



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD

UTM  
UNIDAD DE TECNOLOGÍA MARINA  
CMIMA-CSIC, Pg. Marítim de la Barceloneta 37-40, 08003 Barcelona, Spain

CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

# **INFORME TÉCNICO DE EQUIPOS. CAMPAÑA CARIBENORTE**

**Título.** Informe Técnico de equipos. Campaña CARIBENORTE

**Autor.** UTM

**Dpto.** Departamento de Acústica

**Fecha.** 15-12-2013

**Localización.**

**Grupo temático.** Campañas

**Descriptor.** Sarmiento de Gamboa, Informes campaña.

## ÍNDICE

<b>A.</b>	<b><i>FICHA DE LA CAMPAÑA</i></b> .....	<b>2</b>
<b>B.</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS</i></b> .....	<b>3</b>
1.	<b>INSTRUMENTACIÓN ACÚSTICA</b> .....	<b>3</b>
2.	<b>INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>9</b>
3.	<b>INFORMÁTICA</b> .....	<b>11</b>
4.	<b>SÍSMICA MULTICANAL. (Adquisición)</b> .....	<b>18</b>
5.	<b>SÍSMICA MULTICANAL (Generación)</b> .....	<b>42</b>
<b>C.</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES</i></b> .....	<b>48</b>
1.	<b>EQUIPOS ACÚSTICOS</b> .....	<b>48</b>
2.	<b>GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA</b> .....	<b>52</b>
3.	<b>INFORMATICA</b> .....	<b>52</b>
4.	<b>SÍSMICA MULTICANAL</b> .....	<b>54</b>
<b>D.</b>	<b><i>DESARROLLO DE LA CAMPAÑA. INCIDENCIAS</i></b> .....	<b>58</b>
1.	<b>INCIDENCIAS GENERALES DE CAMPAÑA</b> .....	<b>58</b>
2.	<b>INCIDENCIAS POR EQUIPOS</b> .....	<b>58</b>
<b>E.</b>	<b><i>ANEXOS</i></b> .....	<b>61</b>
	<b>ANEXO I. NAVEGACIÓN GENERAL</b> .....	<b>62</b>
	<b>ANEXO ii. GRAVIMETRÍA. HOJAS DE CALIBRACIÓN</b> .....	<b>63</b>
	<b>ANEXO iii . INFORME DE RECUPERACIÓN DE OBS.</b> .....	<b>65</b>
	<b>ANEXO iv : INFORME DE DAÑOS EN LA SÍSMICA MULTICANAL</b> .....	<b>73</b>
	<b>ANEXO v. MODELIZACIÓN DE FUENTES SÍSMICAS</b> .....	<b>85</b>

## A. FICHA DE LA CAMPAÑA

<b>FICHA TÉCNICA</b>			
<b>ACRÓNIMO</b>	<b>CARIBENORTE</b>		
<b>CÓDIGO REN</b>	<b>CLG-2010.16688BTE</b>	<b>CÓDIGO UTM</b>	SdG034
<b>JEFE CIENTÍFICO</b>	Andrés Carbó	<b>INSTITUCIÓN</b>	Universidad Complutense de Madrid
<b>INICIO</b>	Sto Domingo, 17/11/2013	<b>FINAL</b>	Sto. Domingo, 17/12/2013
<b>BUQUE</b>	B/O Sarmiento de Gamboa		
<b>Zona de trabajo</b>	Isla de Sto. Domingo. Mar Caribe. O. Atlántico		
<b>Resp. Técnico</b>	Pablo Rodríguez	<b>ORG.</b>	UTM
<b>Equipo Técnico</b>	Pablo Rodríguez (acústica), Ramón Ametller, Mario Sánchez, Camilo Gómez, Roberto Gonzáles (cubierta y sísmica), Minerva Alegre, Ezequiel González, <b>Gema</b> , Oscar García (Informática).		
<b>Instrumentación utilizada</b>	Sonda multihaz Atlas DS, sonda monohaz EA600, perfilador paramétrico Atlas Parasound PS, perfilador batitermográfico XBT, Sísmica multicanal, Gravímetro Marino Lacoste & Romberg Sea System II, .Magnetómetro Marino Marine Magnetics.		

## B. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

### 1. INSTRUMENTACIÓN ACÚSTICA

#### 1.1. APPLANIX POS MV

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 al 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 serial 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.

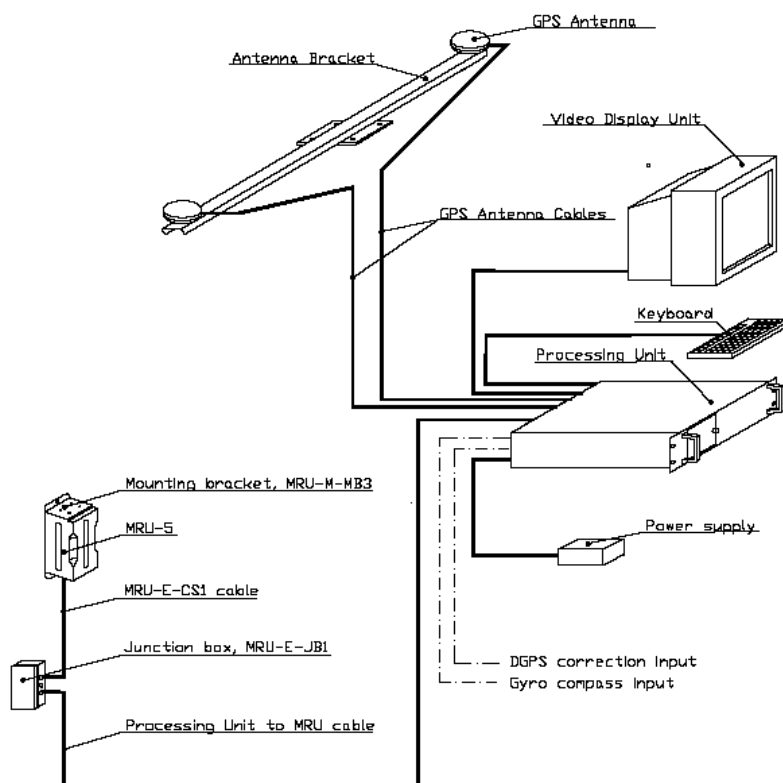


Fig. 1. *Applanix* POS-MV system configuration.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Precisión (Roll / Pitch) : 0.02° RMS (1 sigma)
- Precisión (Heave) : 5 cm or 5% (whichever is greater) for periods of 20 sec or less.
- Precisión (Heading): 0.01° (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



Fig. 2. Software de control . POS/MV

## 1.2. SONDA MULTIHAZ DE AGUAS PROFUNDAS 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, Order 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 (Fig. 3)

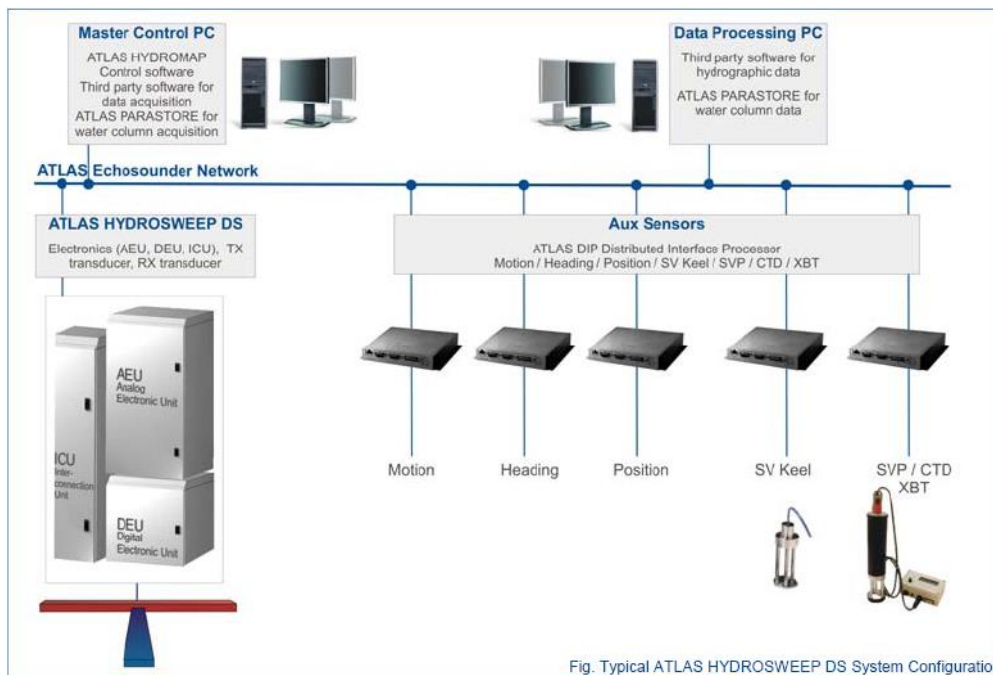


Fig. 3. Arquitectura sistema Atlas DS

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 EIVA NaviScan, para adquirir los datos de la sonda (ficheros \*.SBD) y representar por pantalla el Modelo Digital del terreno, así como los datos de Side Scan, y de diferentes sensores.

El procesado a bordo se hace con el Software de EIVA NaviEdit, NaviPlot y NaviModel. También se pueden utilizar los paquetes de software CARAIBES y Caris.

### 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.
- Nº de haces: 141 por hardware y 345 con High Order Beamforming.
- 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.

### 1.3. Sonda PARAMÉTRICA ATLAS PS

La sonda paramétrica Parasound P-35 es un perfilador sísmico de alta resolución de efecto paramétrico lo que le permite utilizar un único transductor de pequeño tamaño para emisión y recepción con una apertura de haz pequeña...

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 es su habilidad para distinguir objetos próximos entre sí, en ángulo y/o espacio. La resolución espacial viene dada por dos parámetros:

- La resolución angular, que viene dada por la geometría del array de transductores.
- La 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.

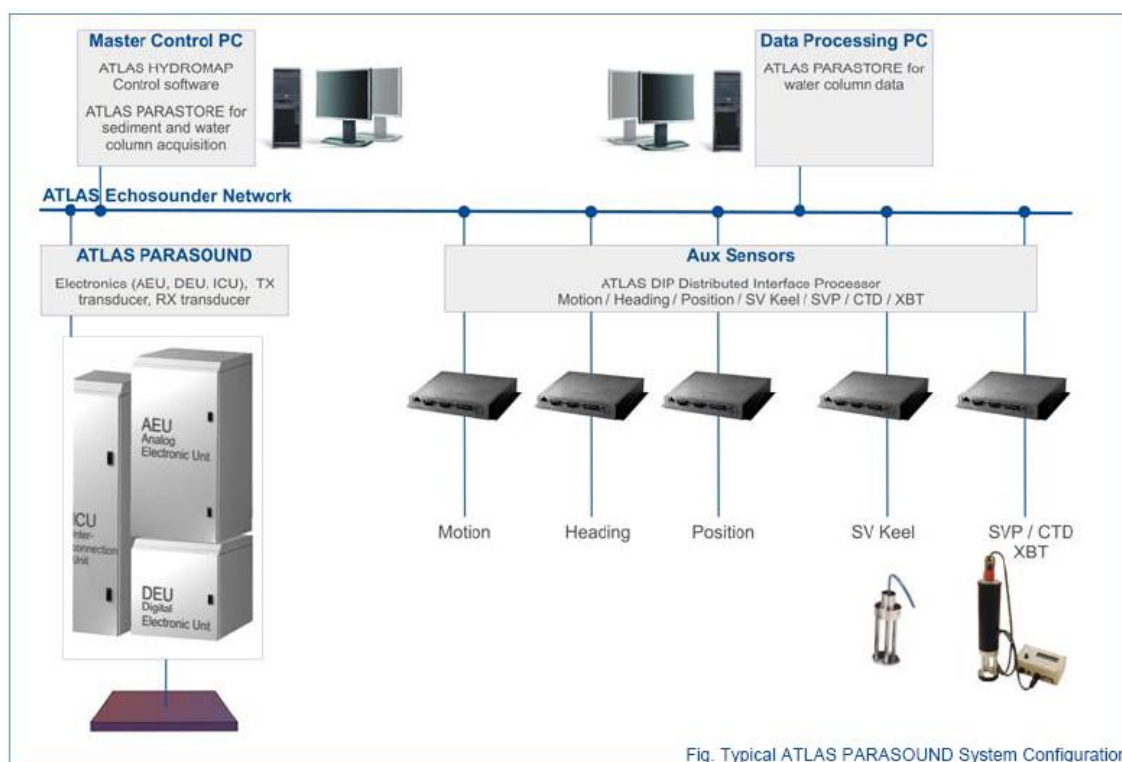


Fig. 4. Arquitectura Atlas PS

#### ESPECIFICACIONES

- Señales: Barker, CW, Chirp y señales definidas por el usuario
- Modos de emisión:
  - Multiping, hasta 16 pings simultáneamente en el agua.
  - Quasi-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: 02 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).
- Resolución del haz: 4.5° Alongtrack - 5° Acrosstrack
- Potencia de transmisión: 35 kW.
- Consumo eléctrico < 3 kW.
- Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.
- Seguimiento de fondo.
- Tasa máxima de emisión 10 Hz.

#### 1.4. 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.

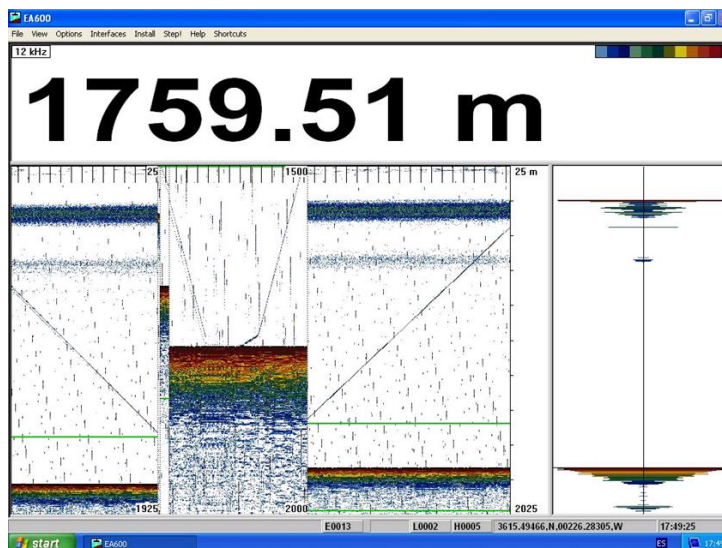


Fig. 5. Sonda EA600

## 1.5. 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 geo referenciada 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:

DATO	PUERTO	SENSOR	COMUNICACIÓN
Posición	COM 4	GPS Ashtech	9600, 8, N, 1
Gyro	COM 3	POS-MV	4800, 8, N, 1
Motion	UDP/IP	POS-MV	Port:8602 Addr: 127.0.0.1
USBL	UDP/IP	Posidonia	Port:2003 Addr: 192.168.3.78

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, la geodesia utilizada en este caso ha sido WGS84 / UTM 19N.

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, en esta campaña esto no ha sido posible por problemas de comunicación entre los ordenadores de navegación (Navipac) y de adquisición de multihaz (Naviscan).

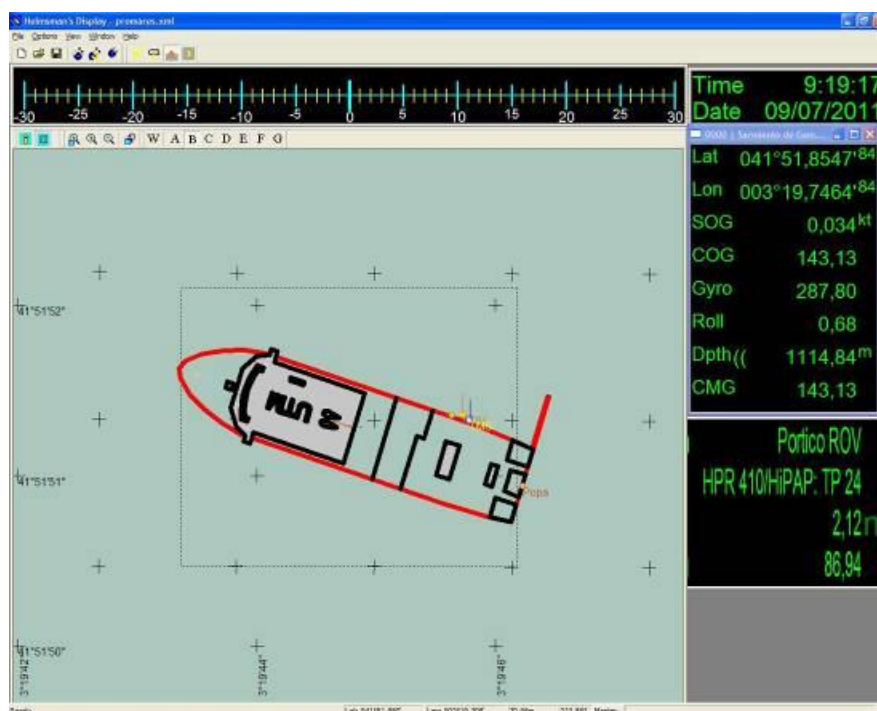


Fig. 6. EIVA Navipac

## 2. INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICA.

### 2.1. MAGNETÓMETRO MARINE MAGNETICS

#### 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. 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°



**Fig. 7.** Magnetómetro Marino SeaSpy

## 2.2. GRAVÍMETRO MARINO LACOSTE & ROMBERG

### DESCRIPCIÓN:

El L&R Air Sea System II es un gravímetro Marino, fabricado por Lacoste-Romberg (actualmente MicroG) basado en la tecnología de muelle de longitud cero (zero spring length). El sistema incorpora avanzados sistemas de control una plataforma giroestabilizada más compacta para el sensor así como una interfase de usuario de fácil operación

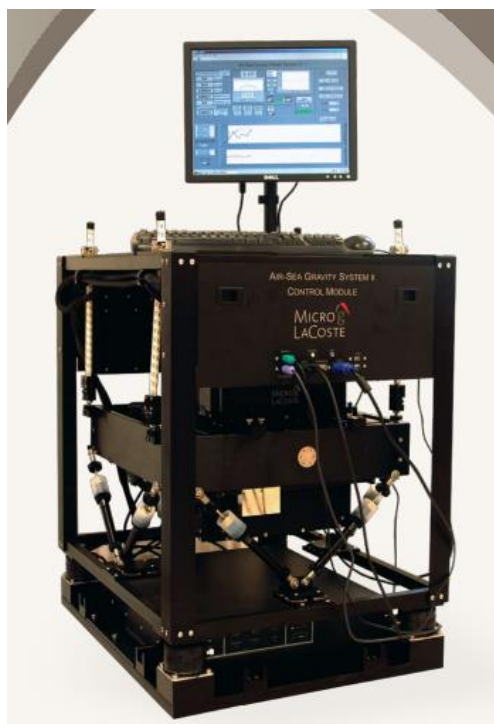


Fig. 8. Gravímetro Air Sea II

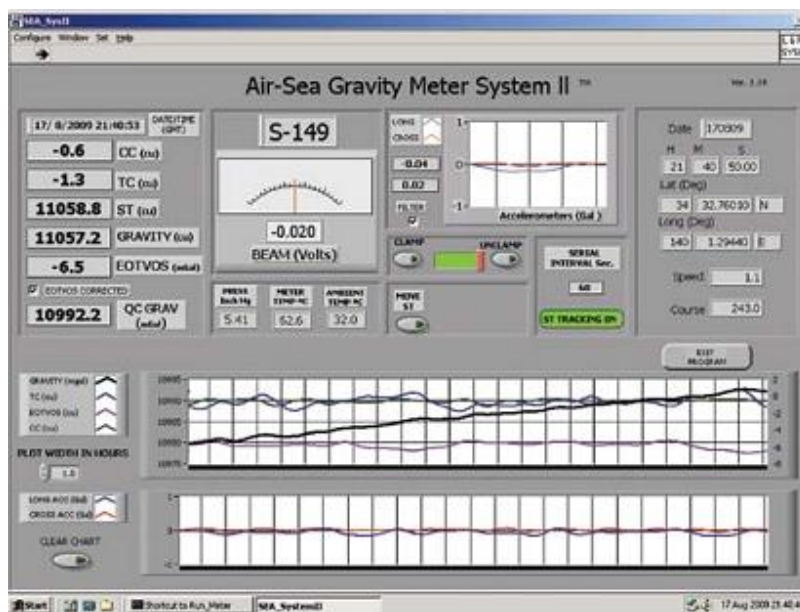


Fig. 9. Software de adquisición SeaLog

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

<b>Sensor</b>	Rango:	20.000 mGal
	Deriva:	3 mGal / mes
	Rango de temperaturas:	46°C a 55°C
<b>Estabilización (Plataforma)</b>	Pitch	± 22°
	Roll:	± 25°
	Periodo	4 min.
	Damping	0.707 (Crítico)
	Resolución	0.01 mGals
	Repetitividad estática:	0.05 mGals
	Repetitividad dinámica:	Mejor de 1mGal

### 3. INFORMÁTICA

---

#### 3.1. SISTEMA DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA EN EL SARMIENTO DE GAMBOA.

##### 1- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

###### 1.1- Introducción.

Desde Abril de 2008, el BO Sarmiento de Gamboa cuenta con un enlace de datos de “banda ancha” vía satélite con capacidad de conexión a redes IP (Internet) y con cuatro líneas de voz de alta calidad (3 de voz y 1 de fax).

Dicho enlace se realiza a través de un terminal VSAT (Very Small Aperture Terminal) que permite enlazar con los satélites geoestacionarios de telecomunicaciones de la red Seamobile. Dichos satélites geoestacionarios poseen una órbita circular, en el plano ecuatorial a una altura de 35786 km, de periodo igual al de rotación de la tierra por lo que se les ve siempre en la misma posición. Su disposición orbital y la de las estaciones en tierra, que los enlazan con las redes de comunicaciones terrestres, proporcionan cobertura global en todo el planeta a excepción de las zonas polares (su cobertura eficaz está entre 70° N y 70° S).

El terminal del buque emplea la tecnología de banda C, en la que se emplean frecuencias 5,925 - 6,425 GHz para el enlace del satélite a tierra y 3,7 – 4,2 GHz para el sentido contrario.

La antena del terminal, de 2.4 m de diámetro, permite alcanzar tasas de transmisión de datos cercanas a los 5 Mbs (Megabits por segundo) en un escenario de cobertura global.

A diferencia de las conexiones vía satélite Inmarsat, utilizadas hasta ahora en el buque, el terminal de banda C proporciona mayor capacidad de transmisión de datos, no sólo porque nominalmente es capaz de transmitir datos a mayor velocidad si no porque dicha tasa está garantizada bajo contrato con un mínimo establecido. En las conexiones Inmarsat todos los buques situados en una misma zona deben “competir” por el enlace de satélite, mientras que para las conexiones VSAT se establecen canales de comunicación exclusivos.

Las comunicaciones VSAT se suelen contratar con una tarifa plana para periodos de uno a tres años, por lo que a pesar de su elevado coste es hoy en día el sistema más eficaz y económico para establecer conexiones de banda ancha permanentes a terminales remotos (buque).

En general las prestaciones de las comunicaciones satélites son inferiores a las conexiones de banda ancha terrestres (de las que disfrutamos en casa o en nuestros centros de trabajo). Las comunicaciones vía satélite, y en especial las instaladas en buques, tienen algunas características singulares que hay que tener en cuenta para valorar su potencial real.

En primer lugar está el retardo que introduce la transmisión de la señal al viajar tan grandes distancias. Con 36.000 km de altura orbital, la señal ha de recorrer como mínimo 72.000 km, lo cual supone un retardo de 250 milisegundos. En algunos casos estos retardos pueden suponer un serio inconveniente, degradando de forma apreciable el rendimiento de los enlaces si los protocolos de comunicaciones empleados no están preparados para asumirlos. A priori no podemos esperar que las aplicaciones de red que acostumbramos a usar en el entorno terrestre funcionen con la misma agilidad usando enlace satélite.

En segundo lugar está el movimiento natural del buque. Puesto que utilizamos satélites geoestacionarios nuestra antena debe estar en continuo movimiento para “enfocar” siempre al satélite que permanece aparentemente inmóvil, compensando todos los movimientos del buque y su continuo cambio de emplazamiento. Las condiciones de mala mar y/o un equilibrado defectuoso de la antena pueden disminuir mucho la calidad de las transmisiones y de la vida útil del sistema.

Finalmente las interferencias electromagnéticas de otros equipos electrónicos empleados en el buque (radares y equipos de radio de elevada potencia) y los obstáculos físicos interpuestos en la

línea de visión de la antena al satélite (chimeneas, mástiles, etc.) también pueden reducir sensiblemente la calidad de las transmisiones o hacerlas inoperativas.

## **1.2- El equipo del BO Sarmiento.**

El VSAT del BO Sarmiento es un equipo ensamblado por la empresa Seamobile (líder mundial en comunicaciones VSAT marinas) y la empresa española ERZIASAT (quien ha realizado la ingeniería de integración del sistema al buque). La antena, de la marca SeaTel, posee un ródomo de 4m de diámetro y un peso de 800Kg.

El conjunto ha sido dimensionado para poder establecer enlaces simétricos de hasta 5Mbps (el mismo ancho de banda de bajada que de subida al satélite) aunque el contrato de comunicaciones que se ha establecido sobre un ancho de banda garantizado de 256 Kbps con el doble en ráfaga. El coste de dicho enlace es de aproximadamente 60.000 € anuales.

La simetría del enlace es ideal para enviar datos en tiempo real de los parámetros de propósito general (posición, meteorología, características físicas/químicas del agua del mar) a los centros de investigación en tierra, permitiendo un seguimiento al segundo del transcurso de una campaña.

Dicha simetría también garantiza una calidad mínima para el establecimiento de llamadas de telefonía IP, videoconferencia o “video streaming” (siempre dentro de unos límites razonables en cuanto al tamaño del video enviado).

**Aún con todas las ventajas y garantías de calidad del enlace, es necesario establecer una política de gestión para hacer un uso óptimo del mismo y para evitar al máximo situaciones que pongan en riesgo la seguridad de los sistemas informáticos y de adquisición de datos del buque.**

**Los escenarios de uso que se detallan a continuación son el fruto de la reflexión técnica sobre estos aspectos y no serán modificados a petición en el transcurso de una campaña.**

## **2- El acceso a Internet.**

La conexión de banda ancha permite el acceso permanente desde el buque a redes que trabajen con protocolos IP –Internet - (ver Figura Anexo). Por motivos de seguridad y eficiencia dicho acceso se ha limitado a 14 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 a través de la conexión de telefonía móvil UMTS.

El acceso a Internet se controla mediante una lista de máquinas definida en el “router” del buque, primer eslabón de cadena de dispositivos que ofrecen conectividad IP y seguridad en el enlace.

De estos 14 equipos, se han reservado 7 para uso de los usuarios del sistema (científicos, técnicos y tripulación), 2 para administración y 5 son servidores.

### **Los 9 puntos de conexión a Internet de usuario están localizados en:**

- Puente local de la radio (1)
- Camarote Capitán (1)
- Camarote Jefe Técnico (1)
- Camarote Jefe Científico (1)
- Local de procesado e informática (3)
- Sala TV equipo Tripulación (1)

- Punto flotante de reserva (1)

### 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.
- Acceso a correo electrónico de tipo Webmail (mediante protocolo http/s). Aunque el servicio de correo electrónico queda canalizado a través de un servidor dedicado en el buque (ver 2.1), se prevé el acceso a los servidores de correo tipo webmail de universidades y centros de investigación. También se habilitan el acceso a servidores webmail universales (Gmail, Hotmail, etc.). Se desactiva el acceso directo a servidores externos mediante protocolos pop3 y smtp.

### 2.1- El correo electrónico.

El servicio de correo electrónico a bordo está constituido sobre un servidor de correo embarcado que sirve de estafeta bajo el dominio [@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:@sdgamboa.cmima.csic.es).

Dicho servicio es accesible para **todos** los ordenadores del buque (tengan o no conexión a Internet y cada miembro del buque (científico/técnico/tripulación) posee una cuenta de correo constituida generalmente como [1ªletradelnombreakellido@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:1ªletradelnombreakellido@sdgamboa.cmima.csic.es) . Adicionalmente se dispondrá de cuentas departamentales o de grupo. (ej. [ciencia@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:ciencia@sdgamboa.cmima.csic.es))

#### Cuentas oficiales de la tripulación:

- Genérica:** [sdgamboa@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:sdgamboa@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Capitán:** [capitan@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:capitan@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Puente:** [puente@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:puente@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Jefe Máquinas:** [jefemaquinas@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:jefemaquinas@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Máquinas:** [maquinas@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:maquinas@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Instrumentación:** [instrumentacion@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:instrumentacion@sdgamboa.cmima.csic.es)
- Cocina:** [cocina@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:cocina@sdgamboa.cmima.csic.es)

Cada 20 minutos, o 72 veces al día, se realiza un intercambio de correo (se reciben y se envían correos en formato comprimido para optimizar el ancho de banda disponible). Adicionalmente si la ocasión lo requiere se pueden realizar intercambios de correo en cualquier momento del día sin necesidad de esperar 20 minutos.

El tamaño máximo de los mensajes es de 2Mb. No obstante se recomienda el empleo de múltiples mensajes cuando es necesario adjuntar más de un archivo así como la reducción al mínimo tamaño de las fotografías y documentos adjuntos.

El acceso al sistema de correo se realizará como norma general a través del sistema webmail instalado a bordo (<http://sarmiento/mail>) o (<http://pulpo/mail>).

El webmail disminuye el riesgo de infecciones y no es objeto de los ataques informáticos que sufren los clientes de correo tradicionales. No obstante se facilitará asistencia para la configuración de los clientes (Outlook, Thunderbird, Eudora, etc.) en los ordenadores personales (portátiles) que los integrantes del buque embarquen consigo. No se instalarán clientes de correo en los ordenadores de los camarotes/uso público o de los sistemas de adquisición.

El sistema de correo webmail del buque, guarda los mensajes en las carpetas por defecto creadas en el sistema o en las que el usuario decida crear. Al final de la campaña se podrá facilitar una copia de dichas carpetas.

El servidor de correo del buque está configurado para funcionar con los tradicionales sistemas Inmarsat del buque (Fleet 77) en caso de caída del sistema VSAT.

Se ha configurado también a bordo el acceso directo al servicio de webmail del CMIMA a través del protocolo: (<http://sarmiento/webmailcmima>) para el acceso a las cuentas [@cmima.csic.es](mailto:@cmima.csic.es)

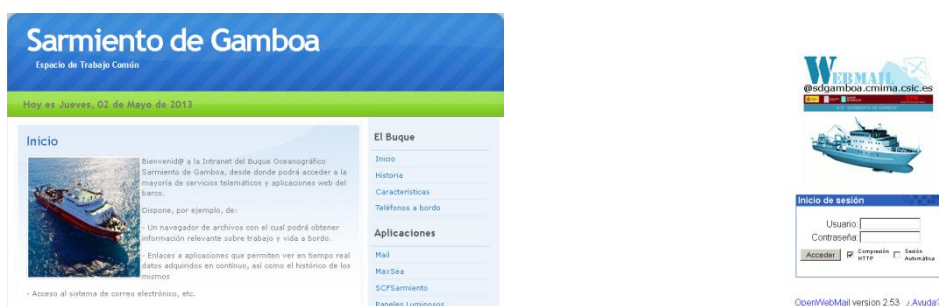


Fig. 10. Acceso al Correo del barco

Una vez accedido al correo del que se muestra una página de entrada en la figura de abajo, los correos leídos **deberán moverse a la carpeta de guardados** y una vez allí presionando el disquete que aparece al lado podrán descargarse los mails a un archivo .Zip que cualquier gestor de correo puede leer por si interesa llevarse los correos al final de la campaña.

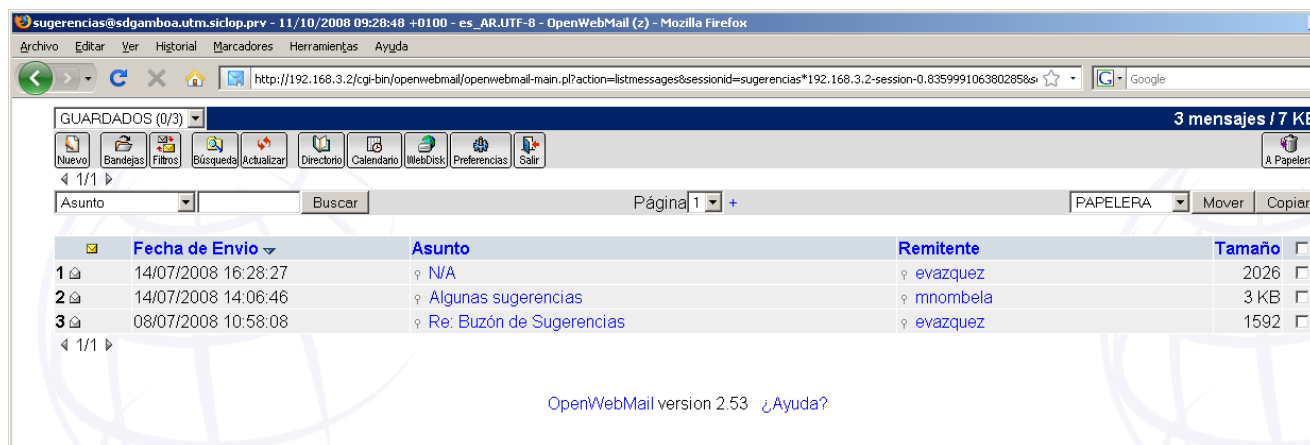


Fig. 11. : Página de inicio del openwebmail y pantalla de editado de las bandejas.



## Cliente de Correo:

Otra forma de acceder al correo del barco es mediante la configuración de un cliente de correo en equipos personales como se explica con el siguiente ejemplo:

## Outlook

Menú Herramientas -> Cuentas de correo electrónico.

En el diálogo emergente seleccionar “Ver o cambiar cuentas de correo electrónico existente”.

EDITAR BANDEJAS									
<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Actualizar"/>		Nombre (máx. 48 caracteres)		Nuevos	Mensajes	Tamaño	Acción		
		<input type="text"/>					<input type="button" value="Añadir"/>		
Bandejas originales	Nuevo	Mensaje	Tamaño						
ENTRADA	0	6	21 KB	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
GUARDADOS	0	3	7 KB	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
ENVIADOS	0	3	2 KB	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
BORRADOR				<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
PAPELERA	0	0	0	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
Spam	0	0	0	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
Virus	0	0	0	<input type="button" value="Marcar leídos"/>	<input type="button" value="Verificar índice"/>	<input type="button" value="Re-indexar"/>	<input type="button" value="Renombrar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>30 KB</b>						

OpenWebMail version 2.53 [Ayuda?](#)

A continuación seleccionar “Agregar”, marcar la casilla “POP3” y hacer click en “Siguiente”

Se deberán informar los campos como sigue:

- *Su nombre:* ..... Nombre que aparecerá en el encabezamiento de los correos enviados.
- *Dirección de correo electrónico:* ..... [usuario@sdgamboa.utm.siclop.prv](mailto:usuario@sdgamboa.utm.siclop.prv)
- *Dirección de respuesta:* ..... [usuario@sdgamboa.cmima.csic.es](mailto:usuario@sdgamboa.cmima.csic.es)
- *Servidor de correo entrante (POP3):* ..... **192.168.3.8.**
- *Servidor de correo saliente (SMTP):* ..... **192.168.3.8.**
- *Nombre de usuario:* ..... Usuario para el inicio de sesión.
- *Contraseña:* ..... Contraseña del usuario (5 Primeros dígitos del DNI o Pasaporte).

Se establece un tamaño máximo en los correos de entrada y salida de 2 MB.

### 3- 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 (situado en el Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales) mediante lo que se denomina Red Privada Virtual o VPN.

Este enlace que se establece mediante protocolos de red seguros (IPSec) permite entre otras cosas 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, sistema de gestión de flotas, 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.
- Establecer enlaces de voz y video sobre IP, sin ningún coste añadido con la sede de la UTM en Barcelona. Por motivos de seguridad y operatividad el acceso a la VPN se ha limitado a los 5 servidores y a los dos puestos de administración de red. Así mismo en Barcelona solo un reducido y escogido conjunto de máquinas tiene acceso a la red del buque.
- 

#### **4- La Telefonía de voz**

Adicionalmente a la conexión de datos, el sistema de banda ancha del buque proporciona tres líneas de voz analógicas y una de fax (ver Figura Anexo).

Estas líneas de telefonía están enlazadas con la centralita de extensiones telefónicas internas del buque distribuyéndose de la siguiente manera:

- Núm. 942 01 63 01 (voz). Extensión 128 localizada en el laboratorio de procesado / informática
- Núm. 942 01 63 03 (voz). Extensión 213 localizada en el camarote del capitán
- Núm. 942 01 63 02 (voz). Extensión 210 localizada en el camarote del jefe técnico
- Núm. 942 01 63 04 (voz/fax). Extensión 101 localizada en el local/oficina radio en puente

El número de teléfono oficial del buque será el **942 01 63 01**. 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.

Se dispone además de un conjunto de 5 terminales de telefonía analógica/IP inalámbricos, enlazados con la extensión 128 (al número 942 01 63 01) mediante una centralita IP.

Con estos terminales podemos hacer lo siguiente:

- Establecer/Recibir llamadas IP (sin coste adicional) con la sede de la UTM en Barcelona
- Establecer/Recibir llamadas analógicas con cualquier teléfono de la red mundial de telefonía conmutada.
- Establecer/Recibir llamadas a una extensión interna del buque
- Establecen/Recibir llamadas entre cualquiera de los 5 terminales inalámbricos.

Los números de voz poseen la numeración de Barcelona, por lo que llamar al buque desde España tiene el coste de una llamada nacional. Las llamadas salientes realizadas desde el buque tienen un coste de 0.5 € minuto.

#### **5- La Telefonía IP**

El empleo de la telefonía IP (voz sobre la línea de datos con acceso a Internet) tiene las siguientes posibilidades a bordo.

1. Llamadas del buque a centro de la UTM (CMIMA). Desde el centro se establece llamada a la IP 192.168.2.210

- Utilizando los terminales telefónicos inalámbricos IP
- Utilizando el programa de VoIP (Ekiga) instalado en el ordenador de gestión de red Telemática1.

## 2. Llamadas Voz IP a otros centros con acceso a Internet.

El buque dispone de las siguientes cuentas con proveedores de VoIP

- [utm.sarmiento@ekiga.net](mailto:utm.sarmiento@ekiga.net) (sarmiento2008) (protocolo SIP)
- [utm.sarmiento@skype.net](mailto:utm.sarmiento@skype.net) (sarmiento2008) (protocolo Skype)
- [utm.sarmiento@carpo.net](mailto:utm.sarmiento@carpo.net) (sarmiento 2008) (protocolo SIP) (Nº 991006906500)

La razón de contar con tres cuentas distintas es que las llamadas IP a cuentas del mismo proveedor son gratuitas, mientras que las establecidas a otro proveedor o teléfono fijo/móvil son de pago. Con Ekiga, Skype y Carpo cubrimos un porcentaje alto de los posibles interlocutores de telefonía IP con los que contactar.

## **6- La Video Conferencia**

La videoconferencia sigue los mismos patrones de uso que la voz IP. De hecho se pueden emplear las mismas cuentas Ekiga y Skype para videoconferencia sobre PC.

A medio plazo está pensado utilizar la infraestructura de videoconferencia del CMIMA y disponer en el buque de un equipamiento de gama media que supere las prestaciones de un sistema basado en un ordenador personal y un conjunto cámara web/micrófono.

## **7- Sistema de Usuarios en el Sarmiento de Gamboa**

Existe un sistema de usuarios residente en el servidor pulpo del que es recomendado su uso ya que éste genera un espacio de trabajo en el servidor que está siendo respaldado por copias de seguridad diarias en el servidor Backups. Esto minimiza la posibilidad de sufrir pérdidas del trabajo llevado a cabo por diferentes causas (cualquier contratiempo en el equipo local que se maneje).

A este sistema se accede en la dirección [\\sarmiento](#) mediante la introducción del mismo Login y contraseña que en el acceso al mail del barco.

Una vez logado el usuario se situará en un espacio personal reservado en el servidor en el que podrá acceder además a dos carpetas visibles a todos los usuarios del grupo de científicos: [Científicos\\_Compartida](#) a fin de compartir archivos entre los usuarios.

Datos Campaña a fin de poder acceder a los datos que se van generando en la campaña.

En esta misma existen dos subcarpetas: [Directorio Abierto](#) y [Directorio Protegido](#), la primera de ellas tiene acceso total a los datos para poder permitir su procesado y la segunda sólo permite la lectura a fin de preservar los datos en bruto.

Existe también una carpeta mail donde residen los mails que se van guardando en la bandeja de guardados del gestor de correo del barco.

En este nivel [\\sarmiento\usuario](#) el usuario tendrá todos los permisos para crear y manejar archivos y sólo le serán accesibles a él.

## 4. SÍSMICA MULTICANAL. (ADQUISICIÓN)

---

### 4.1. FUENTE SÍSMICA

Para la realización de sismica de reflexión se requiere una fuente de alta energía capaz de generar un frente de ondas de gran amplitud con un rango de frecuencias lo más ancho posible, favoreciendo la propagación de la onda sísmica por capas profundas y detallar sus cambios estructurales. La energía reflejada en cada uno de los cambios de impedancia acústica, es registrada por los hidrófonos marinos que componen cada uno de los canales o trazas del “streamer” o los sismógrafos marinos fondeados. Con estas técnicas se pretende alcanzar y caracterizar las estructuras geológicas del subsuelo.

La función de la ristra de cañones es emitir un pulso discreto de energía acústica en el agua tras recibir una señal eléctrica procedente del Laboratorio de Sísmica. 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. El pulso de energía se consigue al activar las válvulas solenoides instaladas en cada uno de los cañones, lo que provoca la apertura súbita del pistón que mantiene el aire en la cámara del cañón.

Para la **fase 1** de refracción (**OBSs**), 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, ocho en cada ristra. Las capacidades/volúmenes de cámara de aire de los cañones utilizados en esta campaña han sido las siguientes: clúster 380+380, cañón 520, clúster 150+150, cañón 520 y clúster 250+250 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 1.1 metros entre sí. La profundidad a la que se sumergieron fue de 15 metros.

La frecuencia de disparo se ha realizado equitemporal, cada **90** segundos.

Para la **fase 2** de reflexión, se requirió una fuente sísmica simétrica que proporcionara una señal que generase un espectro de frecuencias medias-bajas, para obtener la máxima resolución con penetración deseada media hasta cuatro segundos en sustrato. Se utilizaron dos configuraciones distintas, una con una sola ristra de cañones y la otra compuesta de dos ristas.

La primera configuración estuvo formada por un total de **diez** cañones GGUN-II. Las capacidades/volúmenes de cámara de aire de los cañones han sido las siguientes: clúster 250+250, clúster 150+150, clúster 70+70, clúster 150+150 y cañón 520 pulgadas cúbicas (cu.in.). La potencia final ha sido generada por 1760 cu.in. La separación entre los cañones es de 2.5 metros. Los cañones de un mismo clúster se separaron 1.0 metros entre sí. La profundidad a la que se sumergieron fue de 5 metros.

La segunda configuración consistió en dos ristas, una largada por babor y otra por estribor separadas 25.8m. entre sí, cada una de las cuales con la misma distribución de cañones que la primera configuración, con la diferencia de que la profundidad a la que estaban sumergidos en este caso fue de 7.5m.

La frecuencia de disparo se ha realizado en función de la distancia recorrida, cada **37.5** metros.

Ver Apartado 5 para más información.

Ver Anexo V para la modelización de las fuentes.

### 4.2. 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 Eiva®
- ✓ Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL.
- ✓ “Streamer” multicanal SENTINEL®.
- ✓ Boya de cola y Buoylink de SEAMAP®.
- ✓ OYO® compass y airbags.
- ✓ “Birds” NAUTILUS®.
- ✓ “Birds” Digicourse ION®.
- ✓ Sistema de control de calidad ESQC-Pr®.
- ✓ Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS)

### SISTEMA DE GENERACIÓN DE DISPARO

En esta campaña se han utilizado dos mecanismos de generación de un trigger que inicie el proceso de disparo de los cañones de aire, según el tipo de metodología y objetivos.

Para la sísmica de refracción se ha utilizado un GPS Modelo Fei-Zyfer GPS Starplus modelo 565. Este GPS se programa para que produzca un pulso de trigger cada 90 segundos que es recibido por el controlador de cañones por el puerto Trigger in y este, a continuación comienza la secuencia de disparo. El controlador de cañones da la orden de disparo y cuando todos los cañones disparan, en el momento denominado Field Time Clock se genera un pulso desde el controlador de cañones que se devuelve al GPS registrando en este instante un telegrama con el tiempo exacto del disparo.

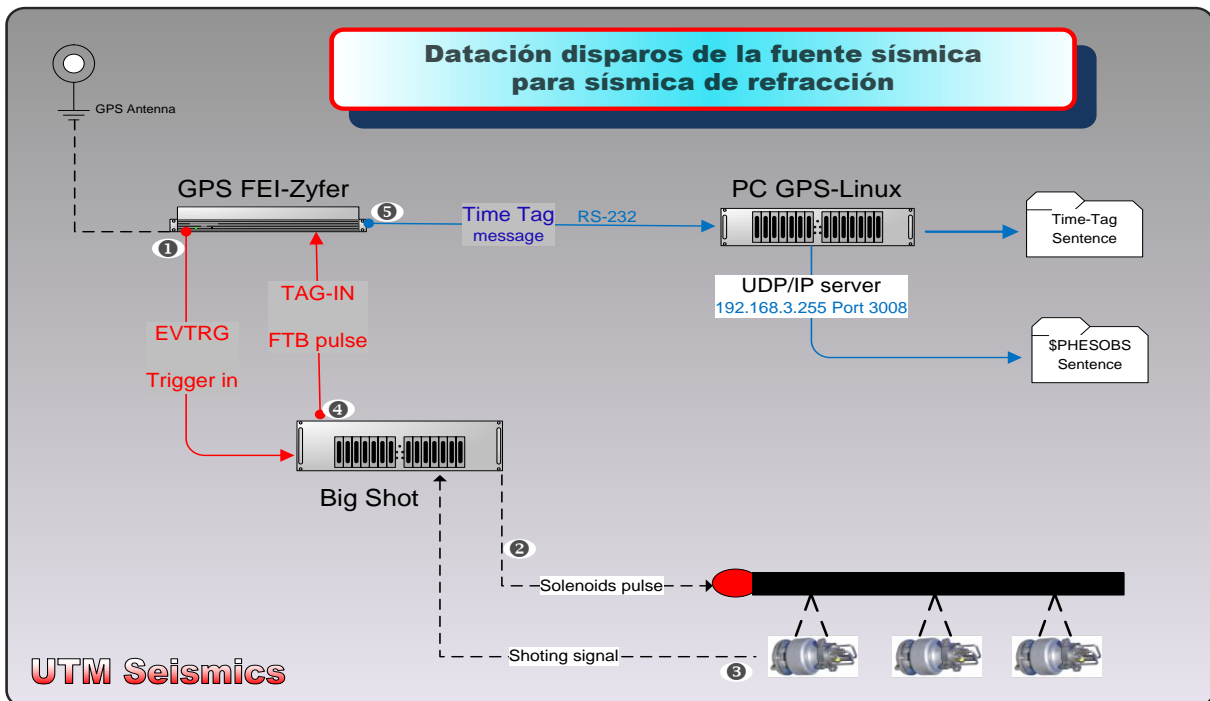


Fig. 12. Diagrama de generación de fuente sísmica y datación de eventos en sísmica de refracción.

Para sismica de reflexión se ha generado el trigger mediante el programa de navegación EIVA<sup>®</sup>, que calcula eventos equidistantes marcados (a una distancia elegida recorrida) sobre la línea de sondeo o bien, periódicos según intervalo de tiempo exacto y establecido previamente al inicio del levantamiento.

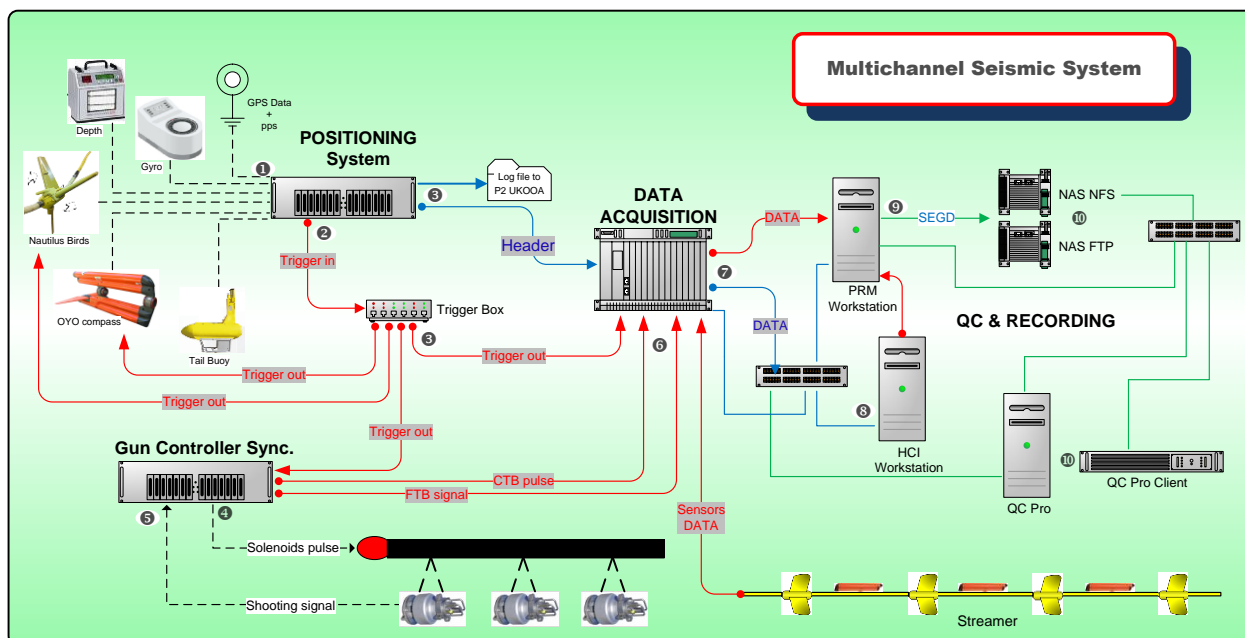


Fig. 13. Diagrama de generación de fuente sísmica y adquisición para sismica de reflexión 2D.

### SISTEMA DE CONTROL DE CAÑONES

El controlador de cañones se encarga de generar los pulsos que activarán las solenoides así como de adquirir las señales procedentes de los sensores e hidrófonos instalados en cada uno de los cañones. 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* de *Real Time Systems*

Nuestro controlador de cañones *Big Shot* 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.

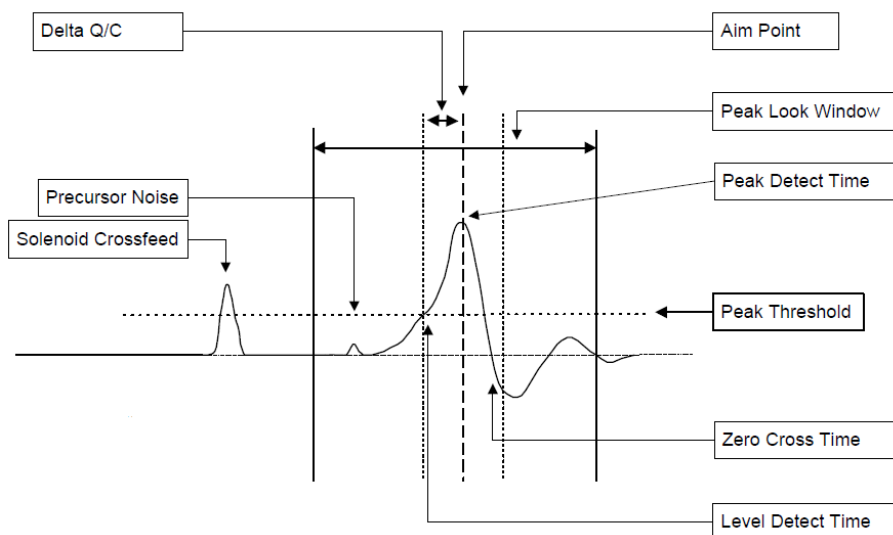
- b) Ordenador que gestiona el controlador con el interfaz de usuario cliente.

Un ordenador con sistema operativo Windows XP está dedicado exclusivamente al funcionamiento del programa *Big Shot* 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 panel

Gestiona las conexiones entre el controlador de cañones y los umbilicales que soportan los cañones de aire.

El disparo de los cañones (aiming point) se produce **50 ms** después de la recepción del pulso procedente de la navegación Eiva® o del GPS Fei-Zyfer GPS Starplus (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, hora UTC. Para entender con más detalle la secuencia de disparo ver los esquemas que se muestran a continuación



**Fig. 14.** Esquema de tiempos interno de generación de pulso del controlador de cañones *Big Shot*®.

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”.

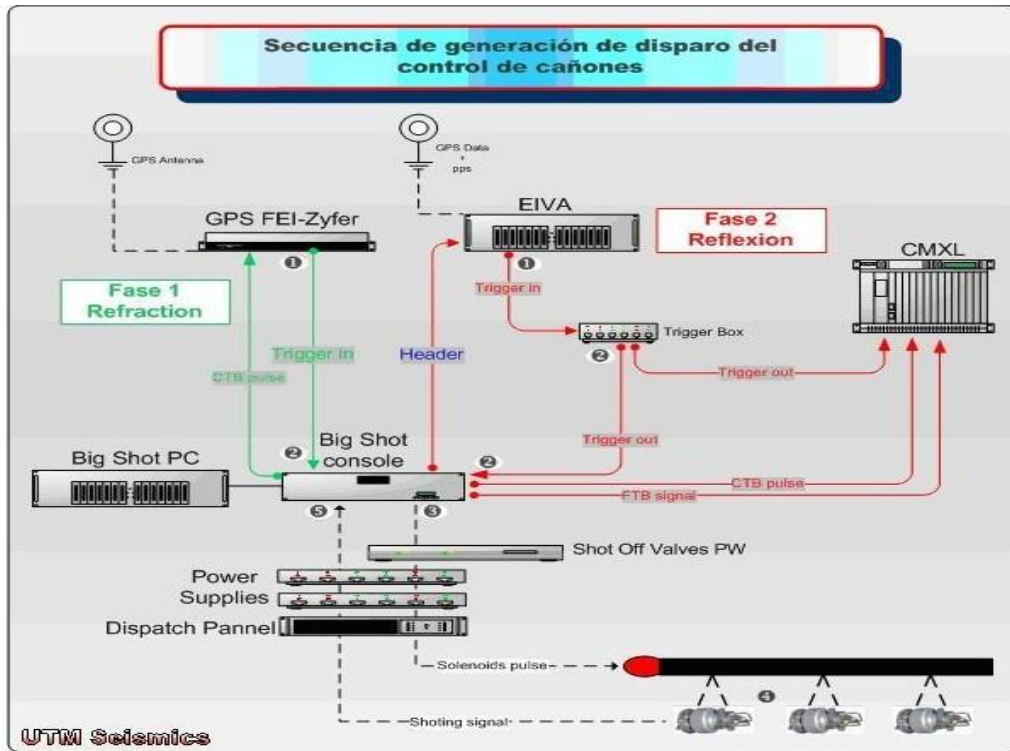


Fig. 15. Secuencia de las señales que generan un nuevo disparo de los cañones

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 tanto en multicanal SEAL se produce con el pulso generado por el sistema de navegación.

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.



Fig. 17

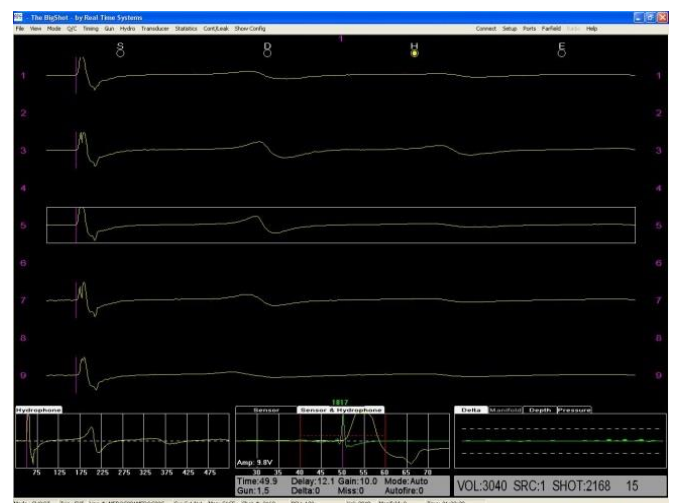
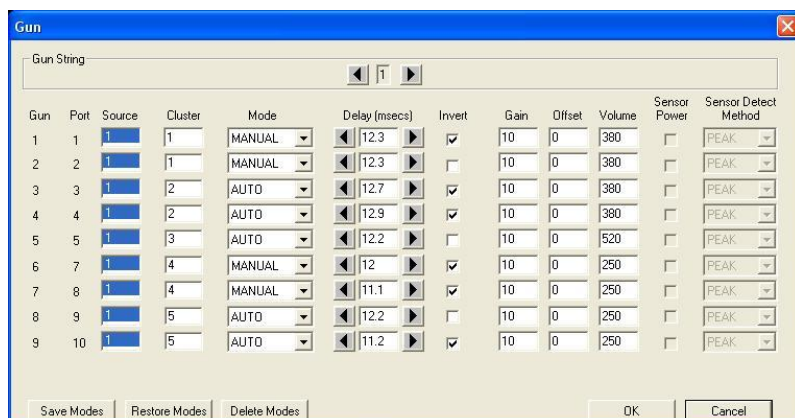


Fig. 16

Fig. 16 y 17.: Detalle de funcionamiento del controlador de cañones y sincronía en la generación de la fuente sísmica.





**Fig. 18.** 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.

## SISTEMA DE NAVEGACIÓN Y GENERACIÓN DEL EVENTO DE DISPARO EIVA®

El sistema está formado por los siguientes elementos:

- Sistema de posicionamiento global.

Este es sistema utilizado para geo-referenciar todos los equipos y objetos dinámicos del sistema sísmico de la UTM en el barco "Sarmiento de Gamboa".

- PC de adquisición y control.

Se dedica un ordenador comercial, con sistema operativo Windows XP, únicamente dedicado para la utilización del conjunto de programas EIVA®.

- Software: NaviPac.

NaviPac: Configura las entradas y salidas de comunicaciones; así como la adquisición, la navegación y la visualización.

Consta de dos programas principales que controlan al resto.

- ✓ NaviPac Config: este software es el de configuración de todos los elementos del sistema. Desde aquí se activan el resto de programas.
- ✓ NaviPac Online: este programa es que controla la navegación, la adquisición, los eventos y la visualización. Tiene, entre otros, los siguientes programas asociados.
  - Definición de eventos
  - GPS Status.
  - Input Monitor
  - Log Data
  - Helsman Display
    - Generación de líneas
    - Selección de líneas
    - Inicio de la adquisición
    - Control de la navegación
    - Generación de waypoints

- ✓ Caja con 4 salidas de eventos. Caja distribuidora de señales provenientes de una entrada BNC a cuatro salidas BNC

El sistema de navegación proporciona al operador la posibilidad de generar pulsos, “trigger in”, para iniciar la adquisición sísmica de puntos equidistantes en el espacio deseado o equitemporales con el período de tiempo deseado.

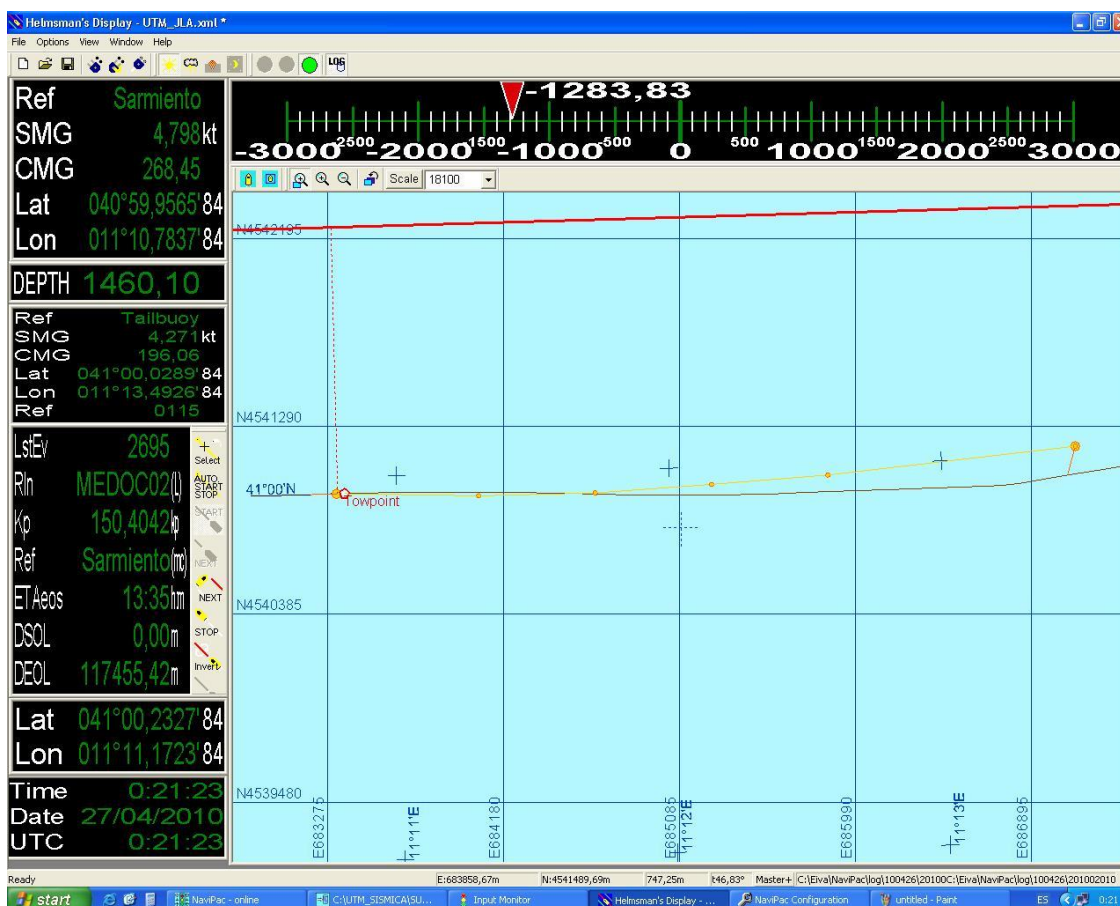


Fig. 19. Visualización y control a tiempo real de la posición del “streamer” y equipos auxiliares.

### 4.3. 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 sísmica 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 contenedor de 10 pies adecuado a este propósito y situado en la vía húmeda del Sarmiento de Gamboa. La segunda parte consiste en el equipo marino, compuesto de secciones elásticas, secciones activas y módulos electrónicos.

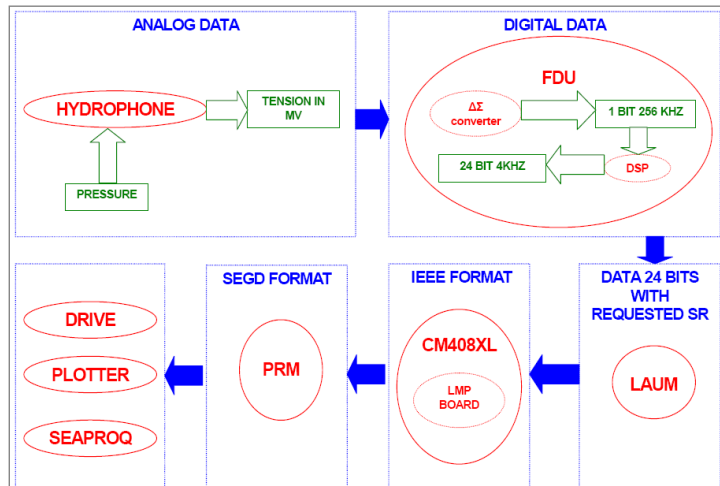


Fig. 20. Diagrama de funcionamiento

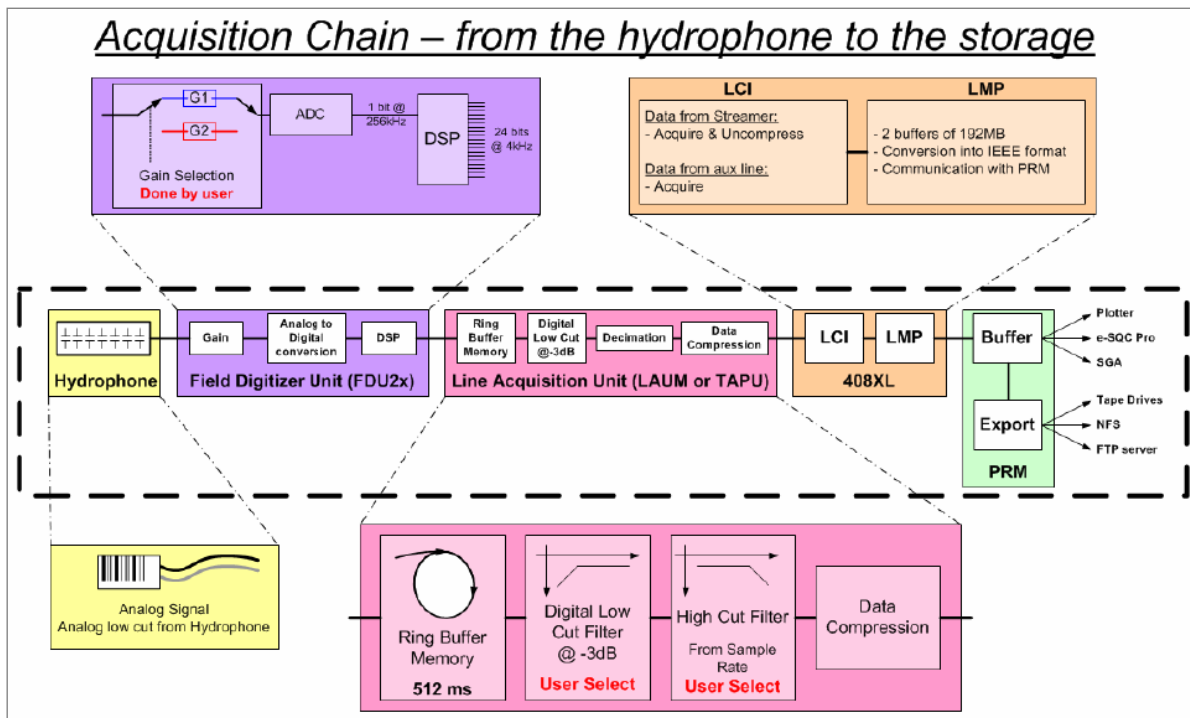


Fig. 21. Esquema de grabación de datos

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 de 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. Convertidores 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. Un formato compatible entre nuestro sistema de navegación EIVA y SEAL es el denominado SPECTRA.

Tabla 2. SEAL NAVIGATION SETUP	
Navigation Type	SPECTRA
Port Type	RS-232
Baud Rate	9600
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.

## **INSTRUMENTAL INSTALADO EN LABORATORIO:**

**HCI Estación de trabajo SUN ULTRA 45 (HCI).** A través de esta el operador controla el sistema de adquisición, basado en un terminal de trabajo de SUN. Sobre sistema operativo SOLARIS 10, un paquete de software SEAL® controla la adquisición de datos del “streamer”.

Las funciones principales del software instalado en esta máquina son:

- Control operativo.
- Alta resolución gráfica
- Monitorización de actividad de sistema
- Demostración, análisis de actividad de sistema
- Informe automático de los datos del observador.
- Control del estado de la alimentación de todo el sistema.
- Adquisición secuencial controlada por “trigger” externo o interno.
- Señal en tiempo real con la adquisición.
- Listado de todos los parámetros
- Control automático de las pruebas de validación del sistema.

### **Módulo de control CMXL**

El Módulo de Control CMXL es la unidad de grabación que interconecta la red de datos con la unidad de cubierta. De hecho consta de 2 unidades principales; el 408XL y el PRM.

#### **408UL CMXL LCI/LMP Boards**

Este módulo está compuesto de dos placas LCI y LMP\_S. Son capaces de registrar hasta 10000 canales con 2ms de tasa de muestreo (sample rate).

La placa de control de línea LCI recoge los datos del “streamer”. Estos datos son tomados por un DSP sin comprimirlos para posteriormente ser procesados. Los datos sísmicos son convertidos en formato de IEEE 32-bit y pasados a la placa LMP\_S. La energía para los canales auxiliares es suministrada por otra placa, llamada PLCI.

Esta placa LCI es la única conectada al módulo 408XL. Genera la señal de reloj principal en la línea a 16.384 MHz para sincronizar. Controla la sincronización de entrada y salida del registro/señal.

La placa de procesado de memoria en línea LMP recibe los datos sísmicos de la placa LCI. Actúa como demultiplexador. Este también controla las conexiones Ethernet y las comunicaciones serial de los conectores tipo “Blaster” instalados en su parte posterior.

Las comunicaciones son a través de un buffer de tamaño 384 Mb dividido en dos partes, una para recibir los datos actuales de la placa LCI y la otra para enviar los datos de adquisición anteriores a la siguiente etapa de tratamiento.

#### **PRM Modulo procesador 1500 SEAL**

El Modulo Remoto de Procesado es la interfaz de comunicación entre 408XL y los dispositivos de almacenamiento. Este recibe la demultiplexación de los datos desde 408XL en formato IEEE 32-bit y los convierte en formato SEGD.

Los datos son guardados temporalmente hasta ser exportados a las unidades de almacenamiento y al sistema de control de calidad eSQC-Pro® en tiempo real.

#### **Unidad cruzada de cable de cubierta DCXU**

DCXU es un módulo compuesto por una unidad LAUXM (Unidad Marina Adquisición en Línea Cruzada) más un DCI (Interfaz del Cable de Cubierta). El DCXU permite a la conexión entre el

“streamer” y las demás placas (PWM-2, CMXL, Birds, controlador Acústico...).

### **Fuentes de alimentación**

Las unidades de alimentación consisten en módulos de control de alimentación, PWMC y PWM-2. Estos suministran el alto voltaje para todo el “streamer”. El control de la fuente de alimentación puede realizarse localmente en el PWM o de forma remota desde el HCI si se utiliza un PWM-2. HCI se comunica con el módulo PWMC mediante una dirección IP.

Estos módulos de alimentación suministran un voltaje de 350 VDC con una potencia de 700 W para los equipos electrónicos marinos a través de dos canales independientes llamados HV1 & HV2.

### **EQUIPOS DE CUBIERTA:**

En la cadena de adquisición estos equipos son los encargados de conectar la DCXU del container de adquisición, que es el primer elemento del “streamer”, con el cable que une la cabeza de la parte marina del streamer, también denominado “Lead-in cable”.

#### **Deck Cable**

El cable de cubierta es la unión entre la unidad DCXU y el chigre que contiene el “streamer”. Este cable transmite toda la telemetría, líneas auxiliares y de energía. Tiene una longitud de 50 m.

#### **Slip Ring**

Se utiliza para continuar la comunicación y el flujo de datos entre el sistema de adquisición y el “streamer” a través del eje del chigre, posibilitando comunicación continua cuando estamos girando el tambor.

#### **Winch Jumper**

Es el cable que conecta el slip ring con el “lead-in cable” o cable de tracción y comunicación del “streamer”. Su longitud es de 2 metros y se encuentra ubicado dentro del tambor del chigre.

## **4.4. “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 12 canales de 12,5 m 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.

De proa a popa, estos son los principales componentes del “streamer” multicanal actualmente en propiedad de UTM:

### Lead in cable

Es la sección inicial de cable utilizado para conectar la cabeza del “streamer” con el cable de cubierta. Realiza la tracción desde el tambor del chigre. Es un cable reforzado que contiene una capa eléctrica y cuatro fibras ópticas. Tiene una malla exterior que lo refuerza para soportar toda la tensión del “streamer” desplegado. Las líneas de fibra óptica aseguran una comunicación óptima. Tiene dos terminaciones en cada extremo:

#### HLFOI

Interfaz de fibra óptica de la cabeza. Convierte la señal eléctrica de la línea en óptica y viceversa. Se alimenta del DCXU a una tensión de 48 V.

#### TLFOI

Interfaz de fibra óptica de la cola. Análoga a la anterior. Convierte la señal eléctrica en señal óptica. Se alimenta del HAPU a una tensión de 12 V.

### SHS

Sección corta de cabeza. Es una sección neutral que permite la unión mecánica entre TLFOI y el HAPU. Tiene una longitud de 6 m.

### HAU

La unidad auxiliar de cabeza HAU alimenta la línea de telemetría tomando el Alto Voltaje y también mide la tensión del cable (en daN).

### HESE

La sección elástica extensión de cabeza HESE es también una sección neutral. Su función es la absorción de los tirones provocados por el desacoplamiento mecánico entre el streamer y el barco. En su parte inicial está equipada con una bobina para acoplar un sistema acústico. En su cola contiene también una bobina para la comunicación con birds acústicos tipo DIGICOURSE. Tiene una longitud de 50 m.

### HESA

El adaptador de sección elástica HESA adecúa el diámetro de los conectores entre la sección HESE y la primera sección activa del “streamer”. Esta sección también incluye dos bobinas para comunicación acústica. Tiene una longitud de 10 m.

### 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		
Hidrófono	Capacidad Nominal	34,5 nF @ 20°C ± 10%
	Sensibilidad Nominal	-193 dB re 1V/μPa @ 1bar @ 20°C
Canal	Hidrófonos por canal	8

	<b>Capacitancia del canal</b>	278 nF @ 22°C
	<b>Sensibilidad del canal</b>	19,7 V/bar @ 22°C
<b>Dimensiones físicas</b>	<b>Longitud</b>	150 m
	<b>Diámetro del cable</b>	59,5 mm
	<b>Tensiómetro</b>	Twaron/Vectran
<b>Streamer</b>	<b>Máxima longitud sin alimentación con telemetría</b>	15750 / 12n 60 ch
<b>Ambiente</b>	<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-10° a +40°C
	<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-35° a +50°C
	<b>Max. Profundidad de operación</b>	30m Profundidad restringida = 22 m
	<b>Profundidad de colapso</b>	250 m
	<b>12km streamer</b>	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

## LAUM



La unidad marina de adquisición de línea LAUM es la parte visible de la electrónica marina. Interpreta las órdenes de la 408XL. Tiene una memoria interna limitada, por eso y según la tasa de muestreo varía el número de secciones activas de adquisición SSAS que controla.

Tabla 6. LAUM	
<b>Función</b>	Dirige hasta 60 canales de sísmica. Fuente de alimentación de las FDUs en el streamer (+/-24VDC). Enrutado de datos. Filtrado y compresión de datos.
<b>Especificaciones físicas</b>	
Masa en el agua:	1 kg
Espaciado a lo largo del cable:	750m@12.5m@2 ms



Diámetro externo:	53 mm
Longitud:	350 mm

## FDU2M

La unidad de digitalización de campo FDU es un dispositivo electrónico que adquiere la señal analógica del sensor y la convierte en digital. Cada FDU2M procesa dos canales, por lo que en una sección activa SSAS de 12 canales hay 6 dispositivos de estas características.

Tabla 7. FDU2M	
<b>Función</b>	Transmisión de datos con control CRC. Convertor 24 bit A/D. D/A conversión con bit programable de flujo.
<b>Niveles entrada a escala completa</b>	
@G1600	1.6 V RMS
@G400	400 mV RMS
Offset	0 (latencia cero)
Filtro de corte de bajas frecuencias	Analógico 3 Hz
Filtro de corte de altas frecuencias	0.8 FN( filtro de fase lineal o mínima)
Parada de atenuación de banda	>120 dB( sobre Nyquist)
Tasas de muestreo	4, 2, 1, 0.5, 0.25 ms
Tamaño de la palabra	24 bits
Tiempo estándar	Sincronización real sistema

## HAU

La unidad auxiliar de cabeza tiene tres funciones: medir la tensión del cable, fuente de alimentación de 12 VDC del convertidor óptico del lead in cable y también actúa como fuente de alimentación de +/-24 VDC de la unidad digitalizadora o las líneas de telemetría.

## TAPU

La unidad de adquisición y alimentación de cola se compone de la misma electrónica que un LAUM. Actúa como un LAUM esclavo durante la adquisición normal. En caso de interrupción de una de la línea de telemetría del “streamer” actúa como puente entre las dos líneas de adquisición. Además, proporciona alimentación de 40 VDC para la boya de cola.

## TES

Esta sección elástica se encuentra situada después del TAPU, y se encarga de atenuar el y ruido provocado por el desacoplamiento mecánico entre el “streamer” y la boya de cola. Está equipada con dos bobinas de comunicación. Tiene una longitud de 50 m.

## STIC

Cable de interfaz para la cola del “streamer”. Es la unión mecánica entre la sección TES y el Swivel. Tiene una longitud de 25 m.

## TAIL SWIVEL

Giratorio de cola que permite la libre rotación entre la sección STIC y la boya de cola.

## TBJ

El conector de la boya de cola es un cable pequeño A&G que comunica el STIC con la boya de cola. Tiene dos funciones básicas, la de alimentar el sistema de RGPS de la boya y establecer la comunicación con esta para “streamers” inferiores a 6 kilómetros. Tiene una longitud de 2 m.

#### 4.5. 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 ha instalado una antena de radio de alta potencia sobre el puente de gobierno del Sarmiento de Gamboa. El alcance de las radios es aproximadamente de 12 kilómetros con una antena de RF situada a 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 envían 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.

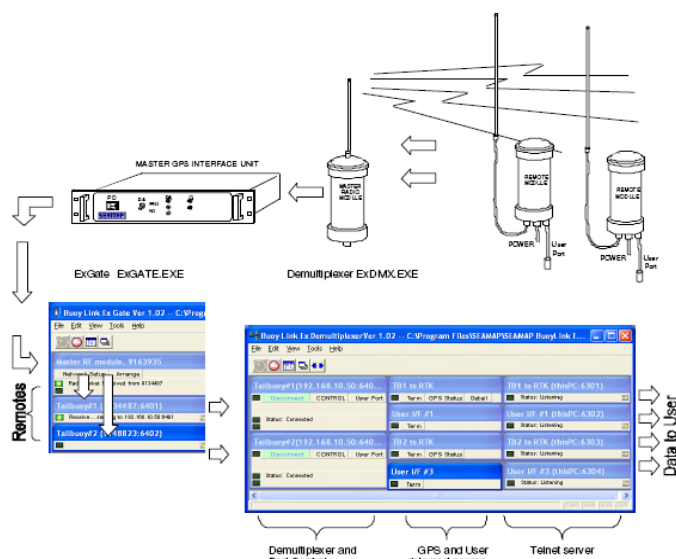


Fig. 22. Diagrama de comunicaciones del sistema EXGATE de SEAMAP®

#### 4.6. OYO GEOSPACE® COMPASS Y AIRBAGS

Los dispositivos HSRD-500S de OYO GEOSPACE<sup>®</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 “compases”. 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.

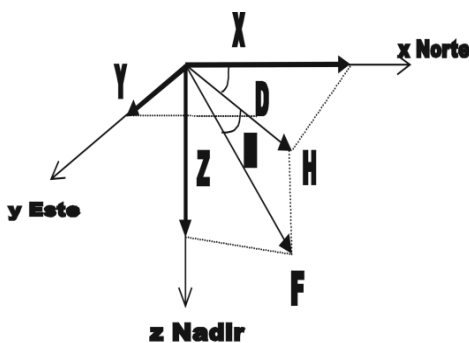
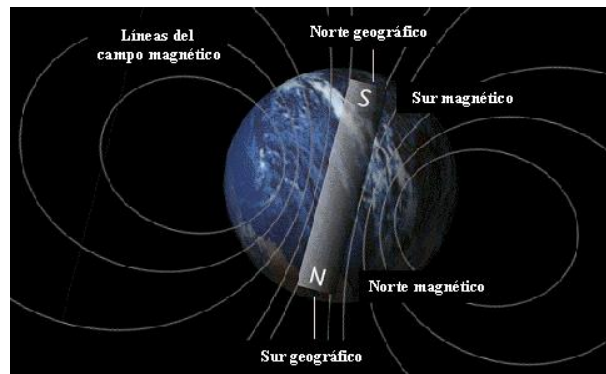
Características principales:

- 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 norteño 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.

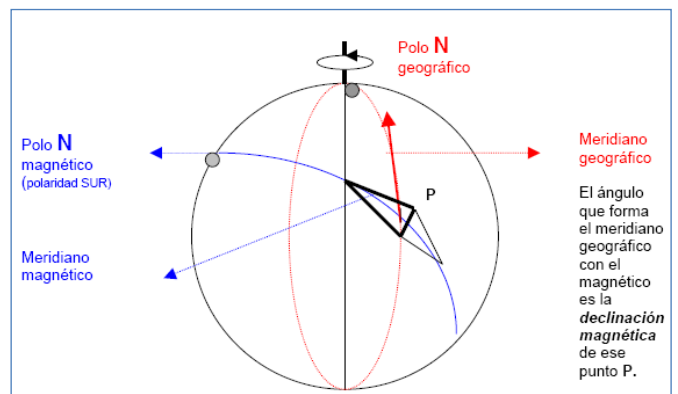


El campo magnético terrestre es una magnitud de carácter vectorial, por lo que para estudiar sus componentes se toma como referencia en un punto de la superficie de la Tierra un sistema tri-rectangular de ejes vertical, N-S y E-O. De esta forma, la intensidad del campo ( $F$ ) y sus proyecciones horizontal ( $H$ ) 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).

**Fig. 23. 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.

#### 4.7. “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.

Además, ofrece la posibilidad de proporcionar un posicionamiento marino acústico de alta resolución en caso de utilizar en un futuro “streamers” paralelos, sísmica 3D.

##### Características principales:

- ✓ Integración de todas las funciones: Control omnidireccional del “streamer”.
- ✓ profundidad, dirección, acústica y telemetría.
- ✓ Transductores acústicos alineados con el “streamer”.
- ✓ Batería interna para que opere durante mantenimiento del “streamer” o en caso de avería de este.
- ✓ Diseño sencillo de instalar por el operador.
- ✓ Telemetría y energía en sistemas redundantes.
- ✓ Acústica basada en un esquema de modulación y derivación de tiempos, que permite determinar la desviación estándar en cada medición.
- ✓ Controlador de superficie:
  - Incluye un interfaz de usuario gráfico autónomo que permite un control total de la red de acústica, profundidad y dirección de cada “bird” instalado por “streamer”.
  - Compatibilidad con el “streamer” y todos los equipos Sercel® instalados a bordo.
  - Exporta los datos de control para integración en cualquier sistema de navegación.

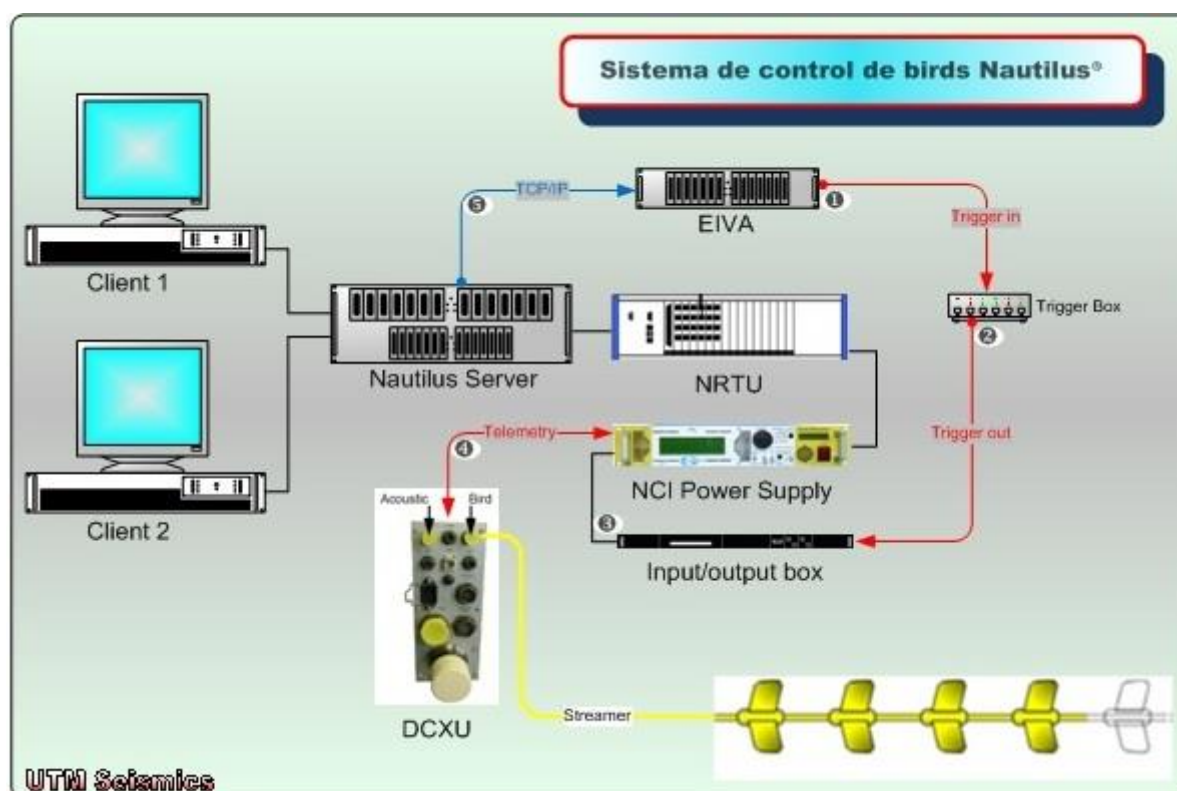


Fig. 24. Esquema de funcionamiento del sistema de “birds” Nautilus®.

#### 4.8. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESQC-PRO®

ESQC-Pro es una potente herramienta integrada en tiempo real de control de calidad de los datos sísmicos sin afectar a la adquisición. Tiene arquitectura en cliente, servidor que permite la visualización de control de calidad en tiempo real en un PC estándar a distancia a través de una conexión segura. Tiene la posibilidad de realizar este mismo proceso a posteriori; de manera flexible, cómoda y versátil para analizar cualquier dato y evaluar o comparar sus características con otros previos.

Un software de control de calidad como éste permite continuo control de calidad de los datos sísmicos, que debe realizarse en paralelo con la adquisición.

Además de la ventana de alta resolución con tratamiento de calidad en los registros sísmicos AGC (Amplitude Gain Control), filtrado y la ecualización, el software eSQC-Pro incluye la visualización de los siguientes parámetros:

- El nivel de ruido ambiental,
- Nivel de la señal sísmica,
- Relación señal / ruido,
- Análisis de frecuencia,
- Trazas que superen un determinado umbral de los atributos anteriores,
- Detección automática primera llegada,
- Sensor de errores.

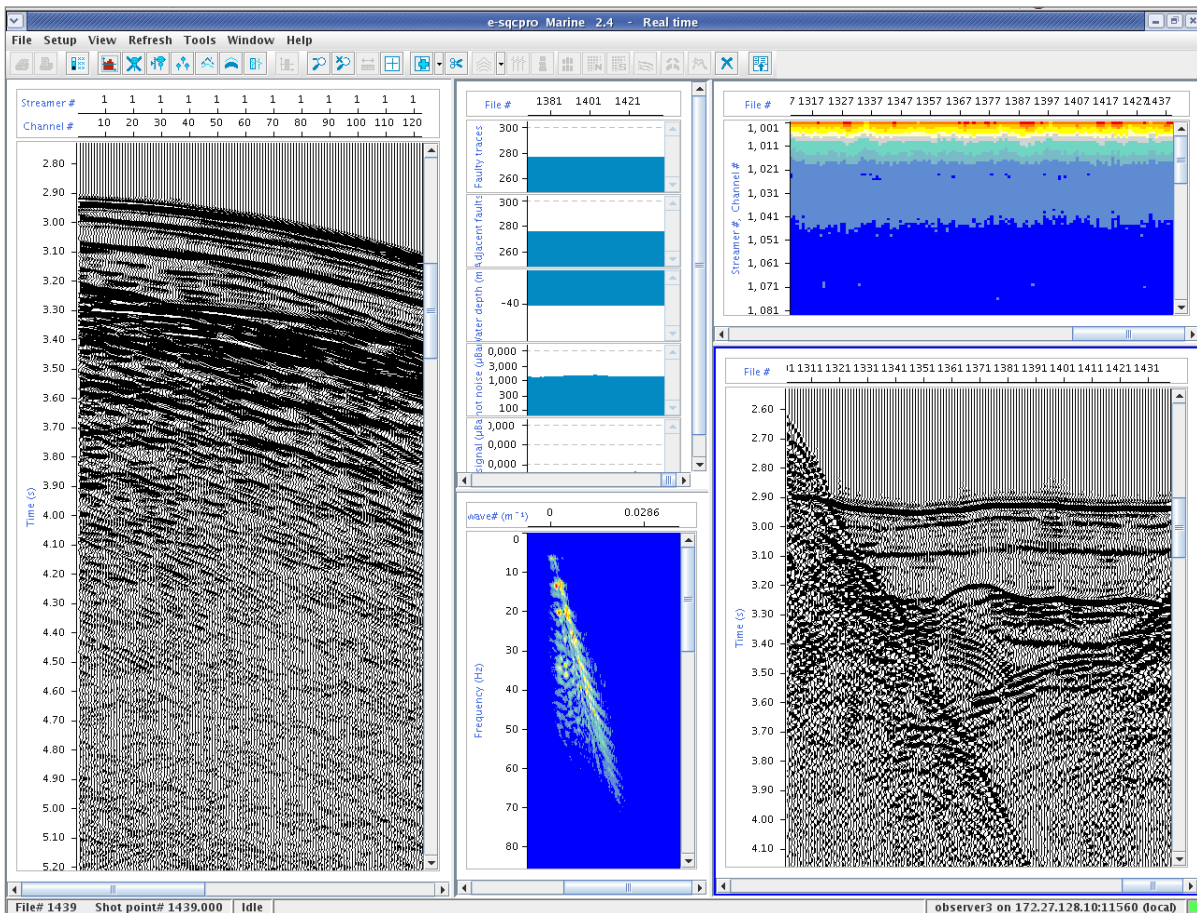


Fig. 25. Representación gráfica del sistema de control de calidad a tiempo real ESQC-Pro de Sercel®.

Tras cada disparo, eSQC-Pro muestra un resumen de algunos importantes los valores calculados en la forma de gráficos de barras:

- El número de trazas defectuosa con detalles de los problemas.
- El número de trazas (canales en el “streamer”) sucesivas defectuosas.
- Propiedades de la fuente (nivel de ruido ambiental, nivel de señal).
- Disparos fuera de rango.
- La profundidad del agua (extraído de la cabecera del SEG D).
- Mapa de ruido ambiental (canal por canal el nivel de ruido ambiental).
- Mapa de la señal sísmica (canal por canal el nivel de señal sísmica).

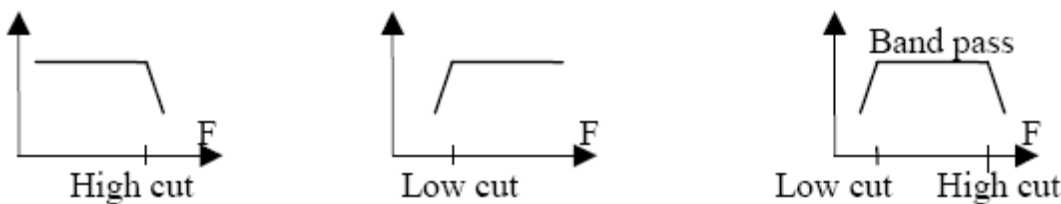
Las dos ventanas gráficas principales de este sistema son “single trace view” y “seismic view”. El control de calidad de los datos, así como su continuidad a lo largo de todo el “streamer” se realiza mediante estas dos visualizaciones principales:

1.- Traza fijada elegida por el operador, disparos consecutivos. Muestra una traza sísmica específica y sus propiedades (ventana “Single Trace”) con la posibilidad de aplicar una amplificación AGC, filtrado y ecualización de la señal, durante los disparos consecutivos seleccionados.

2.- Disparo, visualizando todas las trazas para cada emisión o disparo.

El espectro de amplitud de la frecuencia/número de traza (FK) es una forma alternativa de representar la variación espacial de la señal sísmica. Esta aplicación muy útil se representa gráficamente con un mapa FK (transformada de la frecuencia). Se realiza una imagen “rate” de los módulos de la transformada FK en una ventana de tiempo escalada a gusto del operador.

Se pueden combinar unos filtros pasa-banda de altas y bajas frecuencias.



Si se selecciona una frecuencia de corte, los campos del módulo FK se re-escalan para visualizar los valores mínimo y máximo.

- De 0 a la frecuencia de muestreo menor a 2 Hz, el filtro es igual a 1;
- A partir de la frecuencia de muestreo menor a 2 Hz a la frecuencia de la muesca, el filtro es igual al cuadrado de la función Hanning (de 1 a 0);
- Frecuencia muestreo mayor de 2 Hz, la filtro es igual al cuadrado de la función Hanning (de 0 a 1);
- Desde la frecuencia de muestreo mayor de 3 Hz a la frecuencia de Shannon, el filtro es igual a 1.

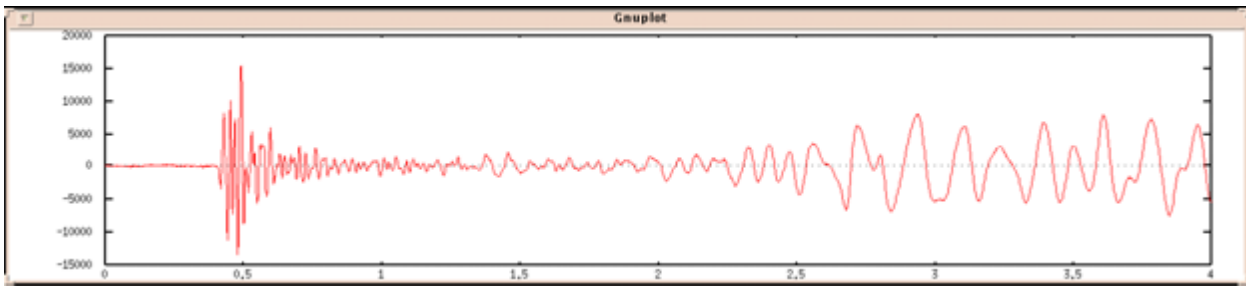


La inversa de la transformada Rápida de Fourier se puede aplicar, teniendo como resultado la reducción de la longitud original de traza.

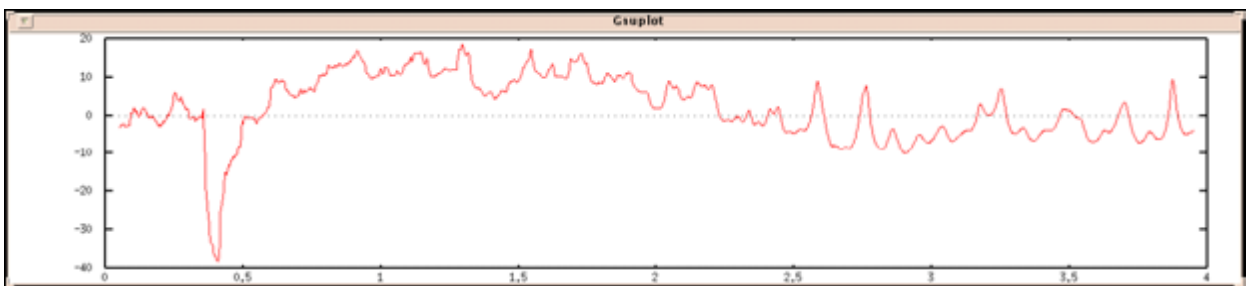
El algoritmo de primer descanso se basa en el método Coppens F. Coppens, 1985, "En primer lugar de llegada Recoger en común de compensación de seguimiento de las colecciones estimación automática de las correcciones estáticas ", prospecciones geofísicas 33, [p1212-1231]. El sistema calcula la relación entre un aumento ventana y el ruido de una ventana de la señal de tamaño fijo. La energía que se mueve Ratio (MER) está dada por:

$$MER(t) = \frac{\frac{1}{t} \sum_{i=T_0}^{t-1} w(i)^2}{\frac{1}{M} \sum_{i=t}^{t+M-1} w(i)^2}$$

$t$  = tiempo de la relación de energía en movimiento.  
 $T_0$  = pie La hora de la profundidad del agua (depende del agua profundidad y velocidad de propagación en el agua), para evitar la detección de la primera oportunidad en la onda directa.  
 $M$  = longitud de la ventana de detección (0,05 s).  
 $w(i)$  = muestra de la huella en el momento  $i$ .  
 El término  $T_0$  es cero si la profundidad del agua no está incluida en la cabecera del registro.



Traza



Función MER

Cuanto mayor sea la relación señal-ruido, el sistema será más eficiente en detectar el fondo. La relación señal-ruido depende de las propiedades terreno, el tipo de fuente sísmica, el nivel de energía fuente, el ruido ambiental, la disposición de las baterías de hidrófonos, el "stacking fold", etc.

Como resultado, podremos analizar si la primera llegada es válida. La fase de validación se basa en la segunda derivada de registros en trazas sucesivas.

#### 4.9. SERVIDOR DE TIEMPO SINCRONIZADO CON GPS (NTS)

Se ha instalado un PC que hace las funciones de servidor de tiempo, sincronizado con GPS. Esta estación de trabajo dispone de 5 salidas de red. Cada dispositivo instalado en las diferentes redes se ha sincronizado vía Ethernet a este servidor.

El departamento de Telemática ha instalado y configurado el software necesario para recoger la sentencia NMEA enviada por el GPS en formato \$GPGGA y \$GPZDA para sincronizar el reloj interno de este equipo con la fecha y hora del GPS. Una vez sincronizado, son el resto dispositivos que pertenecen a la red de adquisición, sistema de control de calidad, telemetría o navegación, que a través las que vía Ethernet actualizan sus relojes internos a este mismo servidor.

De esta manera se logra una sincronización global de todos los equipos con tiempos absolutos GPS, para trabajar todos al unísono y no haya problemas de desfase de tiempo entre datos.

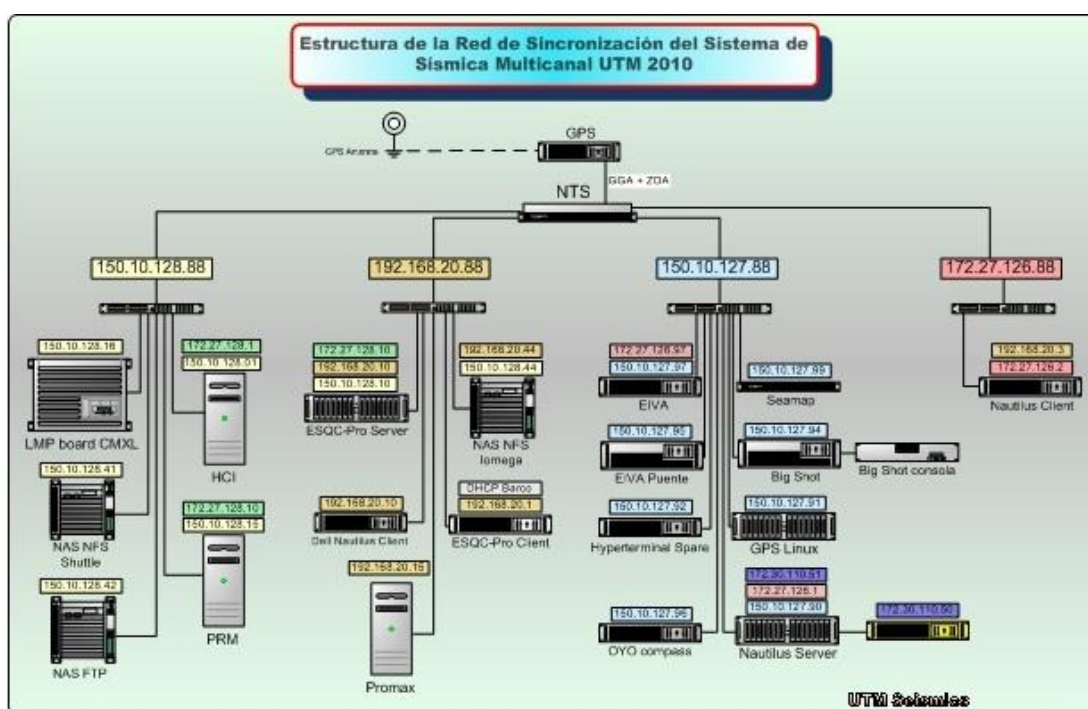


Fig. 26. Esquema de red de sincronización del con un Servidor de Tiempos GPS.

#### 4.10. ESTACIÓN DE TRABAJO PROMAX 2D DE LANDMARK®

Para procesar a tiempo real y en campaña los datos sísmicos registrados se ofrece la utilización de una estación de trabajo con sistema operativo Linux, sobre el cual se ha instalado Promax 2D v. 5000.0.8 de Landmark®.

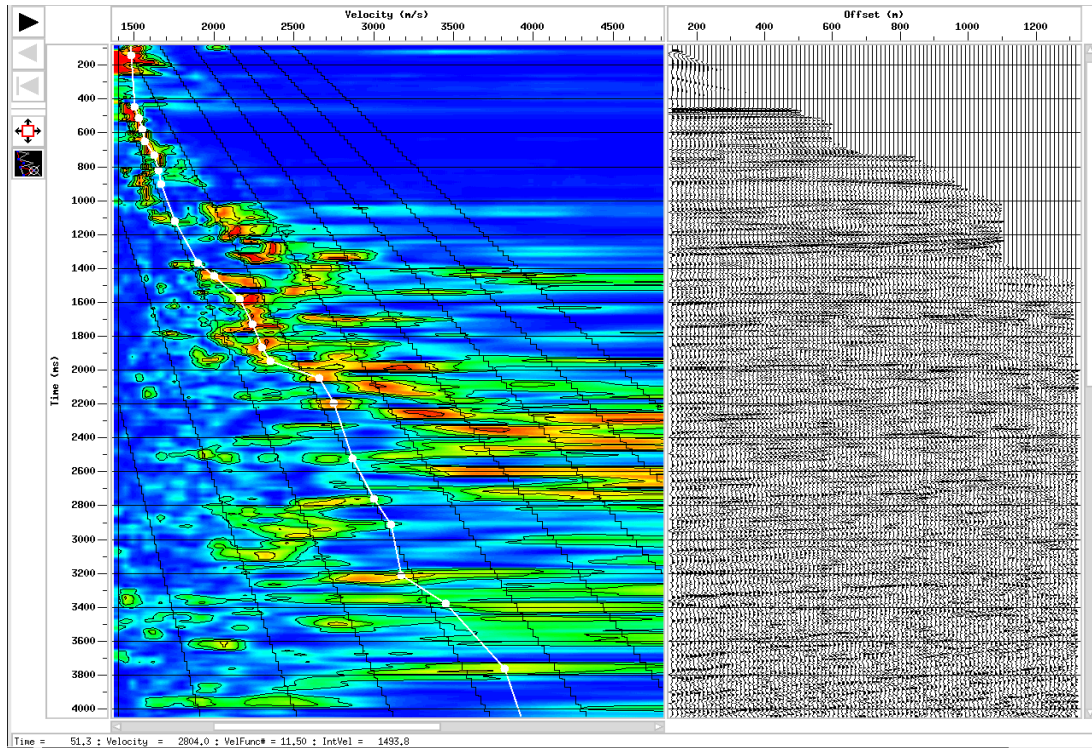


Fig. 27. "Picking" del perfil de velocidades por operador estudiando la distribución de energía.

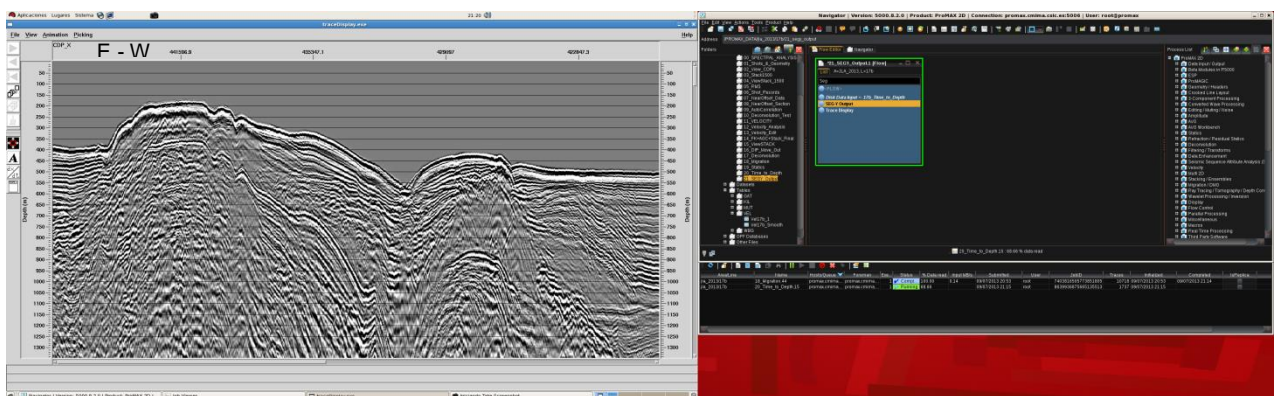


Fig. 28. Perfil final. Editado, filtrado, apilado y exportado con perfil de velocidades

## 5. SÍSMICA MULTICANAL (GENERACIÓN)

### 5.1. COMPRESORES DE AIRE

#### DESCRIPCIÓN

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 2ª etapa, una 3ª etapa y dos 4ª etapas de pistón. La primera etapa es la encargada de dar el volumen total generado, mientras que las etapas de pistón darán la presión máxima.

Se ha trabajado con los dos compresores de a bordo. Los compresores en lo general han experimentado un rendimiento óptimo. Se ha realizado un seguimiento continuo de su funcionamiento y el mantenimiento habitual.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- 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
- Montados en sala de máquinas local de compresores

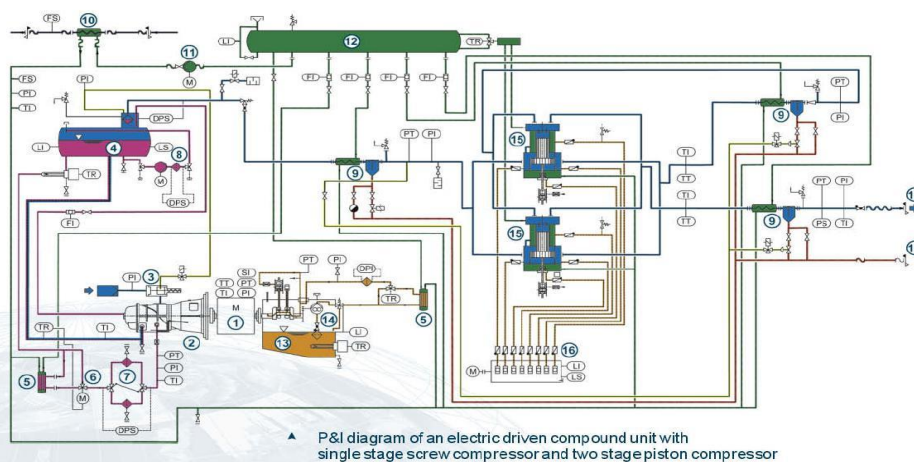
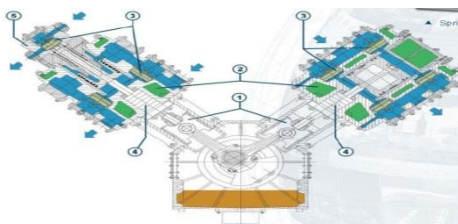
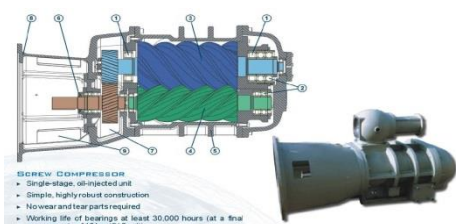


Fig. 29. Diagrama de funcionamiento Compresor

#### 1ª Etapa (Tornillo)

#### 2ª, 3ª y 4ª Etapas (Pistón)



## INCIDENCIAS COMPRESORES:

PLC de la vía húmeda, no arranca el sistema operativo

### CÁLCULO DE RENDIMIENTO/GENERACIÓN DE CAUDAL POR COMPRESOR

presion (bar)	litros/segundo generados compres.	volumen cañones cu in	total volumen cu in	total volum litros array		nº comp	frecuencia de disparo	total litros generados
140	416	760	5200	11931,92		1	90	37440
		760						
		520						
hesp	sarm	520						
87,22l-140bar	416l-207 bar	300						
		300						
		520						
		520						
		500						
		500						
presion (bar)	litros/segundo generados compres.	volumen cañones cu in	total volumen cu in	total volum litros array		nº comp	frecuencia de disparo	total litros generados
140	416	250	1760	4038,496		1	16	6656
		250						
		150						
hesp	sarm	150						
87,22l-140bar	416l-207 bar	70						
		70						
		150						
		150						
		520						
presion (bar)	litros/segundo generados compres.	volumen cañones cu in	total volumen cu in	total volum litros array		nº comp	frecuencia de disparo	total litros generados
140	416	500	3520	8076,992		2	16	13312
		500						
		300						
hesp	sarm	300						
87,22l-140bar	416l-207 bar	140						
		140						
		300						
		300						
		1040						

Fig. 30. Volumen generado y consumido por los compresores en las diferentes configuraciones sísmicas de la campaña Norcaribe

## 5.2. CAÑONES DE SISMICA

### CONFIGURACIONES DE DESPLIEGUE DE CAÑONES

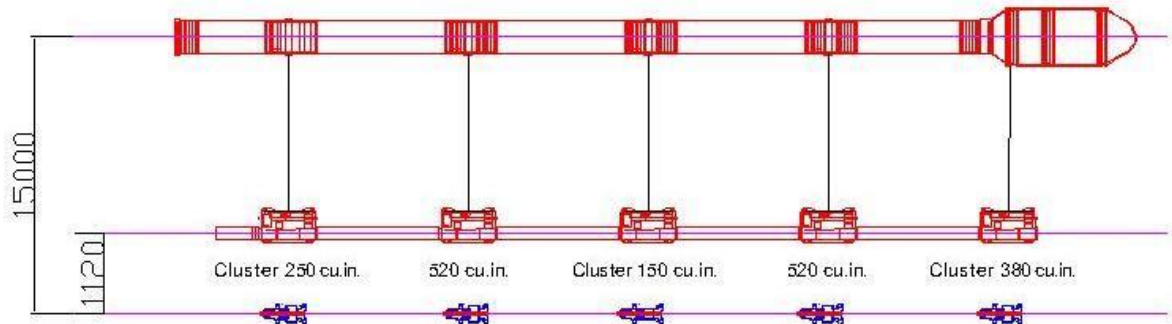


Fig. 31. Configuración de refracción de la ristra de 5200 cu.in desplegada por Er y Br a 15m de profundidad

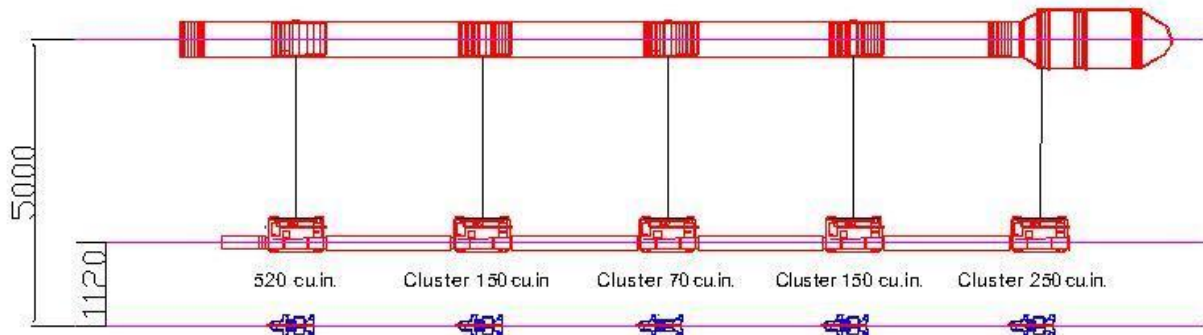


Fig. 32. Configuración de la ristra reflexión de 1760 cu.in desplegada por Br a 5m de profundidad

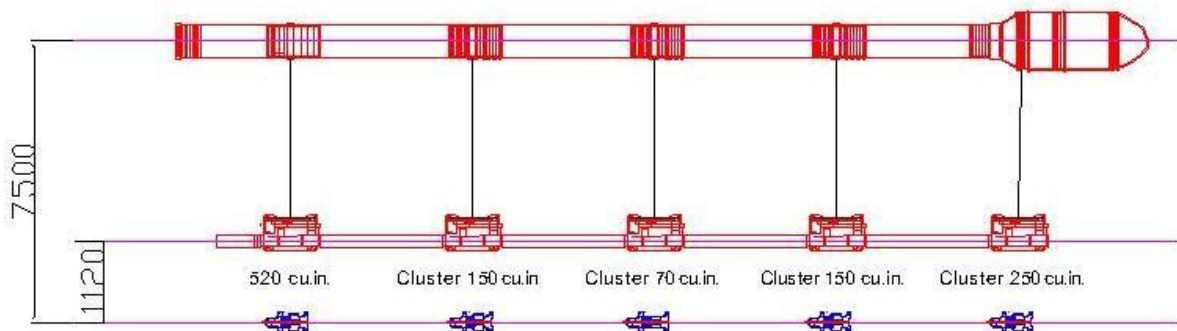


Fig. 33. Configuración de la ristra reflexión de 3520 cu.in desplegada por Er y Br a 7,5m de profundidad

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CONFIGURACIONES :

#### Configuración con 2 ristras (Refracción):

- Modelo: G.Gun II de la compañía Sercel®
- Nº de cañones utilizados: 16 en la configuración de refracción con 2 ristras
- Volúmenes Utilizados:
- Cluster 380 cu.in
- 520 cu.in
- Clúster 150 cu.in
- 520 cu.in
- Cluster 250 cu.in
- Presión de trabajo: 140 bares
- Volumen total: 5200 cu.in.

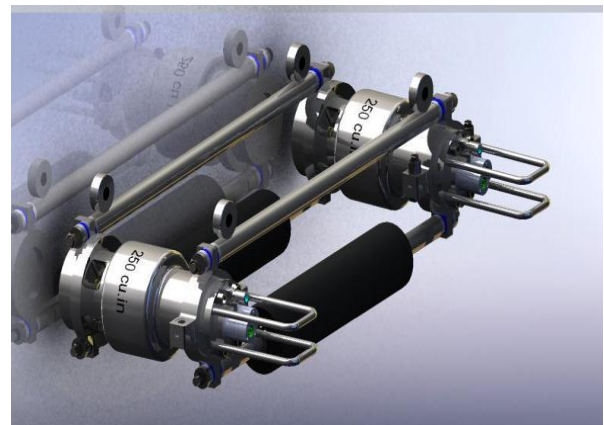


#### Configuración con 1 ristra (Br):

- Modelo: G.Gun II de la compañía Sercel®
- Nº de cañones utilizados: 9 en la configuración de Reflexión con 1 ristra de Br
- Volúmenes Utilizados:
- Cluster 250 cu.in
- Cluster 150 cu.in
- Clúster 70 cu.in
- Cluster 150 cu.in
- 520 cu.in
- Presión de trabajo: 140 bares.
- Volumen total:1760 cu.in.

#### Configuración con 2 ristras (Reflexión):

- Modelo: G.Gun II de la compañía Sercel®
- Nº de cañones utilizados: 18 en la configuración de Reflexión con 2 ristras por Er y Br
- Volúmenes Utilizados:
- Cluster 250 cu.in
- Cluster 150 cu.in
- Clúster 70 cu.in
- Cluster 150 cu.in
- 520 cu.in
- Presión de trabajo: 140 bares.
- Volumen total:3520 cu.in



**Fig. 34.** 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. Muy a tener en cuenta en futuras campañas con objetivos similares a esta.



#### INCIDENCIAS:

2 sensores fuera de tolerancia, aunque no afecto al buen funcionamiento del cañón afectad

### 5.3. ESTRUCTURA SÍSMICA

Para asumir los objetivos científicos y acometer los compromisos adquiridos con la comunidad científica, el equipo técnico de la UTM ha realizado un gran esfuerzo diseñando y fabricando una estructura de cañones específica para las necesidades actuales de la Sísmica en el buque “Sarmiento de Gamboa”.

Consta de una estructura en contenedor de 40 pies y una sub estructura que se monta adicional por la banda de estribor, en ella van 2 grupos de raíles de donde suspende las dos ristas de cañones. Cada grupo de raíles es movido hidráulicamente para encararlo con los raíles fijos de debajo del espartel (Torre).

De esta manera se consigue una maniobra de lanzamiento libre de obstáculos, más facilidad y seguridad.

La estructura va asistida por tres chigres, uno en el centro proa de la estructura, otro en el centro popa de la estructura y otro debajo del espartel, con capacidad para 25m de cabo Dynema de 14mm, estos chigres están situados para asistir en todas las fases de lanzamiento y recuperación de los cañones.

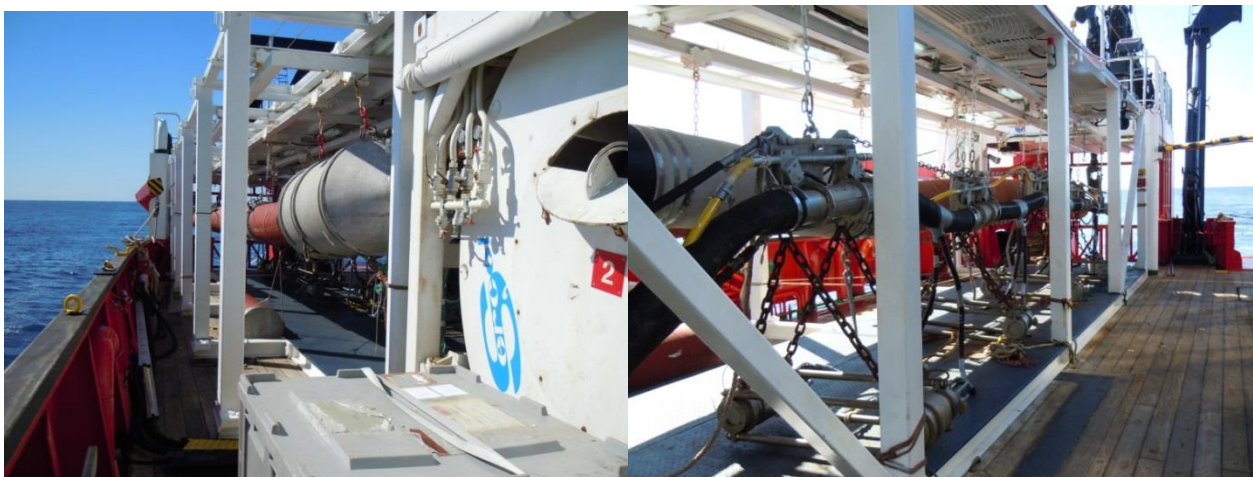


Fig. 35. Estructura de cañones diseñada y fabricada por UTM.

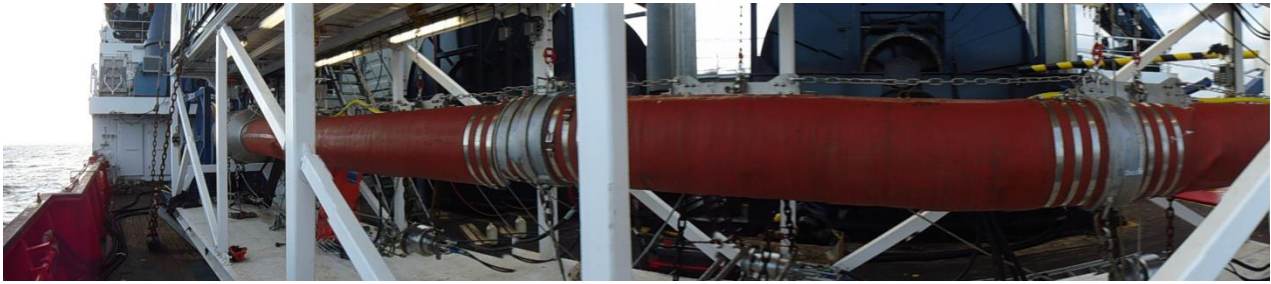
#### **Estructura de babor.**

Consta de una estructura en contenedor de 40 pies, en ella van 2 raíles paralelos de donde suspende la rista de cañones. Estos raíles on fijos, al contrario que los móviles hidráulicamente de su homóloga de estribor. En su parte final, se empalman con los raíles fijos de debajo del espartel (Torre).

De esta manera se consigue una maniobra de lanzamiento libre de obstáculos, con gran facilidad y seguridad.

La estructura va asistida por tres chigres, uno en el centro proa de la estructura, otro en el centro popa de la estructura y otro debajo del espartel, con capacidad para 25m de cabo Dynema de 14 mm. Estos chigres están situados estratégicamente para levantar y traccionar cada una de las partes que componen el flotador y rista de cañones, en todas las fases de lanzamiento y recuperación.





**Fig. 36.** Estructura de cañones diseñada y fabricada por UTM.

### Incidencias estructura

Sin incidencias

## C. DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES.

Descripción de las operaciones por equipos

### 1. EQUIPOS ACÚSTICOS

#### 1.1. SONDA MULTIHAZ DE AGUAS PROFUNDAS. ATLAS DS

##### METODOLOGÍA

Se han realizado levantamientos sistemáticos de sondas multihaz y paramétrica en diferentes zonas del área de trabajo. También se han utilizado durante la realización de las líneas de sísmica se realizaron levantamiento batimétricos simultáneos.

Los datos han sido procesados a bordo

Se han realizado lanzamientos de sondas batitermográficas en la zona de levantamiento batimétrico en cada línea de sísmica. Ver tabla de lanzamientos en Anexos. Cada perfil de temperatura se ha procesado con los datos de salinidad superficial para producir un perfil de velocidad del sonido que se enviaba a través de la red Atlas a las sondas multihaz y paramétrica.

Se han adquirido y almacenado los dos tipos de ficheros ASD: PHF para batimetría (con los haces estabilizados y HOB activado) y los PLS (únicamente útiles para sidescan pues solo contienen los "hard beams" y no están estabilizados en balanceo. Estos datos se guardan en coordenadas geográficas

También se han guardado los ficheros en formato Naviscan SBD, básicamente con la misma información que los ficheros ASD-PHF, aunque en coordenadas UTM..

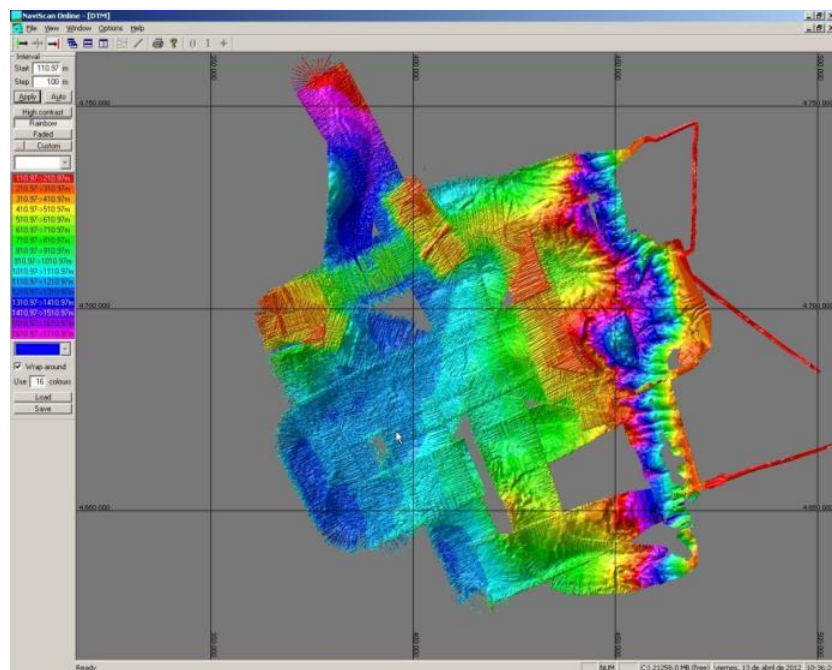


Fig. 37. Software Naviscan

Se ha trabajado con las sondas sin sincronizar y los parámetros de funcionamiento de la sonda han sido los siguientes:

- **Transmission Freq.:** 15.5 kHz.
- **Signal type:** Rectangular CW
- **Pulse Length:** Automatic
- **Source Level:** Depth controlled
- **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.

Antes del inicio de la campaña se realizó una calibración in-situ.

Error total roll: +0.16° ( Incluye -0.07° de instalación)

### 1.2. SONDA PARAMÉTRICA ATLAS PARASOUND

#### METODOLOGÍA

La sonda ha estado funcionando de forma simultánea a la sonda multihaz en los transectos de batimetría y de sísmica.

Durante la presente campaña se han utilizado la siguiente configuración:

- **Transmission Freq.:** 15.5 kHz.
- **Signal type:** Rectangular CW
- **Pulse Length:** Variable entre 0.5 ms y 24 ms, dependiendo de la profundidad.
- **Source Level:** 240 dB
- **Elements (Transmisión):** Full Basis
- **Steering 0° (roll), 0° (pitch)**
- **Reception Shading: (PHF / SLF):** No shading.
- **Reception Gain.** Automatic mode -> **PHF:** 5 dB. **SLF:** 52 dB
- **Output Sample rate:** 0.75 kHz (**PHF / SLF**)
- **BandWith:** 33% of Output Sampling Rate. (**PHF / SLF**)

Los datos se han visualizado y procesado en tiempo real, grabándose los datos en formato SEG Y mediante el programa PARASTORE.

Este programa permite abrir diferentes ventanas para cada tipo de señal adquiridas (en nuestro caso, solamente la SLF) y aplicar a cada ventana diferentes parámetros (ganancias, filtros, TVC, etc.) y almacenar los resultados de forma independiente.

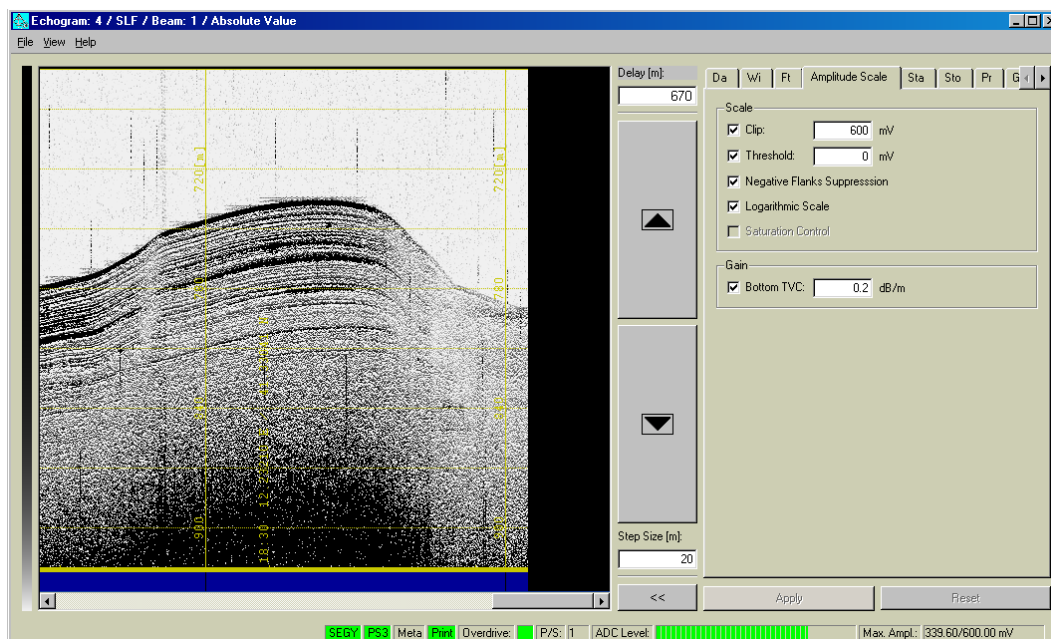


Fig. 38. Traza de la señal secundaria.

Los datos utilizados para el procesado han sido los siguientes:

- **Filter:** Low Pass Freq. 5 kHz.
- **Clip / Thresold:** Variable en función de las características del fondo.
- **Negative flank suppression.** ON
- **Log Scale.** ON
- **TVC.** Variable [0.05 – 0.45] dB/m.
- **Stacking.** OFF.
- **Storage.** Without phase / carrier information. Format SEGY / PS3

### 1.3. PERFILADOR BATITERMOGRÁFICO DESECHABLE (XBT)

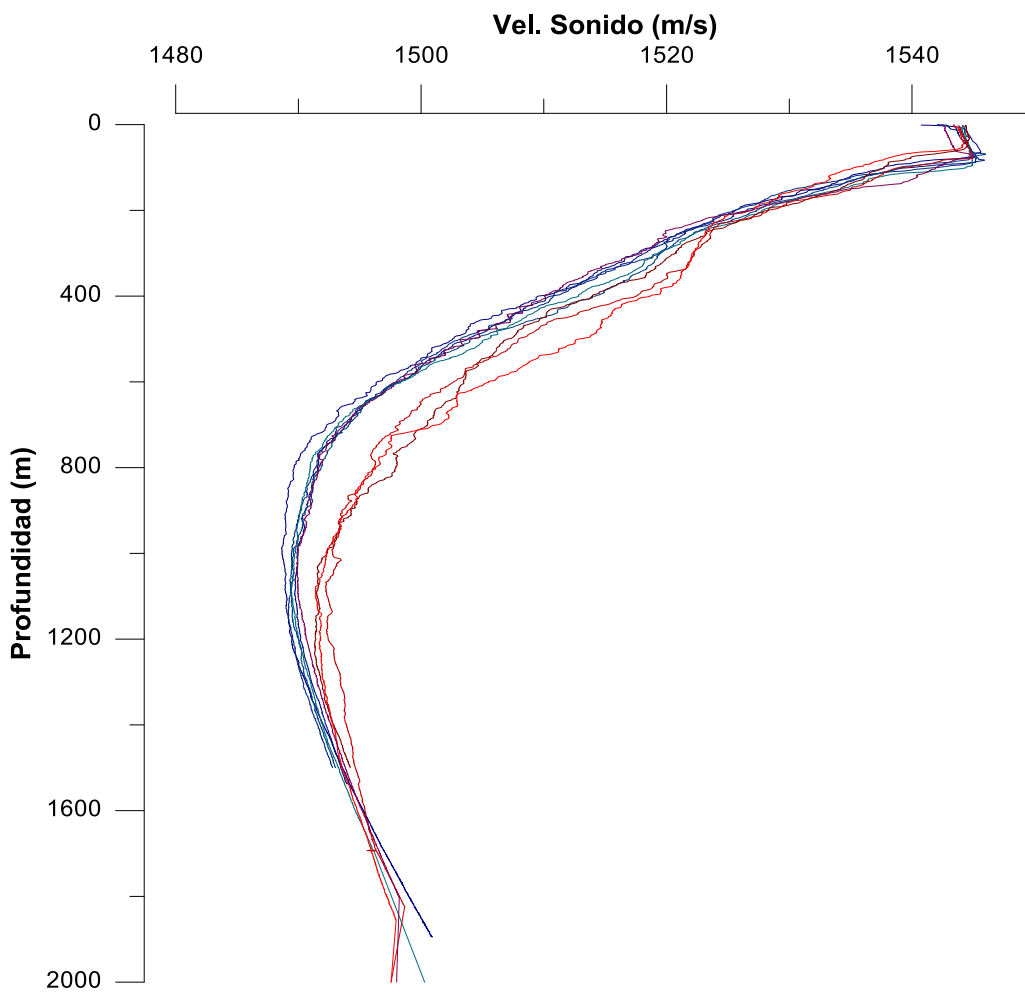
#### METODOLOGÍA

Se han lanzado diferentes sondas en las líneas de trabajo obtener perfiles de velocidad del sonido con los que corregir la batimetría obtenida con la sonda multihaz. Los lanzamientos se efectuaban cuando se observaban distorsiones en el comportamiento de la sonda multihaz y no de forma sistemática. En el gráfico se observa la homogeneidad de los perfiles.

La tabla de lanzamientos es la siguiente:

Sonda	Fecha	Hora	Lat	Long	Fich.
XSV-02	19/11/2013	14:13			S2_0008.edf
XBT T5	19/11/2013	17:08			T5_0009.edf
XBT T5	20/11/2013	19:14	17 50.000N	72 37.000W	T5_0010b.edf
XBT T5	21/11/2013	18:45	17 27.7927N	72 58.4126W	T5_0011.edf
XBT T5	24/11/2013	16:16	18 01.3656N	72 20.7778W	T5_0014.edf

XBT T5	25/11/2013	20:58	19 49.28992N	73 50.32031W	T5_0015.edf
XBT T5	29/11/2013	14:12	20 03.36951N	71 24.59863W	T5_0016.edf
XBT T5	03/12/2013	21:15			T5_0017.edf
XBT T5	07/12/2013	22:16			T5_0018.edf
XBT T5	12/12/2013	21:27			T5_0019.edf



**CALIBRACIÓN.**

Las sondas vienen calibradas de fábrica según las especificaciones del fabricante.

## 2. GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA.

---

### 2.1. MAGNETOMETRO MARINE MAGNETICS

#### METODOLOGÍA

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

Se ha largado por la banda de estribor de la popa del barco.

La frecuencia de muestreo fue de un dato cada 10 segundos.

La adquisición de datos se ha realizado con el software propietario SeaLink®

#### CALIBRACIÓN

El instrumento viene calibrado de fábrica y no se ha realizado ninguna calibración.

### 2.2. GRAVÍMETRO MARINO L&R AIR SEA II

Como no se han encontrado puntos de calibración en Santo Domingo, se ha realizado la calibración de enlace en el puerto de Vigo antes del inicio de la campaña. A la llegada del buque a Vigo se realizará una segunda calibración para comprobar posibles derivas en el sensor.

El dato se ha adquirido en modo local mediante el software propietario SeaLog y simultáneamente se ha distribuido por la red Ethernet del buque para ser adquirido por el sistema SADO de a bordo y también por el programa NAVIPAC que lo mostraba junto la navegación y permitía un log alternativo de seguridad en el ordenador local.

## 3. INFORMÁTICA

---

### 3.1. INTRODUCCIÓN

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:

- **TAPIA:**..... Visualización de tráfico de red.
- **ALDRISI:**..... Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos, DataTurbine, GIS, WebGUMPII y Web Eventos.
- **SEPIA:**.....SADO de Respaldo.
- **PULPO:**..... Servidor de cuentas de usuario, webmail.
- **CALAMAR:**..... Servidor DNS-DHCP-Intranet del Buque y Web de Administración.
- **LASACA:**..... Servidor de Datos. (CienciaCompartida)
- **ASUETO:**..... Servidor de material de asueto.
- **DATA:**..... Copia de Seguridad de los datos de Campaña.

- **BACKUP:**..... Servidor de copias de seguridad.
- **SICLOP:**..... Servidor de correo.
- **BIGBROTHER:**..... Servidor de cámaras.
- **CÁMARAS:**..... Acceso a Cámaras y DataTurbine
- **SCFSARMIENTO:**..... Servidor SCF y Web.
- **NTP0:**..... Servidor NTP.
- **NTP1:**..... Servidor NTP.
- **CONTROL-LEDS:**..... Servidor de control de los paneles led.
- **CANCERBERO:**..... Servidor de salida a internet por UMTS y firewall.

En 'casi' cada camarote se dispone un PC con conexión a la red del barco. Para acceder a Internet se dispone de 3 PCs de usuario en la Sala de Informática y Procesado. 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 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 y procesado.
- **Plotter:**..... HP DesignJet 500 Plus, sito en la sala de informática y procesado.
- **Color-Puente:**..... HP Color LaserJet 2840, en la oficina del puente.
- **Fax-Puente:**..... BROTHER MFC-490CW, en la oficina del puente.
- **B/N-Puente:**..... HP LaserJet 1018, en la oficina del puente.
- **Puente:**..... OKI Microline 280 Elite, en el puente.
- **Color-Elec:**..... HP DeskJet 1280, en el laboratorio de equipos electrónicos.
- **Multifunción:**..... HP OfficeJet J4680, en el camarote del Capitán.
- **Color-Cient.:**..... HP DeskJet 6940, en el camarote del Jefe Científico.

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

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

Otros datos e informes de los científicos, se almacenan en: [\\asaca\CienciaCompartida\](#)

Las fotos y el resto de material que no sean datos se almacenan en: [\\asuetol\](#)

Durante la campaña y al final de la campaña estos datos se copian en 2 discos duros, uno que se entrega al jefe científico y donde están los datos del Sistema de Adquisición, Disparos Cañones, Datos Batimetrías, etc. Otra copia para la UTM en un disco que yo mismo llevaré a Barcelona.

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

### 3.2. RESUMEN DE ACTIVIDADES

- Se arranca el SADO al inicio de la campaña para que comience la adquisición y la integración de los datos de Navegación, Meteo, Gravímetro etc.
- Al inicio de campaña se mantiene una reunión con los científicos indicando las normas de funcionamiento de la red informática a bordo incidiendo especialmente en el uso de la telefonía priorizando las llamadas entrantes a las salientes. También se les indica, que todos los dispositivos de almacenamiento de datos que puedan haber embarcado, como

llaveros USB, tarjetas de memoria, Portátiles, etc., deben ser revisados antes de ser conectados a cualquier equipo o a la red del barco por si acaso portan virus. 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. De la misma forma, se explica de forma individual la aplicación de introducción de eventos.

- Se cuelga en el mamparo de la sala de informática un resumen de los servicios que ofrece el Dpto. de Telemática así como la forma de actuar y marcación a realizar en las llamadas telefónicas.
- Al disponer de conexión a internet el personal que embarca no desea que se le creen cuentas de correo del buque dado que trabajarán con sus cuentas de tierra.
- Se abre Campaña para Metadatos con WebGumpAdmin.
- Se proporciona apoyo informático al resto de los departamentos de la UTM cuando este es requerido.
- Se configura la red 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.
- Se vigila periódicamente el estado de los servidores y la conexión y tráfico del enlace V-SAT.
- Se cambian los cartuchos de tinta y tóner de aquellas impresoras que lo requieren.
- Se realiza el cierre de campaña.
- Se procede a la grabación de todos los datos de la campaña en distintos discos duros.

## 4. SÍSMICA MULTICANAL.

---

### 4.1. INFORMACIÓN GENERAL

#### **Fuente de Energía Sísmica. Fase 1.**

- Controlador de la Fuente: Big Shot®
- Tipo de Ristra: Cañones G-GUNII de Sercel®. Volumen total 2 x 2600 cu.in. (5200 cu.in.)
- Presión de Aire: 2000 p.s.i.
- Profundidad de cañones para sísmica de refracción: 15 metros
- Frecuencia de Disparo: constante cada 90 segundos; controlado y registrado por GPS Fei-Zeyfer Starplus.
- Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.

#### **Fuente de Energía Sísmica. Fase 2A.**

- Controlador de la Fuente: Big Shot®
- Tipo de Ristra: Cañones G-GUNII de Sercel®. Volumen total 1 x 1760 cu.in.
- Presión de Aire: 2000 p.s.i.
- Profundidad de cañones para sísmica de refracción: 5 metros
- Frecuencia de Disparo: equidistantes cada 37.5 metros
- Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.

#### **Fuente de Energía Sísmica. Fase 2B.**



- Controlador de la Fuente: Big Shot®
- Tipo de Ristra: Cañones G-GUNII de Sercel®. Volumen total 2 x 1760 cu.in.
- Presión de Aire: 2000 p.s.i.
- Profundidad de cañones para sismica de refracción: 7.5 metros
- Frecuencia de Disparo: equidistantes cada 37.5 metros
- Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.

### Compresores fuente sísmica

- Modelo: 2 x LMF® 25/138-207E
- Presión de entrada: 1,013 bar - 14,65 psi
- Presión de descarga en campaña: 140 bar - 2000 psi
- Volumen Max aire: 25 m³/min - 1100 cfm
- Régimen controlado por variador de frecuencia: 500 - 1000 rpm

### Cañones de aire comprimido

- Modelo: Sercel® GGUN-II

### Configuración del “streamer”

- SSAS Multicanal Sentinel Sercel®
- Hidrófonos por canal: 8
- Sección activa: 3000 metros y 6000 m leg #2
- Número de canales: 240 y 480. Intervalo de canal: 12.5 metros
- Longitud total: 3250 metros zona Norte. 6237.7 metros zona Sur.
- Profundidad “streamer”: 8 m

### Información de Registro. Leg # 2.

- Instrumento de Registro: SEAL® 408XL
- Formato de Registro: SEG D, formato IEEE 32 bit
- Tiempo de Registro: 12 segundos
- Intervalo de registro: 2ms
- Filtro Pasa Altas - Bajas frecuencias: Ninguno
- Filtro analógico de sección: 3 Hz
- Inicio de Registro: Pulso Trigger por distancia calculada por EIVA®
- Canales auxiliares de registro: 3 (FTB, CTB, WB)

### Configuración de Navegación

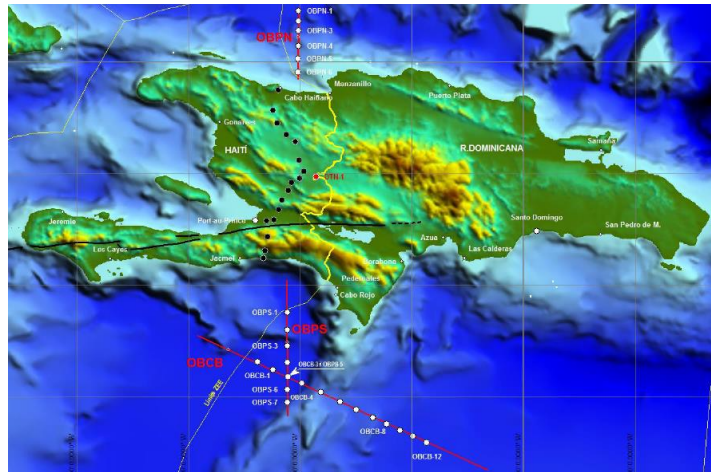
- GPS FEI-Zyfer® GPStarplus Time and Frequency System.
- Sistema de Navegación Integrado: EIVA® con señal GPS del barco, boya de cola con RGPS, birds Nautilus®

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO.

### Fase 1. Sísmica de refracción.

La campaña Norcaribe 2013 se ha desarrollado entre el 16 de Noviembre y el 17 de Diciembre de 2013 en aguas del Mar Caribe rodeando la isla de “La Española”, frente a las costas de República Dominicana y Haití. Una primera fase de 11 días, se ha centrado en prospección de sísmica de gran ángulo o de refracción, mientras que una segunda de 18 días ha consistido en desplegar los equipos de sísmica multicanal de alta penetración, baja/media resolución.

Se han realizado dos líneas de sísmica de refracción. Una primera al Sur de la Isla, cruzando la formación denominada “Cresta de Beata”. Y una segunda N-S a ambos lados de la Isla, conectándose por tierra mediante estaciones sísmicas terrestres del proyecto HAITÍ-SIS.



Se emitió fuente sísmica desde el buque Sarmiento de Gamboa cada 90 segundos, controlando emisión y generación de evento sísmico mediante un GPS idéntico al utilizado para la sincronización de los OBSs marinos.

**Fase 2. Sísmica de reflexión**

La segunda fase consistió en el levantamiento de perfiles sísmicos de reflexión con streamer multicanal en dos zonas una al Norte, a partir de la línea de gran ángulo OBPN hacia el Este, y otra al Sur de San Pedro de Macorix.

El sistema de sísmica multicanal para alta penetración desplegado ha consistido en un “streamer” inicialmente de 240 trazas o canales y 3250 m. de longitud en la primera zona, ampliado en la zona Sur de la Isla a 468 canales o trazas y 6146 m. de longitud. Durante la realización de la primera línea de la zona Sur, la más próxima a tierra, el “streamer” sufre diversos enganches con aparejos de pesca. Como resultado una de las secciones activas resulta completamente dañada por lo cual el siguiente largado es de 5996m. de “streamer” y 456 trazas o canales. Nuevos enganches con aparejos nos hacen toma la decisión de no largar más de 240 trazas (3250m.).

La ventana de registro utilizada ha sido de catorce segundos, con una frecuencia de muestreo de 1 ms.

Se han utilizado dos configuraciones distintas para la fuente sísmica, con distintos volúmenes y profundidades, favoreciendo siempre la generación de frecuencias medias y bajas. El intervalo entre disparos siempre se ha mantenido constante, realizándose disparos equidistantes cada 37.5 metros.

La relación de perfiles sísmicos realizados se muestra a continuación.

**Zona Norte (Pto. Manzanillo – Samaná).**

Perfil	Disparos Realizados	Distancia entre disparos	Ventana de registro	Profundidad streamer(m)	Volumen de la fuente (c.i.)	Profundidad de la fuente (m.)
MCS-01	101 - 366	37.5 m	14 s	7	1760	5
MCS-01A	101 - 1900	37.5 m	14 s	7	1760	5
TRANS MCS1A-02	101 - 246	37.5 m	14 s	7	1760	5
MCS-02	101 - 557	37.5 m	14 s	7	1760	5
MCS-03	101 - 1605	37.5 m	14 s	7	1760	5
MCS-04	101-1832	37.5 m	14 s	7	1760	5
MCS-05	101-1160	37.5 m	14 s	7	1760	5



**Zona Sur (Santo Domingo - San Pedro de Macorix).**

Perfil	Disparos Realizados	Distancia entre disparos	Ventana de registro	Profundidad streamer(m)	Volumen de la fuente (c.i.)	Profundidad de la fuente (m.)
LSP-1	101 - 2688	37.5 m	14 s	7	1760	5
LSP-5	101 - 2979	37.5 m	14 s	7	1760	5
LSP-4	101 - 289	37.5 m	14 s	7	1760	5
TR-1	101 - 1143	37.5 m	14 s	10	3520	7.5

## **D. DESARROLLO DE LA CAMPAÑA. INCIDENCIAS**

### **1. INCIDENCIAS GENERALES DE CAMPAÑA.**

Se incluye un mapa de la navegación en el Anexo I

### **2. INCIDENCIAS POR EQUIPOS.**

Las incidencias relativas a la generación de energía (sísmica) y OBS se han incluido en el apartado C.5. y el Anexo III respectivamente

#### **2.1. SÍSMICA MULTICANAL.**

Durante la campaña se han producido varios enganches del streamer con aparejos de pesca fondeados o a la deriva, estos incidentes han sido numerosos en la zona de la cuenca de S. Pedro de Macorís, limitado alguno de los objetivos planteados al inicio de la campaña en esta zona y han dañado diferentes componentes del sistema hasta el punto que no se ha considerado segura la operación en la zona de trabajo y se ha abortado la operación de este instrumento en dicha zona.

Se ha realizado un informe separado sobre el asunto, que se incluye en el Anexo 3.

#### **2.2. SONDA MULTHAZ**

En unas cuantas ocasiones el programa Naviscan se ha bloqueado, siendo necesario reiniciar el proceso Dataproc, y a veces incluso el ordenador.

En un par de ocasiones Naviscan se ha cerrado de forma no controlada, al procesar los datos se ha observado ficheros SBD (Naviscan) con información de navegación corrupta que invalidaban toda la línea. Sospechamos que el programa se bloqueaba cuando le entraba información corrupta de navegación. Los datos se han podido recuperar parcialmente procesando los fichero PHF adquiridos simultáneamente.

#### **2.3. SONDA PARAMÉTRICA**

Antes de la campaña se actualizó el programa Parastore.exe para resolver aspectos de la conversión de las trazas ASD a formato SegY.

Al inicio de campaña el programa se bloqueó en funcionamiento, al reiniciarlo apareció una ventana de aviso por problemas con el servidor de datos UDP (UDP Inbound Server), que reparte la información proveniente de los diferentes sensores de navegación entre los programas Atlas (Parastore, Hidromap Control, Hidromap Server, etc). Para solucionar el problema se borraron los ficheros de configuración más recientes y se inició una versión antigua del software. Una vez iniciada se apagó y se inició la última versión. El software ha funcionado sin problemas desde entonces.

En un par de ocasiones el programa se ha bloqueado por problemas de memoria física, se ha solucionado reiniciando el ordenador.

#### 2.4. SONDA HIDROGRÁFICA EA600.

Al iniciar el software aparece una pantalla de error, si se cierra dicho aviso el software se bloquea. Minimizando la ventana de aviso el software ha funcionado correctamente durante toda la campaña.

#### 2.5. SISTEMA DE NAVEGACIÓN EIVA (CONTROL DE SONDAS).

En varias ocasiones el software Navipac ha sido reiniciado porque el ordenador de control se quedaba bloqueado.

La comunicación entre Navipac y Naviscan no ha funcionado correctamente y no ha sido posible obtener la profundidad central de Naviscan en Navipac así como importar los DTM generados a partir de los datos multihaz en el software de Navegación para controlar en tiempo real la cobertura multihaz.

El problema parece provenir de un conflicto en la configuración de la red informática, como el problema no impedía la adquisición de datos y era necesario poner el sistema fuera de línea se ha preferido dejar para más adelante la resolución de este aspecto.

#### 2.6. INFORMÁTICA.

- Se reconfiguran lista de satélites en modem de VSAT. Se sanea lista. Se añade uno de emergencia por consejo del NOC, por si en algún momento se necesitara.
- En varias ocasiones se abre acceso al router de Atlas para su mantenimiento remoto por Atlas.
- En muchas zonas cercanas a la costa se aprecian influencias de antenas, por las que el ruido en el haz de Tx aumenta superando umbrales permitidos por el satélites, y se producen cortes intermitentes.
- Se pone en marcha agente para la adquisición de disparos sobre OBS. Se almacena los datos tanto en ficheros de texto en BaseDeDatosContinuaComo en BBDD MySQL y Postgres. Se procesan dos agentes paralelamente con los orígenes de disparos diferentes, por si existiera algún problema con el origen de los disparos. Se configura todo igual en Sepia.
- Se abre en una ocasión el acceso al pc de tanques estabilizadores para su asistencia remota al nuevo software de gestión.
- Se sanea la BBDD de SADO y reordenan registros de todas las tablas, por un problema con WebGumpII. Queda funcionando la aplicación web sin problemas.
- Se instala en Promax paquete ntfs-3g, para poder montar discos con sistema de archivos NTFS. Para ello se conecta temporalmente a internet.
- Se produce un problema en el Pc de control de disparo de cañones. Resulta que el frontal del Pc, hay un interruptor de 'Lock Keyboard, que NO ha de estar en on a la hora de reiniciar el sistema, ya que produce que la maquina no llegue a arrancar normalmente, y el proceso es lento.
- Se sanean carpetas de jefe maquinas en pulpo.
- La cámara de 'Crujia', debería de ser revisada a fondo ya que no funciona de forma estable. Se chequea todo el cableado, no encontrando el problema que causa que el equipo parezca estar KO, y de repente funcione correctamente.
- Se bloquea Siclop ( Servidor de correo del barco). En el arranque necesita reparar i-nodes. Queda en servicio. Se observa que cada vez se utiliza menos, hasta el punto que prácticamente solo se usan las cuentas oficiales como capitán, jefemaquinas etc..
- Me comentan los mecánicos que el PC de control visual de los compresores no arranca. Cuando me lo dicen, ya habían cambiado el pc del Hangar por el de abajo de Compresores. Se debería de restaurar el sistema en el Pc averiado.

- El reproductor multimedia (WD) de la Sala de Television no funciona. Ver la posibilidad de reponerlo para la próxima campaña por otro similar.

### 2.7. MAGNETÓMETRO.

Ha funcionado sin problemas relevantes.

### 2.8. GRAVÍMETRO.

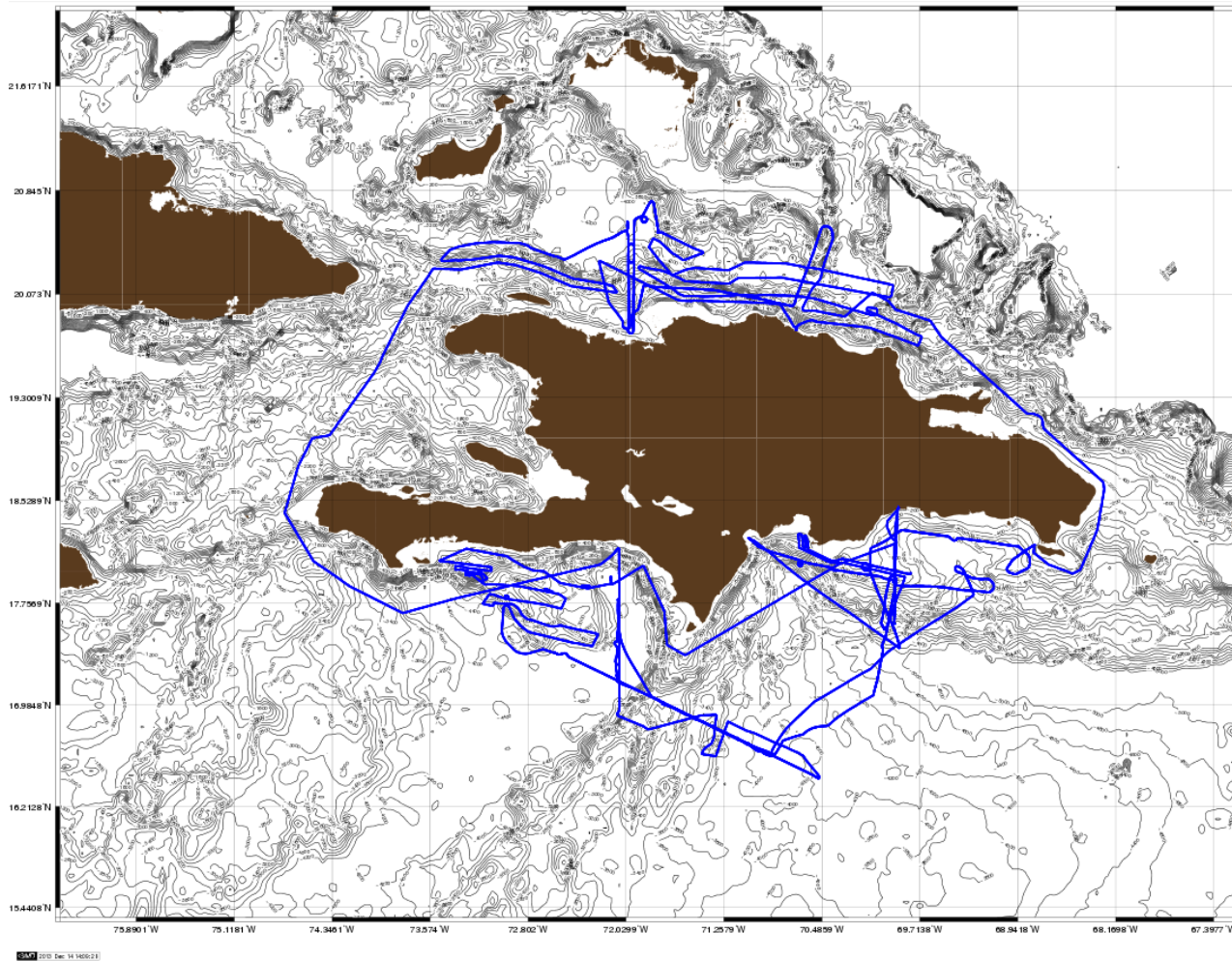
El gravímetro se desestabiliza (el software no es capaz de compensar las variaciones del Spring Tension) a las pocas horas de funcionamiento y es necesario reiniciar el software.

Puede ser un problema del servomotor de compensación del ST o bien del sensor mismo. Se ha consultado el tema con el fabricante y es necesario enviar el sensor a fabrica para su revisión completa y re calibración. Durante toda la campaña se ha ido reiniciando el software cuando se ha detectado que el sensor se desestabilizaba.

## E. ANEXOS



## ANEXO I. NAVEGACIÓN GENERAL.





## ANEXO II. GRAVIMETRÍA. HOJAS DE CALIBRACIÓN.



## HOJA DE CALIBRACIÓN

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

<b>Fecha:</b>	28/10/13		<b>Hora:</b>	13:30
<b>Referencia BASE:</b>	00223-028			
<b>Localización BASE:</b>	Concatedral Vigo			
<b>Localización SdG</b>	Muelle Comercial			
<b>Campaña:</b>	Inicio campaña NorCaribe			
<b>Operador / es:</b>	Pablo Rodriguez			
<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	10:49	4349.28	2.6
(2) BASE1	11:09	4345.78	
(3) SdG2	11:36	4349.27	2.7
(4) BASE2	11:59	4345.79	
(5) SdG3	12:31:00	4349.22	2.85
<i>Núm medidas BASE</i>		2	
<i>Núm. medidas SdG</i>		3	

## CÁLCULOS

(6) Valor medio en SdG:	4349.25	div.
(7) Valor medio en BASE:	4345.79	div.
(8) Diferencia medias (6)-(7):	3.47	div.
(11) $G_{\text{muelle}}$ (mgal):	<b>980381.1177</b>	mgal.

(12) Altura del muelle (m.):	2.72	m.
(13) Distancia Gravim a linea flotación:	-0.5	m.
(14) Distancia total:	2.22	m.
(15) Cte. por correcc. por Aire Libre:	<b>0.3086</b>	mgal. / m.
(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):	0.68406	mgal.
(17) G. calculada en Local gravimetría:	980381.80	mgal.

(18) Valor medio L&R (G medida):	13283.56	mgal.
(19) Offset en L&R	967098.24	mgal.

## ANEXO III . INFORME DE RECUPERACIÓN DE OBS.

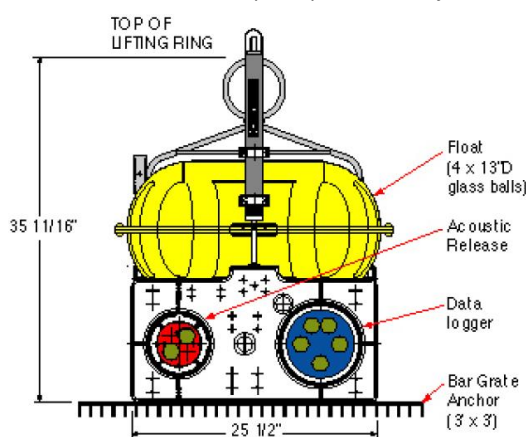
### DESCRIPCIÓN DE LOS OBSS (OCEAN BOTTOM SEISMOMETERS)

Los OBS LCHEAPO 2000 de los que actualmente la UTM dispone de 17 equipos fueron adquiridos al Institute of Geophysics and Planetary Physics Institution (IGPP) en el año 2008 dentro del marco de adquisición de equipamiento oceanográfico del B/O Sarmiento de Gamboa.

Con este equipo el laboratorio MUNK buscaba tener un OBS polivalente que pudiese abarcar el máximo número de escenarios posibles. Para conseguir esto se dotó al equipo de dos configuraciones, una con sensores de banda estrecha más enfocada a experimentos de sismica activa o detección de seísmos locales y otra con sensores de banda ancha para teledetección de sismos. Los equipos que adquirió la UTM son del primer tipo dado que son más adecuados a las necesidades de la comunidad científica española y también permiten abarcar un mayor número de escenarios.

Otro de los factores sobre los que se incidió durante el diseño de este equipo fue que pudiesen ser desplegados desde cualquier barco sin necesidad de que este tuviese ningún requerimiento especial, excepto una grúa para realizar el despliegue, un chigre que es imprescindible para realizar un test acústico de los liberadores y un goniómetro para la localización de los equipos en superficie. Con esto se quería tener unos equipos lo más flexibles posible, tanto desde el punto de vista del tipo de experimento que se puede realizar con ellos, como desde el punto de vista de la logística del experimento. Para conseguir este objetivo era imprescindible que los equipos fueran lo suficientemente ligeros como para poder ser movidos hasta el lugar donde la grúa tenía que izarlos para su despliegue. Debido al tipo de diseño de equipo por el que se optó, fue imposible cumplir este requisito. Para solucionar esta dificultad, pero, se decidió dividir el equipo en varios bloques que si cumplían el requisito de poder ser movidos hasta la zona de lanzamiento y que pudiesen ser montados de una forma fácil y rápida en el momento del despliegue. Los diferentes bloques en que se divide el OBS son:

- Una ancla para que el OBS baje hasta el fondo del océano.



- Una estructura de polietileno donde se hallan fijados los sensores y el sistema de liberación electrolítico, y con dos tubos de PVC para colocar los cilindros de adquisición de datos y liberación acústica respectivamente.
  - Cilindro de adquisición de datos que es donde se encuentra toda la electrónica responsable de registrar los datos.
  - Cilindro de liberación acústica que se encarga de liberar el equipo en el momento que recibe el código acústico correcto.
  - Sistema de flotación que permite que el equipo suba a la superficie una vez liberada el ancla.
  - Sistemas de relocalización para localizar a los equipos una vez han llegado a la superficie

### Ancla

El ancla es una estructura de trama de 90x90 centímetros y un peso aproximado de 50 Kg. con una plancha de metal de unos 40x20 centímetros soldada en la parte central que sirve para evitar que el liberador electrolítico quede enterrado en el sedimento y evitar así problemas en la liberación. Para que el proceso electrolítico de liberación se realice correctamente es necesario que el cable por el que pasa la corriente este en contacto con el agua marina.

## Estructura de polietileno

Esta estructura cúbica hecha con cuatro planchas de polietileno que forman sus cuatro caras verticales dejando las caras horizontales abiertas. Es una estructura de soporte en la que están fijados el hidrófono Hightech HTI-90, el geófono formado por tres sensores L-28 de Perchel montados ortogonalmente. El liberador electrolítico, hecho en colaboración con la empresa Edgetech va fijado al centro de la estructura mediante un soporte que se regula mediante un tornillo pasante y que queda fijado con un pasador de bola. En esta estructura también encontramos los dos tubos de PVC que es el lugar en los que se insieren los cilindros de adquisición de datos y de liberación acústica.

## Cilindro de adquisición

Este cilindro hecho con aluminio y recubierto con una capa protectora para evitar la corrosión es el lugar donde se emplaza toda la electrónica necesaria para la adquisición de los datos sísmicos. Aproximadamente una quinta parte del cilindro está ocupada por esta electrónica y el resto del espacio está destinado a las baterías de litio que alimentan el sistema de adquisición. En un único cilindro pueden llegar a haber 5 packs de 12 baterías BCX85DD de Electrochem que pueden dotar al equipo con una autonomía de aproximadamente un año. Es sistema de adquisición está formado por las siguientes tarjetas diseñadas por los integrantes del laboratorio MUNK:

**Placa base:** es la placa que sirve para llevar cualquier señal de una placa a otra placa del sistema.

**Placa de alimentación.** Es la placa encargada de alimentar al resto de las placas de electrónica con el voltaje requerido. El sistema de alimentación del sistema de adquisición solo da un voltaje de 7.2V y para alimentar al resto del sistema es necesario convertir este voltaje en los diferentes voltajes requeridos por cada placa. Otra de las funciones que esta placa realiza es filtrar las señales de alimentación para que tengan el menor ruido posible y así tener unos datos de mejor calidad.

**Placa A/D** es la placa donde se reciben las señales sísmicas provenientes de los sensores y se convierten a formato digital para poder ser almacenadas: Las señales sísmicas provenientes de los sensores (hidrófono y geófono) se envían a los convertidores A/D delta sigma CS 5321 de la casa Cristal que transforman las señal analógica a digital.

**Placa CPU** placa en la que se encuentra el microprocesador encargado de realizar la sincronización del equipo y de controlar todo el sistema de adquisición. Para controlar el tiempo del sistema mientras el equipo está debajo del agua, la placa CPU está dotada de un reloj Seascan de una precisión de 10-8 PPM.

**Placa memorias Flash,** placa en la que se insertan las tarjetas Flash donde se almacenan los datos.

## Cilindro de liberación acústica

Este cilindro también de aluminio y con la misma capa de protección a la corrosión que el cilindro de adquisición es el que contiene el sistema encargado de liberar al equipo en recibir un código acústico enviado desde el barco.

Dentro del cilindro encontramos una placa electrónica BART de Edgetech que es la placa capaz de reconocer el código enviado y decidir qué acción se tiene que llevar a cabo. Si el código enviado es el correcto, entonces envía una señal al liberador electrolítico que desencadena el proceso electrolítico que liberara el equipo del fondo del mar. Para recibir los códigos acústicos, en un extremo del cilindro hay un transductor de ITC conectado a la electrónica BART.

### **Sistema de flotación**

Como ya hemos comentado anteriormente el equipo es bastante pesado, por esta razón es necesario añadir algún elemento al instrumento que permita al mismo subir a la superficie una vez se ha liberado el ancla. Para este instrumento el sistema de flotación por el que se ha optado es el formado por cuatro esferas Mclane de 12 " de diámetro protegidas por una carcasa de plástico amarillo. A esta carcasa de protección también se le ha añadido una estructura de titanio que sirve como base de sujeción de los sistemas de relocalización y para facilitar la maniobra de recuperación.

A parte de este sistema principal de flotación, según el peso de las baterías que lleve el equipo es necesario añadir un sistema secundario formado por dos foam blocks de la casa Flotation Technologies que se montan a los lados de la estructura de polietileno.

### **Sistemas de relocalización**

Este OBS cuenta con tres sistemas de relocalización que permiten tanto una recuperación diurna como nocturna. El sistema principal de relocalización del equipo es la radiobaliza que emite una señal de radio a una frecuencia conocida, disponemos de cuatro frecuencias diferentes. Esta señal es detectada por el barco mediante un radiogoniómetro y que permite localizar el equipo a distancias de aproximadamente 8 millas náuticas. Para facilitar la recuperación nocturna también se cuenta con una luz de Xenón que emite pulsos de luz de alta intensidad. Tanto las radiobalizas como las luces de Xenón van alimentadas por medio de cuatro pilas alcalinas tipo C. Por último también se cuenta con una bandera de color naranja para las recuperaciones diurnas.

La Unidad de cubierta 8011M es la encargada de enviar las diferentes señales al liberador acústico y obtener la respuesta de este, mediante el transductor. Este equipo también nos permite hacer un seguimiento de los OBSs en las operaciones de lanzamiento y recuperación.

### **DIARIO DE OPERACIONES.**

**Del 12/11/2013 al 16/11/2013.**

Durante estos primeros días de campaña se comprueba que en la patrullera Orión se hayan realizado las diferentes obras necesarias para poder desplegar los equipos; Estas obras son el acondicionamiento del comedor de oficiales para que pueda ser utilizado como laboratorio y la instalación de una plancha de acero que servirá de soporte para la estructura de lanzamiento de los equipos

Durante estos días también se realizan gestiones para sacar de aduanas el contenedor con los OBSs y el resto de material asociado. Debido a los procedimientos administrativos de República Dominicana el contenedor queda bloqueado durante varios días.

También se aprovecha para comprar material accesorio que no se ha podido traer desde Barcelona. Para realizar estas compras se recurre a un consignatario para que nos guíe por las tiendas de Santo Domingo. El material comprado está compuesto por material eléctrico para poder realizar correctamente el cambio de corriente de 110V a 220V. Se compran enchufes, cable, un transformador y una linterna.

### **16/11/2013**

A primera hora nos confirman el despacho del contenedor pero las operaciones de descarga de todo el material se demoran debido a un acto protocolario en la base de San Souci. Se inicia la descarga a las 13:00. A última hora del día se traslada todo el equipo necesario para realizar la prueba de Rosette al Sarmiento de Gamboa.

### **17/11/2013**

Se monta el laboratorio para la programación y sincronización de los Dataloggers en el Orión. Los GPSs instalados tienen problemas para recibir la señal de los satélites. También se observan problemas en el suministro eléctrico de la patrullera que no es estable, dichos problemas serán constantes durante toda la campaña. Este hecho ya había sido advertido en las tareas de planificación de la campaña meses atrás.

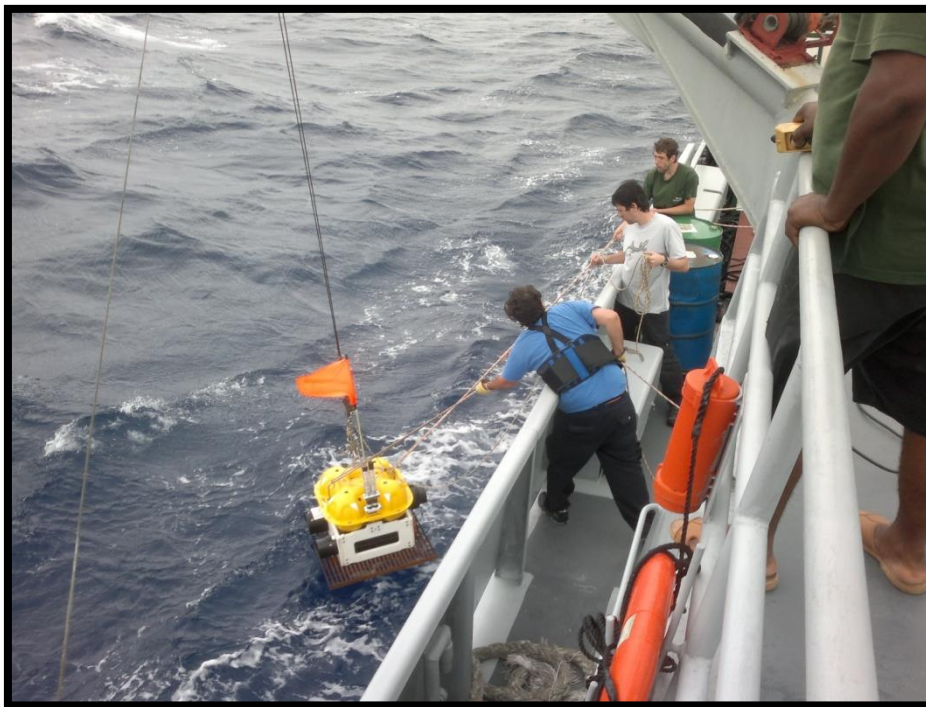
Durante todo el día, se realiza a bordo del Sarmiento de Gamboa la prueba de Rosette para comprobar la comunicación entre los liberadores acústicos y la unidad de cubierta ORE- Edgetech 8011M. Todos los equipos responden correctamente.

### **18/11/2013**

Siguen los problemas en la recepción de los satélites por parte de los GPSs. Después de comprobar el correcto funcionamiento de los equipos en el Sarmiento de Gamboa, Finalmente se soluciona el problema reubicando las antenas y poniendo un amplificador de línea en una de las antenas.

### **19/11/2013**

Se realiza el despliegue de 8 equipos (OBCB14, OBCB13, OBCB12, OBCB11, OBCB10, OBCB09, OBCB08 Y OBCB07) sin ningún contratiempo pese a las malas condiciones marítimas. Se reinicia el ordenador debido a que la comunicación seria no funciona correctamente, se sospecha que la causa de este problema es el suministro eléctrico deficiente del barco. Por esta razón, se decide desconectar el ordenador de la red del buque y seguir programando los cilindros de adquisición sin alimentación.



**Imagen 1. Lanzamiento de un OBS durante la operación de despliegue de la línea OBCB.**

### **20/11/2013**

Se realiza el despliegue de 8 equipos (OBCB06, OBCB05, OBCB04, OBCB03, OBCB02, OBCB01, OBCB15 Y OBPS01) de los 9 previstos, la causa de que se desestime el lanzamiento de este último equipo es un fuerte impacto contra el casco de la patrullera durante uno de los despliegues a causa de las malas condiciones de la mar. Esta medida se toma preventivamente ya que producto del golpe, se ha deformado el ancla y el protector de las esferas de vidrio presenta restos del impacto en la zona donde se ha producido el golpe.

### **DEL 21/11/2013 al 22/11/2013**

Llegada a Cabo Rojo el día 21. Nos mantenemos a la espera de que finalicen los disparos en la línea OBCB para recuperar 4 OBSs y volver a desplegarlos en la línea OBPS.

Se aprovecha para revisar el sistema de flotación que sufrió el impacto durante las operaciones de despliegue dos días atrás. La inspección detecta que tres de las cuatro esferas parecen presentar daños y se preventivamente se sustituyen por tres nuevas. La cuarta esfera también parece presentar desperfectos y debido a que no quedan en la patrullera más esferas de recambio, y que los próximos despliegues son a profundidades superiores a 4000 metros, se decide no desplegar este equipo.

### **23/11/2013**

Se sale a la mar para recuperar 4 equipos y volver a desplegarlos en la línea OBPS. Debido a las malas condiciones marinas solo se consigue recuperar el OBS situado en el site OBCB04 y no se consigue desplegar ningún equipo. Se retorna a Cabo Rojo para esperar una ventana de tiempo que permita realizar las operaciones que no se han podido efectuar.

### **25/11/2013**

A las 5:30h empiezan las operaciones de recuperación de los tres OBSs situados en las localizaciones OBCB01, OBCB02 y OBCB03.

Posteriormente se despliegan cuatro OBSs según el plan establecido. Las operaciones finalizan a las 20:00h y ponemos rumbo a Barahona.

El OBSs usado en la localización OBCB03 no ha registrado datos.

### **Del 30/11/2013 al 3/12/2013**

Debido a problemas técnicos con la patrullera Orión se decide utilizar la patrullera Canopus para realizar la recuperación de los OBSs. Se prepara el laboratorio a bordo de la patrullera Canopus.

Debido a problemas técnicos de la patrullera Canopus no se puede realizar la recuperación de los equipos y se decide que la recuperación de los equipos se realice a bordo del buque Sarmiento de Gamboa.

### **3/12/2013**

El lugar escogido para el barqueo está cerca de San Pedro de Macorís. El día 3 se efectúa el traslado por tierra de los técnicos a esta población.

### **4/12/2013**

A las 12:00 se sale del puerto de San Pedro de Macorís en la patrullera Capella con destino a la isla de Saona donde se encuentra el punto de reunión entre la patrullera y el buque Sarmiento de Gamboa. A las 18:00 los técnicos embarcan en el Sarmiento de Gamboa.

### **7/12/2013**

Se traslada al Sarmiento de Gamboa todo el material necesario para la recuperación de los OBSs desde la patrullera Orion.

### **10/12/2013**

Empiezan las operaciones de recuperación de los equipos. Se recuperan los equipos de las localizaciones OBPS01, OBPS02, OBPS03, OBPS04, OBPS05, OBCB02 y OBCB05.

Los Dataloggers usados en las localizaciones OBPS02 y OBPS05 no han registrado datos.

### **11/12/2013**

Se recuperan los equipos de las localizaciones OBCB06, OBCB07, OBCB08, OBCB09, OBCB10 y OBCB11 sin problema alguno.

### **12/12/2013**

Se recuperan los equipos de las localizaciones OBCB12, OBCB13 y OBCB14.

### **Del 13/12/2013 al 14/12/2013**

Se realizan pruebas con los cilindros de adquisición que no han adquirido datos para intentar averiguar la causa de su funcionamiento anómalo y poder corregirlo para la próxima campaña.



## INCIDENCIAS.

- Problemas técnicos en las patrulleras asignadas para realizar los despliegues y las recuperaciones de los equipos. Debido a estos problemas se decidió cambiar de barco y subir al Sarmiento de Gamboa
- Problemas en el suministro eléctrico de la patrullera Orión. Durante toda la campaña se detectó que había micro cortes en la alimentación y posibles problemas con la tierra. Se sospecha que dichos problemas sean la causa de que en dos equipos se hayan estropeado parte del sistema de adquisición de datos y se hayan tenido que cambiar dos placas de electrónica.
- Problemas con el sistema GPS en la patrullera. Durante la instalación de los GPSs en la patrullera hubo problemas para que los GPS pudieran recibir información de los satélites. Inicialmente el problema se resolvió cambiando la posición de las antenas. Durante la campaña se volvieron a repetir intermitentemente estos problemas en uno de los GPSs. Se sospecha que algún equipo a bordo del Orión este interfiriendo en la señal de los satélites.
- Uno de los equipos no se ha desplegado durante la campaña ya que recibió un golpe durante el despliegue. Se han cambiado tres de las esferas de vidrio del sistema de flotación pero falta por cambiar la cuarta debido a falta de repuestos. Se espera poder realizar esta operación cuando lleguemos a Santo Domingo.



**Imagen 2. Inspección y sustitución de tres de las esferas dañadas.**

- Debido al mal tiempo no se puede desplegar la línea OBPS a tiempo para que los instrumentos puedan registrar los disparos de la fuente sísmica. Se consiguen desplegar a posteriori a tiempo para poder registrar las explosiones realizadas en la isla.
- Dos sistemas de adquisición sin datos y dañados. En el Datalogger #009 se detectan problemas con la placa de circuito electrónico donde se emplazan las Compact Flash que no es capaz de detectar correctamente las tarjetas Compact Flash. Se sospecha que puede ser debido a los problemas de suministro eléctrico detectados a bordo de la patrullera Orion-109, y que podría haber dañado la placa de las Compact Flash. En las pruebas realizadas con el Datalogger #015 a bordo del Sarmiento de Gamboa, el sistema

ha registrado datos correctamente. Al parecer, el contador de tiempo del microcontrolador se quedó bloqueado durante las operaciones de programación previas al despliegue del equipo. Una vez más, se sospecha que este fallo sea debido a los problemas de suministro eléctrico mencionados anteriormente.

### TEST DE ROSETTE.

Este test se realiza a la profundidad de trabajo de los equipos y tiene como objetivo comprobar la comunicación acústica entre la unidad de cubierta 8011M y los liberadores acústicos. En la prueba realizada abordó del Sarmiento de Gamboa, los resultados son correctos por lo que se dispone de la totalidad de equipos para la realización de la campaña. A continuación se detallan los resultados del test:

Acoustic Release	Enable	Range (meters)	Disable	Range
#001	7/7	3248/3299	7/7	x ✓
#002	7/7	3249/3248	7/7	x ✓
#003	7/7	3251/3251	7/7	x ✓
#004	7/7	3248/3249	7/7	x ✓
#005	7/7	3247/3249	7/7	x ✓
#006	7/7	3249/3248	7/7	x ✓
#007	7/7	3249/3248	7/7	x ✓
#008	7/7	3248/3247	7/7	x ✓
#009	7/7	3248/3252	7/7	x ✓
#010	7/7	3249/3249	7/7	x ✓
#011	7/7	3249/3249	7/7	x ✓
#012	7/7	3248/3248	15/15	x ✓
#013	7/7	3249/3249	7/7	x ✓
#014	7/7	3249/3248	7/7	x ✓
#015	7/7	3248/3248	7/7	x ✓
#016	7/7	3249/3249	7/7	x ✓
#017	7/7	3248/3248	7/7	x ✓

## ANEXO IV : INFORME DE DAÑOS EN LA SISMICA MULTICANAL

### INFORME PRELIMINAR

# DAÑOS EN EL STREAMER DE SÍSMICA MULTICANAL. CAMPAÑA NORCARIBE 2013

**Redactado por:**

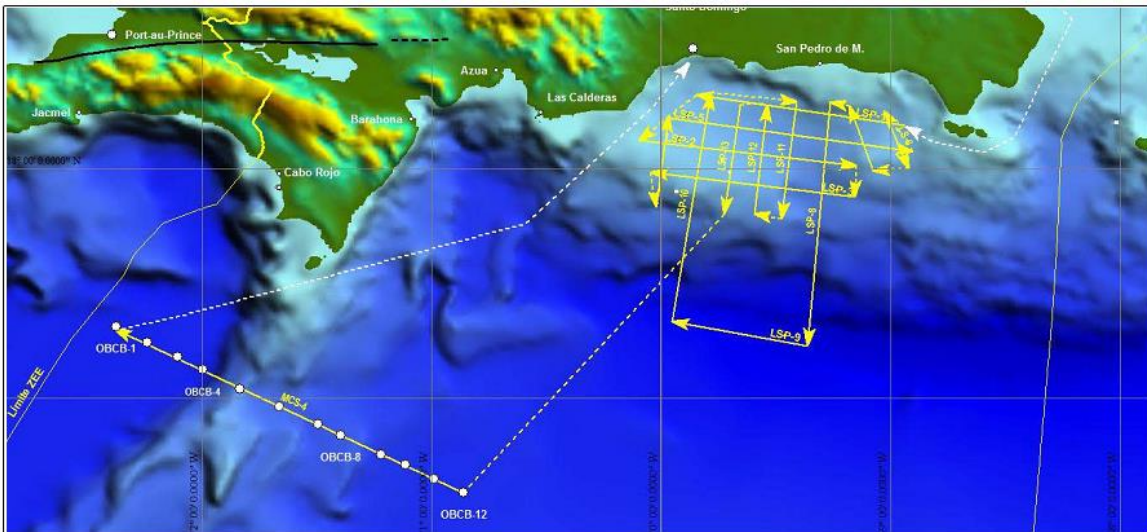
Ezequiel González, Minerva Alegre, Gemma Muñoz (Dep. Sísmica). Pablo Rodríguez (Responsable técnico).

## INTRODUCCIÓN:

Durante la presente campaña NORCARIBE se han realizado líneas de sísmica multicanal frente a San Pedro de Macorís. Las líneas planificadas originalmente incluían 5 líneas separadas entre sí unos 10 km, en dirección EO con la primera línea situada a 12km de costa y la más lejana a unos 54 km.

El presente informe detalla los problemas surgidos durante la realización de una parte de las líneas sísmicas programadas en la campaña y los daños sufridos por los equipos durante la ejecución de estas líneas.

## DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y DAÑOS EN LOS EQUIPOS:



En la imagen se observan la líneas paralelas a la costa tal como fueron planificadas originalmente, la navegación final ha variado ligeramente.

### **INCIDENTE Nº1**

El día 5 de Diciembre a las 09:30 UTC iniciamos el levantamiento sísmico en la línea más próxima a tierra la LSP-1. A las 14:45(coord. 18.246N, 69.406W) se observa como el bird número 14 no consigue mantenerse a la profundidad deseada y se va hacia el fondo, mostrando una alarma por sobrecarga en su motor interno. Tratamos de mantenerlo a una profundidad razonable subiendo los birds anterior y posterior.

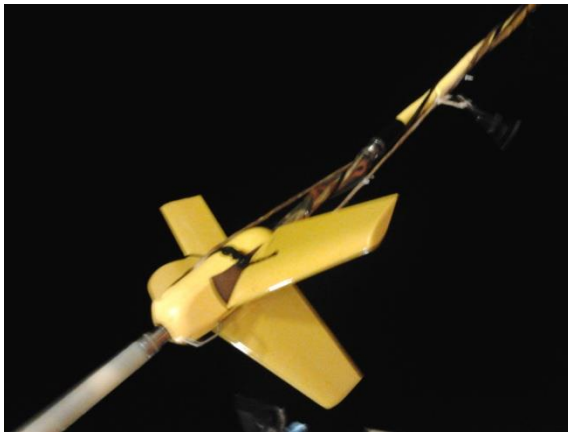
A los 10 minutos (coord. 18.243N, 69.418W) iniciamos giro para esquivar boyas de aparejos a la vista.

A las 15:30 (coord. 18.233N, 69.4559W) el bird 13 sube a superficie y la tensión en el streamer aumenta, lo que indica un enganche. Pedimos reducir velocidad del barco, la tensión en el streamer baja y el bird parece volver a su profundidad marcada.

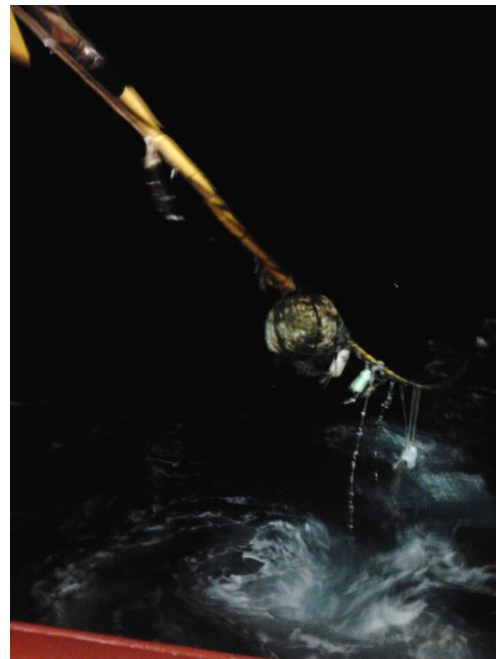
A las 21:30 terminamos la línea LSP-1 y comenzamos giro para pasar a la siguiente. Las condiciones meteorológicas en ese momento, con viento del este de 30 nudos, y la fuerte corriente del NE impedían la caída del buque a babor hacia la línea. Tras varios intentos de iniciar línea se decide recoger el magnetómetro y girar a estribor. Durante el giro perdemos conexión con el bird 15 y es imposible darle alimentación al resto de birds. Las electrónicas del final del streamer (un LAUM y el TAPU) comienzan a dar fallos intermitentes. Se recogen los cañones y el streamer.

Al recoger se observaron los siguientes desperfectos:

- Bird número 8 con quilla rota y restos de aparejo enganchados a la carcasa y al streamer, que aparece bastante retorcido en la zona cercana al bird. (Imágenes 1, 2 y 5).
- 1 sección torsionada. (Imagen 4)
- Bird 10 aparece sin quilla. El resto de la carcasa sin daños.
- Debido al enganche con varias líneas de aparejos los birds 13, 14 y 15 mostraron avería en el motor que utilizan para mover las alas, al quedar estas bloqueadas. Se cambiaron las electrónicas por otras de recambio. Queda por confirmar el alcance de la avería de estos birds. (Imagen 3)
- 1 sección activa rajada hasta el interior, en principio inservible. (Imágenes 7 y 8 )



*Im. 1. Bird con cabos liados (ver flotador en Im.2)*



*Im. 2. Cabos con flotador de palangre liados con bird.*



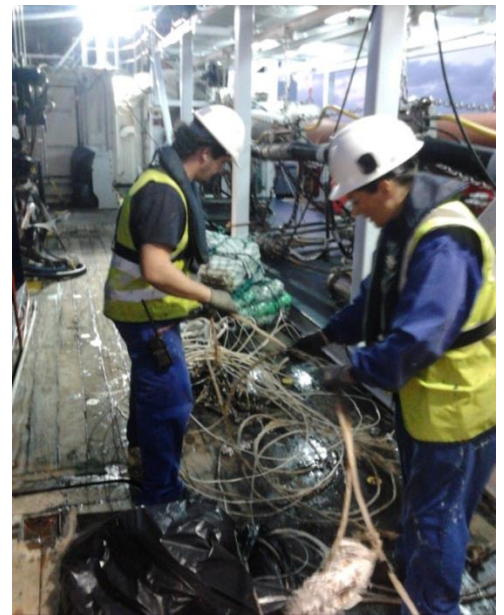
**Im. 3.** *Electrónicas averiadas*



**Im. 4.** *Sección retorcida.*



**Im. 5.** *Quilla de bird dañada*



**Im. 6.** *Material recuperado del streamer  
(6/12/2013)*



*Im. 7. Sección de streamer seccionada*



*Im. 8. Detalle de la profundidad del corte.*

## INCIDENTE Nº2

Después de cargar material OBS nos dirigimos a línea LSP-5 (54 km de costa), comenzamos el despliegue a las 00:48 UTC del día 8. A las 09:30 (coord. 17.884N, 69.705W) se observa un comportamiento anómalo del bird 12 (sube hacia superficie, imposible hundirlo) pero se decide mantenerlo hasta finalizar la línea mientras no diera problemas de conexión. Se observaba ruido en los datos del streamer debido a la mala mar y en la zona próxima al bird 12 que se encuentra a poca profundidad, pero consultado el IP se decide continuar. Se finaliza la línea LSP-5 y a las 18:55 (coord. 17.938N, -69.200W). Iniciamos la LSP-4. Los bird 7 y 8 suben a superficie y no es posible hundirlos, se sospecha que se han producido múltiples enganches con objetos flotantes y se decide recoger para inspeccionar el streamer, observando los siguientes elementos dañados:

- Bird 3 sin quilla estabilizadora (a cambiar) (Imagen 13)
- Bird 5 con la quilla estabilizadora partida.
- Bird 7 sin un ala y carcasa rota (irrecuperable) (Imágenes 9 y 10)
- Bird 8 con la carcasa completamente reventada y los aros de la electrónica rotos(a cambiar completamente). (Imágenes 11 y 12)
- 4 compases envueltos en aparejo(a evaluar posibles daños) (Imágenes 14 y 15)

A parte de estos elementos, se han recuperado varios aparejos ( imágenes 16 a 21) a lo largo de varias secciones activas del streamer y en la boya de cola(no tenemos imágenes disponibles, pues se soltaron antes de recuperarlos) que a primera vista no han producido más daños, pero que de haber seguido la navegación podrían haber dañado seriamente componentes adicionales.



*Im. 9. Bird con un ala rota*



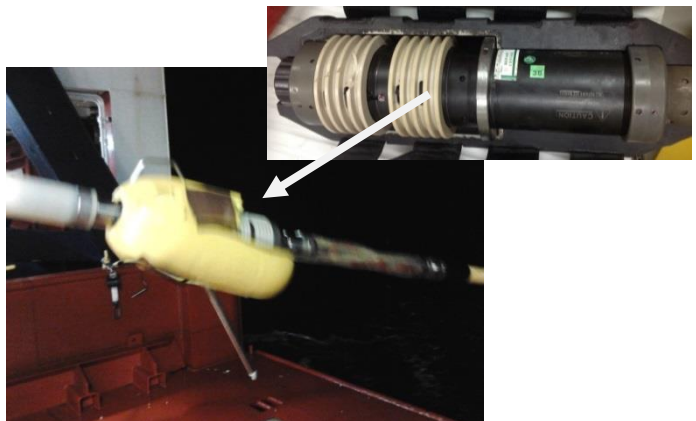
*Im. 10. Bird sin ala y eje partido*



*Im. 11. Bird sin la quilla estabilizadora.*



*Im. 12. Bird roto*



*Im. 13. Bird roto en el streamer*





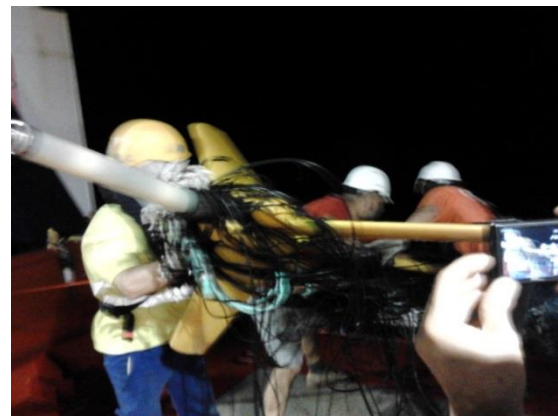
*Im. 14. Compás con material a la deriva*



*Im. 15. Retirada del material del compás y el streamer*



*Im 16. Retirada de un flotador*



*Im. 17. Un bird con cable de aramida enrollado*



*Im 18. Flotador enganchado al streamer.*



*Im. 19. Restos de cable de aramida con anzuelos*



*Im. 20. Restos de flotadores y cables.*

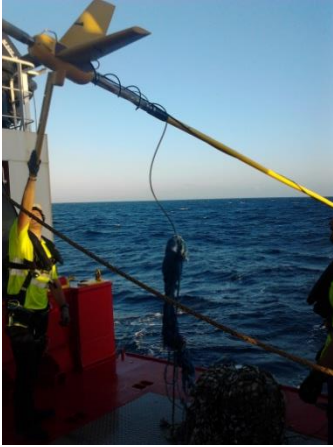
### INCIDENTE N°3

El día 13, alas 03:51UTC iniciamos línea TR-1. Se aprecian problemas intermitentes de conexión con la electrónica del final del streamer (TAPU), pero se decide proseguir asumiendo la pérdida de registro derivada.

A las 08:36(coord. 17.887N, 69.907W) se decide recoger el streamer ya que se agravan los problemas de conexión y el software muestra fugas de corriente que indican un posible corte en una sección activa.

Resultado:

- Bird 2 enganchado con aparejo(anillos de la electrónica rotos, a cambiar) (Imágenes 21, 22,23 y 24)
- Sección activa rajada, la penúltima del streamer largado(Imágenes 25 y 26)



*Im. 21. Enganche de aparejo en bird*



*Im. 22. Detalle del enganche con el ala*



*Im. 23. Resto del aparejo enganchado*



*Im. 24. Daño en el eje del ala*



*Im. 25. Detalle de uno de los cortes*



*Im. 26. Cortes en la sección activa*

## CONCLUSIONES:

Las operaciones de sísmica multicanal se desarrollan de acuerdo con un protocolo de funcionamiento, redactado por el Departamento de Sísmica de la Unidad de Tecnología Marina (UTM-CSIC), en el que se detallan tanto la metodología de las operaciones con el equipamiento a cargo del departamento cómo las medidas de seguridad y condiciones meteorológicas limitantes para el despliegue de dichos equipos.

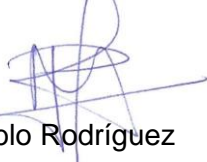
Durante la presente campaña este protocolo se ha cumplido de forma escrupulosa pero las condiciones meteorológicas (especialmente en el Sur de la isla) han estado siempre en el límite de lo marcado por el protocolo, con vientos cercanos a los 30 km/h y olas de hasta 3.5 m. en momento muy puntuales.

Creemos que el elevado número de incidentes que hemos tenido han sido debidos, por una parte a la proximidad a un caladero de pesca artesanal y por otra parte al mal tiempo que ha dejado a la deriva numerosas artes que han impactado contra el streamer. En el anexo se incluye una imagen de las posiciones de algunas de las boyas encontradas por una de las patrulleras durante la inspección de una de las múltiples líneas planificadas en la zona.

El elevado número de elementos dañados supone un riesgo a la viabilidad de las operaciones ( presentes y futuras ) por lo que se decide abortar completamente la operación en la zona, independientemente de las condiciones de visibilidad o meteorológicas ya que la detección y evitación de dichas artes son muy difíciles, incluso con un streamer de 3 Km. de longitud.

Por otra parte entendemos que para evitar situaciones similares en el futuro sería deseable que la UTM tuviera información detallada de tipo de operaciones a realizar y las zonas de trabajo para evaluar el riesgo de dichas operaciones con antelación suficiente.

En la Mar. B/O Sarmiento de Gamboa. 15 / 12/2013.



Pablo Rodríguez

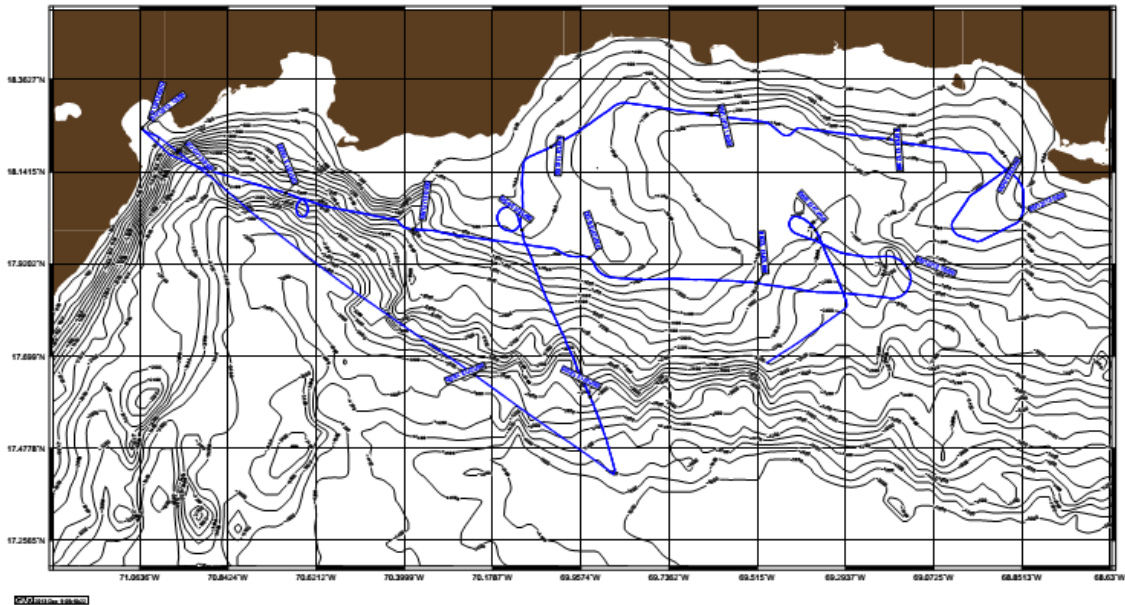
Responsable Técnico. Unidad de Tecnología Marina. CSIC



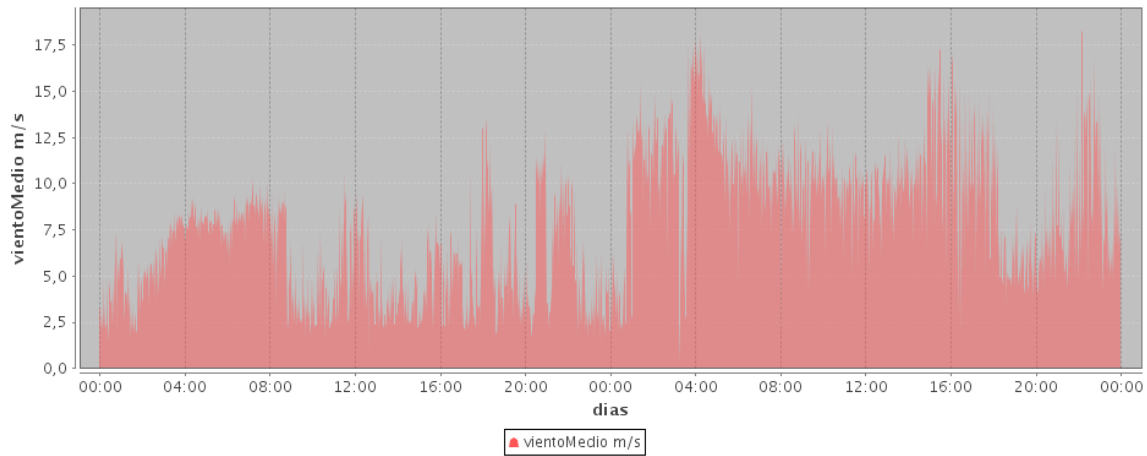
## ANEXOS

### Derrota y Gráficas de viento (5 al 9 de Diciembre de 2013)

05\_12\_2013\_a\_09\_12\_2013 (SdG UTM/CSIC)

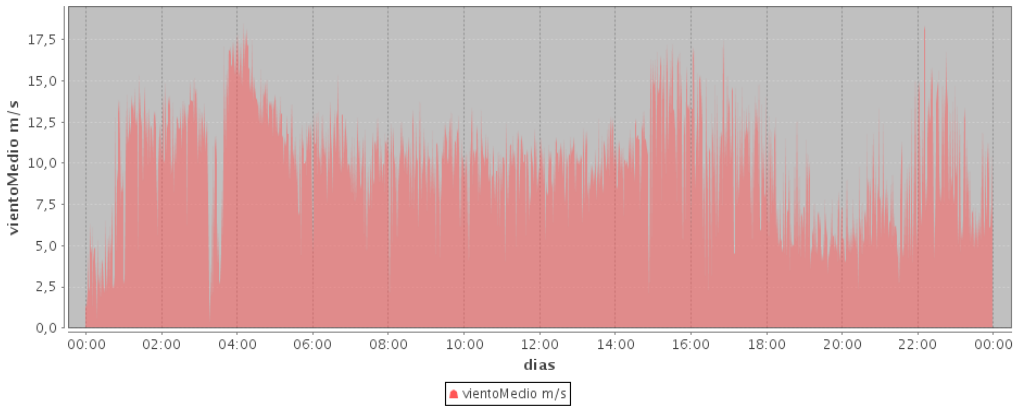


De 05 de 12 del 2013 a 06 de 12 del 2013





De 06 de 12 del 2013 a 06 de 12 del 2013



De 08 de 12 del 2013 a 08 de 12 del 2013

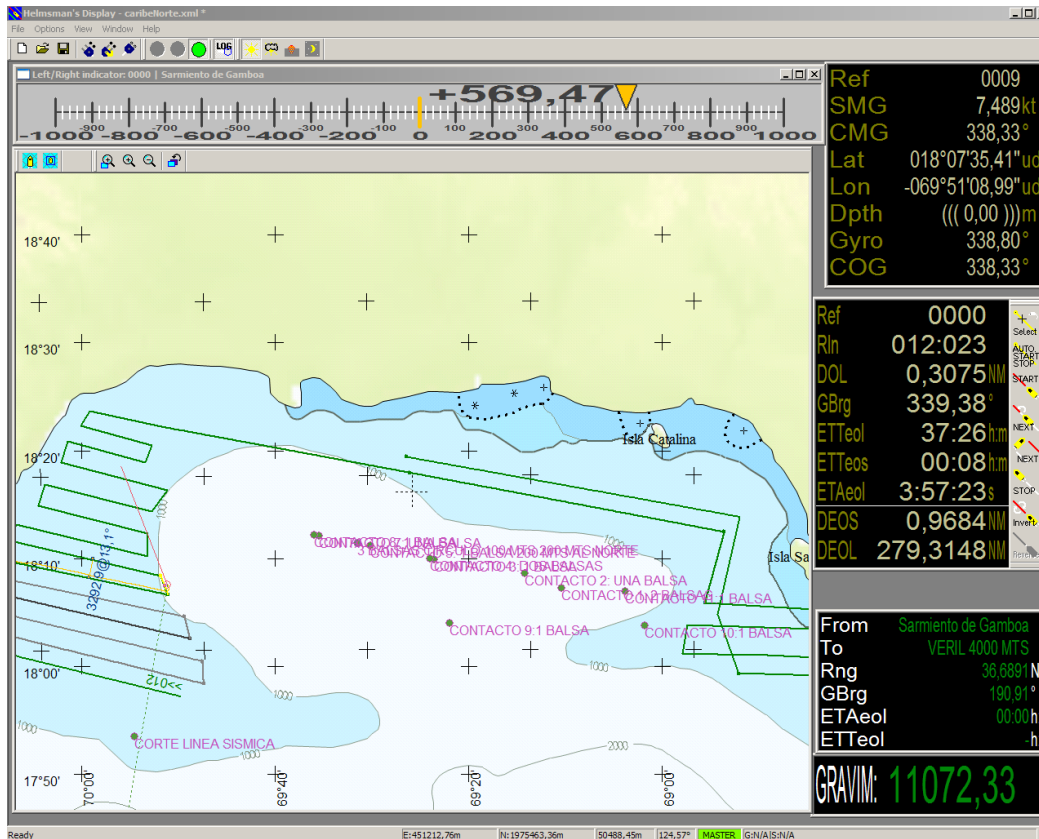
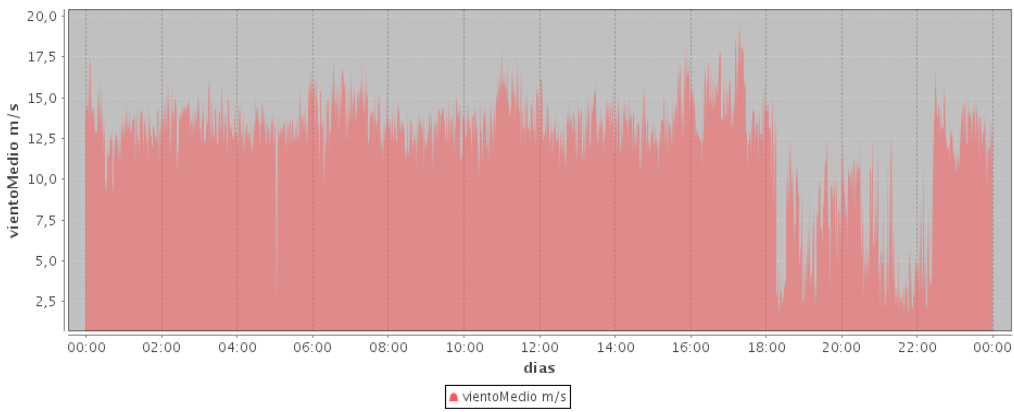


Fig. 39. Posiciones de boyas observadas por la patrullera en una sección de una línea

## ANEXO V. MODELIZACIÓN DE FUENTES SÍSMICAS