

SDGO - ATLANTIS

Informe Técnico

Jun-Jul 2022



**Título:** Informe técnico Campaña

**Autores:** Ezequiel González, Francisco Barrena, Roger Mocholi, Marcos Bourbosa

**Departamento:** Sísmica.

**Fecha:** 13 Junio/17 Julio 2022

**Páginas:** 100

**Localización:** [Atlántico Norte \(NW de África y W Iberia\)](#)

**Detalles campaña:** Sísmica de refracción + Sísmica de reflexión multicanal MCS + Batimetría Multihaz + Sonda Paramétrica + Magnetómetro.

## INFORMACIÓN GENERAL

### Información de Campaña

Barco: Sarmiento de Gamboa

Campaña N°: 29SG20220613

Área: Atlántico

Fechas: 13 de Junio a 17 Julio 2022

### Fuente de Energía Sísmica para Gran Ángulo.

Controlador de la Fuente: Big Shot®

Tipo de Ristra: Cañones SERCEL® GGUN-II.

Profundidad de cañones: 15 metros

Volumen total: 5200 cu.in. Presión de Aire: 2000 p.s.i.

Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.

Frecuencia de Disparo: constante cada 150m (LISA1) o 100m (SG20220613\_MCS1); controlado por sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish y registrado por GPS Fei-Zyfer Starplus. Error de Sincronización: +/- 1 ms.

### Fuente de Energía Sísmica para Multicanal.

Controlador de la Fuente: Big Shot®

Tipo de Ristra: Cañones SERCEL® GGUN-II.

Profundidad de cañones: 10 metros

Volumen total: 3920 cu.in. Presión de Aire: 2000 p.s.i.

Error de Sincronización: +/- 1 ms.

Frecuencia de Disparo: equidistantes 37.5 metros; controlado por sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish.

### Compresores fuente sísmica

Modelo: 2 x LMF® 25/138-207E

Presión de entrada: 1,013 bar - 14,65 psi

Volumen Max aire: 25 m<sup>3</sup>/min - 1100 cfm

Presión de descarga en campaña: 140 bar - 2000 psi

Control por variador de frecuencia: 500-1000 rpm

### Cañones de aire comprimido

Modelo: Sercel® GGUN-II

Volúmenes utilizados: 520, 380, 250, 150, 110 y 90 cu.in.

### Configuración de Navegación Sísmica

Sistema de Navegación Integrado: INPROSPECT® TriggerFish con sincronización GPS para determinar la posición exacta de la fuente y de todos los equipos desplegados en cada disparo. Integración de Boya de cola con rGPS, birds Nautilus® de Sercel® y compass-retrievers Geospace®.

### Configuración del "streamer" multicanal.

SSAS Multicanal Sentinel Sercel®

Hidrófonos por canal: 8

Sección activa: 3000 - 6000 m.

Número de canales: 240-480.

Intervalo de canal: 12.5 metros

Longitud total: 6080.95 metros.

Profundidad "streamer": 19 m

### Información de Registro multicanal.

Instrumento de Registro: SEAL® 408XL

Formato de Registro: SEG D, formato IEEE 32 bit

Tiempo de Registro: 14 segundos

Filtro analógico de sección: 3 Hz

Inicio de Registro: Pulso Trigger por distancia calculada por TriggerFish®

Intervalo de registro: 2ms

Filtro Pasa Altas - Bajas frecuencias: Ninguno

Canales auxiliares de registro: 12 (WB, FTB, 5 hidrófonos de campo cercano del array de babor + 5 estribor)

### Ecosonda Multihaz

Modelo: ATLAS Hydrosweep DS

Frecuencia de emisión: 14.5 a 16 kHz.

Rango de operación: 100 a 11000 metros

# INFORME TÉCNICO

Campaña ATLANTIS Junio – Julio 2022



Longitud de pulso: 0.17 a 25 ms. Cobertura máxima: 6 veces la profundidad, 20 km máximo.

Precisión: 0.5 m, 0.2% de la profundidad (2 sigma) Apertura del haz: 1º x 1º.

Nº de haces: 320 por hardware y 960 con High Order Beamforming.

## **Ecosonda Monohaz**

Modelo: SIMRAD EA-600

Frecuencias de trabajo: 12 kHz y 200 kHz

(PINGER) utilizado en combinación con el Pinger Benthos®

## **Perfilador/Sonda paramétrica**

Modelo: ATLAS Parasound P-35

Señales: Barker, CW, Chirp y señales definidas por el usuario

Frecuencia primaria: 18-39 kHz.

Frecuencia secundaria: 0.5 a 6 kHz.

Precisión de detección de fondo: 0.2 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).

Longitud de pulso: 0,17 a 25 ms.

Max. Range Resolution: 6.1 cm.

Potencia de transmisión: 35 kW.

Resolución del haz: 4.5º Alongtrack - 5º Acrosstrack

Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.

## **Gravímetro**

Modelo: Lacoste&Romberg

## **Magnetómetro**

Modelo: Marine Magnetics SeaSpy

## ÍNDICE

0. FICHA TÉCNICA .....	6
1. CARACTERÍSTICAS DE CAMPAÑA.....	7
<b>2. INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA.....</b>	<b>13</b>
2.1. Fuente Sísmica.....	13
2.2 Compresores LMF modelo 25/138-207-E50.....	14
2.3. Equipamiento de laboratorio y adquisición sísmica .....	15
2.3.1. Sistema de control de cañones.....	17
2.3.2. Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish® .....	20
2.3.3. Software de procesado y QC de Navegación GeometisMX de NORTHSTART® .....	21
2.3.4. Criterios de nomenclatura de archivos de navegación y estructura de directorios .....	22
2.3.5. Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL .....	25
2.3.6.- “Streamer” multicanal SENTINEL Sercel®.....	26
2.3.7.- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP® .....	28
2.3.8.- GEOSPACE® compass y airbags .....	30
2.3.9.- “Birds” NAUTILUS® .....	32
2.3.10.- Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS) .....	34
<b>3. EQUIPAMIENTO MECÁNICO .....</b>	<b>35</b>
3.1 Compresor de Alta Presión LMF .....	35
3.2 Cañones de Sísmica .....	38
3.3 Estructura Sísmica .....	43
4. TELEMÁTICA .....	44
4.1 Comunicaciones .....	44
4.2 Actividades .....	45
4.3 Incidencias.....	46
4.4 Servicios TIC.....	47
5. DEPARTAMENTO ACÚSTICA .....	50
5.1 Sonda Multihaz Profunda. Atlas DS .....	50
5.2 SONDA PARAMETRICA ATLAS PARASOUND P-35 .....	53
5.3 Applanix POS MV .....	56
5.4 Sonda Monohaz EA 600.....	57
5.5 Sistema de navegación EIVA.....	58
5.6 Perfilador Batitermográfico XBT.....	61
5.7 Equipamiento geofísico .....	63
5.7.1 MAGNETÓMETRO MARINO SEA SPY .....	63
5.7.2 GRAVÍMETRO Marino Lacoste & Romberg Air-Sea II.....	64

5.7.3.- GRAVIMETRO PORTATIL SCINTREX CG-5.....	67
7.- ANEXOS .....	69
7.1- ANEXOS acústica .....	69
7.1.2.- Parámetros sonda Paramétrica .....	69
7.1.3.- Calibración del gravímetro .....	70
7.2 ANEXOS Sísmica.....	72
Anexo I. Cabecera SEG-D y formato SPECTRA. ....	72
Anexo IIa. Modelización fuente sísmica Refracción .....	77
Anexo IIb. Modelización fuente sísmica Reflexión .....	86
Anexo III. CONFIGURACIÓN STREAMER Y OBSERVER LOGs (Anotaciones Sísmica).....	95
7.3 ANEXO Laboratorio.....	100

## 0. FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA			
<b>ACRÓNIMO</b>	<b>ATLANTIS</b>		
<b>Título Proyecto</b>	<b>ATLAntic-North-Africa lithosphere Three-dimensional Imaging Study (ATLANTIS)</b>		
<b>CÓDIGO REN</b>	PID2019-109559RB-I00	<b>CÓDIGO UTM</b>	<b>29SG20220613</b>
<b>JEFE CIENTÍFICO</b>	Dr. César Rodríguez Ranero	<b>INSTITUCIÓN</b>	ICM-CSIC
<b>INICIO</b>	Vigo (ESP) 13/Junio/2022	<b>FINAL</b>	Vigo (ESP) 17/Julio/2022
<b>BUQUE</b>	<b>Sarmiento de Gamboa</b>		
<b>Zona de trabajo</b>	<b>Atlántico Norte (NW de África y W Iberia)</b>		
<b>Responsable Técnico</b>	Ezequiel González Bernárdez	<b>Organización</b>	U.T.M.
<b>Equipo Técnico</b>	F. BARRENA (UTM Acústica) M. SANCHEZ, S. ALVAREZ, I. CASAL, M. BOULLOSA (UTM Mecánica) D. PINA (UTM OBSs) I. POSE, J.L. ALONSO, G. MUÑOZ, E. GONZALEZ (UTM Sísmica) R. MOCHOLI (UTM Telemática)		
<b>Instrumentación utilizada</b>	Sonda multihaz ATLAS® Hydrosweep DS, Sonda monohaz SIMRAD® EA-600, Perfilador paramétrico ATLAS® Parasound P-35. Cañones Sercel® GGUN-II, Controlador RTS BIG SHOT®. Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish®. “Streamer” multicanal Sentinel Sercel®, Sistema de adquisición SEAL®, Tail buoy y Buoylink Rtk-NAV SEAMAP®, “bird”s NAUTILUS®, Compass-Retrievers GEOSPACE®.		

# 1. RESUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CAMPAÑA

Se trata de una campaña de toma de datos geofísicos de sísmica con hidrófonos de fondo oceánico, sísmica de streamer, magnetismo y gravedad. Los datos permitirán obtener la estructura tectónica y sedimentaria, así como las propiedades físicas de la corteza y del manto mas superior de la estructura del oeste de Iberia y noroeste de Africa.

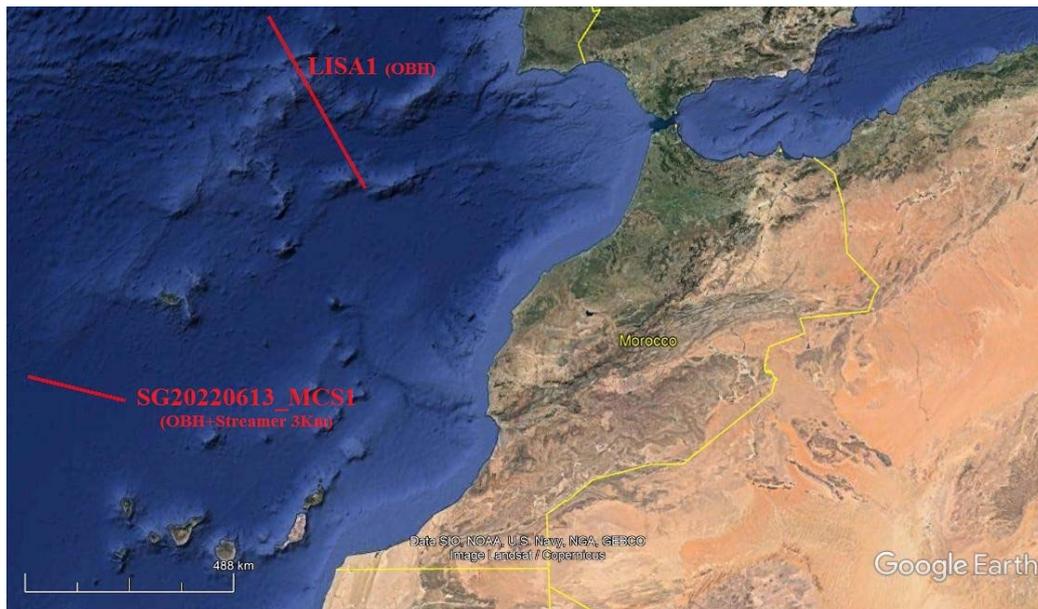
## 1.1 Leg #1. OBH.

Perfil	Distancia recorrida		Disparos Realizados
	Km	Nm	
LISA1	447.8	241.8	2985
SG20220613_MCS1	246.8	133.3	2468

Este primer leg consistió en la adquisición de datos de sísmica de refracción en 2 transectos. El primero se realizó con disparos desde el barco equidistantes cada 150m. y registro de OBH, fondeados a lo largo del mismo en puntos determinados por el equipo científico. Una vez finalizados los disparos se recogieron los OBH mediante liberación acústica para, tras descargar los datos recogidos, volver a fondearlos en la siguiente línea.

Por solicitud del IP, y a pesar de no estar inicialmente contemplado en este leg, la segunda línea se realizó además registro de manera simultánea con 3km de sección activa de streamer (20 secciones = 240 canales) remolcado a una profundidad de 19m. En este caso los disparos se realizaron cada 100m.

Se configuró una fuente sísmica simétrica, compuesta por dos ristas de cañones potente y estable de **5200 cu.in.**, a una profundidad de **15 metros**; que favoreciese la generación de frecuencias bajas.



Mapa 1. Situación geográfica líneas de refracción realizadas en el Leg #1.

Una vez finalizados los disparos de cada línea se generó un archivo para cada línea con la posición del centro de la fuente (COS) en cada disparo, su tiempo exacto (con precisión de 0.1 microsegundos) así como la profundidad en ese punto.

SHOT	JULIAN DAY	TIME			LATITUDE				LONGITUDE				DEPTH
		HOUR	MINUTE	SECONDS	DEGREES	MINUTES	SECONDS		DEGREES	MINUTES	SECONDS		
961	175	12	48	2.4111625	30	44	32.45	N	17	54	51.71	W	4554.1
962	175	12	48	46.1745441	30	44	33.44	N	17	54	55.44	W	4554.4
963	175	12	49	29.1993377	30	44	34.37	N	17	54	59.09	W	4554.9
964	175	12	50	11.1011855	30	44	35.31	N	17	55	2.7	W	4555.3
965	175	12	50	53.1907317	30	44	36.22	N	17	55	6.26	W	4555.6
966	175	12	51	35.5687049	30	44	37.13	N	17	55	9.89	W	4555.7
967	175	12	52	18.2997123	30	44	38.12	N	17	55	13.53	W	4555.6
968	175	12	53	1.9897597	30	44	39	N	17	55	17.25	W	4555.8

Figura 1 . Tabla de datación de disparos con posición y profundidad del COS

En el caso de la línea realizada con streamer de 3km (240 ch) se generó además el archivo UKOOA P1 con la posición de los receptores en cada disparo para el procesado de los segd.

## INCIDENCIAS

Durante el disparo de la línea LISA1 se produjeron incidencias en los cañones, sus sensores y en uno de los compresores que se detallaran en el apartado de mecánica.

En la línea realizada con streamer, el compás número 2 tuvo que ser deshabilitado porque estaba dando medidas erróneas. Sus datos no fueron tenidos en cuenta para la obtención del archivo de navegación UKOOA P1.

En uno de los OBH de la primera línea y en 5 de la segunda, el sistema de liberación acústica no funcionó, por lo que hubo que esperar a que el dispositivo de liberación mecánica programado por tiempo liberase los equipos.

## 1.2 Leg #2. Sísmica de reflexión multicanal.

Perfil	Distancia recorrida		Disparos Realizados	Número de trazas o canales del streamer
	Km	Nm		
ATLANTIS_MCS2	453.6	245	12097	480 ch.
ATLANTIS_MCS3	127.7	69	3406	480 ch.
ATLANTIS_MCS4.1	58.9	31.8	1570	480 ch.
ATLANTIS_MCS4.2	367	198.2	9788	480 ch.
ATLANTIS_MCS5	239	129	6379	480 ch.

Tras una breve parada en el puerto de Las Palmas para relevo de personal, el día 2 de Julio se inició el levantamiento de este segundo leg. Se han realizado **4** perfiles sísmicos de una longitud total de **1246.2 km.** con streamer de 480 canales (6km de sección activa).



Mapa 2. Situación geográfica líneas de geofísica realizadas en el Leg #2

Se instalaron los sistemas de control y procesado de datos sísmicos en el laboratorio principal del buque, así como una estación de trabajo con Kingdom suite 2020 y con RadExpro2019 que se dejó a disposición del equipo científico. Continuamente se realizó un control de calidad del registro sísmico y de navegación. Los datos de navegación se editaron y se depuraron con el sistema de QC GeometisMX de NortStar®.

Se digitalizaron y registraron doce (12) señales analógicas en las **trazas auxiliares**. La primera es el “*water break*”, el segundo el “*Fire Time Break*” (suma/envolvente de todas las señales de los sensores de todos los cañones que componen la fuente). Las trazas auxiliares del 3 al 12 son los “near field hydrophones” de la primera a la quinta posición de cada array de cañones.

AUX GUN					
AUX Ch.	GUN	POSITION	POSITION	GUN	AUX Ch.
8	380+380	BABOR 1º	ESTRIBOR 1º	380+380	7
9	520	BABOR 2º	ESTRIBOR 2º	520	4
10	250+250	BABOR 3º	ESTRIBOR 3º	250+250	5
12	520	BABOR 4º	ESTRIBOR 4º	520	6
11	150+150	BABOR 5º	ESTRIBOR 5º	150+150	3

OTHER AUX		
AUX Ch.	DESCR.	FROM
1	WATER BREAK	DCXU
2	FTB	GUN CTRL

En todas las líneas levantadas, se realizó un estudio geofísico completo con ecosonda multihaz, gravímetro, sonda o perfilador multiparamétrico y sísmica de reflexión multicanal.

## INCIDENCIAS

Durante el despliegue de los 6km de streamer se detecta leakage en el HV de los Nautilus y en el HV del SEAL. La única manera de poder trabajar es únicamente utilizando el HV del SEAL. De esta manera se alimentan las baterías de los birds y se puede registrar con el streamer.

Durante la línea MCS2 la power supply número 2 del sistema de disparo de cañones deja de disparar, con lo que los cañones de los que depende no disparan (1º y 2º cluster de babor y 1º cluster de estribor). Sin dejar de registrar ni disparar con el resto de cañones, se busca el origen del problema, cambiando cables, dando más refrigeración a las fuentes, cambiando el controlador e incluso cambiando la propia power supply. Como nada de esto soluciona el problema se concluye que la única posible fuente de error esté en los propios cañones, por un posible corto o leakage en una o varias líneas de los solenoides. Se prueba a ir deshabilitando cañones individualmente hasta que al apagar el cañón 2 del 1º cluster de estribor desaparece el problema, con lo cual se confirma la sospecha y en el siguiente fin de línea se cambia uno de los solenoides de esa posición, solucionándose el problema. Hasta finalizar la línea se sigue disparando con toda la fuente salvo ese cañón.

Durante esta línea también se observa un comportamiento “extraño” en el bird número 7 por lo que al final de la línea se decide también recoger parte del streamer para solucionar el problema. Una vez recogido hasta su posición se observa que había perdido la quilla. Como medida preventiva también se cambia la electrónica además del propio body. Tras el cambio, al largar de nuevo el streamer aparecen fallos de leakage en las líneas HV del SEAL y de los Nautilus de nuevo, aunque esta vez no podemos trabajar nisiquiera sólo con una de ellas, lo que impide desplegar los birds. Hubo que conectar por tramos al chigre de popa, que no daba fallo, para poder desplegarlos. Durante esta operación se detectó que el primer LAUM era una de las causas del problema y se cambió. Una vez todo el streamer en el agua, al encender el HV de ambos sistemas, el HV del Nautilus volvió a dar fallos de leakage, con lo que de nuevo sólo trabajaremos con el HV del SEAL.

Durante la línea MCS\_4 en el primer cambio de rumbo, el Trigger fish deja de disparar al alejarse mucho el barco de la línea planeada. Reiniciamos la grabación de la línea, por lo que en esta línea existirán dos archivos de navegación P1 (uno con secuencia 1 y otro con secuencia 2).

Cuando la velocidad sobre el fondo sobrepasaba los 5.2 nudos y debido a que la ventana de registro era de 14 segundos, se produce un mismatch entre el número de shot del sistema de navegación y el número del archivo segd generado. No se trata de ningún problema siempre y cuando se tenga en cuenta que para el procesado deberá hacerse el match de la posición del disparo guardado en la cabecera del segd.

Las incidencias con el compresor, las líneas de aire y los cañones producidas se detallan en el apartado de mecánica.

### 1.3 Leg #3. Sísmica de reflexión multicanal FRAME.

En esta fase se han levantado **4** perfiles sísmicos de reflexión con streamer multicanal digital. Como resultado se han obtenido **748.2 km** de perfil continuo. Se inició el levantamiento de este tercer leg el 11 de Julio con streamer de 6km de sección activa (480 canales).

Perfil	Distancia recorrida		Disparos Realizados	Número de trazas o canales del streamer
	Km	Nm		
ATLANTIS_MCS6	177.2	95.7	4725	480 ch.
ATLANTIS_MCS7	227.8	123	6074	480 ch.
ATLANTIS_MCS8	51.2	27.6	1365	480 ch.
ATLANTIS_MCS9	292	157.6	7785	480 ch.



Mapa 3. Situación geográfica líneas de geofísica realizadas en el Leg #3

Se digitalizaron y registraron doce (12) señales analógicas en las **trazas auxiliares**. La primera es el “*water break*”, el segundo el “*Fire Time Break*” (suma/envolvente de todas las señales de los sensores de todos los cañones que componen la fuente). Las trazas auxiliares del 3 al 12 son los “near field hydrophones” de la primera a la quinta posición de cada array de cañones.

AUX GUN					
AUX Ch.	GUN	POSITION	POSITION	GUN	AUX Ch.
8	380+380	BABOR 1º	ESTRIBOR 1º	380+380	7
9	520	BABOR 2º	ESTRIBOR 2º	520	4
10	250+250	BABOR 3º	ESTRIBOR 3º	250+250	5
12	520	BABOR 4º	ESTRIBOR 4º	520	6
11	150+150	BABOR 5º	ESTRIBOR 5º	150+150	3

OTHER AUX		
AUX Ch.	DESCR.	FROM
1	WATER BREAK	DCXU
2	FTB	GUN CTRL

En las líneas levantadas, se realizó un estudio geofísico completo con ecosonda multihaz, gravímetro, sonda o perfilador multiparamétrico y sísmica de reflexión multicanal.

## INCIDENCIAS

Se cambia la PWM-2 ya que la tensión caía de los 375V a los 275V cuando se encendía el HV del SEAL. A priori, esto no estaba afectando al normal funcionamiento del streamer pero se hace el cambio por precaución. Con la nueva PWM-2 se mantienen los 375V en todo momento. Además también se aumenta la tensión que proporciona la NSI de los 300V a los 420V para evitar errores de pseudo-leakage con la línea del SEAL. Estos cambios permiten trabajar con ambas líneas de HV sin errores de leakage.

La aplicación TriggerFish Services del sistema de Navegación se detuvo esporádicamente en alguna ocasión, provocando que el sistema dejase de disparar. Simplemente reiniciando la aplicación el sistema continuaba con el disparo y grabación, perdiéndose muy pocos shots. Podría deberse al sobrecalentamiento de la GTU, ya que el container de sísmica alcanzaba temperaturas muy altas pese a estar el sistema de aire acondicionado funcionando ininterrumpidamente. En esta campaña se ha comprobado que el sistema de ac no funciona como siempre pese a haber sido revisado por un técnico antes de la campaña.

Tras finalizar la línea MCS\_9 sin problemas, al ir a iniciar el softstart para la siguiente se pierde la telemetría del streamer. Se trata de recuperar la conexión con los canales del streamer reiniciando todo el sistema desde cero sin éxito. Entonces se pasa a ir aislando el problema mediante la sustitución sistemática de los diferentes cables de comunicación y de los módulos de los que se dispone de respeto. Como cada cambio implica un reinicio completo del sistema, se trata de un proceso largo y tedioso. Se comprueba además que la comunicación con los compases y los birds no está afectada, con lo cual se tiene control de la profundidad y el rumbo del streamer lo que hace al menos seguro seguir navegando con el streamer desplegado en espera de encontrar solución al problema. También se comprueba que desconectando el streamer el fallo continúa pues la unidad central no detecta el primer digitalizador (DCXU) que se encuentra en el propio container, con lo cual descartamos por completo que el fallo esté en el agua.

Revisando la unidad central de adquisición CMXL 408 y tras cambiar las tarjetas LCI sin éxito, se desmonta la tarjeta de alimentación (Power Supply Board APPS3) y se detecta un condensador quemado. Se cambia por uno similar también sin éxito. No se dispone de recambio de esa tarjeta.

Tras todas estas comprobaciones y cambios, y sin poder disponer de soporte técnico alguno por tratarse de un sistema ya obsoleto se decide recoger el equipo y poner fin a la parte de adquisición sísmica.

## 2. INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA.

### 2.1. Fuente Sísmica.

Para la realización de sismica activa se requiere una fuente de alta energía capaz de generar un frente de ondas de gran amplitud en el rango de frecuencias lo más adecuado a los objetivos previamente marcados, favoreciendo la propagación de la onda sísmica por capas profundas y detallar sus estructuras. La energía reflejada y refractada en cada uno de los cambios de impedancia acústica, es registrada por los hidrófonos del “streamer” o del OBH. Con estas técnicas se pretende alcanzar y caracterizar las estructuras geológicas del subsuelo.

Tras recibir una señal eléctrica procedente del Laboratorio de Sísmica se emite un pulso discreto de energía acústica en el agua generado por la implosión del volumen de aire liberado por la ristra de cañones. La energía emitida se obtiene tras la liberación del aire a presión que está siendo suministrado en todo momento por un grupo de compresores y que es almacenado en cámaras de volumen fijo.

Para el leg1 de refracción (**OBHs**), se requirió una fuente sísmica doble simétrica que proporcionara una señal que generase un espectro de frecuencias bajas, para obtener la máxima penetración posible. Se utilizaron un total de **dieciséis** cañones GGUN-II, nueve en cada ristra. Las capacidades/volúmenes de cámara de aire de los cañones utilizados en esta campaña para esta fase en cada ristra han sido las siguientes: clúster 380+380, cañón 520, clúster 250+250, cañón 520 y clúster 150+150 pulgadas cúbicas (cu.in.). La potencia final ha sido generada por 5200 cu.in. La separación entre los cañones es de 2.5 metros, componiendo una fuente plenamente simétrica. Los cañones de un mismo clúster se separaron 1 metro entre sí. La profundidad a la que se sumergieron fue de 15 metros.

La frecuencia de disparo se ha realizado equidistante, cada **150** metros.

#### Geometría para el primer leg:

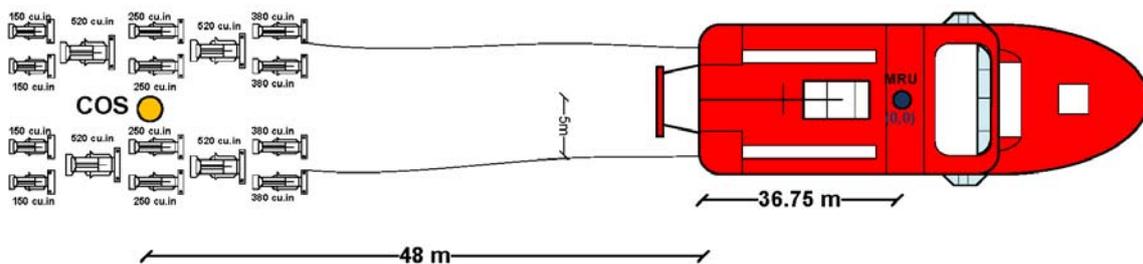


Figura 2 . Disposición y capacidad de la ristra de cañones para la línea LISA1 de refracción

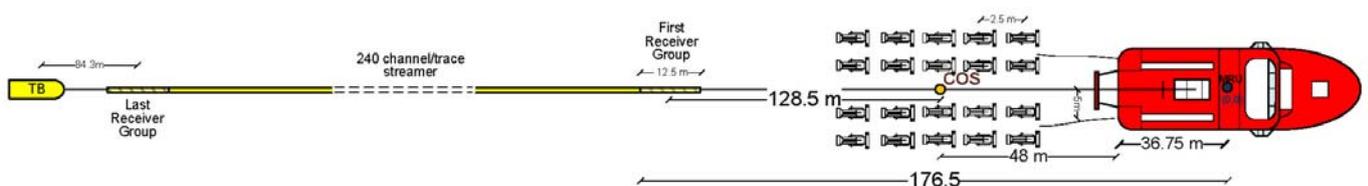


Figura 3 . Disposición y capacidad de la ristra de cañones para la línea SG20220613\_MCS1 de refracción + reflexión

Para el leg 2 de **sísmica multicanal (MCS)**, se diseñó una fuente sísmica simétrica con dos ristas de cañones, que generase un espectro de frecuencias lo más amplio posible que favoreciese las más bajas, para obtener la máxima penetración. Se utilizaron un total de **veinte** cañones SERCEL GGUN-II, diez en cada ristra. Las capacidades/volúmenes de cada cámara de aire de los cañones utilizados fueron: clúster 380+380, clúster 250+250, clúster 150+150, clúster 110+110 y clúster 90+90 pulgadas cúbicas (cu.in.) haciendo un total de 3920cuin.

#### Geometría para el leg de sísmica de Reflexión:

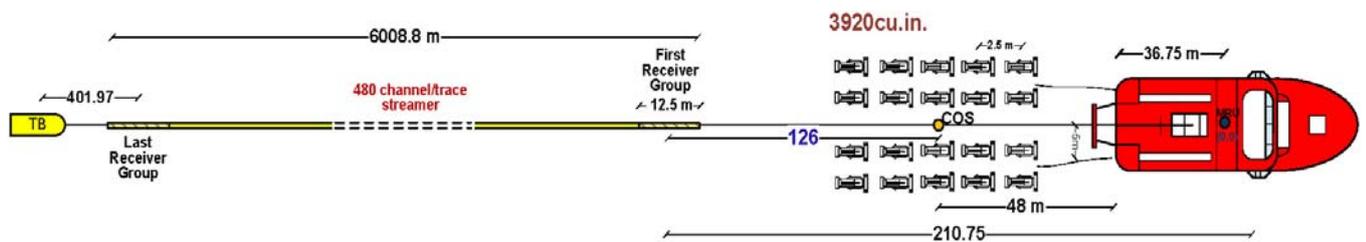


Figura 4 . Esquema de la disposición y capacidad de la ristra de cañones empleada como fuente sísmica de reflexión de alta penetración.

## 2.2 Compresores LMF modelo 25/138-207-E50

Para suministrar el aire a la presión de trabajo, 140 bares (2000 PSI), a los cañones se emplearon los dos compresores LMF modelo 25/138-207-E50 que dispone el Sarmiento de Gamboa. Cada uno tiene capacidad de proporcionar 416 m<sup>3</sup>/h de aire a 2000 psi. Suministran aire continuamente a unas botellas de volumen fijo, para mantener caudal y presión deseados. Para más información ver apartado de UTM Mecánica del presente informe.



Fotos 4 y 5. Compresor LMF 25/138-207-E50 instalado en cubierta del Sarmiento de Gamboa.



Fotos 6 y 7. Compresor LMF 25/138-207-E50 instalado a bordo del Sarmiento de Gamboa.

### 2.3. Equipamiento de laboratorio y adquisición sísmica

El equipamiento utilizado para la generación del pulso sísmico, control de sincronización de cañones y registro sísmico ha sido el siguiente:

- Sistema de control de cañones Big Shot®
- Sistema de navegación y generación de eventos InProspect TriggerFish®
- Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL
- “Streamer” multicanal SENTINEL®
- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP®
- GEOSPACE® compass/retrievers
- “Birds” NAUTILUS®
- Servidor de tiempos sincronizado con GPS (NTS)

### Sistema de Generación de Disparo

Para la generación de la señal de disparo de cañones (trigger) se ha utilizado el programa de navegación TriggerFish de INPROSPECT®. Este software calcula el momento en el que debe enviarse la orden de disparo a los cañones de manera que estos disparen en un punto preestablecido. En esta campaña se ha disparado a lo largo de cada línea a una distancia fija preestablecida.

En el caso de la sísmica de refracción se ha utilizado además un GPS Modelo Fei-Zyfer GPS Starplus 565. Se trata de un GPS disciplinado de tiempo sobre un oscilador OCX, con un error de tiempo inferior al microsegundo. Este GPS se programa para que cuando reciba del controlador de cañones la señal denominada Clock Time Break (momento del disparo real de los cañones) registre un telegrama con el tiempo exacto del disparo. Esta señal CTB del disparo de los cañones también es recibida por el sistema de navegación, que registra en ese instante la posición del barco, la profundidad y la posición del centro de la fuente, entre otras cosas.

En este caso dispondremos por cada línea de un archivo de texto con el tiempo exacto de cada disparo (Time TAG) con precisión hasta los nanosegundos, generado por el GPS Fei-Zyfer, y un archivo P1 generado por el sistema de navegación. A partir de ambos se monta un archivo combinando el tiempo preciso del Fei-Zyfer y la posición registrada por el Sistema de Navegación.

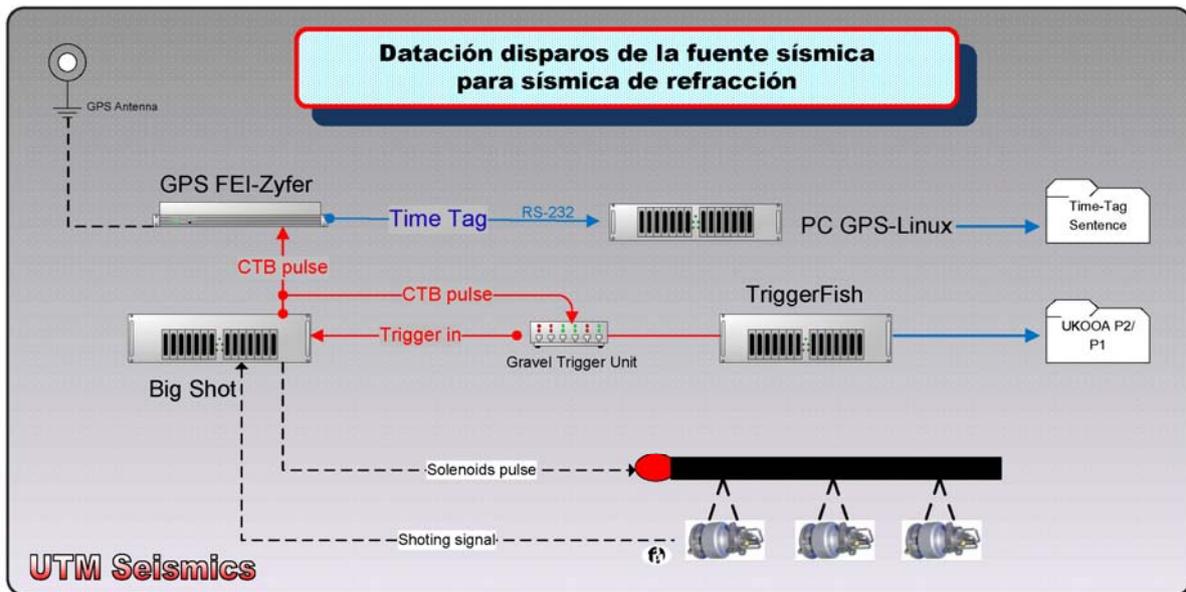


Figura 5. Diagrama de generación de fuente sísmica y datación de eventos en sísmica de refracción.

En el caso de la sísmica de reflexión también es el sistema de navegación el encargado de generar el trigger que activa la secuencia de disparo y la adquisición sísmica. Además, su misión es registrar y posicionar la medida de los distintos sensores (birds, compases, GPS, gyro, profundidad, etc.) en ese instante.

Al final tendremos por cada línea una carpeta con los archivos segd generados cada shot por el sistema de adquisición, un log de texto con la información generada por el controlador de cañones en cada disparo y un archivo UKOOA P2 generado por el sistema de navegación. El P2 de UKOOA se procesa para obtener un P1 en el que aparece la posición real de cada receptor del streamer.

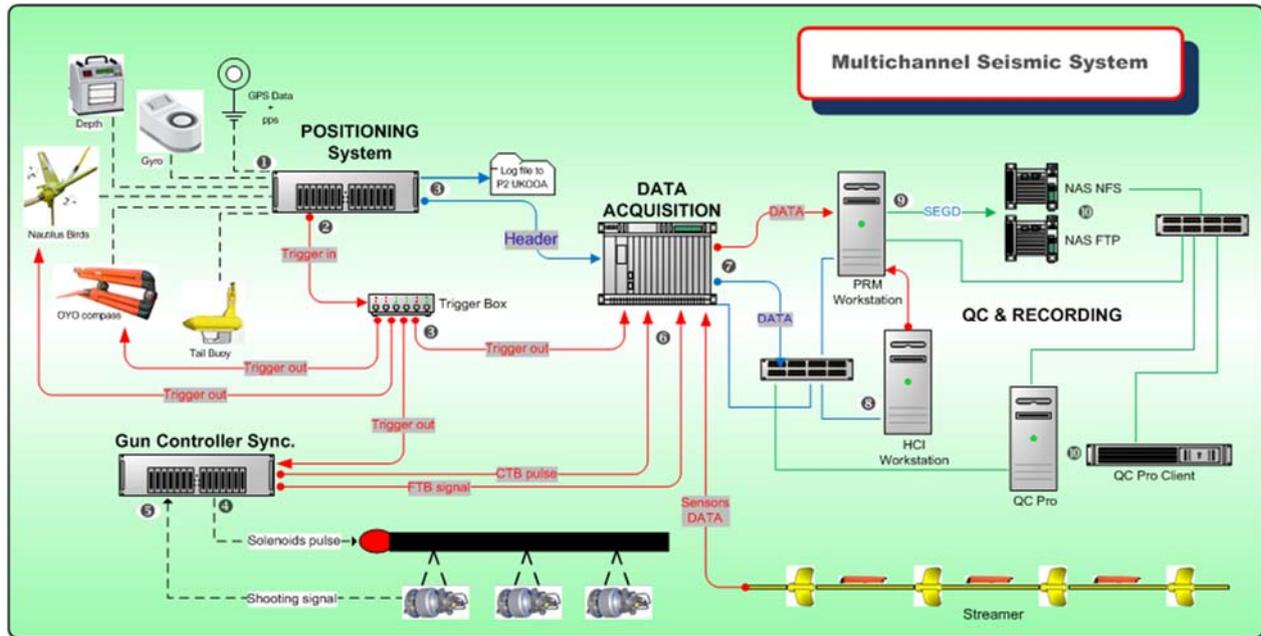


Figura 6. Diagrama de generación de fuente sísmica y adquisición para sísmica de reflexión multicanal 2D.

### 2.3.1. Sistema de control de cañones

El controlador de cañones se encarga de generar los pulsos que activarán las electroválvulas/solenoides, así como de adquirir las señales procedentes de los sensores e hidrófonos instalados en cada uno de los cañones (señal "Near Field"). Estas son las que posteriormente utiliza el sistema para calcular las diferencias en el momento de disparo entre los cañones y aplicar las debidas correcciones para que el disparo se produzca con un error máximo de un milisegundo respecto al "Aim point", asegurando así la máxima amplitud posible de la señal emitida y que la señal sea de fase mínima.

En todo momento se monitoriza la señal de respuesta de cada uno de los cañones al generarse la burbuja. Se controlan diferentes parámetros para ajustar y garantizar la perfecta sincronía de todos ellos. Es de gran importancia para la generación de un frente de ondas sísmicas único y limpio que todos los cañones emitan al unísono.

El sistema en conjunto está configurado para poder disparar y sincronizar hasta 96 cañones de tipo BOLT, SLEEVE o GGUN I y II.

Está formado por los siguientes elementos:

- a) Controlador de cañones *Big Shot*<sup>®</sup> de *Real Time Systems*<sup>®</sup>

Nuestro controlador de cañones *Big Shot*<sup>®</sup> v. 2.57 es capaz de disparar y sincronizar hasta un total de 96 cañones, y alimentar y digitalizar las señales provenientes de 48 hidrófonos y otros tantos sensores de presión/profundidad. El sistema está compuesto por una consola que controla el instante de disparo y fuentes de alimentación cada 8 cañones y otros tantos sensores.

- b) Ordenador que gestiona el controlador con el interfaz de usuario cliente.

Un ordenador dedicado exclusivamente al funcionamiento del programa *Big Shot*<sup>®</sup> V2.1. El programa es capaz de visualizar los parámetros de control de la consola, así como las señales

provenientes de los sensores de los cañones u otros sensores que se pueden usar con el controlador.

c) Dispatch pannel

Gestiona las conexiones entre el controlador de cañones y los umbilicales que soportan los cañones de aire. Contiene también las conexiones de los módulos de rGPS de cada ristra.

El disparo de los cañones (aiming point) se produce 50 ms después de la recepción del pulso procedente de la navegación (fix point). El *fix point* se produce 0.1 ms después de la generación del pulso, que indica que se ha llegado al segundo correspondiente a un nuevo disparo, por lo que el disparo real de los cañones se calcula a tiempo real para cada segundo. En el instante programado de la generación de la fuente sísmica se genera un pulso denominado CTB (Clock Time Break). Este instante es datado y se incluye en los telegramas generados tras cada disparo, con hora UTC. Para entender con más detalle la secuencia de disparo ver el esquema que se muestra a continuación.

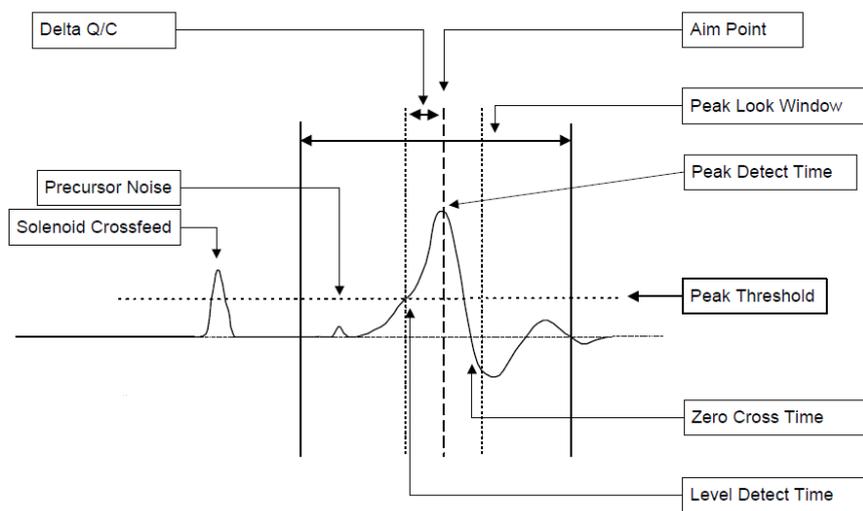
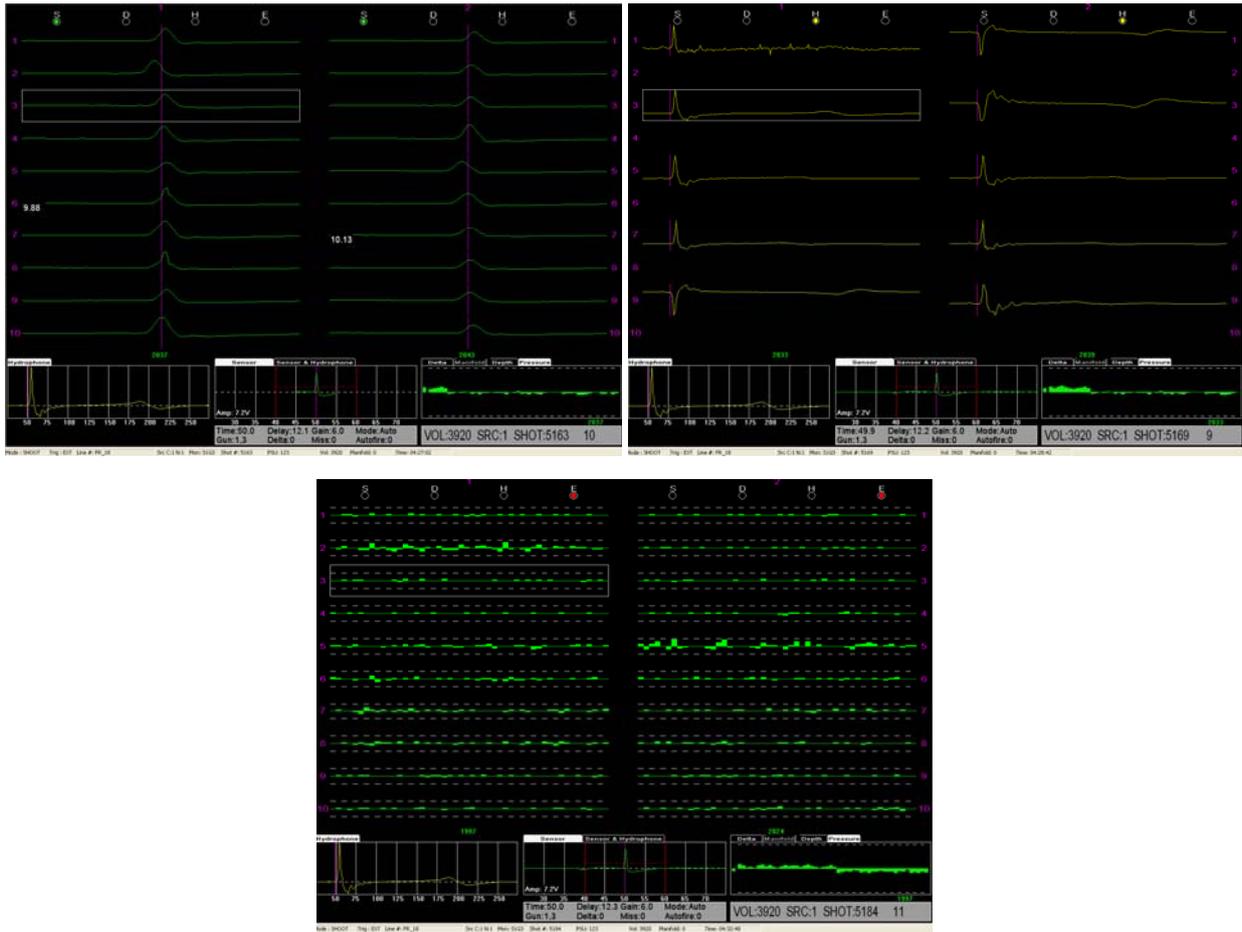


Figura 7. Esquema de generación del pulso en controlador cañones.

Junto con el pulso procedente de la navegación, el controlador de cañones puede recibir por puerto serie (COM 1) toda la información referente al *fix point*: latitud, longitud, fecha, hora UTC, rumbo, velocidad, profundidad, nombre de la línea que se está realizando, y número de evento o de *fix point*. Una vez se ha producido el disparo de los cañones, el controlador emite también por puerto serie (COM2) un telegrama que contiene toda la información recibida del sistema de navegación añadiendo toda la referente a los cañones disparados; como la capacidad total, el desfase temporal de cada cañón respecto al *aiming point*, “missfire”, errores de profundidad o presión, más la información referente al *fix point*. El telegrama emitido puede ser registrado internamente en un log file o ser exportado al sistema de adquisición como “header” en formato GCS90.

Justo en el momento de disparo, en el punto de *Fire Time Break* se suma la señal procedente de cada sensor en todos los cañones, señal que es enviada al sistema de adquisición SEAL para que quede registrado en uno de sus canales auxiliares. El inicio de registro del sistema de adquisición del streamer se produce también con el pulso generado por el sistema de navegación, de manera que la grabación se inicia también 50ms antes del disparo de los cañones.

En las figuras siguientes podemos ver una representación visual de la sincronización de un disparo y monitorización de los sensores instalados a lo largo de todas las ristas de cañones.



Figuras 8, 9 y 10. Detalle de funcionamiento del controlador de cañones y sincronía en la generación de la fuente sísmica.

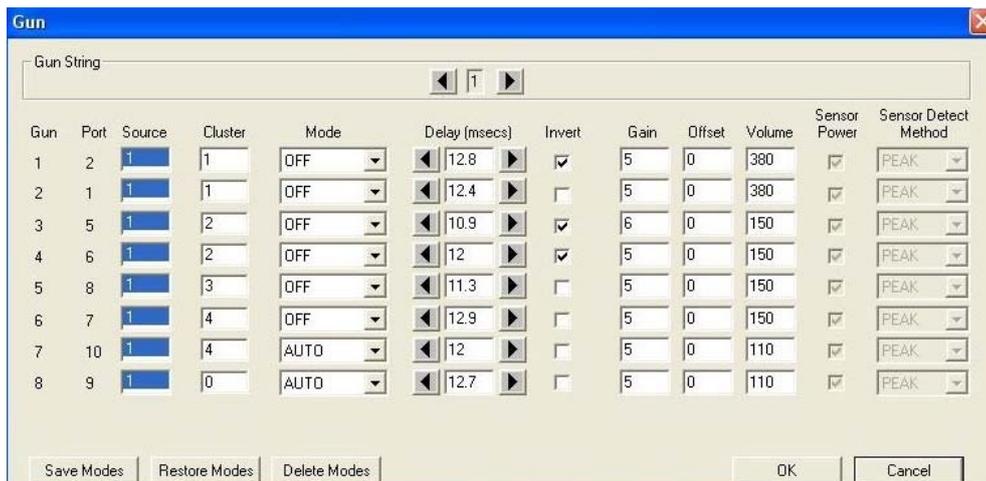


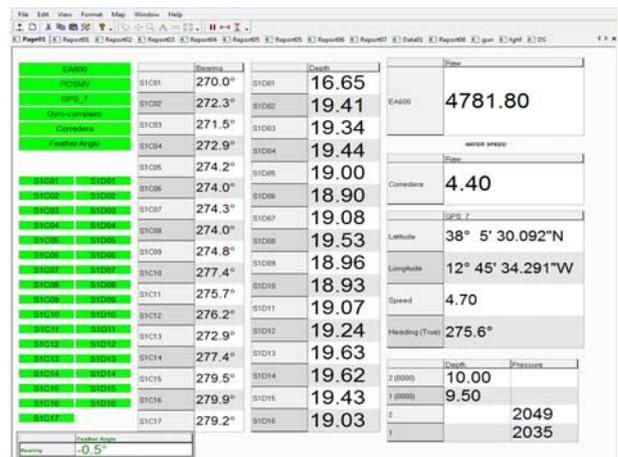
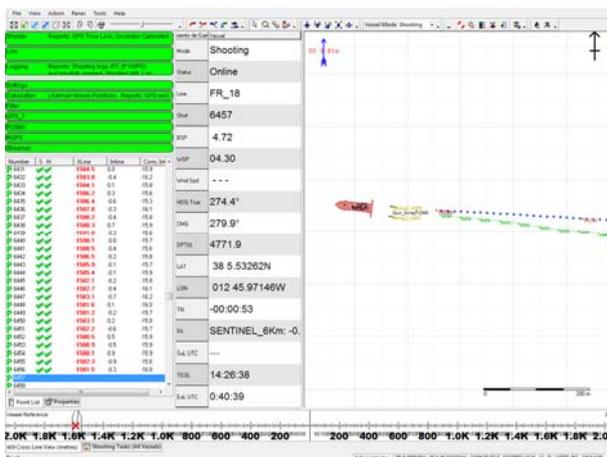
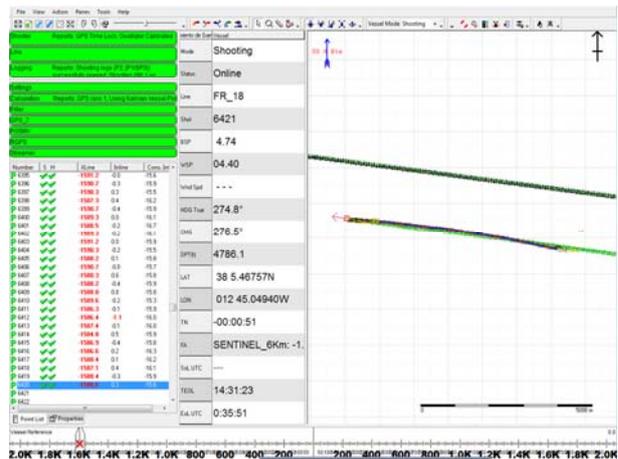
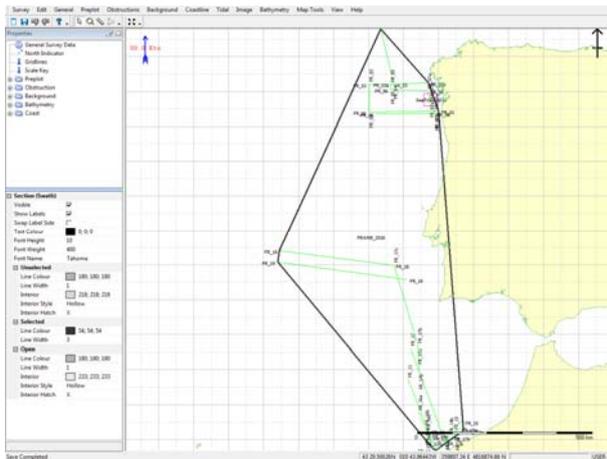
Figura 11. Control de la instrumentación y visualización de los tiempos de retraso/adelanto en cada cañón por disparo, forzándolos a implosionar todos juntos en el "aim point".

### 2.3.2. Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish®

TriggerFish® de INPROSPECT® es un sistema de navegación integral 2D y 3DHR certificado para tener perfectamente posicionados equipos desplegados/remolcados que requieren exactitud en su localización constante. En tiempo real, sincroniza todos los datos de cada dispositivo del barco y de los sistemas auxiliares sísmicos, así como de todos los datos registrados. Es un control eficiente y certificado del levantamiento sísmico multicanal.

#### Especificaciones principales:

- Integra información del controlador de cañones, del streamer, sistemas de adquisición, RGPS de boyas de cola y de piloto automático.
- Sincronización y monitorización de toda la telemetría para posicionar todos los dispositivos y sensores desplegados con fiabilidad.
- Herramienta de monitorización y QC “on-line” QC y generación de informes a final de línea.



Figuras 12, 13, 14 y 15. Pantallas de configuración, levantamiento, monitorización y QC de TriggerFish®.

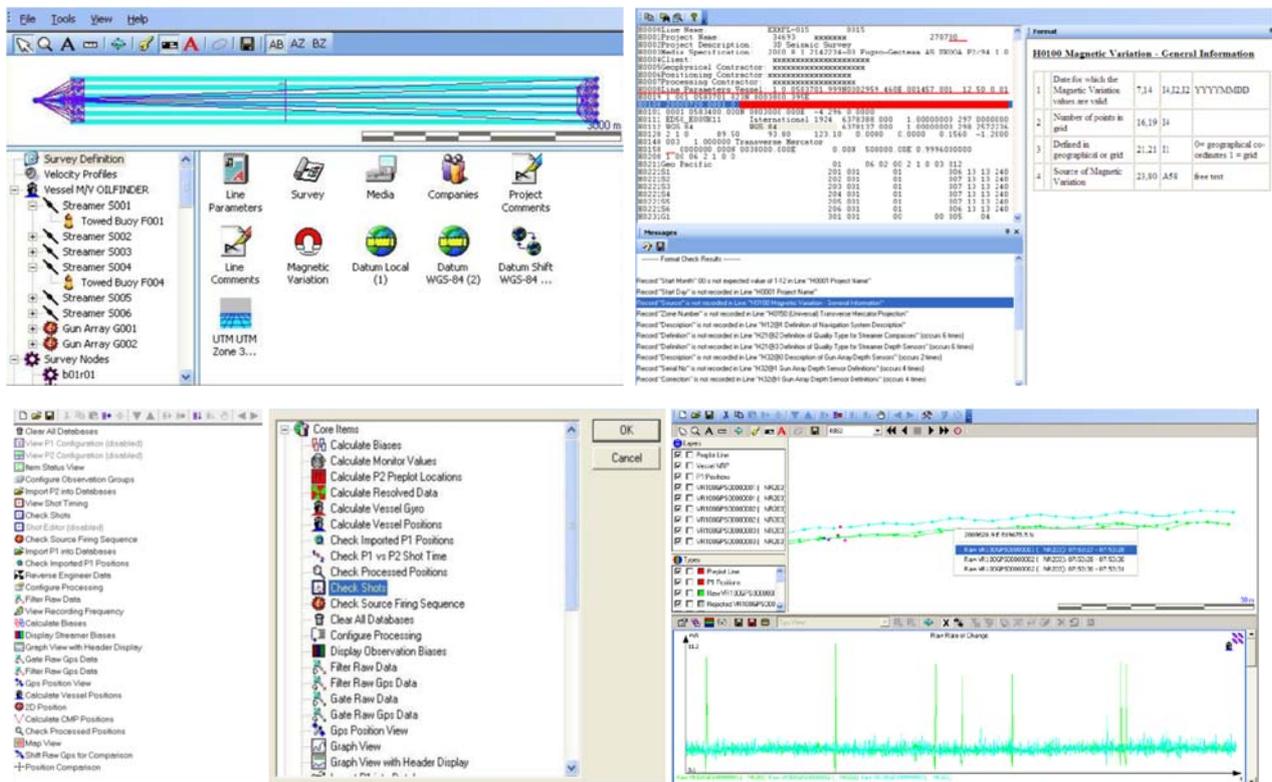
#### Características técnicas:

- Gestor de la geodesia, planificación y mapeado de un levantamiento.

- Licencias para poder disparar desde el barco principal o remotamente vía “master radio”.
- Sincronización GPS, QC remoto y generador de cabeceras.
- Radio link dedicada para sincronización y control de fuentes remotas rGPS.
- Función simultánea “shooting & ping”.
- Integración y generación de archivos de navegación con formatos de sentencias estándares (UKOOA, SPS, GCS90, User header 7).
- Configuración y monitorización de cada elemento del Streamer (towpoint, stretch, cálculo catenaria, rotación hasta boya de cola).
- Control de fuente dual en modo “flip-flop” y GAM (Gun Array Mean).
- Marcador MOB (hombre al agua), seguimiento del chaseboat/work boat, delimitación de zonas de exclusión, integración AIS.

### 2.3.3. Software de procesado y QC de Navegación GeometisMX de NORTHSTART®

GeometisMX® de NORTHSTART® es un sistema de procesado para filtrar cualquier dato erróneo, inexistente o espurio que se haya podido registrar en el levantamiento sísmico. Se leen los formatos y contenidos de los archivos registrados, los datos incorporados de cada uno de los dispositivos y se editan, corrigen, interpolan o extrapolan los que no pasen los filtros y criterios de calidad.



Figuras 16, 17, 18 y 19. Pantallas de lectura de base de datos, edición y QC de GeometisMX®.

Se incorporan a una base de datos los archivos brutos en formato **P2 UKOOA**, se editan los offsets y revisan los datos registrados por cada uno de los equipos. Se editan, borrando y/o extrapolando/interpolando los que sean erróneos o no pasen un filtro de control de calidad exigido. Como resultado final se exportan en formato **P1 UKOOA**.

### 2.3.4. Criterios de nomenclatura de archivos de navegación y estructura de directorios

El sistema de navegación anexa la secuencia al nombre de la línea en el archivo bruto de navegación que contiene los datos de todos los dispositivos necesarios para posicionar, referenciar y sincronizar todo el escenario sísmico. Esta información es imprescindible para regenerar la geometría relativa.

Previo al levantamiento se definen los puntos de sondeo a lo largo de líneas planificadas, es el denominado “pre-plot”. Este se carga en las tareas a ejecutar con una secuencia creciente y continua desde el inicio de la campaña (la primera línea deberá contener una secuencia y las siguientes otras distintas y consecutivas). Así se diferencia fácilmente líneas, segmentos o “re-shooting” de cualquier tramo continuado de registro.

Cuando se inicia el levantamiento, el sistema de adquisición deberá incorporar y ser los mismos campos “nombre de línea”, “secuencia” y “shot number” que le proporciona el sistema de navegación en la cabecera del archivo SEG-D. Es decir, debe de haber coincidencia total de estos tres campos y registrarse consecuentemente en el directorio y cabecera (se recomienda consulta del formato de la cabecera en el **anexo I**).

En el procesado de la navegación, en la incorporación del archivo P2 UKOOA a la base de datos se tendrá en cuenta en el nombre de la línea también la secuencia en la que se ha registrado.

Preparación de los archivos de navegación para el procesado. El archivo final **P1 UKOOA**, con todos los datos depurados y las posiciones de cada receptor, se generará con el **nombre de línea y secuencia** final identificativo distinto a cualquier otra línea o segmento de una misma.

```

H0000Line Name:          EDA11          40straight
H0001Project Name:      1-2019  ATLANTIS          2019 117
H0002Project Description:  Atlantic 0
H0003Media Specification: 2022 2 1          Ukooa P2/94 1.1
H0004Client:
H0005Geophysical Contractor:,
H0006Positioning Contractor:
H0007Processing Contractor:
H0018Line Parameters Vessel: 1 1 03020301.79N00356453.53E 513 -1 37.50 0 1
H0019 1 1 03033396.02N 00348182.86E
C0001 Logged by TRIGGERFISH Version 2.0.3 build 2241
C0001 GPS Age of Correction = T621# with DOP Type 5
C0001 if NMEA GPS GGA msg only is used,
C0001 T620# Satellites used field = number in constellation
C0002 If NMEA GST message is used the error ellipse standard
C0002 deviations in the T621# record are 1 sigma
H0100 2019 117 1 0
H0101 1 0000000.000N 0000000.000E 10.400 0.0000
H0111 WGS84          WGS84          6378137.000 1.00000000 298.2572236
H0112 WGS-84          WGS-84          6378137.000 1.00000000 298.2572236
H0120 1 2 0          0.00          0.00          0.00          0.0000 0.0000 0.0000
H0140 2 1.00000000 UTM-21S
H0150 21 0000000.000N 0570000.000W 10000000.00N005000000.00E 0.9996000000
H0200 1 0 0 2 1 0 0
H0211Sarmiento de Gamboa          1          1 1 0 1 1 0 2 2
H0221SENTINEL_1500m          201 1          1          0 5 4 120
H0231Gun_Array          301 1          0          0 1 1
H0241TB          401 201          0          0 1
H1010 0.0 GPS antenna at centre
H1110 Vessel Ref Point
H1210 Triggerfish 2D
H1310 0.00 0.000
H1411 -1.1 16.8 6.5 0.00 0.00 010 EA600
H1710 1 00030 1.0 1.0 00 0.00000 0.00000 0.00000 MRU
H2110 201 0.0 -36.8 0.0 0.0 -152.4 -5.0 0.0 0.0
H2111 201 15.0 25.0 10 150.0 150.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0
    
```

```

H2112
H2113
H2210 201 1101 10056      8.8 1 1103 10011      -268.0 1
H2210 201 1102 10013     -568.3 1 1104 10058     -869.0 1
H2210 201 1105 10046     -1169.4 1
H2310 10056      0.0
H2310 10011      0.0
H2310 10013      0.0
H2310 10058      0.0
H2310 10046      0.0
H2410 201 1 0.0 12 -137.5 12 12.5
H2410 201 13 -150.0 24 -287.5 12 12.5
H2410 201 25 -300.4 36 -437.9 12 12.5
H2410 201 37 -450.4 48 -587.9 12 12.5
H2410 201 49 -600.7 60 -738.2 12 12.5
H2410 201 61 -751.1 72 -888.6 12 12.5
H2410 201 73 -901.5 84 -1039.0 12 12.5
H2410 201 85 -1051.5 96 -1189.0 12 12.5
H2410 201 97 -1201.8 108 -1339.3 12 12.5
H2410 201 109 -1351.8 120 -1489.3 12 12.5
H2510 201 R67702 -293.9 0.0 1 P22521 -594.3 0.0 1
H2510 201 N72648 -895.0 0.0 1 P20315 -1195.4 0.0 1
H3110 301 -4.5 -36.8 0.0 -4.5 -80.0 -5.0 -0.0 -5.0 2000.0110
H3111 301 1 0.5 0.0 0.0 380 2 -0.5 0.0 0.0 380
H3111 301 5 -0.5 -5.0 0.0 150 6 0.5 -5.0 0.0 150
H3111 301 7 0.5 -7.5 0.0 150 8 -0.5 -7.5 0.0 150
H3111 301 9 0.5 -10.0 0.0 110 10 -0.5 -10.0 0.0 110
H3210 301 0
H3211 301 2 0000 -0.5 -7.5 0.0
H3310 301 1 11 111111
H3410 301 4 0000 0.0
H4110 401 201 0.0 -1489.3 0.0 -0.0 -1565.3 -5.0 TB
H5110 1 V1 1 0.0 0.0 0.0
H5110 100 rGPS 1 7.3 -6.0 9.2
H5110 102 Gun_Array 301 0.0 0.0 0.0
H5110 101 TB_rGPS 401 0.0 0.0 2.0
H5211 1 Gyro-compass 1 3 1
H5411 1 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 1.00 0
H5201 2 rGPS-TB_rGPS-R 100 101 0 1
H5401 2 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 1.00 0
H5211 3 rGPS-TB_rGPS-B 100 101 3 1
H5411 3 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 0.50 0
H6004 GPS_7 2 EGNOS 3D Dif. DG 2.0
H6005 POSMV 2
H6204 601 1 1 -3.2 12.7 15.8 GPS_7
H6205 602 2 1 0.0 0.0 0.0 POSMV
H7000 1 2 Anemometer
H7010 1 1 12 WIND DIRECTION
H7010 1 2 12 WIND SPEED IN KNOTS
H7000 2 2 Corredera
H7010 2 1 12 VESSEL WATER SPEED
H7010 2 2 12 VESSEL WATER SPEED VECTOR
H7000 3 3 Tide Gauge
H7010 3 1 12 TIDE LEVEL
H7020 3 1 2 0.00
H7010 3 2 12 DATUM
H7010 3 3 12 SPEED OF SOUND
H7000 4 3 Micro-s shot time from GTU
H7010 4 1 12 MICRO-s JULIEN_TIME
H7010 4 2 12 UTC TIME USED
H7010 4 3 17 Shottime-UTC
    
```

Figura 20. Formato cabecera archivo de navegación bruto P2 UKOOA.

H0100	Survey Area	ATLANTIS			
H0101	General Survey Details	Atlantic 0			
H0102	Vessel Details	Sarmiento de Gamboa	1		
H0103	Source Details	Gun Array	1	1	
H0104	Streamer Details	SENTINEL_6km	1	1	1
H0200	Date of Survey	01022022			
H0201	Date of Issue	01022022			
H0202	Tape Version	P1/90			
H0203	Line Prefix				
H0300	Client				
H0400	Geophysical Contractor	,			
H0500	Positioning Contractor				
H0600	Position Processing				
H0700	Onboard Navigation	Sarmiento de Gamboa Triggerfish 2D			
H0800	Co-ordinate Location	Centre of Source			
H0900	Sarmiento de Gamboa to Gun	1	1	-4.50	-85.00
H0900	Sarmiento de Gamboa to SENT	1	1	0.00	-152.40
H1000	Clock Time	GMT			
H1100	Receiver Groups per Shot	120			
H1400	Surveyed Datum	WGS84	WGS84	6378137.000	298.2572236
H1401	Transformation to WGS84	0.0	0.0	0.000	0.000
H1500	Post Plot Datum	WGS84	WGS84	6378137.000	298.2572236
H1501	Transformation to WGS84	0.0	0.0	0.000	0.000
H1600	Transformation H14 to H15	0.0	0.0	0.000	0.000
H1700	Vertical Datum	SL	Echo Sounder		
H1800	Projection Type	2UTM-21S			
H1900	Projection Zone	21S			
H2000	Grid Units	1Meters			
H2001	Height Units	1Meters			
H2002	Angular Units	1Degrees			
H2200	Long of Cent Meridian	0570000.000W			
H2301	Grid Origin	0000000.000N0570000.000W			
H2302	Grid Coords at Origin	005000000.00E100000000.00N			
H2401	Scale Factor	0.9996000000			
H2402	Lat/Long of Scale Factor	0000000.000N0570000.000W			
VEDA11	1	513625504.27S0594938.97W	356412.23020407.8	987.6	32122732
EEDA11	1 1	513625503.90S0594939.84W	356399.43020418.8	987.6	32122732
SEDA11	11	513625506.47S0594935.32W	356466.73020342.2	987.6	32122732
ZEDA11	11	513625506.47S0594935.32W	356466.73020342.2	987.6	32122732
CEDA11	111	513625507.28S0594933.73W	356490.13020318.2	987.6	32122732
TEDA11	1 1	513625519.24S0594746.81W	358013.73020014.1	987.6	32122732
R	1	356513.53020294.1	9.8	2	356524.33020288.0
R	4	356546.13020275.7	9.8	5	356557.03020269.6
R	7	356578.83020257.3	9.8	8	356589.73020251.2
R	10	356611.53020239.0	9.8	11	356622.43020232.8
R	13	356644.23020220.6	9.8	14	356655.13020214.5
R	16	356676.83020202.2	9.8	17	356687.83020196.1
R	19	356709.53020183.8	9.8	20	356720.43020177.7
R	22	356742.23020165.4	9.8	23	356753.13020159.3
R	25	356775.33020147.0	9.7	26	356786.43020141.2
R	28	356808.63020129.7	9.2	29	356819.83020124.1
R	31	356842.33020113.2	8.6	32	356853.63020108.0
R	34	356876.43020097.7	8.0	35	356887.93020092.7
R	37	356910.93020083.1	7.5	38	356922.53020078.4
R	40	356945.83020069.4	6.9	41	356957.53020065.1
R	43	356981.13020056.6	6.3	44	356992.93020052.6
R	46	357016.73020044.9	5.8	47	357028.63020041.2
R	49	357052.93020033.9	5.3	50	357064.93020030.5
R	52	357089.03020024.1	5.4	53	357101.23020021.0
R	55	357125.53020015.2	5.4	56	357137.73020012.5
R	58	357162.13020007.3	5.5	59	357174.43020004.9
R	61	357199.33020000.3	5.6	62	357211.73019998.2
R	64	357236.43019994.4	5.6	65	357248.83019992.7
R	67	357273.53019989.5	5.7	68	357286.03019988.1
R	70	357310.83019985.6	5.8	71	357323.33019984.5
R	73	357348.63019982.6	5.8	74	357361.13019981.8
R	76	357386.03019980.4	5.8	77	357398.53019979.8
R	79	357423.53019979.0	5.8	80	357436.03019978.6
R	82	357461.03019978.3	5.8	83	357473.53019978.2
R	85	357498.53019978.3	5.8	86	357511.03019978.5
R	88	357536.03019979.2	5.7	89	357548.53019979.6
R	91	357573.43019980.7	5.7	92	357585.93019981.4
R	94	357610.83019983.1	5.7	95	357623.33019984.0
R	97	357648.53019986.0	5.7	98	357661.03019987.0
R	100	357685.93019989.0	5.7	101	357698.43019989.9
R	103	357723.33019991.9	5.7	104	357735.83019992.9
R	106	357760.73019994.9	5.7	107	357773.13019995.9
R	109	357798.03019997.8	5.7	110	357810.53019998.8
R	112	357835.43020000.8	5.7	113	357847.93020001.8
R	115	357872.83020003.8	5.7	116	357885.33020004.7
R	118	357910.23020006.7	5.7	119	357922.63020007.7
R	120	357935.13020008.7	5.7	120	357935.13020008.7

Figura 21. Formato del archivo de navegación procesado P1 UKOOA, con su cabecera y la posición de cada receptor.

### 2.3.5. Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL

SEAL® 2000 versión 5.2 es un sistema de alta resolución y gran capacidad diseñado para la adquisición de datos en sismica marina. Está compuesto de dos partes diferenciadas, la instrumentación de a bordo y el equipo marino. Los primeros consisten en un Interfaz entre operador y procesador (HCI, “Human Computer Interface” o terminal de trabajo), un Módulo de Procesador Remoto (PRM), un Módulo de control (CMXL), una Unidad de Alimentación (PWMC, PWM-2), equipos Auxiliares (AXCU), Unidades de Control (DCXU); el equipo de cubierta y periféricos. El instrumental implicado en la adquisición sísmica se ha instalado en un container móvil de 10 pies adecuado a este propósito. La segunda parte consiste en el equipo marino, compuesto de secciones elásticas, secciones activas y módulos electrónicos.

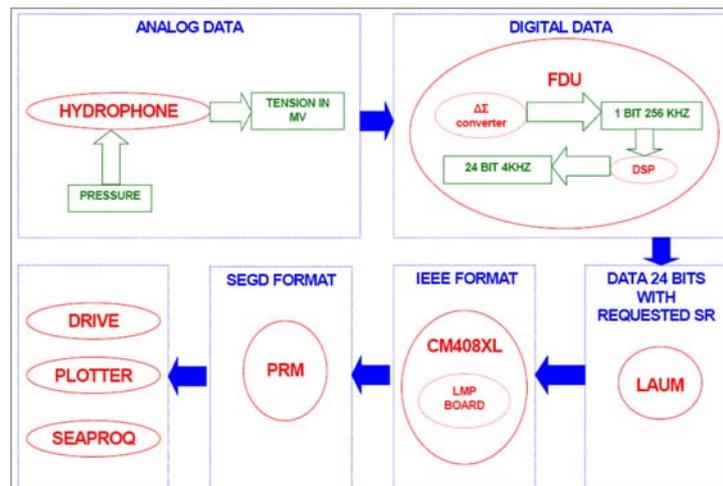


Figura 22 . Diagrama de funcionamiento.

Utiliza una base de datos orientada a objetos, obteniendo un alto nivel de flexibilidad en la visualización del instrumental marino. Tiene un entorno gráfico que permite la configuración estos equipos. Tiene como función monitorizar:

- Instrumentos y sensores con calidad de control.
- Control del disparo.
- Canales auxiliares de adquisición.
- Control de la producción sísmica: Control de calidad de datos a tiempo real (monitorización en tiempo real del sonido ambiente, distorsión del instrumento, Common-Mode Rejection Ratio, errores de fase y ganancia, nivel de ruido, ruido capacidad y continuidad de los sensores) y grabación de datos.
- Visualización de cambios: Tres diferentes tipos de vista (topológica, numérica e histórica), clonación de ventanas y visualización de errores gráficos.

Tabla 1. Arquitectura Global	
Arquitectura flexible	Redundancia en los modos de transmisión de datos. Transmisión de datos reconfigurable cuando falla línea.

Alta Integración electrónica	Tecnología ASICS.
	Convertor 24 bit Sigma/Delta.
	Convertores A/D individuales por canal.
Electrónica integrada en las secciones activas del “streamer”	
Reducido peso/diámetro/tensión/alimentación	

El resultado final es la grabación de un fichero SEGD por cada disparo realizado. Integrando en su cabecera la información recibida desde el sistema de navegación y los sensores. El formato compatible entre nuestro UTM-CSIC sistema de navegación y SEAL es el denominado SPECTRA.

Tabla 2. SEAL NAVIGATION SETUP	
<b>Navigation Type</b>	SPECTRA
Port Type	RS-232
Baud Rate	38400
T0 Input	Plug 1

Tabla 3. Exportación de datos	
<b>Formato</b>	4 byte SEG-D Rev 1.0. Demultiplexado. 32 bit IEEE Código 8050
<b>Dispositivos de almacenamiento</b>	NAS NFS 1 NAS NFS NASUTM2 NAS FTP:NASUTM
<b>Protocolo</b>	FTP NFS

Para analizar gráficamente las señales provenientes de los hidrófonos, se ha instalado el módulo SEAL SGA. Permite analizar cualquier tipo de señal grabada por el sistema SEAL (trazas sísmicas o auxiliares) y particularmente para controlar la posición de la fuente y analizar alguna señal de los canales auxiliares.

El software SGA se encuentra instalado en la estación de trabajo HCI. Para analizar las señales adquiridas ofrece las siguientes funciones, con respecto al tiempo o la frecuencia:

- Amplitud y fase de espectro.
- Comparativa de varias señales.
- Análisis de la frecuencia o espectro.
- Operaciones de auto-correlación y cross-correlación.

### 2.3.6.- “Streamer” multicanal SENTINEL Sercel®

En este sistema de adquisición de sísmica marina, el “streamer” multicanal es el primer componente de la cadena, donde se alojan los hidrófonos o sensores de cada canal. A cada grupo de hidrófonos de un canal se asocian dispositivos electrónicos encargados de gestionar de forma adecuada la señal adquirida. La composición del “streamer” se basa fundamentalmente en las secciones activas SENTINEL que contienen 8 canales de 12,5m. en cada sección de 150 m (SSAS). Además de estas secciones se componen de una serie de secciones pasivas para colocar módulos de adquisición y control de la señal (LAUM), y también dispositivos para el control navegación y monitorización del posicionamiento de todo el “streamer”.

El “streamer” se transporta a bordo con un chigre fabricado por IBERCISA®. El despliegue del mismo se hace por la popa del barco pasando por una pasteca especialmente diseñada para este tipo de sensores,

ODIM® modelo 7000/53, que está colgada en el pórtico de popa. Esta maniobra supone una seguridad óptima para los equipos y facilita considerablemente las operaciones de cubierta. Consiste en ir largando de forma continuada hasta que aparezcan las posiciones donde se encuentran los “bird”, previamente insertados, y las asignadas para los “compass”. Para el largado de cada “bird” es necesario retirar la funda protectora de goma, despertarlo y calibrarlo, para finalmente ensamblar el fuselaje o alas y proceder a su lanzamiento. El despliegue de los “compass” consiste en colocarlos en los nodos con bobinas acústicas para la comunicación a través del “streamer”. La maniobra de recogida simplemente consiste en repetir el proceso inverso.

## SECCIÓN ACTIVA SSAS 150 m

La sección activa (SENTINEL SOLID ACQUISITION SECTION) es la parte fundamental del “streamer”, contiene la electrónica y sensores necesarios para la adquisición sísmica.

- Cada sección tiene un diámetro de 59.5 mm y una longitud de 150 m.
- Adquiere datos de 12 canales de 12,5 m de longitud cada uno. Cada canal está formado por 8 hidrófonos, solapando uno entre canales adyacentes. Sumando un total de 96 hidrófonos por sección activa.
- Dos bobinas de comunicación: 1 para birds acústicos y 1 para unidades acústicas.
- 6 Módulos dobles de conversión AD y multiplexación de la señal sísmica (FDU2). Cada pareja se encuentra 50 m. Cada módulo procesa dos canales sísmicos.

Tabla 4 Especificaciones sección SSAS		
<b>Hidrófono</b>	Capacidad Nominal	34,5 nF @ 20°C ± 10%
	Sensibilidad Nominal	-193 dB re 1V/μPa @ 1bar @ 20°C
<b>Canal</b>	Hidrófonos por canal	8
	Capacitancia del canal	278 nF @ 22°C
	Sensibilidad del canal	19,7 V/bar @ 22°C
<b>Dimensiones físicas</b>	Longitud	150 m
	Diámetro del cable	59,5 mm
	Tensiómetro	Twaron/Vectran
<b>Streamer</b>	Máxima longitud sin alimentación con telemetría	15750 / 12n 60 ch
<b>Ambiente</b>	Temperatura de funcionamiento	-10° a +40°C
	Temperatura de almacenamiento	-35° a +50°C
	Max. Profundidad de operación	30m Profundidad restringida = 22 m

	Profundidad de colapso	250 m
	12km streamer	3865 daN @ 5 nudos

Tabla 5. Comportamiento	
<b>Ruido (3-200Hz)</b>	
@ G1600	700 nV RMS
@ G400	200 nV RMS
Rango dinámico instantáneo	124 dB
Rango dinámico del sistema	136 dB
Distorsión	-105 dB
Precisión de la ganancia	<1%
Precisión de la fase	20s
CMRR	110 dB

### 2.3.7.- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP®

Para la posición el perfil sísmico se ha incorporado al final del “streamer” una boya de cola diseñada para tal cometido. En esta se ha instalado un receptor GPS y el sistema EX-SEAMAP® Buoylink, basado en posicionamiento RGPS capaz de proporcionar posicionamiento submétrico. La boya de cola realiza la labor de un vehículo a distancia, soporte físico de los emisores de datos de posición. Está preparado para proporcionar estos vía radio UHF o directamente a través del “streamer”, o ambas simultáneamente.



El sistema de Ex-Buoylink de SEAMAP® presenta soluciones adecuadas a los remolques de sensores como es el “streamer” multicanal en sísmica. Tanto el GPS como la radio se encuentran ubicadas en receptáculos estancos con carcasa robusta y a prueba de corrosión. También se ha tenido especial consideración al tipo de conectores, ya que las condiciones de trabajo son especialmente duras en medio marino. Las unidades de control remoto para comunicarse por radioteleetría a los emisores se encuentran ubicadas en el buque. En concreto se instala una antena de radio de alta potencia en el lugar más alto accesible, normalmente sobre el puente de gobierno del buque. El alcance de las radios es aproximadamente de 12 kilómetros con una antena de RF situada sobre 20 metros de altura.

Un receptor de referencia GPS está instalado en el buque para proporcionar una posición de referencia. El procesador y unidad PC calcula una distancia y la demora a cada módulo a distancia utilizando el GPS y el pseudorange de los datos en la fase portadora. Con esta información se logra un posicionamiento submétrico, sin necesidad de aplicar correcciones diferenciales y sin dependencia de la recepción de estas.

Una ventaja que presenta este dispositivo es que la alimentación de los equipos instalados en la boya de cola puede ser proporcionada por un cable de voltaje a final del “streamer”. Tiene como opcional la instalación de equipos autónomos que suministren la energía necesaria como son un panel solar o generador-dinamo hidrodinámico.

#### **Componentes del sistema:**

- Módulo remoto GPS.
- Módulo máster radio en barco.
- Máster GPS
- PC con *Buoy-Link*®

#### **Módulo remoto GPS:**

Este módulo está montado en la boya de cola, las funciones del cual son las siguientes:

- Recibir la corriente continua de la batería o a través del “streamer”.
- Recibir las señales del GPS por satélite y transmitir la información vía módem-radio al transceptor UHF o cable de datos a través del “streamer”.
- Recibir las señales de sincronización, comandos, datos sobre el estado de la Radio emisora y consumo a través de grabación interna vía transmisor-receptor de radio UHF con antena externa o cable de transmisión vía “streamer”. Así como transmitir su estado al controlador instalado a bordo.

La transmisión de cable se limita a aproximadamente 6 km con una velocidad de transmisión de 2400 baudios.

#### **Módulo Máster Radio en barco:**

- Recibe la corriente continua de la unidad de interfaz de GPS Maestro.
- Transmite, a través del enlace de radio-telemetría, la sincronización de tiempo y las señales de comando para todas las unidades remotas de la red vía radio.
- Recibe, a través del enlace de radio-telemetría, la posición del GPS y los datos referentes al estado de todas las unidades remotas de la red vía radio.
- Envía información toda la información al procesador instalado en el container de adquisición.
- Medio de modulación de las instrucciones que se envíen a las unidades remotas desde el controlador.

#### **Módulo Máster GPS:**

- Suministra energía DC al Módulo Máster Radio.
- Contiene la electrónica del GPS maestro de referencia y la interfaz de datos para el PC de control.
- Muestra información del estado del transmisor-receptor de radio entre el Master Radio y el receptor GPS de referencia.

**PC con Buoy-link®:**

La función de esta unidad es el control de la radio-telemetría y comunicaciones a distancia mediante puertos serial RS-485. Registra los datos GPS, los procesa y visualiza. Tiene instalado el software *SEAMAP ExGATE®* que interpreta la cadena de datos recibidos mediante el módulo máster radio RF. El siguiente módulo de software instalado denominado *SEAMAP ExDMX®*, demultiplexiona los datos recibidos del módulo ExGATE y los vuelca a un puerto TCP/IP.

El siguiente diagrama muestra la ruta de transmisión de datos vía radio. Los datos GPS de los módulos remotos se ensamblan en paquetes y transmitidos al máster RF. Los datos pasan a través de la unidad que también contiene el GPS Máster y posteriormente al PC de control Buoylink, mediante puerto serie.

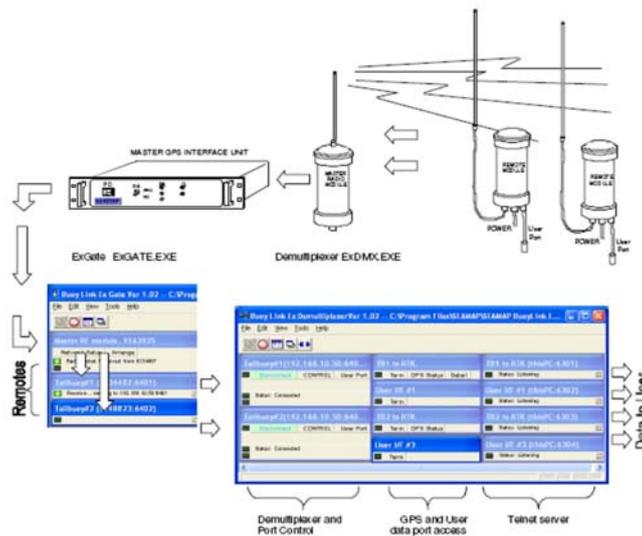


Figura 23. Diagrama de comunicaciones del sistema EXGATE de SEAMAP®

**2.3.8.- GEOSPACE® compass y airbags**

Los dispositivos HSRD-500S de OYO GEOSPACE<sup>2</sup> aportan dos cualidades de vital relevancia para el posicionamiento del registro, así como para rescatar el “streamer” en caso de accidente. Disponen de una brújula electrónica que proporciona medidas vectoriales del rumbo y campo magnético, además son el mecanismo de recuperación automática en caso de hundimiento accidental.



Cada uno de estos dispositivos hidrodinámicos dispone de bobinas que permiten la comunicación por inducción electromagnética con el “streamer”. Incorporan un sensor de rumbo magnético o “compass” que mide el rumbo magnético, con el que se orienta cada tramo de “streamer”. Estos dispositivos se ensamblan al “streamer” con collares específicos al inicio o final de cada sección activa. Esto alinea las bobinas de inducción electromagnética que posibilita la comunicación inalámbrica. Esta información es incorporada al sistema de navegación para posicionar el registro sísmico, localizando la posición de cada canal para

interpretar con precisión las características del subsuelo del área de prospección.

El controlador de a bordo consta de un PC, que proporciona la interfaz para la comunicación, monitorización y control de estos dispositivos en el agua. El controlador del sistema procesa los datos recibidos y los transfiere al sistema de navegación.

Los datos emitidos por los sensores a través del “streamer” se envían a la unidad de control o módem vía cable coaxial. Esta unidad está operada por el sistema de “compass” que exporta en formato NMEA una sentencia al sistema de navegación. La comunicación entre estos equipos se realiza mediante un puerto serie estándar. El módem hace las conversiones de las comunicaciones entre las señales del puerto serial y el puerto de comunicaciones de la unidad DCXU del “streamer”, que gestiona la emisión y recepción a través de las bobinas de comunicaciones. El módem se denomina “Streamer” Interface Unit (SIU). El sistema dispone de herramientas que facilitan el control de las comunicaciones y calidad de los datos a tiempo real. Estos dispositivos inalámbricos se alimentan mediante una batería de litio no magnética no recargable de una vida útil por carga superior a los 12 meses.

Cuando reciben un pulso o “trigger” actualizan el registro, enviando la orientación o rumbo magnético en sus tres componentes espaciales, así como la componente total que indica la dirección respecto al Norte magnético. Una simple corrección de la declinación magnética local nos proporciona el rumbo magnético geodésico de cada uno de los “compasses”. Esta información es altamente útil en la realización de un estudio de cada uno de los componentes del campo magnético, proporciona componentes de intensidad de campo magnético horizontal y vertical, junto con el rumbo magnético.

Los dispositivos HSRD500S son también el mecanismo de recuperación del “streamer” en caso de hundimiento accidental. Cuando se alcanza una presión que supere las 70 psi (aproximadamente 48 metros de profundidad), automáticamente se libera el globo o “airbag” contenido en el cilindro inflándose con CO<sub>2</sub>. Esto permite la recuperación del “streamer” en caso de accidente, elevándolo a superficie. Para un “streamer” de las características del Sentinel de Sercel<sup>®</sup> se recomienda la instalación de un dispositivo cada 300 metros, no estando asegurada su flotabilidad plena y no por más de 48 horas.

El HSRD-500S tiene un diseño hidrodinámico, con mordazas especiales para ser ensamblado en los collares acústicos del “streamer” y no tiene componentes magnéticos, no interfiriendo en el sensor de rumbo magnético que contiene.

### **Características principales:**

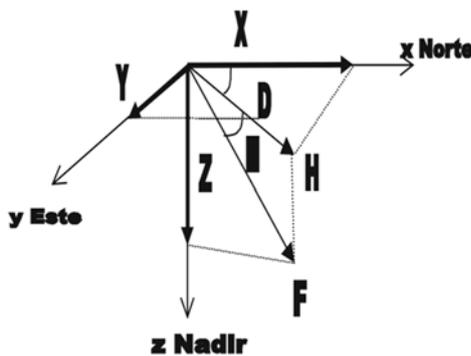
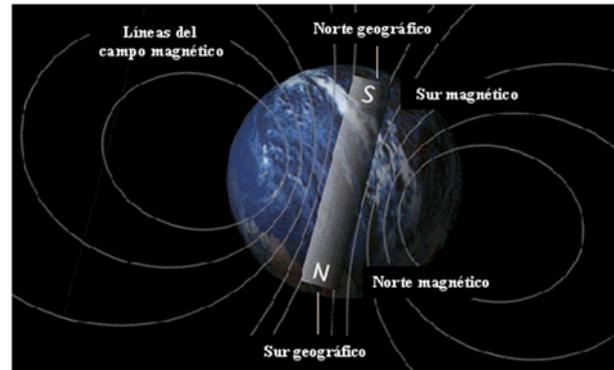
- Sensor electrónico de rumbo magnético.
- Comunicación inalámbrica a través de los collares acústicos del “streamer”.
- Carcasa estanca para proteger el instrumental constantemente.
- Baterías de Ion-Litio reemplazables con kits de recarga.
- LED frontal parpadeante que indica activación del sistema de “airbag”. Conector magnético que desactiva este mecanismo para evitar apertura accidental en cubierta.
- Sistema de baterías dual entre “compass” y airbag.
- Resistente a la corrosión marina.

## Fundamentos básicos de lectura del dispositivo OYO® HSRD-500S:

La fuerza del campo en la superficie de la tierra se extiende de menos que 30 microteslas (0.3 gauss) en un área incluyendo la mayor parte de Suramérica y Suráfrica al excedente 60 microteslas (0.6 gauss) alrededor de los polos magnéticos en Canadá noroeste y el sur de Australia, y en la parte de Siberia.

Este campo se puede comparar con el campo correspondiente a un dipolo (como un imán de barra) situado en el centro de la Tierra, cuyo eje está inclinado con respecto al eje de rotación de la Tierra.

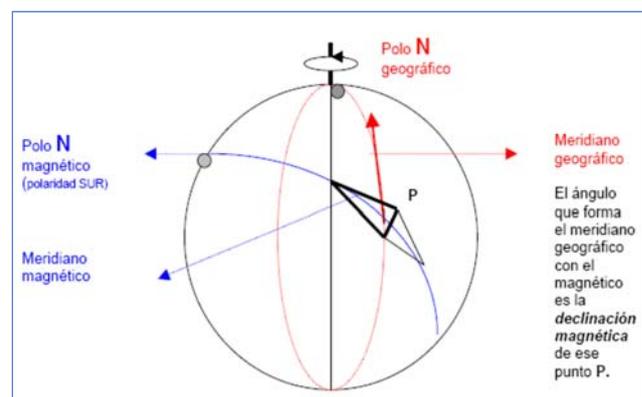
El dipolo está dirigido hacia el Sur, de tal modo en el hemisferio Norte cerca del polo Norte geográfico se ubica un polo Sur magnético y en el hemisferio Sur cerca del polo Sur geográfico se ubica un polo Norte magnético. Por convención se denomina el polo magnético ubicado cerca del polo Norte geográfico polo Norte magnético y el polo magnético situado cerca del polo Sur geográfico polo Sur magnético. El campo geomagnético no es constante sino sufre variaciones con el tiempo y con respecto a su forma.



El campo magnético terrestre es una magnitud de carácter vectorial, por lo que para estudiar sus componentes se toma como referencia en un punto de la superficie de la Tierra un sistema tri-rectangular de ejes vertical, N-S y E-O. De esta forma, la intensidad del campo ( $F$ ) y sus proyecciones horizontal ( $H$ ) y vertical ( $Z$ ) están relacionadas a través de los ángulos de declinación ( $D$ ), que forma  $H$  con el norte geográfico, y de inclinación magnética ( $I$ ), que forman  $F$  y  $H$ . Así, para expresar el campo magnético en un punto basta con definir las tres componentes  $F$ ,  $I$ ,  $D$ . (web IGN 2010).

Figura 24. Descomposición vectorial del campo magnético terrestre.

Debido a la disposición de las líneas de flujo magnéticas, el campo magnético terrestre posee una orientación ligeramente oblicua. La Declinación es la diferencia entre el norte magnético y el norte geográfico - un valor que varía según la latitud a la que nos encontremos. Tanto el controlador de los dispositivos desplegados, como el sistema de navegación implementan una rutina para corregir esta desviación a los datos y representar correctamente el rumbo real.



### 2.3.9.- “Birds” NAUTILUS®

El Nautilus® es un sistema de dispositivos hidrodinámicos en forma de tridente necesario para el control de la profundidad y dirección del “streamer”. Estos elementos tienen un diseño y mecanismo diseñado específicamente para el modelo Sentinel® de “streamer” Sercel® que actualmente posee la UTM.



### 2.3.10.- Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS)

A bordo se cuenta con un GPS servidor de tiempos Galleon® para sincronizar todas las unidades de adquisición del sistema MCS. De esta manera se logra una sincronización global de todos los equipos con tiempo absoluto GPS con hora UTC, para trabajar todos al unísono y no haya problemas de desfase de tiempo entre datos.

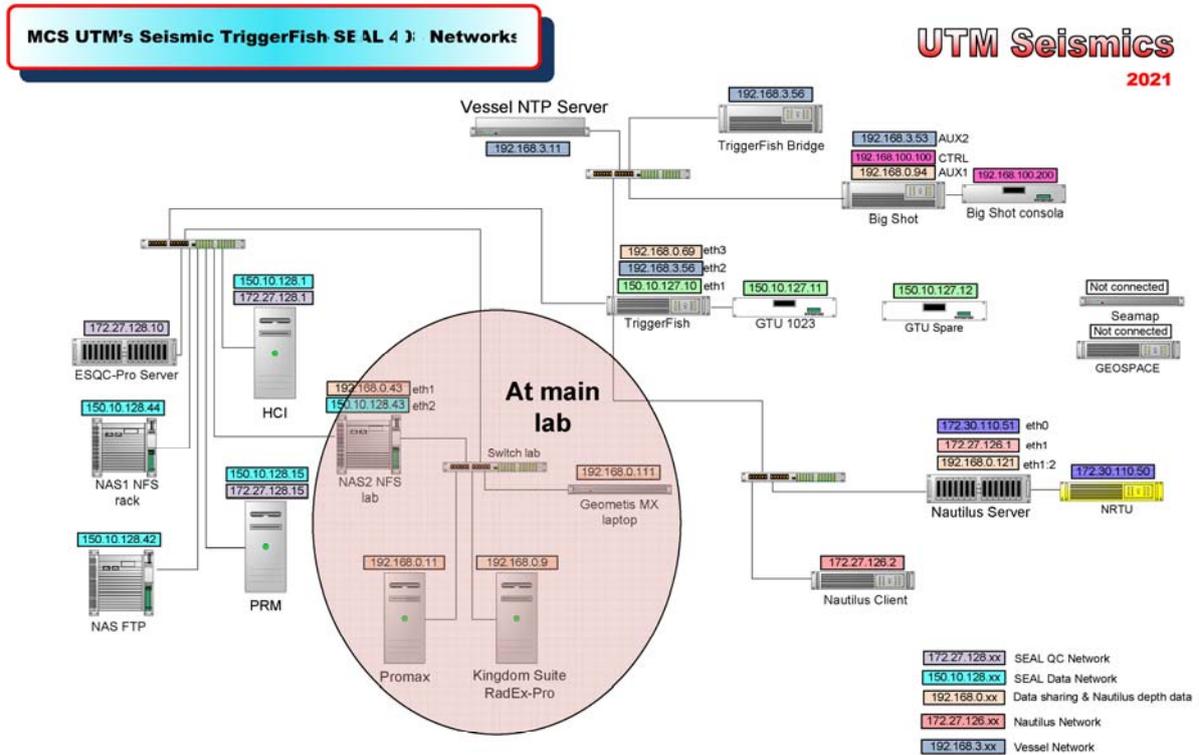


Figura 26. Esquema de red de sincronización y redes del Sistema 2D MCS de UTM-CSIC.

### 3. EQUIPAMIENTO MECÁNICO

#### 3.1 Compresor de Alta Presión LMF

Modelo: LMF25/138-207E

Tipo de Gas: aire

Presión de entrada: 1,013 bar - 14,65 psi

Presión Max de descarga: 207 bar - 3000 psi

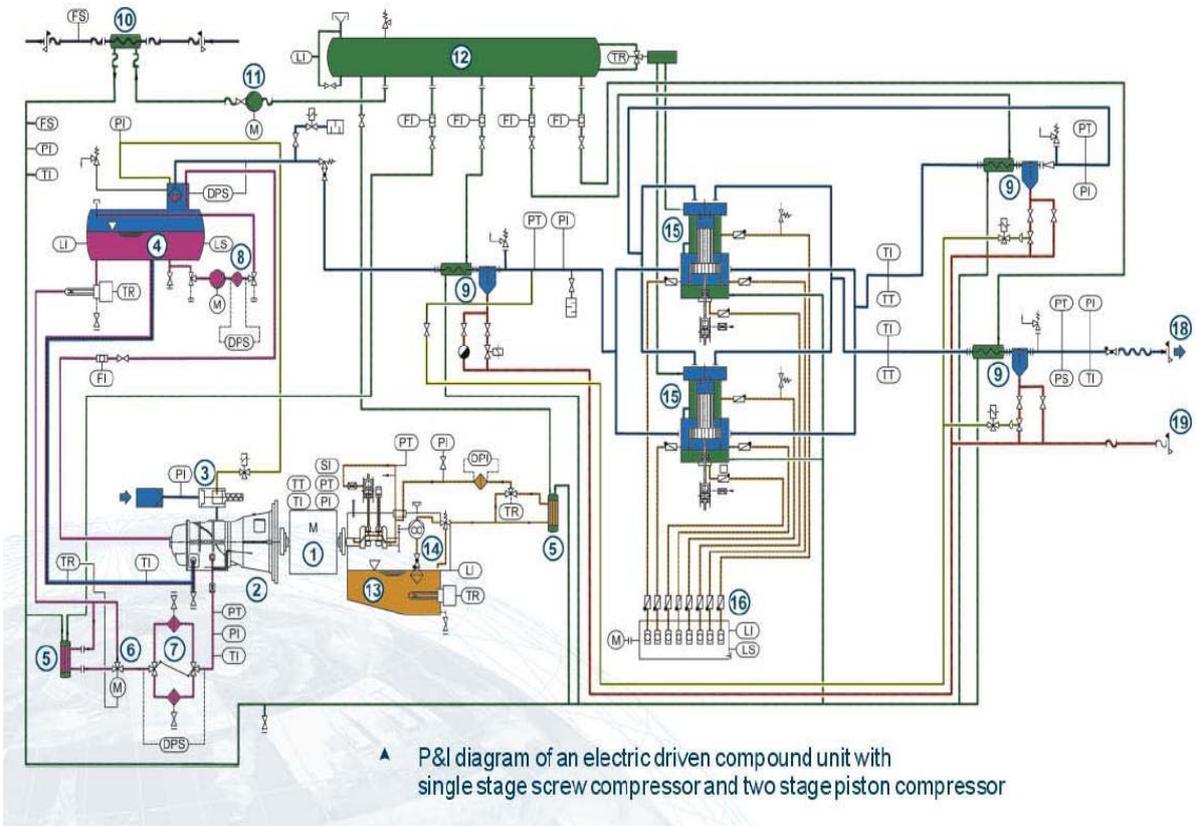
Volumen Max aire: 25 m<sup>3</sup>/min - 1100 cfm

Sistema de refrigeración: circuito cerrado

Volumen de refrigeración: 87 m<sup>3</sup>/h – por compresor.

Régimen compresor controlado por variador de frecuencia: 500-1000 rpm

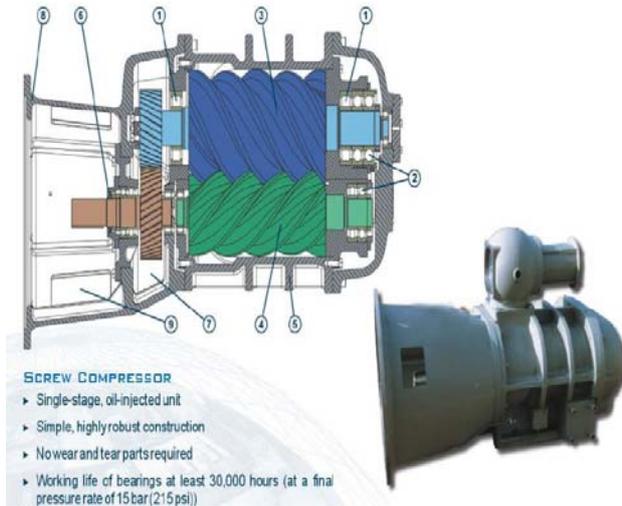
Este tipo de compresores son llamados de ciclo combinado. Tienen una primera etapa de tornillo con baño de aceite, que posteriormente se separa. A continuación, consta de una 2<sup>o</sup> etapa, una 3<sup>a</sup> etapa y dos 4<sup>a</sup> etapas de pistón. Solo se ha trabajado con uno de los dos compresores embarcados.



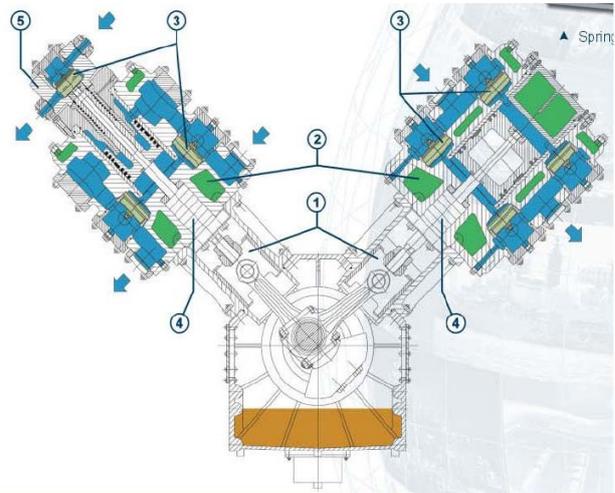
▲ P&I diagram of an electric driven compound unit with single stage screw compressor and two stage piston compressor

**Diagrama de funcionamiento Compresor**

**1ª Etapa (Tornillo)**



**2º, 3º y 4º Etapas (Pistón)**



Se ha realizado un seguimiento continuo de su funcionamiento y el mantenimiento habitual.

Cálculo rendimiento/generación de caudal del compresor:

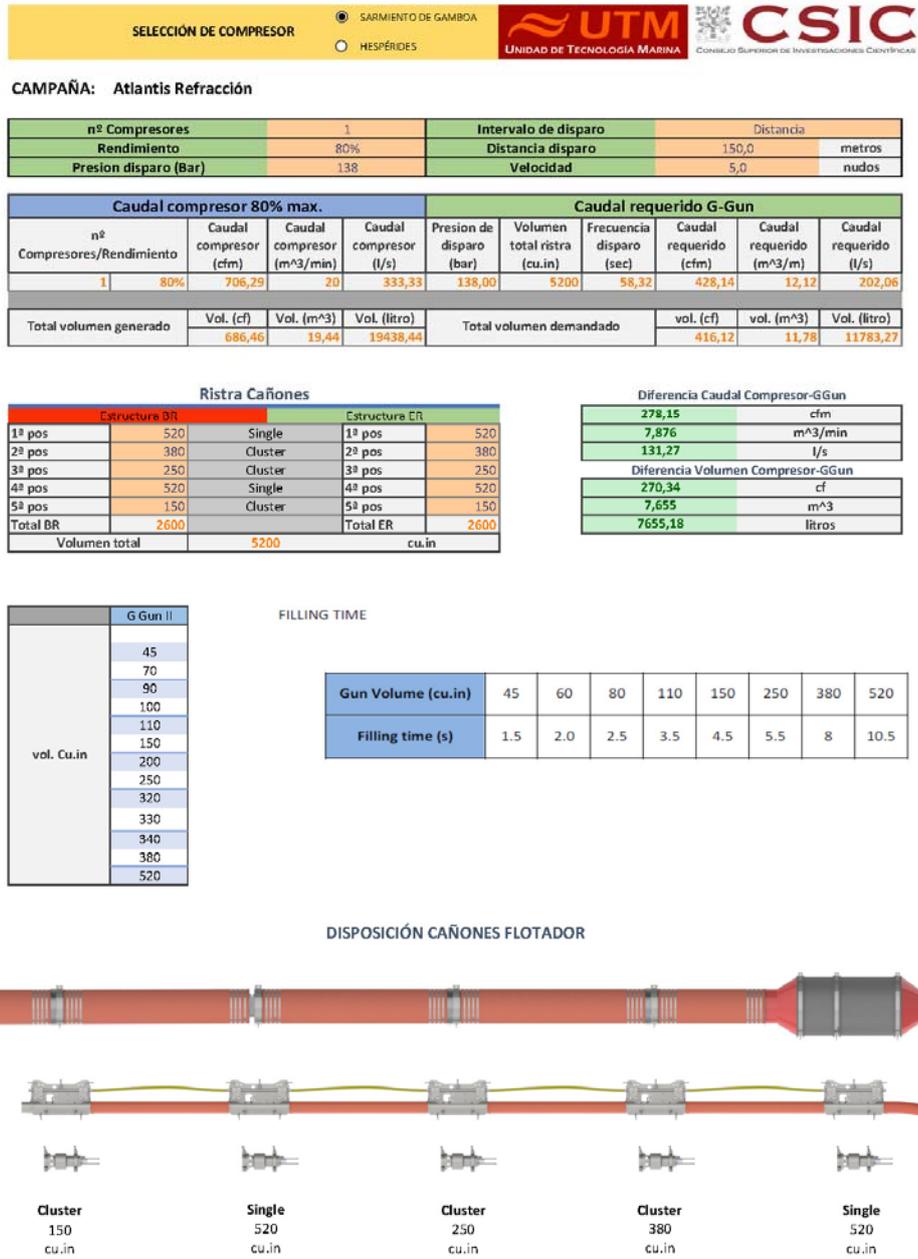


Figura 27. Detalle volumen generado y consumido por compresor y disposicion para sísmica de Refracción

SELECCIÓN DE COMPRESOR  SARMIENTO DE GAMBOA  HESPÉRIDES

CAMPAÑA: Atlantis reflexion

nº Compresores	2	Intervalo de disparo	Distancia	
Rendimiento	80%	Distancia disparo	37,5	metros
Presion disparo (Bar)	138	Velocidad	4,5	nudos

Caudal compresor 80% max.				Caudal requerido G-Gun					
nº Compresores/Rendimiento	Caudal compresor (cfm)	Caudal compresor (m³/min)	Caudal compresor (l/s)	Presion de disparo (bar)	Volumen total ristra (cu.in)	Frecuencia disparo (sec)	Caudal requerido (cfm)	Caudal requerido (m³/m)	Caudal requerido (l/s)
2   80%	1412,59	40	666,67	138,00	3920	16,20	1162,85	32,93	548,80
Total volumen generado	Vol. (cf)	Vol. (m³)	Vol. (litro)	Total volumen demandado			vol. (cf)	vol. (m³)	Vol. (litro)
	381,37	10,80	10799,14				313,94	8,89	8889,90

Ristra Cañones

Estructura BR		Estructura ER	
1ª pos	380	Cluster	1ª pos 380
2ª pos	250	Cluster	2ª pos 250
3ª pos	150	Cluster	3ª pos 150
4ª pos	110	Cluster	4ª pos 110
5ª pos	90	Cluster	5ª pos 90
Total BR	1960		Total ER 1960
Volumen total		3920 cu.in	

Diferencia Caudal Compresor-GGun

249,74	cfm
7,072	m³/min
117,86	l/s

Diferencia Volumen Compresor-GGun

67,42	cf
1,909	m³
1909,23	litros

	G Gun II
	45
	70
	90
	100
	110
	150
	200
	250
	320
	330
	340
	380
	520

FILLING TIME

Gun Volume (cu.in)	45	60	80	110	150	250	380	520
Filling time (s)	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	8	10.5

DISPOSICIÓN CAÑONES FLOTADOR

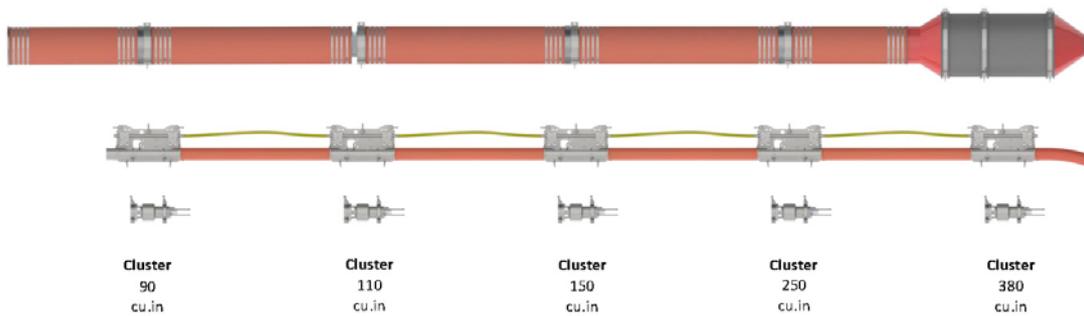


Figura 28. Detalle volumen generado y consumido por compresor y disposición para sísmica Multicanal

### 3.2 Cañones de Sísmica

#### Descripción

Modelo: G-GunII Sercel

Nº de cañones utilizados **Leg de refracción:** 16

Volúmenes Utilizados: 380+380,520, 250+250,520,150+150 Por String

# INFORME TÉCNICO

Campaña ATLANTIS Junio – Julio 2022

Volumen Total: 5200 cu.in Cada disparo.

Presión de trabajo: 138 bares/ 2000 psi

Nº de cañones utilizados **Leg de reflexión:** 20

Volúmenes Utilizados: 380+380,250+250,150+150,110+110,90+90 por string

Volumen Total: 3920 cu.in Cada disparo.

Presión de trabajo: 138 bares/ 2000 psi



*Fotos 8 y 9. Cañones Sercel® GGUN-II.*

A tenor de los resultados obtenidos en el registro, se ha conseguido una fuente sísmica muy eficaz para las frecuencias deseadas. Sirva como referencia esta configuración para futuras campañas con objetivos similares a esta.

## INCIDENCIAS

	INCIDENCIAS	ACCIONES
	REFRACCIÓN	
16/06/2022	Despliegue cañones	Se realiza maniobra sin incidencias
	fallo sensor cañón 3 Er 520	Se cambia sensor (Time break)
	Fallo cañones 1 y 3 Br	Se cambian 2 sensores (Time break)
	Fallo compresor 2 variador motor bridge alarm shut down	Se chequea motor bridge alarm y estudia el problema siguiendo planos eléctricos. Durante la semana nos ponemos en contacto con el fabricante para dar solución al problema. Se pone el compresor en modo manual con rpm fijas, siendo el compresor 1 el que ajuste el régimen de vueltas en automático.
	Fallo sensor cañón n5 ER 250 y fuga de aire	Se sustituyen junta tórica del sensor (time break) y se monta un shuttle de repuesto con componentes nuevos
	Fallo cañones 1 ER (delta error continuo) y 2 ER (delta error y missfire), grillete de gun plate roto.	Maniobra de recogida, se montan sensores, solenoides y shuttle nuevos en los dos cañones.
21/06/2022	Después del error en el variador del día 16, se comprueba que no hay alarmas activas en el cuadro del variador, pero el problema continúa.	Se decide cambiar la tarjeta del controlador MI del variador de frecuencia (left) y arrancamos durante 1 h
24/06/2022	A las 12:00 se largan de cañones	Maniobra sin incidencias
	A las 15:30 falla el compresor dos (variador)	Arranca compresor 1 auto. Se pone el compresor en modo manual con rpm fijas, siendo el compresor 1 el que ajuste el régimen de vueltas en automático.
	REFLEXION	
02/07/22	Despliegue configuración reflexión	Maniobra sin incidencias
	A las 15:00 pm salta la alarma variador compresor 2 motor bridge tripped (reseteamos y arrancamos)	Se resetean alarmas y se arranca en manual a 500 rpm. Se pasa a 700rpm para garantizar la presión de aire requerida y cubrir la demanda.

	A las 21:00 parten los cabos de chinese finger y campana de la ristra de ER	Se recoge ristra y se reparan los cabos
03/07/2022	A las 15:40 parada estructura estribor fuga de aire manguera colector segunda posición	La prensa no apretó el latiguillo lo suficiente. Se ajusta válvula limitadora
	Parada compresor 2 (modo manual)	Fallo variador se resetea y se vuelve a estudiar el problema. Se reaprietan contactores. Se poner en marcha en modo manual.
	Umbilical de babor empieza a largar solo cuando estamos en plena maniobra con la estructura de estribor	Se reduce presión de aire, se recoge y se corta hidráulica. Revisión pendiente por Hivisa
	A las 21:00 Se recoge ristra de babor por estar cruzada con el streamer, cadenas de entre gun plates de primera y segunda posición rotas, cabo chinese suelto, goma de laticel negra segunda posición salida del gun plate.	Cambio de cadenas, se rehace cabo de chinese finger y se rehace el de la campana, se coloca goma laticel en gun plate.
04/07/2022	A las 9:40 salta la alarma del variador del compresor 2 (W#110-MI Backup reference loss) 3 veces	medimos el contactor k12 y en tarjeta electrónica entre posición 7 y 1 del módulo TB3 de la tarjeta 2tb y da 24V. Se resetea y continúa funcionando.
	A las 19:30 recogida de cañones por leakage en solenoide del cañón 2, cadena entre gun plates rota en posición 2 y leakage en sensor de cañón 3	Se comprueba el aislamiento y se detecta que el problema viene desde el cable de cubierta ya que se conecta directamente una solenoide para tests y sigue habiendo bajo aislamiento, se cambia del conector 6 de la campana al 5 y el bajo aislamiento de la solenoide desaparece, pero no tiene continuidad el sensor 2, (cable slip ring suelto) se arregla. En el cañón 3 se cambia pigtail y sensor y se arregla (Se mega el cable y comprueba la bobina). Se pone eslabón rápido para arreglar cadena.
05/07/2022	A las 9:40 se despliega la ristra de ER	Se preparan 2 sensores de respuesto y se acorta el torillo de los 2 carros del flotador que tropezaban en el winch de popa

07/07/2022	A las 8:00 falla el cañón 2 de ER missfire seguidos unos 20 o 30 fallo sensor	Se pone en modo off el cañón y se continua la línea por decisión del jefe científico
08/07/2022	Salta alarma problema en drenaje condensado 3 etapa	Desde el cuadro, se fuerza el drenaje de la tercera etapa de manera manual y se comprueba su funcionamiento
	Fallo en cañón 1 de babor 380 (missfire)	Por decisión del jefe científico se continúa línea con el cañón en OFF
09/10/2022	Recogida cañones	Maniobra sin incidencias
	Mangueras de aire rota cañón 380 babor	Se realiza una nueva y se sustituye
	Cadena rota entre gun plates, segunda posición de babor	Se instala un eslabón rápido
	Pigtail roto y suelto en la parte del octopus (solenoid) en cañón 380 estribor	Se sustituye pigtail por otro nuevo
	Pigtails flojos en primera posición babor	Se reaprietan
	Flotador rajado 4 posición	Se pone otro nuevo aprovechando que tenemos un día de transito
	Fuga en cañón de 90 en estrucutra ER-ER	Cambio de juntas
12/07/2022	Se largan cañones. El flotador no navega bien.	Se recorta campana y chinese
	Se cambia el contactor K12 (para solventar alarma del variador, tripped) por recomendación de nuestro soporte técnico.	Se pone el Compresor 2 trabajando en modo automático
	A las 11:40 alarma leakage C1 (leakage detection FC user alert 8)	Se chequea common alarmn, y se revisa el cuadro del variador.
	A las 19:30 vuelve la alarma del variador compresor 2 motor bridge tripped	Dejamos de disparar y volvemos a poner en marcha el C2 en manual.
	A las 23:00 se para el compresor 1 para comprobar el leakage y ver si la alarma de máquinas de bajo aislamiento se reseteaba, al quitar tensión a todos los armarios del C1 la alarma de bajo aislamiento de máquinas desapareció	Se confirma fuga de agua y condensación en el cuadro, por una manguera de refrigeración del armario central. Se repara, se resetea la alarma de leakage y se pone en marcha. Para secar el cuadro se dejan las puertas abiertas con la ventilación de máquinas. A las 03:30 procedemos al arranque.
13/07/22	A las 14:40 falla el cañón 4 de Er missfire continuo de repente	Se hace test y confirmamos leakage en solenoide. El cañón no dispara y se

		decide continuar la línea con el cañón apagado.
14/07/2022	A las 2:00am se sube la ristra de ER (mantenimiento) orejeta del cañón 2 rota solenoide pines rotos y pigtail suelto desde los clamps.	Cambiamos pigtail manguera de aire y solenoide del cañón 2 y en el cañón 5 solo el mecanismo de la solenoide ya que daban missfire muy rara vez y sanemos en general toda la ristra.
	Falla el cañón 1 de babor	Posible tirón en pigtail y correspondiente leakage. Se decide continuar por decisión científica.

### 3.3 Estructuras despliegue de la fuente Sísmica y disposición del escenario en cubierta.

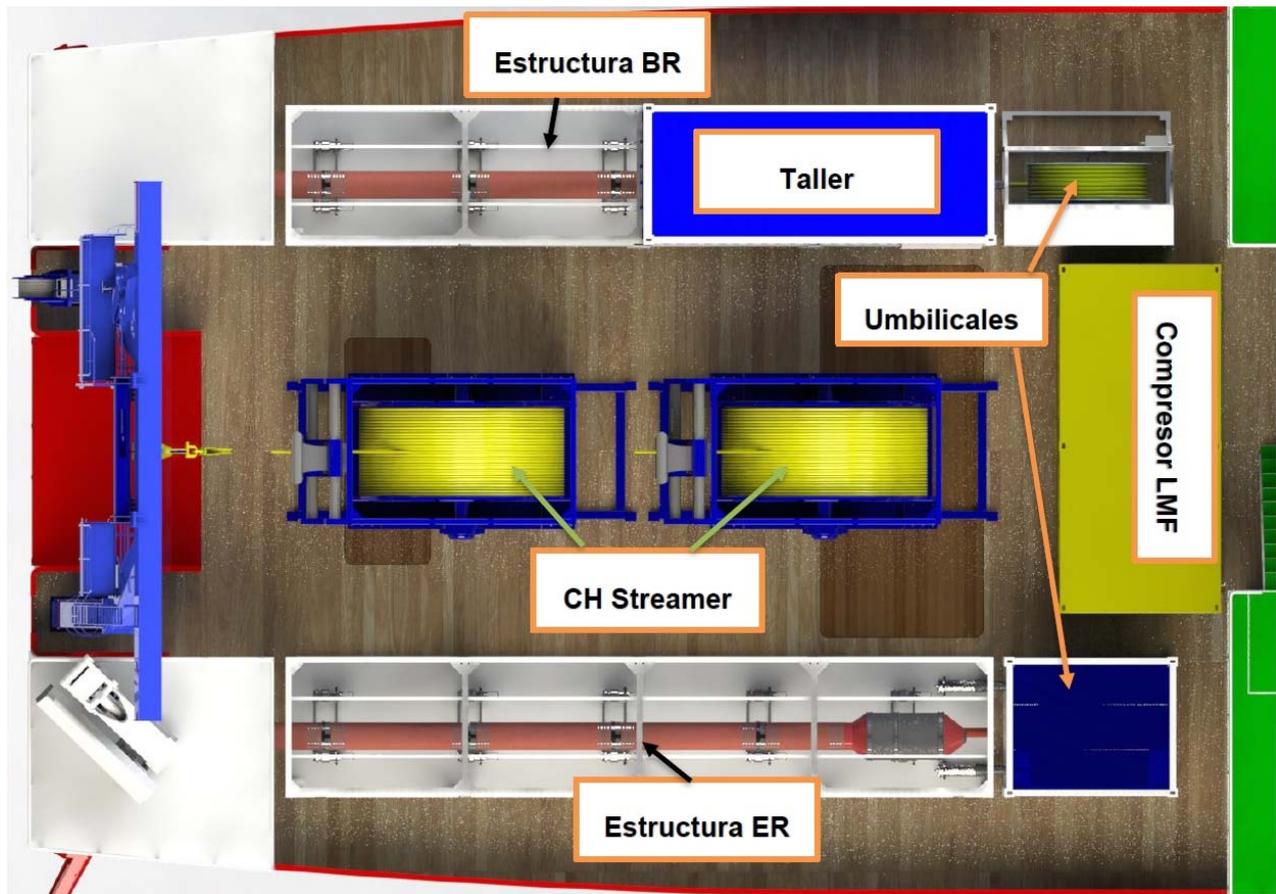


Foto 10. Disposición Escenario Sísmico

## 4. TELEMÁTICA

### 4.1 Comunicaciones

Durante la campaña se han utilizado los recursos de la red informática del buque para la adquisición y el almacenamiento de datos, la edición e impresión de documentos, el primer procesado de los datos y el servicio de correo electrónico.

El Sistema Informático del buque cuenta con los siguientes servidores:

- **FORTINET**:..... Cortafuegos , con los servicios añadidos: VPN, DNS. DHCP, QoS
- **ALDRISI**:..... Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (SADO), DataTurbine, GIS, WebGUMP-II y Web de Eventos.
- **SEPIA**:..... SADO de respaldo.
- **HOMERO**:..... Servidor de Virtualización con PROXMOX con las siguientes máquinas virtuales: Ilion, Dorada, Lenguado, Herodoto, Aquiles, Docker y EarsClient. Varios de ellos en desarrollo, por lo que a continuación
- **LENGUADO**:..... Servidor con OpenCPN integra fuentes de: dgps, Gyro, Corredera, ais, mru, posmv, ek/ea
- **DORADA**:..... Sistema Virtualizado para la Intranet y el RTP.
- **TABLERO**:..... Servidor de Virtualización de respaldo (apagado).
- **NTP0**:..... Servidor de tiempo 1.
- **NTP1**:..... Servidor de tiempo 2.
- **TRIPULACION**:..... NAS con las carpetas compartidas: capitán, cocina, Compartida, maquinas, marinería y puente.
- **UTM**:..... NAS con Carpetas/ficheros la UTM.
- **DATOS**:..... NAS con el histórico de Fotos del buque, y Datos de Campaña en curso.

Para acceder a Internet se dispone de 3 PCs de usuario en la Sala de Informática. Se han conectado todos los portátiles a la red del barco usando el servicio DHCP que asigna direcciones a estos equipos de manera automática, salvo configuraciones manuales requeridas para el Jefe Científico.

Para la impresión se ha dispuesto de 8 impresoras y un plotter:

- **Color-Info**:..... HP LaserJet Pro 400 Color MFP m475dw, en la Sala de Informática.
- **Plotter**:..... HP DesignJet 500 Plus, sito en la Sala de Informática.
- **Color-Puente**:..... HP LaserJet Pro 400 Color MFP m475dw, en la oficina del puente.

- **Fax-Puente:**..... BROTHER MFC-490CW, en la oficina del puente.
- **Samsung:**.....Samsung Xpress SL-M2070/SEE, en la oficina del puente.
- **Puente:**..... OKI Microline 280 Elite, en el puente.
- **Multifunción:**.... HP-OfficeJet Pro 8710, en el camarote del Capitán.
- **B/N-Maquinas:** HP LaserJet 1018 b/n, en la Sala de Máquinas.
- **1er Ofic.Puente:** HP-DeskJet 6940, en el camarote del 1er. Oficial Puente.

Los datos adquiridos por el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (SADO), se almacenan en:  
[\\sado](#)

El espacio colaborativo común para informes, papers, etc. de los científicos, está en:  
[\\datos\cientificos\MARIBNO](#)

Los Datos adquiridos por los instrumentos y los Metadatos generados se almacenan en la siguiente ruta:  
[\\datos\instrumentos\MARIBNO](#)

Al final de la campaña, de todos estos datos se realizan 2 copias, una que se entrega al responsable Científico, y otra copia para la UTM que es entregado al dpto. de Datos.

Posteriormente y antes de comenzar la siguiente campaña, se borran TODOS los datos de esta.

## 4.2 Actividades

- Al inicio de campaña se mantiene una reunión con los científicos indicando las normas de funcionamiento de la red informática a bordo. También se les explica la puesta en marcha de un sistema de creación de Metadatos que acompañarán al informe de campaña y a las actividades y equipos desplegados en la misma y se les explica su funcionamiento, aleccionándoles para que ellos mismos se encarguen de ir introduciendo los mismos.
- Se cuelga en el mamparo de la sala de informática un dossier con los servicios que ofrece el Dpto.TIC en español e inglés, así como la forma de actuar y marcación a realizar con las llamadas de telefonía.
- Se ayuda en las instalaciones y configuraciones de algunos de los equipos que los científicos traen a bordo.
- Se ayuda con la conexión de los móviles de algunos usuarios, con los AP del barco para su salida por Whatsapp.
- Se configura la red e impresoras a los portátiles de los científicos que no lo pueden conseguir por sus propios medios.
- Se vigila diariamente que la adquisición e integración de los datos del SADO se realiza correctamente.

- Preparación de las carpetas compartidas de Datos de la nueva campaña y eliminación de las anteriores. Se establecen copias programadas del SADO con el Software SyncBack para que estos datos estén al alcance de los científicos en las carpetas habituales indicadas en la reunión inicial de campaña mantenida con ellos.

- Se realiza el cierre de los Metadatos de la campaña una vez atracado el barco en puerto quedando integrados los datos del SADO así como los introducidos por los científicos.

- Una vez se van los científicos y varios días antes del comienzo de la siguiente campaña se procede al borrado de todos los datos de esta campaña.

### 4.3 Incidencias

-Durante la revisión previa de los sistemas del barco se encuentran los siguientes sucesos:

- Los teléfonos Iridium no funcionan, al reiniciar el equipo vuelven a funcionar, a tener en cuenta en próximas campañas
- El teléfono Inmarsat de enfermería no funciona
- El SAI del rack de switches tiene una alarma, cosa a comprobar.

- Llegan las dos impresoras viejas tras la reparación de RdSI.

- La que antiguamente estaba en info, se queda en el puente. No da problemas.
- La que estaba en el puente se instala en la sala de procesado. Sigue mostrando error 49. Se soluciona tras eliminar la cola de impresión de uno de los PC's del puente. El alimentador del escáner no funciona.

-Al intentar cambiar a banda C la antena consigue conectarse al 022.1W (SES-4) pero no da salida a internet. Se sigue con Ku.

-Se le cambia la fuente de alimentación a un equipo de la sala de control de máquinas

- El SAI del rack de switches tiene una alarma, cosa a comprobar.

-Probando los teléfonos del barco, todos funcionan correctamente excepto el del jefe técnico y científico. La persona que recibe la llamada escucha algo pasado un rato, pero desde el barco no se oye cni tono ni voz.

-Durante gran parte de la campaña, reiniciando la centralita y los sata cada ciertos días se podía sobrellevar, pero a partir de cierto punto por mucho que reinicie, la línea del jefe técnico/científico no funciona.

-El PC-tic-Linux emite muchísimo calor, se apaga por precaución.

-Se abre, limpia y cambia la pasta térmica.

-Sigue emitiendo mucho calor, pero no tanto

-Se le cambia el monitor a un equipo de la sala de máquinas. La que tenían se apagaba recurrentemente debido al cable de alimentación que tenía. Tenemos 5 monitores más exactamente iguales que este y solo

un cable de alimentación compatible con ellas. Dada la antigüedad de estos monitores yo apostaría por desecharlos.

-Se deja un Router para los mecánicos en su contenedor.

-Instalación EARS

- -Se crea una máquina virtual para el nuevo EARS server en homero. Se le da la IP 3.58 (anteriormente perteneciente a la máquina virtual EarsClient, que ya no es necesaria).
- Se implementan redirecciones de las tramas SDGPOS, SDGMET, y SDGTSS en los agentes de adquisición de Copérnico (192.168.3.16) hacia el EarsServer
- Cliente instalado y configurado en TIC-WINDOWS.

-La conexión VNC del PC Tic-Windows al RP-Lab-Principal no funciona, hay que conectarse físicamente a la raspberry para interactuar con ella

-El PosMV se bloquea de vez en cuando.

-El alimentador de la impresora de la sala de informática (Que antes estaba en el puente) no funciona.

## 4.4 Servicios TIC

### **1) Acceso a Internet**

La conexión de banda ancha permite el acceso permanente desde el buque a redes que trabajen con protocolos TCCP/IP. Por motivos de seguridad y eficiencia dicho acceso se ha limitado a ciertos equipos, que disponen de un emplazamiento fijo, una configuración controlada y una funcionalidad que precisa dicha conexión.

El resto de ordenadores del buque solo accederán a Internet cuando el buque esté en un puerto nacional o de la UE a través de la conexión de telefonía móvil 4G.

**El uso y las limitaciones previstas para estos puestos con conexión IP es el siguiente:**

- Conexión a servidores de los centros de investigación con el fin de recibir/enviar datos (protocolos scp, sftp,...) y consultar bases de datos (bibliográficas, meteorológicas, oceanográficas, geofísicas, etc.)
- Navegación por sitios Web. Se excluye la descarga/subida de contenidos multimedia (videos, música, presentaciones) de sitios no relacionados con la actividad científico/técnica que se desarrolle en el buque. Expresamente se deshabilitan en el cortafuegos el acceso a sitios de intercambio de contenidos tipo P2P y sitios chat.

### **2) Intranet del Buque**

Se ofrecen diversos servicios a través de la Intranet del buque, como son:

- Información general del Buque.
- Visualización de datos de Navegación, Estación meteorológica, Termosalinómetro.
- Graficas de adquisición en tiempo real (RDV).

- Herramienta de extracción de datos y generación de mapas de navegación en PDF, KMZ, KML.

**B/O SARMIENTO DE GAMBOA**

NAVIGATION	METEOROLOGY	SEA WATER
<b>19/12/2020 - 11:10:52 UTC</b> Speed: 10.40 Knots Heading: 227.50 ° Depth: 5485.50 m Lat: 35.70750 ° Lon: -19.12024 °	<b>19/12/2020 - 11:10:53 UTC</b> Temperature: 17.37 °C Pressure: 1032.03 hPa Humidity: 68.79 % Solar Radiation: 374.62 w/m <sup>2</sup> Wind Speed: 5.76 m/s Wind Direction: 306.60 °	<b>19/12/2020 - 11:10:48 UTC</b> Temperature: 18.37 °C Salinity: 36.29 psu Conductivity: 47.80 mS/cm Fluor: 0.0195 V σ <sub>T</sub> : 26.17 kg/m <sup>3</sup>

**3) Puntos de Acceso Wi-Fi**

Existen diversos puntos de acceso Wi-Fi a la red del Buque, dichos accesos sirven durante las campañas tanto para la conexión a la red interna del buque, como para el servicio de Whatsapp. En puertos nacionales y de la UE a través de dichos puntos de acceso también es posible la conexión a Internet a través de la red 4G terrestre. Los SSID de los A.P. son: SARMIENTO y las ubicaciones son

- Puente
- tripulación-babor
- tripulación-babor-bis (Camarote: 201)
- tripulación-estribor
- científicos-babor
- científicos-estribor
- química
- electrónica
- laboratorio
- comedor
- SalaTV
- reuniones
- ecosondas
- Control Máquinas



#### **4) Acceso a la red de la UTM en el CMIMA**

Otra de las características de la conexión del buque es que permite enlazar la red de área local de abordaje con los recursos de red que la UTM tiene en su centro de Barcelona mediante una Red Privada Virtual (VPN)

Este enlace que se establece mediante protocolos de red seguros (IPSec) permite entre otras características, lo siguiente:

- Realizar copias de seguridad de datos en los servidores de la UTM.
- Envío en tiempo real de datos. Monitorizar desde la sede de Barcelona los parámetros de propósito general de los sistemas de adquisición del buque. Acceso desde cualquier punto de Internet a la visualización en tiempo real de un conjunto escogido de dichos parámetros.
- Sincronizar las bases de datos de los sistemas de trabajo corporativo y difusión pública de la UTM con el segmento embarcado de dichos sistemas (página web, sistema de documentación, etc.)
- Acceso remoto a los sistemas informáticos del buque desde la sede de Barcelona. Lo que permite la tele-asistencia en caso de avería, problema o configuración de la mayoría de equipos embarcados críticos.

#### **5) Telefonía**

El sistema habitual de telefonía del 'Sarmiento de Gamboa' consta de 4 líneas telefónicas. De los 4 números de teléfono con salida al exterior, 3 son de voz, y otro de Voz/Fax con los siguientes números y ubicaciones:

- Línea (Voz) **911 930 357:**  
Llamadas entrantes/salientes en el camarote del **Capitán** (ext. 213) y **Jefe de Máquinas** (ext. 211)
- Línea (Voz) **911 930 358:**  
Llamadas entrantes/salientes en la **Sala de Informática** (ext. 128)
- Línea (Voz/Fax) **911 930 359:**  
Llamadas entrantes/salientes en la **Cabina del Puente** (ext. 120) o Fax de la **Oficina del Puente**.
- Línea (Voz) **911 930 360:**  
Llamadas entrantes/salientes en el camarote del **Jefe Técnico** (ext. 210) y **Jefe Científico** (ext. 212)

Para llamar desde estos números marcar la siguiente codificación:

**0 + Nº de Teléfono** Ej.: **0986211041** (Llamadas nacionales)  
**0 + 00 + Cód. País + Nº Teléfono** Ej.: **000390189983665** (Llamadas Internacionales)

El número de teléfono oficial del buque será el **911 930 358**. Cuando se llame a este número sonará por primera vez en el laboratorio, pero si a los cuatro tonos no se ha descolgado el aparato, sonará a la vez en las demás extensiones (puente, capitán, jefe técnico). El motivo de enlazar el número principal con el laboratorio es el de mantener libre lo máximo posible las extensiones del puente y la del capitán, pues se usan como medio de comunicación entre el puente y máquinas o las demás partes estratégicas del buque.

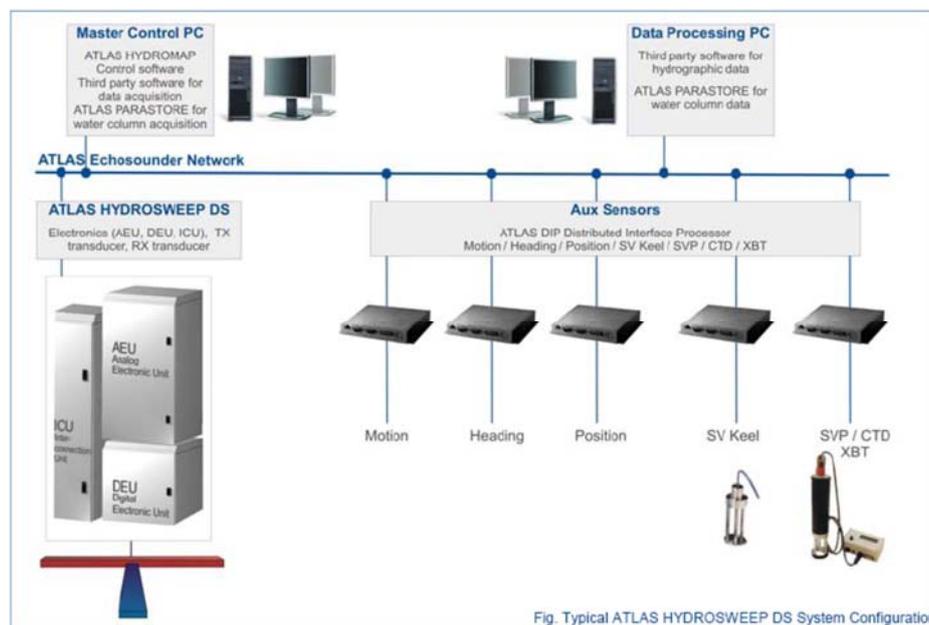
## 5. DEPARTAMENTO ACÚSTICA

### 5.1.- Sonda Multihaz Profunda. Atlas DS. .

#### Descripción

La sonda multihaz Hydrosweep DS es una sonda multihaz de última generación, diseñada para realizar levantamientos batimétricos de fondos marinos hasta profundidades mayores de 10000 metros, cumpliendo las normativas IHO S44, Orden 1 para dichos levantamientos.

La Hydrosweep DS es un sistema completo que incluye desde los transductores hasta el procesado final de los datos y su impresión final.



Esquema del sistema Atlas DS

El equipo está compuesto por los siguientes módulos:

- **Transductores:** Instalados en una barquilla situada a proa del buque, a 6 m. de profundidad.
- **Transceptores:** Es la electrónica de adquisición y tratamiento de los datos. Está formada por diferentes unidades.
- **AEU:** Unidad de electrónica analógica. Contiene la electrónica de potencia (electrónica de transmisión y bloques de capacitadores) y recepción (preamplificadores, digitalizadores).
- **DEU:** Unidad Digitalizadora. Incluye toda la unidad de tratamiento y filtrado de los datos adquiridos. También incluye las fuentes de alimentación de baja y alta tensión para el resto de unidades.
- **ICU:** Unidad de interconexión.
- **Ordenador de Control:** Gestiona la adquisición de los datos en diferentes formatos y controla la electrónica de adquisición.

- **Sensores auxiliares (posición, actitud, velocidad del sonido, etc):** Se conectan a unidades independientes de adquisición (DIP) que re-envían la información a la red para que esté disponible para todos los instrumentos (Atlas MD, Atlas PS).

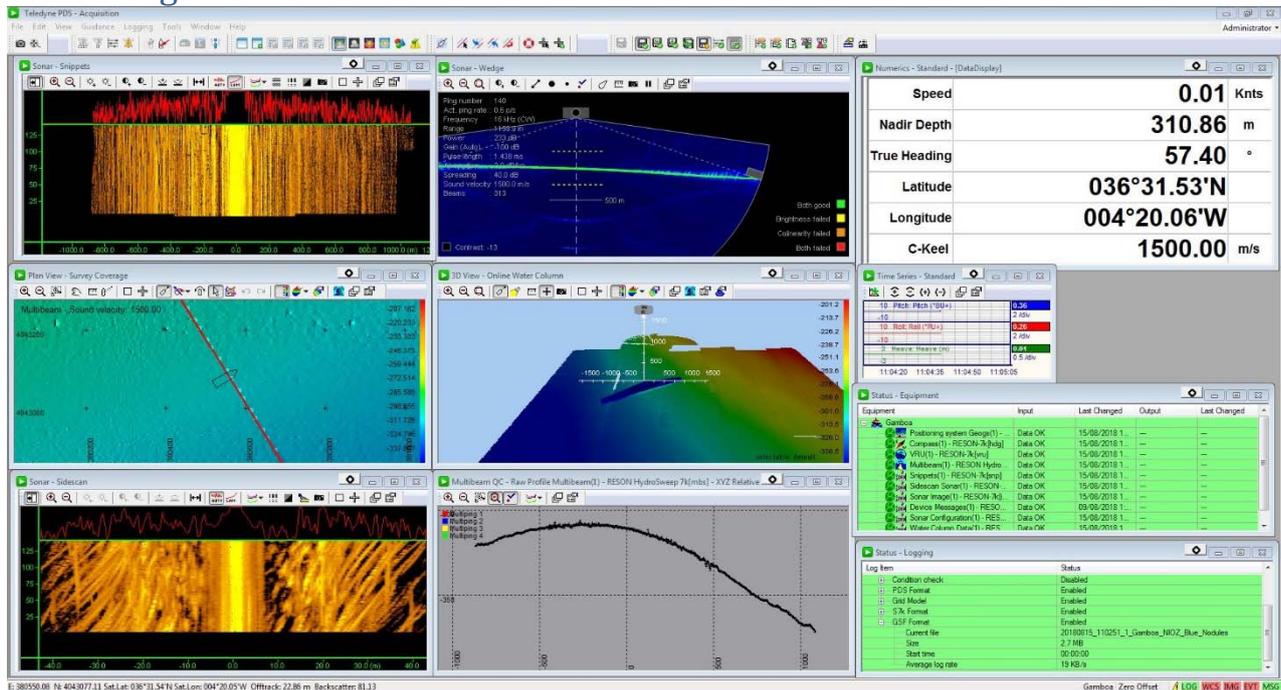
La adquisición de los datos brutos se hace con el software propio de Atlas (Atlas Parastore y Atlas Hydromap Control), creando los ficheros (\*.ASD). Se utiliza también un software externo, en este caso PDS2000 de la casa Teledyne, creando ficheros (\*.S7K) y (\*.PDS), dado que el paquete offline de EIVA no lee ninguno de estos archivos es necesario grabar o bien ficheros (\*.SBD) con el NAVISCAN o bien seleccionar ficheros (\*.FAU) o (\*.GSF) en el PDS.

El procesado se realiza con el Software Caris v10.4 y EIVA Navimodel Producer.

## Características técnicas

- Frecuencia de emisión: 14.5 a 16 kHz.
- Rango de operación: 10 a 11000 metros
- Max. Range Resolution: 6.1 cm
- Precisión: 0.5 m, 0.2% de la profundidad (2 sigma)
- Longitud de pulso: 0.17 a 25 ms.
- Frecuencia de muestreo: <12.2 KHz.
- Máx. tasa de emisión: <10 Hz.
- Cobertura máxima: 6 veces la profundidad, 20 km máximo. 2 swaths por ping
- Nº de haces: 960 con High Order Beamforming por transmisión.
- Apertura del haz: 1º x 1º.
- Espaciado de haces: Equi-angular, equidistante.
- Estabilización
  - Telegramas de profundidad: Cabeceo, balanceo.
  - Software NaviScan: Cabeceo, balanceo, guiñada, altura de ola.
- Interfaces:
  - Sensor de actitud Applanix POS-MV.
  - Software de adquisición EIVA NaviScan.
  - Sensor de velocidad del sonido superficial.
  - Sistema de navegación EIVA.

## Metodología



La sonda multihaz se ha utilizado para realizar levantamientos batimétricos en toda la zona de trabajo.

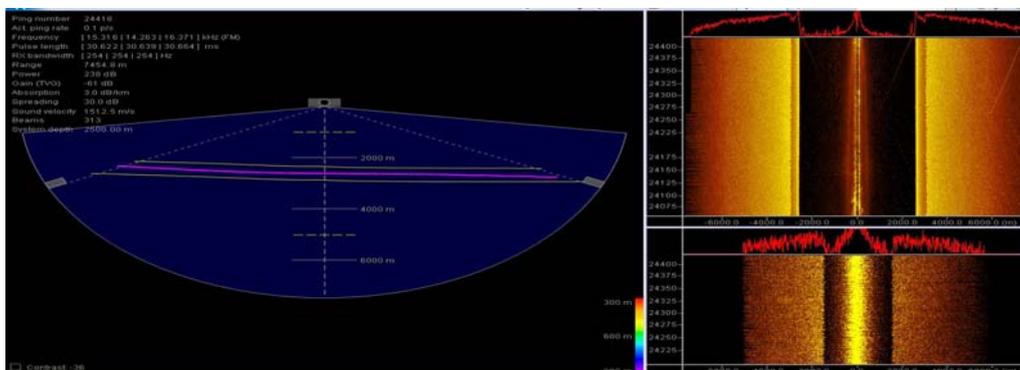
Los datos se han pre- procesado a bordo mediante el programa CARIS.

Para la corrección de los perfiles de velocidad del sonido se han utilizado lanzamientos de perfiles mediante SVP y de sondas batitermográficas, mediante el programa Sound Speed Manager

El perfil de temperatura se ha procesado con los datos de salinidad superficial del sensor de velocidad del sonido instalado en la quilla, para producir un perfil de velocidad del sonido que se envía a través de la red Atlas a las sondas multihaz y paramétrica.

Los datos se han almacenado en formato S7k y SBD, básicamente con la misma información que los ficheros ASD-PHF (con los haces estabilizados y HOB activado), aunque en coordenadas UTM (huso 29N, 28N y 27N en la zona principal de trabajo).

Se ha trabajado con las sondas sin sincronizar.



- **Transmission Freq.:** 15.5 kHz.
- **Signal type:** Rectangular Chirp

- **Control de pulso:** Resolución
- **Resolución:** Alta
- **Longitud de pulso:** Resolución
- **Source Level:** Max.
- **Shading (Transmisión):** Full Basis Gaussian
- **Steering 0° (roll), 0° (pitch)**
- **Reception Shading (PHF):** No shading.
- **Reception Gain (PHF):** 20 dB. TVG ON
- **Receiver Bandwidth:** Output Sample rate: 12.2 kHz
- **BandWith:** 33% of Output Sampling Rate.

## Calibración.

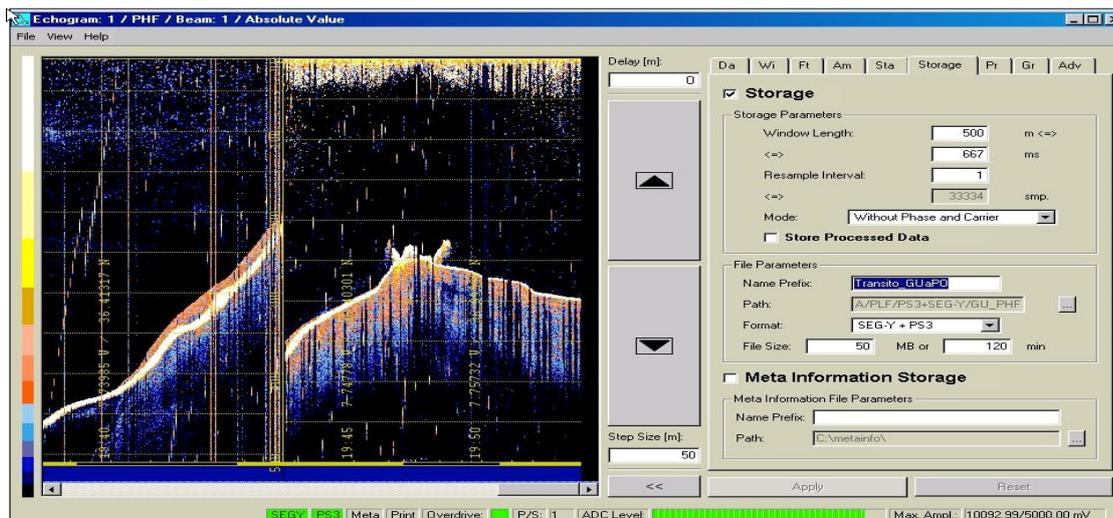
Se realiza una calibración en la campaña anterior, con unos valores de ROLL: -0.72 y de PITCH: 2.36.

## Incidencias

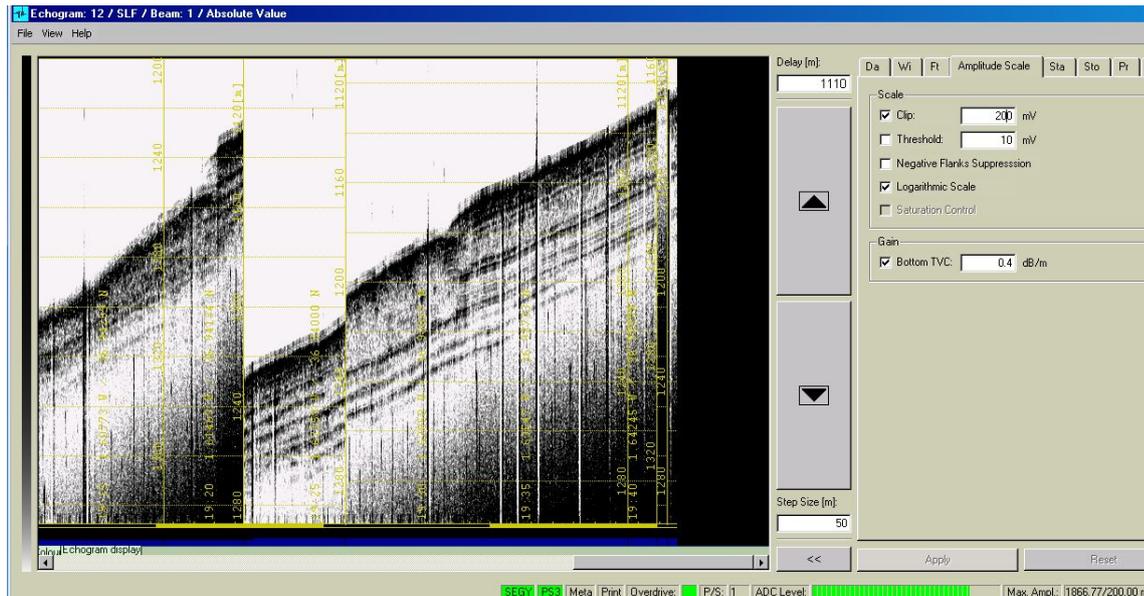
Durante la campaña ha sido necesario reiniciar el sistema completamente en un par de ocasiones, con ello se perdieron aproximadamente 20 minutos de la adquisición en cada ocasión.

Por todo lo demás la sonda está adquiriendo sin problemas.

## 5.2.- SONDA PARAMETRICA ATLAS PARASOUND P-35.



Pantalla de adquisición de señal phf 18 khz



Pantalla de adquisición de señal slf 3.5khz.

## Descripción

La sonda paramétrica Atlas Parasound P-35 es un perfilador sísmico de alta resolución y haz estrecho con capacidad para trabajar en cualquier océano del globo. Utiliza un único transductor para emisión y recepción.

La aplicación principal de este perfilador es la realización de perfiles sísmicos de alta resolución de las capas sedimentarias superficiales, así como la detección de elementos enterrados en el fondo marino.

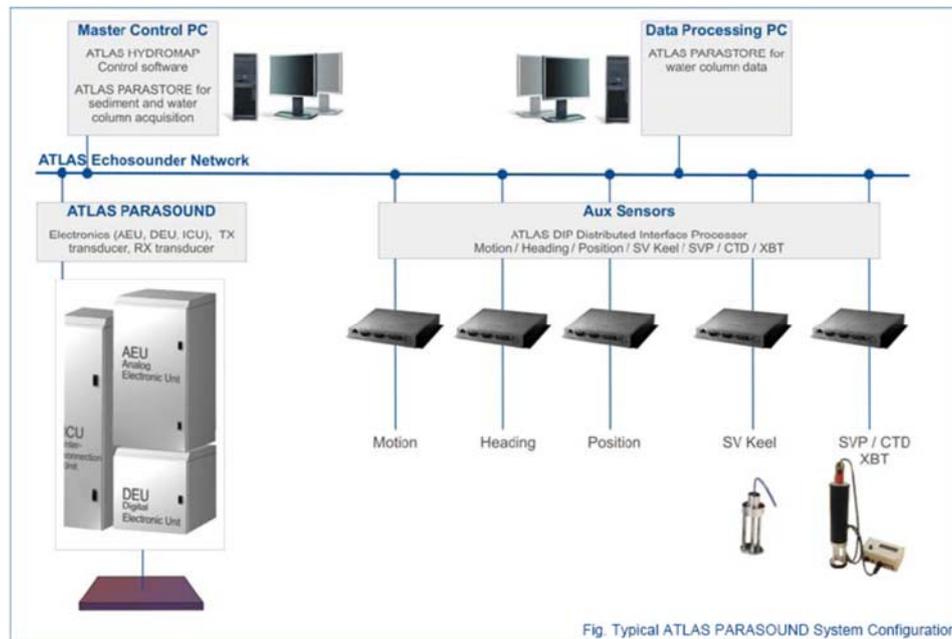
La resolución espacial del sistema permite distinguir objetos próximos entre sí, en ángulo y/o espacio. La resolución espacial viene dada por los siguientes factores:

- Resolución angular, que viene dada por la geometría del array de transductores.
- Resolución de alcance, que viene dada por el ancho de banda de la señal.
- La tasa de emisión está relacionada con la velocidad del buque, cuanto mayor sea la tasa (o menor la velocidad del buque) mayor será la definición horizontal del perfil.

El equipo está compuesto por los siguientes módulos:

- **Transductores:** Instalados en una barquilla situada a proa del buque, a 6 m. de profundidad.
- **Transceptores:** Es la electrónica de adquisición y tratamiento de los datos. La forman diferentes unidades:
- **AEU:** Unidad de electrónica analógica. Contiene la electrónica de potencia (electrónica de transmisión y bloques de capacitadores) y recepción (preamplificadores, digitalizadores).
- **DEU. Unidad Digitalizadora:** Incluye toda la unidad de tratamiento y filtrado de los datos adquiridos. También incluye las fuentes de alimentación de baja y alta tensión para el resto de unidades.
- **ICU:** Unidad de interconexión.
- **Ordenador de Control:** Gestiona la adquisición de los datos en diferentes formatos y controla la electrónica de adquisición.
- **Sensores auxiliares (posición, actitud, velocidad del sonido, etc):** Se conectan a unidades

independientes de adquisición (DIP) que re-envían la información a la red para que esté disponible para todos los instrumentos (Atlas MD, Atlas PS).



Esquema del sistema ATLAS PARASOUND

## Especificaciones

- **Tipo de señales:** Barker, CW, Chirp y señales definidas por el usuario.
- **Modos de emisión:**
  - Multiping, hasta 16 pings simultáneamente en el agua.
  - Quasy-equidistant mode,
  - Single ping
- **Frecuencia primaria:** 18-39 kHz.
- **Frecuencia secundaria:** 0.5 a 6 kHz.
- **Longitud de pulso:** 0,17 a 25 ms.
- **Frecuencia de muestreo máxima:** 12.2 kHz.
- **Max. Range Resolution:** 6.1 cm.
- **Precisión de detección de fondo:** 0.2 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).
- **Resolución del haz:** 4. 5º Alongtrack - 5º Acrosstrack
- **Potencia de transmisión:** 35 kW.
- **Consumo eléctrico** < 3 kW.
- **Estabilización electrónica:** cabeceo y balanceo.
- **Seguimiento de fondo.**
- **Tasa máxima de emisión** 10 Hz.

## Metodología

Se ha estado registrando perfiles paramétricos simultáneamente con la batimetría. Se han utilizado las dos frecuencias principales: PHF y SLF para la localización de posibles plumas de origen hidrotermal y las caracterizaciones de fondo.

Solo se ha usado esta sonda para el primer leg de la campaña, es decir para la línea LISA.

La configuración optima que se ha probado es:

- Quasi-Equidistant Transmission
- Pulse length: automatic.
- PHF18kHz y SLF 3.0-3.5 KHz.

## Incidencias

La sonda ha dejado de funcionar en varias ocasiones por problemas de comunicación entre módulos internos y ha sido necesario reiniciar el software y hardware en varias ocasiones y en otras ocasiones el CM (Control Module), con la pérdida de unos 15-30 minutos de datos (aprox.) en cada ocasión.

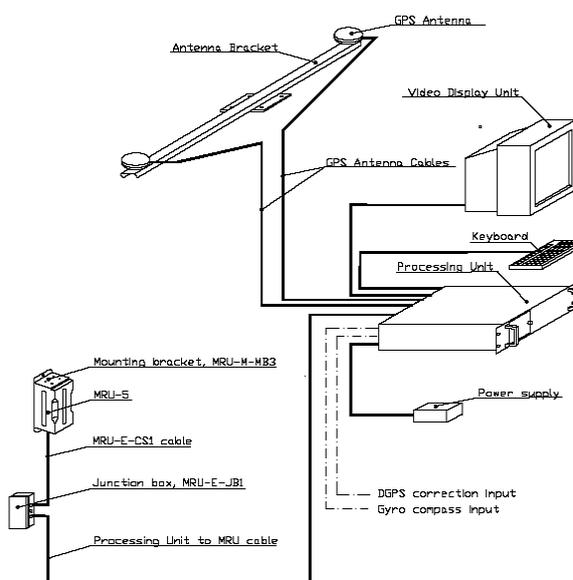
## 5.3.- Applanix POS MV.

### Descripción

POS-MV es el sensor de actitud del buque, consta de dos antenas instaladas sobre el puente, una unidad de control y una Unidad de Referencia o MRU (Motion Reference Unit).

El sistema utiliza información de los GPS y la MRU para determinar la actitud relativa del buque respecto el plano horizontal en los tres ejes (cabeceo, balanceo y guiñada), así como el rumbo y la posición. Toda esta información se distribuye por la red Ethernet y vía seria a los diferentes instrumentos que lo requieren.

La posición proporcionada por el sistema corresponde a la de la MRU. Las antenas GPS proporcionan información de la orientación (heading) de la proa del buque, velocidad, posición y tiempo, mientras que la MRU proporciona información de actitud... Toda esta información es procesada e integrada y se generan los correspondientes telegramas de datos, así como telegramas de tiempo (NMEA ZDA) y señales de sincronización (PPS) para el tiempo.



Applanix POS-MV system configuration.

## Características técnicas

- Precisión (Roll / Pitch): 0.02º RMS (1 sigma).
- Precisión (Heave): 5 cm or 5% (whichever is greater) for periods of 20 sec or less.
- Precisión (Heading): 0.01º (1 sigma).
- Precisión (Posición): 0,5 to 2 m (1 sigma), dependiendo de la disponibilidad de correcciones diferenciales.
- Precisión (Velocidad): 0,03 m/s horizontal.



*Software de control. POS/MV*

## Incidencias

Hubo que reiniciar varias veces ya que se bloqueó y perdimos la señal GPS.

## 5.4.- Sonda Monohaz EA 600.

### Descripción

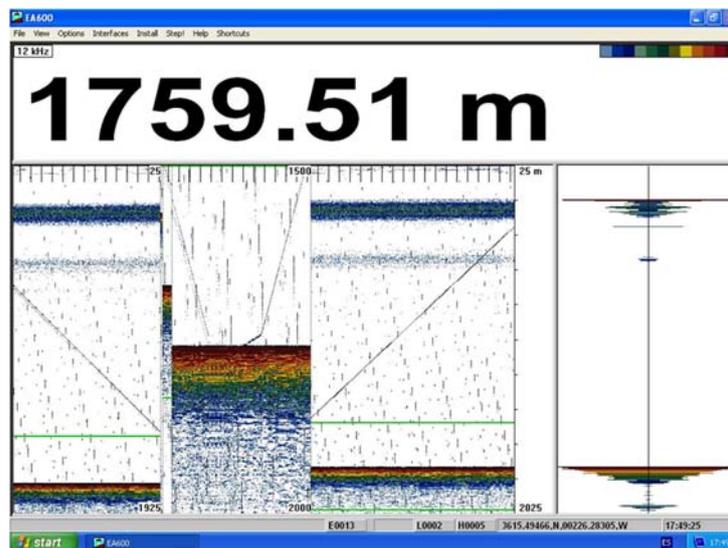
Ecosonda Monohaz de doble frecuencia (12 y 200 KHz.).

La sonda dispone de interfaces serie y ethernet para la entrada y salida de datos.

Navegación y sincronización de tiempo proviene del sensor de movimiento Applanix POS-MV.

Telegram	Port	Bauds	Data Bits	Bit Stop	Parity
Navigation and time	COM3	9600	8	1	No
Attitude	COM2	19600	8	1	No

El dato de profundidad se distribuye por la red general de datos (Ethernet) a través del Puerto UDP 2020.



Sonda hidrográfica EA600

## Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.

## 5.5.- Sistema de navegación EIVA.

### Descripción

El sistema de navegación EIVA consta de un ordenador con S.O. Windows, los datos de los diferentes sensores le llegan vía Ethernet y serie. Con estos datos y un software específico, el programa genera una representación georreferenciada de la posición del barco y crea una serie de telegramas que alimentan a diferentes sistemas e instrumentos.

Los sensores de entrada son los siguientes:

Select instrument by port

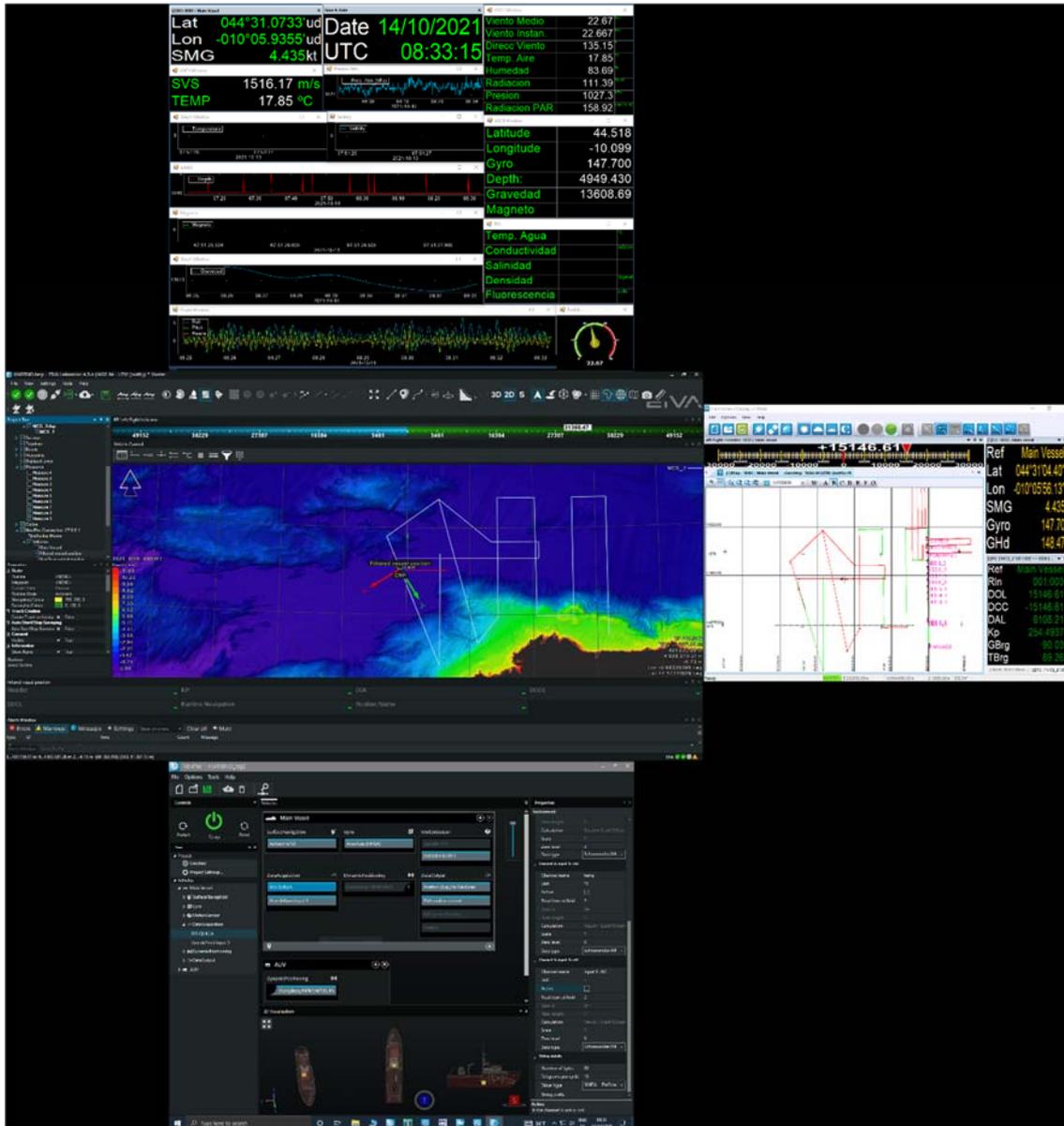
Search...

Port	Instrument Name	Vehicle	Mode
COM1	Ashtech GPS1	Sarmiento de Gamboa	On
COM2	NMEA2 Gyro	Sarmiento de Gamboa	On
COM3	SeaSpy	Sarmiento de Gamboa	Off
COM4	POS MV	Sarmiento de Gamboa	On
COM8	POS-FS20-Fauces	Sarmiento de Gamboa	On
COM9	SVS_Quilla	Sarmiento de Gamboa	On
tcp://192.168.3.152:4003/	Remote dynamic objects 1	Sarmiento de Gamboa	On
udp://0.0.0.0:3008/	grav	Sarmiento de Gamboa	On
udp://10.197.124.140:17000/	Position (Exp.) to NaviScan DS	Sarmiento de Gamboa	On
udp://10.197.124.140:17300/	EIVA runline control_DS	Sarmiento de Gamboa	On
udp://10.197.124.141:17001/	Position (Exp.) to NaviScan WC	Sarmiento de Gamboa	On
udp://10.197.124.141:4000/	Position to NaviScan mcpc1md3	Sarmiento de Gamboa	On
udp://10.197.124.150:17002/	Position to NaviScan mcpc1ps3	Sarmiento de Gamboa	On
udp://127.0.0.1:21001/	Kongsberg HiPAP/APOS	Sarmiento de Gamboa	On
udp://127.0.0.1:5607/	Corredera	Sarmiento de Gamboa	On
udp://192.168.3.255:15200/	HDT SIS	Sarmiento de Gamboa	On
udp://192.168.3.255:15201/	GGA SIS	Sarmiento de Gamboa	On
udp://192.168.3.255:5001/	GPS UDP	Sarmiento de Gamboa	On
udp://192.168.3.59:2020/	Simrad EA600	Sarmiento de Gamboa	On

Items: 19 / 19

OK Cancel

El programa recoge todos los datos de los sensores que le llegan por los diferentes puertos y los representa en pantalla, sobre un sistema geodésico elegido anteriormente (zonas de trabajo UTM 29N, 28N y 27N).



Para facilitar la navegación, en el puente hay un monitor repetidor del navegador, durante la campaña se ha reenviado alternativamente esta pantalla (Navipac Helmann) o la de navegación de sísmica (TriggerFish Survey Manager).

Los datos se pueden representar en distintos formatos (texto o gráficos) sobre ventanas diferentes. La más común es la representación del Helmann con los datos básicos de navegación y seguimiento de líneas,

Existe la posibilidad de representar un grid simplificado de la batimetría adquirida con la sonda multihaz, para facilitar las operaciones de fondeo, arrastre y completar la cobertura total de batimetría en la zona de interés.

### Incidencias

Ninguna reseñable.

## 5.6.- Perfilador Batitermográfico XBT .

### Descripción

El sistema de adquisición de datos oceanográficos SIPPICAN MK-21 utiliza un PC estándar y un conjunto de sondas desechables para medir y visualizar parámetros físico-químicos del océano, tales como temperatura (sondas XBT), velocidad del sonido (sondas XSV), conductividad y salinidad (XCTD). El sistema realiza la adquisición, presentación y almacenamiento de los datos en tiempo quasi-real, permitiendo una presentación posterior de los datos para su análisis.



Imagen de la pistola de lanzamiento de las sondas batitermográficas.

### Características técnicas

#### EXPENDABLE BATHY THERMOGRAPH (XBT)

	APPLICATIONS	MAXIMUM DEPTH	RATED SHIP SPEED*	VERTICAL RESOLUTION
T-4	Standard probe used by the US Navy for ASW operations	460 m 1500 ft	30 knots	65 cm
T-5	Deep ocean scientific and military applications	1830 m 6000 ft	6 knots	65 cm
Fast Deep™	Provides maximum depth capabilities at the highest possible ship speed of any XBT	1000 m 3280 ft	20 knots	65 cm
T-6	Oceanographic applications	460 m 1500 ft	15 knots	65 cm
T-7	Increased depth for improved sonar prediction in ASW and other military applications	760 m 2500 ft	15 knots	65 cm
Deep Blue	Increased launch speed for oceanographic and naval applications	760 m 2500 ft	20 knots	65 cm
T-10	Commercial fisheries applications	200 m 660 ft	10 knots	65 cm
T-11 (Fine Structure)	High resolution for US Navy mine countermeasures and physical oceanographic applications	460 m 1500 ft	6 knots	18 cm

#### EXPENDABLE SOUND VELOCIMETER (XSV)

	APPLICATIONS	MAXIMUM DEPTH	RATED SHIP SPEED*	VERTICAL RESOLUTION
XSV-01	ASW application where salinity varies; Naval and civilian oceanographic and acoustic applications	850 m 2790 ft	15 knots	32 cm
XSV-02	Increased depth for improved ASW operation where salinity varies; Naval and civilian oceanographic and acoustic applications	2000 m 6560 ft	8 knots	32 cm
XSV-03	High resolution data for improved mine counter-measures and ASW operations in shallow water; geophysical survey work; commercial oil industry support	850 m 2790 ft	5 knots	10 cm

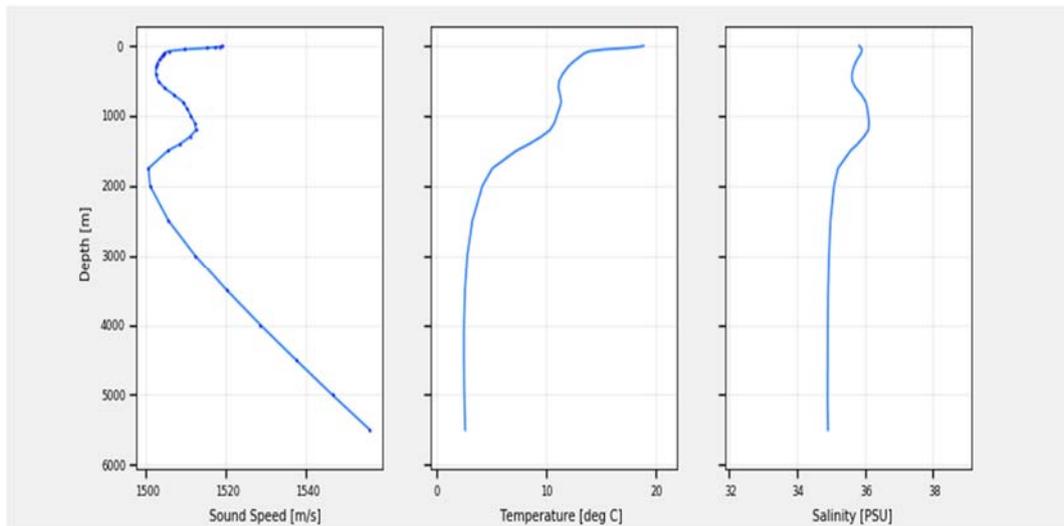
System depth accuracy: 4.6 meters or 2% of depth; whichever is larger (for XSV).

\*All probes may be used at speeds above rated maximum, however there will be a proportional reduction in depth capability.

All probes are shipped 12 to a case which is constructed of weather-resistant biodegradable material. Shipping weight varies from 25 lbs. to 43 lbs. depending on probe type. Dimensions of the case vary from 17" X 14" X 18" (2.3 cu. ft.) to 17" X 14" X 19" (2.6 cu. ft.).

## Metodología

Los lanzamientos realizados han sido de sondas XBT del modelo T7 (un total de 3). Se han lanzado alternativamente junto con los de la Base de Datos WOA9 y WOA13, mediante el programa SoundSpeed Manager. En la imagen solo se muestran los perfiles en tiempo de adquisición.

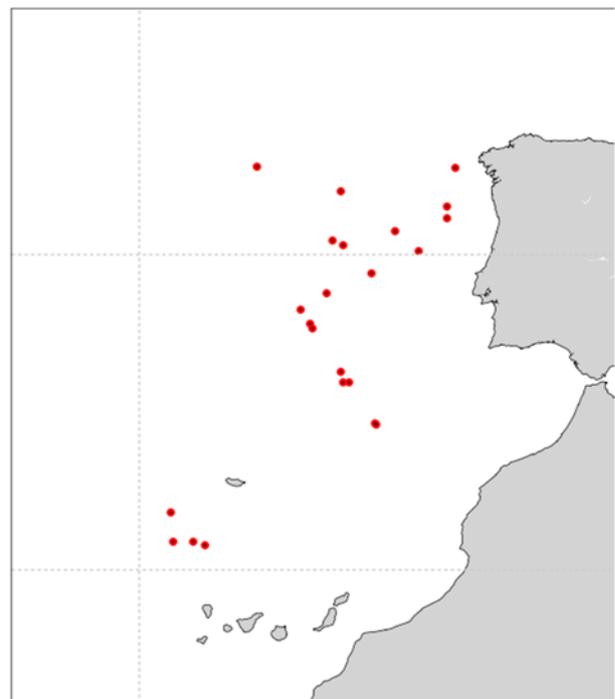


## Calibración

Las sondas vienen ya calibradas de fábrica.

## Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.



## 5.7 Equipamiento geofísico .

### 5.7.1 MAGNETÓMETRO MARINO SEA SPY .

#### Descripción

El magnetómetro SeaSPY es un sistema de adquisición de datos magnéticos de la casa Marine Magnetics que dispone de un sensor Overhauser de gran precisión. Es un magnetómetro de protones.

El sensor Overhauser es completamente omnidireccional, con lo que la cantidad de señal producida es independiente de la dirección del campo y muy estable en el tiempo, el reloj utilizado tiene una precisión de 1ppm, además se puede sincronizar con el tiempo GPS que le llega por el puerto de navegación. El equipo está estabilizado en temperatura, de forma que la precisión sea la misma tanto en aguas frías como cálidas y debido a sus características de construcción, no presenta errores de “heading”

#### Características técnicas

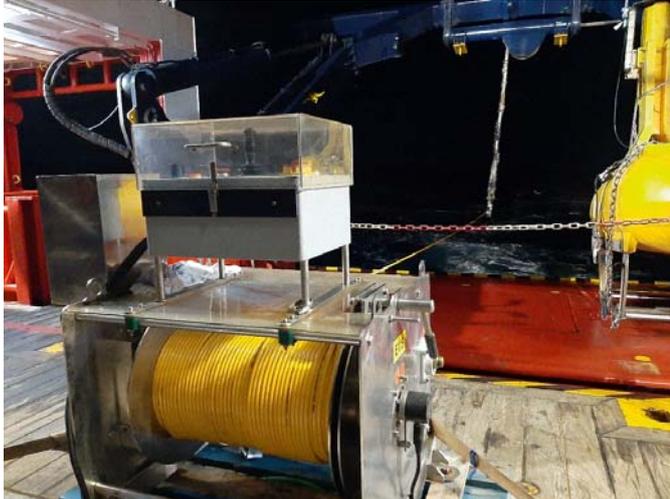
Rango de medida	18000 nT a 120000 nT
Precisión absoluta	0.2 nT
Sensibilidad del sensor	0.01 nT
Sensibilidad del contador	0.001 nT
Resolución	0.001 nT
Zona muerta	ninguna
Heading Error	ninguno
Deriva temporal	ninguna
Consumo de potencia	1 W en parado, 3W máximo
Estabilidad de la base de tiempos	1 ppm de -45° a 60°
Frecuencia de muestreo	4 Hz a 0.1 Hz
Trigger externo	Vía RS-232
Comunicaciones	RS-232, 9600 baudios
Temperatura de trabajo	-45° a +60°

#### Metodología

El magnetómetro toma las medidas de campo magnético y mediante el software BOB, estas son almacenadas en una base de datos y georreferenciadas con el telegrama GPS del Seapath. El magnetómetro tiene un sensor de presión que nos indica en todo momento la profundidad a la que se encuentra el pez.

En la primera parte de la campaña se lanzó por el pórtico de popa por el medio de las dos ristras de cañones y sin ningún problema.

La segunda parte no se pudo usar, ya que al tener lanzado el Streamer tenemos riesgo de que se lie todo.



La frecuencia de muestreo fue de un dato cada segundo (1Hz). Se trabajó habitualmente con 250 m de cable aplicando este offset de layback al programa.

## Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.

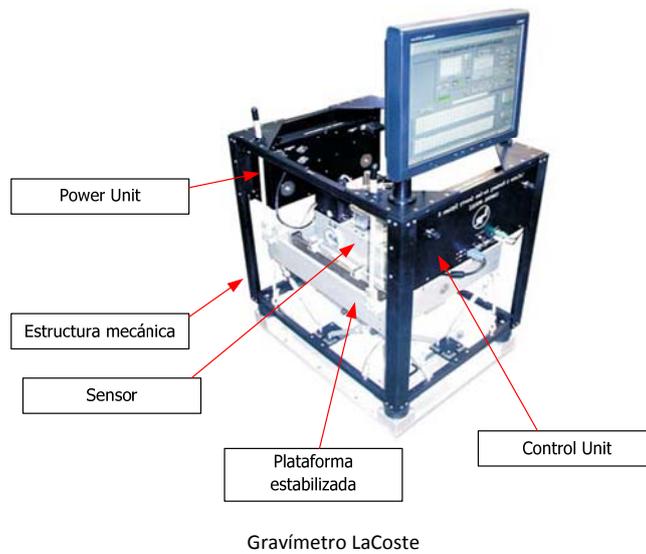
## 5.7.2 GRAVÍMETRO Marino Lacoste & Romberg Air-Sea II .

### Descripción

Gravímetro Marino, basado en el sensor de muelle de longitud nula (zero-length spring™) y que proporciona medidas de gran estabilidad y precisión, gracias a su instalación en una plataforma giro-estabilizada y el uso de giróscopos láser, acelerómetros y avanzados sistemas de control digital

El gravímetro está compuesto por los siguientes elementos:

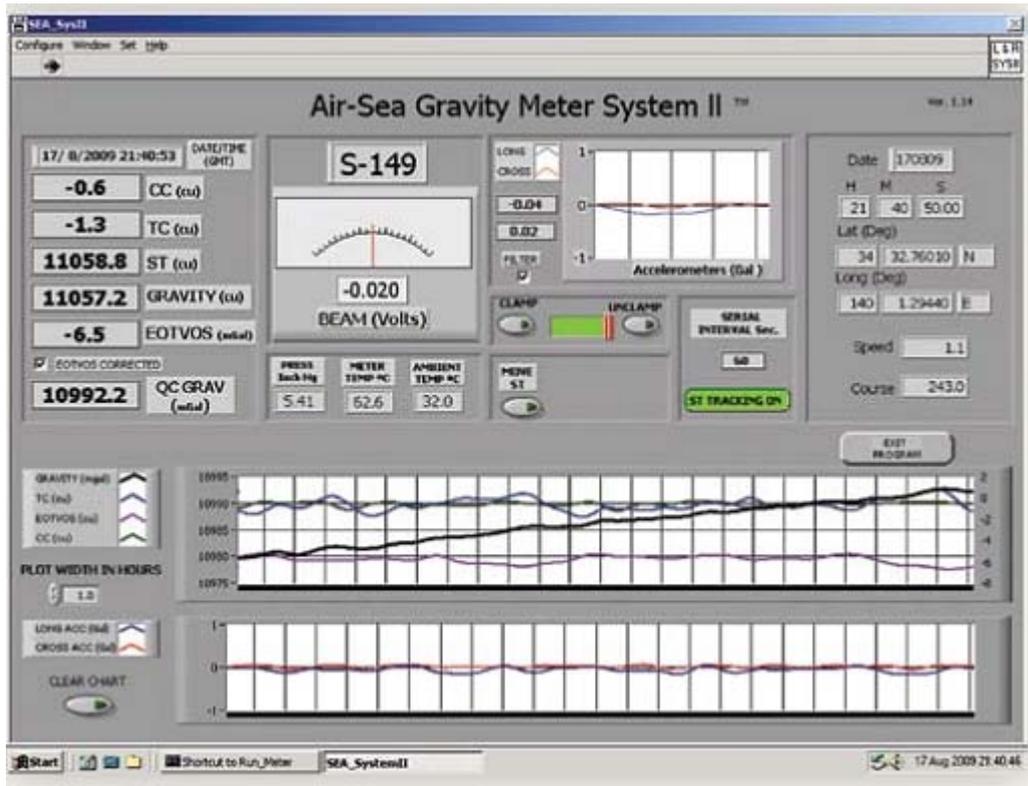
- Estructura mecánica de soporte.
- SAI y estabilizador de corriente de 220 a 110V/AC.
- Plataforma estabilizada (Gimbal), con elementos de suspensión (amortiguadores, silent blocks, cabo de suspensión) para amortiguar las vibraciones.
- Sensor.
- Power Module.
- Control Unit (Electrónica de control y PC).



Se dispone de un alimentador externo para mantener la temperatura del sensor constante. Este alimentador puede enchufarse a 220 o a 110 v AC.

### Características técnicas

- Almacenamiento interno de datos y salida vía RS232 (1Hz)
- Filtro Pasa bajos FIR configurable por el usuario.
- Entrada GPS (permite corrección por Eötvös automática). No instalada.
- Rango: 20000 mGal
- Deriva < 3mGal / mes
- Inclinación máxima de la plataforma: 22º (pitch), 25º (roll)
- Resolución: 0.01 mGal.
- Repetitividad estática: 0.05 mGal.
- Repetitividad dinámica: 0.05 mGal.
- Precisión: < 1 mGal (en navegación)



## Procedimientos

### Inicio de campaña

- Desbloquear la plataforma si esta se había protegido con espumas.
- Comprobar que el sensor está regulado por temperatura (luz en la banda de estribor).
- Arrancar el Power Module y el Control Unit.
- Encender el ordenador y antes de que arranque el software **actualizar la hora del PC**. Una vez actualizado se hace cargo el reloj de rubidio del sistema.
- Se han de realizar las 3 calibraciones del haz. Estas se harán con el barco atracado.
  - BEAM ZERO
  - BEAM GAIN
  - BEAM SCALE FACTOR
- Realizar una calibración con una base de tierra.



### *Final de campaña*

- Realizar una calibración con una base de tierra.
- Apagar el Power Module y el Control Unit.
- Bloquear la plataforma con espumas, si el equipo no se va a utilizar durante un tiempo.
- Comprobar que el sensor está regulado por temperatura (luz en la banda de estribor).

### **Incidencias**

Ninguna incidencia reseñable.

### **Calibraciones**

[Ver Anexos.](#)

## **5.7.3.- GRAVIMETRO PORTÁTIL SCINTREX CG-5 .**

### **Descripción**

Gravímetro terrestre portátil de alta precisión. Incorpora un GPS para realizar mediciones de precisión o en localizaciones muy separadas.

El instrumento viene equipado de serie con una mochila de transporte y un trípode de nivelación.

La adquisición se programa internamente y los datos se almacenan en una memoria interna, pudiendo extraerse por un puerto de comunicaciones para su posterior procesado en una estación de trabajo.



## Características técnicas

Sensor Type:	Fused Quartz using electrostatic nulling
Reading Resolution:	1 microGal
Standard Field Repeatability:	<5 microGal
Operating Range:	8,000 mGal without resetting
Residual Long-Term Drift:	Less than 0.02 mGal/day (static)
Automatic Tilt Compensation:	±200 arc sec
Tares:	Typically less than 5 microGals for shocks up to 20 G
Automated Corrections:	Tide, Instrument Tilt, Temperature, Drift, Near Terrain, Noisy Sample, Seismic Noise Filter
Operating Temperature:	-40°C to +45°C (-40°F to 113°F)
Ambient Temperature Coefficient:	0.2 microGal/°C (typical)
Pressure Coefficient:	0.15 microGal/kPa (typical)
Magnetic Field Coefficient:	1 microGal/Gauss (typical)
Memory:	Flash Technology (data security)
Dimensions:	30 cm (H) x 22 cm x 21 cm (12" (H) x 8.5" x 8")
Weight (including batteries):	8 kg (17.5 lbs)
Battery Capacity:	2 x 6.6 Ah (11.1 V) rechargeable Lithium-Ion Smart Batteries. Full day operation in normal survey conditions with two fully charged batteries
Power Consumption:	4.5 W at +25°C (77°F)
Standard System:	CG-5 Console, Tripod base, 2 rechargeable batteries, Battery Charger 110/240 V, External Power Supply 110/240 V, RS-232 and USB Cables, Carrying Bag, Data dump and utilities software, Operating Manual (CD), Transit Case

## Procedimiento

Este instrumento se utiliza para la calibración local del gravímetro marino embarcado a bordo del B/O Sarmiento de Gamboa, para ello se toman datos en la estación de referencia y en las proximidades del buque para trasladar la medida de referencia a las inmediaciones del buque. Posteriormente se aplica la corrección por aire libre por la distancia existente entre la altura del muelle y la localización del gravímetro dentro del buque para trasladar esta medida hasta el local de gravimetría de a bordo.

Este dato se considera como la gravedad real y se correlaciona con la media de datos del gravímetro durante la toma del último dato.

El procedimiento se realiza al inicio y final de la campaña en Vigo para comprobar cualquier deriva instrumental ocurrida durante la campaña. En el formulario se incluyen todos los datos de la medición para una recalibración posterior si fuera necesaria.

## Incidencias

Ninguna.

## Calibraciones

El instrumento viene calibrado de fábrica.

## 7. ANEXOS .

### 7.1 ANEXOS Acústica.

#### 7.1.1.- Parámetros sonda Paramétrica.

Content of Selected Set

- \*\*\* Data Set: P-SBP-SBES\_DeepSea\_atlantic \*\*\*
- Basic Operation Mode: Parametric SBP SBES
- Operation
  - Trigger Mode: Autonomous Operation
  - Data Recording PHF: Full Profile
  - Manual Start Depth PHF: 0 [m]
  - Manual Stop Depth PHF: 500 [m]
  - Data Recording SHF: Full Profile
  - Manual Start Depth SHF: 0 [m]
  - Manual Stop Depth SHF: 500 [m]
  - Data Recording PLF or SLF: Full Profile
  - Manual Start Depth LF: 0 [m]
  - Manual Stop Depth LF: 500 [m]
- Sounder Environment
  - Bottom Depth Source: PHF
  - C-Mean Source: Manual
  - Manual C-Mean: 1500.00 [m/s]
  - C-Keel Source: Manual C-Profile
  - Manual C-Keel: 1500.00 [m/s]
  - Desired Bottom Penetration: 220 [m]
  - Minimum Depth: 4000 [m]
  - Maximum Depth: 5500 [m]
  - Depth Search Window Mode: Fixed Min/Max Depth Limit
- Bottom Depth
  - Manual Depth: 4100 [m]
- Blanking Output
  - Blanking Output External Signal 1: 0 [0=OFF,1=ON]
  - Delay Signal 1: 0.000 [ms]
  - Prolongation Signal 1: 0.000 [ms]
  - Blanking Output External Signal 2: 0 [0=OFF,1=ON]
  - Delay Signal 2: 0.000 [ms]
  - Prolongation Signal 2: 0.000 [ms]
- Basic Settings
  - Transmission Sequence: Quasi-Equidistant Transmission
  - Transmission Source Level: Manual - Max. TX Power
  - Beam Steering: Manual Ref.: V. Axis, Heading
  - Pulse Length: Manual
  - Pulse Type: Frequency Modulated (Chirped)
  - Pulse Shape: Rectangular
  - Desired PHF Frequency: 20.000 [kHz]
  - Desired SLF Frequency: 3.000 [kHz]
- Transmission Sequence
  - Time Interval between Pulses: 400.000 [ms]
  - Desired Number of Pulses: 4
  - DCM Increment of SLF: 0 [Hz]
  - Reference Depth: External
  - Pulse Train Reception Window Altitude: 100 [m]
  - Pulse Train Upper Hysteresis: 60 [% of Altitude]
  - Pulse Train Lower Hysteresis: 20 [% of Altitude]
  - Quasi-Equidistant Desired Time Interval: 500.000 [ms]

- Source Level
  - Maximum Transmission Power: 100.00 [W]
  - Transmission Source Level Reduction: 0.00 [dB]
  - Maximum Transmission Voltage: 160.00 [V]
  - Source Level controlled by Depth
  - ASLC Mode: Desired S/N Ratio
  - ASLC Desire Bottom S/N Ratio: 15.00 [dB]
- Incidence Angle Control
  - Incidence Angle Control Mode: Time Interval
  - IAC Time Interval: 120 [s]
  - IAC Distance Interval: 1000 [m]
- Manual Beam Steering
  - Man. Ref.: Vertical Axis, Heading: Steering Controlled by Angle
  - Vertical Axis, Heading - Roll: 0.00 [deg]
  - Vertical Axis, Heading - Pitch: 0.00 [deg]
  - Vertical Axis, Heading - Across: 0 [m]
  - Vertical Axis, Heading - Along: 0 [m]
  - Man. Ref.: Vertical Axis, Track: Steering Controlled by Angle
  - Vertical Axis, Track - Roll: 0.00 [deg]
  - Vertical Axis, Track - Pitch: 0.00 [deg]
  - Vertical Axis, Track - Across: 0 [m]
  - Vertical Axis, Track - Along: 0 [m]
  - Man. Ref.: Transducer Base: Steering Controlled by Angle
  - Transducer Base - Roll: 0.00 [deg]
  - Transducer Base - Pitch: 0.00 [deg]
  - Transducer Base - Across: 0 [m]
  - Transducer Base - Along: 0 [m]
  - Manual Position Latitude: 0.000000 [deg]
  - Manual Position Longitude: 0.000000 [deg]
- Pulse Characteristics
  - Manual Pulse Length: 0.000 [ms]
  - No. of Periods per Pulse: -2147483647
  - Chirp Frequency Shift: 1.000 [kHz]
  - Selected User-Defined Pulse Shape: 0
- Advanced Settings
  - Transmission Beam Width: Manual Element Selection
  - Marine Mammal Protection: 0 [0=OFF,1=ON]
  - Stave Data Recording: 0 [0=OFF,1=ON]
  - Transmission Beam Width
    - TX Manual Element Selection: 1.151[m] [Along Ship x Across]
  - Reception Shading
    - Reception Shading Mode HF: Automatic
    - PHF Shading Table: No Shading
    - SHF Shading Table: No Shading
    - Reception Shading Mode LF: Automatic
    - LF Shading Table: No Shading
  - Receiver Band Width
    - HF Band Width Mode: Automatic
    - Manual PHF Output Sample Rate: 12.2 [kHz]
    - Manual PHF Band Width: 66 [% of Output Sample Rate]
    - Manual SHF Output Sample Rate: 12.2 [kHz]
    - Manual SHF Band Width: 66 [% of Output Sample Rate]
    - SLF or PLF Band Width Mode: Automatic
    - Manual LF Output Sample Rate: 12.2 [kHz]
    - Manual LF Band Width: 66 [% of Output Sample Rate]
  - Receiver Amplification
    - PHF Receiver Amplification Mode: Automatic
    - PHF Receiver Amplification: 15 dB [dB]
    - TVG Gain Shift PHF: 0.00 [dB]
    - SLF Receiver Amplification Mode: Automatic
    - SLF Receiver Amplification: 12 [dB]
- Sonar Targets
  - Targets in the Water Column: 0 [0=OFF,1=ON]
  - S/N Ratio of Targets in the Water Column: 20.00 [dB for 1 m]
- Marine Mammal Protection
  - Automatic Object Detection S/N Ratio: 50.00 [m]
  - Automatic Object Detection Start Depth: 10 [m]
  - Automatic Object Detection Stop Depth: 500 [m]

## 7.1.2.- Calibración del gravímetro.

Antes de la campaña

### HOJA DE CALIBRACIÓN

<b>GRAVÍMETRO:</b>	L&R S142	
<b>BUQUE:</b>	Sarmiento de Gamboa	

<b>Fecha:</b>	28/05/2022		<b>Hora:</b>	8:36
<b>Referencia BASE:</b>	00223-028			
<b>Localización BASE:</b>	Concatedral Vigo			
<b>Localización SdG</b>	Muelle de Reparaciones			
<b>Campaña:</b>	ATLANTIS-LISA			
<b>Operador / es:</b>	Francisco Barrena/Juan José Martínez			
<b>Gravímetro portátil:</b>	Scintrex			
<b>(0) Valor BASE (mgal):</b>	980377.65			

DATOS DE CAMPO				
Medidas	Hora GMT	Lectura (div.)	Altura (m.)	
(1) SdG 1	8:36	4597.76	4.2	
(2) BASE1	9:00	4593.15		
(3) SdG2	9:25	4597.82	4.05	
(4) BASE2	9:48	4593.09		
(5) SdG3	10:18	4597.76	3.4	
<i>Núm medidas BASE</i>				2
<i>Núm. medidas SdG</i>				3

### CÁLCULOS

(6) Valor medio en SdG:	4597.78	div.
(7) Valor medio en BASE:	4593.12	div.
(8) Diferencia medias (6)-(7):	4.66	div.
(11) <b>G<sub>muelle</sub> (mgal):</b>	<b>980382.3145</b>	mgal.

(12) Altura del muelle (m.):	3.883333333	m.
(13) Distancia Gravim a línea flotación:	-0.5	m.
(14) Distancia total:	3.38	m.
(15) Cte. por correc. por Aire Libre:	0.3086	mgal. / m.
(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):	1.04410	mgal.
(17) G. calculada en Local gravimetría:	980383.3586	mgal.

(18) Valor medio L&R (G medida):	13452.56	mgal.
(19) Offset en L&R	966930.80	mgal.

Después de la campaña

## HOJA DE CALIBRACIÓN

<b>GRAVÍMETRO:</b>	L&R S142	
<b>BUQUE:</b>	Sarmiento de Gamboa	

<b>Fecha:</b>	18/07/2022		<b>Hora:</b>	8:00
<b>Referencia BASE:</b>	00223-028			
<b>Localización BASE:</b>	Concatedral Vigo			
<b>Localización SdG</b>	Muelle Pesquero			
<b>Campaña:</b>	ATLANTIS-LISA			
<b>Operador / es:</b>	Francisco Barrena/Juan José Martínez			
<b>Gravímetro portátil:</b>	Scintrex			
<b>(0) Valor BASE (mgal):</b>	980377.65			

DATOS DE CAMPO				
Medidas	Hora GMT	Lectura (div.)	Altura (m.)	
(1) SdG 1	8:02	4599.18	2.2	
(2) BASE1	8:40	4595.53		
(3) SdG2	8:56	4599.20	2.7	
(4) BASE2	9:15	4595.50		
(5) SdG3	9:32	4599.22	3.1	
<i>Núm medidas BASE</i>				2
<i>Núm. medidas SdG</i>				3

## CÁLCULOS

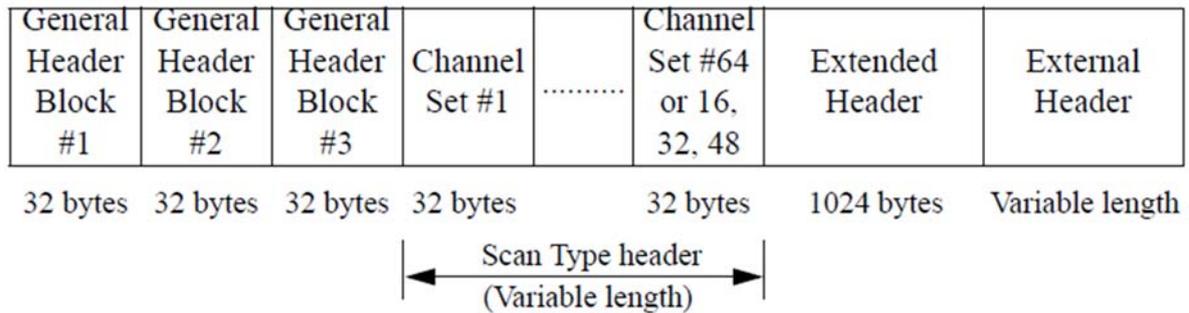
(6) Valor medio en SdG:	4599.20	div.
(7) Valor medio en BASE:	4595.52	div.
(8) Diferencia medias (6)-(7):	3.69	div.
(11) <b>G<sub>muelle</sub> (mgal):</b>	<b>980381.3355</b>	mgal.

(12) Altura del muelle (m.):	2.66666667	m.
(13) Distancia Gravim a linea flotación:	-0.5	m.
(14) Distancia total:	2.17	m.
(15) Cte. por correcc. por Aire Libre:	0.3086	mgal. / m.
(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):	0.66863	mgal.
(17) G. calculada en Local gravimetría:	980382.0041	mgal.

(18) Valor medio L&R (G medida):	13335.4637	mgal.
(19) Offset en L&R	967046.54	mgal.

## 7.2. ANEXOS Sísmica

### Anexo I. Cabecera SEG-D y formato SPECTRA.



#### General header block #1

Byte No.	Value	Fmt	Description	Notes
1 -2	XXXX	bcd	Four-digit File number (0-9999)	If file nb > 9999, set to FFFF and <i>Extended File Nb</i> is used.
3 - 4	8058	bcd	Format code (32 IEEE demultiplexed)	
5 -10	X		General constants	1 for 408UL 2 for SEAL
11	XX	bcd	Last two digits of Year (0-99)	
12H	2	bcd	Number of additional blocks in general header	
12L-13	XXX	bcd	Julian day, 3 digits (1-366)	
14	XX	bcd	Hour of day (0-23)	
15	XX	bcd	Minute of hour (0-59)	
16	XX	bcd	Second of minute (0-59)	
17	13	bcd	Manufacturer's code	
18-19	0	bcd	Manufacturer's serial nb	
20-22	XXXXXX		Bytes per scan	000000non blocked record 100000blocked record
23	XX	bcd	Base scan interval: 0.25 ms = 4 0.5 ms = 8 1 ms = 10 2 ms = 20 4 ms =	

			40	
24H	0		Polarity (untested)	
24L-25	0		Not used	
26H	X	bcd	Record type: 8 = normal 2 = test record	
26L-27	FFF		Record length (extended record length used)	
28	01	bcd	Scan type per record	
29	XX	bcd	Number of channel sets per record	16 for land operations. Variable for marine operations.
30	00		Number of sample skew 32 byte extensions	
31	32	bcd	Extended header length	
32	XX	bcd	External header length	32 for land operations. FF for marine operations.

**General header block #2**

Byte No.	Value	Fmt	Description	Notes
1 - 3	XXXXXX	bin	Expanded file number	0-999999
4 - 5	0		Extended Channel Sets/Scan Types (not used)	
6 - 7	0		Extended header blocks (not used)	
8 - 9	XXXX	bin	External header blocks	0 for land operations (not used). Variable for marine operations.
10	0		Not used	
11 - 12	x.x	bin	SEG-D Revision Number	1.0
13 - 14	0		Number of Blocks of General Trailer	
15 - 17	XXXXXX	bin	Extended Record Length (0-128000 ms)	
18	0		Not used	
19	2	bin	General Header Block Number	

21 - 22	XXXX	bin	Sequence Number	0 if prior to Seal V5.1 Patch03.
23 - 32	0		Not used	

**General header block #3**

Byte No.	Value	Fmt	Description	Notes
1 - 3	XXXXXX		Expanded file number	
4 - 8	XXXXX.XX	bin	Source Line Number (0-99999.99)	Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system.
9-13	XXXXX.XX	bin	Source Point Number (0-99999.99)	Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system.
14	XX	bin	Source Point Index (1-9)	Always 1 in marine operations
15	0		Phase Control (not recorded)	
16	0		Vibrator Type (not recorded)	
17-18	0		Phase angle (not recorded)	
19	3	bin	General Header Block Number	
20	XX	bin	Source Set Number	Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system.
21 - 32	0		Not used	

The message from the **SPECTRA navigation system** consists of a header followed by a message from the gun controller system. The format of the header is as follows:

Definition	Format	Description
Header ID	aa	'\$1' or '\$2'. '\$1' is default. If "-rstdiff <name>" command line argument is supplied, this field is changed to "\$2".
Length	nnnn	Length of header excluding this field and the 'Header ID' field
Program Revision	aaaa	'0001' or '0002' or '0003'
Line Status	nn	01=Offline, 02=Approach, 03=Online, 04=Runout
Shot Time:	nn nn nn .nnnnnn nnnn nn nn	Hours Minutes Seconds Microseconds (optional) Year Month Day
Time Ref	aaa	'UTC'
Shot Number	nnnnnn	6 characters
Line Name	aaaaaaaaaaaaaaaa	16 characters
Master Latitude	nnnn.nnnnnn	In degrees
Master Longitude	nnnn.nnnnnn	In degrees
Water Depth	nnnn.n	In metres
Source Latitude	nnnn.nnnnnn	In degrees
Source Longitude	nnnn.nnnnnn	In degrees
Master Gyro	nnn.n	In degrees
Master CMG	nnn.n	In degrees
Master Speed	nn.n	In knots
Vessel ID	nnn	(if Rev. 3)
Master Easting	eeeeeeee.e	meters (11.1f)
Master Northing	nnnnnnnnn.n	meters (11.1f)
Source Delta East	eeee.e	meters (7.1f)
Source Delta Nrth	nnnnn.n	meters (7.1f)
Line Bearing	bbb.b	degrees (5.1f)
Julian Day	ddd	
TB-Trigger Time	nnnnn	Optional. If the "-rstdiff <name>" command line argument is supplied, this field contains the time difference between the Timebreak and the specified trigger time.  i.e. diff = (Trigger Time - Timebreak Time). The units are in integer millisecs.

**Remote SPECTRA navigation message**

With the Remote SPECTRA navigation option, in addition to the message described previously the following message is supplied by the Spectra system:

Definition	Format	Description
Header ID	aa	'\$\$'
Length	nnnn	Length of header excluding this field and the 'Header ID' field
Spectra version	nn.nn.nn.nn	'09.08.03.01'
Line Status	nn	01=Offline, 02=Approach, 03=Online, 04=Runout
Shot Time:	nn nn nn .nnnnnn nnnn nn nn	Hours Minutes Seconds Microseconds Year Month Day
Shot Number	nnnnnn	
Line Name	aaaaaaaaaaaaaaaa a	
Sequence Num-ber	nnnn	
Shots To Go	nnnnnn	Not available in initial version.

The table below shows how Header fields in the SEG D file are updated after interpreting the messages supplied by the Remote SPECTRA navigation system:

SEG D Header Field	Remote Spectra field copied to SEG D Header (if valid Remote Spectra message)	Default (if invalid Remote Spectra message)
Line Name (Extended Header block)	Line Name	Line Name from Seal system
Sequence Number (Extended Header block)	Sequence Number	Sequence Number from Seal system
Source point number (general header block #3)	Shot number	Shot Point from Seal system.
Year julian day, hour, minute, seconds(general header block #1)	Shot time	Day and time from Seal system.

## Anexo IIa. Modelización fuente sísmica Refracción

### GUNDALF Cloud airgun array modelling

Report commissioned on 17-Jun-2022 at 20:15:57

Gundalf version C8.3b, Date 2022-Jun-13, Calibration Epoch 2020-Jun-30

This report is copyright Oakwood Computing Associates Ltd. 2002-. The report is automatically generated using GUNDALF and it may be freely distributed provided it retains all copyright notices and is kept as a whole.

---

#### Technical Overview

The following report was compiled using the Gundalf source array modelling program. Gundalf uses a state of the art modelling engine with arguably the most sophisticated physics of its kind anywhere.

The following link provide in-depth information and technical references:-

#### [General information](#)

Gundalf has been calibrated for all modern airgun types including the latest environmental e300 and e500 sources, long-life guns, G guns, and sleeve guns both singly and in clusters. clustered sleeve guns in different operating environments. Gundalf users can access calibration information directly within the product for individual guns in a variety of environments.

Gundalf calibration is revisited periodically when new data becomes available. The current calibration epoch is shown in the title block above.

From 2022 it can optionally model a growing number of alternative types, including some sparkers, boomers and marine vibrators.

#### Array Summary

The following table includes error bounds for the primary characteristics of the source signature where relevant: peak to peak, primary to bubble and bubble period. Error bounds for airguns are derived during calibration where possible, a time-consuming process involving optimally matching the model to many near- and far-field measurements of different quality, bandwidth and provenance, for both single and clustered airguns. Error bounds are not normally available for other source types modelled by Gundalf. For more on this, see the Modelling Notes at the end of this report and also the online help for calibration in Gundalf itself.

Note that it is important to state the conditions under which the RMS is computed since it depends directly on the length of the window used. Here an energy criterion determines the length when less than the full window must be used, specified as a percentage of the energy in the full window as is the case with drop-out computations. The energy window used is indicated in the table.

Note also that some of these parameters, most obviously the peak measurements will depend on the maximum model bandwidth, which is shown for reference. In addition some parameters for example those associated with bubbles are difficult to define for some source types

Where given, the error bounds shown in the table represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

Number of guns	16 (5200.00 cu.in., 85.21 litres)
Peak to peak in bar-m.	121.8 +/- 1.5 ( 12.18 +/- 0.2 MPa, 262 dB re 1muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m.	60.5 ( 6.05 MPa, 256 dB re 1muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m. (full window)	6.96 ( 0.696 MPa, 237 dB re 1muPa. at 1m.)
Primary to bubble (peak to peak)	7.2 +/- 4.2
Bubble period (s.)	0.129 +/- 0.011
Maximum spectral ripple (dB)	64 (10 - 70 Hz.)
Maximum spectral value (dB)	219 (10 - 70 Hz.)
Average spectral value (dB)	209 (10 - 70 Hz.)
Total acoustic energy (Joules)	503708.9
Total acoustic efficiency (%)	42.8
Maximum model bandwidth (Hz)	0-1024

### Array geometry

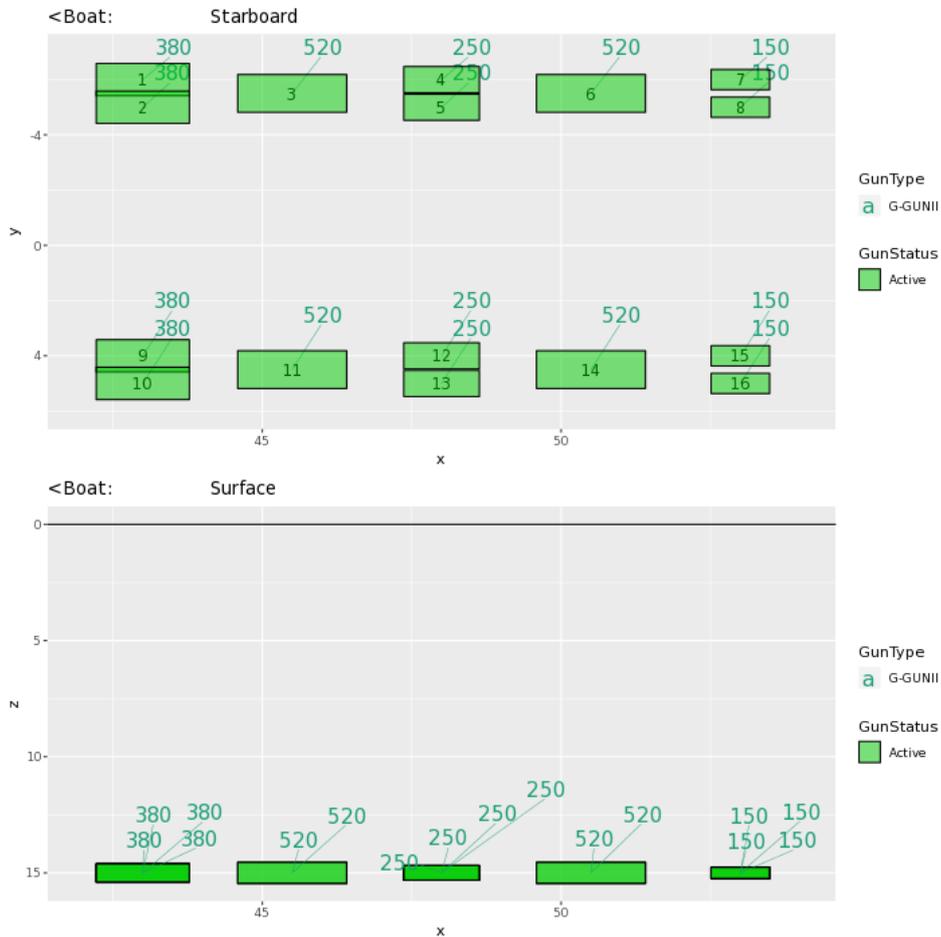
The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. Please note the following:-

- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported long ago by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
1	2000.00	380	G-GUNII	43.000	-6.000	15.000	0.0000	1	7.0	0.5
2	2000.00	380	G-GUNII	43.000	-5.000	15.000	0.0000	1	7.0	0.5
3	2000.00	520	G-GUNII	45.500	-5.500	15.000	0.0000	1	7.0	0.6
4	2000.00	250	G-GUNII	48.000	-6.000	15.000	0.0000	1	6.2	0.4
5	2000.00	250	G-GUNII	48.000	-5.000	15.000	0.0000	1	6.2	0.4
6	2000.00	520	G-GUNII	50.500	-5.500	15.000	0.0000	1	7.1	0.6
7	2000.00	150	G-GUNII	53.000	-6.000	15.000	0.0000	1	4.8	0.3
8	2000.00	150	G-GUNII	53.000	-5.000	15.000	0.0000	1	4.8	0.3
9	2000.00	380	G-GUNII	43.000	4.000	15.000	0.0000	2	6.9	0.5
10	2000.00	380	G-GUNII	43.000	5.000	15.000	0.0000	2	7.0	0.5
11	2000.00	520	G-GUNII	45.500	4.500	15.000	0.0000	2	7.0	0.6
12	2000.00	250	G-GUNII	48.000	4.000	15.000	0.0000	2	6.2	0.4
13	2000.00	250	G-GUNII	48.000	5.000	15.000	0.0000	2	6.3	0.4
14	2000.00	520	G-GUNII	50.500	4.500	15.000	0.0000	2	7.1	0.6
15	2000.00	150	G-GUNII	53.000	4.000	15.000	0.0000	2	4.7	0.3
16	2000.00	150	G-GUNII	53.000	5.000	15.000	0.0000	2	4.8	0.3

**Array plan and side views**

The plan and side views appear below. These are annotated for gun type (colour of floating text indicating volume in cuin. for airguns), gun active status (fill colour) and also gun number, matching the table above. The side view is a view from the port side towards the starboard side and shares the same x-axis as the plan view. This is annotated identically to the plan view.



**Array centres**

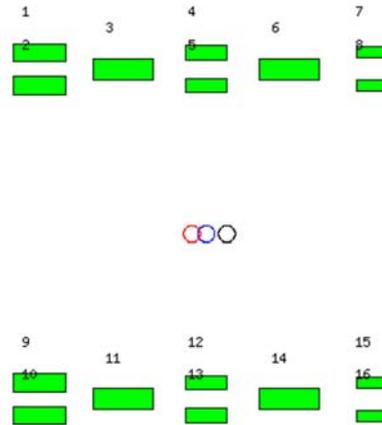
The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

- The array geometric centre is defined to be the arithmetic mean of the x,y,z positions for each gun (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.

Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a matter of debate how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment. Positions are shown as (x,y,z) colour-coded accordingly.



**Array centres**

Geometric centre (m.) ( 48.00, -0.50, 15.00)

Centre of pressure (m.) ( 47.57, -0.50, 15.00)

Centre of energy (m.) ( 48.62, -0.50, 15.00)

**Acoustic energy characteristics**

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays was typically less than 5 percent of the total initial energy until gun clustering became common and the efficiency is now often above 25 percent.

**Overall acoustic energy contribution**

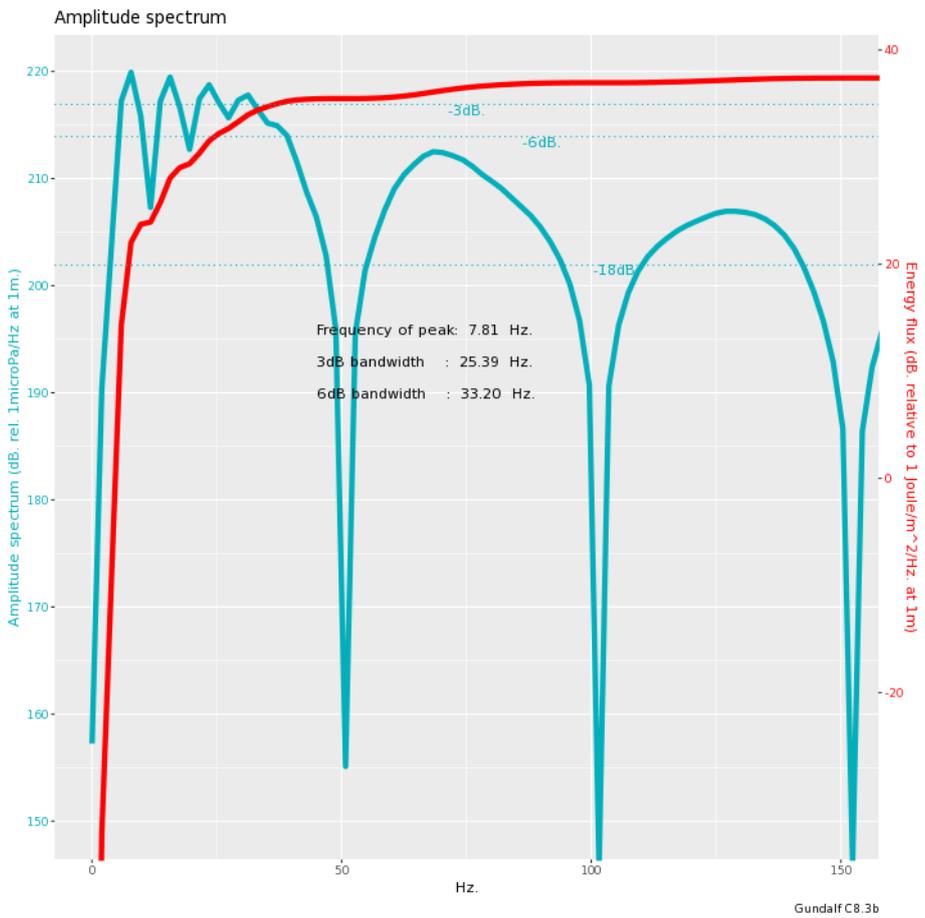
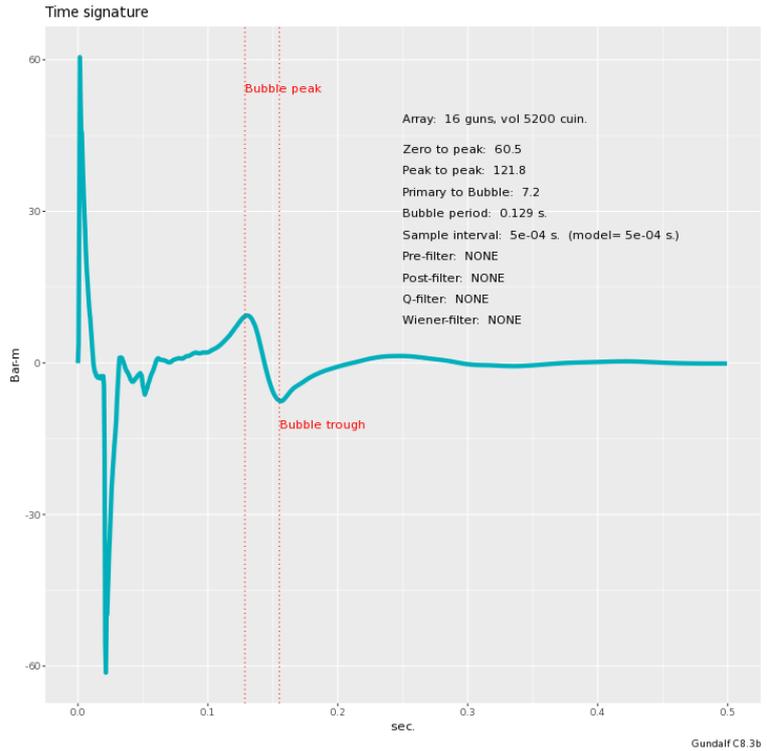
Total acoustic energy output (j.)	Acoustic energy output due to energy-interaction (j.)	Total potential energy available in array(j.)	Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy
503708.9	58770.9	1176140.2	42.8

**Individual acoustic energy contributions**

Volume (cuin)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Acoustic energy contribution (j.)
380.0	43.00	-6.00	15.00	23370.1
380.0	43.00	-5.00	15.00	17312.0
520.0	45.50	-5.50	15.00	13745.5
250.0	48.00	-6.00	15.00	46699.1
250.0	48.00	-5.00	15.00	46388.3
520.0	50.50	-5.50	15.00	51158.2
150.0	53.00	-6.00	15.00	26508.7
150.0	53.00	-5.00	15.00	26651.7
380.0	43.00	4.00	15.00	17089.4
380.0	43.00	5.00	15.00	23601.2
520.0	45.50	4.50	15.00	13759.4
250.0	48.00	4.00	15.00	46302.1
250.0	48.00	5.00	15.00	46792.8
520.0	50.50	4.50	15.00	51168.3
150.0	53.00	4.00	15.00	26576.4
150.0	53.00	5.00	15.00	26585.6

**Signature**

This section shows the time signature and the amplitude spectrum of the modelled array. The bubble period was determined automatically. The bubble start time was input as 0s. The computed positions of the bubble peak and bubble trough are shown for QC purposes. If these do not match your visual estimate of the bubble, for example, if the filter you are using delays the peak somewhat, try again specifying your own bubble search start time, relative to time zero. The amplitude spectrum plot comprises two separate displays. One curve shows the amplitude spectrum itself in units of dB. relative to 1 microPa. per Hz. at 1m. The other curve (in red) follows the SEG guidelines and shows the energy flux in dB. relative to 1 Joule/m<sup>2</sup>/Hz. at 1m.



### Modelling Summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

General parameters ...	
Sample interval (s.)	0.0005
Modelling sample interval (s.)	0.0005
Number of samples in signature	1000
Duration of signature (s.)	0.500
Observation point	Infinite far-field
Gun controller variation (s.)	0
Pre-filter parameters ...	
Anti-alias/instrument filtering	No band pass pre-filter applied
Post-modelling parameters ...	
Band-pass filtering	No band pass filter applied
Q filtering	No Q filtering applied
Wiener filtering	No Wiener filtering applied

### Filter Amplitude Spectrum

No post-processing filtering was applied.

### Signature filtering policy

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than anti-alias filtering in the modelling engine itself, along with any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

### Physical parameters

The following table gives the values of the physical parameters used where relevant. The sea temperature, velocity of sound in sea water, wavelet dominant frequency and average wave height were input parameters.

The surface reflection coefficient was entered directly.

The physical parameters used were:-

Sea temperature (deg.C)	Velocity of sound in water (m.sec-1)	Wavelet dominant frequency (Hz.)	Average wave height (m.)	Surface reflection coeff.
20	1522.1	20	0	-1

Wilson's formula (W.D. Wilson (1960) "The Journal of the Acoustical Society of America 32(10), October") was used for the velocity of sound.

### Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 20 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m. The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort.

### Calibration notes

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are

non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise*. If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

## Anexo IIb. Modelización fuente sísmica Reflexión

### GUNDALF Cloud airgun array modelling

Gundalf version C8.3b, Date 2022-Jun-13, Calibration Epoch 2020-Jun-30

This report is copyright Oakwood Computing Associates Ltd. 2002-. The report is automatically generated using GUNDALF and it may be freely distributed provided it retains all copyright notices and is kept as a whole.

---

#### Technical Overview

The following report was compiled using the Gundalf source array modelling program. Gundalf uses a state of the art modelling engine with arguably the most sophisticated physics of its kind anywhere.

The following link provide in-depth information and technical references:-

#### [General information](#)

Gundalf has been calibrated for all modern airgun types including the latest environmental e300 and e500 sources, long-life guns, G guns, and sleeve guns both singly and in clusters. clustered sleeve guns in different operating environments. Gundalf users can access calibration information directly within the product for individual guns in a variety of environments.

Gundalf calibration is revisited periodically when new data becomes available. The current calibration epoch is shown in the title block above.

From 2022 it can optionally model a growing number of alternative types, including some sparkers, boomers and marine vibrators.

#### Array Summary

The following table includes error bounds for the primary characteristics of the source signature where relevant: peak to peak, primary to bubble and bubble period. Error bounds for airguns are derived during calibration where possible, a time-consuming process involving optimally matching the model to many near- and far-field measurements of different quality, bandwidth and provenance, for both single and clustered airguns. Error bounds are not normally available for other source types modelled by Gundalf. For more on this, see the Modelling Notes at the end of this report and also the online help for calibration in Gundalf itself.

Note that it is important to state the conditions under which the RMS is computed since it depends directly on the length of the window used. Here an energy criterion determines the length when less than the full window must be used, specified as a percentage of the energy in the full window as is the case with drop-out computations. The energy window used is indicated in the table.

Note also that some of these parameters, most obviously the peak measurements will depend on the maximum model bandwidth, which is shown for reference. In addition some parameters for example those associated with bubbles are difficult to define for some source types

Where given, the error bounds shown in the table represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

Number of guns	20 (3920.00 cu.in., 64.24 litres)
Peak to peak in bar-m.	135.1 +/- 1.5 ( 13.51 +/- 0.2 MPa, 263 dB re 1muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m.	68.7 ( 6.87 MPa, 257 dB re 1muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m. (full window)	6.65 ( 0.665 MPa, 236 dB re 1muPa. at 1m.)
Primary to bubble (peak to peak)	16.7 +/- 3.8
Bubble period (s.)	0.139 +/- 0.011
Maximum spectral ripple (dB)	15 (10 - 70 Hz.)
Maximum spectral value (dB)	217 (10 - 70 Hz.)
Average spectral value (dB)	213 (10 - 70 Hz.)
Total acoustic energy (Joules)	412764.3
Total acoustic efficiency (%)	46.6
Maximum model bandwidth (Hz)	0-1024

### Array geometry

The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. Please note the following:-

- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported long ago by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
1	2000.00	380	G-GUNII	43.000	-5.500	10.000	0.0000	1	5.9	0.5
2	2000.00	380	G-GUNII	43.000	-4.500	10.000	0.0000	1	5.9	0.5
3	2000.00	250	G-GUNII	45.500	-5.500	10.000	0.0000	1	5.5	0.5
4	2000	250	G-GUNII	45.500	-4.500	10.000	0.0000	1	5.5	0.5
5	2000.00	150	G-GUNII	48.000	-5.500	10.000	0.0000	1	4.6	0.4
6	2000.00	150	G-GUNII	48.000	-4.500	10.000	0.0000	1	4.6	0.4
7	2000.00	110	G-GUNII	50.500	-5.400	10.000	0.0000	1	4.5	0.3
8	2000.00	110	G-GUNII	50.500	-4.600	10.000	0.0000	1	4.5	0.3
9	2000.00	90	G-GUNII	53.000	-5.350	10.000	0.0000	1	4.4	0.3
10	2000.00	90	G-GUNII	53.000	-4.650	10.000	0.0000	1	4.5	0.3
11	2000.00	380	G-GUNII	43.000	4.500	10.000	0.0000	2	5.9	0.5
12	2000.00	380	G-GUNII	43.000	5.500	10.000	0.0000	2	5.9	0.5
13	2000	250	G-GUNII	45.500	4.500	10.000	0.0000	2	5.5	0.5
14	2000.00	250	G-GUNII	45.500	5.500	10.000	0.0000	2	5.5	0.5
15	2000.00	150	G-GUNII	48.000	4.500	10.000	0.0000	2	4.6	0.4

# INFORME TÉCNICO

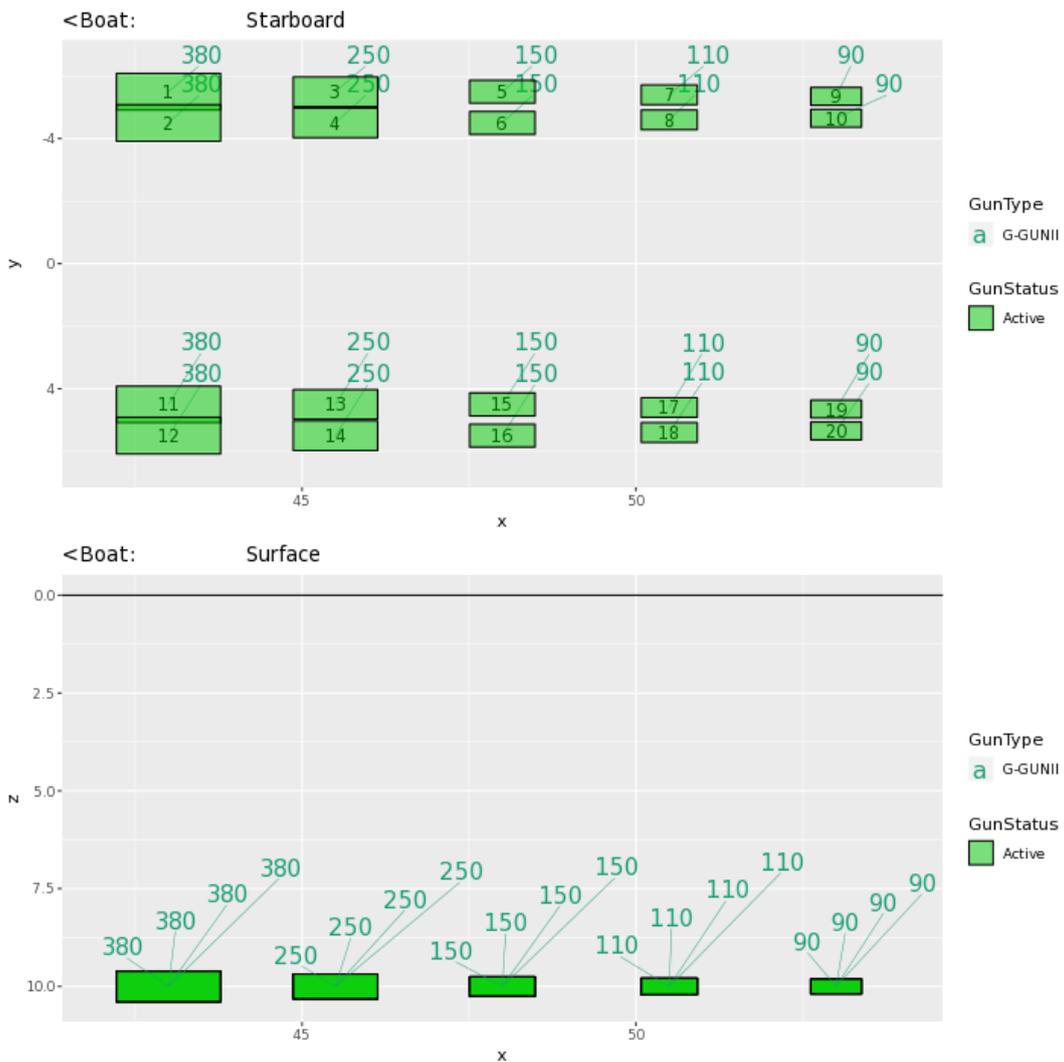
Campaña ATLANTIS Junio – Julio 2022



Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
16	2000.00	150	G-GUNII	48.000	5.500	10.000	0.0000	2	4.7	0.4
17	2000.00	110	G-GUNII	50.500	4.600	10.000	0.0000	2	4.5	0.3
18	2000.00	110	G-GUNII	50.500	5.400	10.000	0.0000	2	4.5	0.3
19	2000.00	90	G-GUNII	53.000	4.650	10.000	0.0000	2	4.5	0.3
20	2000.00	90	G-GUNII	53.000	5.350	10.000	0.0000	2	4.5	0.3

## Array plan and side views

The plan and side views appear below. These are annotated for gun type (colour of floating text indicating volume in cuin. for airguns), gun active status (fill colour) and also gun number, matching the table above. The side view is a view from the port side towards the starboard side and shares the same x-axis as the plan view. This is annotated identically to the plan view.



**Array centres**

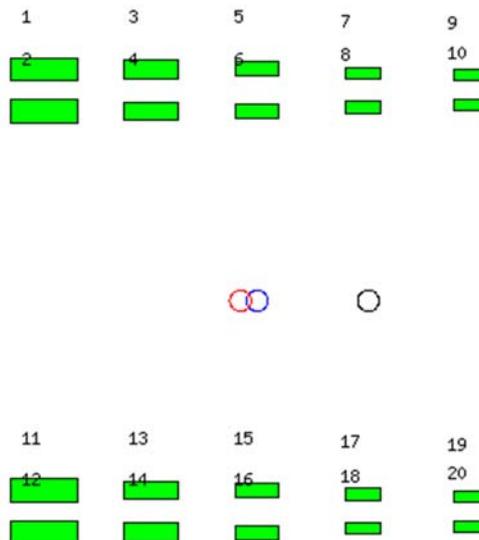
The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

- The array geometric centre is defined to be the arithmetic mean of the x,y,z positions for each gun (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.

Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a matter of debate how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment. Positions are shown as (x,y,z) colour-coded accordingly.



**Array centres**

Geometric centre (m.) ( 48.00, 0.00, 10.00)

Centre of pressure (m.) ( 47.61, 0.00, 10.00)

Centre of energy (m.) ( 50.62, 0.00, 10.00)

**Acoustic energy characteristics**

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays was typically less than 5 percent of the total initial energy until gun clustering became common and the efficiency is now often above 25 percent.

**Overall acoustic energy contribution**

Total acoustic energy output (j.)	Acoustic energy output due to energy-interaction (j.)	Total potential energy available in array(j.)	Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy
412764.3	37849.7	886628.8	46.6

**Individual acoustic energy contributions**

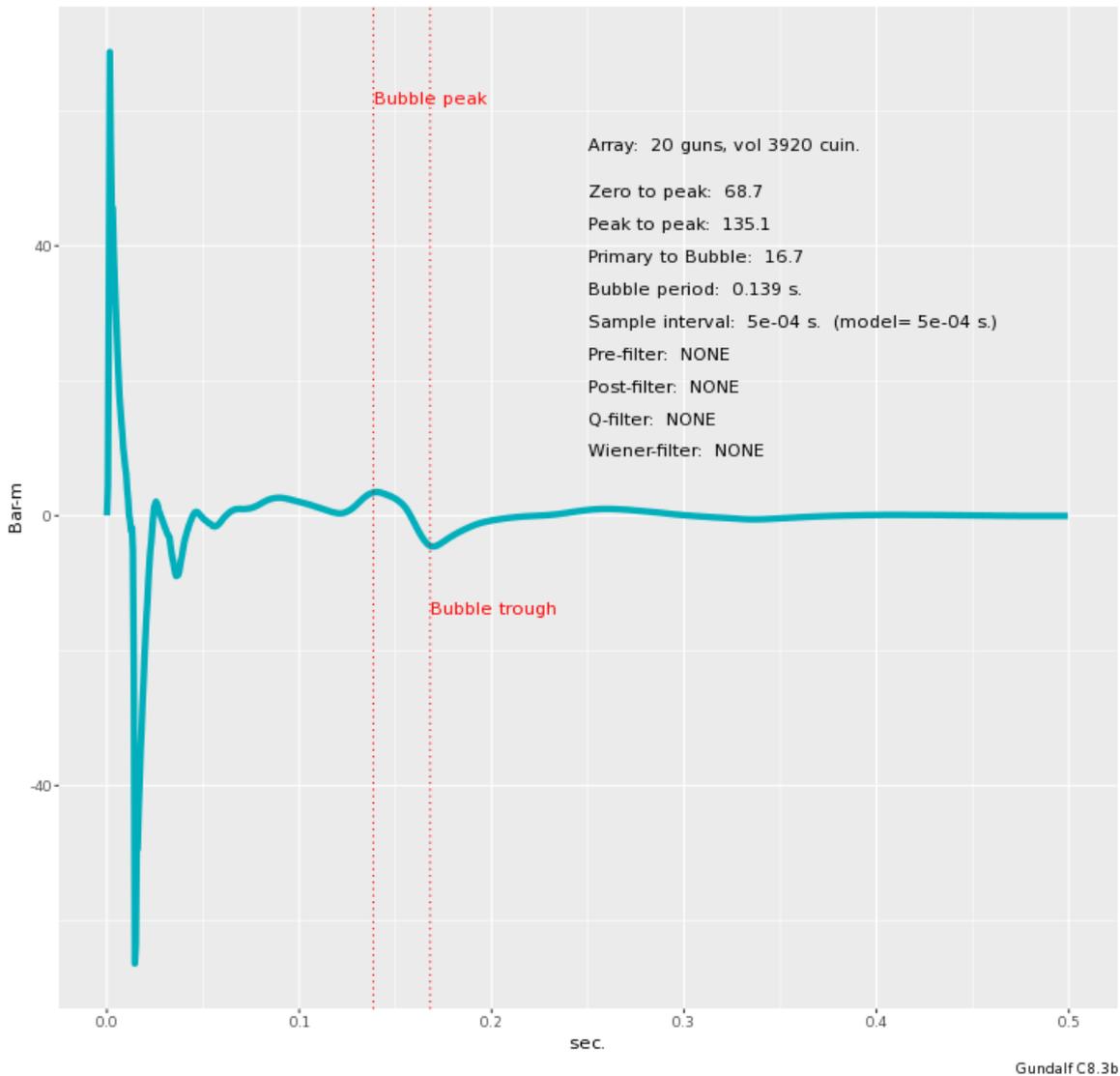
Volume (cuin)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Acoustic energy contribution (j.)
380.0	43.00	-5.50	10.00	-29768.2
380.0	43.00	-4.50	10.00	-38728.7
250.0	45.50	-5.50	10.00	43694.6
250.0	45.50	-4.50	10.00	41917.0
150.0	48.00	-5.50	10.00	38430.8
150.0	48.00	-4.50	10.00	38221.9
110.0	50.50	-5.40	10.00	30178.2
110.0	50.50	-4.60	10.00	30240.3
90.0	53.00	-5.35	10.00	25989.6
90.0	53.00	-4.65	10.00	26199.1
380.0	43.00	4.50	10.00	-39107.0
380.0	43.00	5.50	10.00	-29385.3
250.0	45.50	4.50	10.00	41698.1
250.0	45.50	5.50	10.00	43919.9
150.0	48.00	4.50	10.00	38115.7
150.0	48.00	5.50	10.00	38540.4
110.0	50.50	4.60	10.00	30123.8
110.0	50.50	5.40	10.00	30295.8
90.0	53.00	4.65	10.00	26086.9
90.0	53.00	5.35	10.00	26101.5

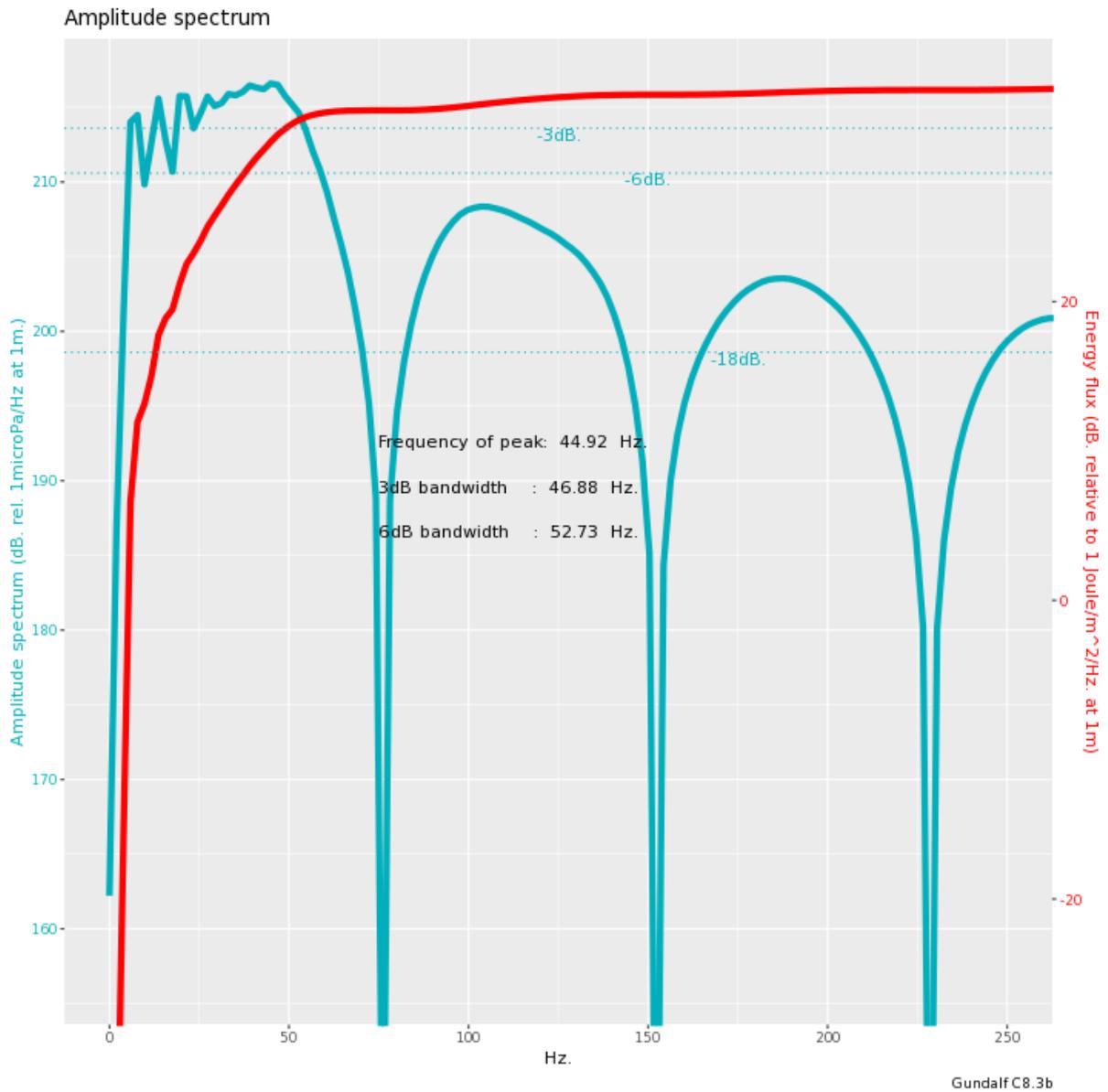
The red entries denote guns which are catalysing the array by absorbing energy.

### Signature

This section shows the time signature and the amplitude spectrum of the modelled array. The bubble period was determined automatically. The bubble start time was input as 0s. The computed positions of the bubble peak and bubble trough are shown for QC purposes. If these do not match your visual estimate of the bubble, for example, if the filter you are using delays the peak somewhat, try again specifying your own bubble search start time, relative to time zero. The amplitude spectrum plot comprises two separate displays. One curve shows the amplitude spectrum itself in units of dB. relative to 1 microPa. per Hz. at 1m. The other curve (in red) follows the SEG guidelines and shows the energy flux in dB. relative to 1 Joule/m<sup>2</sup>/Hz. at 1m.

Time signature





### Modelling Summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

General parameters ...	
Sample interval (s.)	0.0005
Modelling sample interval (s.)	0.0005
Number of samples in signature	1000
Duration of signature (s.)	0.500
Observation point	Infinite far-field
Gun controller variation (s.)	0

Pre-filter parameters ...	
Anti-alias/instrument filtering	No band pass pre-filter applied
Post-modelling parameters ...	
Band-pass filtering	No band pass filter applied
Q filtering	No Q filtering applied
Wiener filtering	No Wiener filtering applied

**Filter Amplitude Spectrum**

No post-processing filtering was applied.

**Signature filtering policy**

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than anti-alias filtering in the modelling engine itself, along with any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

**Physical parameters**

The following table gives the values of the physical parameters used where relevant. The sea temperature, velocity of sound in sea water, wavelet dominant frequency and average wave height were input parameters.

The surface reflection coefficient was entered directly.

The physical parameters used were:-

Sea temperature (deg.C)	Velocity of sound in water (m.sec-1)	Wavelet dominant frequency (Hz.)	Average wave height (m.)	Surface reflection coeff.
20	1522.1	20	0	-1

Wilson's formula (W.D. Wilson (1960) "The Journal of the Acoustical Society of America 32(10), October") was used for the velocity of sound.

## Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 20 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m. The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort.

## Calibration notes

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise*. If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

## Anexo III. CONFIGURACIÓN STREAMER Y OBSERVER LOGs (Anotaciones Sísmica)

Section	Channels	3 Km Streamer config for 2 ms sample rate NAUTILUS Birds + GEOSPACE compass retrievers	Length	Onset from MRU (m)	Bird offset from FRG	Compass offset from FRG	GEOSPACE Compass
		Lead in Tow Cable s/n M60070 001	250.00	158.5			
		SNS 70/70	0.72	159.2			
		HAU 445	0.32	159.5			
		Solid HESA 191	10.00	170.2		-8.8	HSRD 01
1	1-12	SSAS 11824	150.00	320.2		118.0	HSRD 02
2	13-24	Bird 09. NSN-50 S/N: N73100	0.40	320.6	143.9		
		SSAS 11705	150.00	470.6			
3	25-36	SSAS 11845	150.00	620.6		418.4	HSRD 03
4	37-48	Bird 10. NSN-50 S/N: P20713	0.40	621.0	444.3		
		SSAS 11850	150.00	771.0			
5	49-60	SSAS 11835	150.00	921.0			
		LAUM 1205	0.35	921.4			
6	61-72	SSAS 11841	150.00	1071.4		869.1	HSRD 04
7	73-84	Bird 11. NSN-50 S/N: N74R37	0.40	1071.7	895.1		
		SSAS 11857	150.00	1221.7			
8	85-96	SSAS 11833	150.00	1371.7		1169.5	HSRD 05
9	97-108	Bird 12. NSN-50 S/N: 923105	0.40	1372.1	1195.5		
		SSAS 11819	150.00	1522.1			
10	109-120	SSAS 11814	150.00	1672.1		1470.3	HSRD 06
		LAUM 3988	0.35	1672.5			
11	121-132	SSAS 11846	150.00	1822.5			
		Bird 13. NSN-50 S/N: P22575	0.40	1822.9	1646.2		
12	133-144	SSAS 11847	150.00	1972.9			
13	145-156	SSAS 11837	150.00	2122.9		1920.7	HSRD 07
14	157-168	Bird 14. NSN-50 S/N: N70095	0.40	2123.3	1946.6		
		SSAS 11832	150.00	2273.3			
15	169-180	SSAS 11823	150.00	2423.3			
		LAUM 4018	0.35	2423.6			
16	181-192	SSAS 11830	150.00	2573.6		2371.4	HSRD 08
17	193-204	Bird 15. NSN-50 S/N: 923206	0.40	2574.0	2397.4		
		SSAS 11799	150.00	2724.0			
18	205-216	SSAS 33113	150.00	2874.0		2671.8	HSRD 09
19	217-228	Bird 16. NSN-50 S/N: P20218	0.40	2874.4	2697.8		
		SSAS 33087	150.00	3024.4			
20	229-240	SSAS 33105	150.00	3174.4			
		TAPU 1004	0.45	3174.9			
		TES 4289	50.00	3224.9			
		STIC 45001605361443	25.00	3249.9			
		Tail Swivel 4842N	0.50	3250.4			
		TBJ	2.00	3252.4			

Towpoint on towing vessel: (distancia de la MRU al espejo)	36.8
Towpoint in sea: la suma de lo anterior mas lo que larguemos desde el espejo hasta el punto de amarre	176.5
Towpoint in sea to CNG (center of near group)	0.0
Towpoint in sea to CFG (center of far group)	2991.7
Towpoint in towingbody (z es la profundidad del streamer)	2998.0
Towpoint in sea (tail swivel)	3073.9

Section	Channels	6 Km Streamer config for 2 ms sample rate NAUTILUS Birds + GEOSPACE compass retrievers	Length	Offset from MRU (0,0)	Bird offset from FRG	Compass offset from FRG	GEOSPACE Compass
		Lead in Tow Cable s/n M60070 001	250.00	187.5			
		SNS 70/70	0.72	188.2			
		HAU 445	0.32	188.5			
		SHS	6.00	194.5			
		Solid HESA 191	10.00	204.5			
1	1-12	SSAS 11849	150.00	354.5		-8.8	HSRD 01
2	13-24	SSAS 11826	150.00	504.5		268.0	HSRD 02
		Bird 01. NSN-50 S/N: 923105	0.40	504.9	293.9		
3	25-36	SSAS 11834	150.00	654.9			
4	37-48	SSAS 11695	150.00	804.9		568.4	HSRD 03
		Bird 02. NSN-50 S/N: P22608	0.40	805.3	594.3		
5	49-60	SSAS 11852	150.00	955.3			
		LAUM 4006	0.35	955.6			
6	61-72	SSAS 11840	150.00	1105.6			
7	73-84	SSAS 11839	150.00	1255.6		1019.1	HSRD 04
		Bird 03. NSN-50 S/N: R67702	0.40	1256.0	1045.1		
8	85-96	SSAS 11730	150.00	1406.0			
9	97-108	SSAS 11844	150.00	1556.0		1319.5	HSRD 05
		Bird 04. NSN-50 S/N: P22521	0.40	1556.4	1345.5		
10	109-120	SSAS 11821	150.00	1706.4			
		LAUM 4913	0.35	1706.8			
11	121-132	SSAS 33093	150.00	1856.8		1620.3	HSRD 06
		Bird 05. NSN-50 S/N: P20315	0.40	1857.2	1646.2		
12	133-144	SSAS 33108	150.00	2007.2			
13	145-156	SSAS 11796	150.00	2157.2			
14	157-168	NOC SRDS 56941	150.00	2307.2		2070.7	HSRD 07
		Bird 06. NSN-50 S/N: R60381	0.40	2307.6	2096.6		
15	169-180	NOC SRDS 56897	150.00	2457.6			
		LAUM 4005	0.35	2457.9			
16	181-192	NOC SRDS 56911	150.00	2607.9			
17	193-204	NOC SRDS 56908	150.00	2757.9		2521.4	HSRD 08
		Bird 07. NSN-50 S/N: R60366	0.40	2758.3	2547.4		
18	205-216	NOC SRDS 56878	150.00	2908.3			
19	217-228	NOC SRDS 56931	150.00	3058.3		2821.8	HSRD 09
		Bird 08. NSN-50 S/N: R65303	0.40	3058.7	2847.8		
20	229-240	NOC SRDS 56830	150.00	3208.7			
		LAUM 4652	0.35	3209.1			
<b>WINCH CONNECTION</b>							
		Slip - Ring					
		Lead in Tow Cable s/n M663100 001	0.00				
		HAU 791	0.00				
		SNS 70/70	0.00				
		HESA191	0.00	3209.1			
			0.00	3209.1			
21	241-252	SSAS 11824	150.00	3359.1		3122.5	HSRD 10
		Bird 09. NSN-50 S/N: N73100	0.40	3359.5	3148.5		
22	253-264	SSAS 11705	150.00	3509.5			
23	265-276	SSAS 11845	150.00	3659.5		3422.9	HSRD 11
		Bird 10. NSN-50 S/N: P20713	0.40	3659.9	3448.9		
24	277-288	SSAS 11850	150.00	3809.9			
25	289-300	SSAS 11835	150.00	3959.9			
		LAUM 1205	0.35	3960.2			
26	301-312	SSAS 11841	150.00	4110.2		3873.7	HSRD 12
		Bird 11. NSN-50 S/N: N74837	0.40	3960.6	3899.6		
27	313-324	SSAS 11857	150.00	4110.6			
28	325-336	SSAS 11833	150.00	4260.6		4174.1	HSRD 13
		Bird 12. NSN-50 S/N: 923105	0.40	4261.0	4200.0		
29	337-348	SSAS 11819	150.00	4411.0			
30	349-360	SSAS 11814	150.00	4561.0			
		LAUM 3988	0.35	4561.4			
31	361-372	SSAS 11846	150.00	4711.4		4624.8	HSRD 14
		Bird 13. NSN-50 S/N: P22575	0.40	4711.8	4650.8		
32	371-384	SSAS 11847	150.00	4861.8			
33	385-396	SSAS 11837	150.00	5011.8		4925.2	HSRD 15
		Bird 14. NSN-50 S/N: N70095	0.40	5012.1	4951.2		
34	397-408	SSAS 11832	150.00	5162.1			
35	409-420	SSAS 11823	150.00	5312.1			
		LAUM 4018	0.35	5312.5			
36	421-432	SSAS 11830	150.00	5462.5		5376.0	HSRD 16
		Bird 15. NSN-50 S/N: 923206	0.40	5462.9	5401.9		
37	433-444	SSAS 11799	150.00	5612.9			
38	445-456	SSAS 33113	150.00	5762.9		5676.4	HSRD 17
		Bird 16. NSN-50 S/N: P20218	0.40	5763.3	5702.3		
39	457-468	SSAS 33087	150.00	5913.3			
40	469-480	SSAS 33105	150.00	6063.3			
		TAPU 1004	0.45	6063.7			
		TES 4289	50.00	6113.7			
		STIC 45001605361443	25.00	6138.7			
		Tail Swivel 4842N	0.50	6139.2			
		TBJ	2.00	6141.2			

Towpoint on towing vessel: (distancia de la MRU al espejo)	-36.8
Towpoint in sea: la suma de lo anterior mas lo que larguemos desde el espejo hasta el FF	-210.8
Towpoint in sea to CNG (center of near group):	0.0
Towpoint in sea to CFG (center of far group):	-5996.3
Towpoint in towingbody (z es la profundidad del streamer)	-5996.3
Towpoint in sea (tail swivel)	-6078.5

FIELD DATA	
SURVEY	ATLANTIS
SCIENTIST CHIEF	Dr. César Rodríguez Ranero
Distance from COS to stern:	48
Total volume:	5200 cu. In.



CMIMA  
Pg. Maritim de la Barceloneta 37-49  
08003 - Barcelona, Spain  
Tel. +34 93 230 95 00  
Fax. +34 93 230 95 55  
www.utm.csic.es

UTM  
UNIDAD DE TECNOLOGÍA MARINA

DATE	UTC TIME	LINE	FILE (segd)	TAG EVENT	SHOT	REMARKS		
16/06/2022	8:50	LISA1				Inicio despliegue cañones		
	10:30					Fin despliegue cañones		
	11:30					Tras probar los cañones se decide recoger ristra de estribor por fallo en el sensor del cañón 3 (single de 520cuir		
	13:40					Fin despliegue cañones		
	13:42					Inicio Softstart		
	14:06					Fin Softstart (full power)		
	14:39					Se recupera la ristra de babor para solucionar problemas de sensores posiciones 1 y 3		
	14:55			363	1130		Se inician los disparos y la grabación	
	17:40						Ristra de babor en el agua	
	17:45			465	1233		Full Power	
	18:16				1244		Se pierde la profundidad durante unos shots	
				486	1254		Se recupera la profundidad	
	18:46						Fallo intermitente del cañón de la posición 7 de la ristra de estribor	
	18:58			13	1281		Parada del compresor 2	
	19:06			14	1293		Arrancamos el compresor de nuevo e iniciamos grabación	
	19:18			21	1300		Parada del compresor 2 de nuevo. Se arranca el compresor del barco 1. Leakage en estructura de estribor	
	20:15			22	1312		Se inicia recogida de la ristra de estribor por fuga de aire y se sigue disparando con la de babor	
	17/06/2022							Cañones de estribor a bordo
						1373 y 1374		Sale en blanco el recuadro de la posición geográfica en el TriggerFish
						Fuga de aire en el cañón posición 3 clúster 250cuin estribor (cañón 5)		
02:13			189	1479		Full Power (las dos ristas en el agua)		
02:41			360	1650		Fallo en la fuente 2 (se reinicia)		
2:56			388	1679		Desincronización del cañón 2 de la ristra de estribor		
6:17			403	1693		Cañón 2 de estribor vuelve a sincronizar?		
6:30			1890	100		Se apaga ristra de estribor para proceder a reparar el cañón desincronizado (missfires los últimos disparos)		
7:05						Se empieza recuperación ristra estribor		
7:15			1946	156		Ristra de estribor en cubierta		
7:15						test de continuidad y fuga		
9:49					Fin de test. No se pierde ningún disparo			
10:17					se empieza a desplegar la ristra de estribor			
20:00					Se empieza a disparar a full power			
18/06/2022	1:55					Se arranca compresor 2 para trabajar con los dos compresores. Hasta entonces estamos solo con el del barco		
	19:05		4106	316		El compresor 2 vuelve a pararse.		
	20:15					Se termina de disparar y se inicia la recogida		
19/06/2022					Cañones y magnetómetro a bordo. Navegación para recogida de OBS			
20/06/2022					Recogida OBS (Por mal tiempo de noche no realizamos operaciones de recogida)			
21/06/2022					Recogida OBS. Uno de los OBS no ha respondido así que esperamos a que el liberador salte automáticamente a las 19h. Del día 21. Mientras tanto hacemos batimetría y magnetómetro			
22/06/2022					Bati y magnetómetro. Recogida del ultimo OBS a las 19h como estaba programado. Transito a la nueva línea con bati y magneto			
23/06/2022	13:10					Transito		
24/06/2022	3:15					Iniciamos despliegue de OBH		
	7:30					Fin despliegue de OBH		
	10:00					Iniciamos despliegue streamer		
	10:15					Fin despliegue streamer. Profundidad del streamer 19m.		
	12:00					Inicio despliegue cañones		
	12:25					Fin despliegue cañones (la ristra de babor se enredo y hubo que recogerla, clarear los cabos y volver a largarla		
	12:45					Inicio Softstart		
	12:48	SG20220613_MCS1	961	961		Fin Softstart (full power)		
25/06/2022	13:01		3159	3159		Inicio línea. El compas 2 (HSRD s/n 10038) da valores anómalos por lo que decidimos desactivarlo en el TriggerFish. Va a la oyo-6 HUSO 27		
	13:05					Fin de línea		
	17:40					recogida cañones y streamer		
26/06/2022					fin recogida			
27/06/2022					Pasamos a recoger OBS			
28/06/2022					continuamos recogida OBS			
29/06/2022	8:00					4 de los 21 OBH no han podido ser liberados. Hacemos líneas con el magnetómetro a la espera que los liberadores mecánicos actúen a la hora programada		
	17:00					Recogida de los OBS liberados mecánicamente		
						Transito al puerto de Las Palmas para relevo de personal.		
						Atrake en Las Palmas		
						Salida de puerto hacia zona de trabajo LEG2		

# INFORME TÉCNICO

Campaña ATLANTIS Junio - Julio 2022



FIELD DATA	
SURVEY	ATLANTIS
SCIENTIST CHIEF	Dr. César Rodríguez Ranero
Distance from COS to stern:	48m.
Streamer Depth:	19 m.
Source depth:	10 m.
Sample rate:	2 ms
Total volume airguns:	3920 cu. In.

**CMIMA**  
 Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49  
 08003 - Barcelona, Spain  
 Tel. +34 93 230 95 00  
 Fax. +34 93 230 95 55  
 www.utm.csic.es



DATE	UTCTIME	LINE	SHOT	FILE (segd)	GUNS VOLUME (cuin)	Shooting Interval (m)	Record length (s)	REMARKS
	03:21							Comenzamos despliegue de streamer
	08:20							Streamer desplegado
	08:30							Inicio despliegue cañones
	10:10							Fin despliegue cañones
	10:41							Start softstart
	10:10							End softstart
02/07/2022			1	1				Grabamos 3 shots noise (ATLANTIS_MCS2.1 -> FILE 1, 2 y 3)
	11:35		710	710				SOL (empezamos línea solo con HV en Seal y en remoto, nautilus HV OFF) Huso 28
	12:49		1001	1001				Inicio línea planificada
	13:07							Se para un compresor, bajamos a 4 nudos. Durante unos cuantos disparos falla el cañón 1 de 380 babor-babor
	18:20		2230	2230				Se deja de disparar con el array de estribor (el flotador está doblado)
	18:21							Se levanta ristra de estribor
	20:30					3920		Ristra de estribor en el agua
	20:32		2731	2731				Full Power
			3338					
			3340					
		4733						GPS poor position calculation (3338 - 3344) 3 lost shots, mismatch with Seal acquisition system
	05:20							Dispara a los 13.9 seg
								Dispara a los 14.00 seg
	13:40		6695	6695				Paramos ristra de estribor por fuga de aire. (No sabemos desde cuando...)
	13:48							Suben la ristra de estribor, seguimos disparando solo con babor.
	15:22		7043	7043	1960			Se paran todos los cañones (problemas hidráulicos)
	15:33		7077	7074				Se vuelve a disparar con la ristra de babor
	15:40							Se larga la ristra de estribor
03/07/2022	16:00							Cañones en el agua, se empieza a disparar a full power
	16:20				3920			Bird 7 se hunde sin control, se estabiliza con los birds previo y siguiente
	18:09	ATLANTIS_MCS2	7651	7647		37.5	14	Mismatch. Shooting time 9.6 seg.
	18:46		7796	7792	1960			Paramos ristra de babor
	19:07		7868	7865				EOL Paramos línea (se liaron los cañones con el streamer)
	19:10							Se recupera ristra de babor
	20:07		8040	8040				SOL continuación. Empezamos a grabar línea con la ristra de estribor.
	22:15				1960			Fallo intermitente de los dos cañones de la posición 1 de la ristra de estribor
	00:15							Se cambia la fuente 2 (la del medio) por una del NOC
	00:23							Sigue fallando, se reinicia el controlador (se pierden algunos disparos)
	01:24		9193	9193				Segunda ristra desplegada, se cambia controlador y se sigue registro.
	01:29		9217	9217				
	01:33		9229	9229				Full Power
	02:46							Deja de disparar la fuente 2 (toda la ristra de babor y dos cañones de la primera posición de estribor)
	02:53							Quitamos la tierra de las fuentes primero y luego del controlador y funciona a ratos.
	05:30							Sacamos la fuente 2 del rack y la ponemos en el suelo por si fuera sobrecalentamiento
	06:03				3160			Ponemos la fuente del NOC, sigue haciendo lo mismo, apagamos cluster de 380 de estribor por leakage en solenoide (causa de que se pare la fuente 2)
	07:55				1960			Alarma en compresor, paramos un array
	08:17				3160			Arrancan el compresor y continuamos disparando con 3160cuin
	17:10		12730	12730				Se para el array de estribor
	17:15				1960			Se inicia recogida del array de estribor para reparar, se acaba la línea con el array de babor.
	18:17		12979	12979				EOL
	19:40							Salta alarma de leakage en el streamer, apagamos el alto voltaje y encendemos la NSI (al recoger el cuarto bird)
								El bird n°7 sin quilla (sn- R60366) cambiamos la electrónica por la P22557, y el compass anterior con un outter suelto
	05:03							El LAUM 4006 da leakage tanto en NSI como en el SEAL, lo cambiamos por el LAUM 4007
	06:50							Streamer desplegado
	06:50							Array de estribor en el agua
	07:15							Start softstart
	07:36							End softstart
	07:36							Hicimos 1 shot noise
	07:40	ATLANTIS_MCS3	1001	1001	3920	37.5	14	SOL (empezamos línea solo con HV en Seal y en remoto, nautilus HV OFF vuelve a dar leakage al encender los dos HV)
	22:28		4406	4406				EOL
	00:28							Inicio Softstart
	00:55							Fin Softstart
	00:59							Noise shots
	01:00		3	3				SOL
	07:43		1483	1482	3920			Mismatch. Shooting time 12.1 seg.
	08:08		1373	1372				En la curva de la línea el TF deja de disparar al alejarse mucho el barco de la línea. EOL MCS4.1 en la navegación.
	08:24	ATLANTIS_MCS4	1647	1648		37.5	14	Reiniciamos nosotros la línea con un mismatch. EOL MCS4.2 en la navegación.
	05:47		6135	6134				Falla sensor cañón 2 estribor estribor (380cuin stbr) lo apagamos a pesar de que dispara por no poder sincronizarlo
	06:17		6249	6248	3540			Mismatch. Shooting time 13.8 seg.
	07:11		11435	11434				EOL disparamos con los 4 cañones de 90 cuin para no hacer softstart
	08:17				0			2 Shot noise
	08:18		101	101				SOL
	08:27		981	981				SEAL TD alarm
	12:11	ATLANTIS_MCS5	2230	2230	3540	37.5	14	GUN 1 PorString settled manually as couldn't set with AUTO mode
	21:26		3096	3094				Mismatch. Shooting time 12 seg.
	21:30		3117	3116	3160			Se apaga el cañón 1 de 380 cuin de la ristra de babor después de hacer varios missfires
	11:46		6480	6479				EOL
	12:06							Se recogen los cañones
	13:45							Recogemos streamer
	19:10							Streamer a bordo
10/07/2022								Tránsito a Vigo a por los mmo

FIELD DATA	
SURVEY	ATLANTIS
SCIENTIST CHIEF	Dr. César Rodríguez Ranero
Distance from COS to steer	48m.
Streamer Depth:	19 m.
Source depth:	10 m.
Sample rate:	2 ms
Total volume airguns:	3920 cu. In.

**CMIMA**  
 Pg. Maritim de la Barceloneta 37-49  
 08003 - Barcelona, Spain  
 Tel. +34 93 230 95 00  
 Fax. +34 93 230 95 55  
 www.utm.csic.es

DATE	UTC TIME	LINE	SHOT	FILE (segd)	GUNS VOLUME (cuin)	Shooting Interval (m)	Record length (s)	REMARKS
11/07/2022	16:20							Inicio despliegue streamer
	20:50							Fin despliegue streamer
	20:55							Inicio despliegue cañones
	22:35							Fin despliegue cañones
12/07/2022	00:16							Inicio Softstart
	00:36							Fin Softstart
	00:36	ATLANTIS_MCS6			999	37.5	14	2 shot noise (el streamer no estaba recto)
	00:37			1000				
	0:39		1001	1001				
	06:04		1760	1760				
	17:17		4702	4702				
	17:23		4726	4726				
	21:51		5726	5726				
	22:26		1015	1015				
22:50	1100		1100					
22:53	1112		1112					
13/07/2022	00:02							SOL
	01:53							Sensor del Cañón 1 de 380 de la ristra de babor falla durante unos shots y luego vuelve a recuperarse la señal
	12:42							Fallo del compresor (se apaga la ristra de estribor y se sigue disparando)
	12:56							Se vuelve a disparar con todo
	15:17							EOL
	15:20							Cambiamos la PWM por la de respeto y el HV Seal sigue cayendo a 274V, probamos luego con la PWM-2 y parece que mantiene el HV Seal en 350V
	00:13							SOL (solo con ristra de estribor)
	00:18							Error de telemetría en el sistema de navegación (se reinicia el Servlet de TriggerFish)
14/07/2022	00:18							Se vuelve a disparar con la ristra de estribor
	01:09							Mismatch caused by overspeed > 5 knots
	01:43							Empezamos a disparar a full power
	01:49							Apagamos cañón número 4 de estribor (250cuin)
	05:12							Se para el TriggerFish services. Deja de disparar durante 3 disparos en lo que reiniciamos
	07:10							reiniciado TF services
	07:11							Se cuelga TF services
	07:12							Se reinicia TF services
	07:47							EOL
	10:59							2 Shot noise } 7090 y 7091
15/07/2022	07:11							SOL (solo con ristra de babor por mantenimiento de la de estribor)
	07:12							Se cuelga TF services
	07:47							Se reinicia TF services y se vuelve a disparar
	10:59							Disparamos de nuevo a full power con ambas ristas
	11:00							EOL
	16:45							2 SHOT NOISE
	20:24							SOL
	20:26							Mismatch por disparo a menos de 14 segundos. (posible fallo en TF:shot 1742-File1742) Shot 1741 missing
	20:30							Fallo del primer cañón (380cuin) de la ristra de babor (lo apagamos)
	20:33							GPS failure / TriggerFish collapsed. Restart shooting on 3912 shot point.
	01:08							Reiniciamos línea
	01:10							GPS failure / TriggerFish restart servlet
	06:18							Reiniciamos línea
	06:18							Se cuelga TF services
	10:22							Se reinicia TF services y se vuelve a disparar
10:23							Se cuelga TF services	
11:09							Se reinicia TF services y se vuelve a disparar	
11:13							Se cuelga TF services	
15:16							Se reinicia TF services y se vuelve a disparar	
15:17							Se cuelga TF services	
15:19							Se reinicia TF services y se vuelve a disparar	
17:11							EOL	
17:52							Nos falla la telemetría del streamer	
16/07/2022	13:15							Se recogen cañones
	15:10							Se recoge streamer

## 7.3. ANEXO Laboratorio

### **Estufa desecación Digitronic 80L (JP Selecta)**

**Número de serie:** 0487147

**Descripción:** Estufa para secar instrumental y muestras.

**Características técnicas:**

- Capacidad: 76L
- Temperatura máxima: 250°C
- Estabilidad: 0.5°C
- Homogeneidad: 1.25°C hasta 50°C, 2.5°C hasta 100°C,  
6.25°C hasta 250°C
- Error de consigna: 1°C hasta 50°C, 2°C hasta 100°C,  
5°C hasta 250°C
- Dimensiones interiores (WxHxD): 50x38x40 cm



El día 14/6/2022 un técnico de los OBH alemanes solicita el uso de una de las estufas del laboratorio para el desecado de su silica gel, tras contactar con un responsable del departamento HYD, se usa el equipo por un periodo de unos 40 minutos a una temperatura de consigna de 40 grados Celsius.