunnus thynnus* (L., 1758) cultivado en jaulas flotantes*

Se ha podido comprobar que con tensiones de pico no superiores a 150 V los peces morían. La corriente, por otra parte, puede oscilar entre 1 y 7 A de pico según la zona de impacto del arpón, que, por las bajas relaciones cíclicas utilizadas, corresponden a valores medios más que discretos. Las señales de frecuencias mayores a 1 kHz producen quemaduras y daños inaceptables en la espina. La gran dispersión de los valores de corriente no es debida a los distintos tamaños de los atunes, sino a las características anatómicas y el estado de aislamiento del punto de impacto. Con la función de electroanestesia, el sistema debe ser capaz de facilitar la máxima corriente para evitar la huida del pez.

Con corrientes superiores se consigue el electrosacrificio. Se ha analizado el efecto de las ondas probadas sobre los indicadores de calidad de la carne y adaptados a las exigencias del mercado japonés. De todos los indicadores, los de mayor relevancia corresponden al color de la carne (índice Core) y al de rotura de espina (índice RC). Estos indicadores son evaluados por un operario experto que les asigna un valor numérico de 0 a 5, con el 5 como valor Core óptimo para el color, y el 0 como valor RC óptimo para la rotura de espina. Con las características de la onda 6 se consigue reducir el índice de roturas a 1,4, mientras el índice de color de carne se mantiene en un valor 4 muy apropiado. Se estima imprescindible mejorar para el futuro la onda 6 con técnicas de modulación exponencial decreciente o similares, y también probar nuevas formas de ondas y obtener un modelo para el atún por incrementos finitos, fiable, que permita obtener la distribución de corrientes en función de la zona de impacto del arpón, su penetración y la zona de conducción.

Effects of on-board storage and electrical stunning of wild cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on brain and heart activity

Existe una evidencia creciente de que los peces pueden percibir el dolor y el miedo, y tienen la capacidad de sufrir. Los peces pueden detectar estímulos perjudiciales y son capaces de conceptualizar el dolor.

La insensibilización y el estado de inconsciencia del pez se deben inducir lo antes posible para reducir efectos perjudiciales en el bienestar del animal pero también para minimizar potenciales efectos negativos en la calidad de la carne (Blackmore and Delany, 1988).

Se ha visto que tanto el bacalao como el carbonero muestran una fase tónica, clónica y de agotamiento después del aturdimiento eléctrico. Se requiere una corriente mínima, que está en función de la impedancia eléctrica del cuerpo, para generar un efecto epiléctiforme, necesario para proporcionar un aturdimiento adecuado (insensibilidad/inconsciencia hasta la muerte). En varios aturdimientos aplicados sólo en la cabeza, la mínima corriente requerida para un aturdimiento efectivo fue de 0.50A para trucha arcoíris (Kestin et al., 1995), 0.60A para anguila (Lambooi et al., 2002), 0.63A para siluro africano (Lambooi et al., 2004), y 0.24^a para carpas (Lambooi et al., 2007).

En el presente estudio la corriente no se aplicó sólo en la cabeza sino desde la cabeza hasta el cuerpo. La media de la corriente aplicada fue de 0.34A para bacalao y 0.36A para eglefino, aplicando 52V. Parece ser que para el bacalao salvaje son suficientes 52V para un aturdimiento instantáneo, comparado con los 107V necesarios para el bacalao de granja (Erikson et al., 2012). Se asume que la impedancia es menor en el bacalao salvaje en comparación con el bacalao de granja. Esta diferencia podría ser debida a la piel dañada y/o al stress causado por el arrastre. Los daños en la piel reducen la impedancia del pescado.

El aturdimiento eléctrico puede afectar negativamente a la calidad del producto de pescado (van de Vis et al., 2003). Sin embargo, el aturdimiento eléctrico de bacalao de granja no reducía la calidad del producto (Digre et al., 2010).

Es difícil entender porque una combinación de corrientes AC/DC proporciona una aturdimiento más efectivo que aplicaciones simples de AC o DC. Es bien conocido que corrientes AC en rangos entre 50 y 100 Hz causan sustanciales heridas en el salmón (Roth et al., 2004). Sin embargo en salmón atlántico no se observaron deformaciones o daños como hemorragias en el filete, cerebro, ojos y espina dorsal después del aturdimiento con una combinación de AC/DC (Lambooj et al., 2010)

The EFSA Journal (2009) 1073, 1-34 :SPECIES-SPECIFIC WELFARE ASPECTS OF THE MAIN SYSTEMS OF STUNNING AND KILLING OF FARMED TURBOT

Varios estudios han demostrado que los sistemas eléctricos puede aturdir a los peces en 1 seg (Lambooj et al, 2003, 2008; Robb y Roth, 2003). Los registros de EEG (encefalogramas) en rodaballo, mostraron que un aturdimiento por efecto de la descarga eléctrica de 5 seg seguido del enfriamiento de los peces en el hielo y agua durante al menos 15 minutos, es suficiente para prevenir que el pez recupere el conocimiento. Existen varios tipos de equipos de aturdimiento eléctrico comercial, tanto dentro del agua como en seco, están disponibles, pero no han sido evaluados para el rodaballo. Los estudios también demuestran que la calidad de la carne de rodaballo no se ve afectada negativamente por el aturdimiento eléctrico (Knowles et al, 2007;.. Morzel et al, 2003; Roth et al, 2007.). Este método ha sido probado experimentalmente y necesita evaluación bajo condiciones comerciales.

Electric stunning: a humane slaughter method for trout

El sistema comercial de sacrificio más común para la trucha arcoíris es la asfixia e hipotermia en hielo y agua. Sin embargo este método expone al pescado a dolor y sufrimiento innecesarios. La industria busca sistemas alternativos que ofrezcan mejoras del bienestar del pez durante el sacrificio. El aturdimiento eléctrico dentro del agua se considera como un sistema adecuado. Se han identificado valores de campos eléctricos que aturden las truchas más allá del punto de recuperación sin causar daños al cuerpo. Se recomienda una exposición durante 60s a 1000Hz en un campo eléctrico de 250V. Se han diseñado y testado varios equipos para su implantación en granjas comerciales de truchas. La industria de truchas del Reino

Unido parece que se están cambiando de concepto y tienen preferencia por sistemas de sacrificio con aturdimiento eléctrico.

Las expectativas del público por truchas de gran calidad, sacrificadas con métodos humanitarios podrían alcanzarse con el uso de sistemas de aturdimiento eléctrico, se puede lograr una insensibilización rápida y permanente junto con altos estándares de calidad, cuando se mantienen en agua durante 60s dentro de un campo eléctrico de 250V usando una onda sinusoidal de 1000Hz.

Humane slaughter of farmed Arctic charr

Se aturdió en agua, trucha ártica criada en granjas del norte de Suecia, usando diferentes rangos de campos eléctricos y tiempos de exposición, comprobando que se diera una insensibilización inmediata y permanente. Después se desangraron y filetearon para verificar si existían hemorragias internas. Se identificaron un conjunto de parámetros que podía usarse para conseguir un sacrificio humanitario, alta calidad de producto y rapidez de trabajo a un precio razonable.

Hay buenas razones para esperar que el aturdimiento eléctrico sea adecuado para el sacrificio humanitario de trucha ártica de granja.

***OIE - Comisión para los estándares de salud de animales acuáticos (octubre 2010):
Consideraciones para el sacrificio de pescado de acuicultura destinado a consumo
humano. Aturdimiento y sacrificio con sistemas eléctricos***

Por último, el sacrificio de animales de consumo y en este caso concreto de especies acuícolas debe cumplir con unos estándares que minimicen el sufrimiento del pez y garanticen condiciones de bienestar del pez durante el sacrificio. Respecto de a la utilización de sistemas eléctricos podemos ver a continuación cuales son los requerimientos que establece la comisión de estándares de salud de animales acuáticos para el pescado de acuicultura

El aturdimiento eléctrico implica la aplicación de una corriente eléctrica de intensidad, frecuencia y duración suficientes para causar una pérdida inmediata de sensibilidad.

La aplicación eficaz de este método requiere que el aturdidor eléctrico sea específico para las especies de peces y su medio. El equipo de aturdimiento deberá ser probado con regularidad para verificar que la intensidad de la corriente es adecuada y solo debe utilizarse en las especies para las cuales ha sido diseñado.

Como metodología se verificará que las cabezas de los peces se mantengan bajo la superficie del agua, y que haya una distribución uniforme de corriente eléctrica en el tanque o cámara de aturdimiento, con un tiempo mínimo en el tiempo transcurrido entre el confinamiento y el aturdimiento. La duración de la corriente en el baño deberá ser suficientemente larga para asegurar la culminación y efectividad del proceso.

Los signos de que la operación que indican que esta se ha efectuado correctamente son los siguientes:

- Pérdida inmediata del movimiento respiratorio (cese de movimiento opercular);
- Pérdida de respuesta evocada visualmente;
- Pérdida inmediata del reflejo vestibulo-ocular (VOR, ojos tornados al exterior);

5.2 Análisis de Normativa

La legislación en materia de prevención de riesgos laborales relativos a la seguridad eléctrica, en resumen, dice que los aparatos eléctricos deben ser seguros para la tripulación en cualquier situación de uso. Y que deben cumplir los requisitos de las normas para el diseño, construcción y mantenimiento del casco, la maquinaria principal y auxiliar y las instalaciones eléctricas y automáticas de un buque que serán las que estén en vigor en la fecha de su construcción, especificadas para su clasificación por una organización reconocida o empleada por una Administración (Sociedades de Clasificación).

5.2.1 Legislación de Seguridad Laboral en Pesca (Fuente: INSHT)

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN
- REAL DECRETO 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca
- REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de ATMOSFERAS EXPLOSIVAS en el lugar de trabajo
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a RIESGO ELÉCTRICO
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los EQUIPOS DE TRABAJO

- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición al RUIDO
- REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a VIBRACIONES MECÁNICAS
- REAL DECRETO 1066/2001, de 28 de septiembre, Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a EMISIONES
- REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al AMIANTO
- REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los AGENTES QUÍMICOS durante el trabajo
- REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a AGENTES CANCERÍGENOS durante el trabajo
- REGLAMENTO (CE) N° 1272/2008, de 16 de diciembre, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. REGLAMENTO CLP
- REGLAMENTO (CE) 1907/2006, de 18 de diciembre, por el que se regula el registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos y deroga diversa normativa. REGLAMENTO REACH

- REAL DECRETO 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de PREPARADOS PELIGROSOS
- REAL DECRETO 363/1995, de 10 de marzo, por el que se regula la notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de SUSTANCIAS PELIGROSAS
- REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la MANIPULACIÓN DE CARGAS que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores
- REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de SEÑALIZACIÓN de seguridad y salud en el trabajo
- REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre la utilización de equipos de protección individual (EPI)
- REAL DECRETO 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPI)
- REAL DECRETO 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de ENFERMEDADES PROFESIONALES en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro
- REAL DECRETO 258/1999, de 12 de febrero, por el que se establecen las condiciones mínimas sobre PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA ASISTENCIA MÉDICA de los trabajadores del mar
- REAL DECRETO 1696/2007, de 14 de diciembre, sobre RECONOCIMIENTOS MÉDICOS DE EMBARQUE MARÍTIMO

- ORDEN PRE/646/2004, de 5 de marzo, por la que se establecen los contenidos mínimos de los PROGRAMAS DE FORMACIÓN SANITARIA específica
- REAL DECRETO 285/2002, de 22 de marzo, por el que se modifica el RD 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre JORNADAS ESPECIALES DE TRABAJO, en lo relativo al trabajo en la mar

REAL DECRETO 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca.

Se distinguirá entre buque nuevo de eslora igual o superior a 15 metros e inferior a 24 y los existentes de eslora igual o más de 18 metros y menos de 24, en lo que la regulación específica es coincidente y que se encuentra en los anexos I y II del real decreto 1216/1997

La instalación eléctrica se proyectará y se realizará de modo que no presente ningún peligro y que garantice:

La protección de la tripulación y del buque contra los peligros eléctricos.

El funcionamiento correcto de todos los equipos necesarios para el mantenimiento del buque en condiciones normales de operación y habitabilidad, sin recurrir a una fuente de energía eléctrica de emergencia.

El funcionamiento de los aparatos eléctricos esenciales para la seguridad en cualquier situación de emergencia.

A los buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 metros, en los que concurra alguna de las siguientes circunstancias:

Que se contrate su construcción o bien alguna transformación de importancia que durante el año 1999 o con posterioridad a este, o bien, si esto ocurrió en años anteriores, que la entrega se produzca transcurridos cuando menos tres años desde el 1 de enero de 1999.

Que, a falta de contrato de construcción, se instale la quilla, se inicie una fase de construcción que haga reconocible el buque concreto o bien que se comience una fase de montaje que suponga la utilización de, por lo menos, 50 toneladas del total estimado de los materiales de estructura o del 1% de dicho total si este segundo valor es inferior al primero, todo esto durante el año 1999 o con posterioridad.

Se les aplicará la siguiente normativa prevista en el real decreto 1032/1999, de 18 de junio y el Protocolo de Torremolinos, así como el Real Decreto 1422/2002 y las directivas 97/70/CE, 99/19/CE y 2002/35/CE:

Precauciones contra descargas eléctricas, incendios de origen eléctrico y otros riesgos del mismo tipo (Torremolinos 77/93. Regla 18):

Las partes metálicas descubiertas e instaladas con carácter permanente, de máquinas o equipos eléctricos, no destinadas a conducir corriente pero que a causa de un defecto puedan conducirla, deberán estar puestas a masa (al casco), salvo que:

- Estén alimentadas a una tensión que no exceda de 55 V en corriente continua o de un valor eficaz de 55 V entre los conductores; no se utilizarán autotransformadores con el objeto de alcanzar esta tensión en corriente alterna.
- Estén alimentadas a una tensión que no exceda de 250 V por transformadores aisladores de seguridad que alimenten un solo aparato.
- Estén construidas de conformidad con el principio de aislamiento doble.

El equipo eléctrico portátil funcionará a una tensión que no presente riesgos. Las partes metálicas descubiertas de dicho equipo no destinadas a estar sometidas a tensión pero que a causa de un defecto puedan estarlo, deberán ir puestas a masa.

La administración podrá exigir precauciones complementarias para el empleo de lámparas portátiles eléctricas, herramientas del mismo tipo o aparatos análogos en espacios reducidos o excepcionalmente húmedos, en los que puede haber riesgos especiales a causa de la conductividad.

Los aparatos eléctricos estarán contruidos e instalados de modo que no puedan causar lesiones corporales cuando se manejen o toquen en condiciones normales de trabajo.

La legislación de riesgos laborales también hace referencia a las Instrucciones Técnicas Complementarias de Baja Tensión y al Reglamento electrotécnico para baja tensión pero este último en su artículo 2 excluye a los “navíos” de la aplicación de este reglamento aprobado en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN

Artículo 2. Campo de aplicación.

4. Se excluyen de la aplicación de este Reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

En cuanto a las Instrucciones Técnicas Complementarias solo hace referencia al sector marítimo la ITC-BT-42: Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.

Listado de Instrucciones Técnicas Complementarias de Baja Tensión	
ITC-BT-01	Terminología.
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
ITC-BT-03	Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones.
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.
ITC-BT-17	Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrintensidades.
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales.
ITC-BT-36	Instalaciones a muy baja tensión.
ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.
ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión.
ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.
ITC-BT-48	Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.

5.2.2 Normativa del Comité de Electrotécnico Internacional (IEC)

En este apartado se han analizado las UNEs y normas que podrían llegar a afectar al equipo de sacrificio que se está planteando. Para ello se ha realizado una vigilancia y traducción de las normas existentes, análisis y selección de las que potencialmente podrían ser de aplicación y un estudio de las mismas. A continuación se detalla el resultado:

Las instalaciones eléctricas en los buques deben cumplir una serie de requisitos, características y especificaciones que vienen recogidas en las normas que desarrolla el comité internacional de electrotecnia. Dadas las especiales características de los buques en cuanto a condiciones ambientales, vibraciones, balances, cabeceos, humedad, etc. las instalaciones eléctricas de los buques deben cumplir con esta normativa donde se especifican todas las medidas de seguridad, los ensayos a que se someten los materiales aislantes, las tensiones que deben soportar los circuitos, etc. de todos los componentes de las instalaciones eléctricas.

Para poder diseñar un sacrificador de tñidos que sea seguro para el trabajador durante su uso, se revisa la normativa internacional sobre instalaciones eléctricas en buques. De esta forma, se pueden definir las especificaciones técnicas, las características y las medidas de seguridad necesarias para que el nuevo equipo no presente riesgos durante su uso.

Se han analizado las siguientes normas:

- a. UNE-IEC 60092-101:2010. Instalaciones eléctricas en buque. Parte 101: Definiciones y requisitos generales.
- b. UNE-IEC 60092-202:2010. Instalaciones eléctricas en buque. Parte 202: Diseño de sistemas. Protección.
- c. UNE-IEC 60092-202:2010/A1. Instalaciones eléctricas en buque. Parte 202: Diseño de sistemas. Protección.

- d. UNE-IEC 60092-302:1997. Instalaciones eléctricas en buques.
Parte 302: Aparata de baja tensión y montaje de dispositivos de control

Norma UNE-IEC 60092-101:2010. Instalaciones eléctricas en buque. Parte 101:

Apartado 1: Recoge las generalidades, el vocabulario, las normas de referencia y las tablas con los grados de protección al agua y al polvo (IPXX).

Apartado 2: Define los requisitos y las condiciones generales.

► **Instalación y materiales:** “Una buena instalación y materiales adecuados constituyen un requisito esencial para la conformidad con estas normas”.

► **Aplicación de las normas en corriente alterna y continua:** “Salvo especificación contraria, todas las normas se aplican tanto a las instalaciones de corriente alterna, como a las instalaciones de corriente continua, hasta una tensión de 1000v, inclusive”.

► **Aceptación de variantes:** “... se puede admitir el empleo de otros aparatos, disposiciones o construcciones, a condición de que no sean de una eficacia o una seguridad de funcionamiento inferiores”.

► **Disposiciones respecto a la carga máxima:** “Los conductores, aparata y accesorios deben estar dimensionados de tal modo que puedan transportar la intensidad máxima que pueda circular normalmente sin exceder sus características nominales. Deben poder ser recorridos por sobreintensidades transitorias, tales como las intensidades de arranque de los motores, sin sufrir daños ni alcanzar una temperatura anormal”.

► **Ampliaciones y modificaciones**

► **Condiciones ambientales**

- **Generalidades:** “Los equipos eléctricos deben funcionar satisfactoriamente bajo varias condiciones medioambientales. Las condiciones medioambientales se caracterizan por un número de variables:

- un grupo incluyendo las principales condiciones climáticas, condiciones biológicas, condiciones que dependen de sustancias activas química y mecánicamente, condiciones mecánicas;

- otro grupo dependen básicamente de la localización de la nave, prácticas operativas y condiciones transitorias.

El anexo B, informativo, da una lista de un número limitado de condiciones medioambientales relacionadas con diversos emplazamientos, escogidos por su consideración de representativos”.

- Limitación de las condiciones obligatorias: “Diversas condiciones medioambientales y su severidad asociada son especificadas por las autoridades competentes y representan los límites que, en consecuencia deben constituir la base para el diseño.”

- Parámetros de diseño

◊ Temperatura: “Si por las características del material no se hace referencia a la temperatura máxima ambiente en otras partes de la Norma IEC 60092, se debe aplicar 45°C.” Contiene una tabla con los parámetros de diseño en función de la temperatura.

◊ Humedad: Tabla con los parámetros de diseño en función de la humedad

◊ Desviación y movimiento angular: Tabla con los parámetros de diseño en función de la desviación y del movimiento angular

◊ Aceleración en condición estática: Tabla con los parámetros de diseño en función de la aceleración en condición estática

◊ Vibraciones: Tabla con los parámetros de diseño en función de las vibraciones

► Materiales: “En general, todo el material eléctrico debe estar construido con materiales duraderos, no propagadores de la llama, resistentes a la humedad y que no sean susceptibles de deteriorarse en los ambientes a los que puedan estar expuestos.”

► Características de la alimentación de energía eléctrica

- Generalidades: “Salvo indicación en contra en alguna de las partes de la norma IEC 60092, cualquier equipo alimentado por una red general de distribución de energía debe poder funcionar teniendo en cuenta las

variaciones de la tensión, de la frecuencia, de la distorsión armónica y las perturbaciones. En los apartados siguientes se indican las características de las redes de distribución.”

- Sistemas de distribución en corriente alterna

- ◊ Características de la tensión

- ◊ Distorsión armónica (forma de onda de la tensión)

- ◊ Características de la frecuencia

- Sistemas de distribución en corriente continua

- ▶ Material eléctrico para atmósferas explosivas

- ▶ Precauciones a tomar cuando los cables, accesorios eléctricos, etc. estén fijados sobre estructuras de aluminio: “En los casos que existan accesorios eléctricos que no sean de aluminio fijados sobre estructuras de aluminio, deben tomarse medidas adecuadas para evitar la corrosión galvánica”

- ▶ Líneas de fuga y distancias al aire: “Las distancias entre las partes en tensión a potenciales distintos así como entre partes en tensión y masa, a lo largo de la superficie de los aislantes o al aire, deben ser suficientes para la tensión de servicio, teniendo en cuenta la naturaleza del aislante y las condiciones de funcionamiento.”

- ▶ Aislantes: “Los materiales aislantes y los arrollamientos aislados deben resistir la humedad, el ambiente salino y los vapores de aceite, a menos que se hayan tomado las precauciones para protegerlos contra estas influencias.”

- ▶ Mantenimiento e inspección

- ▶ Lámparas de señalización

- ▶ Entradas de cables

- ▶ Precauciones contra las vibraciones y choques mecánicos

- ▶ Emplazamiento a bordo

- ▶ Compartimientos
- ▶ Protección mecánica
- ▶ Protección contra el agua, vapor y aceite
- ▶ Protección contra goteo de agua
- ▶ Protección contra el choque eléctrico
 - Todo material eléctrico deberá estar construido o instalado de tal modo que evite los contactos accidentales con las partes bajo tensión, excepto cuando se trate de un material alimentado con una tensión de seguridad conforme al apartado 1.3.19.
 - El material alimentado con una tensión nominal superior a 500v y accesible a personal no autorizado deberá tener un grado de protección contra el contacto accidental con las partes bajo tensión de IPX4, como mínimo.
- ▶ Materiales combustibles próximos
- ▶ Pasamanos
- ▶ Brújula
- ▶ Envolvertes
- ▶ Ensayos de calificación de los materiales: Desde el subapartado 2.28.1 hasta el 2.28.3.3 se describen los ensayos y las pruebas que deben superar los materiales para cumplir con la normativa. Estos ensayos son de retardo de propagación de la llama, de resistencia a la humedad y aislamiento.

Norma UNE-IEC 60092-202:2010. Instalaciones eléctricas en buques. Parte 202: Diseño de sistemas. Protección.

► Objeto y campo de aplicación

► Normas para consulta

► Definiciones

► Requisitos generales

- Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas contra las sobreintensidades accidentales, incluyendo los cortocircuitos, por aparatos apropiados. La elección, la disposición y la función de los diversos aparatos debe proporcionar una protección automática completa y coordinada, a fin de asegurar al máximo posible:

◊ la continuidad de servicio, por su acción selectiva u otro sistema de acción coordinada, para asegurar la alimentación de los circuitos que no hayan sido afectados en caso de defecto producido en otra parte de la instalación;

◊ la eliminación de las consecuencias de los defectos con el fin de reducir al máximo posible los daños causados y la posibilidad de riesgo de incendio.

En estas condiciones, los elementos de la instalación deben ser proyectados y contruidos para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos producidos, durante los tiempos admitidos, por las sobrecargas y cortocircuitos.

- Los aparatos para la protección contra las sobreintensidades deben ser elegidos según las condiciones requeridas, especialmente en lo referente a:

◊ la sobrecarga;

◊ el cortocircuito.

► Corrientes de cortocircuito

- ▶ Características y elección de los aparatos de protección en función del valor del cortocircuito.
- ▶ Elección de los aparatos de protección en función de las sobrecargas
- ▶ Elección de los aparatos de protección en función de su aplicación
- ▶ Protección contra el retorno de corriente o retorno de potencia
- ▶ Protección de tensión mínima
- ▶ Protección contra las sobretensiones

En los apartados 5 al 11 de esta norma se hace referencia a motores, generadores, circuitos de iluminación, transformadores, baterías de acumuladores... Estos son equipos propios del barco y en el caso del sacrificador no le aplicarían estos apartados.

Resumen de la norma UNE-IEC 60092-202:2010/A1. Instalaciones eléctricas en buques. Parte 202: Diseño de sistemas. Protección.

Esta 1ª modificación complementa y modifica a la Norma UNE-IEC 60092-202:2010.

Estas modificaciones no afectan a las características y especificaciones que debería tener el sacrificador de atunes.

Norma IEC 60092-302: 1997. Instalaciones eléctricas en buques. Parte 302: Aparata de baja tensión y montaje de dispositivos de control

► General

► Definiciones

► Señales

- Circuitos: Deben tener marcas duraderas e indelebles

- Marcas de tensión: Todos los montajes se marcarán con la tensión asignada

- Marcas de piezas: Las partes extraíbles y desmontables se marcarán para identificar donde van en el montaje

► Instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento: Deberán colocarse etiquetas de advertencia para proteger la posibilidad de realizar conexiones incorrectas durante el mantenimiento

► Condiciones de servicio

- Condiciones ambientales: Las condiciones ambientales deberán corresponderse con lo establecido en el apartado 2.6 de la norma IEC 60092-504.

► Diseño y construcción

- Montajes no homologados: Para estos montajes los requisitos para autorización y líneas de fuga será lo indicado en la tabla 101

- Material aislante: El material aislante debe estar de acuerdo con los requisitos generales de la norma IEC 60092-101

► Protección contra descargas eléctricas

- Protección contra contactos directos: Para tensiones operativas superiores a 50v, los montajes tendrán un grado de protección contra el contacto directo de al menos IPXXB según la norma IEC 60529

- Instrumentos de medición del nivel de aislamiento a tierra: Cuando se utiliza un sistema de distribución primario o secundario, sin ninguna conexión a tierra, se facilitará un dispositivo que vigile constantemente el nivel de la masa y dé una indicación acústica y visual de un nivel de aislamiento anormalmente bajo
- Selección de los dispositivos de protección: Requisitos aplicables de la norma IEC 60092-202

Resultado del análisis y estudio de la normativa IEC

Tras el análisis de la normativa sobre Instalaciones Eléctricas en Buques y una vez descartada la normativa que se aplicaría al mismo equipo pero funcionando en tierra, se llega a la conclusión de que no hay normas en las que se definan las características y especificaciones que deben cumplir los equipos eléctricos en los buques. La normativa IEC hace referencia a los equipos propios del buque como los generadores, transformadores, etc. pero no a un equipo eléctrico auxiliar.

Para la construcción del sacrificador se pueden seguir las especificaciones de las normas, aunque no le sean de aplicación, ya que en ellas se definen unas características y unos requisitos mínimos de seguridad. De este modo se aseguraría que el sacrificador de tñidos es seguro para la instalación eléctrica del buque y que un fallo o un cortocircuito en el equipo no afectarían al buque.

5.3 Análisis de las jornadas/reuniones de trabajo con las Entidades Certificadoras y la Autoridad Laboral

En el sector naval, el certificado de clasificación es el documento que acredita que un buque y sus componentes han sido diseñados y construidos de acuerdo a las reglas y el criterio establecido por la Sociedad de Clasificación y, por lo tanto, también cumplirá con las reglas definidas por la Organización Marítima Internacional (OMI) si dicha sociedad de clasificación es miembro de OMI (ABB Cuaderno técnico | Introducción a los sistemas e instalaciones navales a bordo). Se organizan dos reuniones con dos de las Sociedades de Clasificación con mayor presencia y experiencia en el sector marítimo: Bureau Veritas y Lloyd's Register.

5.3.1 Sociedades de Clasificación

El estándar ANSI/IEC 60529-2004 es el sistema comúnmente utilizado para clasificar los grados de protección de una envolvente o contenedor que sirva como resguardo para impedir la entrada de materiales extraños en un equipo o componente de una instalación. Al mismo tiempo, la clasificación puede utilizarse para valorar la labor del resguardo en su función de obstáculo protector ante el contacto accidental de un trabajador con las partes activas o en tensión.

Esta interpretación coincide con la recogida en el anexo 1 de la Guía Técnica de Baja Tensión publicada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (set 2003), cuando afirma que las envolventes proporcionan también protección a las personas contra el acceso a partes peligrosas, así como la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos exteriores. La primera función estaría definida por el código IP y la segunda por el código IK.

Centrándonos en el primero de los códigos, la clasificación alfanumérica expresada mediante el acrónimo IP (International Protection), que identifica al estándar, y el código numérico de dos dígitos, su interpretación es la siguiente:

- la primera cifra característica hace referencia a la protección contra cuerpos sólidos extraños, incluyendo la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, limitando o impidiendo la penetración de una parte del

cuerpo o de un objeto cogido por una persona y su contacto con partes en tensión o piezas en movimiento.

- El segundo, clasifica el grado de protección contra la penetración de líquidos y, en particular, el agua.



Imagen: Wikipedia

1.ª CIFRA: Protección contra cuerpos sólidos			2.ª CIFRA: Protección contra los líquidos		
IP	test	Protección contactos eléctricos directos.	IP	test	
0		Sin protección.	0		Sin protección.
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano).	1		Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación).
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (ej.: dedos de la mano).	2		Protegido contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical.
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables...).	3		Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical.
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables...).	4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones.
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales).	5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones.
6		Totalmente protegidos contra el polvo.	6		Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar.
			7		Protegido contra la inmersión.
			8		Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión bajo presión.

Tabla: Lex Nova

Las Sociedades de Clasificación han recurrido al mencionado estándar para llevar a cabo sus reglas de clasificación en las que indican los grados mínimos de protección de obligado cumplimiento para obtener la certificación del equipo o instalación.

Recogemos aquí dos ejemplos de Sociedades de Clasificación extendidas globalmente: American Bureau of Shipping (ABS) y Lloyd's Register of Shipping.

El grado mínimo de protección deberá estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Localización	Condiciones de la Situación	Cuadros de Distribución a bordo, controles de Motores y Controladores						
		Generadores						
		Motores						
		Transformadores y Convertidores						
		Luces fijas						
Aplicaciones de Calor								
Accesorios 2								
Espacios secos de habitación	Peligro por contacto de los elementos	IP20	—	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de control secos. 4		IP20	—	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de control	Peligro por goteo de líquidos y/o daños mecánicos	IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Esp. Máq. Sobre plancha de fondo		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto del Servomotor		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto Maq. Refrigeración		IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto Maq. Emergencia		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto de almacenamiento		IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Pañoles		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Gambuza		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP2
Baños y duchas	Incremento de peligro de líquidos y daños mecánicos	—	—	—	—	IP34	IP44	IP55
Esp. de Máq. Sobre plancha de fondo.		—	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55 3
Tanques cerrados de fuel o Ac. Lubricante y cuarto de separadoras.		IP44	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55 3
Cuartos de Bombas de lastre	Incremento de peligro de líquidos y daños mecánicos	IP44	—	IP44	IP44	IP34	IP44	IP55
Cuartos refrigerados		—	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55
Cocina y lavandería		IP44	—	IP44	IP44	IP34	IP44	IP44
Línea de ejes y quilla cajón	Peligro por líquido pulverizado de la ventilación de carga. Serios daños mecánicos y humos agresivos	IP55	—	IP55	IP55	IP55	IP55	IP56
Bodegas para carga		—	—	—	—	IP55	—	IP55
Cubierta intemperie	Expuesto a mar dura	IP56	—	IP56	—	IP56	IP56	IP56
Pocetes y sentinas	Expuesto a inmersión		—	—	—	IPX8	—	IPX8

1. Espacios con “—” indica que la instalación de equipo eléctrico no se recomienda.

2. Los “Accesorios” incluyendo los interruptores, los detectores, cajas de unión, etc.

3. Los envoltentes exteriores no se deben instalar en espacios inferiores de las planchas de fondo con combustibles adjuntos, lubricantes, sala de purificadoras o espacios que requieran certificado de equipo seguro.

4. En el propósito de esta tabla, el puente de gobierno, se contempla como un cuarto de control seco y consecuentemente con instalación IP20 deberá de ser suficiente para que:

• El equipo se localizará evitando ser expuesto a vapor, goteo, a emanaciones de líquidos de tuberías, válvulas, bridas, conductos de ventilación, etc. Instalándolo en lugares adecuados.

• El equipo se localizará para evitar la exposición de mar o lluvia.

Fuente: American Bureau of Shipping (ABS): EE. UU.

Aunque la Lloyd's Register of Shipping no incluye la cubierta intemperie entre las localizaciones caracterizadas en la siguiente tabla o las especificaciones mínimas aplicables en buques de pesca, sí podemos comprobar que utiliza criterios de exigencia homologables al American Bureau of Shipping en aperturas de cubierta.

TABLA: TIPOS DE AISLAMIENTO EN RELACIÓN CON SU LOCALIZACIÓN

Localización	Cuadro de control	Elementos de control y arranque de motores	Máquinas Rotativas	Transformadores y rectificadores	Luminarias	Aplicación de calefacción	Enchufes
Cuarto de Máquinas y cuarto de caldera sobre cubierta.	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto de máquinas y cuarto de calderas en cuartos secos de control	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Cámara de Máquinas y Cuarto de calderas bajo cub.	N	N	IP44	N	IP44	IP44	N
Cámara de Máquinas y cuartos de calderas, en cuartos separados para las purificadoras de HFO y LO	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	N
Tanques de F.O.	N	N	N	N	N	N	N
Tanques de lastre y otros tanques de agua, pocetes y sentinas	N	N	IP68	N	N	IP68	N
Conductos de ventilación	N	N	IP44	N	N	N	N
Casetas en cubierta, espacios del castillo de proa y compartimentos del servo y espacios similares	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuartos de bombas, lastre y cuartos similares inferiores a las líneas de carga.	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP56
Bodegas de carga	N	N	IP44	N	IP55	N	IP56
Aperturas de cubierta y quilla de cajón	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
Cuartos de baterías, pañol de pinturas, almacenes para las botellas de acetileno para soldadura.	N	N	Ex	N	Ex	Ex	N
Espacios secos de Habitación	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de baño y duchas	N	N	N	N	IP44	IP44	N
Cocina, lavandería y cuartos similares	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44

- “N” Normalmente no aceptado la instalación en estas localizaciones.

Fuente: Lloyd's Register of Shipping (LR): Reino Unido

En el equipo que nos ocupa (aturdidor de tónidos) el grado de protección IP exigido por ambas Sociedades de Clasificación se interpretaría del siguiente modo:

Primera cifra característica:

Clasificación 5: Protección contra la penetración de polvo, dando a entender que es necesario una protección superior a la de cuerpos sólidos de un diámetro superior a 1 mm, complementada con la letra D (alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm)

Segunda cifra característica:

Clasificación 6: Protección contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa

Se realizan varias consultas a las Sociedades de Clasificación, Bureau Veritas y Lloyd's Register, para comprobar si en sus sociedades tienen reglas, normas o especificaciones y características que deban cumplir los equipos eléctricos a bordo de los buques pesqueros.

5.3.1.1 Bureau Veritas

Se realiza una reunión con la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas en la que se detallan las características que debería cumplir el sacrificador de túnidos. En Bureau Veritas a través de la División Naval Zona Norte se realiza la consulta al departamento técnico de Madrid, de la que se obtiene la siguiente respuesta: *“Desde el departamento técnico me indican que no tenemos normativa, requisitos, información, etc. que pudiera servirnos, o apoyo/experiencia de BV al respecto, salvo en lo referente a los requisitos derivados de la integración del equipo con la instalación eléctrica del buque”*.

La consulta realizada a esta Sociedad de Clasificación concluye igual que la de la Lloyd's Register ya que afirman no poseer reglas para el diseño de equipos eléctricos en buques pesqueros.

5.3.1.2 Lloyd's Register

La mayoría de los barcos de pesca de bajura de Euskadi se ha construido en astilleros en los que se aplican los requerimientos y son certificados por Lloyd's Register.

Una vez consultados los departamentos y técnicos correspondientes, nos indican que en esta Sociedad de clasificación no tienen reglas ni normas para este tipo de equipos y los técnicos expertos en normativa eléctrica marítima nos remiten al protocolo de Torremolinos, que en la regla 18 hace referencia a los equipos eléctricos:

Torremolinos 77/93. Regla 18: Precauciones contra descargas eléctricas, incendios de origen eléctrico y otros riesgos del mismo tipo:

- A) Las partes metálicas descubiertas e instaladas con carácter permanente, de máquinas o equipos eléctricos, no destinadas a conducir corriente pero que a causa de un defecto puedan conducirla, deberán estar puestas a masa (al casco), salvo que:
 - a. Estén alimentadas a una tensión que no exceda de 55 V en corriente continua o de un valor eficaz de 55 V entre los conductores; no se utilizarán autotransformadores con el objeto de alcanzar esta tensión en corriente alterna.
 - b. Estén alimentadas a una tensión que no exceda de 250 V por transformadores aisladores de seguridad que alimenten un solo aparato.
 - c. Estén construidas de conformidad con el principio de aislamiento doble.
- B) El equipo eléctrico portátil funcionará a una tensión que no presente riesgos. Las partes metálicas descubiertas de dicho equipo no destinadas a estar sometidas a tensión pero que a causa de un defecto puedan estarlo, deberán ir puestas a masa. La administración podrá exigir precauciones complementarias para el empleo de lámparas portátiles eléctricas, herramientas del mismo tipo o aparatos análogos en espacios reducidos o excepcionalmente húmedos, en los que puede haber riesgos especiales a causa de la conductividad.
- C) Los aparatos eléctricos estarán contruidos e instalados de modo que no puedan causar lesiones corporales cuando se manejen o toquen en condiciones normales de trabajo.

5.3.2 Autoridades Laborales

5.3.2.1 Osalan

Se establecen contactos con Osalan, que nos ponen en comunicación con los técnicos que consideran más adecuadamente puede asesorarnos en materia de riesgos eléctrico.

Se realiza la consulta a OSALAN para que los técnicos expertos en instalaciones eléctricas den su opinión sobre el equipo para sacrificar atunes. En las reuniones de trabajo realizadas:

Primero se hace una descripción del equipo, donde se instalaría, los materiales de construcción del equipo, los materiales de los elementos que están cercanos al sacrificador y pegados y como sería la operativa de trabajo en el caso de que llegara a instalarse el equipo a bordo.

Los técnicos de Osalan consultados plantean las siguientes inquietudes y dudas en cuanto a la seguridad y el funcionamiento del equipo:

- En el caso de que entre una ola e inunde el sacrificador se produciría un arco eléctrico que no se sabe hacia dónde iría.
- Con el diseño e instalación planteados, el equipo es accesible a los trabajadores, debería estar protegido para que los trabajadores no tuvieran acceso a la zona de riesgo. Una de las opciones que plantean sería alargar la “caja” en la entrada y en la salida para que los trabajadores no tengan la opción de tocar un bonito mientras está recibiendo la descarga eléctrica. Existen problemas de espacio en el barco.
- En los lances en los que se pesque mucho bonito y se empiecen a amontonar en la cinta podría producirse un atasco de pescado y que la electricidad se transmita de un atún a otro y finalmente a un trabajador o a parte de la estructura y a través de esta que llegue a un trabajador.

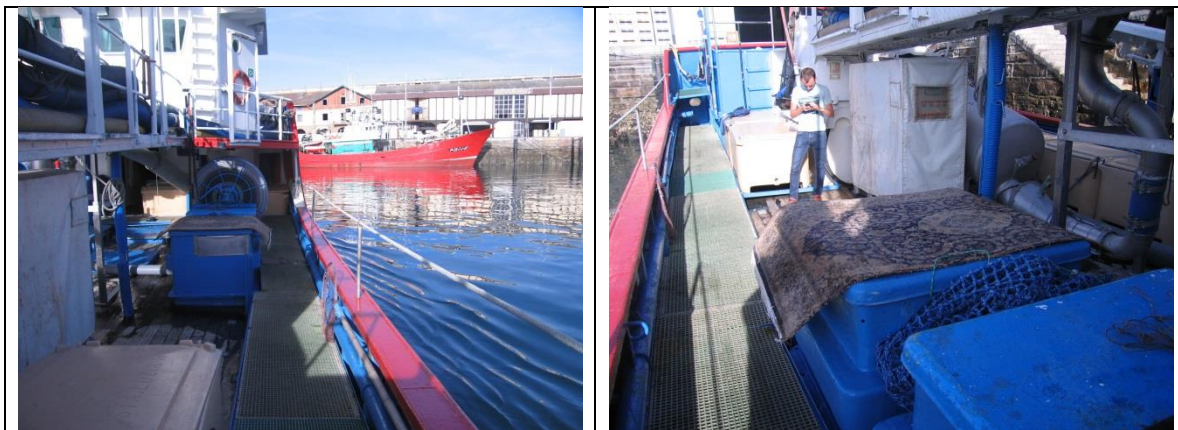
- Una de las propuestas que hacen los técnicos de OSALAN es que los polos positivo y negativo estén en las placas y que el circuito se cierre al entrar el bonito en contacto con las dos placas en vez de cerrarse entre el “suelo” de la caja y las placas.
- Otra de las opciones que planteaban para el caso concreto del barco en cuestión es poner el sacrificador en el segundo tramo de la cinta, donde no hay trabajadores durante los lances de pesca. Así evitamos el riesgo de que se produzca un arco eléctrico al alejar a los trabajadores de la fuente de riesgo. Pero situar el sacrificador en el segundo tramo de la cinta transportadora implica que las capturas pasan más tiempo en la cinta vivas, coleteando y estresándose lo que provocaría un descenso de la calidad del pescado así como un empeoramiento de su aspecto externo.
- También les preocupa el mantenimiento del equipo, entienden que los atunes que entran coleteando con fuerza ocasionaran daños al equipo, pletinas y demás elementos de forma bastante usual y que será necesario un mantenimiento rutinario, esto implicará que el personal acceda a la “tripas” del equipo con el consiguiente riesgo.
- Al comentar a los técnicos de OSALAN que en Noruega, en el SINTEF están desarrollando un equipo similar para sacrificar bacalao, sugieren que nos pongamos en contacto con ellos para solicitarles las pruebas y los ensayos eléctricos que han llevado a cabo para la certificación del equipo.

5.4 Diseño conceptual del prototipo y Diseño visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca

5.4.1. Recogida información en el barco

Previamente antes de iniciar los trabajos del diseño conceptual se han de definir la situación de uso del equipo, en este caso sobre la cinta transportadora de un barco de cebo vivo. Con la información recogida se detallan y se analizan las posibles zonas y puntos conflictivos, en los que se podría dar una posible transmisión de electricidad.

Para ello se visitó y se tomó como modelo el barco Santa Luzia Hiru de Getaria, recogiendo información directamente a bordo del barco y en puerto, junto con el patrón/armador.



Santa Luzia Hiru. Zona de pesca con cañas



Situación de la chiparra (aspersor de agua salada) sobre la zona de la cinta de popa



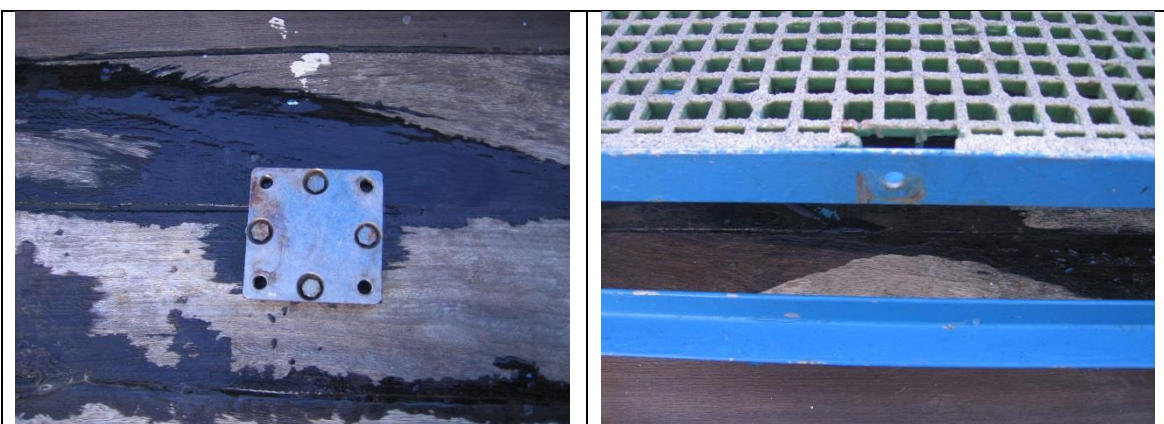
Recogida de información del montaje de las cintas, sobre los planos de formas del barco



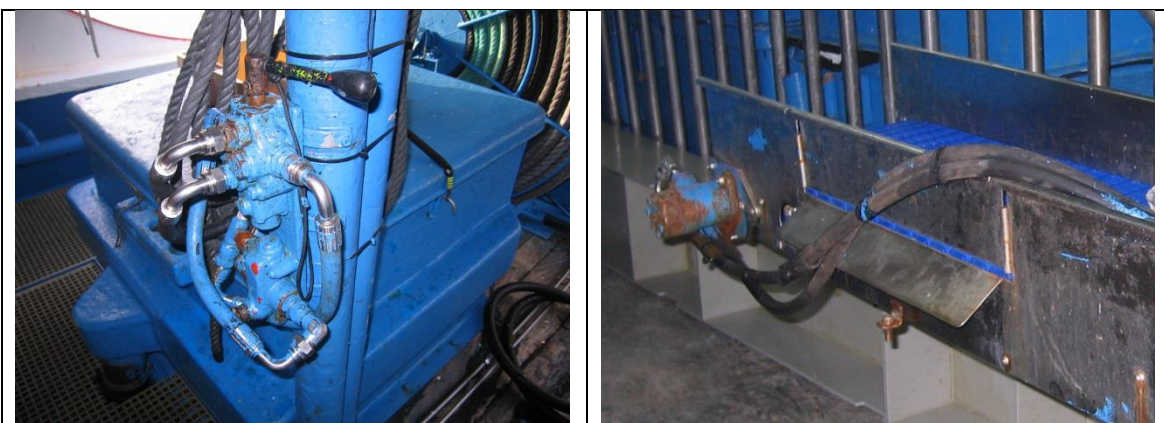
Mediciones de la zona de instalación del equipo



Enjaretado de plástico donde se sitúa la tripulación durante la pesca



Elementos de sujeción de las cintas transportadora, zonas con riesgo de transmisión de electricidad



Manguitos, otros elementos que podrían tener un posible efecto transmisor de electricidad



Recogida de datos en la lonja, de las cintas transportadoras y los materiales/piezas que las conforman



Elementos accesorios de las cintas (rampa)

5.4.2. Características Técnicas y Diseño conceptual del prototipo

5.4.2.1. Características Técnicas

En base al conocimiento adquirido por AZTI en las pruebas del proyecto de sacrificador de atunes portátil/manual, junto con la información resultante de la vigilancia tecnológica y de normativa de equipos de sacrificio eléctricos. Las características técnicas que debería cumplir el equipo deberían ser las siguientes:

Aunque el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) no es de aplicación en buques de pesca (el artículo 2.4 excluye a los “navíos”), la Guía Técnica del RD 1216/97, concerniente a buques de pesca nuevos >15 m de eslora, manifiesta la obligación de aplicar el RD 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para

la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (mencionado en el punto anterior)

Asimismo, el Protocolo de Torremolinos 77/93, aplicable a buques de pesca de eslora >45m, en su regla 18.1.c dice:

Los aparatos eléctricos estarán contruidos e instalados de modo que no puedan causar lesiones corporales cuando se les maneje o se les toque en condiciones normales de trabajo.

Y la legislación de seguridad laboral incide en la obligación del empresario de poner a disposición de los trabajadores equipos técnicamente seguros, además de vigilar que se utilizan correctamente (Ley 31/95 y RD 1215/97).

Por lo que se refiere a reglamentación específica a la hora de la fabricación y certificación de los equipos, podemos utilizar las reglas de las Sociedades de Clasificación. Ejemplos de aislamiento de Det Norske Veritas y American Bureau of Shipping para equipos en cubierta intemperie, casetas cubiertas –conocidas en nuestra flota como “guardacalor”– y pañoles:

TABLA: TIPOS DE AISLAMIENTO EN RELACIÓN CON SU LOCALIZACIÓN

Localización	Cuadro de control	Elementos de control y arranque de motores	Máquinas Rotativas	Transformadores y rectificadores	Luminarias	Aplicación de calefacción	Enchufes
Cuarto de Máquinas y cuarto de caldera sobre cubierta.	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto de máquinas y cuarto de calderas en cuartos secos de control	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Cámara de Máquinas y Cuarto de calderas bajo cub.	N	N	IP44	N	IP44	IP44	N
Cámara de Máquinas y cuartos de calderas, en cuartos separados para las purificadoras de HFO y LO	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	N
Tanques de F.O.	N	N	N	N	N	N	N
Tanques de lastre y otros tanques de agua, pocetes y sentinas	N	N	IP68	N	N	IP68	N
Conductos de ventilación	N	N	IP44	N	N	N	N
Casetas en cubierta, espacios del castillo de proa y compartimentos del servo y espacios similares	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuartos de bombas, lastre y cuartos similares inferiores a las líneas de carga.	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP56
Bodegas de carga	N	N	IP44	N	IP55	N	IP56
Aperturas de cubierta y quilla de cajón	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
Cuartos de baterías, pañol de pinturas, almacenes para las botellas de acetileno para soldadura.	N	N	Ex	N	Ex	Ex	N
Espacios secos de Habitación	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de baño y duchas	N	N	N	N	IP44	IP44	N
Cocina, lavandería y cuartos similares	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44

- “N” Normalmente no aceptado la instalación en estas localizaciones.

ABS (American Bureau of Shipping)

El grado mínimo de protección deberá estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Localización	Condiciones de la Situación	Cuadros de Distribución a bordo, controles de Motores y Controladores						
			Generadores					
				Motores				
					Transformadores y Convertidores			
						Luces fijas		
						Aplicaciones de Calor		Accesorios 2
Espacios secos de habitación	Peligro por contacto de los elementos	IP20	—	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de control secos. 4		IP20	—	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Cuartos de control	Peligro por goteo de líquidos y/o daños mecánicos	IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Esp. Máq. Sobre plancha de fondo		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto del Servomotor		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto Maq. Refrigeración		IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto Maq. Emergencia		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Cuarto de almacenamiento		IP22	—	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Pañoles		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Gambuza		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP2
Baños y duchas	Incremento de peligro de líquidos y daños mecánicos	—	—	—	—	IP34	IP44	IP55
Esp. de Máq. Sobre plancha de fondo. Tanques cerrados de fuel o Ac. Lubricante y cuarto de separadoras.		—	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55 3
		IP44	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55 3
Cuartos de Bombas de lastre	Incremento de peligro de líquidos y daños mecánicos	IP44	—	IP44	IP44	IP34	IP44	IP55
Cuartos refrigerados		—	—	IP44	—	IP34	IP44	IP55
Cocina y lavandería		IP44	—	IP44	IP44	IP34	IP44	IP44
Línea de ejes y quilla cajón	Peligro por líquido pulverizado de la ventilación de carga. Serios daños mecánicos y humos agresivos	IP55	—	IP55	IP55	IP55	IP55	IP56
Bodegas para carga		—	—	—	—	IP55	—	IP55
Cubierta intemperie	Expuesto a mar dura	IP56	—	IP56	—	IP56	IP56	IP56
Pocetes y sentinas	Expuesto a inmersión	—	—	—	—	IPX8	—	IPX8

1. Espacios con “—” indica que la instalación de equipo eléctrico no se recomienda.

2. Los “Accesorios” incluyendo los interruptores, los detectores, cajas de unión, etc.

3. Los envoltentes exteriores no se deben instalar en espacios inferiores de las planchas de fondo con combustibles adjuntos, lubricantes, sala de purificadoras o espacios que requieran certificado de equipo seguro.

4. En el propósito de esta tabla, el puente de gobierno, se contempla como un cuarto de control seco y consecuentemente con instalación IP20 deberá de ser suficiente para que:

- El equipo se localizará evitando ser expuesto a vapor, goteo, a emanaciones de líquidos de tuberías, válvulas, bridas, conductos de ventilación, etc. Instalándolo en lugares adecuados.
- El equipo se localizará para evitar la exposición de mar o lluvia.

Ambas tablas de protección IP indican para los equipos instalados en aperturas de cubierta o cubierta intemperie, condiciones de mar dura, para cuadros de distribución, controles, controladores y accesorios: IP 56

Los cuadros instalados en pañoles, cuartos de control, habilitación, etc: IP 22

Ejemplo Seta Parada Emergencia en cubierta intemperie Expuesta a rociones y proyección de agua similar a golpes de mar (incluso inmersión temporal)	
Grado IP 67	

Teniendo en cuenta la resistencia* del cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica según la Norma CEI-479

Tensión de Contacto Voltios CA	Piel Seca	Piel Húmeda	Piel Mojada	Piel Sumergida
≤ 25	5000	2500	1000	500
50	4000	2000	875	440
250	1500	1000	650	325

* expresada en Ω (ohmios)

Podemos considerar que la situación de trabajo de un marinero medio puede ser: 80 kg de peso corporal y piel húmeda o mojada, según el rigor con el que cumpla el protocolo de trabajo, normas de seguridad, uso y mantenimiento de los EPI identificados para el puesto

Asumiendo que con intensidades superiores a los 200 mA se pueden producir quemaduras en la piel, nos fijamos en los efectos sobre el organismo según la intensidad (expresada en miliamperios) y la duración del choque eléctrico:

Intensidad eficaz (mA)	Duración del choque eléctrico	Efectos sobre el organismo
0-1	Independiente	Umbral de percepción No se siente el paso de la corriente
1-15	Independiente	Desde cosquilleos hasta tetanización muscular Imposibilidad de soltarse
15-25	Minutos	Contracción muscular y dificultad de respiración Aumento de la presión arterial Límite de tolerancia
25-50	De segundos a minutos	Irregularidades cardíacas Aumento de la presión arterial Fuerte efecto de tetanización Inconsciencia Aparece fibrilación ventricular
50-200	Menos de un ciclo cardíaco	No existe fibrilación ventricular Fuerte contracción muscular
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles El inicio de la electrocución es independiente de la fase del ciclo cardíaco
> 200	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles El inicio de la electrocución depende de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación de la fibrilación sólo en la fase sensitiva
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia Marcas visibles. Quemaduras

Considerando una resistencia entre 650 ohmios y 1000 ohmios, con un voltaje de 250 V CA, el amperaje que afectaría al marinerero sería entre 384 y 250 mA. Si para evitar la fibrilación ventricular precisamos una duración del choque eléctrico inferior a un ciclo cardíaco, podemos asumir que el tiempo máximo de exposición al paso de la corriente eléctrica no debe superar 0,8 segundos ($60 \text{ seg}/75 \text{ latidos} = 0,8 \text{ seg}$).

Tenemos así varios métodos para limitar el riesgo eléctrico, además del uso de EPI y protocolos de trabajo seguro:

- Aislar el equipo y evitar que contacte físicamente con las cintas transportadoras donde los marinereros depositan el pescado. Asumiendo zonas de seguridad/ no paso a una distancia segura del equipo.

- Sobre el propio equipo de sacrificio:

Las sugerencias que se proponen a continuación, se basan en criterios legislativos para asegurar la integridad de las personas. Sin embargo sin hacer las pruebas pertinentes en los barcos no se puede asegurar que con ellos el sacrificador sea efectivo. Durante las pruebas realizadas en proyectos anteriores con un equipo manual los niveles de voltaje e intensidad resultantes fueron bastante más elevados que estos con aplicaciones de tiempo muy cortas, de décimas de segundo. En este caso habría que comprobar que con estos valores, el tiempo de aplicación necesario para que el atún llegue a ser aturdido. Y evaluar si ese tiempo es viable y funcional en la operativa de pesca:

- La inclusión de un único impulso eléctrico de duración máxima 0,8 segundo
- Limitar el amperaje de salida a 385 mA, considerando la resistencia máxima del cuerpo del operario con la piel mojada en 650Ω
- Utilizar un disyuntor que se dispare a >500 mA y tiempo de no respuesta 0,04 segundo y rearme automático

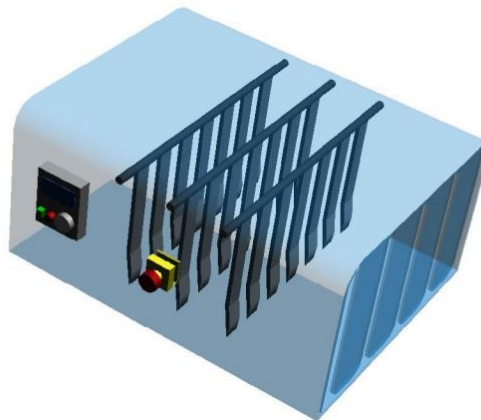
Nota: la obligación para eliminar el riesgo de choque eléctrico es la utilización de tensión de seguridad (24 V CA) o instalación de un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30 mA y que se dispare (tiempo de no respuesta) en 50 milisegundos

UNE 20572: Efectos de la corriente eléctrica por el cuerpo humano

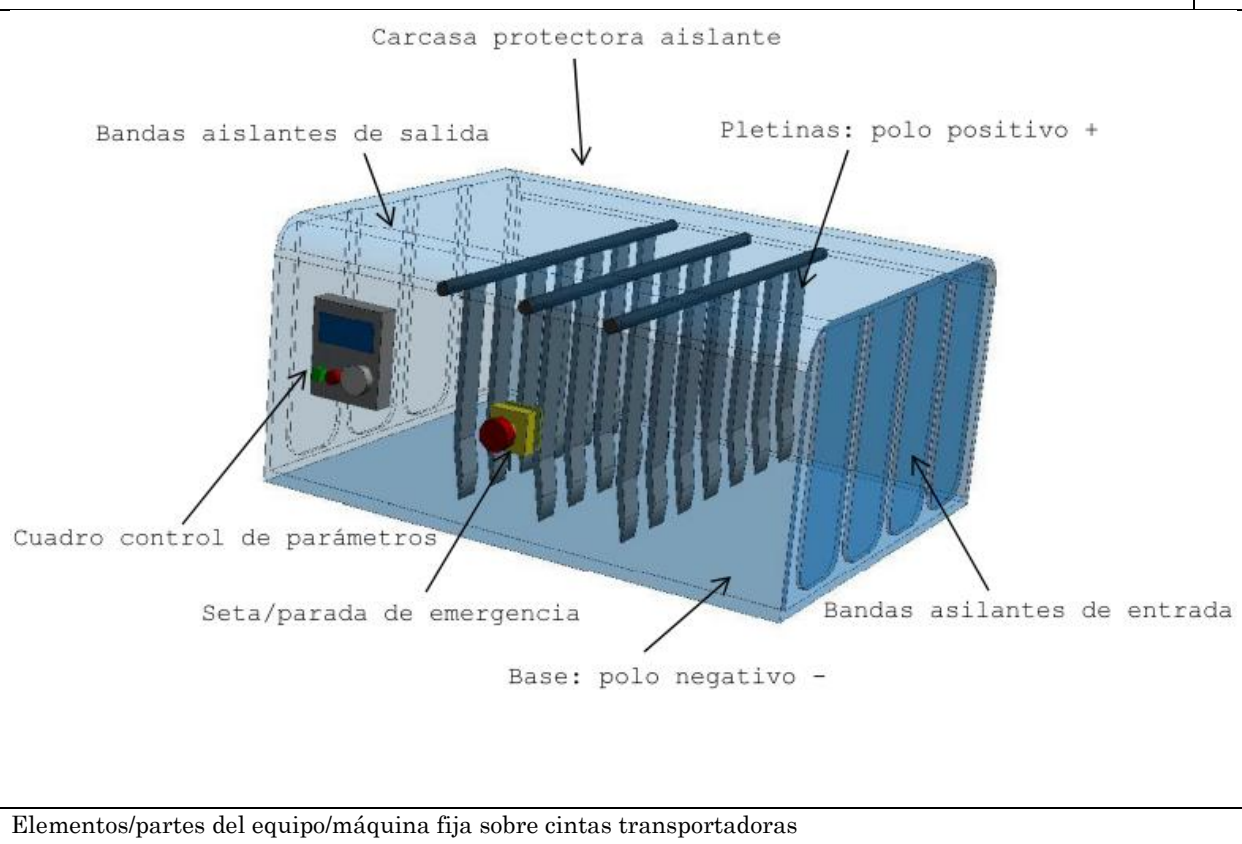
Intensidad	Efectos sobre el cuerpo humano
1 A	Parada cardíaca
75 mA	Umbral de fibrilación cardíaca irreversible
30 mA	Umbral de parálisis respiratoria
10 mA	Contracción muscular (tetanización)
0,5 mA	Sensación de cosquilleo

5.4.2.2. Diseño Conceptual del Equipo

Se ha realizado un diseño básico del equipo de sacrificio de túnidos instalado sobre las cintas. En este diseño básico se establece a nivel conceptual como debe ser la idea de funcionamiento y construcción del equipo adaptado a un montaje sobre las cintas de transporte de atunes de los barcos de pesca vascos que trabajan con cebo vivo.



Diseño del equipo de sacrificio de túnidos para la flota de cebo vivo con cintas transportadoras



Elementos/partes del equipo/máquina fija sobre cintas transportadoras

En el ANEXO A de este informe se adjunta el plano de diseño del equipo.

5.4.3. Esquema visual en 3D a escala, del montaje y funcionamiento en la operativa de pesca

Una vez se ha realizado el diseño conceptual del equipo, por medio de programas informáticos de diseño de ingeniería, se ha realizado un esquema visual en 3D a escala. Este esquema representa el barco, que se dibuja exactamente y en escala según sus planos de formas, junto con las cintas transportadoras instaladas.

Al esquema básico anterior se ha añadido en la misma escala, el diseño del prototipo instalado sobre la cinta. Trabajando junto los patrones se realizan diferentes diseños y esquemas de montaje del equipo sobre la cinta de tal forma que pueda observarse de forma rápida diferentes opciones sobre el volumen/dimensiones, efecto, y las posibles interacciones del sacrificador en las operaciones de pesca.

Esto permite que los barcos (patrones) puedan evaluar cada uno según su criterio y de forma rápida y muy práctica, si les interesa o no el montaje del equipo (prototipo) en el barco y como les puede influenciar en la pesca.

Se han desarrollado dos diseños de montaje a bordo según las características de construcción de los propios barcos.

5.4.3.1. Barco tipo Clíper con puente a proa y cubierta de pesca a popa

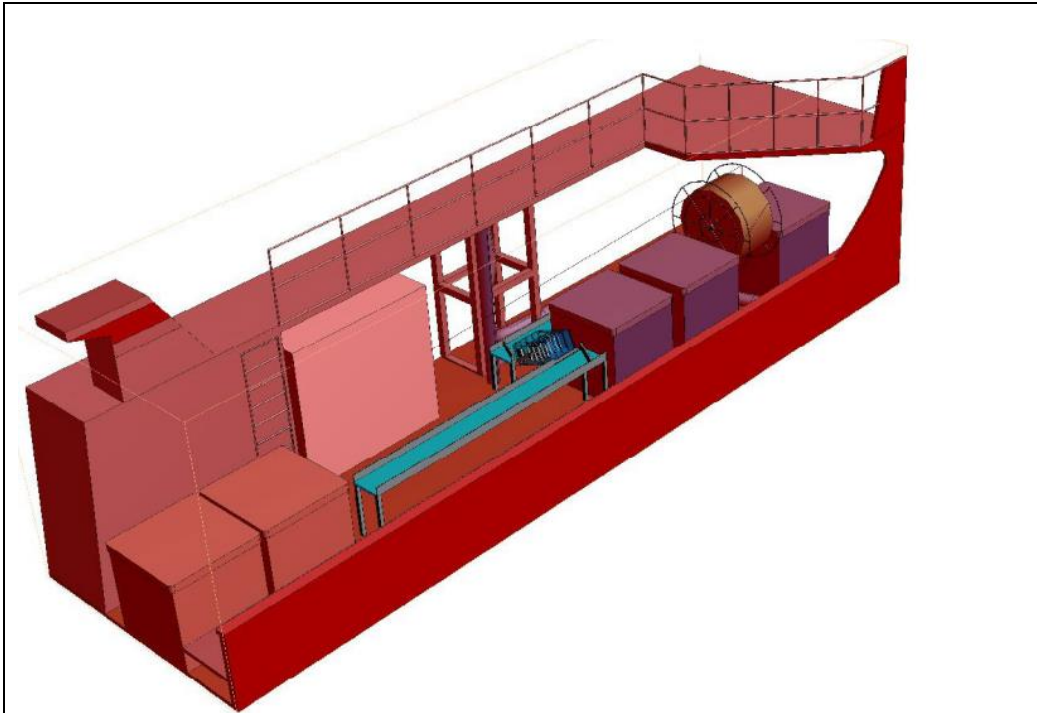
En este caso se ha tomado como referencia el barco Santa Luzia Hiru de Getaria. Teniendo en cuenta la disposición de las cintas y de la tripulación en el lance de pesca y de sacrificio de los atunes, se considera que este sería el tipo de barco en el que menos complicado sería conseguir que no hubiera transmisión eléctrica a través de la cinta, por medio de huecos de un par de centímetros entre cintas y una zona de seguridad alrededor del equipo sacrificador.



Barco de cebo vivo tipo Clíper



Popa banda de estribor, zona de pesca con caña, embarque y sacrificio de los bonitos



Montaje e instalación de cintas y sacrificador en la zona de embarque del barco tipo clíper



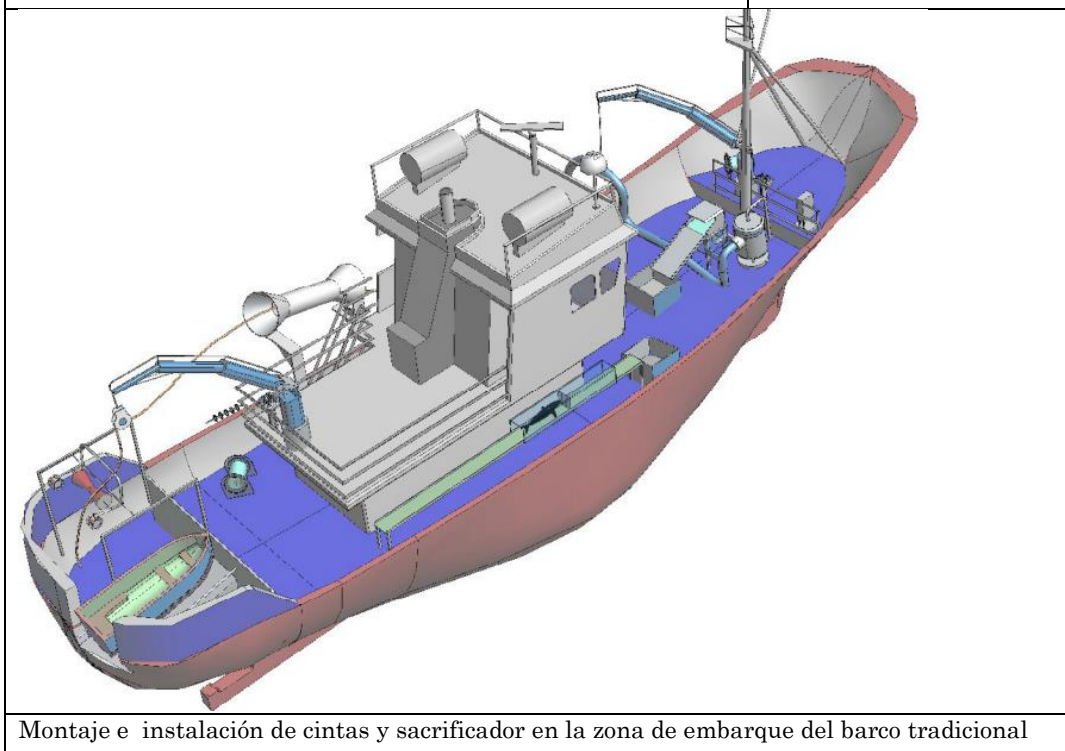
Montaje del sacrificador sobre la rampa: entre las dos cintas pero sin tocarlas

5.4.3.2. *Barco tradicional con puente en el centro y cubierta de pesca en la banda de estribor*

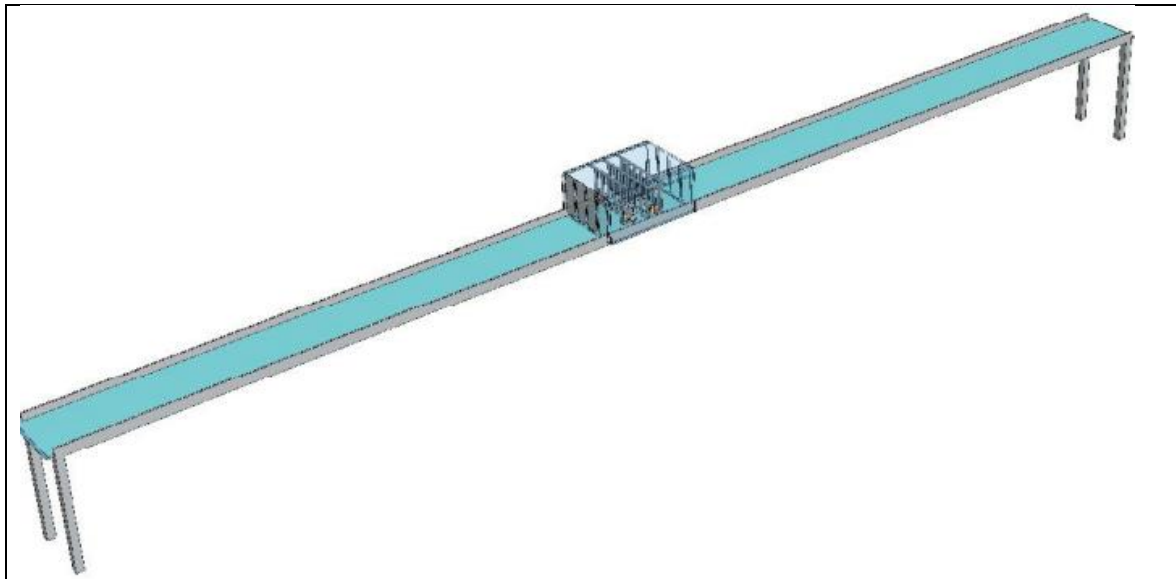
A priori considerando la zona donde suele estar instalada la cinta transportadora, la zona de trabajo de los marineros y la posible ubicación del equipo sacrificador sobre la cinta, parece complicado conseguir que no exista riesgo de contacto ya que los marineros trabajan pegados a la cinta, sin posibilidad de definir zonas de seguridad de no paso, además de esto el propio el equipo con el volumen y dimensiones que tiene podría perjudicar al buen trabajo de pesca de los marineros.



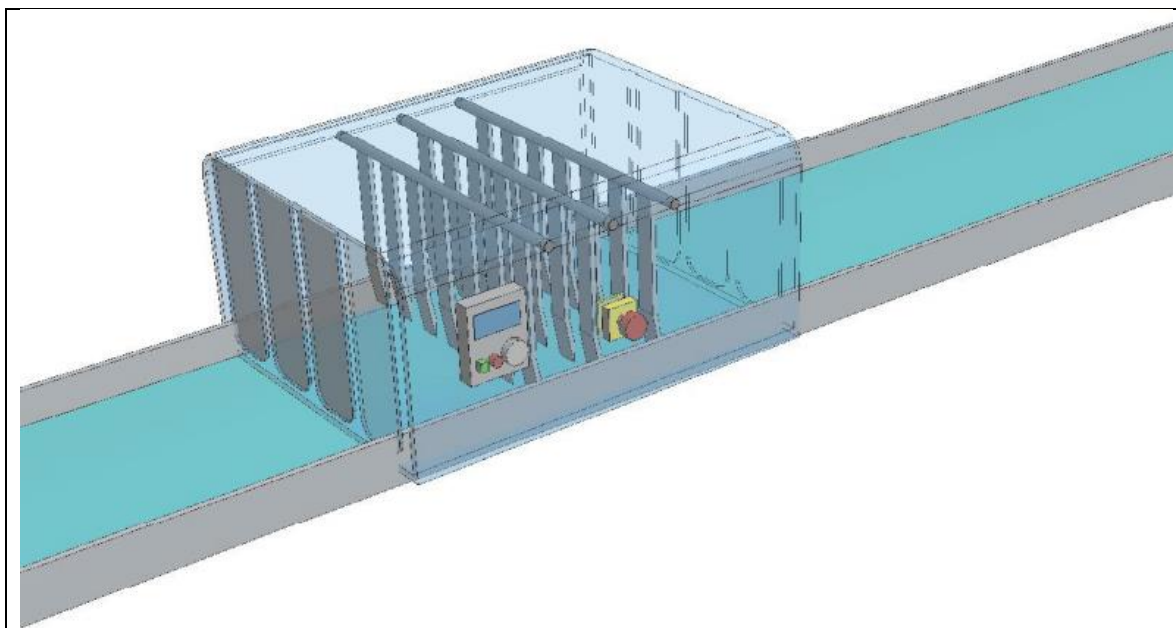
Barco de cebo vivo tipo tradicional



Montaje e instalación de cintas y sacrificador en la zona de embarque del barco tradicional



Vista de la cinta y el sacrificador



Montaje del sacrificador sobre la cinta

5.4.4. Posibilidades de implementar acciones que reduzcan el nivel de riesgo en el aturdidor eléctrico de tónidos

Implantación Sencilla	Implantación Posible	Implantación Difícil	Implantación Imposible
-----------------------	----------------------	----------------------	------------------------

Las medidas de protección ante contactos eléctricos deben incluir el mayor número de las mencionadas en la siguiente lista:

5.4.4.1. Actuando sobre el equipo

i. **Alejamiento y separación de las partes activas (alejando el equipo del área de trabajo)** → solo en buques con espacio suficiente

ii. **Interposición de obstáculos (rejillas de material plástico, apantallamientos...)** → Posible en partes del equipo, Difícil o imposible en toda la instalación

ii.a. **Envolventes o contenedores de los cuadros eléctricos, sistemas de mando y control, seta parada de emergencia (IP56)**

ii.b. **Envolventes o contenedores de las partes activas (en tensión)** → Cubrir todo el equipo siguiendo los principios de que su retirada debe siempre llevarse a cabo mediante herramientas (no una simple acción manual) y si se utilizara un dispositivo de enclavamiento automático, su apertura deje sin tensión las partes activas al abrir el contenedor o cubierta (IP4X, protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (herramientas finas, anzuelos, etc.)

iii. **Recubrimiento de las partes activas (mediante aislantes)** → dejarían de cumplir su misión: aturdir al pescado

iv. **Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24 V en locales húmedos, 50 V en lugares secos)** → solo si se aumenta el tiempo de exposición del pez al contacto eléctrico; y habría que realizar nuevas pruebas para determinar si el aturdimiento es eficaz

- iv. Interruptores diferenciales de alta sensibilidad: 300mA 0 0,003 A (es complementaria a las anteriores)

5.4.4.2. Actuando sobre la Operativa

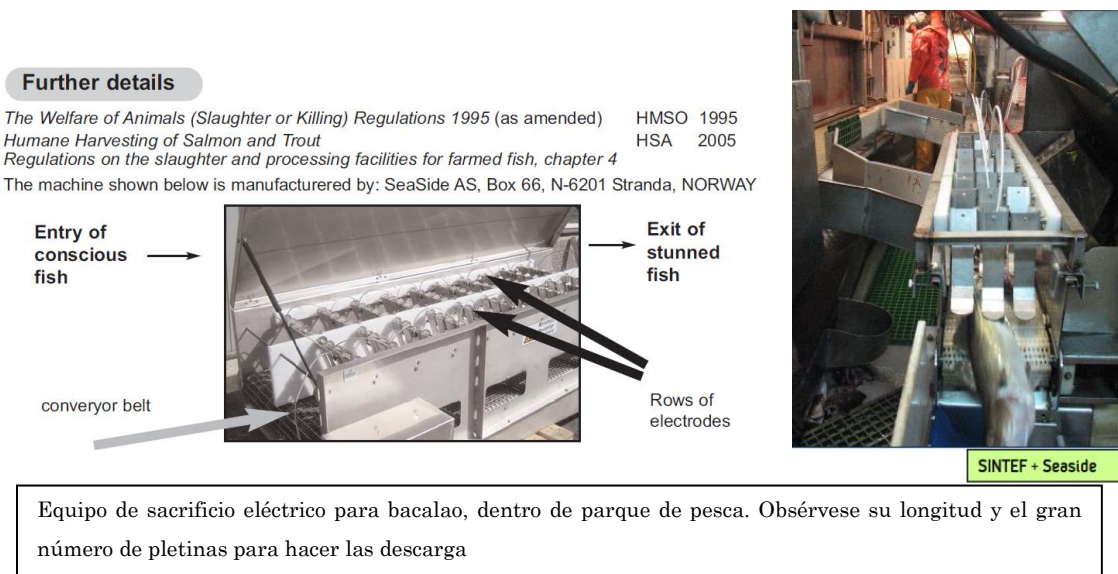
- i. Formación y capacitación de los trabajadores
- ii. Utilización de EPI
- iii. Normas de comportamiento
- iv. Señalización
- v. Identificación y detección (de las tensiones antes de actuar sobre ellas)

6. CONCLUSIONES

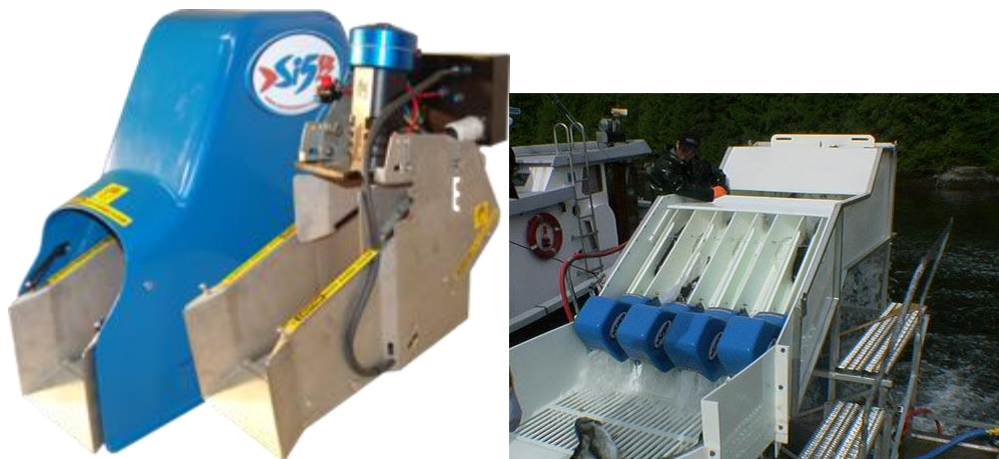
6.1. Vigilancia tecnológica

No se han implantado y ni si quiera existen actualmente comercializados en el mercado, equipos de sacrificio de peces a bordo de barcos de pesca que utilicen sistemas de sacrificio eléctricos.

Existe un proyecto de SINTEF + SeaSide AS (Noruega) donde se ha desarrollado un equipo de sacrificio eléctrico para bacalao, para instalarlo en barcos de arrastre. Este sistema se instalaría en los parques de pesca de los arrastreros, que zonas son cerradas, estancas y protegidas de los golpes de mar y donde no existen roces de agua salada, a diferencia de la cubierta de los barcos de cebo vivo donde estaría expuesta a la mar y a la lluvia de agua salada proveniente de la “chiparra” (aspersores). Además el voltaje y la intensidad que utiliza son bastante bajos, para cumplir con los requerimientos de seguridad, esto hace que para ser efectivo, el tiempo de aplicación de la descarga tenga que alargarse y ser de varios segundos, por ello el equipo consta de muchas pletinas y es bastante largo, ocupando un gran espacio.



A nivel de acuicultura, para peces pequeños (truchas) se utilizan equipos eléctricos de trabajo en húmedo, es decir el pescado se introduce en tanques de agua donde se aplica la descarga. Apenas se utilizan equipos eléctricos para sacrificio en seco y los dispositivos de sacrificio que están más implantados y en auge para especies de gran tamaño como salmón, son sistemas neumáticos de golpeo, que matan a los peces de forma similar a un garrotazo pero de forma mecanizada



Equipo de sacrificio neumático por golpeo de la cabeza de los salmones, puede montarse individualmente o en grupos en paralelo

Este parece un sistema bastante apropiado para instalarse en los barcos de cebo vivo teniendo en cuenta las especiales condiciones que se dan en este tipo de pesca (cubierta y zona de sacrificio muy expuesta al agua salada). Pero hay que hacer constar que no son equipos diseñados para sacrificar los bonitos o atunes sino para salmón por lo que sería necesario hacer modificaciones, y no sólo en el equipo sacrificador, sino también en la cinta para que los bonitos pasen a través del sistema de golpeo con martillo en la posición adecuada, vientre abajo y la cabeza por delante.

6.2. Vigilancia y análisis de la normativa

Conclusiones del análisis de la normativa IEC

Tras el análisis de la normativa sobre Instalaciones Eléctricas en Buques y una vez descartada la normativa que se aplicaría al mismo equipo pero funcionando en tierra, se llega a la conclusión de que no hay normas en las que se definan las características y especificaciones que deben cumplir los equipos eléctricos en los buques. La normativa IEC hace referencia a los equipos propios del buque como los generadores, transformadores, etc. pero no a un equipo eléctrico auxiliar.

Para la construcción del sacrificador se pueden seguir las especificaciones de las normas, aunque no le sean de aplicación, ya que en ellas se definen unas características y unos requisitos mínimos de seguridad. De este modo se aseguraría que el sacrificador de tñidos es seguro para la instalación eléctrica del buque y que un fallo o un cortocircuito en el equipo no afectarían al buque.

6.3. Sociedades clasificadoras y autoridad laboral

6.3.1. Sociedades de Clasificación

Una vez consultados los departamentos y técnicos correspondientes, de Buerau Veritas y de Lloyd's Registrer nos indican que en estas Sociedades de clasificación no tienen reglas ni normas para esta tipo de equipos y los técnicos expertos en normativa eléctrica marítima nos remiten al protocolo de Torremolinos

6.3.2. Autoridad Laboral - OSALAN

Los técnicos de Osalan consultados plantean las siguientes inquietudes y dudas en cuanto a la seguridad y el funcionamiento del equipo:

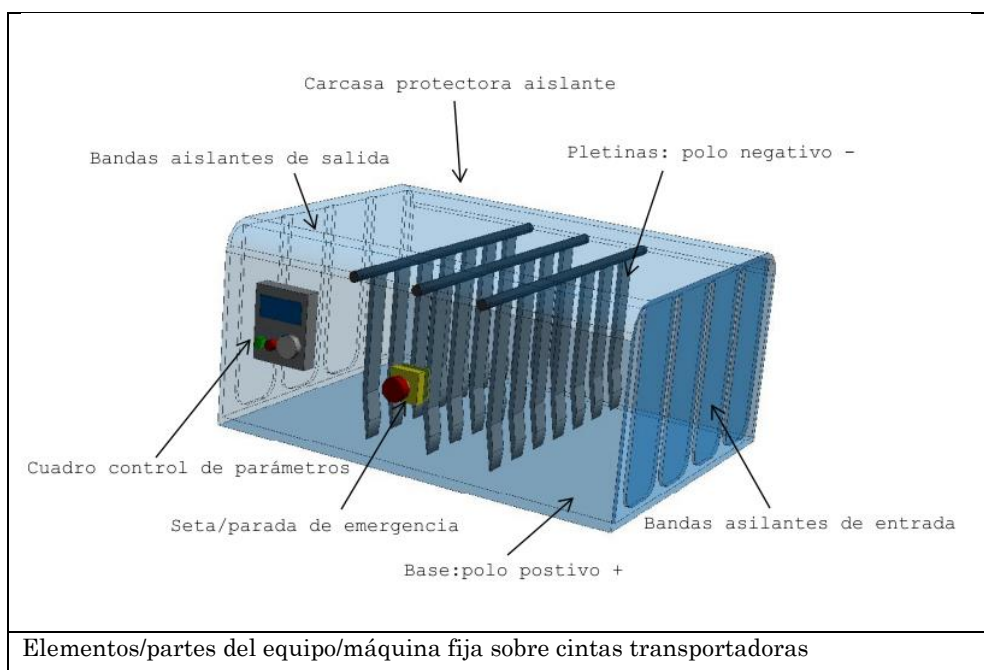
- En el caso de que entre una ola e inunde el sacrificador se produciría un arco eléctrico que no se sabe hacia dónde iría.

- Con el diseño e instalación planteados, el equipo es accesible a los trabajadores, debería estar protegido para que los trabajadores no tuvieran acceso a la zona de riesgo. Una de las opciones que plantean sería alargar la “caja” en la entrada y en la salida para que los trabajadores no tengan la opción de tocar un bonito mientras está recibiendo la descarga eléctrica. Existen problemas de espacio en el barco.
- En los lances en los que se pesque mucho bonito y se empiecen a amontonar en la cinta podría producirse un atasco de pescado y que la electricidad se transmita de un atún a otro y finalmente a un trabajador o a parte de la estructura y a través de esta que llegue a un trabajador.
- Una de las propuestas que hacen los técnicos de OSALAN es que los polos positivo y negativo estén en las placas y que el circuito se cierre al entrar el bonito en contacto con las dos placas en vez de cerrarse entre el “suelo” de la caja y las placas. De todas formas no evitaría el problema de transmisión de electricidad por “atasco” de pescado en la cinta o en la propia máquina.
- Otra de las opciones que planteaban para el caso concreto del barco en cuestión es poner el sacrificador en el segundo tramo de la cinta, donde no hay trabajadores durante los lances de pesca. Así evitamos el riesgo de que se produzca un arco eléctrico al alejar a los trabajadores de la fuente de riesgo. Pero situar el sacrificador en el segundo tramo de la cinta transportadora implica que las capturas pasan más tiempo en la cinta vivos, coleteando y estresándose lo que provocaría un descenso de la calidad del pescado así como un empeoramiento de su aspecto externo.
- También les preocupa el mantenimiento del equipo, entienden que los atunes que entran coleteando con fuerza ocasionaran daños al equipo, pletinas y demás elementos de forma bastante usual y que será necesario un mantenimiento rutinario, esto implicará que el personal acceda a la “tripas” del equipo con el consiguiente riesgo.
- Al comentar a los técnicos de OSALAN que en Noruega, en el SINTEF están desarrollando un equipo similar para sacrificar bacalao, sugieren que nos pongamos en contacto con

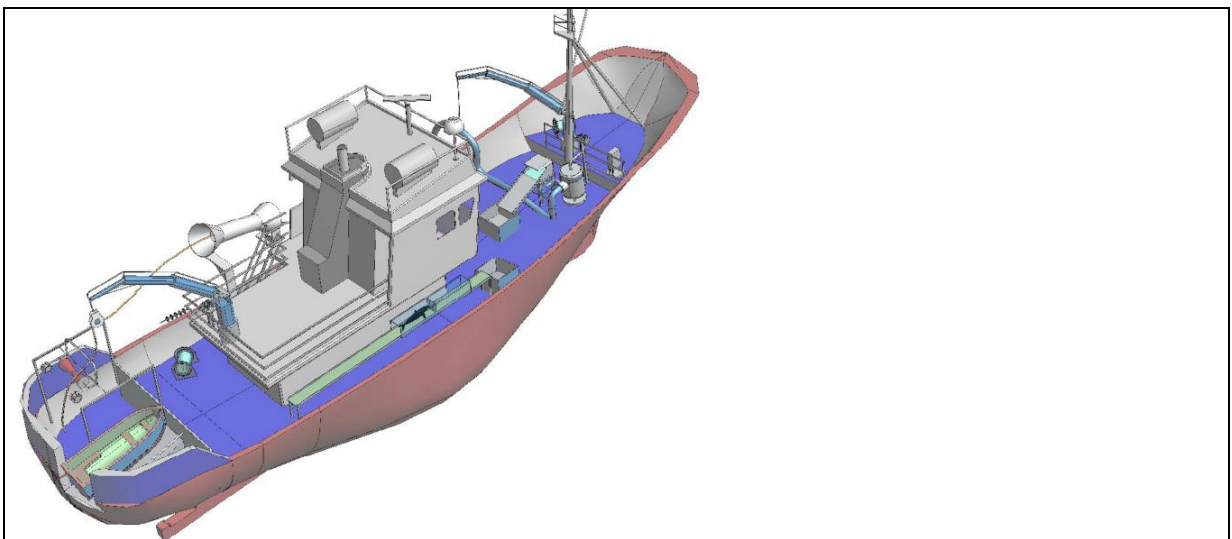
ellos para solicitarles las pruebas y los ensayos eléctricos que han llevado a cabo para la certificación del equipo.

6.4. Diseño del equipo y visualización virtual de montaje en los barcos

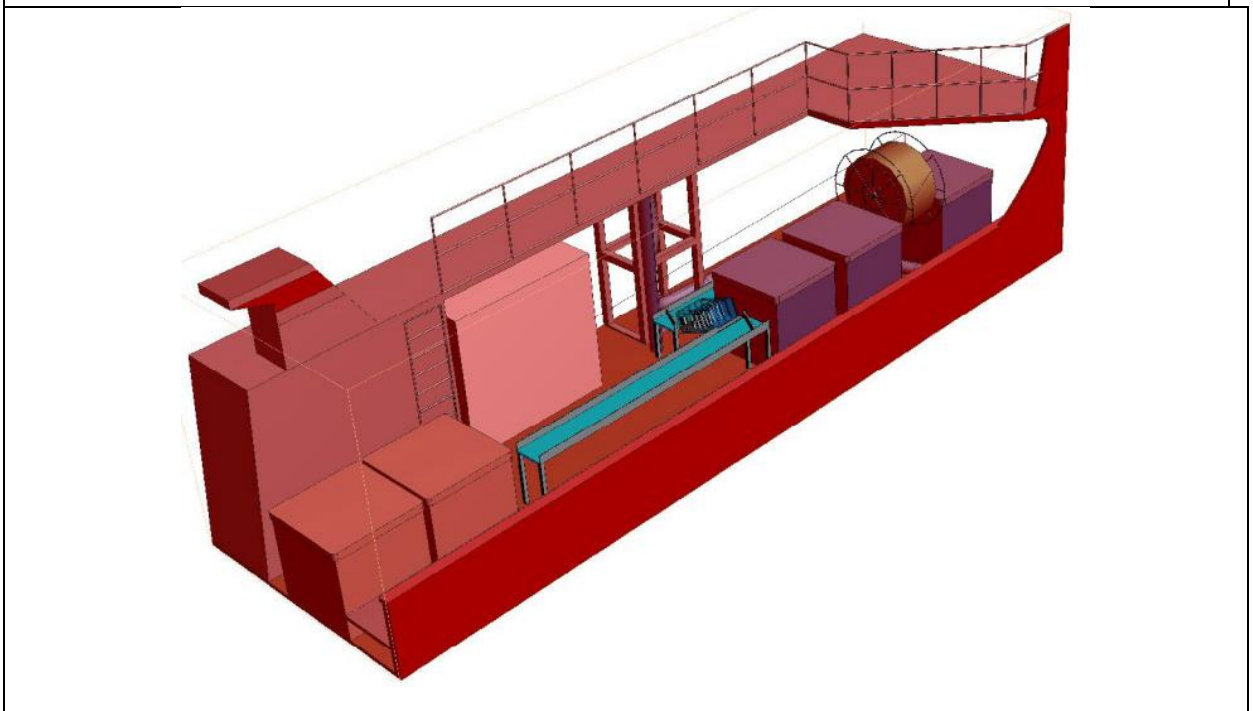
Se ha diseñado un equipo a nivel básico y conceptual, adaptando las características de sistemas eléctricos ya existentes o proyectados, a las necesidades de los barcos de bajura vascos que pescan con cebo vivo.



Teniendo en cuenta las especiales condiciones de trabajo a bordo de los barcos de cebo vivo con la zona de sacrificio (cintas transportadoras) pegada y sin apenas espacio en la zona de embarque de pescado, parece muy complicado que muchos de estos barcos puedan montar un equipo de estas características y garantizar la seguridad de los marineros que pescan en la zona.



Montaje e instalación de cintas y sacrificador en la zona de embarque del barco tradicional: Difícil asegurar no habrá contacto eléctrico con los marineros que están pescando en la banda junto a la cinta



Barco tipo clíper: Es este tipo de barcos y cualquier otro en el que el sacrificador pueda colocarse en una zona protegida y distanciada de la zona de pesca con cañas, podría ser más viable un montaje que asegure que no haya contacto eléctrico con los marineros

Independientemente de la gran dificultad de asegurar que no va a haber contacto eléctrico ya que estamos en un ambiente totalmente salino y conductor (golpes de mar y aspersores de agua salada), se pueden valorar algunas medidas que podrían reducir los riesgos de la implantación.

Considerando una resistencia entre 650 ohmios y 1000 ohmios, con un voltaje de 250 V CA, el amperaje que afectaría al marinero sería entre 384 y 250 mA. Si para evitar la fibrilación ventricular precisamos una duración del choque eléctrico inferior a un ciclo cardiaco, podemos asumir que el tiempo máximo de exposición al paso de la corriente eléctrica no debe superar 0,8 segundos (60 seg/75 latidos = 0,8 seg).

Tenemos así varios métodos para limitar el riesgo eléctrico, además del uso de EPI y protocolos de trabajo seguro:

1. Aislar el equipo y evitar que contacte físicamente con las cintas transportadoras donde los marineros depositan el pescado. Asumiendo zonas de seguridad/no paso a una distancia segura entre equipo/tripulación.
2. Sobre el propio equipo de sacrificio:

Las sugerencias que se proponen a continuación, se basan en criterios legislativos para asegurar la integridad de las personas. Sin embargo sin hacer las pruebas pertinentes en los barcos no se puede asegurar que con ellos el sacrificador sea efectivo. Durante las pruebas realizadas en proyectos anteriores con un equipo manual los niveles de voltaje e intensidad resultantes fueron bastante más elevados que estos con aplicaciones de tiempo muy cortas, de décimas de segundo. En este caso habría que comprobar que con estos valores, el tiempo de aplicación necesario para que el atún llegue a ser aturdido. Y evaluar si ese tiempo es viable y funcional en la operativa de pesca:

- La inclusión de un único impulso eléctrico de duración máxima 0,8 segundo
- Limitar el amperaje de salida a 385 mA, considerando la resistencia máxima del cuerpo del operario con la piel mojada en 650 Ω
- Utilizar un disyuntor que se dispare a >500 mA y tiempo de no respuesta 0,04 segundo y rearme automático

En cuanto a la posibilidad de implementar medidas que reduzcan el nivel de riesgo en el aturdidor eléctrico de tñidos serían las siguientes, considerando su nivel de dificultad:

Implantación Sencilla	Implantación Posible	Implantación Difícil	Implantación Imposible
-----------------------	----------------------	----------------------	------------------------

Las medidas de protección ante contactos eléctricos deben incluir el mayor número de las mencionadas en la siguiente lista:

1. Actuando sobre el equipo

- i. Alejamiento y separación de las partes activas (alejando el equipo del área de trabajo) → solo en buques con espacio suficiente
- ii. Interposición de obstáculos (rejillas de material plástico, apantallamientos...) → Posible en partes del equipo, Difícil o imposible en toda la instalación
 - ii.a. Envolventes o contenedores de los cuadros eléctricos, sistemas de mando y control, seta parada de emergencia (IP56)
 - ii.b. Envolventes o contenedores de las partes activas (en tensión) → Cubrir todo el equipo siguiendo los principios de que su retirada debe siempre llevarse a cabo mediante herramientas (no una simple acción manual) y si se utilizara un dispositivo de enclavamiento automático, su apertura deje sin tensión las partes activas al abrir el contenedor o cubierta (IP4X, protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (herramientas finas, anzuelos, etc.)
 - iii. Recubrimiento de las partes activas (mediante aislantes) → dejarían de cumplir su misión: aturdir al pescado
 - iv. Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24 V en locales húmedos, 50 V en lugares secos) → solo si se aumenta el tiempo de exposición del pez al contacto eléctrico; y habría que realizar nuevas pruebas para determinar si el aturdimiento es eficaz

- iv. Interruptores diferenciales de alta sensibilidad: 300mA 0 0,003 A (es complementaria a las anteriores)

2. Actuando sobre la Operativa

- i. Formación y capacitación de los trabajadores
- ii. Utilización de EPI
- iii. Normas de comportamiento
- iv. Señalización
- v. Identificación y detección (de las tensiones antes de actuar sobre ellas)

BIBLIOGRAFÍA

Lambooij E., Digre H., Reimert H.G.M., Aurdand I.G., Grimsmo L., Van de Vis J.W. 2012. Effects of on-board storage and electrical stunning of wild cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on brain and heart activity. ELSEVIER

The EFSA Journal (2009) 1073, 1-34. SPECIES-SPECIFIC WELFARE ASPECTS OF THE MAIN SYSTEMS OF STUNNING AND KILLING OF FARMED TURBOT (Question N° EFSA-Q-2008-442) Adopted on 30th April 2009.

Lines J.A., Robb D.H., Kestin S.C., Crook S.C., Benson T. 2003. Electric stunning: a humane slaughter method for trout. ELSEVIER

Lines J.A., Spence J. 2008. Humane slaughter of farmed Arctic charr. Northern periphery program.

Rubio M., Silveira R., 2009. Bienestar de los animales acuáticos, con fines de control sanitario. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504. Vol 10, n°8

DIRECTIVA 93/119/CE DEL CONSEJO de 22 de diciembre de 1993 relativa a la protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza

García-Gómez A., Roca J., de la Gándara F., Villarejo J.A., Soto F. Experiencias preliminares en el desarrollo de técnicas para el electroatordimiento y electrosacrificio del atún rojo *Thunnus thynnus* (L., 1758) cultivado en jaulas flotantes. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 18 (1-4). 2002: 385-388

05b. Guía técnica de baja tensión. Códigos IP e IK.

AGRADECIMIENTOS

Al barco Santa Luzia Hiru de Getaria y su patrón Emeterio Urresti por la colaboración prestada en la realización de este proyecto.

ANEXO A – PLANO DEL EQUIPO

