

Egoitza / Sede Bizkaia

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

Egoitza / Sede Gipuzkoa

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

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



Diseño y validación de modificaciones en el arte de arrastre y equipo propulsor con vistas a la minimización de gastos energéticos

Informe final

para:

Lagun Talde, S.A.

Sr. Arnaitz Burgoa

Sukarrieta, 9 octubre de 2006

Tipo documento Informe final
Título documento Título del informe
Fecha 23/08/2006
Proyecto Diseño y validación de modificaciones en el arte de arrastre y equipo propulsor con vistas a la minimización de gastos energéticos
Código ATM2005MINERG
Cliente Lagun Talde, S.A.

Equipo de proyecto: José María Ferarios Lázaro

Responsable proyecto José María Ferarios Lázaro

Revisado por Esteban Puente Picó

Fecha

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	4
2.	OBJETIVOS	6
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	7
4.	RESULTADOS	12
	<i>4.1 Descripción de artes de pesca</i>	<i>12</i>
	<i>4.2 Descripción técnicas de los materiales empleados</i>	<i>16</i>
	<i>4.3 Geometría y tracción de los artes</i>	<i>21</i>
	<i>4.4 Comparativa de consumos asociado a cada arte</i>	<i>53</i>
	<i>4.5 Consumo del arte "OMEGA" asociado a capturas retenidas</i>	<i>55</i>
	<i>4.6 Consumos por optimización de la motorización</i>	<i>56</i>
5.	CONCLUSIONES	58
6.	BIBLIOGRAFIA	59
7.	ANEXO	60

1. ANTECEDENTES

La modalidad de pesca de arrastre en el País Vasco es clave para el subsector de “altura al fresco”.

El sistema de pesca de arrastre clásico empleado por la flota de arrastre al fresco es cononocido como “baka” y se caracteriza, entre otros, por:

- Puertas de madera rectangulares de poca fuerza hidrodinámica.
- Malletas excesivamente dimensionadas en longitud (400 m.) y ángulos de ataque $< 12^\circ$.
- Arte de construcción simple, dos paños (sup. e inf.), con malleros de nylon de 90 y 100 mm. de luz de malla.
- Peso de los paños de 250 kg.
- Reparaciones relativamente fáciles y frecuentes en su ocurrencia.

El importante aumento de precio del petróleo está generando gastos de explotación del buque en concepto de carburante que alcanzan niveles de entorno al 50%. A título de ejemplo, el consumo de carburante para un arrastrero de litoral que faenan con arte simple (baka) en arrastre puede situarse en torno a 3,3 Tns/día en pesca a 3 nudos y de 4,2 Tns/día en navegación a 11 nudos. Con esta estima el coste mensual (arrastre+navegación) sería de 40.000 €dependiendo del caladero.

El ajuste de la velocidad del barco en arrastre se fija en función de la velocidad GPS. Esta referencia de velocidad no considera las corrientes submarinas que, unas veces a favor y otras en contra, actúan sobre los parámetros operacionales del arte pudiendo generar un consumo innecesario de combustible además de una pérdida de capturas. El empleo de sensores de velocidad de filtrado permite ajustar la velocidad del barco a la velocidad de filtrado del arte en función de las corrientes y la propia capacidad que, por su diseño, permite el arte.

Los fabricantes de paños de red están inmersos en la aplicación de fibras cada vez más ligeras y resistentes que permitan reducir los diámetros de los hilos para obtener en conjunto una menor resistencia del sistema de pesca a la tracción. De igual modo, los constructores de redes avanzan en diseños más evolucionados persiguiendo el mismo objetivo.

Este proyecto trata de valorar técnicamente diferentes modificaciones en el arte de arrastre para conseguir reducir los consumos energéticos de las embarcaciones. En última instancia se persigue con ello una minimización del impacto ambiental debido a la combustión de gasoil y una optimización económica de la actividad extractiva vía reducción del coste en concepto de combustible. De igual modo, eliminar el consumo extra de los auxiliares empleados para generar corriente eléctrica y maniobras de virado/largado mediante un variador hidráulico acoplado al reductor puede suponer una reducción considerable de carburante.

2. OBJETIVOS

El objetivo genérico de este proyecto es minimizar el gasto energético de los barcos de arrastre aplicando y evaluando las prestaciones técnicas de un sistema de arrastre que reduzca las resistencias a la tracción. Además se ha buscado eliminar el consumo de dos motores auxiliares mediante un variador hidráulico que acoplado al motor reductor abastezca de fuerza motriz para al alternador (24 horas de funcionamiento diario) y las bombas del motor de las maquinillas de virado del arte y los carreteles de red (4 horas al días).

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Reducir la resistencia total del sistema al arrastre.
- Disminuir el área de barrido acortando la longitud de malletas.
- Optimizar la velocidad de filtrado de la red de arrastre.
- Adecuar el ángulo de ataque de las malletas a la nueva geometría del arte de pesca.
- Establecer la eficiencia de pesca comparada entre el sistema de pesca tradicional y el modificado.
- Verificar el consumo de combustible en arrastre con artes tradicionales y el prototipo de arte alternativo.
- Valorar el ahorro de combustible por optimización en la motorización del barco.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del presente estudio se han realizado nuevos diseños de redes de arrastre. En primer lugar mediante software específico PLANCHALUT de diseño de artes de arrastre se introdujo el modelo de arte clásico denominado “Baka” para identificar sus parámetros más significativos, entre otros:

- Resistencia que ofrece a diferentes velocidades (Tns)
- Area sólida (m²)
- Peso de los paños (Kg)
- Dimensiones de hilos por zonas (R-tex)

Posteriormente se plantearon varios diseños alternativos en base a la reducción de su resistencia a la tracción. A continuación fue necesario realizar una búsqueda de materiales más ligeros y resistentes que acompañaran al objetivo del nuevo diseño.

Una vez definido el modelo alternativo preliminar se realizó una simulación numérica mediante el software de simulación DYNAMIT (ver figura 3) para obtener información global sobre la geometría y tensiones relativas a los artes “baka” y modelo alternativo. Dado que los modelos numéricos obvian muchos efectos físicos de los objetos simulados (artes de arrastre, puertas, etc.) y sus comportamientos se representan asumiendo algunas aproximaciones debido a las limitaciones tanto de los instrumentos de cálculo como de nuestro conocimiento técnico, se han realizado

dos campañas de mar a bordo del buque LASTI de Ondarroa (3-VI-5-7-91) para verificar en las pruebas de mar las estimas de las simulaciones. La primera campaña con salida el día 19 y llegada el 23 de mayo de 2006; la segunda campaña se realizó desde el día 11 hasta el 16 de julio de 2006.

Para monitorizar la geometría y tensiones de las artes se ha empleado el equipo de control SCANMAR (tabla 1). El sistema de recepción y de presentación está compuesto por una unidad receptora (SUR6) y una unidad de presentación (GM15) para la presentación de información y la interface de usuario. El sistema fue autorizado por Hispanova Marine Cantabria, S.A. mediante licencia de software para la recepción simultánea de las señales de hasta 14 sensores y la exportación de datos NMEA.

Tipo de sensor	Posición de montaje	Descripción	Configuración Código/canal
Distancia 1 + MTR	Puertas de arrastre	MC6-A110	C1/CH1
Distancia 2 + MTR	Alas o bandas del arte	HC4-A144	C4/CH6
Sonda de red	Centro de relinga de flotación	MCS-TS150	C3/CH5
Tensiómetro 1	Intersección de pies de gallo de la puerta y malleta	HC4-A144TM	C5/CH3
Tensiómetro 2	Intersección de pies de gallo de la puerta y malleta	HC4-A144TM	C2/CH5
Profundidad	Relinga de flotación	HC4-D6	C2/CH1
Velocidad y simetría	Centro de relinga de flotación	HC4-TSP	C5/CH4

Tabla 1. Sensores SCANMAR empleados para la monitorización del arte

Para verificar la tracción o peso de los artes se utilizaron dos grilletes de tensión conectados a sensores Scanmar (figura 1) con capacidad de medición hasta valores

máximos de 12 toneladas. Se instalaron en la unión de la malleta con los “pies de gallo” de cada puerta.



Figura 1. Sensores de tensión SCANMAR.

De regreso de campaña toda la información referente a los parámetros operacionales¹ del arte se ha procesado a partir de la exportación de datos NMEA

¹ Los parámetros operacionales del arte de pesca más relevantes y observados en cada lance han sido:

- Distancia horizontal de separación entre las puertas de arrastre.
- Distancia horizontal de separación entre los calones del arte.
- Tensión del arte medida en la unión de los “pies de gallo” con las malletas.
- Distancia vertical desde el centro de la relinga de flotación hasta el fondo.

junto con otros parámetros relativos a las características del lance (fecha, hora, duración, tipo de arte, etc.).

Dos contadores de gasoleo tipo VZO 15 RC 130/16 del fabricante AQUAMETRO AG instalados en la máquina han permitido medir el consumo de gasóleo. Se basan en el principio del pistón rotativo que permite una medida exacta del volumen con independencia de la viscosidad del fluido. La lectura de consumos fue comprobada en cada lance así como en otras situaciones de interés tales como rutas, consumo total diario etc. Uno de los contadores se instaló en la salida del tanque para el servicio diario de combustible (figura 2) y otro en el tanque de retorno de manera que el combustible que no ha sido consumido no se cuantifique. La diferencia entre ambas mediciones nos ha permitido conocer el gasóleo consumido en el tiempo considerado.



Figura 2: Contador de gasoleo instalado en la salida del tanque de combustible de servicio diario para la medición de consumos.

Para la construcción del arte se realizó una búsqueda de materiales que en la relación calidad/precio pudieran alcanzar los objetivos propuestos y así se emplearon fibras y cabos especiales de alta tenacidad² y resistencia³. En el plan alto del arte se utilizó red de polietileno (PE) denominada polytair OMEGA, (en adelante OMEGA) y en el plan bajo red de hilo trenzado de nylon PA (poliamida). En la relinga de flotación y cabos de refuerzo (costadillos) se emplearon fibras de Dyneema en cabos de 18 y 14 mm de diámetro respectivamente.

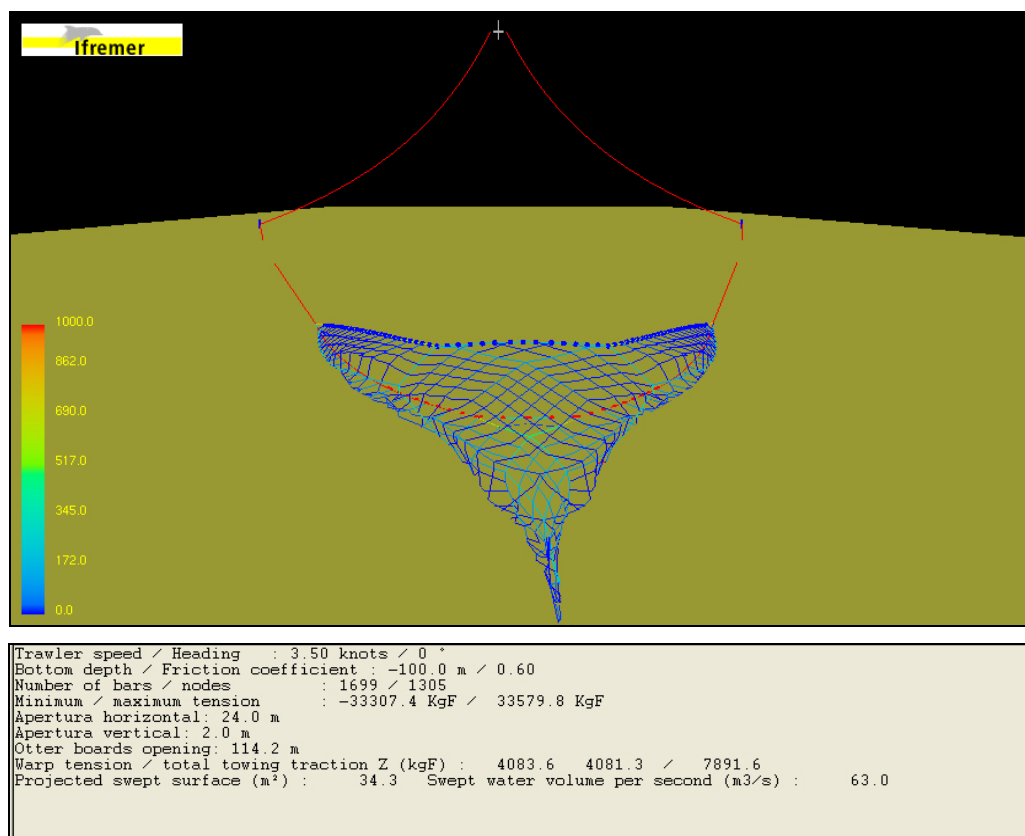


Figura 3. Diseño de arte OMEGA mediante software de simulación dinámica DynamiT y estima de valores para una situación determinada.

² Fuerza de resistencia a la rotura en términos de la numeración del hilo

³ Es la fuerza máxima por unidad de área (sección) que puede soportar el material hasta romperse.

4. RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ARTES DE PESCA

De modo general (1993 Seafish) en la pesca de arrastre se consume un 94% del combustible en remolcar el arte y un 6% en propulsar el barco. Para avalar esto se realizaron pruebas en la mar con redes a plena escala y en el canal de ensayos con modelos a escala, con objeto de medir que porcentaje de la resistencia total, consume cada componente en un arte de arrastre. Existen grandes variaciones, dependiendo de la clase de pesca, tamaño del arte y tipo, así como de la naturaleza del fondo pero de modo general queda establecida la siguiente división de la resistencia en un arte de arrastre (tabla 2):

Red de arrastre	53%
Puertas de arrastre	25%
Burlón	8%
Malletas y vientos	7%
Cables de tracción	4%
Flotación	3%

Tabla 2. Resistencia a la tracción de artes de arrastre.

Según el sistema de Clasificación Estadística Internacional Estandar de Artes de Pesca, el modelo de arte objeto de este estudio corresponde al denominado “arrastre

de fondo con puertas” cuya abreviación es el acrónimo O.T.B. del inglés “Otter Trawl Bottom” siendo uno de los más empleados por la flota de arrastre en la CAPV. Se trata del arte denominado “baka” y se caracteriza por su sencillez en el armado y un relativo fácil manejo. El arte alternativo es igualmente un arte de fondo cuyas medidas generales son similares pero con diferencias notables en diseño y materiales.

El arte “baka” más generalizado en la flota de arrastre (anexo Pág. 62) está diseñado en dos secciones de red o tapas construidas íntegramente con materiales de poliamida o nylon (*Engines & techniques de pêche*).

- El plan inferior utiliza mallas de 90 mm de luz y 2632R⁴Tex de 1,9 mm. de diámetro. El sistema recomendado por ISO se llama Tex⁵.
- El plan superior lo forman cinco secciones. Desde las bandas hasta la unión de la visera emplea mallas de 200 mm y 1724R-⁴Tex. En la visera emplea la misma malla pero de 2632R-⁴Tex. El antecopo es del mismo material pero con mallero de 90 mm de luz. La longitud de la relinga de flotación y el burlón es de 81 y 100 metros respectivamente.

En el arte alternativo OMEGA (anexo Pág.61), las dimensiones de relinga de flotación y burlón son iguales que en el arte “baka” y solo se ha modificado el plan alto tanto en diseño como en materiales. El plan bajo del arte es idéntico al arte clásico. La diferencia más notable del arte es la sustitución de fibras de poliamida

⁴ RTEX es la masa en gramos de 1000 m de Uproducto final expresado en m/kg

⁵ TEX es la unidad de medida que expresa la masa en gramos de 1 kilómetro de la fibra primaria del hilo de que se trate: 1 TEX = 1 gramo/ 1000 m.

por polietileno que por su mayor resistencia a la rotura ha permitido reducir los diámetros del hilo empleado. Por otra parte el diseño ha variado empleando mallas más grandes con el objeto de aumentar la filtración del agua y reducir la resistencia a la tracción.

Con el objeto de facilitar los trabajos en cubierta el copo empleado (figura 4) para las pruebas fue el que se utiliza habitualmente en la pesquería por lo que solo hubo de cambiarse en función del arte objeto de estudio.

El copo está construido enteramente en hilo doble de 4 mm de \varnothing diámetro de polyestil de 120 mm de longitud de malla con luz de 100 mm. Tiene una longitud de 10 metros con 50 mallas útiles sobre un ancho de 56.

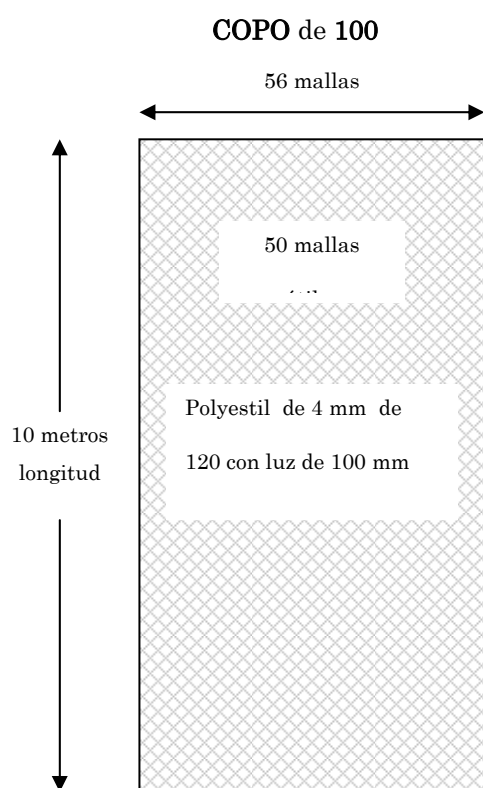


Figura 4: Esquema del copo e instante de su izado a bordo.

La puerta (figura 5) empleada para las pruebas de mar ha sido el modelo Polyfoil de Morgère cuyas características principales se exponen a continuación:

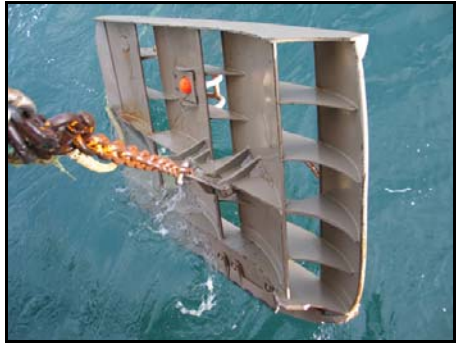
MARCA	Morgère	
Modelo	Polyfoil	
Tipo	PF	
Largo	2500	
Alto	1450	
Peso	600	
Superficie	3.6	

Figura 5: Características principales de la puerta Morgère Polyfoil.

Los coeficientes de la puerta Morgère, modelo Polyfoil se muestran en la tabla 3. En la columna del coeficiente de fuerza de escora CL se aprecia que la fuerza de escora es mayor cuando el ángulo de ataque (ángulo que forma la quilla con la dirección de arrastre) es de 43° siendo el valor del coeficiente de resistencia al arrastre CD de 0,92.

Angulo de Ataque	CL1	CD2	CL/CD3
30°	0,99	0,56	1,76
35°	1,15	0,67	1,71
40°	1,29	0,85	1,51
43°	1,33	0,92	1,44
45°	1,30	0,90	

Tabla 3: Relación entre el ángulo de ataque y los coeficientes CL, CD y CL/CD facilitados por el fabricante.

4.2 DESCRIPCION TECNICA DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

A continuación, en la tabla 4 se muestran las características principales de los diferentes materiales de red empleados.

Material referencia	PE Alta Tenacidad Polytair OMEGA	PA Nylon 8842	PA Nylon 8843
Diámetro del hilo (mm)	1.3	1.8	2.5
Tipo de malla	Diamante	Diamante	Diamante
Tipo de tejido	Trenzado	Trenzado	Trenzado
Color	Anaranjado	Blanco	Blanco
Nudo	Simple	Simple	Simple
R.Tex (g/1000m)	1300	1724	2632
Runnage ⁶ m/Kg	769	580	380
Resistencia (kg)	85	102	145
Fabricante	Eurored	Tecnored	Tecnored
Estado	Nuevo	Nuevo	Nuevo

Tabla 4 : Comparación de las características de los materiales de red empleados

La fibra OMEGA es un producto de alta tenacidad fabricado con polietileno de 11.5 gramos/Dennier⁷ lo que supone una de las de más alta resistencia que se ofrece en el mercado después de la fibra de Dyneema. La alta tenacidad comienza a partir de los

⁶ El “runnage” se refiere al hilo final y se expresa en m/kg. Es una alternativa del Rtex.

⁷ Dennier: El Dennier es una medida que se utiliza en el sector textil y viene a medir el diámetro del hilo o la fibra. Es una relación entre el peso y la longitud del filamento. En base a esto, cuando decimos que un filamento es de 1 Dennier significa que 9.000 metros de ese hilo pesan 1 gramo.

6,5 gr/Dn. La elección de este material frente a otros viene dada por su gran resistencia en diámetros menores (tabla 5).

Diametro	Resistencia (kg)	Runnage (m/kg)
1,3 mm	85	769
1,8 mm	116	555
2,5 mm	208	295
3,0 mm	294	238
4,0 mm	410	143

Tabla 5: PE Polytait OMEGA características de resistencia y de runnage.

Diámetro Ø mm	Peso Kg/100m	Carga de rotura Referencia SK 60	Carga de rotura Referencia SK 75
10	5,7	7,2	9,1
12	8	10,4	13
14	11	14,1	17,6
18	14	17,8	22,2
20	18	22,4	28

Tabla 6. Características cuerda de dyneema

La relinga de flotación mide 81 metros en ambos artes. En el arte baka es un cabo de polipropileno (PP) semialambrado de cuatro cordones con 25 mm Ø total y pesa 90 kilos. En el arte alternativo se forma con un cabo de Dyneema de 18 mm Ø con un peso de 32 kilos (figura 6). En ella se fijan 30 flotadores de 240 mm Ø con una flotabilidad de 6 kg/unidad.



Figura 6. Detalles de la relinga de flotación: arriba, armado en la fábrica de redes INAS MUGICA de Berriatua (Vizcaya).

El cabo de refuerzo se construyó en poliestil de 24 mm Ø con un peso total de 34 kg frente a los construidos en Dyneema de 14 mm Ø con un peso de 17 kg. (figura 7)

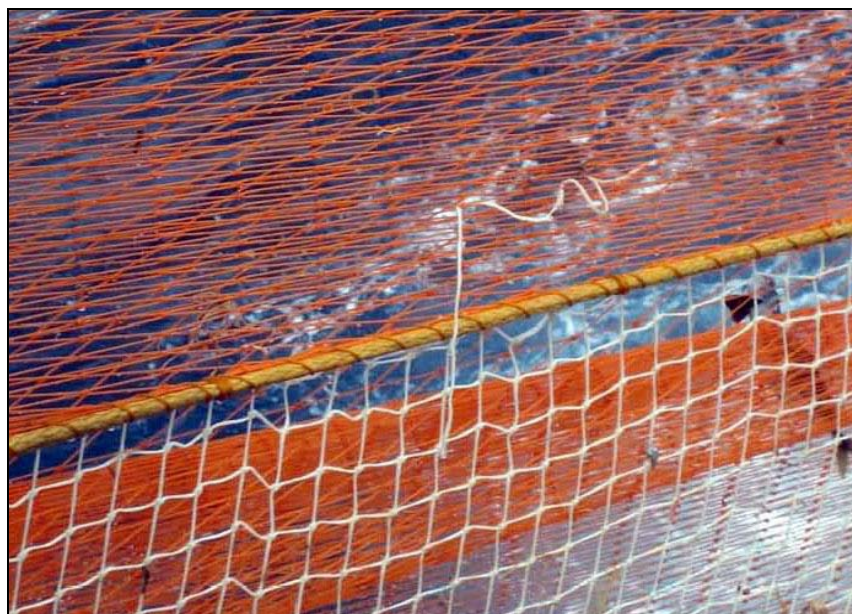


Figura 7. Plan alto de red OMEGA (PE), cabos de refuerzo en Dyneema y plan bajo en nylon (PA)

El burlón del arte OMEGA tiene una longitud de 100 metros y un peso total de 340 kg. (figura 8). Está compuesto por cable de 18 mm Ø de 1,12 kg/m forrado con poliestil lastrado de 18 mm Ø y 0,370 kg/m.



Figura 8. Detalles de burlón lastrado del arte OMEGA y lastre adicional de cadena

Tras finalizar el primer arrastre con el arte OMEGA de tres horas y diez minutos de duración no se apreciaron marcas de desgaste en el burlón por lo que se resolvió fijar en su parte central 10 metros de cadena de 10 mm de diámetro.

El burlón del arte clásico tiene 100 m. un peso total de 200 kg. La composición del burlón es un cable de 18 mm Ø con un peso total (incluida la ferretería) de 120 kg forrado con poliestil de 16 Ø y un peso de 60 kg.

Ha habido por tanto una diferencia importante en el lastrado de los artes de pesca comparados. El arte OMEGA esta guarnecido de un burlón 140 kg más pesado lo que en principio, sin atender a los factores de diseño y materiales le otorgaría una resistencia mayor a la tracción.

Las características principales de cada arte se exponen en la tabla 7:

	ARTE “BAKA”	ARTE “OMEGA”
Puertas	Morgere Polyfoil (2500 x 1450 cm, 600 kg) Area 3.6 m ²	
Malletas	340 m poliestil semialambrado de 4 cordones	
Relinga de burlón	Paño armado directamente a burlón	
Burlón	100 m de cable de acero y 18 mm Ø forrado de poliestil aplomado de 18 mm Ø .Peso total 340 Kg	100 m de cable de acero y 18 mm Ø forrado de poliestil de 16 mm Ø. Peso total 200 Kg
Relinga flotación	81 m de polipropileno semialambrado 25 mm Ø y 90 kg	81 m dyneema 18 mm Ø y 32 kg
Flotación	30 flotadores de 240 mm Ø; 6 kg de flotabilidad y 2,5 kg de peso	
Círculo de pesca	72,2 metros	82,6 metros
Bandas	326 mallas de 10 cm PA	167 mallas de 20 cm PE OMEGA
Visera	105 mallas de 100 mm PA 2632 Rtex	65 mallas de 150 mm PE 1300Rtex
Manga	1 sección de 250 mallas de alto en PA de 90 mm de longitud nominal de malla (1724 Rtex).	2 secciones de 100 y 200 mallas de PE OMEGA. La primera de 150 mm y la segunda de 120 mm de longitud nominal de malla (1300 Rtex).
Plan bajo	350 mallas de 90 mm PA.(2632 Rtex).Comienza en 380 mallas y termina en 100	
Copo	56 mallas de ancho (50 útiles) en Poliestil de 4 mm de Ø y 120 mm de abertura nominal de malla con luz de 100 mm.	
Area sólida	159,44 m ²	117,97 m ²
Peso paños	223 kg	178,77 kg
Peso arte	738 kg	569 kg

Tabla 7. Características generales de los artes y aparejos

4.3 GEOMETRIA Y TRACCIÓN DE LOS ARTES

Para el presente estudio se han registrado más de 19.000 mediciones automáticas de los sensores de monitorización de red SCANMAR (tabla 8)

Lance	Muestras	Válidas	Dist.	Calones	Tens 1	Tens 2	Sonda	Total
1	445	41 %	12	15	46	48	60	181
2	2296	60 %	168	161	261	259	520	1369
3	1143	68 %	113	113	113	113	311	763
4	2171	56 %	197	152/164	199	197	461	1206
5	3505	62 %	318	321	320	320	879	2158
6	4000	58 %	346	348	344	344	955	2337
7	4505	59 %	396	396	397	396	1088	2673
8	990	61 %	89	90	89	89	246	603
Total	19055	59 %	1639	1596	1769	1766	4520	11290

Tabla 8. Registro general de datos procedentes de la unidad receptora SCANMAR

De las muestras tomadas sólo un 59 % contiene información útil para el estudio. Se realiza una clasificación de las mediciones útiles en función de la información que aportan. Así, dispusimos de:

- Distancia horizontal de abertura de puertas.
- Distancia horizontal de abertura de calones o alas de la red.
- Abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación.
- Tensión en cada puerta de arrastre.

La tensión o esfuerzo en toneladas se verifica mediante el sensor de tensión Scanmar conectado a un grillete cuya unidad sensora mide hasta 12 toneladas. Este instrumento esta especialmente indicado para identificar la correcta longitud de los cables facilitando que el armado del aparejo y uso de las puertas sea más eficiente.

El punto seleccionado para las mediciones fue la intersección entre el ramal de cadena de los “pies de gallo” de cada puerta y el gancho “ocho” que discurre por su malleta correspondiente (figura 9). El sensor va suspendido en un soporte de hierro de 20 kilos para resguardarlo de impactos siendo esta medida muy arriesgada para la vida del sensor por la arriesgada operativa de largado y virado de puertas en la que se ve envuelto.



Figura 9. Instalación de sensores de tensión en la intersección del ramal de cadena del “pie de gallo” de la puerta y el gancho “ocho” que discurre por la malleta.

GEOMETRÍA DE LA RED

Se analiza a continuación como ha resultado la geometría de la red para los diferentes lances en función de las mediciones obtenidas con el equipo SCANMAR.

ARTE OMEGA

Distancia entre puertas

Los valores de distancia horizontal de abertura entre las puertas de arrastre utilizando un arte OMEGA sin cadena se representan en la figura 10:

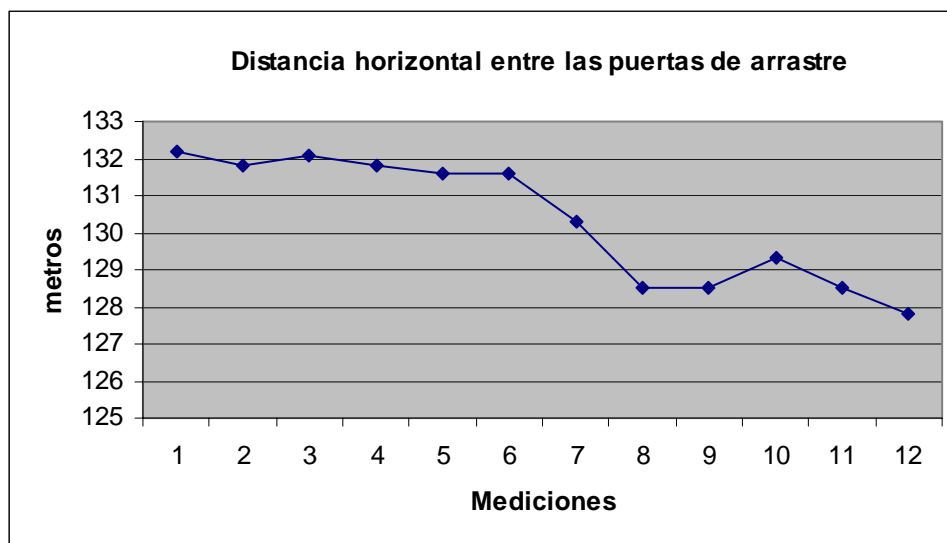


Figura 10. Registro de la distancia horizontal de abertura de puertas en el lance n°1 (Arte OMEGA)

Distancia entre calones

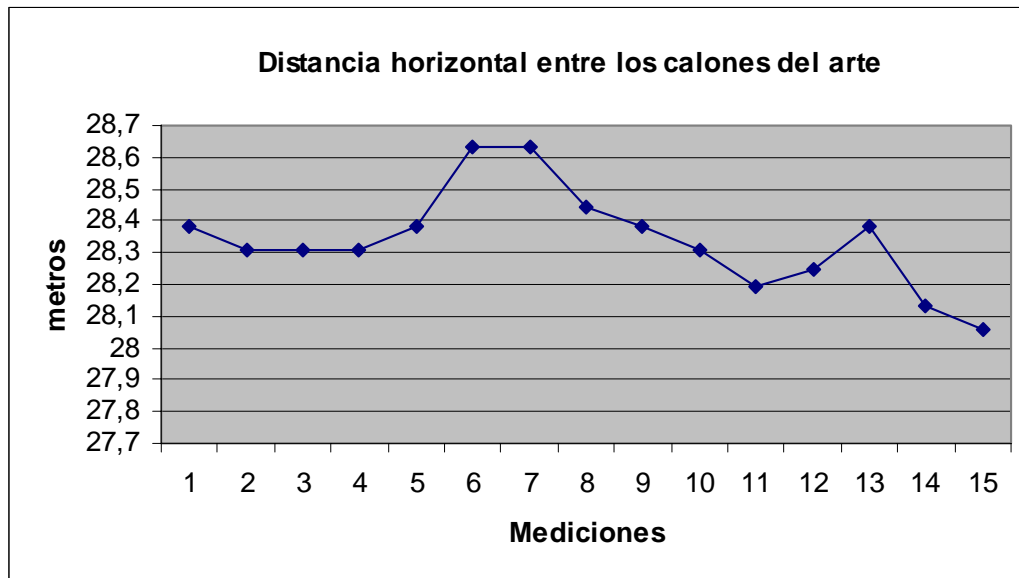


Figura 11. Registro de la distancia horizontal de abertura entre calones en el lance n°1 (Arte OMEGA)

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la figura 11

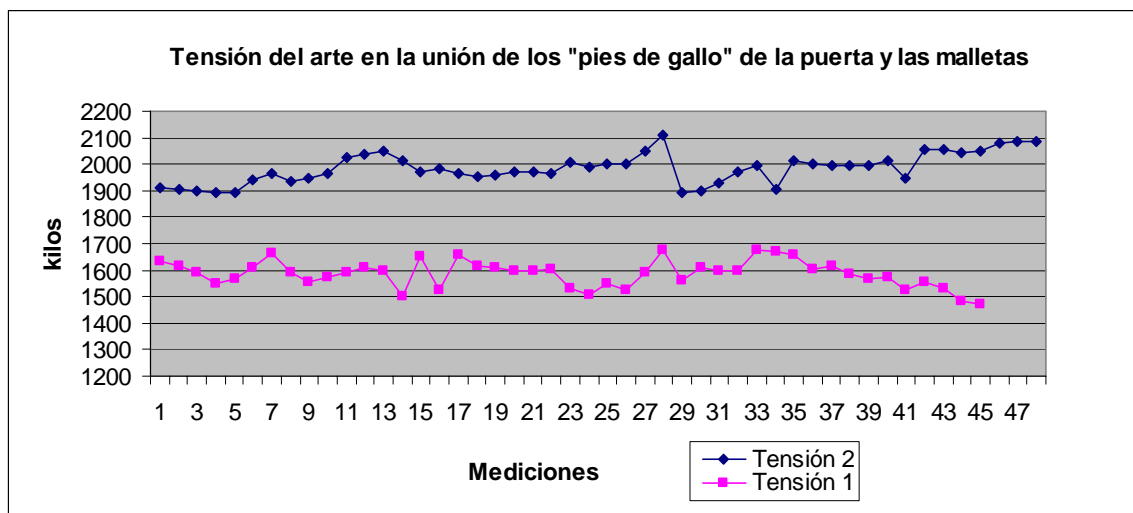


Figura 11. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n°1 (Arte OMEGA)

La tensión media del cable 1, correspondiente a la banda de babor es de 1586 kilos, frente a la tensión media del cable 2, de la banda de estribor, que es de 1985 kilos. En este primer lance se observa una tensión 0,4 tns menor en la puerta de babor con respecto a la de estribor. Ante este resultado se decide realizar un lance en sentido opuesto para comprobar si el efecto del perfil del fondo o de las corrientes puede ser la causa de este desequilibrio.

La presentación de los parámetros del arte en el monitor Scanmar evidencia constantemente esta anomalía y permite monitorizar su evolución en tiempo real (figura 12).

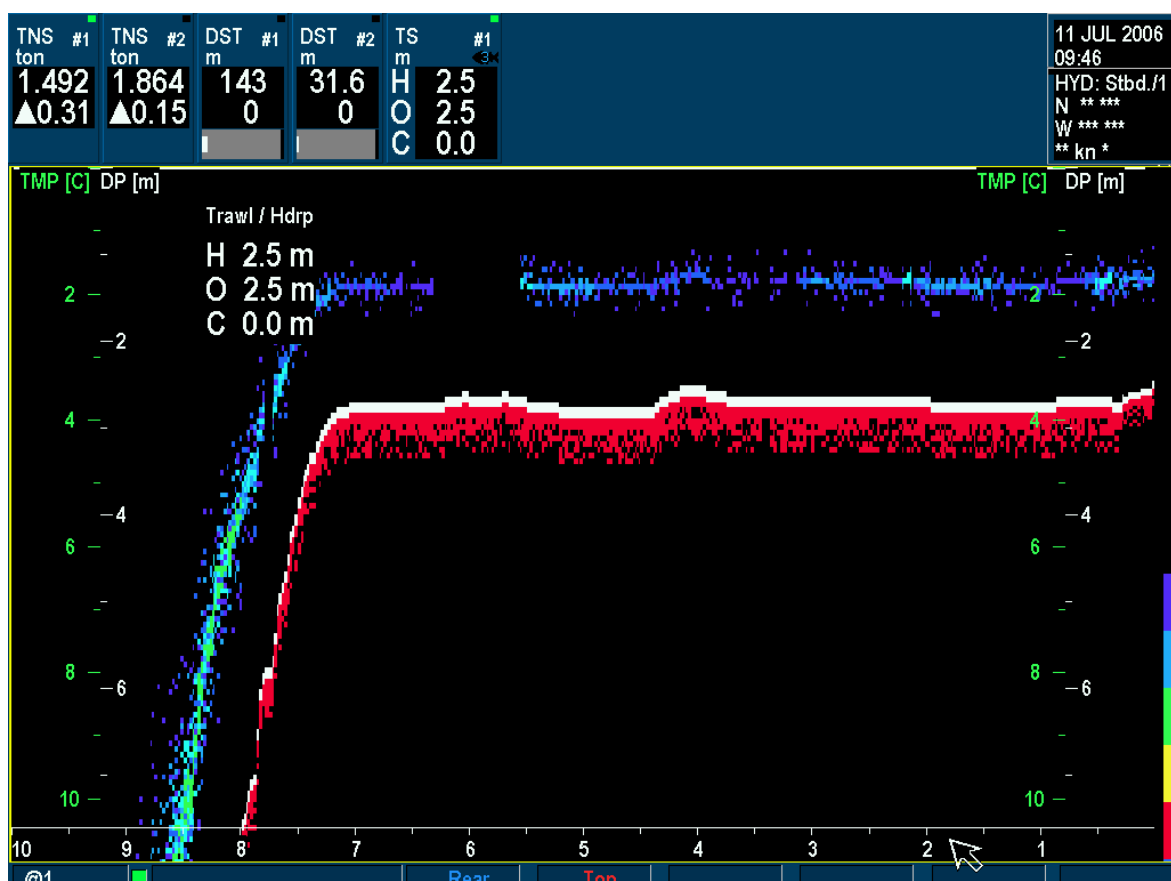


Figura 12. Presentación en monitor Scanmar de los parámetros del arte en el lance nº1 Se evidencia un diferencia notable entre las tensiones 1(puerta de estribor) y 2 (puerta de babor).

Sonda de red

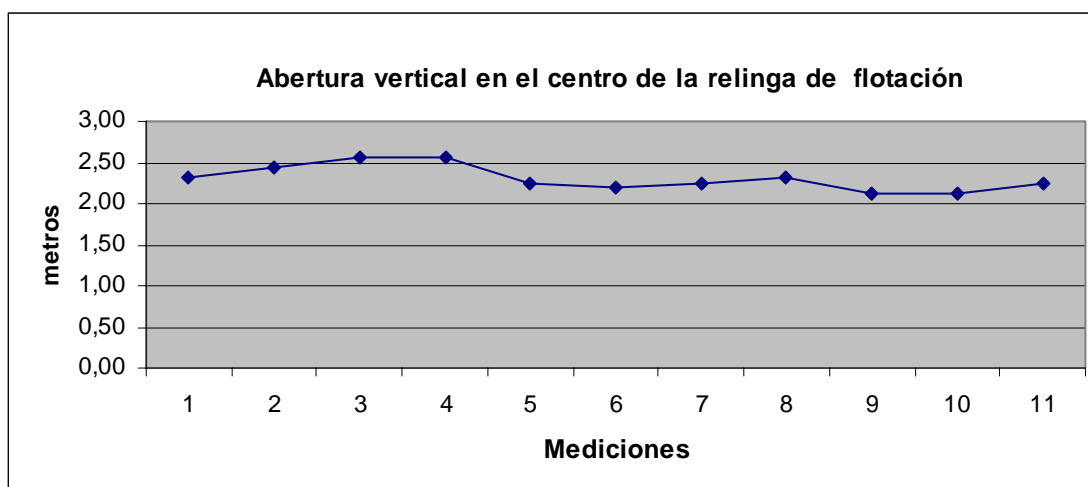


Figura 13 .Registro de la abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación del arte de pesca en el lance 1 (Arte OMEGA).

Durante este lance la abertura de la boca de la red, medida en el centro de la relinga de flotación, se mantiene en valores iguales o ligeramente inferiores a 2,5 m.

En la tabla 9 se resumen los parámetros medios más relevantes de la geometría del arte OMEGA.

Distancia entre puertas	130.3 m
Distancia entre calones	28.3 m
Tensión 1	1586 kg
Tensión 2	1985 kg
Abertura vertical de boca	2.31 m
Angulo de ataque de las malletas	9,8°

Tabla 9. Valores medios observados en el lance n°1 (Arte OMEGA, sin cadena)

ARTE OMEGA CON CADENA

Distancia entre puertas

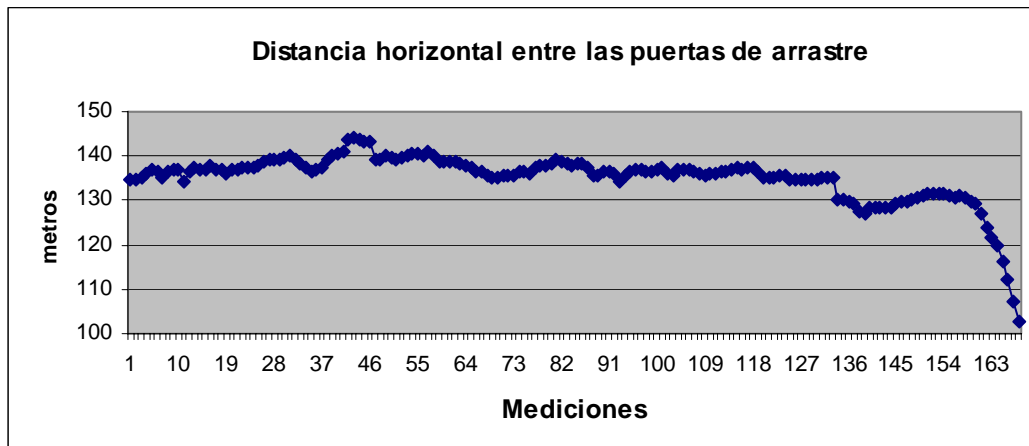


Figura 14. Registro de la distancia horizontal de abertura de las puertas de arrastre en el lance n° 2 (Arte OMEGA con cadena)

Distancia entre calones

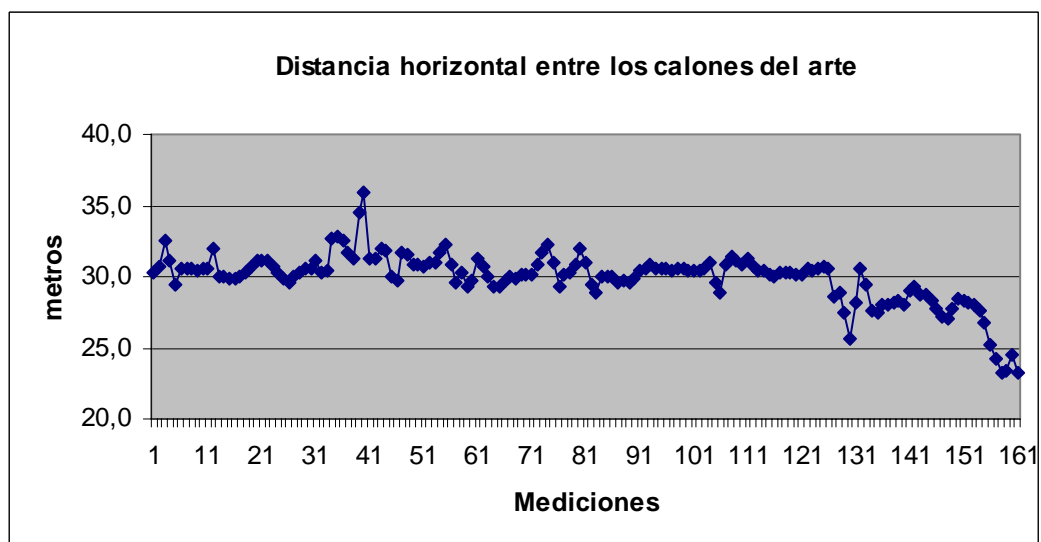


Figura 15. Registro de la distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 2 (Arte OMEGA con cadena)

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

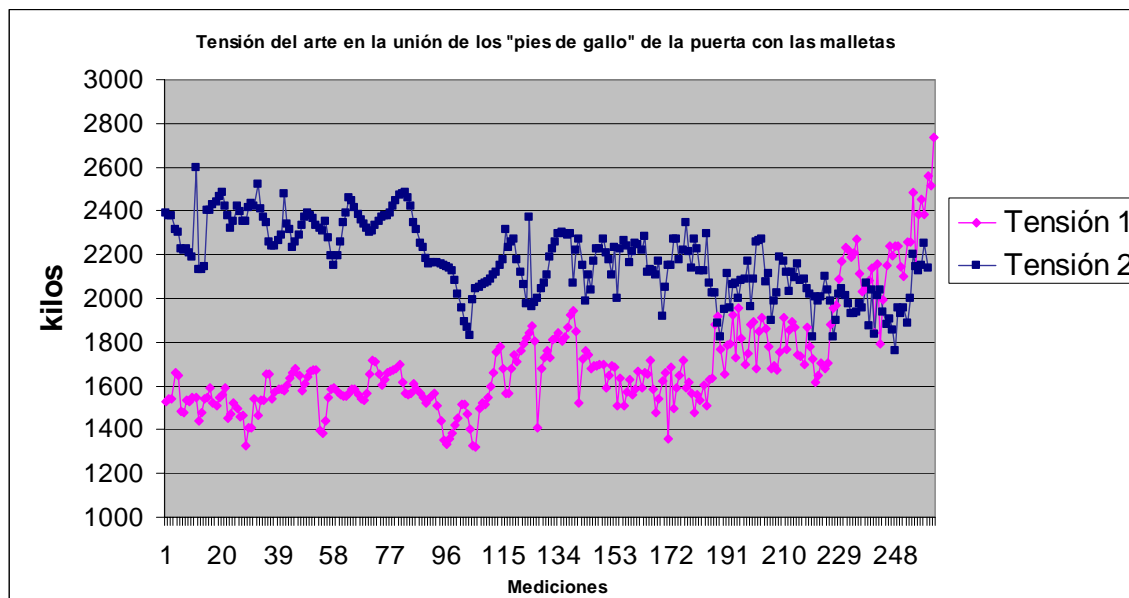


Figura 16. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 2 (Arte OMEGA con cadena)

La tensión media del cable 1 es de 1705 kilos, frente a la tensión media del cable 2 que es de 2180 kilos. Persiste la diferencia de tensión pese a realizar el arrastre en sentido opuesto. Por tanto no es atribuible a efectos de corrientes submarinas ni a la orografía (desnivel) del fondo. Como medida correctora se arrían 7 metros de cable en el carretel de babor (tensión 1) para equilibrar el peso del arte apreciando de inmediato el efecto deseado tal y como se muestra la información del monitor SCANMAR de la figura 17.

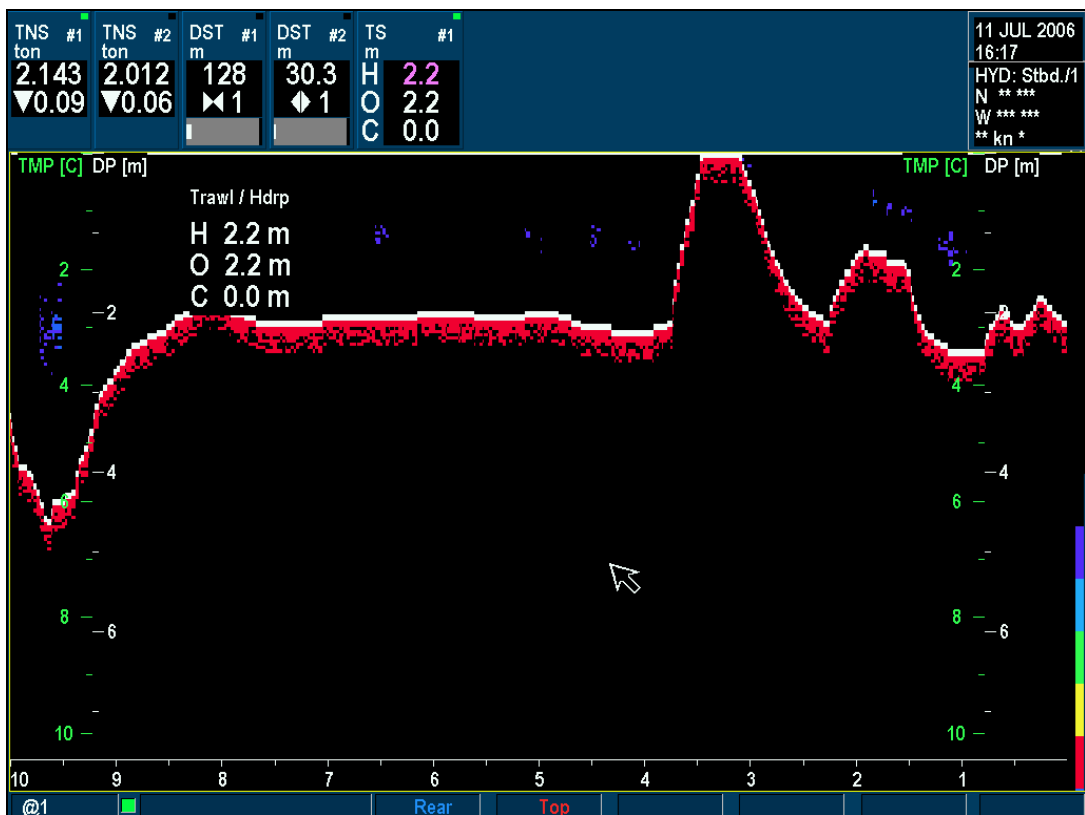
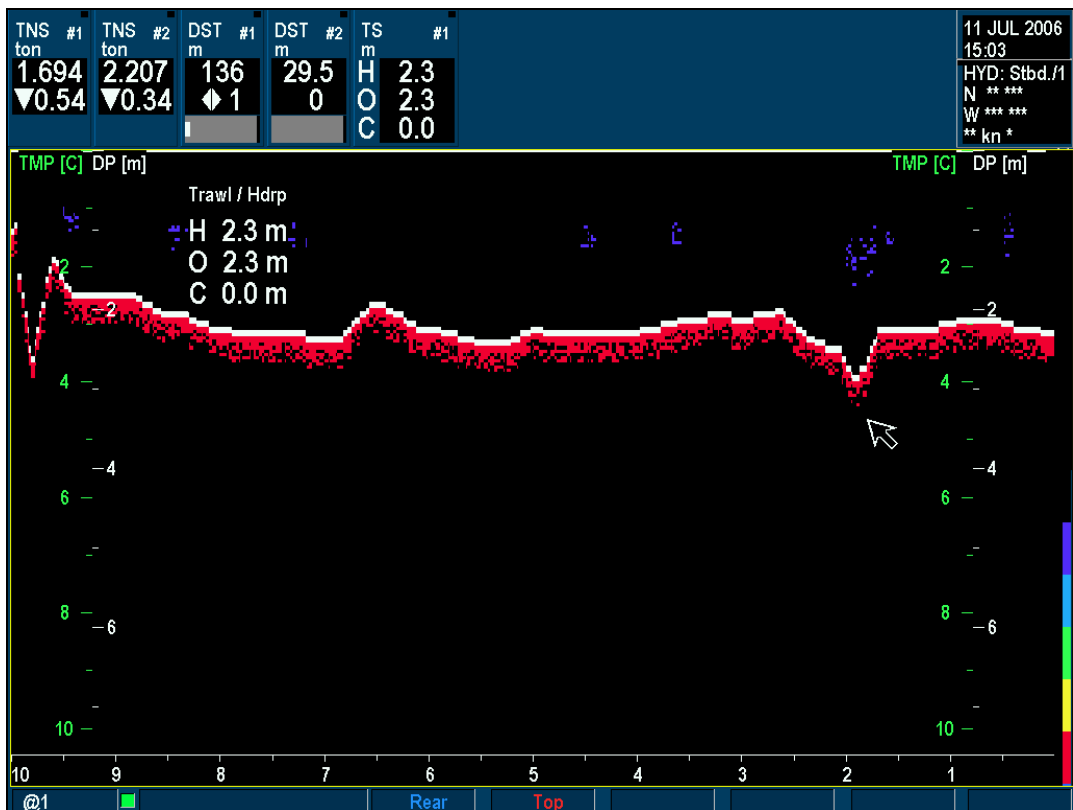


Figura 17. Presentación en monitor Scanmar de los parámetros del arte: arriba tensiones descompensadas, abajo aparejo equilibrado arriando 7 metros de cable en carretel de babor.

Sonda de red

Durante este lance la red no se despega del fondo y la abertura de la boca se muestra gráficamente a continuación

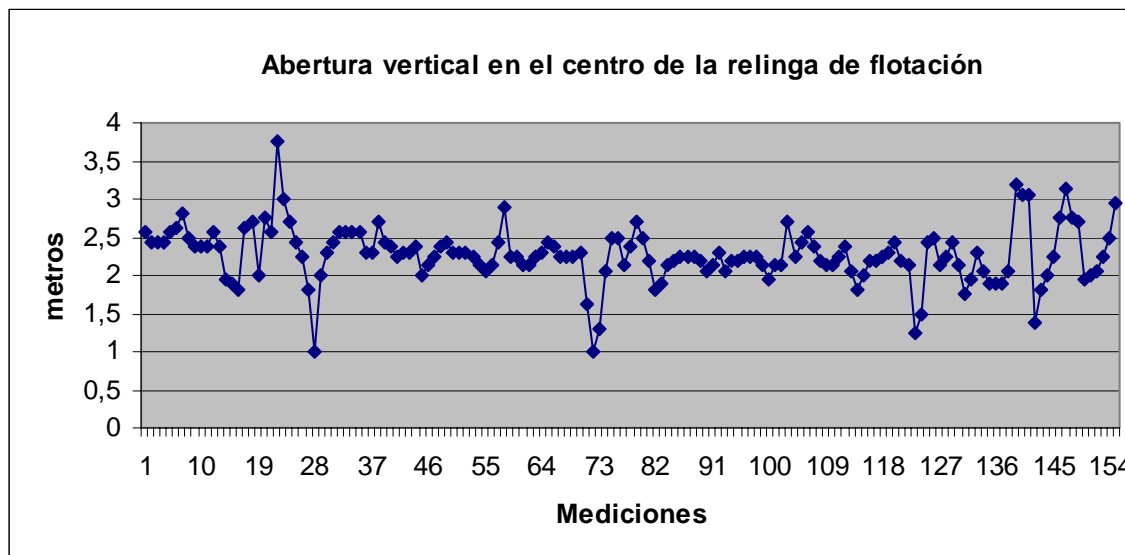


Figura 18. Registro de la abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación del lance 2 (Arte OMEGA con cadena)

Resumen

Los parámetros medios de la geometría registrada en el lance n° 2 se expresan resumidamente en la siguiente tabla (tabla 10)

Distancia entre puertas	135.2 m
Distancia entre calones	29.9 m
Tensión 1	1705 kg
Tensión 2	2180 kg
Abertura vertical de la boca	2.27 m
Angulo de ataque de las malletas	10.1°

Tabla 10. Resumen de los valores medios observados en el lance n° 2 (Arte OMEGA con cadena)

ARTE OMEGA CON CADENA

Distancia entre puertas

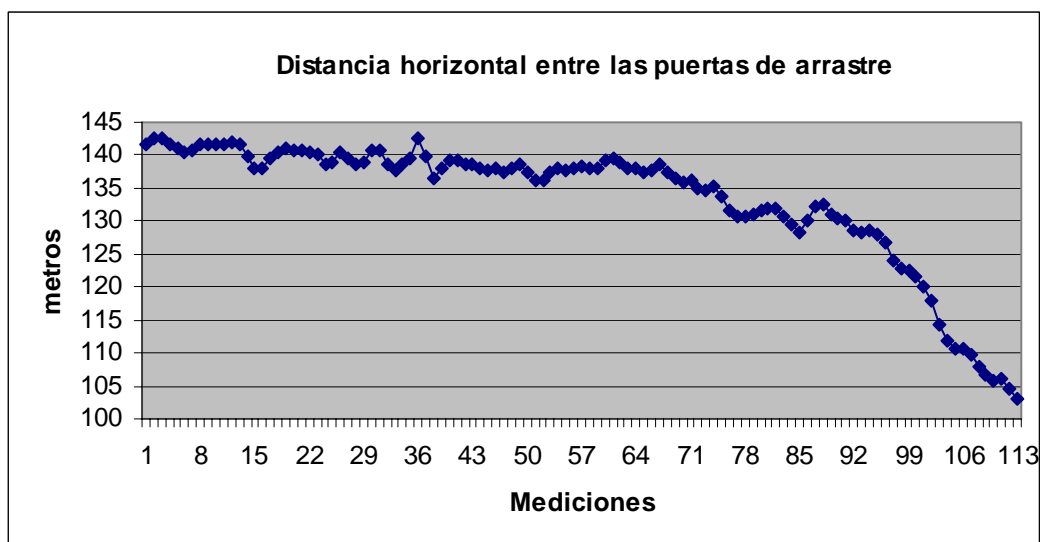


Figura 19 Registro de la distancia horizontal de abertura de las puertas de arrastre en el lance n° 3 (Arte OMEGA con cadena)

El valor medio de la distancia entre puertas en las mediciones tomadas en este lance es de 133,4 m.

Distancia entre calones

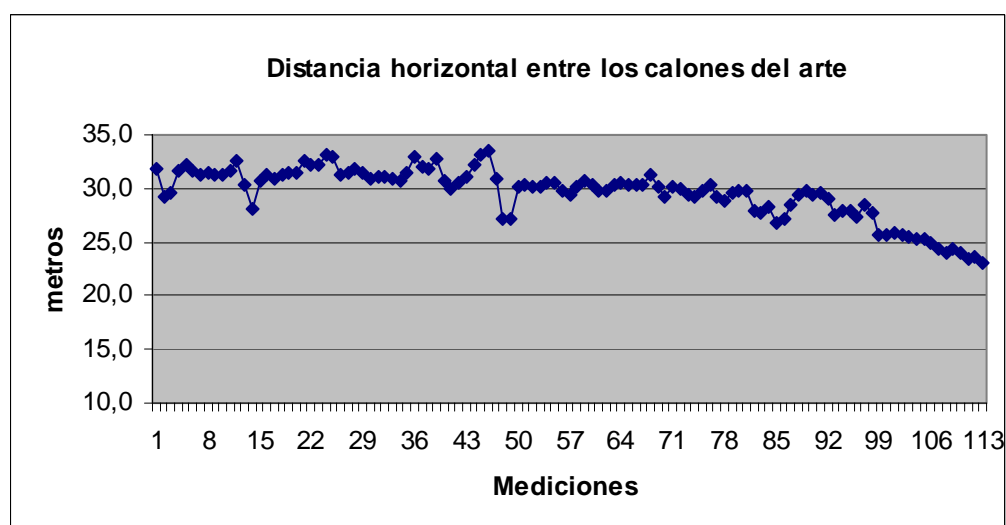


Figura 20. Registro de la distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 3 (Arte OMEGA con cadena)

El valor medio de las medidas tomadas de distancia de calones es de 29,6 metros.

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la figura 21

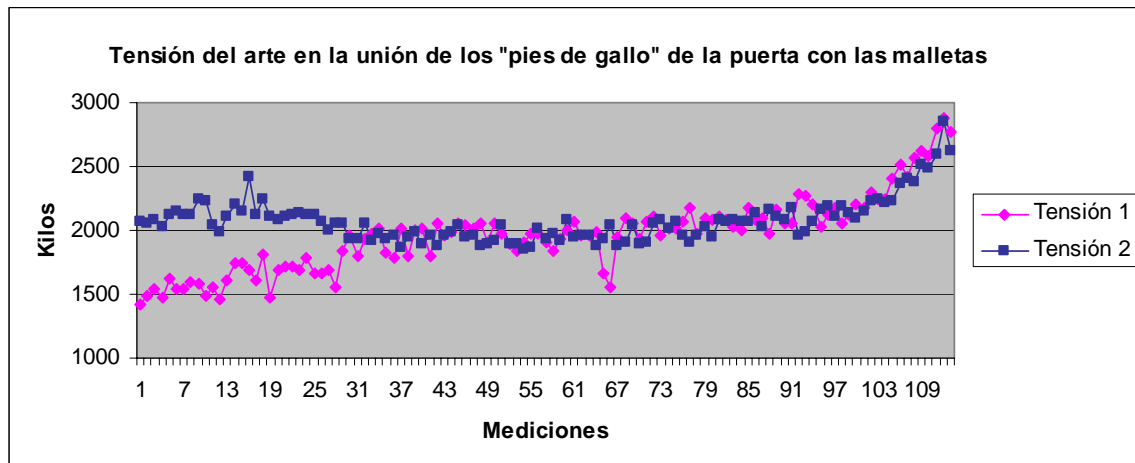


Figura 21. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 3 (arte OMEGA con cadena)

Sonda de red

El valor medio es de 2,5 m.

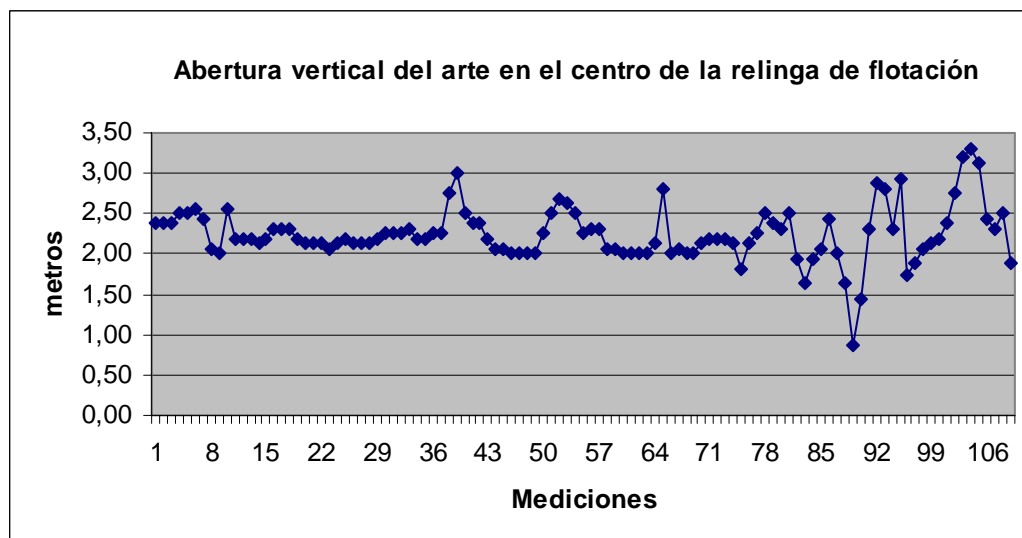


Figura 22. Registro de la distancia de abertura vertical del arte desde el centro de la relinga de flotación hasta el fondo en el lance n° 3 (Arte OMEGA con cadena)

Resumen

Se presenta el resumen de los valores medios de la geometría de la red para el lance analizado en la tabla siguiente (tabla 11).

Distancia entre puertas	133.4 m
Distancia entre calones	29.6 m
Tensión 1	1963 kg
Tensión 2	2073 kg
Abertura boca	2.25 m
Angulo de ataque de las malletas	9,9°

Tabla 11. Resumen de los valores medios observados en el lance nº 3 (Arte OMEGA con cadena)

La tensión media del cable 1 es de 1963 kilos, frente a la tensión media del cable 2 que es de 2073 kilos. Las diferencias de tensión no son significativas pero se observa un aumento progresivo de las mismas. Este aumento es consecuencia de la disminución en la distancia horizontal entre puertas y en la distancia entre calones. Así mismo se observa al mismo tiempo una falta de estabilidad en la visera del arte que se manifiesta con picos que oscilan entre los 0,80 y 3,25 m.

La rotunda evidencia de las medidas operativas del arte nos permite decidir sobre la maniobra a seguir que nos es otra que la de virar inmediatamente el arte ante el riesgo de colapso total y rotura.

Una vez izado el arte se observó que se arrastraba en una zona de algas que colapsaron el arte impidiendo el filtrado normal del agua a través de las mallas del copo y plan bajo principalmente.

ARTE TREN 80 m

Distancia entre puertas

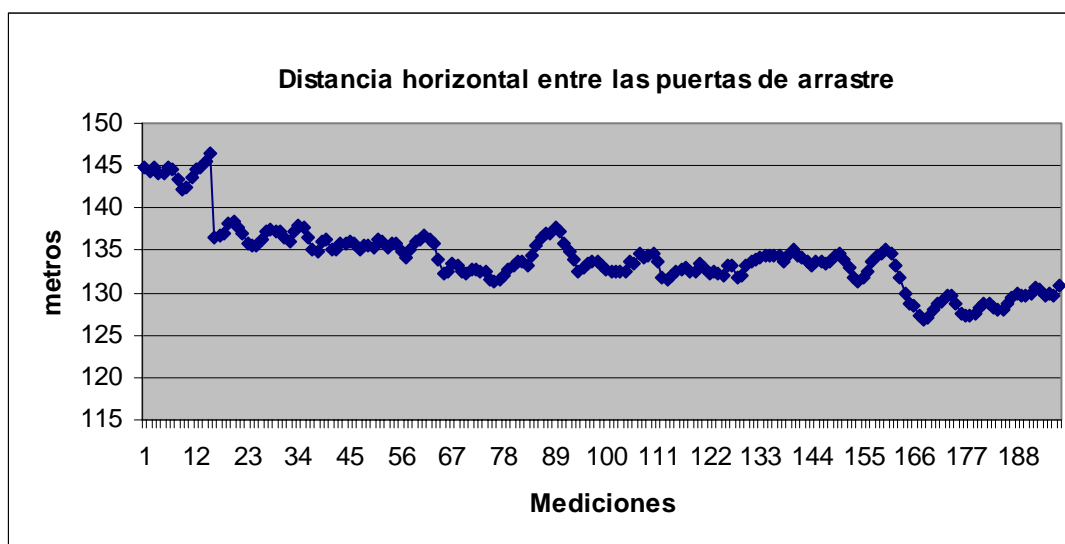


Figura 23. Registro de la distancia horizontal de abertura de las puertas de arrastre en el lance n° 4 (Arte TREN 80 metros).

El valor medio de las muestras válidas es de 134,1 metros.

Distancia entre calones

En la gráfica que se muestra a continuación observamos un “escalón” en las lecturas. El sensor pasivo o minitransponder no contesta al sensor activo de distancia y éste envía una medida de 250 metros. Las muestras que dan esta lectura (250 m aproximadamente) no se han considerado en la estadística inicial. Estos 164 valores no se han contemplado para el desarrollo del informe, pero si que consideramos interesante su representación en forma de gráfica.

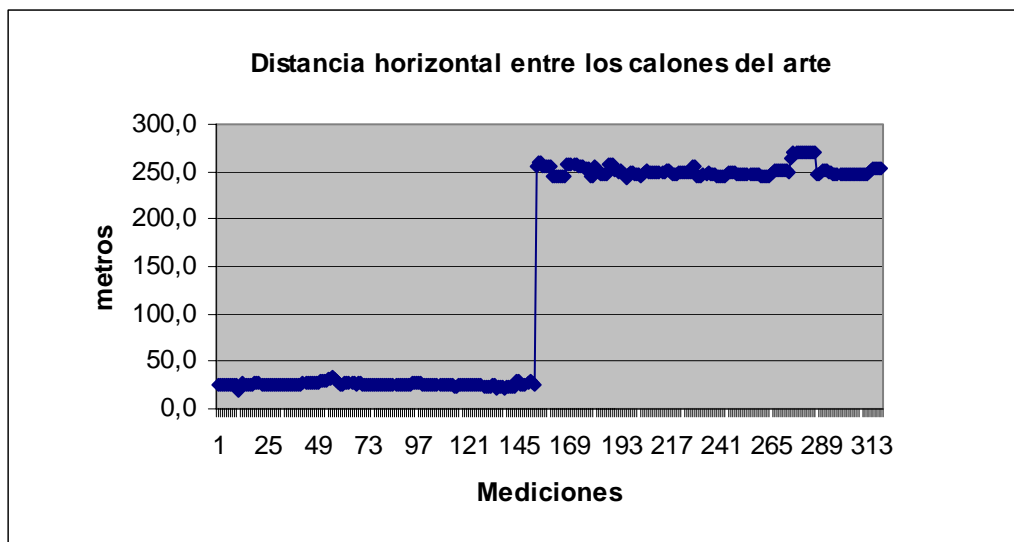


Figura 24. Registro de la distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 4 (Arte TREN 80 m)

El valor medio de las muestras útiles de distancia de calones es de 26 metros.

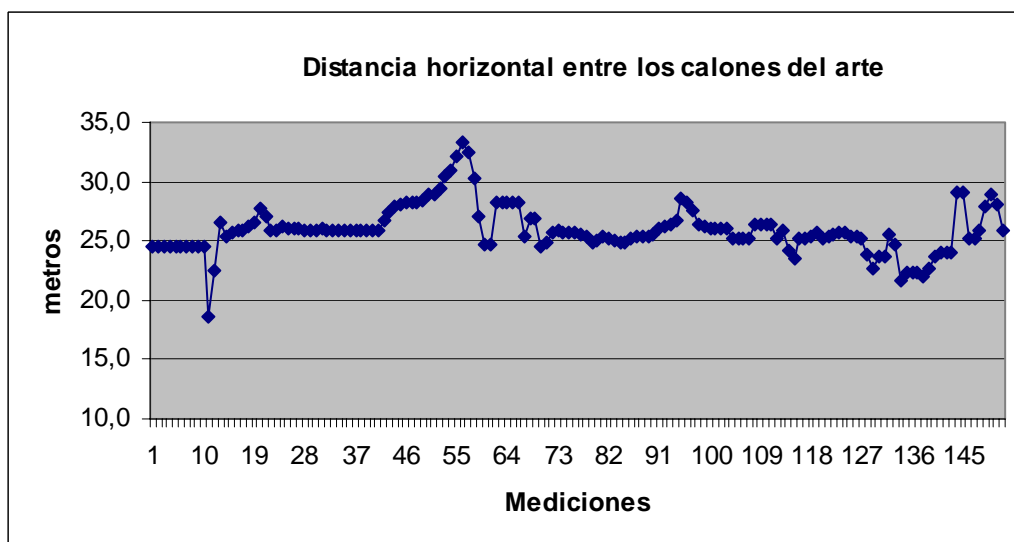


Figura 25. Registro de muestras válidas de distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 4 (Arte TREN 80 m). Eliminando las muestras de 150 en adelante.

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

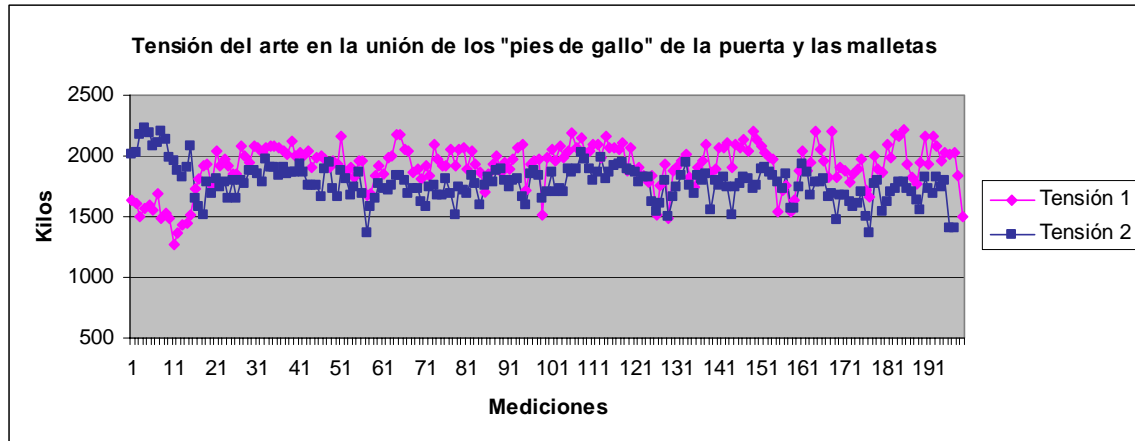


Figura 26. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 4 (Arte TREN 80 m).

Sonda de red

Durante este lance la red no se despega del fondo y la abertura de la boca se muestra gráficamente a continuación:

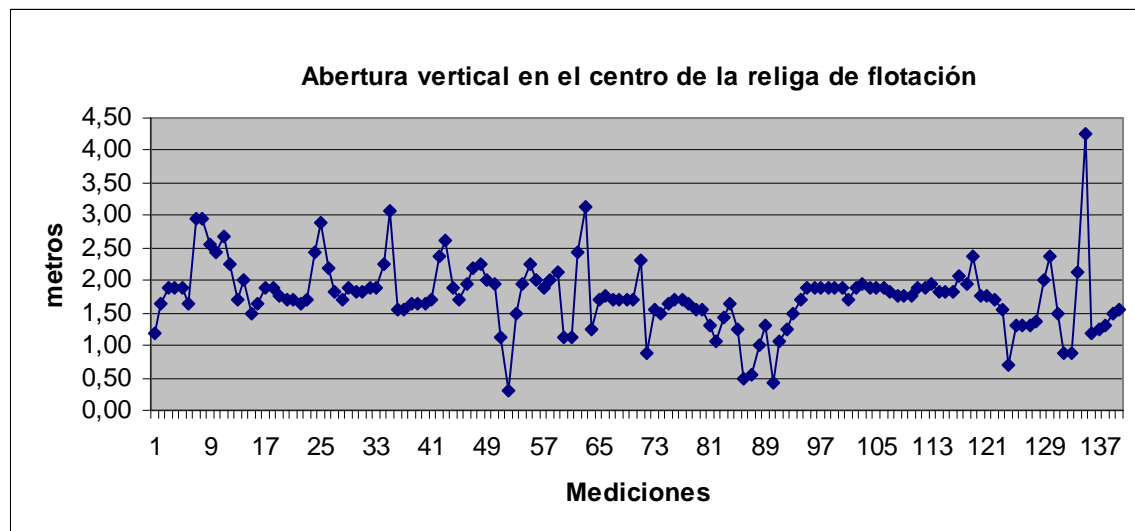


Figura 27. Registro de la distancia horizontal de abertura vertical de arte en el centro de la relinga de flotación en el lance n° 4 (Arte TREN 80 m).

El valor medio de abertura es de 1,75 metros.

Resumen

Se presentan en una tabla los valores medios de la geometría de la red para el lance analizado:

Distancia entre puertas	134.1 m
Distancia entre calones	26 m
Tensión 1	1918 kg
Tensión 2	1776 kg
Abertura boca	1.75 m
Angulo de ataque de las malletas	10,3°

Tabla 12. Resumen de los valores medios observados en el lance nº 4 (Arte TREN 80 m).

La falta de respuesta del sensor pasivo reflejado en la figura 24 es consecuencia en una rotura en el arte que descompensa la orientación dispuesta entre los sensores saliéndose de su ángulo de recepción. En consecuencia las mediciones en la visera (centro de la relinga de flotación) son inestables.

Ante la evidencia de los datos se procedió a virar el arte observando una rotura menor en su plan bajo. El empleo del equipo de control permitió que el daño no fuera mayor tanto en el arte como en la operativa de virado.

ARTE OMEGA CON CADENA

Distancia entre puertas

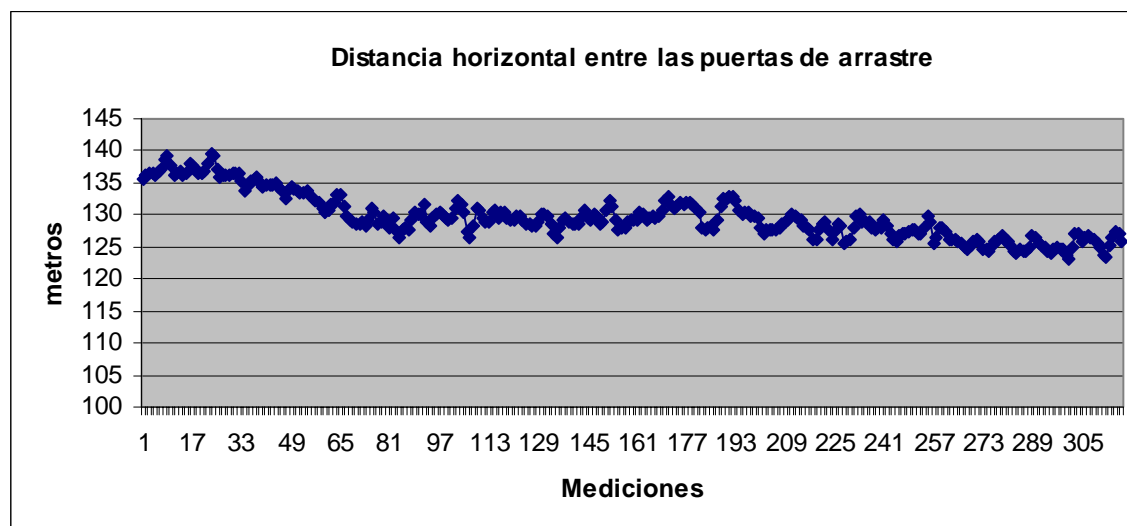


Figura 28. Registro de la distancia horizontal de abertura de las puertas de arrastre en el lance n° 5 (arte OMEGA con cadena)

Distancia entre calones

En la gráfica que se muestra a continuación observamos la evolución de la distancia tomada en los calones. El valor medio es de 28,5 metros.

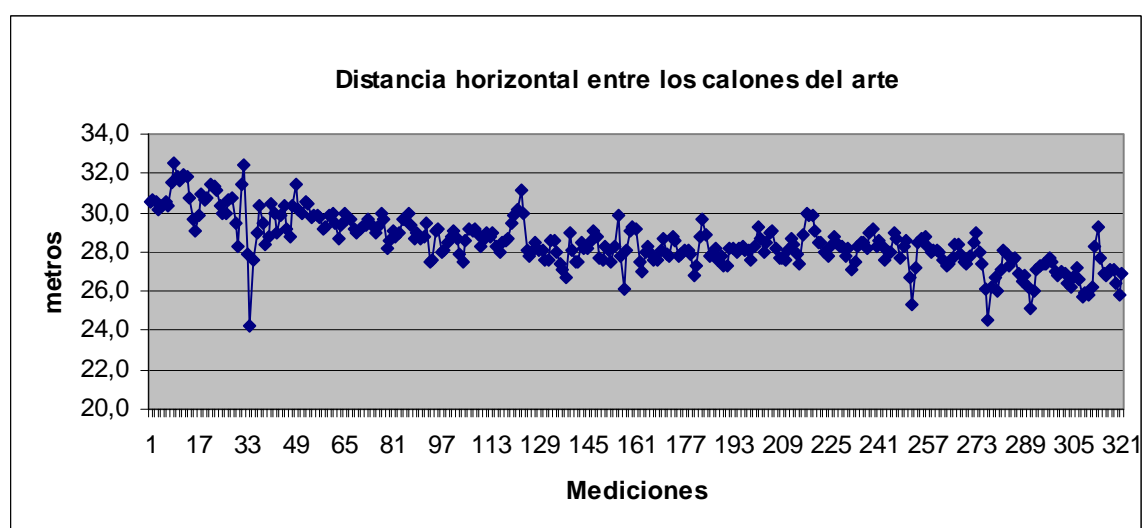


Figura 29. Registro de la distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 5 (Arte OMEGA con cadena)

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

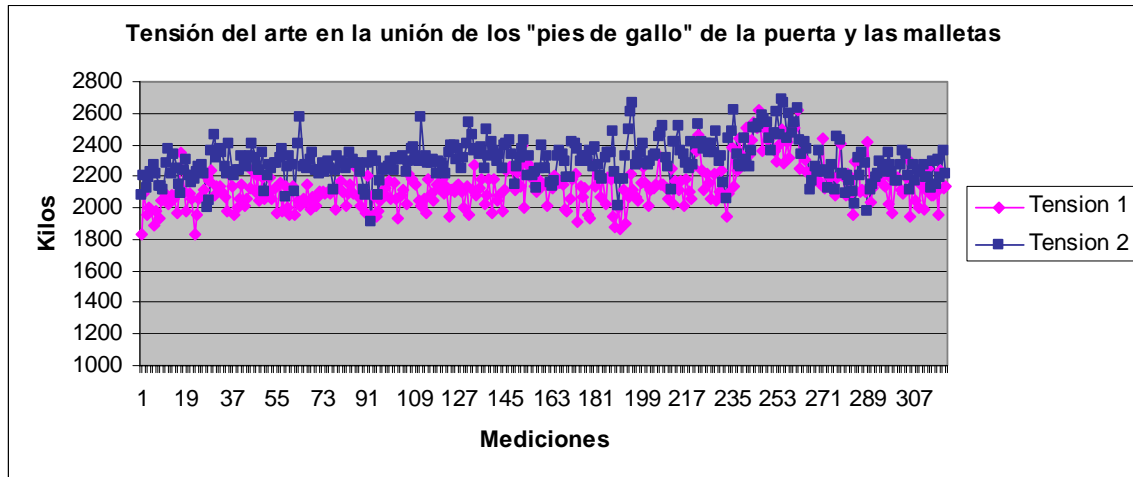


Figura 30. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 5 (Arte OMEGA con cadena).

Sonda de red

El valor medio de la abertura de la boca es de 2 metros presenta oscilaciones en los valores individuales (figura 31)

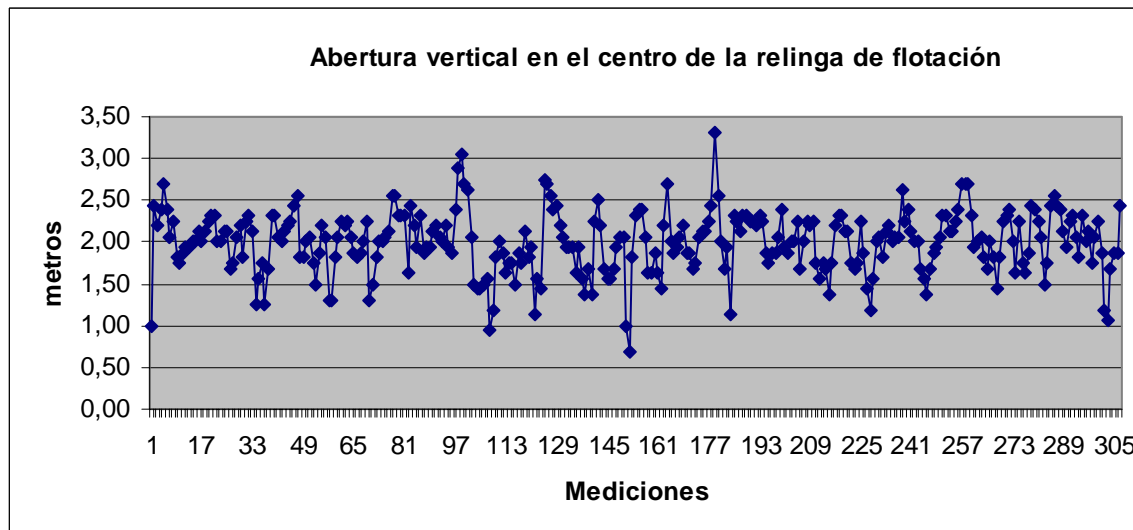


Figura 31. Registro de la distancia horizontal de abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación en el lance n° 5 (arte OMEGA con cadena)

Resumen

Se presentan en una tabla los valores medios de la geometría de la red para el lance analizado:

Distancia entre puertas	129.7 m
Distancia entre calones	28.5 m
Tensión 1	2135 kg
Tensión 2	2298 kg
Abertura vertical de la boca del arte	2 m
Angulo de ataque de las malletas	9,7°

Tabla 13. Resumen de los valores medios observados en el lance nº 5 (arte OMEGA con cadena)

ARTE CLASICO 100 SIN LASTRE

Distancia entre puertas

La distancia entre puertas durante este lance se muestra en la siguiente gráfica:

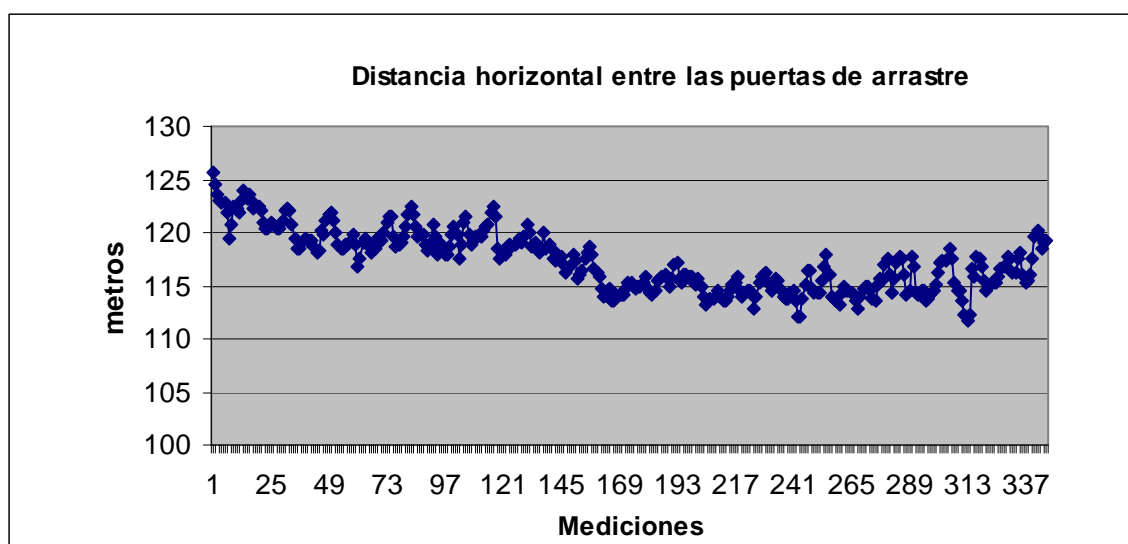


Figura 32. Registro de la distancia horizontal de apertura de las puertas de arrastre en el lance nº 6 (arte CLASICO 100 sin lastre)

El valor medio de la distancia de puertas durante este lance es de 117,3 metros.

Distancia de calones

En la gráfica que se muestra a continuación observamos la evolución de la distancia tomada en los calones:

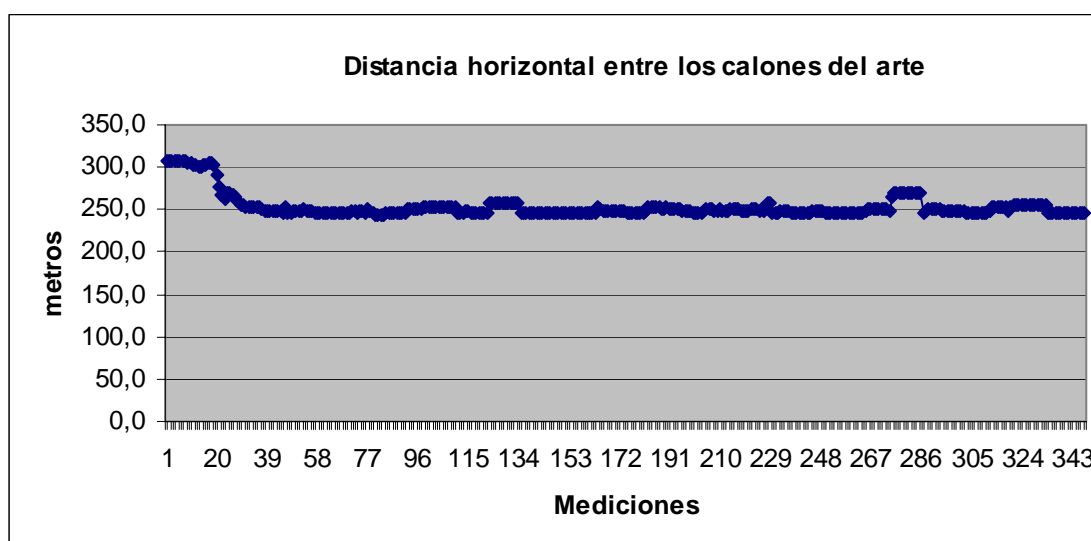


Figura 33. Registro de la distancia horizontal de abertura de los calones en el lance n° 6 (arte CLASICO 100 sin lastre)

Podemos deducir de esta gráfica que, dada la estabilidad de las lecturas en el valor de 250 metros, el sensor pasivo no ha funcionado correctamente durante este lance. Cuando el sensor pasivo no responde al activo, éste presenta una lectura de 250 metros. Las razones por las que se puede dar esta circunstancia son:

- Fallo en el sensor pasivo: se ha producido un fallo o avería en el sensor, o éste se ha quedado sin batería.
- El sensor activo no se comunica con el pasivo: En el caso de una mala colocación del sensor o una pésima simetría de la red, el sensor activo puede dejar de comunicarse con el pasivo. Por lo tanto, estas lecturas no nos

resultan útiles para el estudio de las geometrías de los artes, aunque estadísticamente se han contemplado.

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

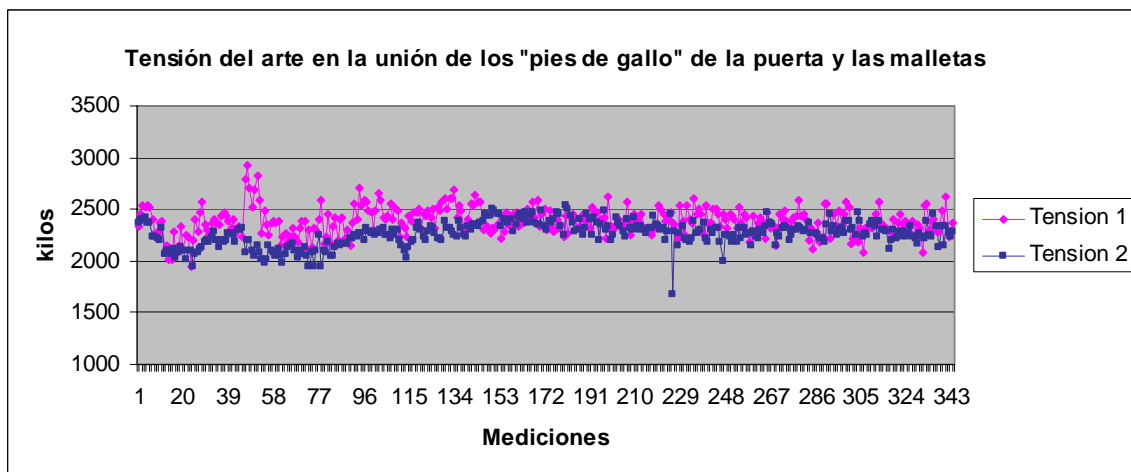


Figura 34. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 6 (Arte CLASICO 100 sin lastre).

Podemos observar que en este lance las tensiones soportadas por los cables son muy similares. La tensión media resultante del cable 1 es de 2381 kilos, mientras que la del cable 2 es de 2259 kilos.



Figura 35. Registro de tensiones lance 2.6 (arte CLASICO 100 sin lastre)

Sonda de red

Lecturas de la abertura de la boca de la red durante el lance n° 6.

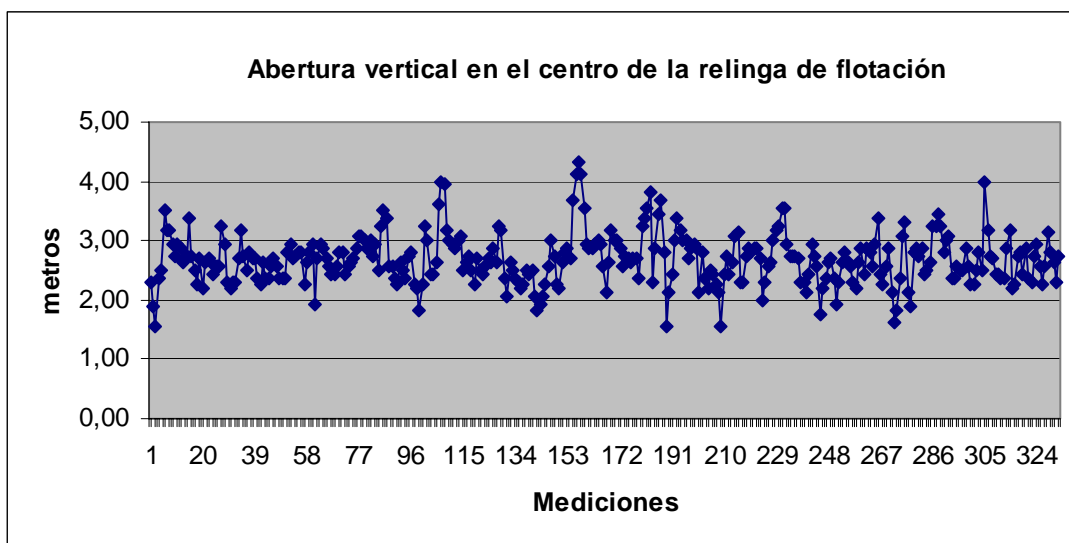


Figura 36. Registro de la abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación en el lance n° 6 (arte CLASICO 100 sin lastre).

Resumen

Se presentan resumidos los valores medios de la geometría de la red para el lance analizado (tabla 14)

Distancia entre puertas	117.3 m
Distancia entre calones	-----
Tensión 1	2381 kg
Tensión 2	2259 kg
Abertura vertical de la boca del arte	2.68 m
Angulo de ataque de las malletas	-----

Tabla 14. Resumen de los valores medios observados en el lance nº 6 (arte CLASICO 100 sin lastre).

UARTE CLASICO 100 SIN LASTRE

Distancia entre puertas

La distancia entre puertas durante este lance se muestra en la siguiente gráfica:

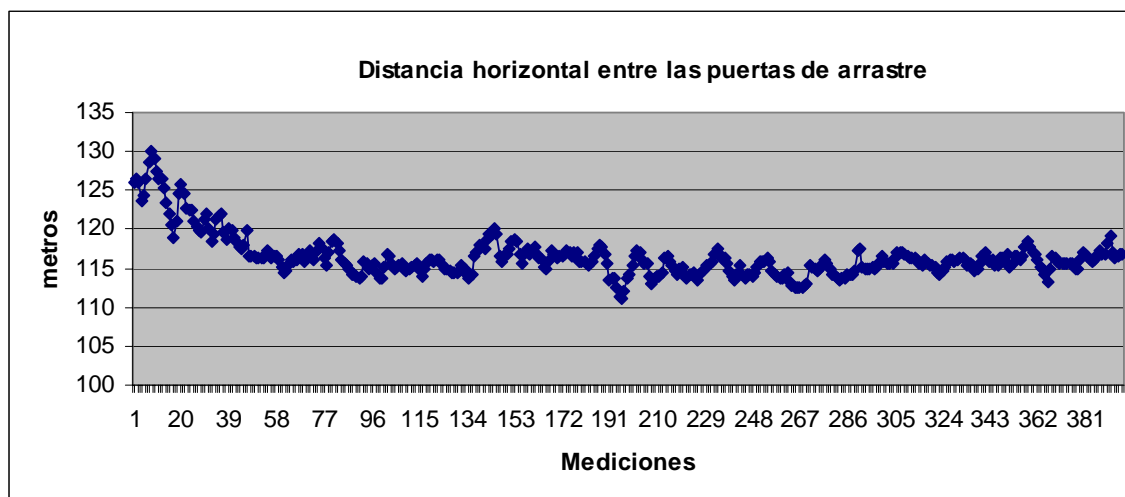


Figura 37. Registro de la distancia horizontal de apertura de las puertas de arrastre en el lance n° 7 (arte CLASICO 100 sin lastre)

El valor medio de las lecturas de distancia de puertas se estima en 116,4 metros.

Distancia de calones

En la gráfica que se muestra a continuación observamos la evolución de la distancia tomada en los calones:

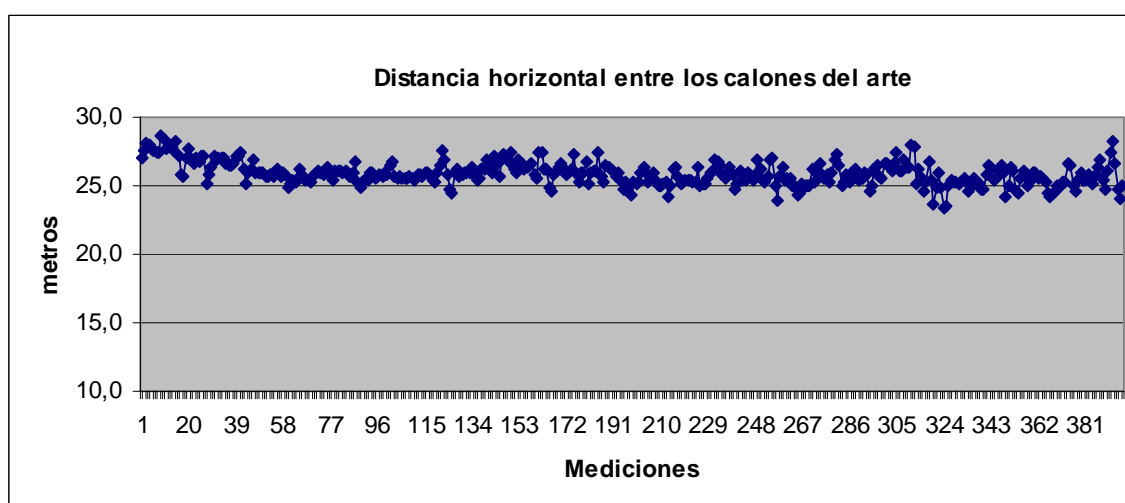


Figura 38. Registro de la distancia horizontal de apertura de los calones en el lance n° 7 (arte CLASICO 100 sin lastre)

El valor medio de las lecturas de distancia en calones es de 25,9 metros.

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

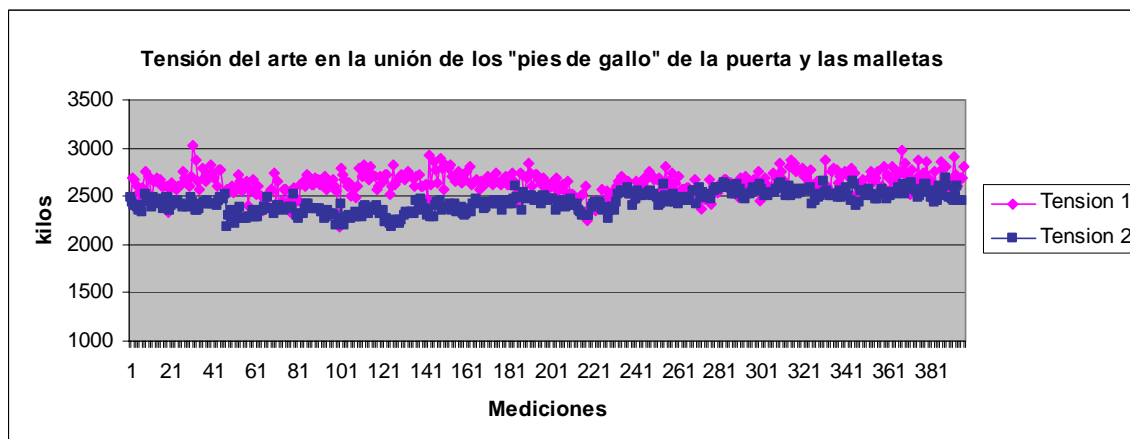


Figura 39. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance n° 7 (Arte CLASICO 100 sin lastre).

La tensión media resultante del cable 1 es de 2635 kilos, mientras que la del cable 2 es de 2441 kilos.

Sonda de red

Las lecturas de la abertura de la boca de la red durante este lance se muestran en la gráfica de la figura:

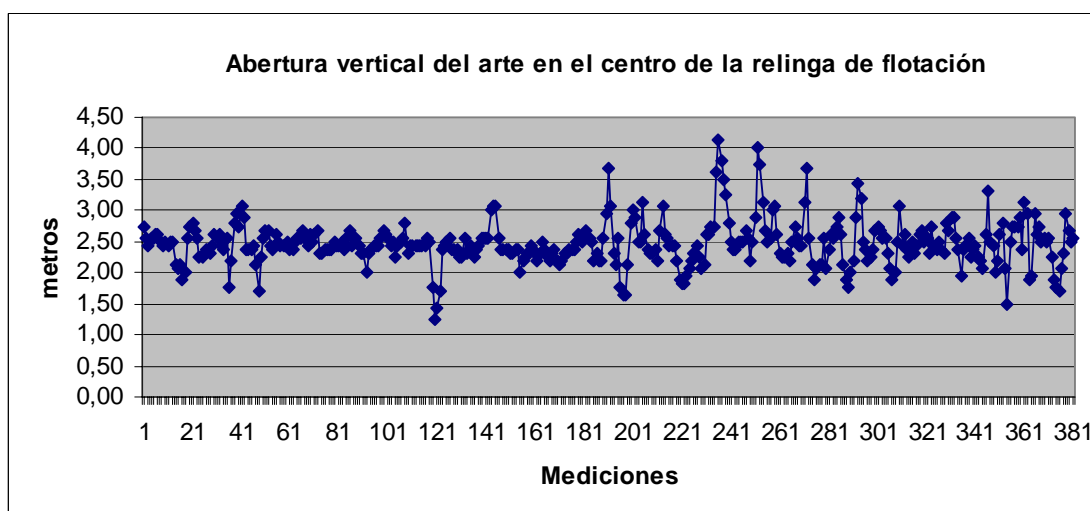


Figura 40. Registro de la abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación en el lance n° 7 (arte CLASICO 100 sin lastre).

La media de las lecturas de la abertura de la boca de la red es de 2,47 metros.

Resumen

Distancia entre puertas	116.4 m
Distancia entre calones	25.9 m
Tensión 1	2635 kg
Tensión 2	2441 kg
Abertura boca	2.47 m
Angulo de ataque de las malletas	8,7°

Tabla 15. Resumen de los valores medios observados en el lance n° 6 (arte CLASICO 100 sin lastre).

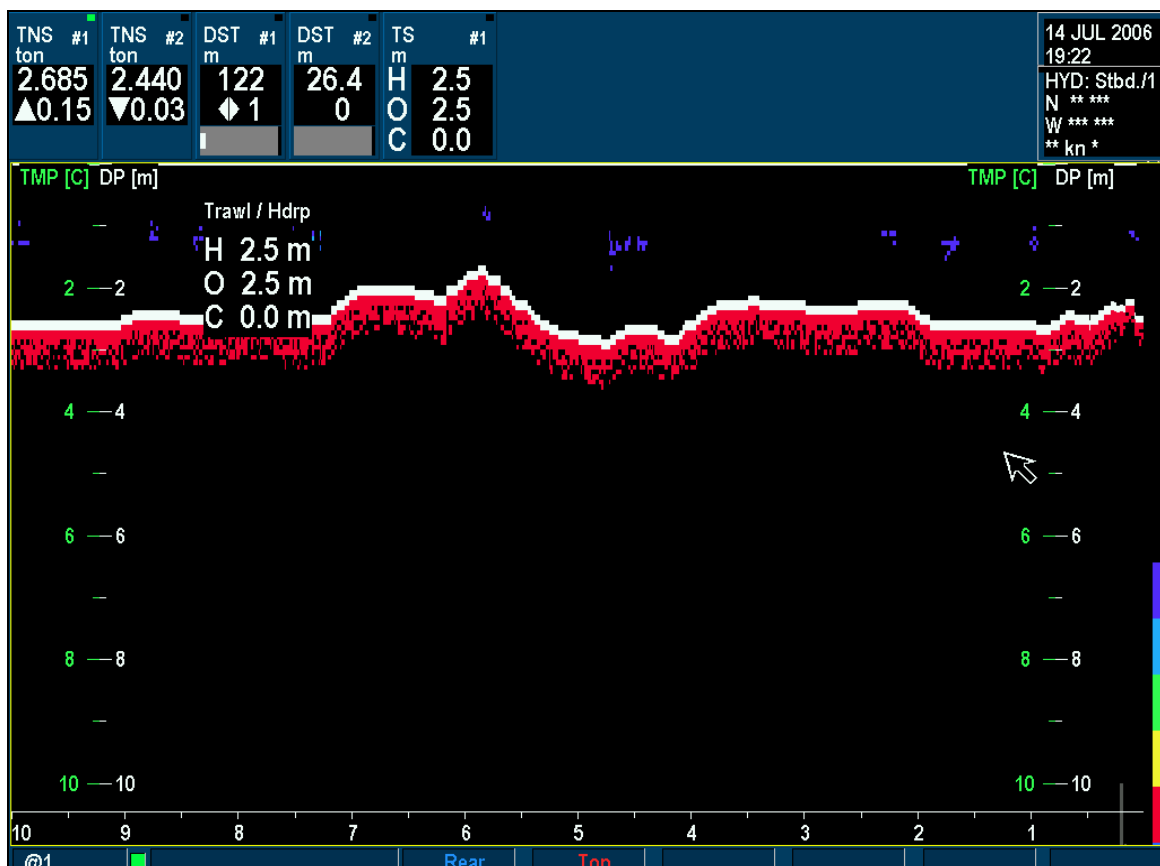


Figura 41. Instantánea de monitorización correspondiente al lance n° 6

ARTE OMEGA CON CADENA

Distancia entre puertas

La distancia de puertas durante este lance se muestra en la siguiente gráfica:

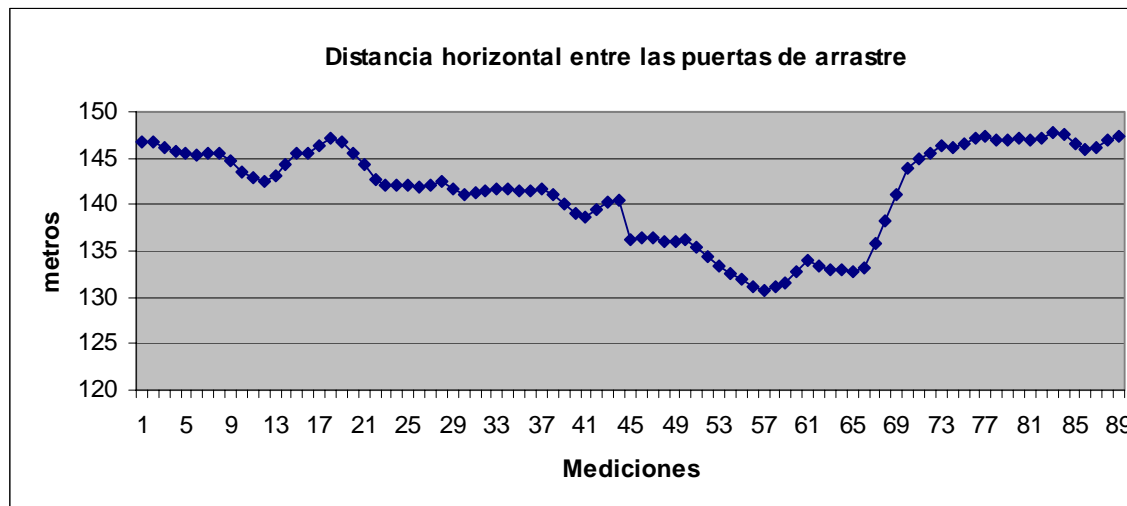


Figura 42. Registro de la distancia horizontal de abertura de las puertas de arrastre en el lance nº 8 (arte OMEGA con cadena)

El valor medio para la serie de medidas es de 141,4m

Distancia entre calones

En la gráfica que se muestra la evolución de la distancia registrada en los calones:

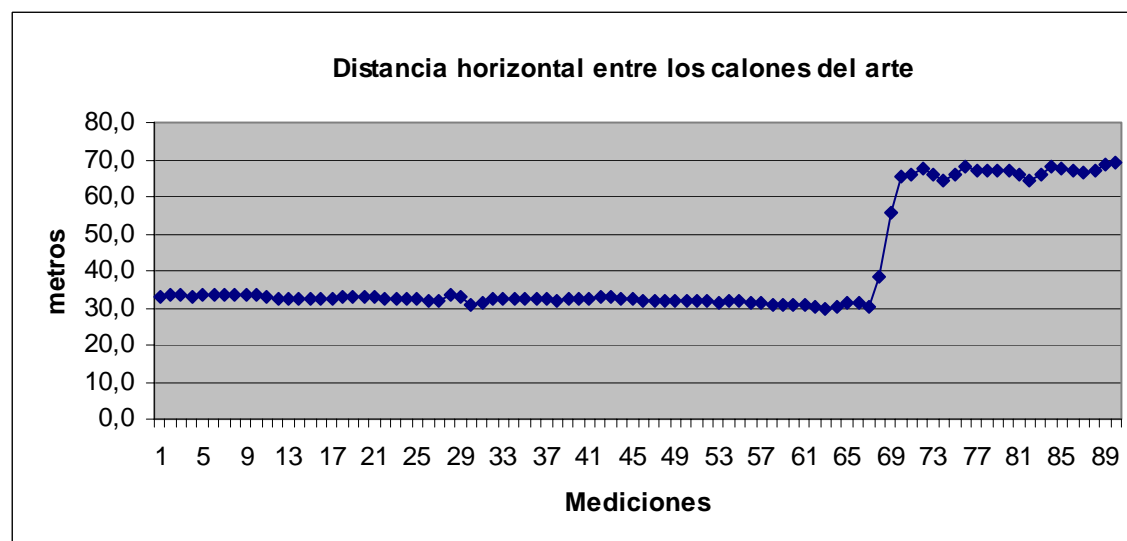


Figura 43. Registro de la distancia de los calones en el lance nº 8 (arte OMEGA con cadena)

El valor medio de las lecturas de distancia entre calones es de 40,6 metros.

Observamos un salto de las lecturas a prácticamente el doble de la medida. Esto puede ser debido a un fallo del sensor o a un problema en la red. Dado que se observa también una variación en las lecturas de la distancia de puertas prácticamente en el mismo intervalo, se considera que las lecturas son correctas y que ha existido algún tipo de problema durante el arrastre: enganche, rotura,...

Tensiones

Las tensiones soportadas por los cables se muestran en la siguiente gráfica:

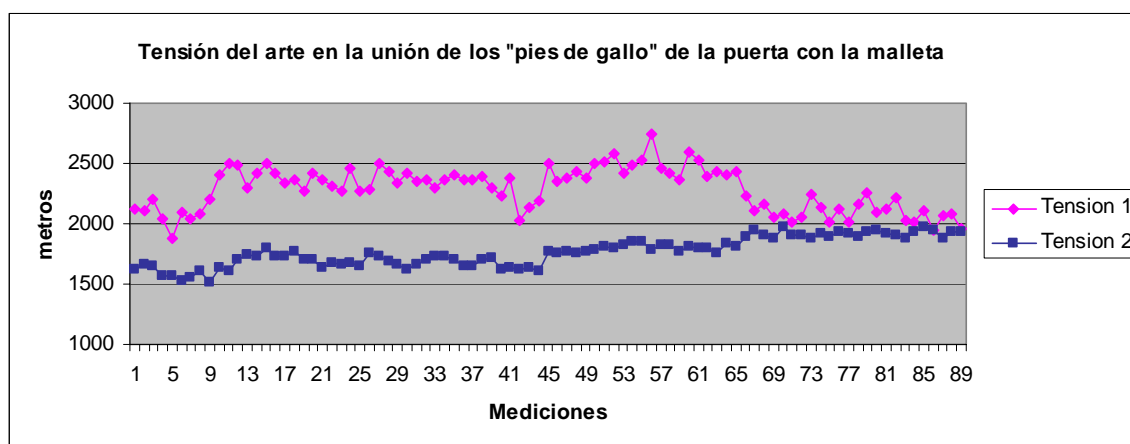


Figura 44. Registro de tensiones en la parte posterior de cada puerta (malletas) en el lance nº 8 (arte OMEGA con cadena)

La tensión media resultante del cable 1 es de 2282 kilos, mientras que la del cable 2 es de 1764 kilos. La diferencia de 0,5 toneladas, puntualmente, no es alarmante ya que una pequeña retención o enganche con el fondo puede ser la causa pero su persistencia y observación en conjunto con otros parámetros (puertas, calones, altura vertical) nos revelan una situación asimétrica y por tanto desequilibrada en la crítica en la tracción del arte.

Sonda de red

Las lecturas de la abertura de la boca de la red durante este lance se muestran en la gráfica de la figura:

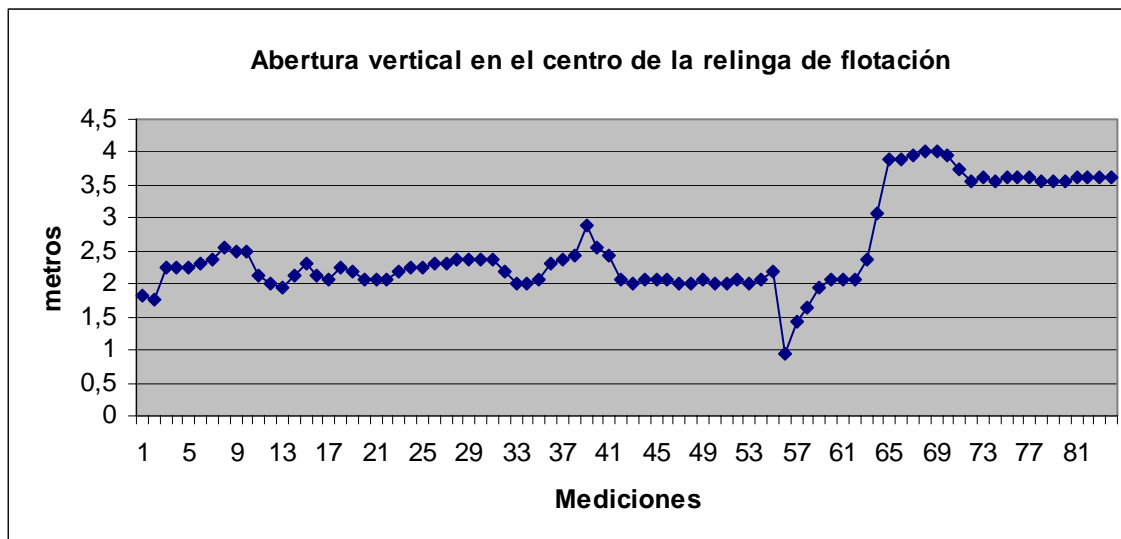


Figura 45. Registro de la abertura vertical del arte en el centro de la relinga de flotación en el lance nº 8 (arte OMEGA sin cadena)

La media de las lecturas de la abertura de la boca de la red es de 2,52 metros.

Podemos observar como correspondiendo con la variación de las lecturas de puertas y calones, las lecturas de la abertura de la red también varían. De 2 metros aproximadamente de media pasa a una abertura del doble. Su observación con el equipo Scanmar nos permitió proceder de inmediato al virado del arte. Resultó ser el efecto producido por una rotura de la gaza que une el viento superior con el calón en la banda de babor. La figura 46 muestra como la rotura en esta banda hace que el peso del arte bascule y se cargue en la banda contraria (estribor) produciendo una súper extensión de la distancia entre calones y la pérdida de contacto del burlón con el fondo. Esta situación reduce a la mitad la resistencia del arte.

Resumen

Valores medios de la geometría de la red para el lance analizado:

Distancia entre puertas	141.4 m
Distancia entre calones	40.6 m
Tensión 1	2282 kg
Tensión 2	1764 kg
Abertura boca	2.52 m
Angulo de ataque de las malletas	9,7°

Tabla 16. Resumen de los valores medios en el lance nº 8 (arte OMEGA con cadena)



Figura 46. Gráfica del momento en el que se produce la rotura del arte.

RESUMEN DE GEOMETRÍAS

Asociaremos a continuación el resultado medio de las lecturas de la geometría de la red para los diferentes artes.

Lance nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Arte	OMEGA sin cadena	OMEGA con cadena	OMEGA con cadena	TREN 80 m	OMEGA con cadena	CLASICO 100 sin lastre	CLASICO 100 sin lastre	OMEGA con cadena
Dist.Puertas	130,3	135,2	133,4	134,1	129,7	117,3	116,4	141,4
Dist.Calones	28,3	29,9	29,6	26	28,5		25,9	40,6
Tensión 1	1586	1705	1963	1918	2135	2381	2635	2282
Tensión 2	1985	2180	2073	1776	2298	2259	2441	1764
Abertura V.	2,31	2,27	2,25	1,75	2	2,68	2,47	2,52

Tabla 17. Resumen de los valores medios registrados en cada uno de los lances.

Podemos obtener varias conclusiones analizando la tabla anterior:

- Utilizando el arte clásico de 100 sin lastre la distancia horizontal entre puertas y la distancia horizontal entre los calones son menores que con el arte OMEGA con o sin cadena adicional. Esta disminución en la distancia se ve reflejada en una mayor abertura vertical de la boca.
- Las tensiones de los cables al soportar el arte clásico de 100 sin lastre son mayores que cuando se utiliza otro arte.
- Con el arte TREN la abertura vertical de la boca es inferior a 2 metros.

4.4 COMPARATIVA DE CONSUMOS ASOCIADO A CADA ARTE

Los lances son distintos y responden a las siguientes características:

Lance	Arte	Cadena	Duración	Consumo Total/lance	Consumo Litros/hora	Vel GPS
1	OMEGA 100	NO	185	234	75,89	3,2
2	OMEGA 100	SI	180	287	95,66	3,2
3	OMEGA 100	SI	69	100	86,95	3,2
4	TREN 80 m		180	320	106,66	3,2
5	OMEGA	SI	155	281	108,77	3,6
6	CLASICO 100 sin lastre	NO	192	357	111,56	3,6
7	CLASICO 100 sin lastre	NO	207	370	107,24	3,7
8	OMEGA	SI	53	96	108,67	3,7

Tabla 18. Comparativa de consumos por hora y velocidad

Se debe tener en cuenta que a la hora de evaluar el consumo que suponen los diferentes artes, éste también depende de otros factores. Las condiciones climatológicas, corrientes submarinas, el fondo sobre el que se trabaja,.. En el presente estudio el arte TREN ha sido utilizado con 750 metros de cable largado, frente a los 650 metros de cable utilizado en el resto de artes.

Para valorar los diferentes artes ha de tenerse siempre en cuenta que el arte OMEGA es un diseño de arte con burlón de 100 metros lastrado y el arte de CLASICO con burlón de 100 sin lastre. Por tanto, el arte tipo OMEGA es de

construcción un arte más pesado con lo que los consumos menores de éste con respecto al clásico indican que las perspectivas de ahorro son plausibles.

La anterior comparativa de consumo referido al arte empleado puede expresarse en forma de gráfico de la siguiente forma:

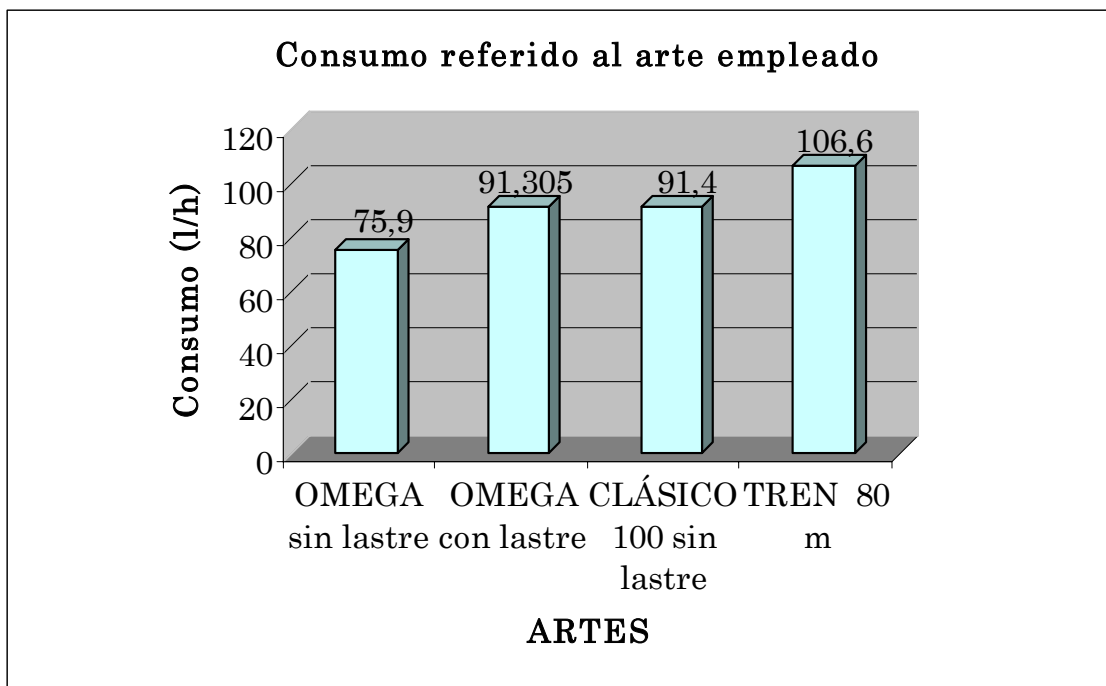


Figura 47. Consumo referido al arte empleado

Extendiendo las modificaciones al conjunto de secciones del arte del arte (plan bajo) es natural que los rendimientos del consumo energético aumenten notablemente.

4.6 CONSUMO DEL ARTE “OMEGA” ASOCIADO A CAPTURAS RETENIDAS

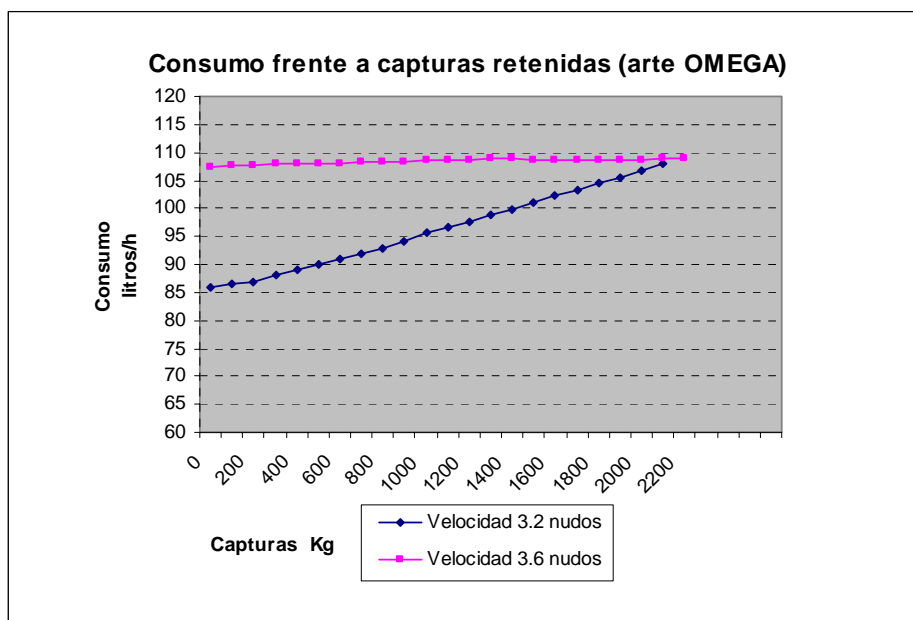


Figura 48. Relación entre consumo de combustible y captura retenida para el arte modificado OMEGA.

A medida que el nivel de capturas es mayor, aumentamos ligeramente el consumo. Cada 100 kilos de capturas retenidas en el copo incrementamos el consumo 11 l/h.

Esta aproximación nos permite concluir que el nivel de capturas retenidas no es un factor determinante a considerar a la hora de estudiar el consumo, ya que el consumo mínimo (sin apenas capturas) rondaría los 87 l/h, y capturando una tonelada ronda los 96 l/min.

En las pruebas de mar solo se han podido referir dos velocidades de arrastre por lo que las conclusiones no son definitivas pero se puede prever que el peso de la captura a velocidades “menores” es significativo frente al consumo total. A velocidades “mayores” el peso de la captura aparentemente no es significativo. Sería necesario verificar simultáneamente mediante sensores de velocidad de filtrado el efecto que el peso de la captura supone en la velocidad y tracción de arrastre.

4.7 CONSUMOS POR OPTIMIZACION DE LA MOTORIZACION

El motor principal es el mod. S12R-MPTK de Mitsibishi de 1278 Hp a 1600 r.p.m. Tiene un sistema de inyección directa, 12 cilindros en V. Tiene un sistema reductor inversor hidráulico por medio de un acoplamiento elástico marca ZF mod. W 7.300 con un ratio de reducción de 1/6.



Figura 49 : Motor principal y reductora

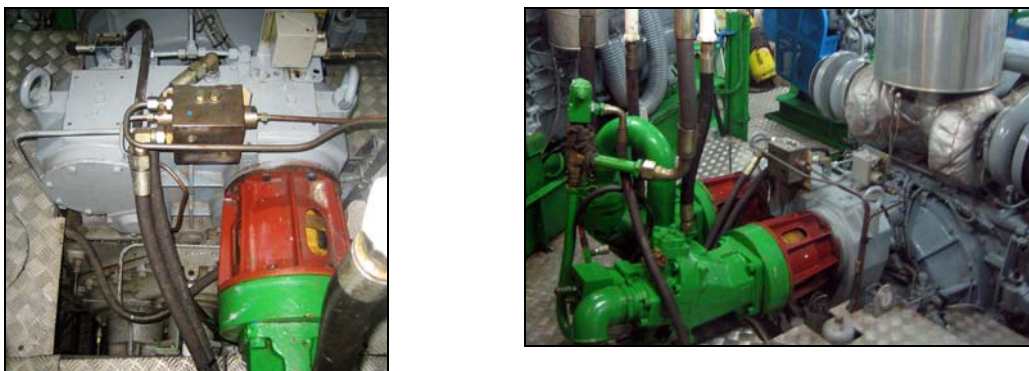


Figura 50 : Bombas hidráulicas

El buque dispone de dos motores diesel auxiliares. Uno (auxiliar 1) marca GUASCOR de 180 CV a 1500 r.p.m modelo 9222/7 para accionamiento del sistema hidráulico de las maquinillas y grupo electrógeno y otro (auxiliar 2) marca DEUTZ.

Los consumos para las situaciones de arrastre, maniobras de accionamiento hidráulico (largado/virado de los artes, puertas, malletas y cables) y ruta se expresan en las figuras siguientes (fig 51 y 52):

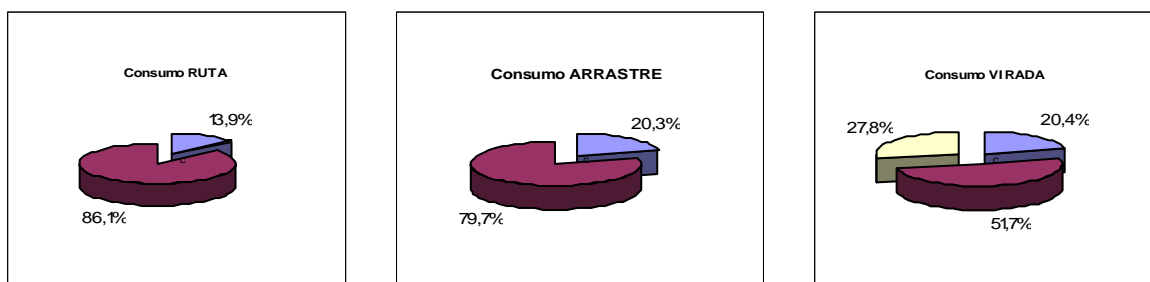


Figura 51. Consumo parcial de cada motor respecto al consumo total en las operativas de ruta, arrastre y virada

En la gráfica se representa en granate el consumo del motor principal, en amarillo el motor auxiliar 1 y en azul el motor auxiliar 2. Cuando se mantienen en marcha los dos auxiliares y los suprimimos no se ve incrementado el ahorro de combustible porque el motor principal supone un 51,7 % del total.

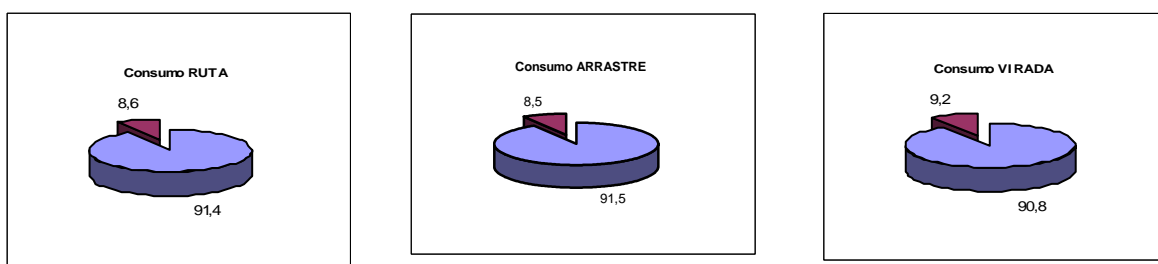


Figura 52. Ahorro porcentual sobre el consumo total para cada maniobra (ruta, arrastre y virada) sin auxiliares

5 CONCLUSIONES

El buque no puede arrastrar un arte CASICO de 100 metros de burlón lastrado.

Unas mínimas diferencias de diseño y materiales: la única sustitución del plan alto del arte por materiales de dimensión de malla mayor y diámetro inferior con más resistencia a la rotura reducen el peso del aparejo equiparándose en consumo a un arte de clásico de 100 metros de burlón sin lastre.

El arte OMEGA frente al arte CLASICO de 100 metros de burlón sin lastre no produce grandes diferencias de consumo de gasoleo.

Para la misma velocidad de arrastre el consumo en litros/hora de gasoleo con el arte OMEGA de 100 metros de burlón lastrado se ve reducido en más de un 20% si no se emplea cadena de lastre adicional.

El consumo medio obtenido de la utilización del arte OMEGA con cadena de lastre adicional una velocidad de 3,2 nudos es de 91,3 litros.

Para el arte de TREN de 80 metros de burlón es de 106,66 litros/hora en las mismas condiciones de arrastre.

El consumo se ve incrementado en más de un 19% cuando la velocidad de arrastre aumenta de 3,2 a 3,6 nudos.

Cada 100 kilos de capturas retenidas en el copo incrementamos el consumo 11 l/h.

6 BIBLIOGRAFIA

1. 1993. *Otterboard performance and behaviour*. pp 110. Seafish, IFREMER and DIFTA.
2. *Engines & techniques de pêche*.p.p.21.IFREMER
3. 1984. *Inventario de artes de pesca en Euskadi*. Servicio Central Publicaciones, Gobierno Vasco (Vitoria): 305 p. Igelmo A., X. Iribar & S. Lerga
4. *Fundamentos de pesca*. p.p. 209. Santos L. & Nuñez J.F.

7 ANEXO

