

Egoitza / Sede Bizkaia

Txatxarramendi ugarte z/g
E-48395 Sukarrieta - Bizkaia (Spain)
Tel.: +34 946 029 400 - Fax: +34 946 870 006

Egoitza / Sede Gipuzkoa

Herrera Kaia - Portu aldea z/g
E-20110 Pasaia - Gipuzkoa (Spain)
Tel.: +34 943 004 800 - Fax: +34 943 004 801

<http://www.azti.es>
e-mail: info@azti.es



**Aplicación y evaluación de prestaciones técnicas de
bombas de vacío para la operativa de extracción de
pescado.**

Informe Final

para:

Federación de Cofradías de Gipuzkoa

Paseo Miraconcha, 9 Bajo
20007 SAN SEBASTIAN

Sukarrieta, 12 de mayo de 2006

Tipo documento Informe Final
Título documento Aplicación y evaluación de prestaciones técnicas de bombas de vacío para la operativa de extracción de pescado
Fecha 12/05/2006
Proyecto BOMBAS PESCADO: Aplicación y evaluación de prestaciones técnicas de bombas de vacío para la operativa de extracción de pescado
Código ATM2005BOMBAS_PESCA
Cliente Federación de Cofradías de Gipuzkoa

Equipo de proyecto:	José María Ferarios
	Gala Moreno
	Iñigo Onandía

Responsable proyecto Jose Maria Ferarios Lázaro

Revisado por
Fecha Esteban Puente Picó

Aprobado por
Fecha

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	4
2.	OBJETIVOS	7
3.	MATERIAL Y METODOS	9
4.	RESULTADOS	11
4.1	PRINCIPIO TECNICO DE LA OPERATIVA DEL CEBO VIVO.....	11
4.2	PRINCIPIO TECNICO DE LA OPERATIVA DE BOMBEO.....	12
4.2.1	<i>Cámaras de vacío-presión</i>	13
4.2.2	<i>Unidad de potencia</i>	14
4.2.3	<i>Armario de mando y maniobra</i>	15
4.2.4	<i>Colectores de aspiración e impulsión</i>	16
4.3	OPERATIVA DE BOMBEO.....	19
4.4	OPERATIVA DEL CEBO VIVO	22
4.4.1	<i>Bomba IRAS</i>	23
4.4.2	<i>Bomba ATA</i>	27
4.4.3	<i>Bomba MMC/TENDOS</i>	30
5.	DISCUSIÓN	33
5.1	OPERATIVA DE LAS BOMBAS FRENTE A SALABARDEO.	33
5.2	DIFERENCIAS EN LA OPERATIVA ENTRE BOMBAS	35
5.3	SUPERVIVENCIA DEL CEBO	37

1. ANTECEDENTES

La modalidad de pesca de cerco en el País Vasco es un sistema de pesca clave para el subsector de bajura que se utiliza tanto en las costeras del verdel y anchoa, como posteriormente en la del bonito, para la obtención del cebo vivo.

AZTI Tecnalia desarrolla su actividad en el campo de la investigación pesquera en sus diversas vertientes (gestión de recursos, tecnología pesquera,...) y tiene amplia experiencia en el seguimiento de campañas de pesca, tanto experimentales como comerciales, a bordo de barcos de pesca profesionales así como en la coordinación de proyectos de innovación en el sector pesquero.

La mejora de la mecanización en la maniobra de cerco de bajura (2001) mediante la implantación de equipamiento de cubierta (TRIPLEX) para el virado de la red supuso un aumento en la estabilidad y velocidad de halado del arte junto a la posibilidad de llevar a cabo la maniobra total con más rapidez y menor número de tripulantes.

El progreso en la maniobra de largado y virado de la red de cerco debe de hacerse extensivo a todas las fases del proceso de pesca. Otra de las fases susceptibles de mejora es el izado de la captura desde la red hasta la nevera o los viveros de a bordo y su posterior traslado a las instalaciones portuarias así como la extracción de cebo vivo de la red a los viveros para su posterior empleo en la captura de túnidos.

La manipulación del cebo vivo es crucial para el éxito de la campaña de túnidos ya que de la calidad y cantidad del cebo depende, en gran medida, la atracción y concentración de túnidos en las inmediaciones del barco.

A lo largo de la temporada o costera del atún que va desde julio hasta octubre la especie objetivo varía siendo al principio dirigida al bonito (*Thunnus alalunga*) y después al cimarrón (*Thunnus thynnus*).

El cebo vivo empleado habitualmente para la captura del bonito es anchoa (*Engraulis encrasicolus*) y requiere una delicada manipulación debido a su extrema facilidad de pérdida de escamas que afecta a la supervivencia del cebo en los viveros. El cebo para la captura del cimarrón es generalmente chicharro (*Trachurus trachurus*), especie más resistente pero que exige una esmerada manipulación debido al riesgo de punzamientos originados por sus espinas en el momento del trasvase mediante salabardos.

En la maniobra tradicional del cebo vivo capturado con red de cerco, el trasvase de la captura a bordo se realiza desde el copo mediante un salabardo que, de mano en mano, en una cadena humana (figura 1 y 2) se deposita en el vivero. Habitualmente se trasvasan, dependiendo de la especie y capacidad del vivero, un número variable de salabardos, que en el caso de la anchoa es entorno a 30 con un contenido unitario aproximado de 5 kilos. Este procedimiento de salabardeo ocasiona estrés a los individuos capturados y puede originar lesiones que reduzcan el tiempo de vida de los mismos. Además requiere una considerable mano de obra y tiempo de ejecución dentro de las tareas de pesca.



Figura 1: Extracción manual del cebo.



Figura 2: Conservación del cebo en el vivero.

El objeto de este trabajo, es aplicar el sistema de bombas de vacío para la extracción de pescado desde la red hasta los viveros y desde éstos hasta las instalaciones portuarias. Para el cebo vivo desde la red hasta los viveros o su traslado entre los diferentes viveros (ubicados en proa o popa y/o entre los de proa o popa).

La importancia de proporcionar mecánicamente un flujo continuo en la extracción de capturas, mejoraría el confort laboral del pescador al darle oportunidad de descansar más y concentrarse en mayor medida a aspectos relativos a la calidad del pescado.

Dado el alcance que en materia de seguridad y confort laboral puede suponer el nuevo proceso de trasvase de cebo, se considera necesario emplear además de las mencionadas bombas de vacío, otras de flujo continuo con caudal regulable al tamaño y tipo de pez. Este tipo de bombas son empleadas en acuicultura para el trasvase de peces vivos ya que los individuos no experimentan variaciones bruscas de presión ni cambios en el sentido del flujo.

2. OBJETIVOS

El objetivo genérico de este proyecto, es aplicar y evaluar las prestaciones técnicas de las bombas de vacío para la operativa de cebo vivo. Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Efectuar una descripción técnica de los diferentes sistemas de bombas de vacío.
2. Valorar la integración del sistema de extracción (bomba de vacío, válvulas, unidad separadora agua/pescado, unidad de registro, acoplamientos, montaje e interconexión de equipos), en el proceso de manipulación en base a, entre otros:
 - Tipo de pescado.
 - Nº tanques.
 - Nº bombas.
 - Capacidad de descarga.
 - Altura máxima de aspiración.
 - Altura máxima de descarga.
 - Asignación de personal a la operativa.
3. Evaluar las prestaciones técnicas del sistema para el trasvase de pescado a los viveros como cebo vivo, entre otros aspectos se analizaran:
 - Tiempo necesario en la operativa de extracción en función del volumen de captura.

- Evolución temporal y supervivencia del cebo vivo y estado de la captura en función de la especie.
 - Cuantificar la capacidad extractiva en comparación con la maniobra tradicional.
4. Evaluar la nueva operativa de extracción en materia de salud, seguridad y confort laboral, frente a la operativa tradicional.

3. MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del presente estudio las empresas que participan en el proyecto han suministrado e instalado a bordo de los buques (ver tabla 1) los siguientes equipos:

Tabla 1: Equipos de bombeo valorados en el proyecto.

Equipo	Empresa suministradora	Buque
ATA-VP500	ATA Tecnología Alimentaria, S.L.	Tuku-Tuku Fuenterrabía
IRAS-PV2000	FRIGO LAN, S.L.	Itsas Lagunak Fuenterrabía
MMCTENDOS	LANTEK Hidráulica, S.L.	Montserrat Berria Orio

Se han realizado 5 campañas o mareas de diferente duración, dependiendo del desarrollo de la campaña de túnidos, con el objeto de realizar:

- El seguimiento de la supervivencia del cebo.
- El control de la operativa de la maniobra de bombeo.
- El control de la operativa de salabardeo.

Las opiniones que sobre la nueva operativa ha manifestado la tripulación en general y el encargado responsable de la carnada en particular han sido igualmente recogidas detalladamente.

Durante la costera de túnidos se han realizado embarques (ver tabla 2) a bordo del B/Itsas Lagunak (26 julio-31 Agosto y 15-25 Septiembre), a bordo del B/Tuku-tuku (17-20 Octubre) y en el B/Montserrat Berria (9-17 Noviembre).

Tabla 2: Detalle de las mareas efectuadas para pruebas de las bombas.

BUQUE	EQUIPO	MAREA
ITSAS LAGUNAK	IRAS	26 – 31 Julio 15 – 25 Septiembre
TUKU-TUKU	ATA	17 – 20 Octubre
MONTSERRAT BERRIA	MMCTENDOS	9 – 17 Noviembre

Para valorar la idoneidad de las bombas se han monitorizado las siguientes variables:

1) Variables medidas en los viveros:

- Temperatura del agua
- Oxígeno oxígeno disuelto
- Dinámica del cardumen según categorías
- Estado físico del pez a partir del aspecto externo

2) Variables medidas sobre las prestaciones de las bombas.

- Medición de tiempos de operativa.
- Asignación de personal a los trabajos
- Riesgos emergentes ligados a la operativa.

4. RESULTADOS

4.1 PRINCIPIO TECNICO DE LA OPERATIVA DEL CEBO VIVO

La maniobra tradicional de trasvase manual del cebo tal y como muestra la figura 3 , se realiza pasando de mano en mano un salabardo desde el copo hasta el vivero. Interviene toda la tripulación. Las cantidades de pescado trasvasadas por cada salababardo (figura 4) dependen principalmente de la concentración de individuos en el copo, la disposición de éste, el estado de la mar y de modo general, se estima una cantidad de 4 a 6 kilos por salabardo. El tiempo empleado para llenar un vivero de tamaño medio (9 m³) mediante el sistema manual es de 10 a 12 minutos. Este consumo de tiempo hace que, habitualmente transcurridos 30 minutos desde el comienzo de la maniobra de trasvase del cebo vivo aquel que aún permanece en el copo evidencie signos de agotamiento y rozaduras que hacen inviable su provecho para trasvasar al vivero.



Figura 3: Salabordeo de cebo.



Figura 4: Pesaje de salabordo

4.2 PRINCIPIO TECNICO DE LA OPERATIVA DE BOMBEO

La maniobra de trasvase mediante bomba de vacío consiste en producir una presión negativa o vacío dentro de un tanque hermético (figura 5) para aspirar a continuación el agua de mar y pescado al interior del mismo mediante una manguera de succión introducida previamente en el copo. Una vez llenado el tanque se invierte el proceso de vacío metiendo presión al tanque y se descarga la carga “agua/pescado” que contiene en el vivero.

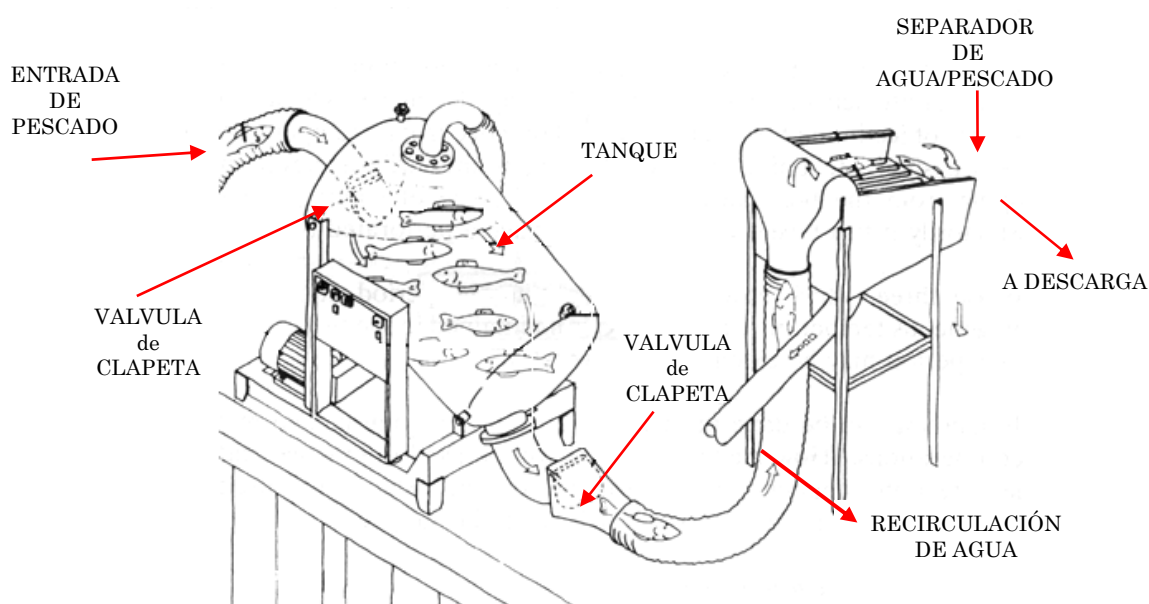


Figura 5: Esquema general de funcionamiento

El sistema de bombas de vacío lo constituye un conjunto de elementos formado por:

- Cámara de vacío presión, donde se produce la presión necesaria para el trasvase
- Unidad de potencia, con las bombas, motores y válvulas para la actuación de todos los elementos hidráulicos del sistema.
- Armario de mando y maniobra para adecuar en todo momento el comportamiento de la bomba a las condiciones de trabajo
- Colectores de aspiración y expulsión para la distribución del pescado de acuerdo a la disposición en cubierta y las maniobras de a bordo.

4.2.1 Cámaras de vacío-presión.

Los tanques empleados en el estudio (figura6) tienen una capacidad nominal de entre 850 y 900 litros. Están contruidos en acero inox. AISI-316L (antisalino). En ellos se produce la presión negativa o de vacío y posteriormente la presión positiva o de descarga. Para obtener la hermeticidad necesaria dentro del tanque, disponen de bocas de entrada y salida de diámetro nominal (DN) de 200 mm equipadas con válvulas hidráulicas gobernadas por un sistema de control, Programable Logic Controller, (PLC), que las abre o cierra en función de una presión determinada. El PLC es un equipo electrónico programable en lenguaje no informático diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales y permite adecuar el comportamiento de la bomba las condiciones de trabajo (tipo de pescado, tamaño, tiempo de llenado, etc.).



Figura 6: Cámaras de vacío en disposición horizontal (dcha.) y vertical (izda)

La disposición horizontal de los tanques sobre la cubierta es lo habitual con una inclinación respecto a la horizontal para conseguir que el pescado siga la “corriente” en todo momento y así el primer pescado en entrar al tanque sea el primero en salir. No obstante otros fabricantes apuestan por una disposición vertical.

4.2.2 Unidad de potencia

Este dispositivo consta de los elementos necesarios para la actuación de los elementos hidráulicos del sistema: la inversión del ciclo de presión mediante una válvula de 4 vías, la detección de los niveles de llenado y vaciado de los tanques mediante sensores piezoeléctricos, apertura y cierre de válvulas de guillotina o clapeta.

- Una bomba de anillo líquido vacío-presión (figura 7 dcha.).
- Un motor hidráulico (figura 7 Izda.).
- Conjunto de electroválvulas hidráulicas de maniobra.
- Conjunto de servo-válvulas de cambio de ciclo.
- Colector mixto de alimentación de agua dulce/salada, con sus elementos de seguridad, para el anillo hidráulico de la bomba de vacío.
- Controlador automático de nivel de vacío, regulable mecánicamente, para limitar el vacío máximo adecuado a cada caso.
- Válvula regulable de sobrepresión



Figura 7: Motor hidráulico (izda.) y bomba de anillo líquido (dcha.)

4.2.3 Armario de mando y maniobra

El armario de mando (figura 8) contiene todos los elementos eléctricos y electrónicos para el funcionamiento de la máquina, entre otros: relés térmicos, transformadores, interruptores de temporizador, de comprobación (test), condensadores y la unidad PLC. En la fachada exterior del armario, además de los mandos de pilotaje; marcha, para, vaciado etc., presenta un diagrama de flujo para control de la maniobra revelando su estado a través de diferentes diodos luminiscentes que mejoran la comprensión de su funcionamiento.



Figura 8: Arriba; vista exterior del armario de mando. Abajo izd; cuadro eléctrico. Abajo dcha.; esquema sinóptico.

4.2.4 Colectores de aspiración e impulsión.

Para el trasvase de pescado es necesario un conjunto de mangueras de 200 mm de diámetro que a través de acoplamientos rápidos de acero inoxidable alcanzan la diferente longitud dependiendo de las necesidades de la maniobra.

Elementos comunes para todas las operaciones:

- Manguera de 8 metros de longitud DN 200 con acoplamientos rápidos para aspiración.
- Manguera de 3 metros de longitud DN 200 con acoplamientos rápidos para la descarga.
- Abrazadera de nylon con soporte de acero inoxidable para la sujeción y desplazamiento de la manguera mediante grúa.

Accesorios para extracción de pescado de la red a la bodega del barco:

- Boca de aspiración para el copo. Figura 9



Figura 9: Boca de aspiración y acoplamientos

- Separador de agua pescado (figura 10) construido en acero inoxidable, de fácil desanclado para ser izado a tierra.



Figura 10: Separador de agua/pescado.

Accesorios para la extracción de pescado de la red a los viveros del barco:

- Boca de aspiración para el copo
- Tubo cilíndrico con varillas (figura 11) para separar agua del pescado



Figura 11: Tubo cilíndrico separador agua/pescado

Accesorios para la extracción de pescado de los viveros del barco a tierra.

- Tubo de aspiración para viveros de acero inox.
- Manguera de 7 metros de longitud con acoplamientos rápidos para prolongación de descarga.
- Separador de agua pescado
- Manguera de 20 metros para retorno del agua fría del separador a los viveros

4.3 OPERATIVA DE BOMBEO

El sistema básico de funcionamiento del equipo de bombeo consiste en introducir una presión de vacío en un tanque para acto seguido aspirar el agua junto con el pescado al interior del mismo. Una vez llenado el tanque se invierte el proceso de vacío metiendo presión al tanque y descargando la carga que contiene al punto deseado. Esta inversión de ciclo vacío/presión se obtiene mediante una válvula hidráulica de 4 vías minimizando así al máximo la probabilidad de averías que pudiera tener otro sistema con mayor número de válvulas de una sola vía.

Al ponerse en marcha el sistema, comienza el ciclo de bombeo siguiendo (figuras 12 y 13) los siguientes pasos:

1. El tanque n° 1 es depresionado, como consecuencia de una menor presión dentro del tanque; agua y pescado son succionados al interior del mismo.

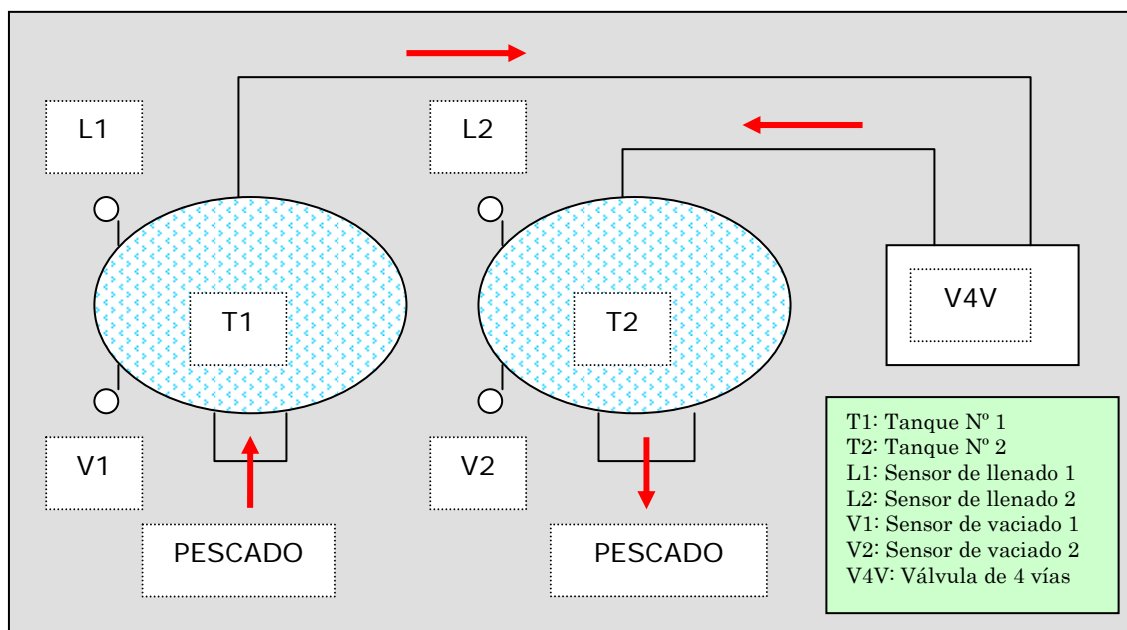


Figura 12: Ciclo de bombeo, paso 1

2. El sensor del tanque 1 registra cuando se ha llenado, el sistema eléctrico cambia la válvula para meter presión en el tanque nº 1 en lugar de aspirar, como consecuencia trasvasa agua y pescado. Al mismo tiempo el tanque nº 2 es depresionado.

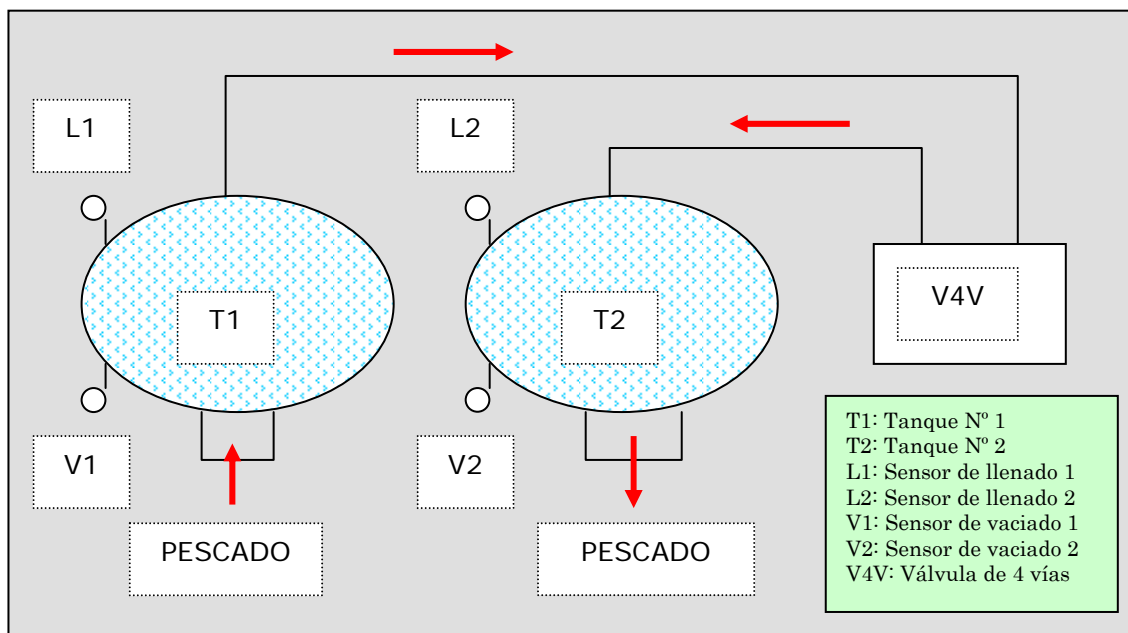


Figura 13: Ciclo de bombeo, paso nº 2

3. El tanque nº 1 es presurizado y vaciado; agua y pescado son propulsados.
4. El sensor inferior del tanque nº1 registra cuando está vacío y la válvula de cuatro vías vuelve nuevamente a la posición de vacío. El tanque nº1 es depresionado. Agua y pescado entran en el tanque hasta que L1 corte la maniobra.

El vaciado y llenado de los tanques se realiza mediante niveles con sensores piezoeléctricos situados en la parte superior e inferior de cada tanque para asegurar un nivel de funcionamiento adecuado incluso en situación adversa de mar con grandes escoras del buque. Además incluye otro sistema de emergencia de funcionamiento por tiempos para llenado del tanque, en caso de fallo en el “sistema de niveles”.

Para variar el comportamiento de la bomba ante diferentes condiciones de trabajo se actúa inicialmente sobre el sistema de control PLC y para variar, en la mar, la capacidad del equipo entre un 10 y un 100% de la potencia nominal tanto de aspiración como de descarga, los equipos disponen de válvulas manuales tipo “by-pass”.

4.4 OPERATIVA DEL CEBO VIVO

La primera campaña, a bordo del buque “Itsas-Lagunak” de Fuenterrabía, tuvo lugar desde el 27 hasta el 31 de julio del 2005. Como pioneros en el uso de las bombas para el trasiego de cebo vivo fue necesario en primer término estimar, entre otros:

- La cantidad de pesca succionada en cada ciclo de bombeo del tanque así como la cantidad en los salabardos empleados en la operativa tradicional.
- La carga de cebo vivo en cada vivero.

Las pruebas de mar revelan que la cantidad de pesca correspondiente a cada ciclo de bombeo es muy variable (80-170 kg), dependiendo de la densidad del pescado en el copo, de la forma en que se disponga éste y del estado de la mar. Esta serie de factores no permite establecer una regla que garantice cantidades homogéneas por ciclo de bombeo. Por tanto se procede a introducir inicialmente por cada vivero dos ciclos de bombeo. A continuación se pasa al llenado de otro vivero mediante otros dos ciclos y así sucesivamente lo que permite conseguir el tiempo necesario para que el vivero o viveros en los que hemos introducido los primeros ciclos estén más reposados y permitan hacer una estima visual sobre el nivel de carga de cevo.



Figura 14: Estima de peces por ciclo

Con el objeto de hacer el seguimiento de la supervivencia del cebo vivo durante las pruebas de mar se monitorizaron la temperatura y el contenido en oxígeno disuelto en el agua de los viveros; también se registraron el estado de la mar y la actividad del barco en sus actividades más comunes: en pesca, ruta a caladero, fondeado en la mar, amarrado en puerto, etc., para controlar aquellos factores susceptibles de afectar a la supervivencia tratando así de inferir posibles causas de mortalidad de ajenas a la operativa del bombeo.

4.4.1 Bomba IRAS

Durante las pruebas realizadas con el sistema de bombeo de la casa Iras a bordo del buque “Itsas Lagunak” se monitorizaron las condiciones ambientales en todos los viveros durante 9 días. Todos los viveros fueron cargados con cebo vivo mediante el sistema de bombeo, excepto los viveros 3 y 7 que fueron llenados mediante el tradicional método del salabardeo, para poder compararlos . En la tabla 3 se observa el metodo de llenado y las características de cada vivero y su carnada.

Tabla 3: Llenado de viveros a bordo del “Itsas-lagunak

Vivero	Capacidad m3	Día	Posición vivero	Especie	Talla cm.	Nivel de carga	Golpes de bomba	Nº salabardos
Vivero 1	10.212	14/09/2005	Proa Babor	verdel	15,28	Medio	5	
Vivero 2	11.247	14/09/2005	Proa Centro	80% verdel + 20% chicharrillo	15,28	Medio	5	
Vivero 3	10.212	14/09/2005	Proa Estribor	Chicharrillo	11,22	Medio		70
Vivero 4	8.062	14/09/2005	Centro Babor	verdel	15,48	Medio	4	
Vivero 5	9.480	14/09/2005	Centro Centro	40% verdel + 60% chicharrillo	15,31	Medio	4	
Vivero 6	8.062	14/09/2005	Centro Estribor	Chicharrillo	15,31	Medio	5	
Vivero 7	9.465	14/09/2005	Popa Babor	50%Chicharrillo + 50% Boga	11,22	Alto		80
Vivero 8	11.124	14/09/2005	Popa Centro	Chicharrillo	15,48	Medio	4	
Vivero 9	9.465	14/09/2005	Popa Estribor	Chicharrillo	15,31	Medio	4	

Tal y como se aprecia en la figura 15, los niveles de oxígeno disuelto en el agua permanecieron dentro del rango óptimo, salvo en dos momentos puntuales. La primera anomalía se detecta en los viveros 3 y 7 que fueron llenados con el método tradicional del salabardo, entre el día 14 y 15 de septiembre, atribuible al stress causado durante la maniobra de llenado de los viveros y a una elevada cantidad de boga pequeña mezclada con la carnada de chicharrillo. Posteriormente cuando la carnada se asentó en el vivero los niveles se recuperaron hasta los valores habituales (entre 5 y 8 mgr/l) según las mediciones efectuadas.

En la siguiente anomalía, entre el 23 y 24 de septiembre, se aprecia una bajada de los niveles de oxígeno en todos los viveros. La causa es la entrada a puerto donde los niveles de oxígeno disuelto en el agua son menores que en mar abierto, por lo tanto el agua que circula por los viveros también experimenta una bajada. Tras abandonar el puerto los niveles se volvieron a recuperar.

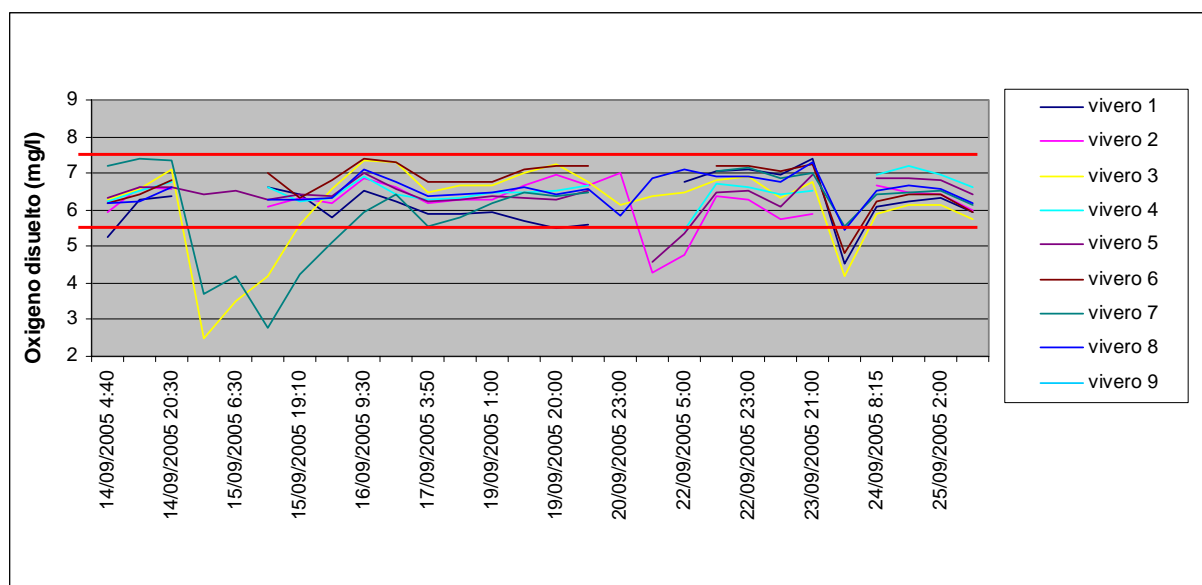


Figura 15: Evolución del oxígeno en viveros del Itsas Lagunak durante las pruebas de la bomba IRAS

La evolución de la temperatura (figura16) oscilo entre los 19,2 y los 21,3° C. No se detecto ninguna anomalía durante la monitorización de este parámetro, por lo que se deduce que tampoco influyo en la mortalidad de la carnada.

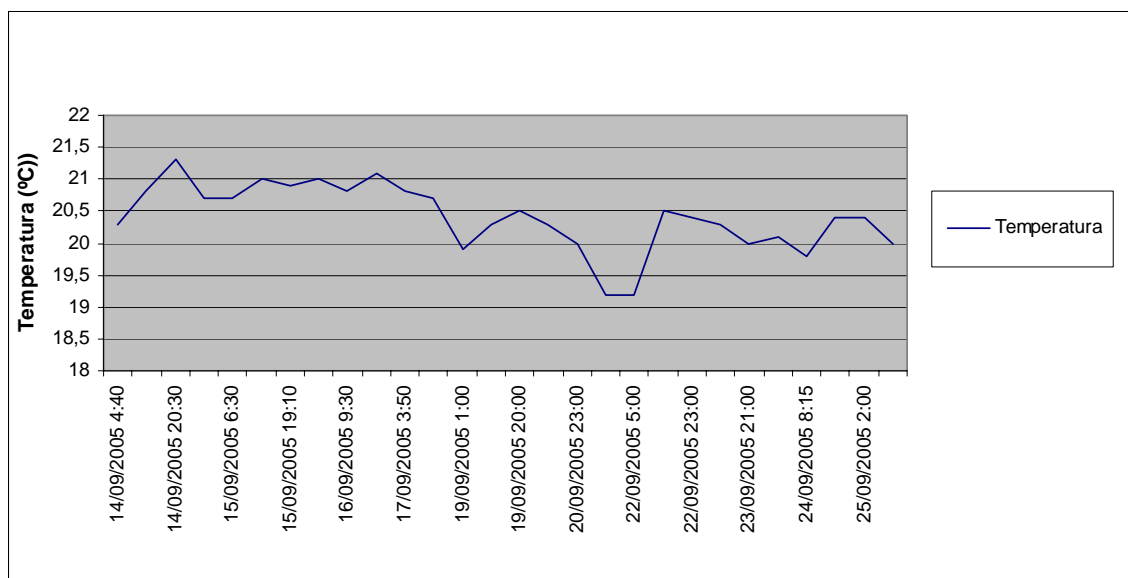


Figura 16: Evolución de la temperatura en los viveros durante las pruebas en el barco “Itsas Lagunak”.

Las condiciones de mar y la actividad del buque, ver figura 17, podían ser otro de los factores ajenos al bombeo que pudieran afectar a la mortalidad de la carnada, en este caso las condiciones meteorológicas durante la campaña fueron favorables predominando los vientos de fuerza 1 en la escala de Beaufort, con máximas de fuerza 3, por lo que no parece que hayan podido tener ningún efecto sobre la mortalidad de la carnada.

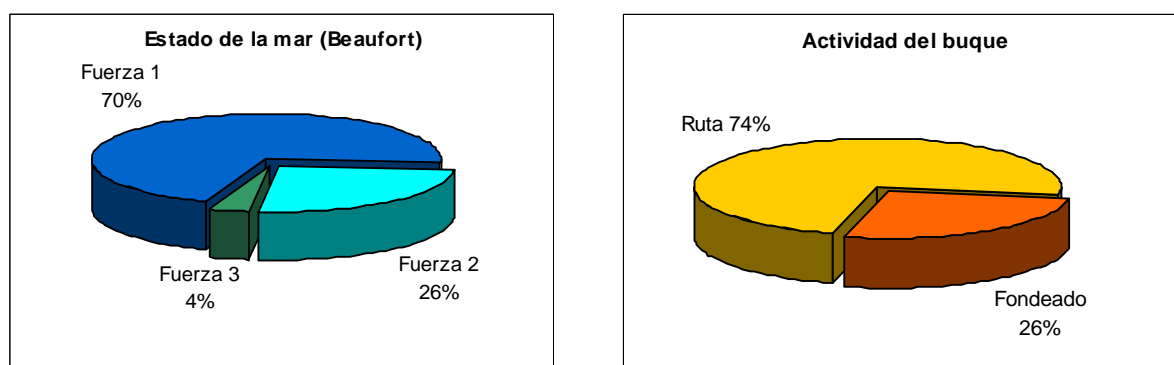


Figura 17: Estado de la mar y actividad del buque.

La mortalidad de la carnada fue muy escasa. Tan solo se detecto una mortalidad moderada en el vivero 7. Esto se debe a que el vivero 7, llenado mediante salabardo, tenía una densidad de carnada superior a lo habitual, además de tener una gran cantidad de boga pequeña. En el grafico que se muestra a continuación (figura 18) se ve reflejado el índice de mortalidad diaria a lo largo de los 9 días en los que se desarrollaron las pruebas.

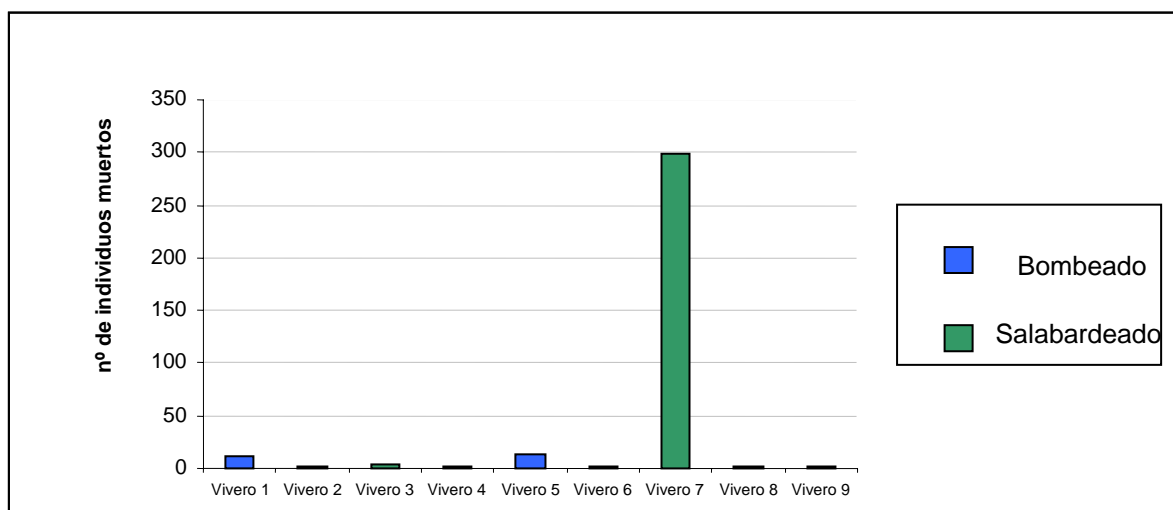


Figura 18: Índice de mortalidad diaria media (número de individuos) del cebo vivo durante las pruebas en los viveros del barco Itsas Lagunak (9 días de observación)

4.4.2 Bomba ATA

Las pruebas de la bomba ATA se efectuaron en tres viveros de la embarcación “Tuku-tuku” de Fuenterrabía

Como se muestra en la figura tres, se presenta la evolución del oxígeno durante dos días en los viveros 1,5 y 7, a bordo del buque “Tuku-Tuku”.

Los viveros 1 y 5 del barco “Tuku-tuku” de Fuenterrabía se llenaron mediante bombeo y el 7 mediante el salabardeo tradicional. En la tabla 4 se muestra el método de llenado y las características de cada vivero y su carnada.

Tabla 4: Llenado de viveros a bordo del “Tuku-tuku”

Vivero	Capacidad	Día	Posición Vivero	Especie	Talla cm.	Nivel de carga	Golpes de bomba	Nº salabardos
Vivero 1	9.000	18/10/2005	Proa Babor	Chicharrillo	15,56	muy alto	8	
Vivero 5	9.000	18/10/2005	Proa Estribor	Chicharrillo	15,56	alto	7	
Vivero 7	9.000	18/10/2005	Popa Babor	Chicharrillo	15,56	escaso		50

Como se muestra en la figura tres, se presenta la evolución del oxígeno durante dos días en los viveros 1,5 y 7, a bordo del buque “Tuku-Tuku”.

El oxígeno disuelto en el agua, se mantuvo dentro del rango de tolerancia, por lo que este factor tuvo una escasa influencia a la mortalidad del cebo. Las primeras horas los niveles (figura 19) permanecieron levemente por debajo del rango óptimo, atribuible al stress de la maniobra de llenado de los viveros. Una vez asentada la carnada, los niveles se recuperan hasta el rango óptimo.

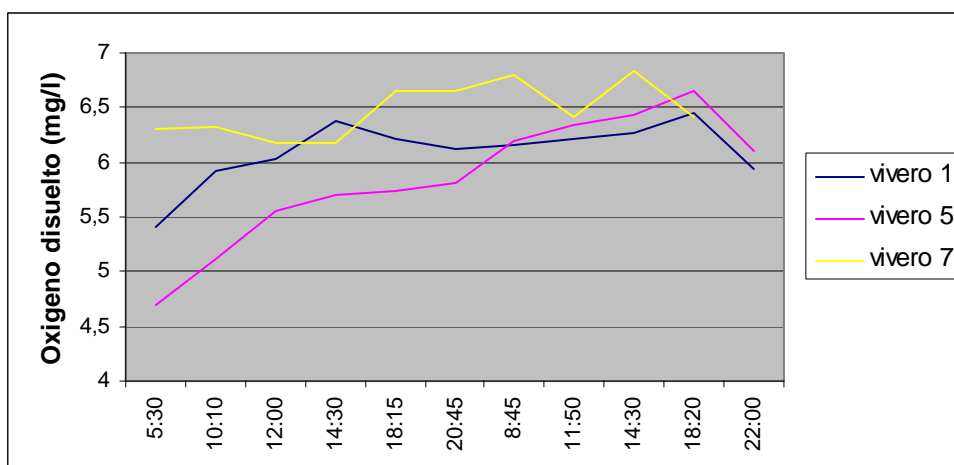


Figura 19: Evolución del oxígeno en viveros del B/Tuku-tuku durante las pruebas de la bomba ATA.

Los registros de la temperatura del agua de los viveros muestran (figura 20) que ésta se mantuvo durante las pruebas por debajo de los 19°C con una leve disminución durante el segundo día.

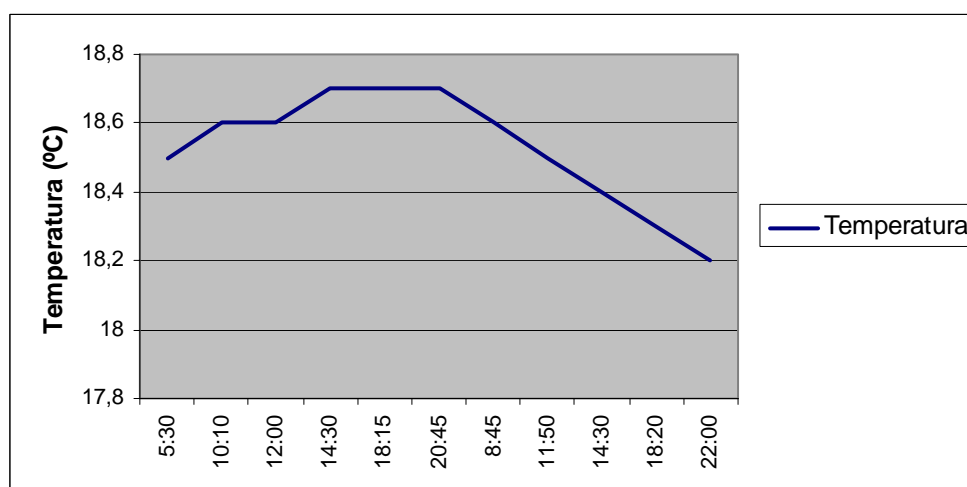


Figura 20: Evolución de la temperatura en agua de los viveros durante las pruebas de la bomba ATA

Las condiciones meteorológicas durante las pruebas (figura 21) fueron favorables predominando los vientos de fuerza 2 en la escala de Beaufort, con máximas y mínimas de entre fuerza 1 y fuerza 4, por lo que se descarta una influencia negativa en la supervivencia de la carnada, en lo que al estado de la mar y actividad del buque se refiere.

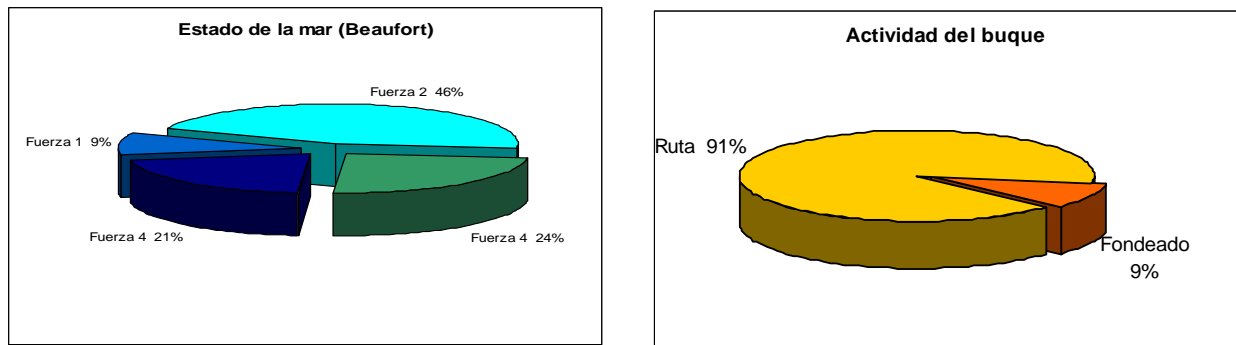


Figura 21: Estado de la mar y actividad del buque

En lo referente a la supervivencia del cebo, ver figura 22, en este caso se registró una muy leve mortalidad de la carnada.

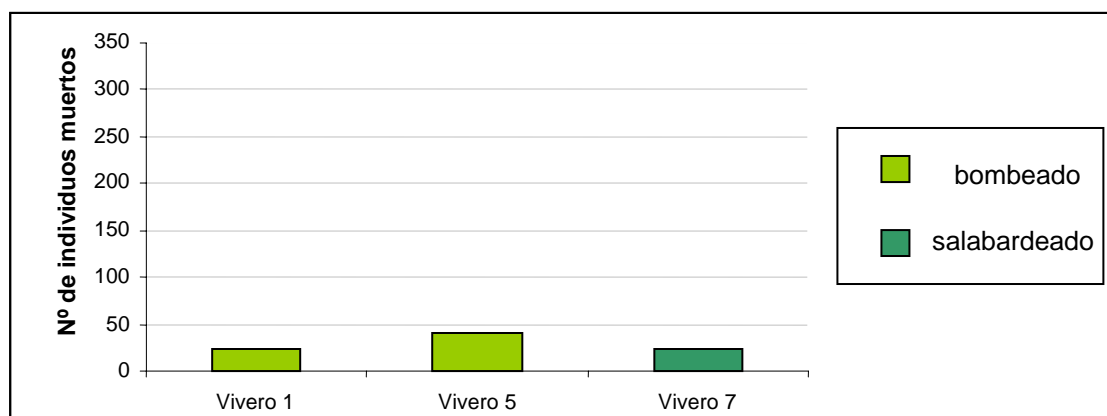


Figura 22: Índice de mortalidad diaria en las pruebas de la bomba ATA

En este caso cabe destacar el alto nivel de carga de los viveros llenados mediante el sistema de bombeo. A pesar de la elevada cantidad de carnada, superior a lo habitual cargado en cada vivero no se detectaron síntomas de mal estado del cebo.

El experimento con este sistema de bombeo, estuvo condicionado por desarrollo de la campaña y no se pudo hacer el seguimiento de los viveros, más allá de dos días debido a una arribada forzosa por mal tiempo por lo que los resultados deben de tomarse con cautela.

4.4.3 BOMBA MMC/TENDOS

En la prueba de la bomba MMC/TENDOS llevada a cabo a bordo del buque Montserrat Berria de Orio todos los viveros fueron llenados con el sistema de bombeo, excepto el vivero 6 que se llenó manualmente mediante el método tradicional del salabardeo. En la tabla 5 se observa el método de llenado y las características de cada vivero y su carnada.

Tabla 5: Características de llenado de viveros a bordo del “Montserrat Berria”

Vivero	Capacidad	Día	Posición vivero	Especie	Talla cm.	Nivel de carga	Golpes de bomba	salabardos
Vivero 3	9.000	10/11/2005	Proa Estribor	Chicharrillo	9	muy alto	6	
Vivero 5	9.000	10/11/2005	Proa Babor	Chicharrillo	9	muy alto	6	
Vivero 6	9.000	10/11/2005	Popa Babor	Chicharrillo	9	medio		50

En la Figura 23 se puede apreciar que los niveles de oxígeno disuelto en el agua permanecen dentro del rango óptimo para la supervivencia de la carnada.

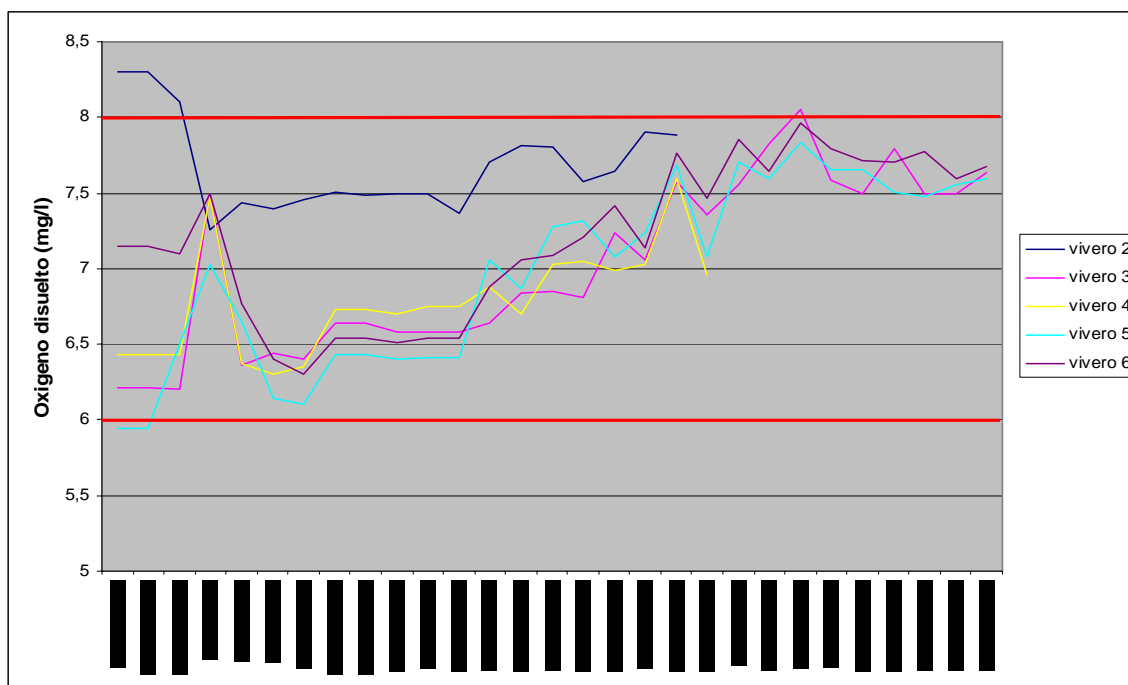


Figura 23: Evolución del oxígeno en viveros del Itsas Lagunak durante las pruebas de la bomba IRAS

Respecto a la temperatura en la figura 24 podemos apreciar que, respecto a los otros experimentos, los valores de temperatura son menores, esto se debe a que las pruebas se realizaron a finales de octubre, por lo que las aguas del Golfo de Vizcaya estaban más frías. En este caso, este parámetro tampoco afectó a la mortalidad de la carnada.

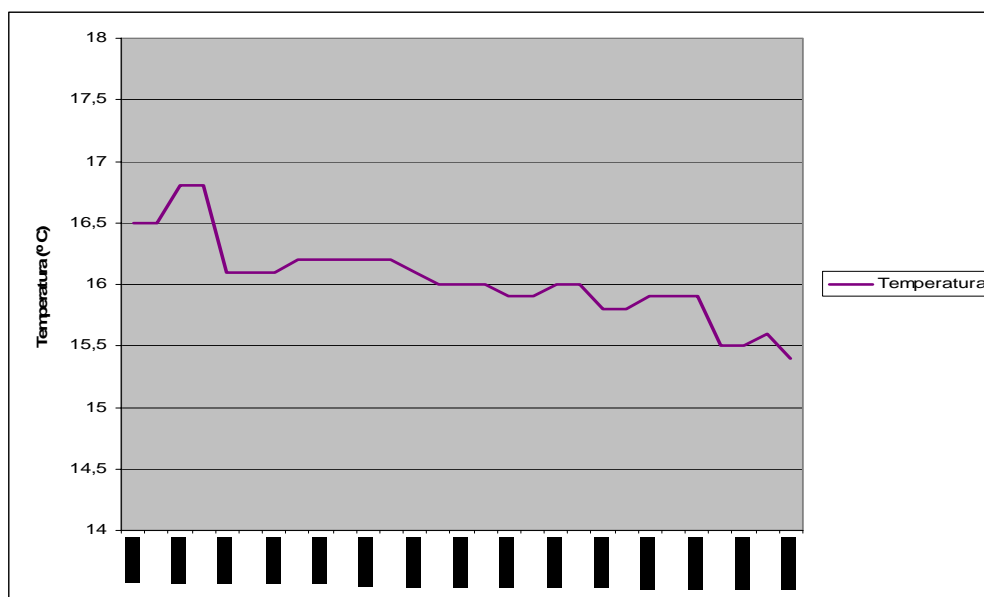


Figura 24: Evolución de la temperatura en agua de los viveros durante las pruebas de la bomba MMC/TENDOS.

Si bien para este experimento la fuerza predominante del viento fue fuerza 1, en la escala de Beaufort, (ver figura 25) cabe destacar el mal tiempo registrado la noche en la que se hizo carnada. Los vientos de hasta fuerza 4, hicieron la maniobra más dificultosa de lo habitual y por tanto un peor embarque de la carnada.

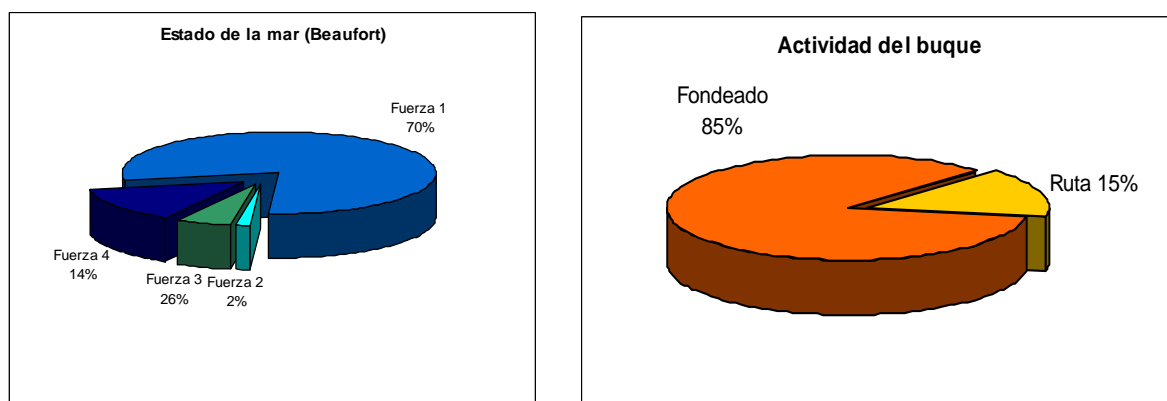


Figura 25: Estado de la mar y actividad del buque.

En esta prueba si se detectó (figura 26) una mortalidad moderada en todos los viveros, particularmente en los llenados mediante bombeo (viveros 3 y 5) pero también en el llenado mediante salabardo (vivero 6). Esta mortalidad probablemente se deba a que la noche en que se pescó la carnada, las condiciones meteorológicas fueran adversas, con vientos de fuerza 4/5, lo que dificultó la maniobra y el embarque de la carnada.

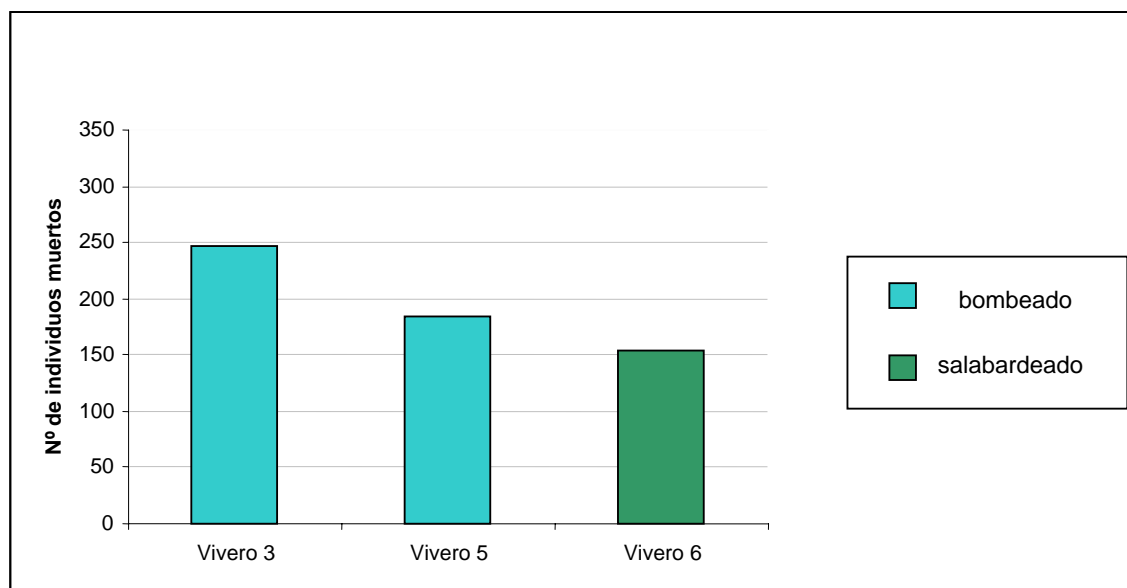


Figura 26: Índice de mortalidad diaria en las pruebas de la bomba MMC/TENDOS

5. DISCUSION

5.1 OPERATIVA DE LAS BOMBAS FRENTE A SALABARDEO.

El empleo de sistemas de bombeo, permite realizar la maniobra de llenado de los viveros con cebo vivo, reduciendo significativamente el numero de tripulantes, ya que no es necesario que toda la tripulación intervenga formando una cadena humana, para el trasiego de los salabardos hasta los diferentes viveros. Así con seis tripulantes sería suficiente para poder realizar la maniobra de embarque de cebo vivo. También se reduce el esfuerzo físico que deben realizar los marineros, mejorando las condiciones de confort y seguridad durante esta fase de la pesca. No obstante deben de aplicarse medidas correctoras que minimicen o eliminen los riesgos emergentes asociados a la maniobra como son:

- Movimientos bruscos de los colectores de descarga en viveros.
- Accionamiento intempestivo.
- Pesos suspendidos

En terminos de confort las ventajas en el empleo de bombas para la obtención de cevo vivo es considerable pero deben de aplicarse medidas correctoras que moderen los riesgos emergentes asociados a la maniobra como son los movimientos

Durante los distintas pruebas se ha observado, que los buques provistos de una grúa auxiliar en la proa tienen más facilidad para mover los distintos tubos del sistema de bombas, permitiendo realizar la operación con mayor seguridad y rapidez .

De acuerdo con los registros realizados un vivero de tamaño medio (9 m³) se llena en 1-3 minutos frente a los 12-15 minutos empleados por el sistema manual de salabardeo. Mediante el sistema de bombeo, si el lance cuenta con la cantidad

necesaria de pescado vivo se pueden completar con éxito todos los viveros de la embarcación en 18-20 minutos.

En el caso del salabardeo manual serían necesarios al menos dos lances para completar todos los viveros. Ello es debido a que dado el mayor tiempo necesario para embarcar manualmente la carnada, en un primer lance y pasado cierto tiempo de salabardeo, el pescado vivo que permanece en el copo no está en condiciones de ser mantenido en los viveros con garantías de supervivencia. Ello está posiblemente relacionado con el stress experimentado por el constreñimiento de los peces en el copo durante un tiempo prolongado y en la operación de salabardeo.

Para determinar el número de individuos bombeados al vivero se consideró la posibilidad de instalar un contador de tubería. Para verificar el conteo es necesaria una unidad de registro y el máximo de agua que puede pasar por ella es $\frac{1}{4}$ del diámetro de la tubería por lo que resulta necesario además un sistema de separación de agua. Posterior al separador de agua y previo a la unidad de registro es necesario colocar otro tramo de tubería con una inclinación del 25% para que los peces alcancen una velocidad estable de paso de 2 a 4 m/seg necesaria para su conteo. La falta del espacio apropiado para que la instalación ofreciera garantías de funcionamiento desestimó su instalación a bordo de los barcos objeto de las pruebas.

5.2 DIFERENCIAS EN LA OPERATIVA ENTRE BOMBAS

La respuesta de los tres equipos testados ha sido buena en los tres casos de estudio.

No se aprecian indicios claros que pudieran determinar un mejor rendimiento de un sistema de bombeo con respecto a otro. Para obtener la hermeticidad necesaria dentro del tanque se ofrecen dos soluciones técnicas bien diferenciadas como son el empleo de válvulas de “clapeta de goma” o de “guillotina”. Las válvulas de clapeta de goma se abren y cierran en el acto ya que responden a la presencia o ausencia de presión en el interior del tanque sin necesidad de un mecanismo de actuación extra (compresor neumático).



Imagen 10: válvula de tipo “guillotina” (izq.) y “clapeta” de goma (dcha.).

La ventaja operativa, sin embargo, ha venido del empleo de un equipo auxiliar ajeno a las bombas; la grua de proa, revelandose esencial para una puesta en práctica más segura, rápida y eficaz.

La comparativa general de los cuatro sistemas de trasvase del cebo empleados esta esquematizada en la tabla 6.

Tabla 6: Tabla comparativa entre la operativa de las diferentes bombas empleadas en las pruebas de supervivencia y su comparación frente a la maniobra manual de salabardeo

COMPARATIVA				
BOMBA				MANUAL
	ATA	IRAS	MMC	
Tiempo llenado (min)	1/3	1/3	1/3	12/15
Maniobra*	Regular	Buena	Regular	Mal
Calidad pesca	Buena	Buena	Buena	Regular
Densidad pesca	Mayor	Mayor	Mayor	Menor
Integración a bordo	Regular	Bien	Bien	Bien
Espacio físico	Muy Bien	Bien	Bien	Bien
Equip. auxiliar	Compresor	No necesita	Compresor	No
Valvulas	Guillotinas	Clapeta	Guillotina	No
Confort del usuario	Si	Si	Si	No
Estrés térmico	No	No	No	Si
Mayor descanso	Si	Si	Si	No
Personal asignado a la maniobra	6	6	6	16
Manipulación de pesos suspendidos	Si	Si	Si	No
Accionamiento sin aviso previo	Si	Si	Si	No
Movimientos intempestivo	Si	Si	Si	No

De esta comparativa merecen ser destacados los siguientes aspectos:

- Los riesgos emergentes detectados: La manipulación de pesos suspendidos debe de complementarse con el empleo de una grúa auxiliar para garantizar la seguridad e incrementar la productividad.

- Dado que los ruidos de cubierta debidos al motor y maquinarias o el propio viento, es alto, muchas veces no se escucha el aviso de que va a iniciarse el trasiego de cebo por lo que sería apropiado corregir este defecto instalando algún tipo de alarma visual

5.3 SUPERVIVENCIA DEL CEBO

Uno de los objetivos genericos, era comprobar las diferencias en la supervivencia de la carnada utilizando los diferentes sistemas de bombeo, frente al metodo tradicional de llenado con salabardos. Tras realizar las pruebas pertinentes con cada uno de los sistemas de bombeo, no se han detectado indicios relevantes de que estos sistemas afecten a la mortalidad de la carnada, ya que no se ha registrado ninguna mortalidad significativa, salvo en el vivero numero 7 del buque “Itsas-lagunak” de donde se extrajeron 56 kilos de carnada muerta. Este vivero fue llenado mediante el tradicional método del salabardeo y además tenía un gran contenido de boga pequeña; el stress de la maniobra y una gran cantidad de individuos en el vivero fueron la causa de esta mortalidad puntual.

Cabe destacar, que las pruebas se realizaron con distintas especies como, chicharrillo y verdel pequeño o pelicato. En todos los casos las experiencias resultaron satisfactorias. La única especie con la que no se pudo probar los sistemas de bombeo fue la anchoa, debido a la veda a la que fue sometida durante el año 2005.

Podemos afirmar que en la operativa de trasiego de cebo vivo mediante el uso de sistemas de bombeo, frente al tradicional salabardeo, no se aprecian diferencias significativas en cuanto a la supervivencia de la carnada se refiere, por lo que se concluye, que todos los sistemas de bombeo testados son perfectamente válidos para el trasiego de cebo vivo para este subsector de la flota vasca.