

MOUNDFORCE



Informe científico-técnico N/O L'ATALANTE 23 Agosto / 9 Septiembre 2007

Jefe Científico: **Dr. Luis Somoza**

Proyecto EUROMARGINS-MOUNDFORCE
01-LEC-EMA06F REN2002-11668-E/MAR

Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
Universidad de Cádiz (UCA)
Universidad de Vigo (UVI)
Unidad Tecnología Marina (UTM-CMIMA)
Universidade de Aveiro (UAV)
Universidad de Granada (UGR)
Inst. Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT-CSIC)



EUROMARGINS
A EUROCORES PROGRAMME
EUROPEAN SCIENCE FOUNDATION COLLABORATIVE RESEARCH





Instituto Geológico y Minero de España

Luis Somoza Losada
Estefania Llave Barranco
Fernando Bohoyo Muñoz
Francisco Javier González Sanz
Ricardo León Buendía



Universidad de Cádiz

Juan Tomás Vázquez Garrido



Universidad de Vigo

Francisco Javier Hernández Molina
Lara Felicidad Pérez Miguel



Universidade de Aveiro

Catarina Maduro Rasquilha



Universidad de Granada

Farida Anahnah



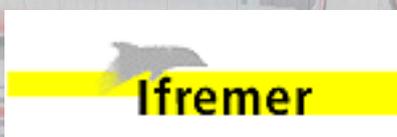
Unidad Tecnologia Marina

Sara Martínez Loriente

Inst. Andaluz de Ciencias de la Tierra

Ivelin Iliev

Genavir y Ifremer



Miembros técnicos y tripulación de la campaña
MOUNDFORCE a bordo de L'Atalante



Foto del equipo científico, técnico y tripulación de la campaña MOUNDFORCE a bordo del buque oceanográfico L'ATALANTE.



Equipo científico (de izquierda a derecha: Tomas Vázquez, Sara Martínez, Ivelyn Iliev, Ricardo Leon (sentado), Fernando Bohoyo, Javier Hernandez, Serge Louzaouen, Farida Anahnah, Luis Somoza, Lara Felicidad Pérez, Estefanía Llave y Javier Gonzalez) durante el desembarco en la Bahía de Cádiz. Al fondo el buque oceanográfico L'Atalante.



El Buque L'Atalante con el sistema de sísmica multicanal instalado a popa en la Bahía de Cádiz, durante el desembarco del equipo científico de la campaña MOUNDFORCE.

AUTORES: Somoza L., Anahnah F., Bohoyo F., González J., Hernández J., Iliev I., León R., Llave E., Maduro C., Martínez S., Pérez L.F., Vázquez T.

Portada y contraportada diseñadas por Catarina Maduro Rasquilha

AGRADECIMIENTOS

El equipo científico de la campaña MOUNDFORCE quiere agradecer al Comandante del L'ATALANTE, Bruno Homard, a toda la tripulación de GENAVIR y, especialmente, al equipo técnico de adquisición sísmica dirigidos por Serge Louzaouen, y al de cañoneros por Erwan Nedelec, su dedicación y esfuerzo durante la campaña "MOUNDFORCE". La campaña ha sido subvencionada por la Acción Especial REN2002-11668-E/MAR del Programa de Recursos Naturales Marinos del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) del Gobierno de España, enmarcada en el Proyecto MOUNDFORCE (01-LEC-EMA06F) del Programa Europeo EuroCORE-EuroMARGINS de Colaboración Científica de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF).

L'équipe scientifique de la campagne MOUNDFORCE dirigier par Luis Somoza Losada, remercient en premier lieu le commandant de l'ATALANTE, Bruno homard, et à toute la tribulation de GENAVIR spécialement les techniciens responsables de l'acquisition sísmique et à ceux des canons, pour leurs efforts et dédicacions durant la campagne.

Благодаря на целия екипаж на L'ATALANTE (АТАЛАНТ) и на всички, които направиха това плаване възможно!

Желая Ви всичко най-хубаво!!!

INDICE DE CONTENIDOS

FOTO DEL EQUIPO CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TRIPULACIÓN DE LA CAMPAÑA MOUNDFORCE A BORDO DEL BUQUE OCEANOGRÁFICO L'ATALANTE.....	3
AUTORES: SOMOZA L., ANAHNAH F., BOHOYO F., GONZÁLEZ J., HERNÁNDEZ J., ILIEV I., LEÓN R., LLAVE E., MADURO C., MARTÍNEZ S., PÉREZ L.F., VÁZQUEZ T.....	4
AGRADECIMIENTOS	4
INDICE DE CONTENIDOS	5
RESUMEN (ESPAÑOL).....	7
SOMMAIRE (FRANÇAIS).....	7
ABSTRACT (ENGLISH)	7
1 INTRODUCCION Y OBJETIVOS	8
2 FICHA TECNICA DE LA CAMPAÑA	9
2.1 EQUIPO CIENTÍFICO Y TÉCNICO	10
3 EL BUQUE OCEANOGRÁFICO L'ATALANTE	12
4 PLANIFICACION DE LA CAMPAÑA	14
5 RESUMEN DE OPERACIONES	17
5.1 INCIDENCIAS Y OPERACIONES	18
6 ENCUADRE GEOLÓGICO Y OCEANOGRÁFICO	21
6.1 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	21
6.2 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS	24
6.3 EVIDENCIAS DE HIDROCARBUROS EN EL SUBSUELO MARINO	25
7 MÉTODOS	28
7.1 POSICIONAMIENTO Y NAVEGACIÓN GPS	28
<i>Sistema de posicionamiento "Acuaris"</i>	28
<i>Sistema centralizado "Cinna"</i>	32
<i>Sistema de posicionamiento geológico "Sogirl"</i>	32
7.2 BASE DE DATOS GIS	33
<i>Niveles de información</i>	34
<i>Precisión de los datos en el SIG y medidas del error</i>	35
7.3 CHEOPS SISTEMA SÍSMICO DE ALTA RESOLUCIÓN 3.5 KHZ	37
<i>Principios básicos</i>	37
<i>Configuración de la señal emitida</i>	40
<i>Señal recibida</i>	40
<i>Procesado y formato SEG-Y</i>	41
<i>Análisis</i>	42
7.4 SONDA DE MULTHAZ EM12 DUAL	43
<i>Sonar de barrido lateral (SBL)</i>	44
<i>Procesado de batimetría</i>	45
<i>Procesado del "backscatter"</i>	46
7.5 SÍSMICA MULTICANAL	47
<i>Fuente de energía sísmica</i>	48
<i>Hidrófonos</i>	49
<i>Sistema de registro</i>	51
<i>Postproceso a bordo</i>	52
8 RESULTADOS.....	53
LÍNEA MF01	53
LÍNEA MF02	57
LÍNEA MF03	59
LÍNEA MF04	61

LÍNEA MF05	64
LÍNEA MF06	66
LÍNEA MF07	71
LÍNEA MF08	72
LÍNEA MF09	75
LÍNEA MF10	77
LÍNEA MF11	82
LÍNEA MF12	84
LÍNEA MF14	88
LÍNEA MF15	90
LÍNEA MF16	93
LÍNEA MF17	95
LÍNEAS MF18 Y MF19.....	97
LÍNEA MF20	98
LÍNEA MF21	100
9. ANEXOS	104
9.1 DÍARIOS DE A BORDO E INCIDENCIAS	104
9.1.1 <i>Diario de abordó (Español)</i>	104
9.1.2 <i>Le Journal de Bord (Français)</i>	109
9.1.3 <i>Diário da campanha (Portugues)</i>	114
9.1.4 <i>Cruise Daily Report (English)</i>	120
9.2 TABLAS NAVEGACIÓN Y SÍSMICA.....	126
9.2.1 <i>Tiempos operativos, averias y transitos</i>	126
9.2.2 <i>Resumen navegación</i>	127
9.2.3 <i>Resumen líneas por sistemas de adquisición</i>	129
Sísmica multicanal	129
Sistema alta resolución 3.5 kHz CHEOPS	129
Batimetría multihaz EM12 dual	131
9.2.4 <i>Configuración sísmica multicanal</i>	132
9.2.5 <i>Ficheros líneas CHEOPS SEG-y</i>	133
9.3 CONFIGURACIÓN SISTEMA SÍSMICA MULTICANAL.....	134
9.3.1 <i>Configuración inicial</i>	134
Array de cañones.....	135
Espectro de la señal.....	136
9.3.2 <i>Configuración líneas OBS</i>	137
Array de cañones.....	138
Espectro de la señal.....	139
9.3.3 <i>Configuración del streamer completa (360 canales)</i>	140
Configuración parcial del streamer (324 canales)	141
9.4 DOCUMENTACIÓN.....	142
9.4.1 <i>Preparation of Mission Preparation Meeting</i>	142
9.4.2 <i>Rectification working area</i>	150
10 BIBLIOGRAFÍA	151

RESUMEN (español)

Los objetivos de la campaña MOUNDFORCE han sido adquirir un amplio catálogo de imágenes sísmicas de los diversos tipos de edificios carbonatados profundos, arrecifes, volcanes de fango y diapíros asociados a emisiones de hidrocarburos naturales en el Golfo de Cádiz. En la campaña MOUNDFORCE se han realizado un total de 3.050 km. de sísmica multicanal y 3250 km de sísmica de alta resolución 3.5 kHz CHEOPS.

La campaña MOUNDFORCE se enmarca en el proyecto MOUNDFORCE del programa ESF-EUROCORE (EUROpean COllaborative REsearch) EUROMARGINS. El proyecto tiene como objetivo el estudio de estructuras carbonatadas profundas y arrecifes de coral asociadas a emisiones naturales de hidrocarburos en los fondos marinos europeos de los márgenes atlánticos europeos desde Rockall Trough, Porcupine Bight al Golfo de Cádiz. A lo largo de estos márgenes europeos, la construcción de grandes edificios carbonatados profundos esta relacionado con los grandes cambios oceanográficos y climáticos, así como con interacción entre el agua mediterránea y las aguas árticas.

SOMMAIRE (français)

Les objectifs de la campagne MOUNDFORCE à bord du navire L'ATALANTE ont été d'obtenir un large catalogue d'images sismiques des différents types d'édifices carbonatés profonds, tels que les récifs coralliens, les volcans de boue ou les diapirs associés aux émissions d'hydrocarbures naturels dans le Golfe de Cadix. En tout, près de 3.050 km de sismique multi-canal et 3250 km de sismique de haute résolution 3.5 kHz CHEOPS ont été entrepris.

La campagne MOUNDFORCE fait partie du projet MOUNDFORCE dans le programme ESF-EUROCORE (EUROpean COllaborative REsearch) EUROMARGINS qui a pour but l'étude des structures carbonatés profondes et des récifs coralliens associés aux émissions naturelles d'hydrocarbures dans les fonds marins des marges atlantiques européennes de Rockall Trough, Porcupine Bight jusqu'à le golfe de Cadix.

Tout au long de ces marges européennes la formation des grands édifices carbonatés profonds est en relation directe avec les grands bouleversements océanographiques et climatiques, ainsi qu'avec l'interaction entre les eaux de la Méditerranée et les courants provenant de l'océan Arctique.

ABSTRACT (english)

The aim of the MOUNDFORCE cruise aboard research vessel L'ATALANTE have been to obtain a detailed catalog of seismic images of distinct types of deep carbonate mounds, coral reefs, mud volcanoes and diapirs associated with hydrocarbon seeps in the Gulf of Cádiz. As result of the MOUNDFORCE cruise a total of 3.050 km. of multichannel seismic and 3250 km of 3.5 kHz CHEOPS high-resolution seismic have been acquired.

The MOUNDFORCE cruise is part of the of the MOUNDFORCE project of the ESF-EU within the framework of the ESF-EUROCORE (EUROpean COllaborative REsearch) EUROMARGINS programme. This project plan out the study of carbonate mounds and deep coral reefs associated with hydrocarbons discovered on Rockall Trough, Porcupine Bight and Gulf of Cádiz along the European Atlantic margins. Along these margins, the periods of building of the carbonate mounds are related to the main events of palaeo-oceanographic and climatic changes, and especially due to the interaction between Mediterranean and Arctic-type waters.

1 INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La presente campaña MOUNDFORCE se enmarca en el proyecto MOUNDFORCE “*Forcing of Carbonate Mounds and Deep Water Coral Reefs along the NW European Continental Margins*” (01-LEC-EMA06F) del Programa Europeo EuroCORE-EuroMARGINS de Colaboración Científica de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF) y co-financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) de España a través de la Acción Especial del Programa de Recursos Naturales Marinos (REN2002-11668-E/MAR).

El proyecto tiene como finalidad el estudio de estructuras carbonatadas profundas y arrecifes de coral asociadas a emisiones naturales de hidrocarburos en los fondos marinos europeos de los márgenes atlánticos europeos desde Rockall Trough, Porcupine Bight al Golfo de Cádiz. A lo largo de estos márgenes europeos, la construcción de grandes edificios carbonatados profundos está relacionado con los grandes cambios oceanográficos y climáticos, así como con la interacción entre las masas de agua mediterráneas y atlánticas polares. La página web del proyecto se encuentra en la siguiente dirección:

<http://www.esf.org/activities/eurocores/programmes/euromargins/projects/fp06.html>

El proyecto MOUNDFORCE está integrado por investigadores de geología marina del Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Español de Oceanografía, Universidad de Cádiz y Universidad de Vigo.

El objetivo de la campaña MOUNDFORCE (FORzamientos tectónicos y oceanográficos de los MONTículos carbonatados profundos) fue adquirir un amplio catálogo de imágenes sísmicas de los diversos tipos de edificios asociados a emisiones de hidrocarburos naturales en el Golfo de Cádiz como son las dorsales y montículos carbonatados (“*carbonated ridges and mounds*”), diapiros salinos y margosos (“*salt and marly diapirs*”) y volcanes de fango (“*mud volcanoes*”) y su forzamiento tectónico y climático. Por una parte, su control tectónico por la estructura regional geodinámica entre las placas de África e Iberia. Por otra, por la gran variabilidad espacial y temporal en las condiciones (paleo-) oceanográficas debidas al intercambio entre las masas de agua mediterráneas y atlánticas. Los objetivos específicos de la campaña han sido:

- 1) Obtener un catálogo de imágenes sísmicas de las dorsales y montículos carbonatados profundos.
- 2) Definir las relaciones espaciales y temporales de facies acústicas de las dorsales y montículos carbonatados y su relación con emisiones profundas de hidrocarburos.
- 3) Determinar la secuencia estratigráfica y la historia geológica de los montículos carbonatados y su relación con la corriente mediterránea profunda (MOW Mediterranean Outflow Water)
- 4) Identificar los forzamientos paleoceanográficos y paleoclimáticos en el crecimiento episódico de montículos carbonatados.
- 5) Identificar señales sísmicas de desarrollo de gases hidratados en los montículos carbonatados.
- 6) Analizar los conductos de las emisiones de fluidos hidrocarburos que conectan las estructuras profundas tectónicas y los montículos carbonatados.
- 7) Estudiar el control tectónico reciente sobre el diapirismo, los montículos y dorsales carbonatados, y los volcanes de fango.

2 FICHA TECNICA DE LA CAMPAÑA

BUQUE OCEANOGRÁFICO: L'Atalante (IFREMER)

NOMBRE DE LA CAMPAÑA: MOUNDFORCE

FECHA COMIENZO: 24-08-2007 PUERTO: Cádiz

FECHA FINAL: 9-09-2007 PUERTO: Cádiz

LIMITES: NORTE: 36° 30' N SUR: 33° 30' N OESTE: 11° W ESTE: 6° 30' W

OBJETIVO: PERFILES SÍSMICA MULTICANAL

ORGANISMO DE COORDINACION: Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

ORGANISMOS PARTICIPANTES: Instituto Geológico y Minero de España, (IGME);

Universidad de Vigo (UVI); Universidad de Cádiz (UCA); Universidad de Granada (UGR);

Unidad de Tecnología Marina (CMIMA-CSIC) de Barcelona; Universidad de Aveiro (UAV)

JEFE CIENTÍFICO: Dr. Luis Somoza Losada

CONTACTO: l.somoza@igme.es

PROYECTO: MOUNDFORCE (EuroCORE-EuroMARGINS ref. 01-LEC-EMA06F REN2002-11668-E/MAR).

DISCIPLINAS: Sísmica reflexión multicanal y sísmica alta resolución CHEOPS.

PERSONAL CIENTÍFICO: Dr. Ricardo León, Dr. Fernando Bohoyo, Dra. Estefania Llave, Javier González (IGME); Prof. Dr. Juan Tomás Vázquez (UCA), Prof. Dr. Javier Hernández Molina, Lara Felicidad Pérez Miguel (UVI), Ivelin Iliev (IACT-CSIC), Sara Martínez Loriente (CMIMA-CSIC), Farida Anahnah (UGR-AECI/MAEC), Catarina Maduro Rasquilha Simal de Lemos (UAV)

TRABAJO REALIZADO: 3.050 km sísmica multicanal y 3250 km sísmica de alta resolución CHEOPS.

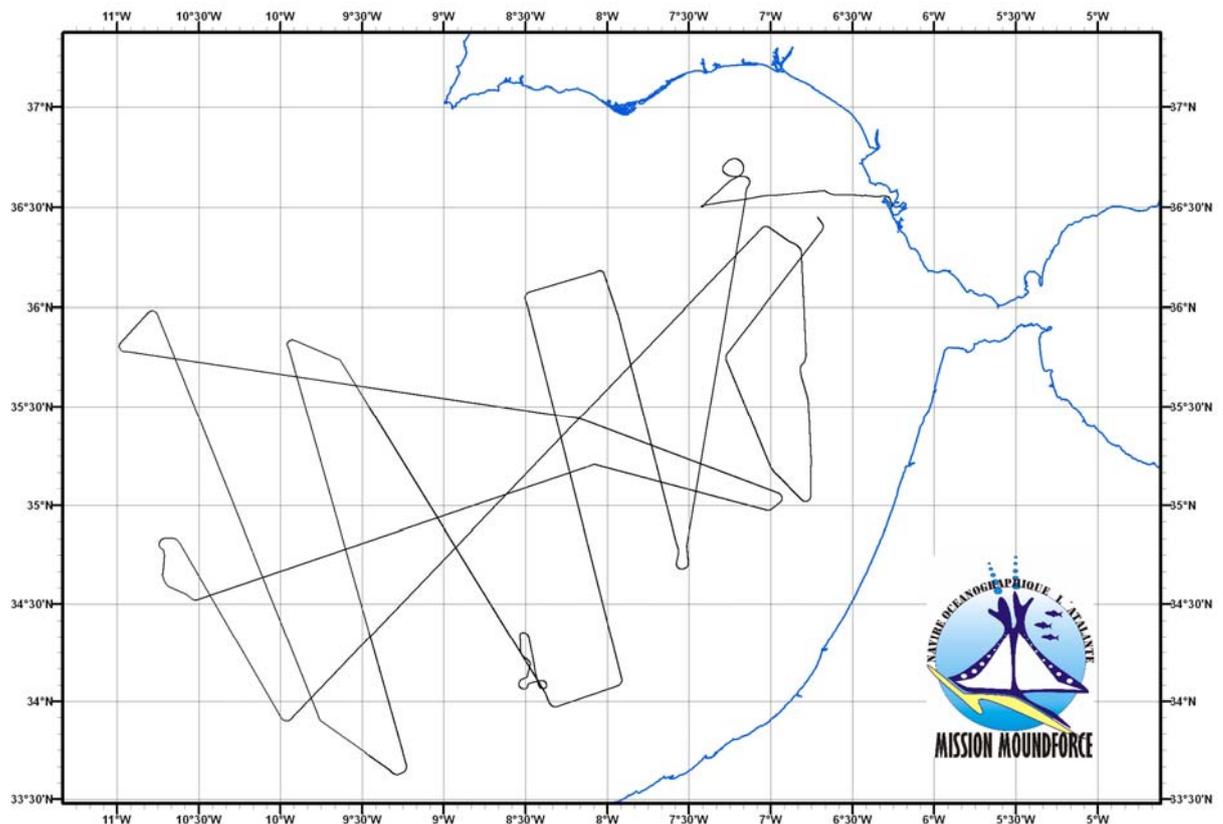


Figura 4: Mapa de navegación de la campaña MOUNDFORCE.

2.1 Equipo Científico y Técnico

Luis Somoza	Geólogo Marino / Jefe Científico Geología Marina IGME l.somoza@igme.es
Farida Anahnah	Becaria de la Agencia Española de Cooperación Internacional AECI- Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación MAEC/ Prospección geofísica Universidad de Granada fanahnah@ugr.es
Fernando Bohoyo Muñoz	Geólogo Marino / Geodinámica-Geofísica Geología Marina IGME f.bohoyo@igme.es
Jerome Coatanea	Ingeniero sísmico / Procesado sísmica multicanal GENAVIR Jerome.Coatanea@genavir.fr
Lara Felicidad Pérez Miguel	Estudiante Ciencias del Mar Universidad de Vigo physalia27@hotmail.com
Francisco Javier González Sanz	Becario doctoral IGME-MEC/ Geología Marina Geología Marina IGME fj.gonzalez@igme.es
Claude Gueguen	Mecánico / Cañones y compresores GENAVIR Claude.Gueguen@genavir.fr
Pierre Guyavarch	Ingeniero sísmico / Adquisición sísmica GENAVIR Pierre.Guyavarc.h@genavir.fr
Francisco Javier Hernandez Molina	Profesor Ciencias del Mar / Estratigrafía sísmica circulación oceánica UVI Universidad de Vigo fhernan@uvigo.es
Yohann Kergoat	Ingeniero sísmico / Adquisición sísmica GENAVIR Yohann.Kergoat@genavir.fr
Philippe Le Doze	Mecánico/Cañones y compresores GENAVIR Philippe.Le.Doze@genavir.fr
Jean Luc Le Philippe	Mecánico/Cañones y compresores GENAVIR Jean.Luc.Le.Philippe@genavir
Ricardo León Buendía	Geólogo marino/ GIS Geología Marina IGME r.leon@igme.es
Estefanía Llave Barranco	Investigadora Titular MEC / Estratigrafía Sísmica Geología Marina IGME e.llave@igme.es
Ivelin Iliev	Ingeniero sísmico/adquisición sísmica

Serge Louzaouen	IACT-CSIC Granada ivelin iliev@abv.bg Ingeniero sísmico/Responsable adquisición sísmica GENAVIR Serge.Louzaouen@genavir.fr
Catarina Maduro Rasquilha	Estudiante Ingeniería sísmica/ Procesado sísmica Universidad de Aveiro catarinalemos@ua.pt
Sara Martínez Loriente	Becaria pre-doctoral/ Interpretación sísmica UTM-CMIMA Barcelona smartinez@cmima.csic.es
Nicolas Morvan	Ingeniero sísmico/adquisición sísmica GENAVIR Nicolas.Morvan@genavir.fr
Erwan Nedelec	Ingeniero/Responsable cañones y compresores GENAVIR Erwan.Nedelec@genavir.fr
Daniel Vaillant	Ingeniero sísmico/Adquisición sísmica GENAVIR Daniel.Vaillant@genavir.fr
Juan Tomás Vázquez Garrido	Profesor Ciencias del Mar / Geodinámica UCA Universidad de Cádiz juan.vazquez@uca.es

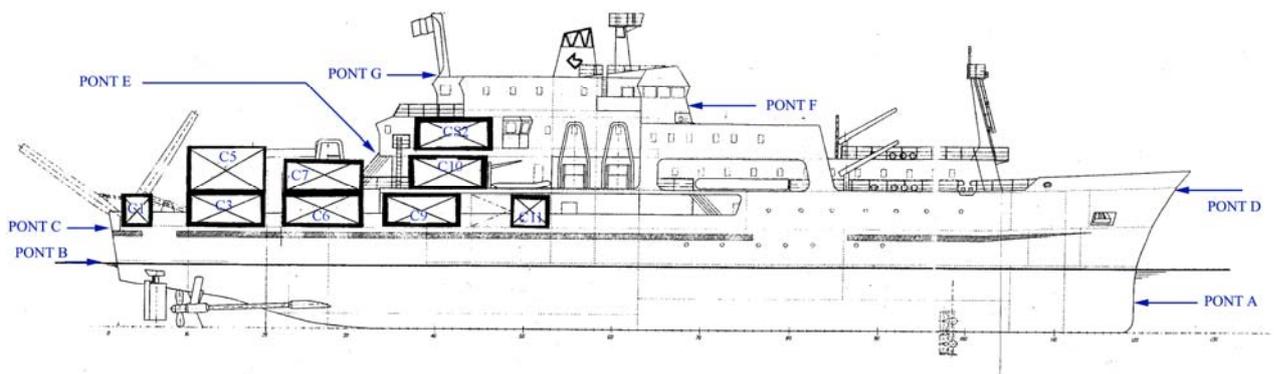
3 EL BUQUE OCEANOGRÁFICO L'ATALANTE



Figura 5: El buque oceanográfico L'Atalante.

Fecha de puesta en servicio	oct 1990 (construcción Le Havre ACH)
Armador	GENAVIR
Eslora	84.60m
Manga	15.85m
Calado	5.1m max
	Posicionamiento dinámico (CAPS)
	propulsor de través retráctil y orientable
	Doble hélice y timón
Clasificación	Alta mar, hielos II
Autonomía	60 días
Velocidad media	11 (9 a 13 según mar y carga)
Plazas científicas	30 a 33 según tipo de campaña
	Camarotes simples y dobles
Tripulación	17 a 30 según tipo de campaña
Contenedores	5 a 10 plazas según campaña.

Pórtico de popa basculante
 Pórtico lateral papa testigos de gravedad
 Wincher oceanográfico de 15 toneladas
 Pórtico lateral articulado con wincher para hidrología y sonda batimétrica
 Grúa telescópica de 10 toneladas cubriendo la cubierta de popa.



Informe campaña MOUNDFORCE

EQUIPAMIENTO

Equipamiento principal

Sonda multihaz EM12-dual Simrad
Penetrador de sedimentos 3.5 kHz Genavir-SQAE. EPC Dowty.
Registrador de discos magneto-opticos Archeops
Gravímetro BGM5 Lockheed Martin
Magnetómetro Seaspay
Correntímetro Doppler 75 et 300 kHz Narrow Band RDI
Termosalinómetro SBE21
Sondas de perfiles térmicos Sippican
Sonde bati-termográficas Seabird 19

Equipamiento secundario

SEPIA (recepción acústica del fondo 12 kHz). Mesa EDO. Pingers (2)
TT300
Goniómetro oceánico CRM1123
Sonda Furuno FE881 200 kHz
Estación meteorológica BATOS (Météo France) temperatura del aire y agua, viento, humedad, radiación.
Meteorología satélite Navimail

Medidas de altitud

Estación giroscópica Octans (Ixsea)
Estación altimétrica HDMS (Aplanix)
Centrales Hippy 120

Navegación / posicionamiento

GPS Aquarius (2)
Estación de adquisición centralizado Cinna
BUC (Ifremer/Thomson) posicionamiento acústico. Balises(2)
Loch Doppler Thomson y Alma

Comunicaciones

Mensajería electrónica Emails por Inmarsat
Fax
Teléfono Inmarsat y GSM.

Winchers, pórticos, otros equipamientos

Wincher para sonda batimétrica
Wincher de hidrología
Wincher oceánico (Grandes Fondos)
Wincher y pórtico lateral para testigos de gravedad
Draga
Pórtico de popa basculante de 36 Tn y grúa

4 PLANIFICACION DE LA CAMPAÑA

La planificación técnica y logística de la campaña fue realizada conjuntamente con miembros de GENAVIR e IFREMER en una reunión realizada en Barcelona en la sede del CMIMA el día 8 de Junio de 2007 (Se adjunta el Report of Mission Preparation Meeting, Anexo 9.4.1). A dicha reunión asistieron A. Le Strat y B. Morvan por parte de GENAVIR, O. Quedec y S. Pichereau por parte de IFREMER, L. Somoza, F. Bohoyo y R. León por parte del IGME y J. Dañobeitia por parte de la Unidad de Tecnología Marina UTM. El calendario fijado para la campaña fue el 23 de Agosto de 2007 como día de movilización en el puerto de Cádiz (España), con salida a la mar el día 24 de Agosto y llegada el día 12 de Septiembre a La Seyne Sur Mer (Francia).

En dicha reunión se expusieron la áreas de trabajo por parte del Jefe Científico Dr. Luis Somoza que consistían en tres zonas: BOX 1 que comprende la zona profunda del talud continental del Golfo de Cádiz; BOX 2 en el margen marroquí atlántico y BOX 3 en la zona occidental del Estrecho de Gibraltar. La región de trabajo comprendía el Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar con coordenadas definidas entre latitudes $36^{\circ} 30' N$ y $34^{\circ} N$ y longitudes entre $4^{\circ} 30' W$ y $11^{\circ} W$.

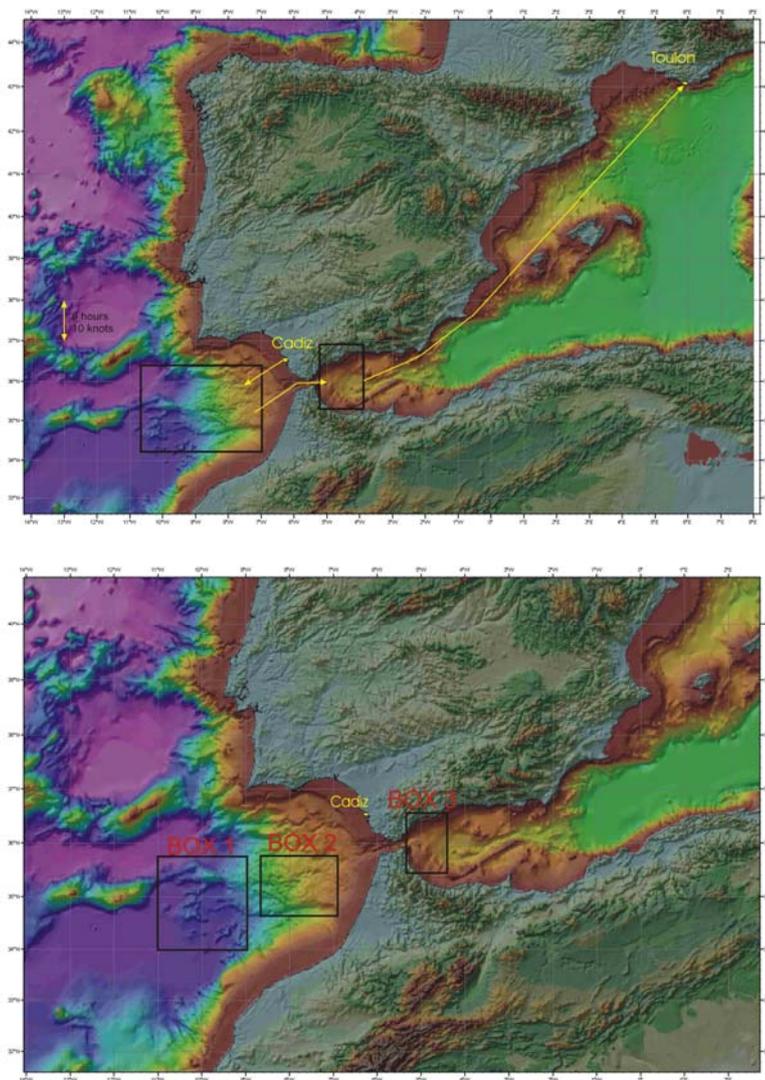


Figura 6: Áreas planificadas para la campaña MOUNDFORCE incluidas en el Report of Mission Preparation Meeting (ver Anexo 9.4.1)

Inicialmente se planteo la realización de una línea sísmica entre el BOX 2 y BOX 3 a través del Estrecho de Gibraltar, de gran interés para el estudio de la estructura interna del Arco de Gibraltar. Para la realización de dicha línea, la única condición que planteó GENAVIR fue que el Jefe Científico se hiciera cargo de los costes de una embarcación de vigilancia de la boya del “streamer” durante el paso del Estrecho. Para ello se realizaron las gestiones pertinentes para que una embarcación tipo atunera con un velocidad superior a 18 nudos realizara las actividades de “watch-dog” durante el paso del Estrecho. Asimismo se comunicó y se envió la planificación detallada de dicha línea a Tarifa Tráfico dependiente de SASEMAR (SALvamento y SEguridad MARitimo) del Ministerio de Fomento, que se encargarían de la notificación y control del tráfico durante el paso del Estrecho. A pesar de estas gestiones, el día 2 de Agosto se notificó, al Jefe de Campaña por parte del Ministerio de Educación y Ciencia, que se anulaba no solo la línea de transito del Estrecho sino también, y enteramente, la zona de trabajo BOX 3. Las razones justificadas fueron que en el plan de campaña provisional, realizado para la campaña a bordo del BIO HESPERIDES en el año 2003, no figuraba dicha zona.

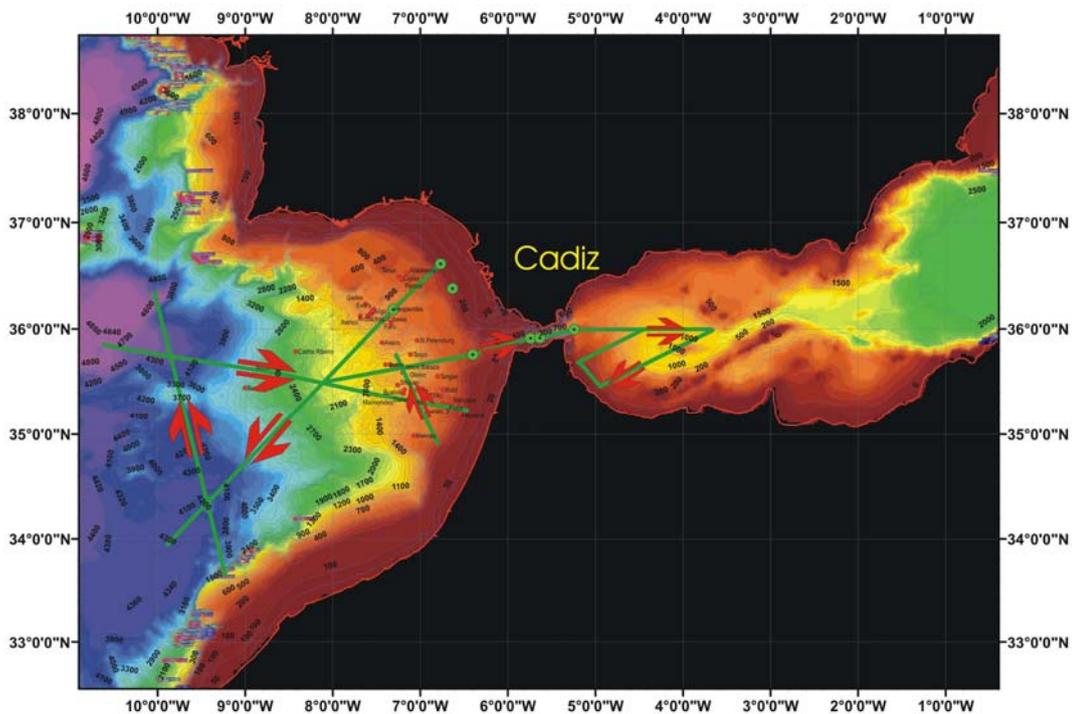


Figura 7: Diseño preliminar de líneas para la campaña MOUNDFORCE en la reunión del 8 de Junio de 2007 de planificación de la campaña incluyendo el paso del Estrecho y el BOX 3.

En la reunión de planificación se fijaron las siguientes técnicas para la campaña MOUNDFORCE: (1) sistema de multicanal con streamer de 360 canales y dos arrays de cañones con un volumen total de 2594 pulgadas cúbicas, con dos cañones adicionales de respeto que sumados resulta un cubicaje total de 3449 pulgadas cúbicas; (2) Sistema de alta resolución 3,5 kHz. En la petición preliminar de técnicas se habían incluido, también gravimetría y sonda multihaz. Por una parte, el gravímetro no estaba operativo por lo que no se podía contar para la campaña MOUNDFORCE. Por otra, la sonda multihaz tampoco estaba incluido en el acuerdo. Debido a la importancia que tienen los datos de batimetría multihaz, se acordó encender la sonda multihaz durante transectos para realizar la cobertura de

determinadas áreas (“surveys”). Para el procesado de la sísmica multicanal se acordó que se haría cargo el grupo científico de la campaña MOUNDFORCE, con soporte de un técnico de GENAVIR. En este sentido, se acordó instalar el sistema PROMAX a bordo del ATALANTE para el control de datos y procesado de las líneas sísmicas.

El diseño y la planificación científica de la campaña MOUNDFORCE en el año 2007 fué realizada en base a los resultados previos obtenidos en los proyectos EUROMARGINS entre los años 2003 y 2007. De especial utilidad para la campaña ha sido la recopilación de batimetría multihaz realizada por el proyecto EuroMargins SWIM, que ha permitido ajustar las líneas sísmicas de la campaña MOUNDFORCE con una batimetría de alta resolución.

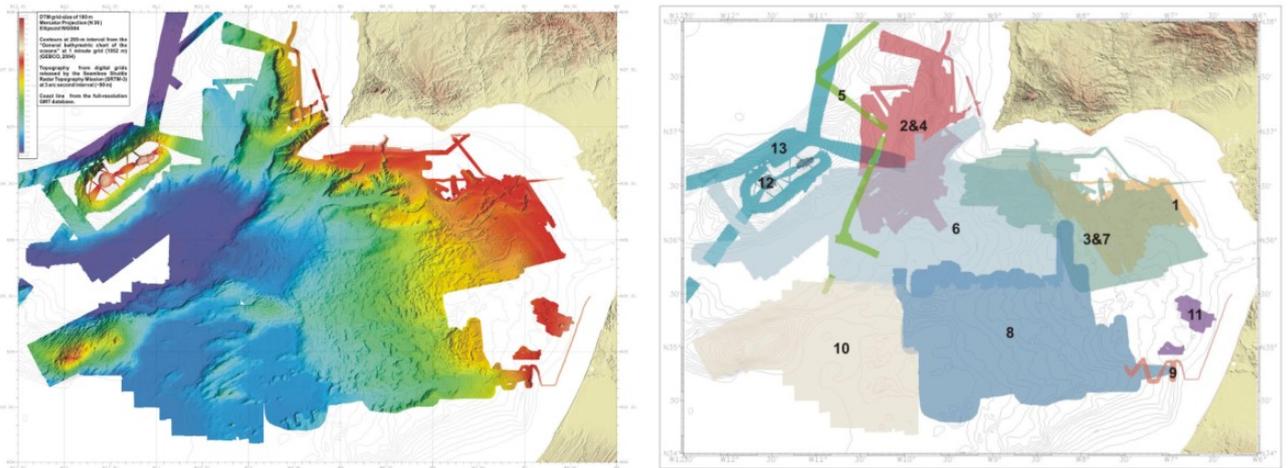


Figura 8: Izquierda: Compilación de la batimetría multihaz en el Golfo de Cádiz realizada en el marco de los proyectos EuroMargins (SWIM Map Team, 2007). Derecha: Cobertura de las diferentes campañas con batimetría multihaz realizadas en el área.

Asimismo, se han coordinado el diseño de las líneas sísmicas con la red de OBS y de la estación GEOSTAR de monitorización de eventos tsunamogénicos del proyecto europeo NEAREST. En este sentido, las líneas MF-11, MF-12 y MF-13 se planificaron para poder realizar perfiles de refracción en función de los datos de los OBS.

5 RESUMEN DE OPERACIONES

La campaña MOUNDFORCE se inició el día 24 de Agosto de 2007 a las 9:35 GMT desde el Puerto de Cádiz y se finalizó con el desembarco del personal científico en la bahía de Cádiz a las 13:30 GMT del día 9 de Septiembre. El plan inicial que preveía el desembarco del personal científico en Toulon el día 12 de Septiembre fue cambiado, previa consulta entre el Jefe Científico, el Comandante del L'Atalante y el Director de Maniobras de GENAVIR, con objeto de minimizar los tiempos de transito y especialmente el transporte del material científico desde Toulon a Madrid y Granada.

La campaña MOUNDFORCE se ha desarrollado durante 17 días, (387 horas y 30 minutos), con un tiempo neto de adquisición de SMC de 305 horas y 32 minutos, lo que supone alrededor del 80% del tiempo real de campaña. Durante este tiempo se ha obtenido un total de 3.050 km de líneas de sísmica multicanal y 3250 km. de sísmica de alta resolución obtenidos.

Las averías no previstas del sistema de SMC han totalizado un tiempo de total de 35 horas, alrededor de un 10% del tiempo real de campaña. El despliegue, izado y chequeos previstos del sistema de SMC ha consumido un total 19 horas y 50 minutos, alrededor del 6% del tiempo real. Los tránsitos, incluidos los virajes entre líneas y sin contabilizar el transito Cádiz-Toulon, ha supuesto solamente 15 horas y 42 minutos, lo que ha significado tan solo un 4% del tiempo real de campaña. El desembarco del equipo científico en Cádiz, a solo 2 horas de la finalización de la ultima línea sísmica, ha supuesto una drástica reducción de tiempo y costes de 3 días de transito vía marítima y 2 días de tránsito de los equipos via terrestre.

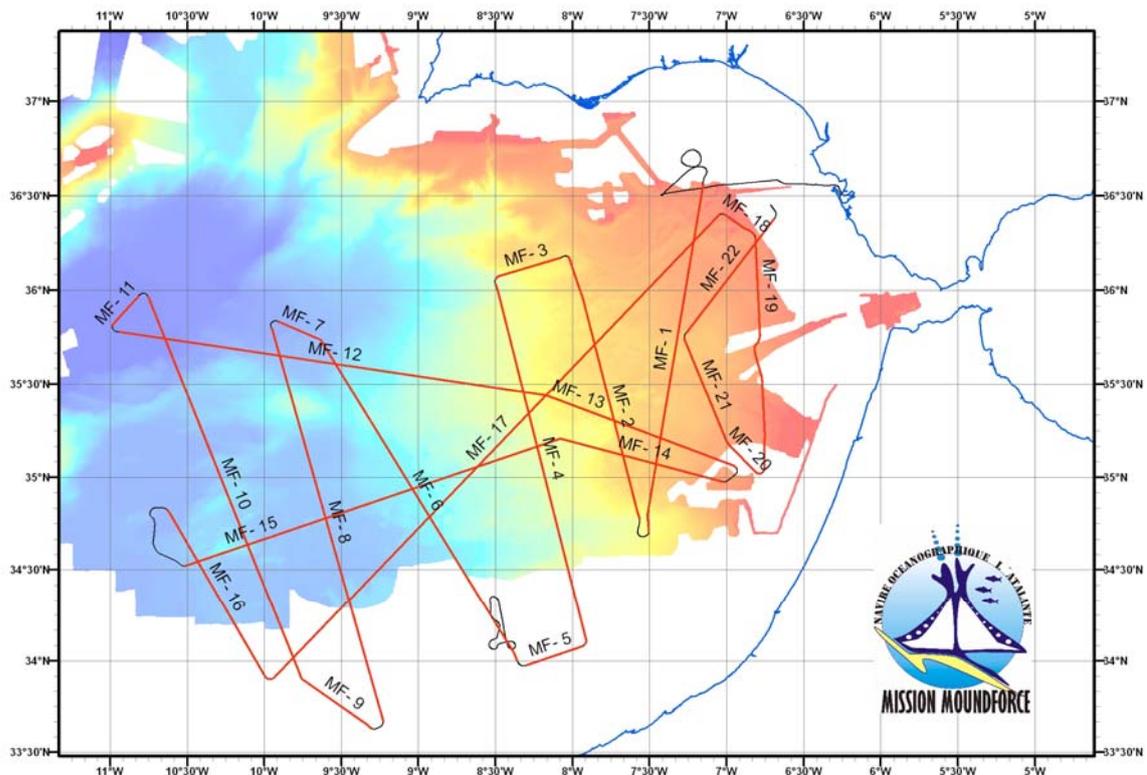


Figura 9: Líneas sísmicas realizadas y navegación de la campaña MOUNDFORCE sobre la cobertura de batimetría multihaz SWIM.

5.1 Incidencias y operaciones

El día 22 de Agosto de 2007 se realizó el traslado del equipamiento del sistema de procesado de sísmica PROMAX y el material de campaña desde el Instituto Geológico y Minero de España en Madrid al puerto de Cádiz donde estaba atracado el buque oceanográfico L'Atalante. El día 23 de agosto se procedió a la instalación a bordo del sistema de procesado PROMAX así como a la distribución del personal científico en sus respectivos camarotes y la puesta a punto de los equipos científicos.

El permiso de investigación en aguas de la ZEE española llegó al buque mediante fax a las 11.00 AM (hora local española) de ese mismo día 23 de agosto. Dicho permiso llegó cuando se había procedido a cambiar el inicio y diseño de la campaña a bordo del buque L'ATALANTE, ya que se preveía el inicio y despliegue en aguas españolas, teniendo que cambiar para realizarlo en aguas portuguesas.

La salida a la mar de la campaña MOUNDFORCE tuvo lugar a las 9:35 horas GMT del día 23 de agosto de 2007 del Puerto de Cádiz. El comienzo de maniobra de despliegue del "streamer" se realizó a las 13:19 (todas las horas en GMT). La maniobra de arriado del "streamer" se demoró hasta las 22:00 debido al estallido de uno de los "airbag" por problemas en unos de los "birds". Finalmente a la 1:00 GMT del día 24 de Agosto se inicia la línea sísmica MF-1 después de más de 11 horas de despliegue del sistema de sísmica multicanal.

El mencionado cambio en el diseño de la campaña por el retraso en el permiso de aguas españolas, obligo a priorizar las líneas regionales de orientación NW-SE (líneas MF 1 a 10) entre el margen marroquí y portugués. Durante los 25, 26, 27 y 28 de Agosto se realizaron estas líneas regionales. Debido a que el área notificada por IFREMER a NAVAREA2 (nº 308-07), antes de la cancelación del BOX 3, no cubría el permiso para líneas del nuevo diseño de campaña, el Jefe Científico envió, el día 25 de Agosto, una petición a IFREMER de rectificación del área de trabajo (se adjunta escrito de rectificación en Anexo 9.4.2) definidas por las siguientes coordenadas:

33.5° N 11° W/ 36° 30' N 11° W/ 36° 30' N 6° 40' W/ 33.5° N 6° 30' W.

Desgraciadamente la aprobación de la nueva área de trabajo llegó el día 29 de Agosto después de haber tenido que recortar las líneas MF2, MF4 y MF6 en su prolongación norte sobre el margen portugués.

El día 28 de Agosto a las 8:58 y al inicio de la línea MF-6 se produce una avería en el streamer debido, probablemente, al enganche de un palangre de altura durante la línea MF-5 de tránsito en el margen marroquí. Como consecuencia de esta avería, se decide desinstalar una sección del streamer, reduciendo los canales de adquisición de los 360 iniciales a 336. A las 3:00 del 29 de Agosto se reinicia la línea MF-6, después de casi 16 horas de reparación del streamer. Esto por otra parte beneficio que se pudiera realizar las líneas planificadas sobre los OBS, ya que hasta el 29 de Agosto no se comenzó el despliegue de los OBS por el buque oceanográfico italiano URANIA. Desde el día 28 de Agosto se realizó un contacto diario vía email con la Jefe Científica de la campaña NEAREST a bordo del URANIA.

La configuración del sistema de sísmica multicanal fue cambiada para la realización de las líneas MF-11, MF-12 y MF-13, aumentando el volumen de los cañones de 2594 a 3449 pulgadas cúbicas ("cubic inches") y el tiempo de disparo se retardó a 75 m, que supone alrededor de 30 s. La línea MF-11 se comienza a las 16:10 del 1 de septiembre. La secuencia de despliegue enviada por el Urania hasta ese momento fue: día 29-08-2007 despliegue de los OBS nº 7, 9, 5, 6, 4; día 30-08-2007 OBS nº 3, 2, 1, 8, 11 y 17; día 31-08-2007 OBS nº 12, 13, 18, 22, 19; día 1-09-2007 nº 23, 20, 21, 16. El último OBS informado de su despliegue en la trayectoria de la línea MF-12 fue el nº 16 a las 12:45 del día 1 de septiembre, tres horas antes de comenzar la línea sísmica MF-11 a bordo del L'ATALANTE.

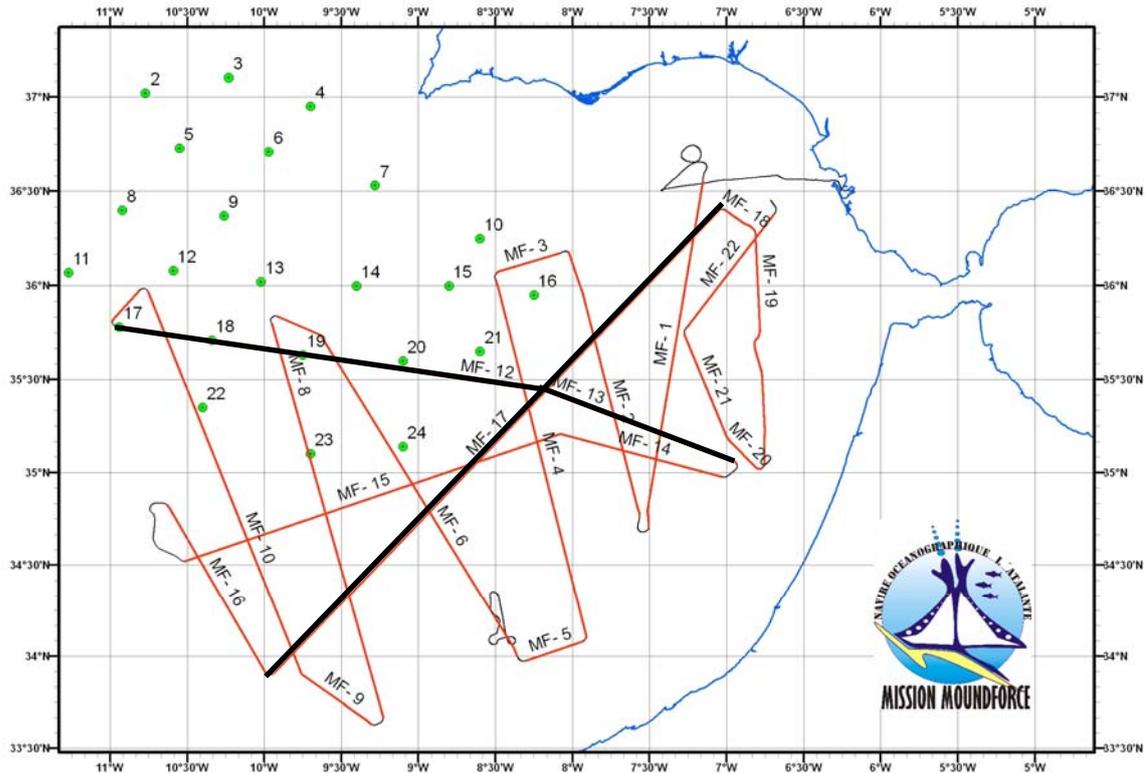


Figura 10: Líneas sísmicas de la campaña MOUNDFORCE. En negro, las líneas realizadas con la configuración óptima para los OBS (localizados en verde) que fueron desplegados por el buque oceanográfico URANIA.

La línea MF-13 se terminó a las 11:24 del día 3 de septiembre procediendo a la configuración normal con disparos cada 50 m (aproximadamente cada 20 s con un cubicaje de 2594 pulgadas cúbicas. Esta línea tuvo que ser recortada debido a la presencia de numerosos buques de pesca arrastros. Las líneas MF-14 y MF-15 desde el margen marroquí hasta la Llanura Abisal del Sena se realizaron durante los días 3 y 4 de septiembre. Al final de la línea MF-15 se procedió al chequeo de las sartas de cañones y a completar la sección dañado anteriormente para completar los 360 canales del streamer. Esta tarea se extendió durante casi más de 8 horas. A las 10:34 del día 5 de septiembre se comenzó a realizar la línea MF-16 que en principio iba a ser de tránsito pero que se alargó casi el doble debido a que durante la maniobra de chequeo se puso rumbo NW.

Al inicio de la línea MF-17 se cambió de nuevo la configuración para optimizarla para los registros de OBS, disparando cada 75 m (una cadencia aproximada de 30 s.) y toda la sarta de cañones con un cubicaje total de 3349 pulgadas cúbicas. Esta línea regional ha tenido el objetivo de realizar una correlación entre la Llanura Abisal del Sena y la Cuenca del Guadalquivir.

Las líneas MF19, MF20 y MF 21 se realizaron con una cadencia aproximada de disparo de 20 s (intervalo de distancia de 50 m), y con los cañones de respeto ya que al inicio de dichas líneas, el compresor grande se había roto sin posibilidad de reparación.

La última línea MF-21 se concluyó a las 6:00 horas del día 9 de septiembre iniciando las maniobras de recuperación del "streamer". A las 10:10 horas se terminó la maniobra de izado poniendo rumbo a la Bahía de Cadiz donde se arribó a las 12:30 horas a la espera de la lancha contratada para el desembarco del personal científico. A las 13:30 se inició el traslado del personal y equipo científico al muelle comercial de la dársena de Cadiz arribando a las

14:00. El equipo científico y material de campaña se trasladó el día 10 de septiembre hasta Madrid vía Granada. El buque Atalante continuó hasta Toulon (Francia) donde arribó el día 12 de septiembre.

6 ENCUADRE GEOLÓGICO Y OCEANOGRÁFICO

La región del Golfo de Cádiz se localiza en el extremo oriental del océano Atlántico, se extiende entre las costas del suroeste de Europa y el Noroeste de África, estando ocupada su parte interna por el Estrecho de Gibraltar.

Su localización y características geológicas han generado gran interés en la última década como lo demuestra el alto número de publicaciones científicas realizada sobre esta zona. Algunos de los principales puntos de interés considerados son la tectónica regional (Sartori et al., 1994; Tortella et al., 1997; Hayward et al., 1999; Maldonado et al., 1999; González et al., 2001; Gustcher et al., 2002; Gracia, et al. 2003; Terrinha et al., 2003; Medialdea et al., 2004; Zitellini et al., 2004), la presencia de un cuerpo alóctono gigante emplazado sobre el margen (Flinch et al., 1996; Torrelli et al., 1997; González et al., 1998; Gracia, et al., 2003; Medialdea et al., 2004), la evolución sedimentaria en el Plioceno-Cuaternario (Flinch and Vail, 1998; Hernandez et al., 2002) en especial como respuesta a la dinámica oceánica establecida entre el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico (Nelson et al., 1999; Llave et al., 2001; Hernandez et al., 2003; Habgood et al., 2003; Hernández et al., 2006), así como el descubrimiento y la localización de escapes de gas (Somoza et al., 2002; Díaz del Río et al., 2003; Pinheiro et al., 2003; Somoza et al., 2003; Leon et al., 2006). Estos procesos y la fisiografía del fondo están íntimamente relacionadas con la evolución tectónica a lo largo del Plioceno-Cuaternario.

6.1 Contexto Geológico

El Golfo de Cádiz se localiza en el segmento oriental del dominio Atlántico y sobre el límite de placas entre África y Eurasia que conecta el arco de Gibraltar, al este, y el punto triple de Azores, al oeste. Dicho límite conocido como la línea Azores-Gibraltar (LAG), se divide en tres segmentos diferenciados por su cinemática: al oeste, en las Azores, el límite de placas presenta características de divergencia transtensiva dextral; en el segmento central, Falla Gloria, es una transformante dextral; pasando a ser convergente oblicua entre esta falla y el Arco de Gibraltar, donde el límite de placas no está bien definido debido a que la deformación se distribuye sobre un área alargada de unos 200 km de anchura (Sartori et al., 1994), así como a la presencia de una cuña alóctona relacionada con el procesos de colisión del arco bético-rifeño. Los mecanismos focales de los terremotos en el Golfo de Cádiz indican soluciones para cabalgamientos (NE-SW) y fallas en dirección (ENE-WSW), con el eje compresivo horizontal principal orientado NW-SE a WNW-ESE (Bufo et al., 2004; Stich et al., 2005).

La región comprende las transiciones corteza continental-oceánica entre los márgenes Ibéricos y Maghrebies y los dominios corticales oceánicos atlánticos. La mayor parte del Golfo de Cádiz se sitúa sobre corteza continental adelgazada ibérica o africana que se adelgaza hacia el oeste (González et al., 2001; Medialdea, 2005), mientras la corteza oceánica se encuentra bajo las llanuras abisales de Hortseshoes y Sena (Purdy, 1975; Roeser et al., 2002; Rovere et al., 2004) y los montes submarinos adyacentes: Gorrings, Ampere y Coral Match.

La estructura tectónica actual del Golfo de Cádiz así como su evolución está controlada por la historia geodinámica entre las placas de África y Eurasia. La cinemática de las placas de África y Eurasia fue conducida por el rifting y apertura, en el Mesozoico, de los diferentes sectores del océano Atlántico central y septentrional, así como de la apertura y el cierre del dominio oceánico del Tethys alpino (Dewey *et al.*, 1989; Srivastava, et al. 1990; Rosenbaum et al., 2002). La principal convergencia en la región tuvo lugar a partir del Oligoceno Medio hasta el Mioceno Superior, en primer lugar con componentes, N-S a NNE-SSW, y continuo con componentes, NW-SE a WNW-ESE, desde el Tortonense a la actualidad caracterizándose por

su pequeña velocidad, 2.5-5 mm/year, (Argus et al., 1989; Nocquet and Calais, 2004). A partir del Mioceno Inferior, bajo este régimen compresivo, se produce la deriva hacia el oeste del Dominio Cortical de Alborán, que tuvo como consecuencia la formación del arco Bético-Rifeño y la deformación de las unidades mesozoicas y paleógenas que constituían los paleomárgenes ibérico y africano (Maldonado et al., 1999).

La deriva hacia el oeste del Dominio de Alborán y su colisión con los márgenes del norte de África y el sur de Iberia en el Mioceno Inferior y Medio causó el desarrollo del cinturón Bético Rifeño y como consecuencia el emplazamiento de una gran masa alóctona (Unidad Alóctona de Cádiz) sobre las cuencas de antepaís ibérico (Cuenca del Guadalquivir), norafricano (Cuenca de Rharb) y sobre el Golfo de Cádiz (Maldonado et al., 1999; Medialdea et al., 2004), durante el Mioceno Medio y Superior (Perconig, 1960-62; Flinch et al., 1996; Torelli et al., 1997; Berástegui et al., 1998; Maldonado et al., 1999; Gracia et al., 2003; Medialdea et al., 2004). El segmento occidental del frente de este cuerpo alóctono alcanzaría la corteza oceánica atlántica (Lajat *et al.*, 1975). La Unidad Alóctona de Cádiz está constituida de una mezcla de unidades sedimentarias Triásicas, Cretácicas, Paleógenas y Neógenas que se sitúan sobre un basamento Paleozoico (Maldonado et al., 1999).

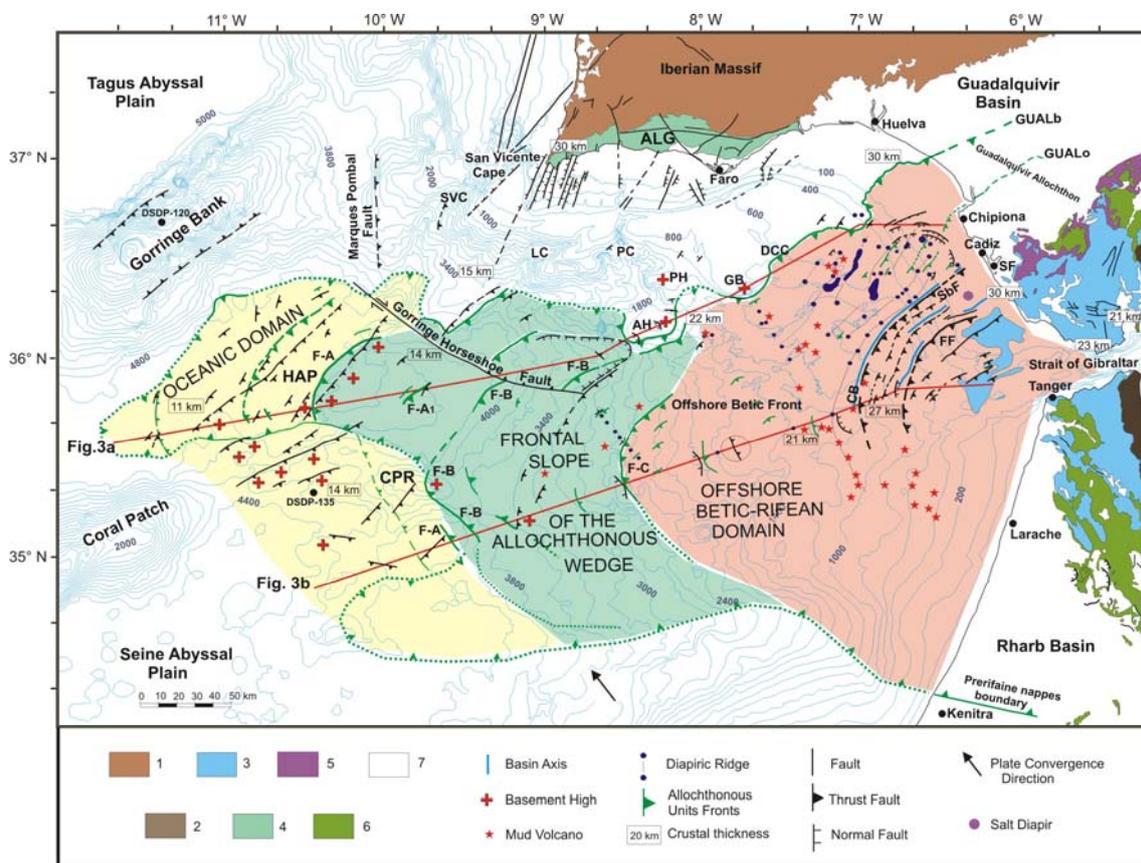


Figura 11: Mapa geológico del Golfo de Cádiz mostrando los principales rasgos estructurales (Medialdea et al. 2004).

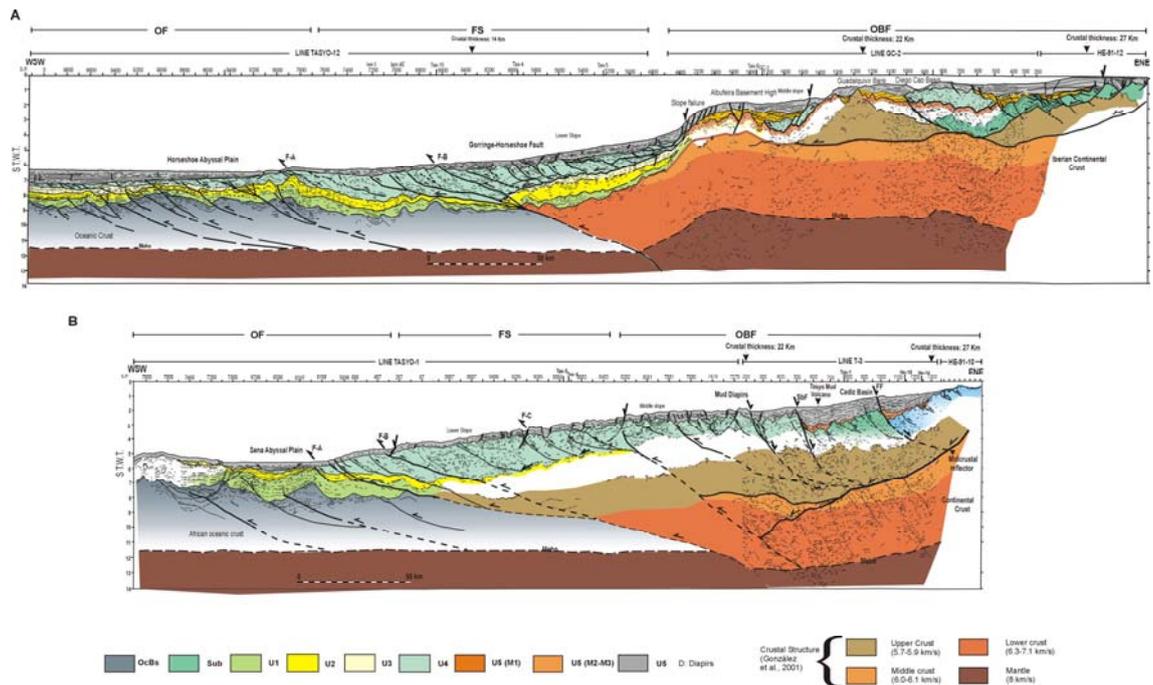


Figura 12: Secciones sísmicas a través del Golfo de Cádiz mostrando los principales rasgos estructurales (Medialdea et al. 2004).

Esta unidad ha sido reconocida y caracterizada en la Cuenca del Guadalquivir (Perconig, 190-62) así como en el Golfo de Cádiz y las llanuras abisales más próximas mediante perfiles sísmicos (Roberts, 1970; Lajat et al., 1975; Sartori *et al.*, 1994; Riaza & Martínez del Olmo, 1996; Torelli *et al.*, 1997, Tortella *et al.*, 1997; Hayward *et al.*, 1999; Maldonado *et al.*, 1999, Medialdea *et al.*, 2004). Estas masas han sido sísmicamente caracterizadas por caóticas reflectors, numerosas difracciones y reflexiones hiperbólicas. Hacia el frente occidental su espesor decrece y aparece menos deformado. Los límites de este cuerpo alóctono se caracterizan por ser zonas principales de deformación y por el desarrollo de importantes procesos de diápirismo especialmente en los bordes meridional y septentrional. Se ha desarrollado un importante diápirismo salino y arcilloso que tiene lugar en formaciones Salinas triásicas y margas subcompactadas de edad Mioceno Inferior y Medio (Maestro et al., 2003).

Existe una fuerte controversia sobre el mecanismo de emplazamiento de esta unidad alóctona se ha asociado con el régimen compresivo resultante de la colisión del orógeno Bético-Rifeño e incluyen procesos de cabalgamiento y de inestabilidad gravitacional (Torelli et al., 1997; Somoza et al., 1999; Medialdea et al., 2004). En las cuencas el emplazamiento tuvo lugar entre el Mioceno Medio y el Tortonense Superior, si bien se produce en momento más recientes hacia el oeste donde puede ser incluso Plioceno (Torelli et al., 1997; Hayward et al., 1999; Medialdea et al., 2004). Alternativamente, ha sido también interpretado como un complejo acrecional relacionado con la presencia de una zona de subducción en el frente de la migración de la microplaca de Alborán (Maldonado et al., 1999). Recientemente Gutscher et al. (2002) han propuesto que esta subducción podría ser activa bajo el arco de Gibraltar.

La serie estratigráfica sintética del Golfo de Cádiz está compuesta de un basamento Paleozoico, unidades mesozoicas (Triásico Superior – Cretácico Inferior) constituidas por sedimentos siliciclásticos continentales y carbonatos marinos. El Paleoceno Superior – Eoceno Medio corresponde a depósitos de plataforma y sobre ellos se sitúa una unidad ttransgresiva del Eoceno superior – Mioceno Inferior. Las formaciones superiores están constituidas por una unidad de calizas, arcillas-margosas negras y arcillas verdes de edad Langhiense-Serravalliense

a Tortoniense inferior que es responsable del diápirismo margosos de esta región, arcillas grises plásticas de edad Tortoniense Superior, la unidad alóctona se emplazo durante el Tortoniense, una secuencia arenosa de edad Tortoniense-Messiniense y por ultimo una secuencia terrígena Plioceno-Cuaternaria controlada por la masa de agua mediterránea y la neotectónica (Maldonado et al., 1999).

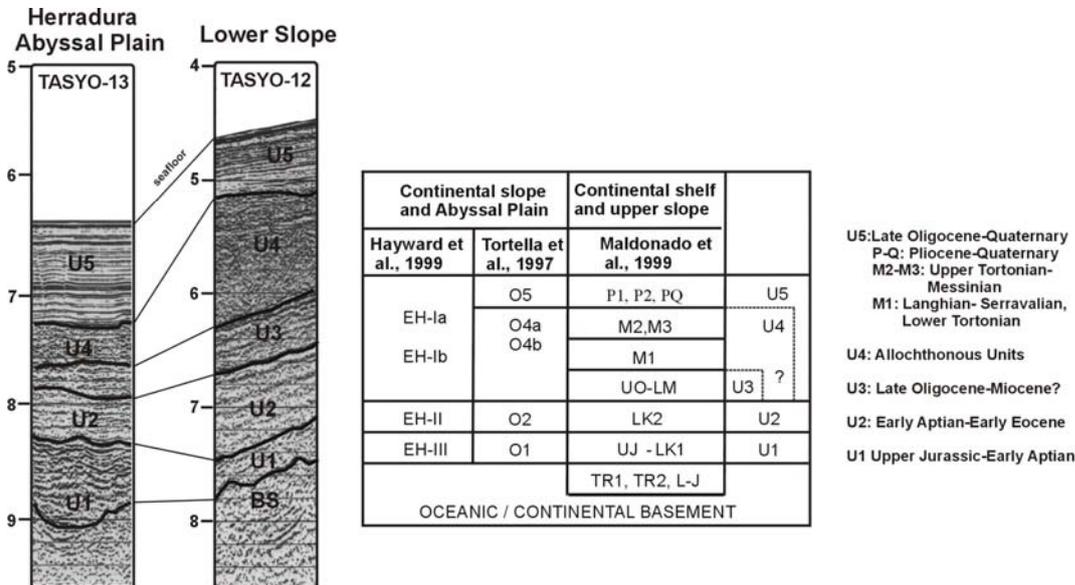


Figura 13: Esquema de las principales unidades sedimentarias en el talud continental del margen continental del Golfo de Cádiz y en la Llanura Abisal de la Herradura (Medialdea et al., 2004).

Esta compleja evolución geodinámica queda registrada en la arquitectura y estructura tectónica del margen continental del Golfo de Cádiz, dando lugar a una serie de rasgos geológicos, altos morfológicos y una fisiografía controlada por el emplazamiento de este cuerpo alóctono. Entre estos rasgos cabe destacar los siguientes aspectos:

- Fisiografía irregular con el desarrollo de un amplio talud continental.
- Emplazamiento de un cuerpo alóctono caótico que ocupa la parte central de la región.
- Tectónica compleja con el desarrollo de procesos diápiricos de gran escala a través de todo el margen continental.
- Presencia de gas e hidratos de gas en el subsuelo.
- Formación de numerosos rasgos en la superficie del fondo relacionadas con los procesos de escape de hidrocarburos, incluyendo numerosos volcanes de fango y dorsales de fango-carbonato.

6.2 Características oceanográficas

El Golfo de Cádiz está caracterizado por presentar una fuerte dinámica oceanográfica controlada por el intercambio de masas de agua a través del Estrecho de Gibraltar (Fig. 16) (Ochoa y Bray, 1991).

En el Estrecho el agua atlántica y el flujo mediterráneo circulan con direcciones contrarias existiendo una entrada de agua atlántica superficial en el Mar Mediterráneo, y un flujo mediterráneo de salida profundo (Ochoa y Bray, 1991; Nelson *et al.*, 1999; Hernández-Molina *et al.*, 2003). Este doble flujo se produce porque la cuenca Mediterránea presenta un balance hídrico negativo, por exceso de evaporación, ya que el volumen de agua entrante por

aporte fluvial y precipitaciones es inferior al que pierde por evaporación. Esto se debe a que los ríos que desembocan en el Mediterráneo son de poco caudal, y se trata de una zona templada con temperaturas ambientales relativamente altas.

Para poder llegar a un equilibrio se produce la entrada de agua desde el Atlántico a la cuenca mediterránea a través del Estrecho de Gibraltar. Sin embargo, esta entrada supone un volumen mayor al de la evaporación, de modo que el equilibrio hídrico se produce con la salida de un volumen de agua mediterránea hacia el Atlántico (Ochoa and Bray, 1991). Se han estimado flujos de 0.72 Sv para el agua entrante, y 0.68 Sv para el agua de salida, correspondiendo la diferencia al déficit por evaporación.

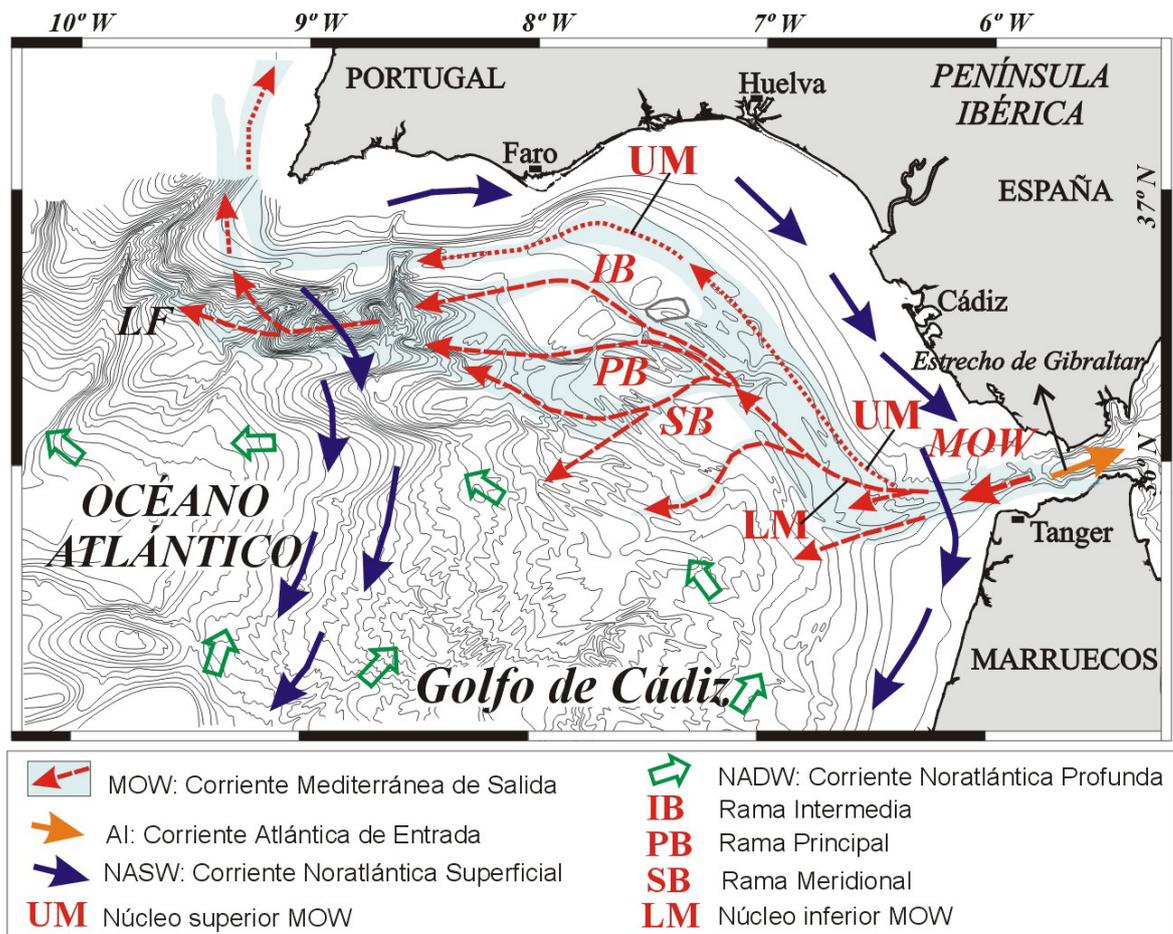


Figura 14: Esquema general de circulación de masas de agua en el Golfo de Cádiz (Modificado de Hernández-Molina *et al.* (2003).

6.3 Evidencias de hidrocarburos en el subsuelo marino

Los datos recogidos en los últimos años ha revelado la importancia de las estructuras de la superficie del fondo relacionadas con escapes de fluidos en el talud continental del Golfo de Cádiz. Las principales estructuras tienen tamaños que varían de kilómetros ha cientos de metros y han sido agrupados en tres tipos:

- 1.- Pockmarks (Baraza and Ercilla, 1996; Casas et al., 2003; León et al., 2006).
- 2.- Volcanes de fango, en ocasiones con presencia de hidratos de gas, tanto en el margen marroquí como en el ibérico (Gardner, 2001; Ivanov et al., 2000; Somoza et al., 2002; Pinheiro et al., 2003;; Van Rensbergen et al., 2005; Kopf et al., 2004).

3.- Montículos de fango carbonatado, incluyendo láminas, costras y chimeneas carbonatadas (Díaz-del-Río et al., 2003; Magalhães et al., 2004; Fernández-Puga et al., 2007).

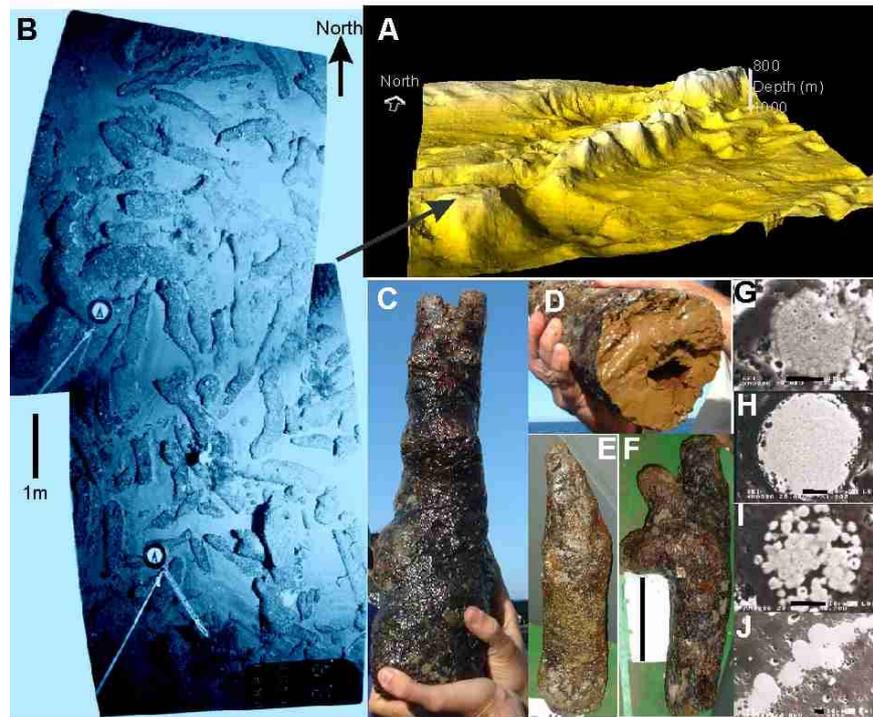


Figura 15: Carbonate chimneys associated with mud carbonate mounds and ridges discovered in the Gulf of Cádiz (Díaz del Río et al. 2003)

Al menos se han reconocido 40 edificios morfológicos, con forma cónica, sobre la superficie del fondo cuyos diámetros varían entre 800 y 3500 m, y se elevan entre 150 y 300 m sobre el fondo (Ivanov et al., 2000; Gardner et al. 2001; Somoza et al. 2003, Pinheiro et al. 2003; Kopf et al., 2004; Van Rensbergen et al. 2005). Estos volcanes se han generado por erupciones de fluidos (salmueras o hidrocarburos) y fango, como resultado de procesos de degasificación en almacenes profundos, que se intercalan con periodos de inactividad. La mayoría de los montículos han crecido mediante episodios de flujos de brechas fangosas (Somoza et al. 2003; Van Rensbergen et al., 2005) con indicadores evidentes de saturación de gas: estructuras de degasificación, fuerte olor a H₂S y fauna quimiosintética. El análisis de estos volcanes de fango muestra la presencia de hidratos de gas biogénico y termogénico (Mazurenko et al. 2002; Pinheiro et al. 2003), y ha sido detectada geofísicamente por la presencia de reflectores comparables a la BST (Casas et al. 2003).

La mayor parte de los rasgos morfológicos submarinos situados sobre la superficie del fondo se encuentran en el dominio oriental del Golfo de Cádiz, que corresponde con el margen Bético-Rifeño, a profundidades comprendidas entre 400 y 1400 m, distribuidas según tendencias NE-SW y NW-SE. No obstante, volcanes de fango dispersos han sido reconocidos también en el talud inferior para profundidades comprendidas entre 2400 y 3200 m relacionadas con principales de fallas de dirección activas. Las estructuras tectónicas dominantes son fallas de cabalgamiento, falla extensionales, fallas en dirección y diápirismo. Todas estas estructuras han proporcionado un patrón de escape para los fluidos y formaciones

sobrepresionadas, o han favorecido el movimiento de ascenso de los fluidos a lo largo de la columna sedimentaria y eventualmente permiten la edificación de un volcán de fango.

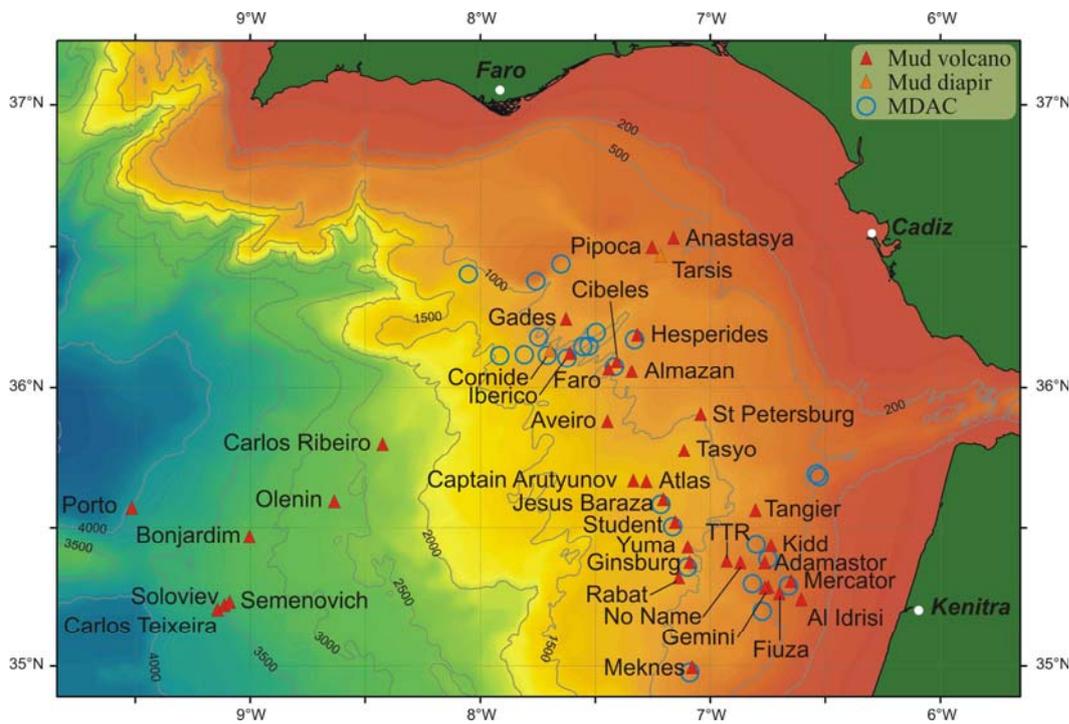


Figura 16: Localización de volcanes de fango “mud volcanoes”, díapiros “díapirs” y montículos carbonatados fangosos “mud-carbonate mounds” en el Golfo de Cádiz.

7 MÉTODOS

7.1 Posicionamiento y navegación GPS

El sistema de posicionamiento usado por el Buque oceanográfico L'Atalante en la campaña Moundforce 2007 esta constituido por un sistema doble de antenas GPS (sistema de posicionamiento Acuaris, ver Fig. 16) y un sistema centralizado para la adquisición, visualización y gestión de la navegación (sistema Cinna, ver Fig. 17).

Sistema de posicionamiento "Acuaris"

El sistema de posicionamiento Acuaris esta constituido por dos antenas: una antena principal GPS1 y una secundaria GPS2, acompañadas cada una por una antena DIFF (Fig. 16).

Las antenas trabajan en modo natural o DGPS (recepción UHF integrada o RTCM MarineStar/SkyFix) y tambien en WGPS (combinación de correcciones WADGPS e Inmarsat WAAS/EGNOS/MSAS).

Configuration des ports GPS Aquarius au 6/2004

N° GPS	n° puerto	Tipo de conector	Protocolo	Veloc.	Bits	Paridad	bits stop	Tipo de mensaje	Destinatario
1 (NAV)	A	DB9F	RS422	4800	8	N	1	GGA, VTG	AIS
1 (NAV)	B	DB9F	RS232	9600	8	N	1	GGA	RTCM <--- splitter
1 (NAV)	C	DB15F	RS422	9600	8	N	1	ZDA, VTG, GGA	--> CINNA (Nav 04)
1 (NAV)	D	DB15F	RS422						problèmes
2 (CAP)	A	DB9F	RS422	4800	8	N	2	GGA	horloge Sofy ou HR3D
2 (CAP)	B	DB9F	RS232	9600	8	N	1	HDT	RTCM <--- splitter
2 (CAP)	C	DB15F	RS422	9600	8	N	1	HDT, GGA, VTG	--> CINNA (Nav 05)
2 (CAP)	D	DB15F	RS232						problèmes

WADGPS

WAAS/EGNOS

GPS1 NAV
Version 2.0 6/04



En espera

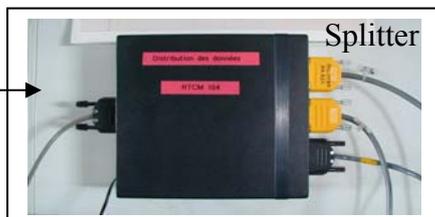


Recepción diferencial
HF/MF DHM5000 HF/MF



Sala del laboratorio cartográfico

Correcciones RTCM



Entrada
MarineStar
o Skyfix

DGPS,
EDGPS,
KART,
LRK

Puerto D

Puerto B
RS232

Cable en espera a CdC

Aquarius 02



Puerto A
RS422

Puerto C
RS422

Informe campaña MOUNDFORCE

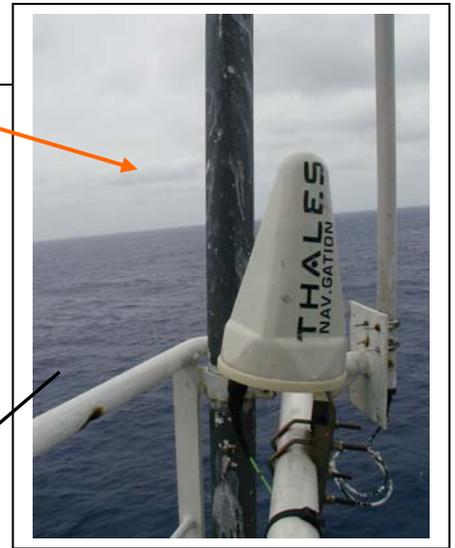
AIS tim av

AT-

EDGPS DGPS

GPS2 CAP
Version 1.0

KART, LRK



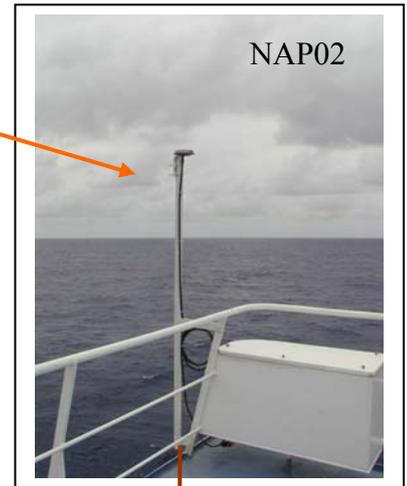
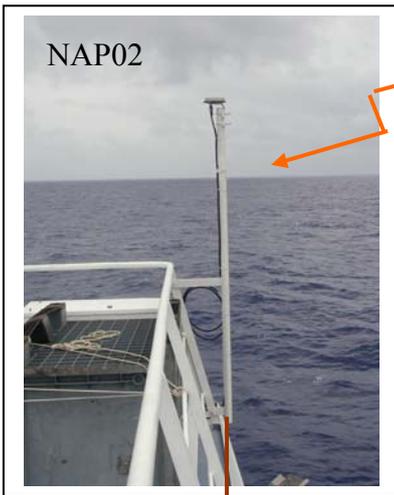
DHM5000 HF/MF
Recepción
diferencial
costera HF/MF

Puente F

GPS

WADGP

WAAS/EGNOS



14.4 m

Modo HEADING

Correcciones RTCM

Puerto B
RS232

Entrada
MarineStar
o Skyfix

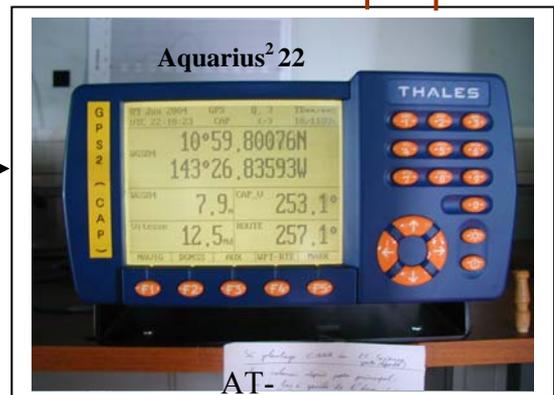


DGPS,
EDGPS,
KART,
LRK

Problème port D

Reloj Sofy LME o HR3D

Informe campaña MOUNDFORCE



Puerto C
RS422

Satellites Inmarsat



coupleur

Receptor RACAL MarineStar, FUGRO STARFIX...

Decodificador RACAL/THALES 90946,



Recepción diferencial costera HF/MF DHM5000

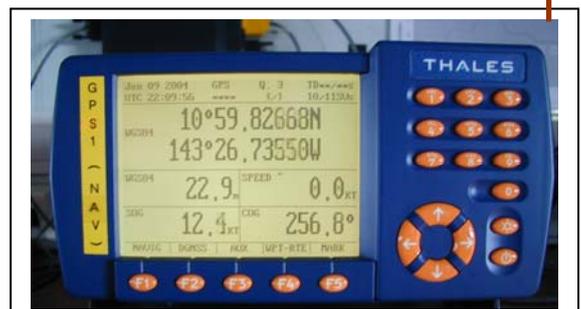
RTCM
ou
RTCM



GPS NAV o



Costelación GPS (WADGPS, WAAS/EGNOS...)



Sistema centralizado “Cinna”

El sistema “Cinna” es un sistema centralizado para la adquisición, visualización y gestión de la navegación. Está constituido por tres módulos: (i) ayuda videográfica y control del sistema, (ii) adquisición, filtraje e integración y (iii) difusión de datos de navegación.

El módulo de ayuda videográfica y control del sistema dispone de una interface gráfica que suministra una información completa de forma alfanumérica y gráfica (Fig. 17)

El módulo de adquisición de datos brutos de los receptores trabaja con varios tipos de receptores radio-eléctricos (GPS, LORAN-C, SYLEDIS...). La precisión del GPS es de 10-15 metros. Dependiendo de cuestiones de seguridad militar la calidad de la señal se puede degradar y la precisión puede llegar hasta los 100m. El filtraje de la señal se establece en los términos de eliminación de valores aberrantes, disminución de la medida del ruido y corrección de la señal por la posición de la antena en el barco y retraso de tiempo.

El módulo de difusión de los datos se hace a través de una red ethernet en modo “broadcast”, de modo que puede ser utilizado en tiempo real por los diferentes terminales y estaciones de trabajo conectadas de la red del buque.

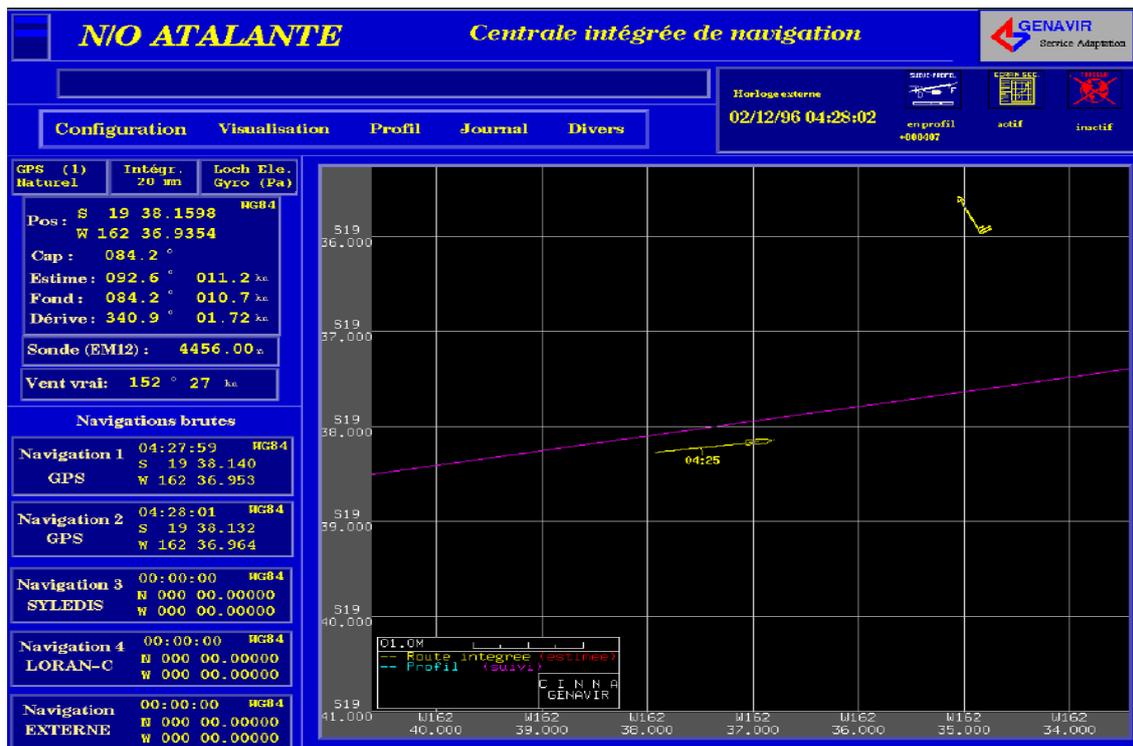


Figura 17: Pantalla principal del módulo de ayuda videográfica y control del sistema.

Sistema de posicionamiento geológico “Sogirl”

De forma alternativa se ha instalado un sistema de posicionamiento en el laboratorio cartográfico bajo el sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS. Un receptor GPS MMark RS232 va adquiriendo datos de posicionamiento del buque en tiempo real lo que permite la representación de su derrota y posición sobre la base de datos cartográfica del IGME (Fig. 18).

Este sistema de posicionamiento alternativo facilita la gestión de los datos adquiridos, así como la toma de decisiones y cambios del plan de campaña ante la aparición de imprevistos como aparición de palangres o imposibilidades de navegación.

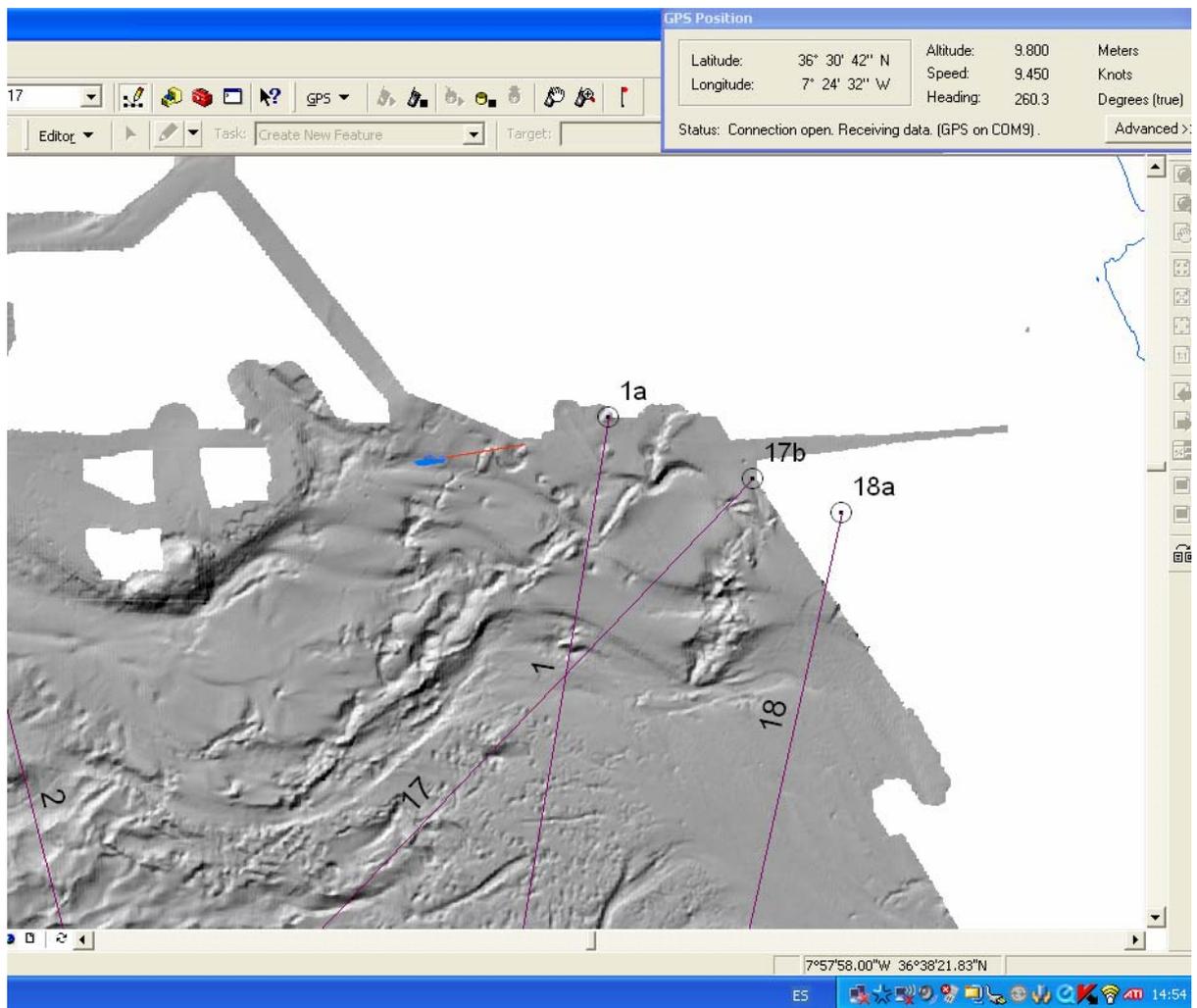


Figura. 18: Interface gráfico del sistema de navegación “Sogirl” con Arc-GIS. Este sistema permite la navegación sobre la amplia base de datos de un Sistema de Información Geográfica. En la figura, la posición de la navegación se localiza sobre la batimetría multihaz que permite conocer en tiempo real la posición de las estructuras geológicas.

7.2 Base de datos GIS

Los datos espaciales de la campaña Moundforce se han almacenado en formato SIG para poderse integrar de forma automática dentro del plan de cartografía geológica continua del margen continental y zonas adyacentes GeoDmar. El formato SIG elegido ha sido el shapefile, ya que se trata del estándar elegido en el plan de cartografía continua GEODE del IGME.

El Datum para todos los datos es el WGS84. Los datos brutos durante la campaña se han recogido en grados y décimas de minuto. Para ulteriores análisis e integración con otros procesos se han re proyectado al sistema de proyección cartográfico UTM huso29.

Se han establecido 2 grupos de niveles de información durante la adquisición de la navegación en la campaña oceanográfica Moundforce 2007 (Fig. 20):

1) Navegación.

- Navegación (puntos), marcas cada 30”.
- Derrota de la navegación del buque, líneas con un vértice cada 30” y coincidente sus vértices punto a punto con el nivel de información de navegación cada 30”

2) Navegación sísmica.

- Navegación sísmica de la multicanal (puntos de tiro).
- Navegación sísmica del chirp (marcas cada 10’).

Todos los metadatos de los niveles de información de han almacenado siguiendo la normativa ISO 19139.

Niveles de información

Navegación

El nivel de información de la navegación de la campaña Moundforce está compuesto por 2 shapefiles: uno de puntos y otro de líneas que presentan una coincidencia espacial punto-línea. El shapefile de puntos contiene la posición del buque cada 30”. Se ha denominado “Mound_nav_mk” y contiene los siguientes atributos: a) latitud, b) longitud, c) día, d) hora, e) sonda. El shapefile de líneas contiene la derrota del barco y es coincidente con su correspondiente shapefile de puntos. Se ha denominado “Mound_nav_ln” y contiene los siguientes atributos: a) campaña y b) longitud.

Navegación sísmica

El nivel de información de la navegación sísmica multicanal está compuesto por 2 shapefiles: uno de puntos y otro de líneas que presentan una coincidencia espacial punto-línea. El shapefile de puntos contiene la posición de los puntos de tiro, se denomina “Mound_mch_sp” y contiene los siguientes atributos: a) número de shot point, b) número de FFID, c) latitud, d) longitud, e) día, f) hora, g) sonda, y h) línea. El shapefile de líneas contiene la derrota del barco y es coincidente con su correspondiente shapefile de puntos. Se ha denominado “Mound_mch_ln” y contiene los siguientes atributos: a) línea y b) longitud.

El nivel de información de la navegación sísmica chirp está compuesto por 2 shapefiles: uno de puntos y otro de líneas que presentan una coincidencia espacial punto-línea. El shapefile de puntos contiene la posición de las marcas de los perfiles sísmicos, una marca cada 10 minutos. Este shapefile de puntos se ha denominado “Mound_chr_sp” y contiene los siguientes atributos:

a) latitud, b) longitud, c) día, d) hora, e) sonda, y f) línea. El shapefile de líneas contiene la derrota del barco y es coincidente con su correspondiente shapefile de puntos. Se ha denominado “Mound_chr_ln” y contiene los siguientes atributos: a) línea y b) longitud.

Se ha introducido dentro del SIG una tabla asociada que contiene el nombre de los ficheros que almacenan información de los perfiles, así como el lugar donde se encuentran grabados. Esta tabla se ha denominado “Ficheros_Moundforce” y presenta los siguientes atributos: a) nombre de línea, b) fichero segy, c) fichero de coordenadas de shot points y d) disco duro donde se encuentran ubicados.

Precisión de los datos en el SIG y medidas del error

Los datos se han incorporado al SIG tomando en grados decimales de coordenadas geográficas incorporando 6 decimales como precisión.

Se ha establecido el nivel de información de la navegación del barco como nivel de referencia lineal para el posicionamiento de los perfiles sísmicos. La medida del error en el ajuste de la posición de los niveles de información puntuales sobre la derrota del barco es de 0.000001 grados en el posicionamiento del chirp (cada 10³) y navegación (cada 30³), y de 0.000006 grados. Esto supone un error máximo de posicionamiento entre 0.5 y 0.6 metros. (Fig. 19).

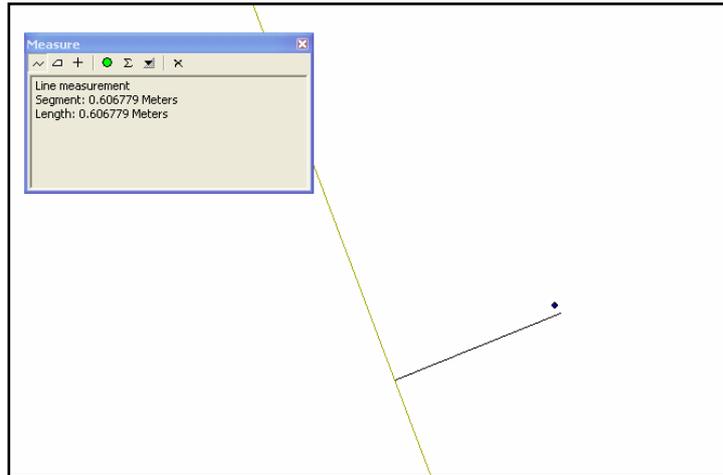


Fig. 19. Error cometido entre el nivel de líneas de la derrota del buque y el posicionamiento de los shot points de la navegación sísmica, 0.6 metros.

ESTRUCTURA DE DATOS SIG MOUNDFORCE-07

	Nombre del shapefile	Tipo de elemento	Descripcion	Atributos
Navegacion	Mound_nav_mk Mound_nav_ln	Puntos Líneas	Puntos de navegacion cada 30" Derrota del buque	Latitud, Longitud, Fecha, Hora Campaña, Longitud
Sísmica Multicanal	Mound_mch_sp Mound_mch_ln	Puntos Líneas	Situación de los puntos de tiro Líneas de multicanal	Shot, FFID, Latitud, Longitud, Día, Hora, Sonda, Línea Línea, Longitud
Chirp	Mound_chp_mk Mound_chp_ln	Puntos Líneas	Situación de las marcas Líneas de chirp	Latitud, Longitud, Fecha, Hora, Sonda, Línea Línea, Longitud
Multihaz	Mound_mb_ln	líneas	Líneas de multihaz	Línea, Longitud
Ficheros	Ficheros_Moundforce	Tabla		Línea, Segy, OBS_report, HDDID

Fig. 20: Estructura de datos SIG para la campaña MOUNDFORCE.

7.3 CHEOPS Sistema sísmico de alta resolución 3.5 kHz

Principios básicos

Se ha utilizado un sistema sísmico de muy alta resolución, conocido como perfilador de fondos (*sub-bottom profiler*, SBP) o penetrador de fangos. Este sistema es a menudo denominado como sistema 3.5 kHz debido a la frecuencia que utiliza.

Los sistemas de 3,5 kHz utilizan transductores para emitir y recibir la señal sísmica, permitiendo la emisión de un pulso acústico bien definido con una anchura de haz suficientemente estrecha para permitir una alta resolución. Los transductores pueden ubicados en un sensor hidrodinámico que es remolcado desde el barco, o bien estar instalados en la barquilla de sondas, en la quilla del buque oceanográfico (Fig. 20). Por tanto, la ventaja de este sistema esta en una buena resolución vertical (30-40 cm) y horizontal, aunque solo penetra en sedimentos no consolidados (Fig. 21). Es el sistema ideal para determinar la arquitectura sedimentaria y las facies sísmicas del registro sedimentario del Pleistoceno Terminal-Holoceno, lo que permite estimar los procesos sedimentarios y tectónicos más recientes y por tanto un complemento magnífico de los sistemas sísmicos más profundos.

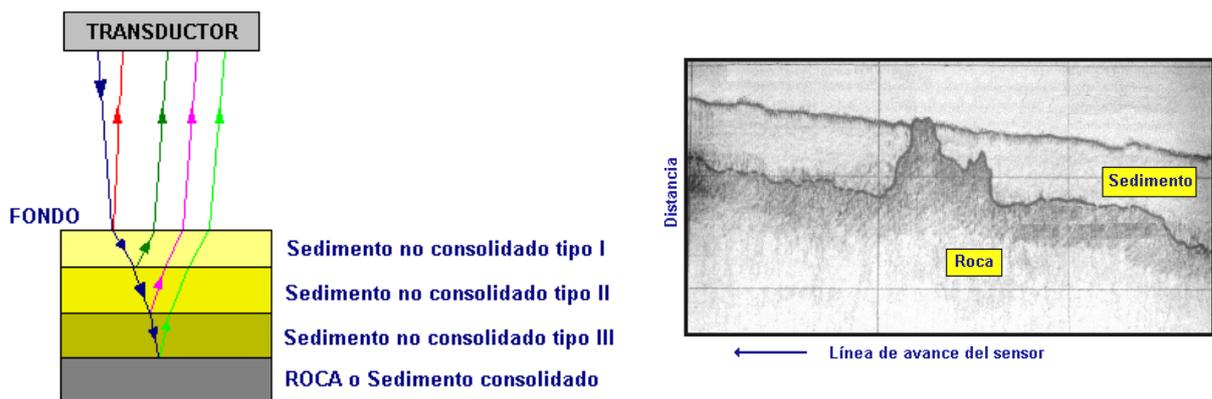


Figura 21: Principio básico en el funcionamiento de un sistema de 3,5 kHz, y ejemplo del registro sísmico obtenido.

El sistema que utiliza el *R/V L'Atalante* (IFREMER) es el Sistema CHEOPS. El sistema consta de:

- a) Modulo de control de la emisión/recepción de la señal
- b) Un registrador gráfico
- c) Sistema de almacenamiento digital.

a) *Modulo de control de la emisión/recepción de la señal*

El sistema Cheops permite el tratamiento de la señal emitida y recibida, la navegación, la comunicación con el sistema Archeops (para el registro digital de los datos), la adquisición de los datos de la actitud del buque (aportada por el sistema *Hippy*, RS232) y los datos de ecosonda. Aquí se determinan los parámetros de emisión y recepción de la señal sísmica, así como otros parámetros tales como amplificación de la señal, filtros, etc. Consta de una

Terminal X y un subsistema VME (emisión, recepción, generación de imagen gráfica), adquiriendo los datos con una resolución de **16 bits** (Fig. 22).



Figura 22: Sistema CHEOPS, mostrando el modulo de control (izquierda), la terminal (centro) y de la emisión/recepción de la señal (derecha).

El sistema CHEOPS utiliza 7 transductores modelo PSCM 33645 de AT 2003, que están posicionados en la barquilla de sondas (Fig. 23).



Figura 23: Ubicación de la barquilla de sondas en el R/V L'Atalante (IFREMER) (izquierda) y detalle de los 7 transductores modelo PSCM 33645 (derecha).

En este buque, la configuración del sistema esta hecha de manera que la ventana de registro del sistema 3.5 kHz se controla con el sistema de ecosonda de multihaz **EM12D** capaz de determinar el fondo submarino con una mayor precisión. Además, la detección externa del fondo permite al sistema de 3.5 kHz emitir/recibir la señal con una alta frecuencia especial.

El sistema 3.5 kHz es sensible al oleaje lo que le impide la estimación de la profundidad del fondo. El sistema CHEOPS compensa el efecto del oleaje en tiempo real, para corregir la

emisión y recepción, a partir de las medidas de cabeceo (*pitch*) y balanceo (*roll*) que le proporciona el ecosonda de multihaz **EM12D**. La compensación del oleaje se efectúa a través del sistema *Hippy* (RS232) (Fig. 24).



Figura 24: Sistema Hippy (RS232) para corregir el efecto del oleaje

b) Registrador gráfico

Los datos son registrados en tiempo real de manera analógica en una impresora de alta resolución **DOWTY** controlada mediante el sistema CHEOPS (Fig. 25). El sistema Chephren se encarga de la generación de las trazas en el registrador DOWTY, y la comunicación con la Terminal X y el sistema RAP.

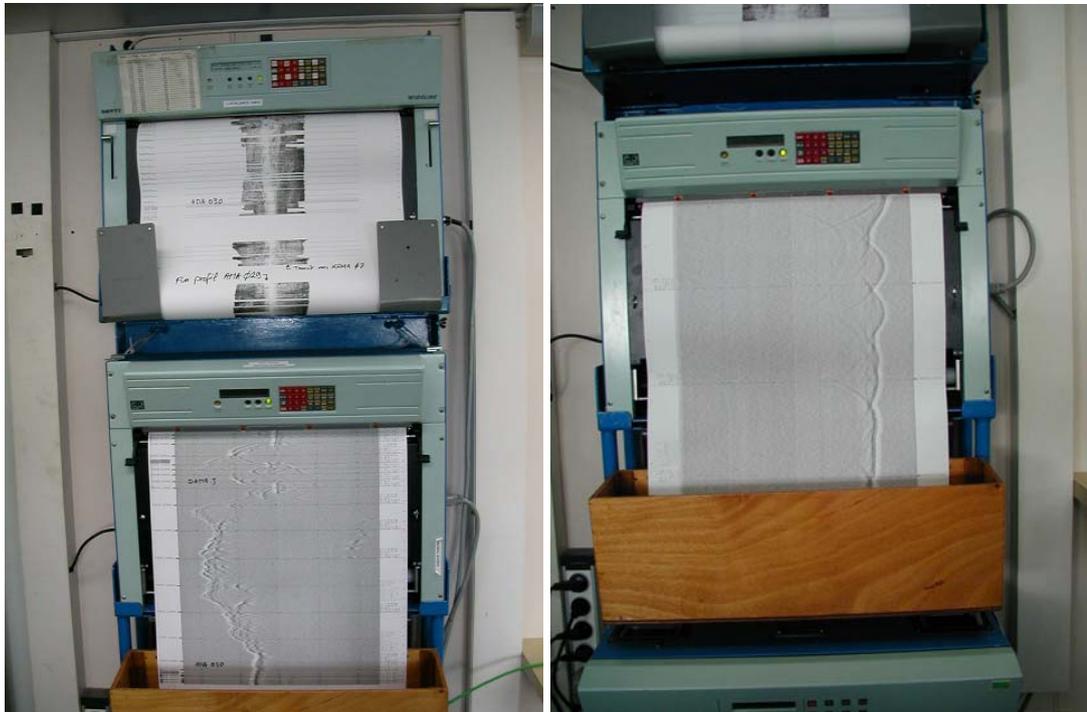


Figura 25: Impresora de alta resolución DOWTY.

El desplazamiento del papel en el registrador depende de la velocidad del barco de acuerdo con la relación:

$$dist_i = dist_{i-1} + [vit \cdot (t_i - t_{i-1}) \cdot knm]$$

Donde:

vit = velocidad del barco en nudos
 t = tiempo en segundos (s)
 $dist$ = distancia recorrida en metros
 knm = convierte metros en millas

La entrada de la navegación permite introducir la velocidad del buque y de esta manera trazar la imagen en función del desplazamiento sobre el fondo. Mediante esta forma se representa correctamente las pendientes del fondo.

La escala horizontal es de **2cm/1000 m** y la escala vertical de **8 cm/150 m**. Esta escala vertical se corresponde con una exageración vertical de alrededor de 26. Cada línea impresa se corresponde con la amplitud media sobre una ventana temporal centrada sobre el pixel y establecida a **50ms**. De esta manera cada pixel en la impresora representa la amplitud instantánea de la señal multiplicada por un coeficiente de ganancia.

c) Almacenamiento de datos

Cuando el sistema de 3,5 kHz esta en el modo recepción, cada eco de retorno (traza) y sus cabeceras (*headers*) son enviados a la estación externa **ARCHEOPS** (almacenamiento en discos ópticos) unida al sistema CHEOPS a través de una estación de trabajo independiente. Los datos son almacenados en un fichero cuyo tamaño es de **100Mo**. Esto representa aproximadamente **6000 trazas sucesivas** con sus cabeceras (*trace headers*).

Los datos se almacenan en formato **SEG-Y**, y son gravados en un disco óptico, generándose fichero enumerados en orden creciente con números naturales. El formato de los datos informa sobre la posición geográfica y la adquisición de cada traza, el número de puntos por traza, la frecuencia de muestreo, el tiempo de *delay*, etc. El sistema genera tres archivos con formatos: .che .par .tra.

Configuración de la señal emitida

El sistema de alta resolución puede trabajar con señales de frecuencias de 2.5 a 4.5 kHz. Desde el sistema CHEOPS es posible seleccionar la señal de la fuente con las siguientes configuraciones:

- Chirp T=20 ms F=2.5 kHz-3.5 kHz
- **Chirp T=20 ms F=2.4 kHz-4.5 kHz**
- Chirp T=20 ms F=2.5 kHz-5.5 kHz
- Impulso F=3.5 kHz
- Impulso F=2.5 kHz

La segunda configuración ha sido seleccionada para la adquisición. La señal de chirp es una función sinusoidal con un barrido de frecuencia lineal, que es amplificada por un factor de 100 en su salida (ampli GEOacoustics 5430A).

El penetrador emite/recibe con una apertura de haz de $\phi=50^\circ$. Asumiendo una zona insonificada del fondo circular, el diámetro (D) es relacionado con la profundidad del agua (H).

$$D = 2H \tan \phi$$

En este caso el diámetro de haz es aproximadamente la profundidad (**D~H**) lo que representa varias veces el área insonificada por el haz central del sistema EM12D.

Señal recibida

La señal registrada se amplifica por 8, respecto a la de salida (ampli RAP ORCA). Se obtiene una señal sísmica que es correlacionada con la señal de la fuente (a través del sistema Raytheon CESP III) y filtrada en frecuencia aplicando un filtro paso alto de **5.5 kHz** y de paso bajo de **1.5 kHz**.

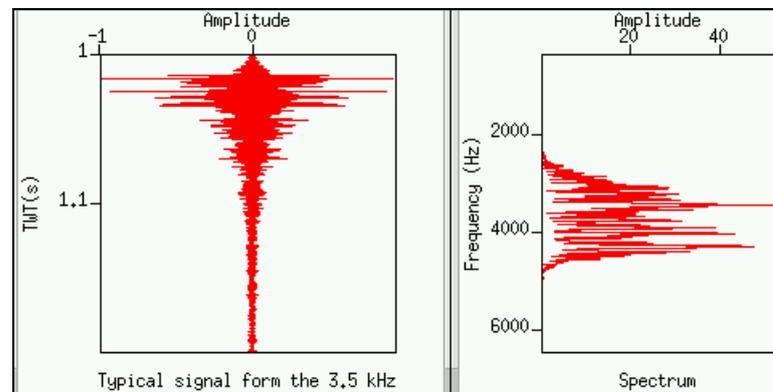


Figura 26: Señal registrada por el sistema 3.5 kHz SBP (izquierda) y sus componentes de frecuencia (derecha)

La señal de retorno es muestreada en tiempo con una frecuencia de muestreo de **24 kHz**, asociado a un número de puntos de **8400 puntos**. El sistema emite una señal de cada segundo. La velocidad del buque de 10 nudos, con una distancia entre dos señales consecutivas de alrededor de **5m**.

Procesado y formato SEG-Y

El formato de los datos adquiridos por el sistema CHEOPS pueden ser grabados en los formatos ELICS y SEG-Y. El formato elegido es el segundo, ya que es el formato que lee el software **Seismic Unix** (SU) y que se puede correr en el sistema Linux (o Unix). El formato **SEG-Y** consiste en tres partes:

- 1.- Una cabecera ebcdic,
- 2.- Una cabecera de cinta binaria
- 3.- Trazas

Primero se convierten los datos a formato SU, y posteriormente se visualizan con los siguientes comandos SU:

- *Conversión de formato SEG-Y a SU*
`segypread tape=file.segy endian=0 | segyclean > file.su`

El valor *endian* depende de la arquitectura de la máquina utilizada: es 0 para pequeñas máquinas como los PC's. La conversión incrementa el tamaño de los datos, de 92 Mo para formato SEG-Y a 191Mo para formato SU. Usando gzip por ejemplo, el factor de compresión de los formatos previos es del 25 % y 60 %, respectivamente.

- *Visualización*

El registrador DOWTY imprime la envolvente de la señal con un factor de ganancia calculado sobre una ventana de tiempo de 0.05 s. El proceso para visualizar los datos en SU puede ser:

```
suattributes < file.su | sugain agc=1 wagc=0.05 | suximage perc=99 &
```

Para mantener la señal de retorno en una ventana constante, se aplica un retraso (*delay*) a los datos y registro en los archivos SU. Aquí se reescala las trazas en tiempo. Esta operación se realiza mediante el comando *sushift* de SU.

Análisis

El sistema de 3,5 kHz no está diseñado para una medida precisa de la batimetría, por lo que la medida obtenida mediante este sistema puede diferir de la del sistema EM12D, dependiendo de la topografía del fondo submarino (Fig. 27). La celeridad está corregida calculando a 1500 m/s y la indicada en la EM12 para la profundidad. Debido a la apertura del SBP (50°), el sistema capta ecos laterales (Fig. 8).

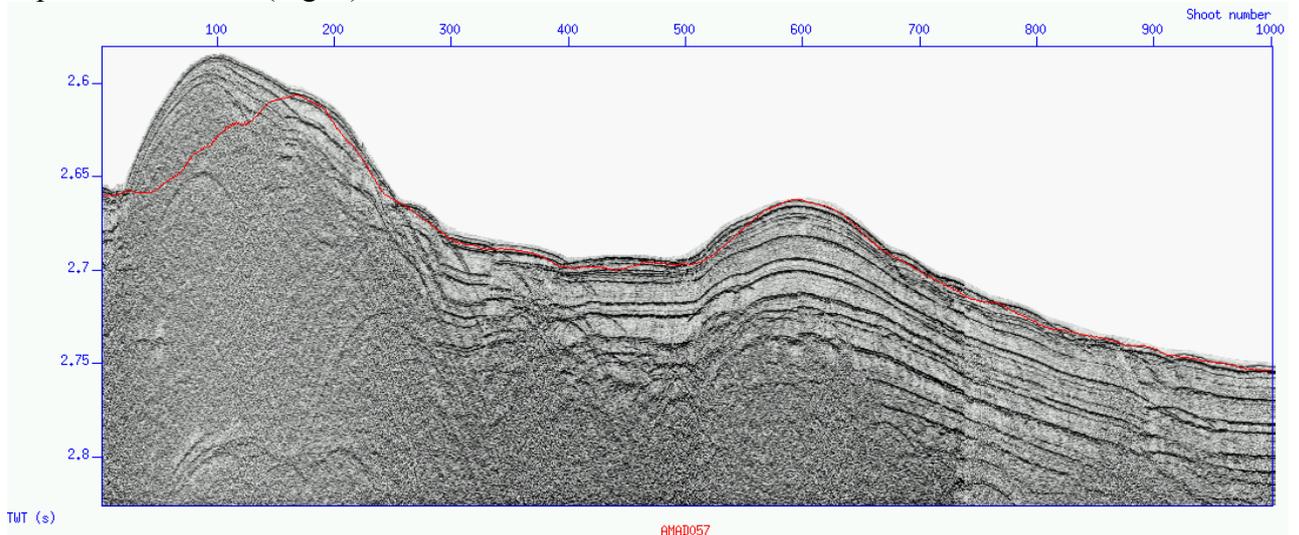


Figura 27: Registro sísmico de alta resolución de 3,5 kHz. La penetración aproximadamente es de 40 m. La línea sólida se corresponde al perfil batimétrico obtenido por el haz central del ecosonda de multihaz de EM12D.

El sistema está diseñado para registrar una señal cada segundo. De acuerdo con la velocidad del barco de 10 nudos, hay 5 m entre dos disparos consecutivos. En el archivo SU, es posible extraer la posición geográfica de los disparos para computar esta distancia (Fig. 28).

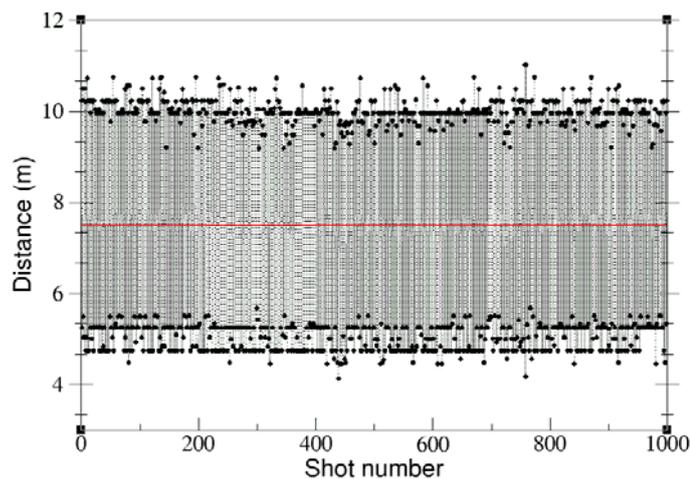


Figura 28: Los puntos negros constituyen la distancia real entre dos disparos consecutivos del SBP para los primeros 1000 disparos. La línea sólida representa la distancia media, la cual es de 7.5 m.

Si se observa dos distancias diferentes entre los disparos, 5 m y 10 m respectivamente, significa que el sistema SU no toma todos los registros en cuenta, probablemente cuando el número de segundos no es un número entero (el intervalo de disparo del SBP no es 1 s, sino 1.5

s en la práctica), como confirma la serie temporal de ecos de la figura 29. La distancia entre dos disparos parece ser alternativamente 1 s y 2 s, de acuerdo con las medidas de desplazamiento previas.

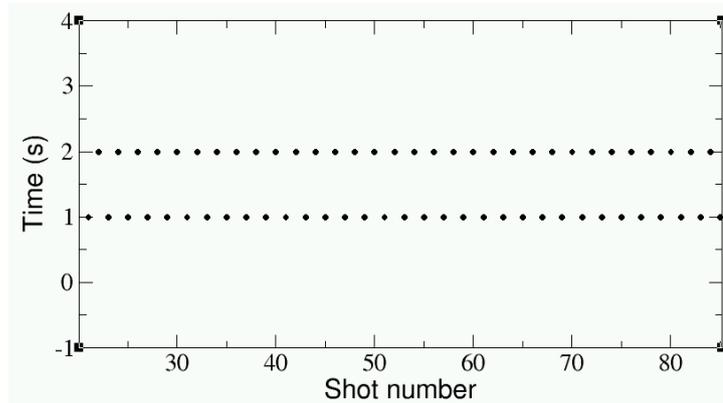


Figura 29: Tiempo entre dos disparos consecutivos

Durante la Campaña MOUNDFORCE la polaridad escogida para el registro es +/- . En el registro gráfico la escala horizontal es de 1000 m / 200 m (Fig. 30), con una ventana de registro de 750 m con 5 escalas de referencia horizontal cada 150 m.

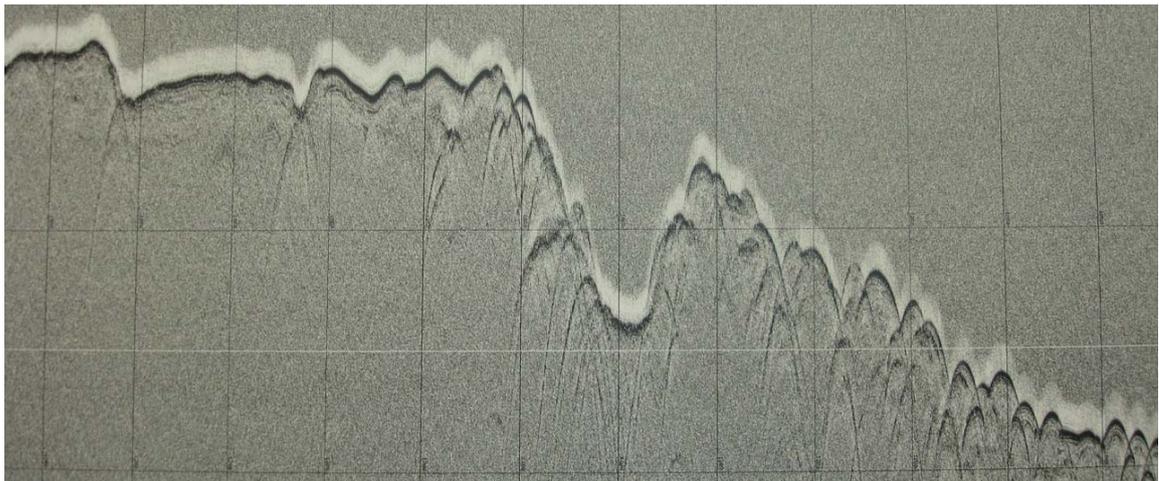
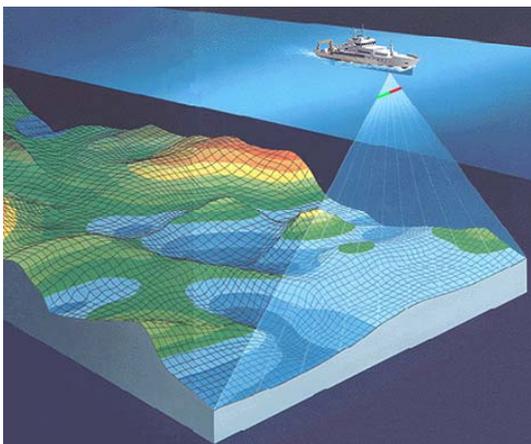


Figura 30: Ejemplo de un registro sísmico de muy alta resolución obtenido con el sistema CHEOPS 3.5 kHz en la campaña MOUNDFORCE

7.4 Sonda de multihaz EM12 dual



La determinación de la profundidad del agua es uno de los principales objetivos en las observaciones marinas. Una batimetría de detalle permite trazar elementos topográficos estrechamente ligados a rasgos tectónicos, evoluciones temporales de rasgos submarinos, etc. Los métodos acústicos son las herramientas usadas para el estudio y adquisición de la morfología del fondo oceánico. La ecosonda multihaz es uno de los métodos acústicos más destacados y suministra con cada línea una

información tridimensional de la superficie del fondo y trata de un sistema compuesto por varios transductores, que funcionan simultáneamente como transmisores y receptores acústicos, ordenados como un abanico de ecosondas mono-haz que barren el fondo marino.

La ecosonda registra el tiempo que tarda un pulso de sonido en ir y volver desde el transductor al fondo del mar. Así, la profundidad del fondo será la mitad del producto del tiempo transcurrido por la velocidad media de propagación del sonido en el agua.

El grado de cobertura de cada pasada de la sonda depende del ángulo conformado por el abanico de transductores. La resolución o precisión de cada pasada depende de la profundidad del fondo, el número de haces de la sonda y el ángulo del cono de cada transductor. En trabajos muy concretos y de poca extensión se puede cerrar el ángulo del abanico de haces para ganar en precisión a expensas de perder cobertura.

La velocidad de propagación de las ondas se puede calcular de forma directa e indirecta. La forma directa se calcula a través de velocímetros acústicos, que registran el tiempo de pulso de ondas pasando a través de transductores separados por unos centímetros. El cálculo indirecto se hace a partir de los valores de la temperatura y la salinidad del agua. Para aguas con salinidades entre 33‰ y 37‰ la velocidad de transmisión del agua se obtiene a través de la ecuación empírica de Wilson (1960) que es función de la temperatura, salinidad y presión.

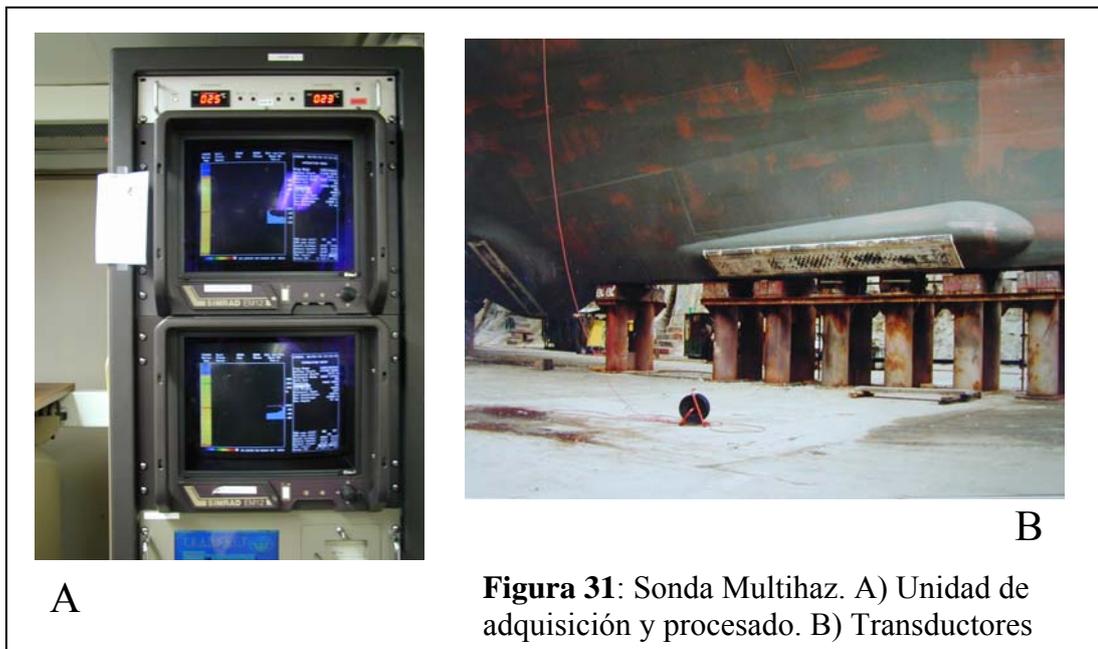


Figura 31: Sonda Multihaz. A) Unidad de adquisición y procesado. B) Transductores

Sonar de barrido lateral (SBL)

El SBL incorporado en los transductores de la ecosonda multihaz se utiliza para obtener sonografías del fondo marino similares a una fotografía aérea oblicua.

El SBL emite un pulso acústico de alta frecuencia por dos canales, uno a cada lado del transductor y perpendicular a la trayectoria del barco, y posteriormente recoge la energía reflejada de forma dispersa (reflectividad o backscatter). Como el cono del pulso acústico emitido es muy estrecho en la horizontal y amplio en la vertical la sonografía obtenida por cada transductor es una banda de anchura variable similar una mariposa o pajarita. Esta banda representa la diferencia entre la energía reflejada y emitida.

La reflectividad o “backscatter” es de gran ayuda en la interpretación geológica del fondo ya que es función del relieve y la textura del fondo marino.

La precisión o anchura de la sonografía obtenida depende de la frecuencia utilizada (50-500 kHz), profundidad del fondo, potencia de emisión, longitud del pulso (0.1 a 0.25 ms), ángulo horizontal (0.2°-3°) y vertical (10°-90°) del haz, y la velocidad de trabajo (entre 2 y 15 nudos).

La sonda multihaz del buque oceanográfico L'Atalante opera en un rango medio de frecuencias de 13 kHz. Está constituida por 162 monohaces dispuestos en abanico lo que le permite un ángulo cobertura máxima de 150°, lo que supone una cobertura de barrido de 7'3 veces la profundidad.

Procesado de batimetría

El proceso de captura de los datos lleva acarreado el registro de una gran cantidad de ruido, puntos rebotados y de valores de medida erróneos en general que deben depurarse posteriormente. La calibración del sistema se realiza para corregir en origen los errores de medida de la profundidad del fondo. Establece (sobre dos líneas realizadas con igual dirección pero de sentidos diferentes) los ángulos de corrección de balanceo (*roll*) y cabeceo (*pitch*) para toda la campaña.

El procesado de los datos brutos de la sonda multihaz se realiza en tres fases: corrección de la posición, corrección de profundidad y análisis estadístico de los datos.

La corrección de posición se aplica a todas las líneas de navegación a través de unas normas generales. Se trata de una corrección automática para eliminar saltos en la trayectoria del barco producto de una mala recepción del GPS, y a errores sistemáticos generados por el propio sistema de navegación y el retardo en la recepción de las ondas de sonido causado por la velocidad del barco.

La corrección de profundidad realiza un primer filtrado de la cota de los datos registrados. Se trata de filtros y ajustes de ámbito general para toda la nube de puntos: rango de profundidades, el ajuste de los perfiles de la velocidad de transmisión del sonido, y la corrección de marea.

El rango de profundidades establece la profundidad de trabajo. Si un punto se encuentra fuera de este rango se interpreta como punto erróneo (por rebote o fallo del sensor) y no se tiene en cuenta en el modelo final.

Los grandes desfases que se producen a partir de los 200 metros se deben a una aplicación incorrecta del perfil de velocidad de transmisión del sonido. Aplicar un perfil de velocidad que no corresponda a columna de agua distorsiona el cálculo de la profundidad del fondo. Estos desfases son muy evidentes al solaparse los haces externos de dos líneas de navegación.

El perfil de velocidad es un fichero que se incorpora a los datos brutos a partir de las sondas de temperatura XBT lanzadas durante la campaña. Estos ficheros presentan dos columnas, profundidad y velocidad. En el caso bastante frecuente de que dos líneas presenten un desfase de cota producido por un perfil incorrecto hay dos opciones: a) introducir otro perfil que se sepa que es correcto; b) modificar manualmente el perfil y ajustar por tanteo la línea.

La corrección de marea se realiza a través de un fichero que presenta la corrección de profundidad en una determinada fecha (año-mes-día-hora-minuto-segundo). Los datos se recogen de mareógrafos en costa.

De forma opcional se puede incorporar al procesado una corrección más, la de corriente, que precisa la exactitud de la profundidad. Esta corrección es habitual en aguas someras o de plataforma, y casi nunca se aplica en aguas profundas.

El análisis estadístico es la última fase del procesado. Aquí, se produce un filtrado muy preciso de los datos a través de herramientas estadísticas. La primera fase del análisis

estadístico consiste en la aplicación de reglas de ámbito general para el conjunto de los datos incluidos dentro de una determinada celda. Por ejemplo, eliminar todos los datos de la malla que superen “x” veces la desviación estándar. El tamaño de la celda así como los estadísticos aplicados (desviación estándar, media, etc.) varían en función del número de datos incluidos en la celda, la precisión del filtrado o las características de los datos.

La segunda fase es la más precisa y se realiza tras las reglas generales. Se trata de una limpieza local en la que se seleccionan manualmente los valores de ecosonda a filtrar. La eliminación de los datos se hace manualmente también tras representarlos en diagramas complejos. En estos diagramas se pueden representar los valores de ecosonda en función del haz al que pertenecen o a múltiples estadísticos, y por tanto permiten visualizar de forma clara los erróneos.

Procesado del “backscatter”

Los pulsos emitidos por el SBL viajan a través del agua hasta alcanzar el fondo donde en parte son reflejados y en parte absorbidos. La intensidad de los ecos recogidos del fondo y los objetos situados sobre el fondo es función de la pendiente del fondo, de las irregularidades y de algunas características de los sedimentos tales como la composición, textura y tamaño de los objetos, y de su orientación con respecto a los transductores. Las variaciones del fondo se visualizan por áreas más claras o más oscuras que representan respectivamente valores altos o bajos de la señal de retorno, y que pueden ser interpretados por un geólogo.

Por esta razón se deben de realizar tres correcciones a los datos de reflectividad: profundidad de la columna de agua, pendiente del fondo y posición respecto al haz.

La corrección de la columna de agua se debe a que la disipación de la energía del haz emitido por el SBL es función de la columna de agua atravesada. Así, a mayor profundidad, mayor disipación de la energía y por tanto menor reflectividad. Si no se hiciera esta corrección, las zonas profundas serían siempre menos reflectivas que las someras. Esta corrección se puede realizar de forma automática ya que los datos batimétricos se encuentran incluidos dentro de los datos brutos de la multihaz.

La posición del transductor respecto al haz repercute directamente en el valor de la reflectividad. Los haces más próximos al eje del barco presentan una reflectividad mayor que los externos debido al ángulo de incidencia con el fondo. Se trata de un error sistemático del aparato que se manifiesta en la imagen de SBL como un bandeo blanquecino en el eje de la derrota del barco. La corrección se realiza a través de un histograma de frecuencias (nº de haz / reflectividad) realizado con la sonda en un fondo uniforme. Restando a cada haz el valor de la reflectividad del histograma calibrado sobre el fondo uniforme se neutraliza el efecto de la posición respecto al haz.

La última corrección que se aplica a la imagen de SBL es la del ángulo de la pendiente. El fundamento físico es igual que el caso anterior. Un mismo sedimento dará una reflectividad diferente así se encuentre sobre una planicie o una pendiente abrupta. A diferencia del caso anterior, no es un error sistemático de la sonda por lo que su corrección es más compleja. Se ha minimizado el efecto ponderando el valor de la imagen del SBL con el modelo digital de las pendientes del fondo mediante una operación de análisis SIG de álgebra de mapas.

7.5 Sísmica multicanal

Los estudios sísmicos son, en la actualidad, el método más empleado para el conocimiento de las estructuras geológicas en el fondo marino. El objetivo de estos estudios es obtener una representación de las estructuras bajo el fondo a partir de las características de propagación del sonido a través de ellas.

El equipamiento empleado para realizar la exploración sísmica en el mar se puede dividir en tres grupos según la función que realiza:

1. *Fuente de energía sísmica*: proporciona un pulso de energía acústica.
2. *Equipo de adquisición*: conjunto de dispositivos que permiten la detección de ondas elásticas que viajan a través de la columna de agua o por el fondo marino, su registro y su almacenamiento digital.
3. *Sistemas de procesado*: conjunto de sistemas capaces de tratar la información bruta, permiten realizar diversas operaciones para mejorar la relación señal/ruido, así como representar las distintas trazas sísmicas de una forma ordenada espacialmente que sea realmente interpretable.

Las características básicas de los componentes del sistema de sísmica multicanal empleado en el buque oceanográfico francés de Ifremer "L'Atalante" durante la campaña MOUNDFORCE requieren de un conjunto de equipos específicos que se encuentran preparados en contenedores (10 contenedores de 20 pies y 4 de 10 pies) con un peso aproximado de 150 toneladas, y que puede ser instalado en diferentes barcos.

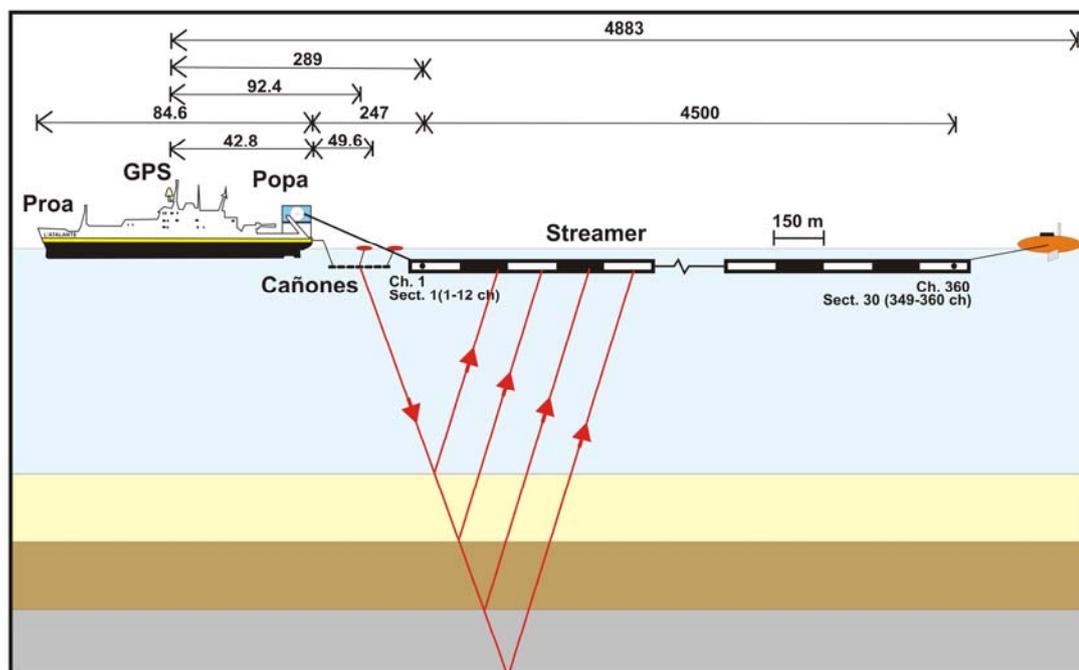


Figura 32: Disposición del sistema de adquisición de la sísmica multicanal en el buque L'Atalante y fundamentos básicos de la reflexión.

Fuente de energía sísmica

La fuente de energía consiste en dos sartsas de cañones de aire comprimido (airgun), cada uno de los cuales está compuesto por un doble tambor y un pistón. El funcionamiento consiste en la carga y descarga del tambor inferior, debido al aire a muy alta presión que se introduce desde el superior y la liberación brusca del pistón mediante un pulso eléctrico. Se disparan a intervalos de espacio o tiempo prefijados.

En la campaña MOUNDFORCE se usaron dos sartsas sincronizadas con un total de 14 o 16 cañones de aire, según configuración, G.I. GUN y BOLT. En la configuración de máxima energía se utilizó un volumen total de 56.5 l (3449 pulgadas cúbicas) y de 42.5 l (2594 p. c.) en la configuración más habitual manteniendo dos cañones de respeto BOLT de 5 y 9 l. Los cañones de mayor potencia se situaron en el extremo más apartado respecto al buque. Las dos sartsas de cañones se han dispuesto por las dos bandas, situadas a babor y estribor del buque, ancladas y separadas del mismo mediante dos tangones de 5 m. Las sartsas de cañones están conectadas a dos umbilicales con todos los cables de señales y aire, manejado por dos maquinillas hidráulicas situadas en la parte central de la cubierta de popa. El disparo sincronizado de los cañones está controlado por un sistema desarrollado por GENAVIR, en la sarta de cañones está instalado un hidrófono independiente para el control del instante en que se produce el disparo de cada cañón. Se ha utilizado un intervalo de disparo diferente para cada una de las configuraciones de cañones, disparando cada 30 s (75 m) con la máxima potencia y 20 s (50 m) con la configuración más habitual.

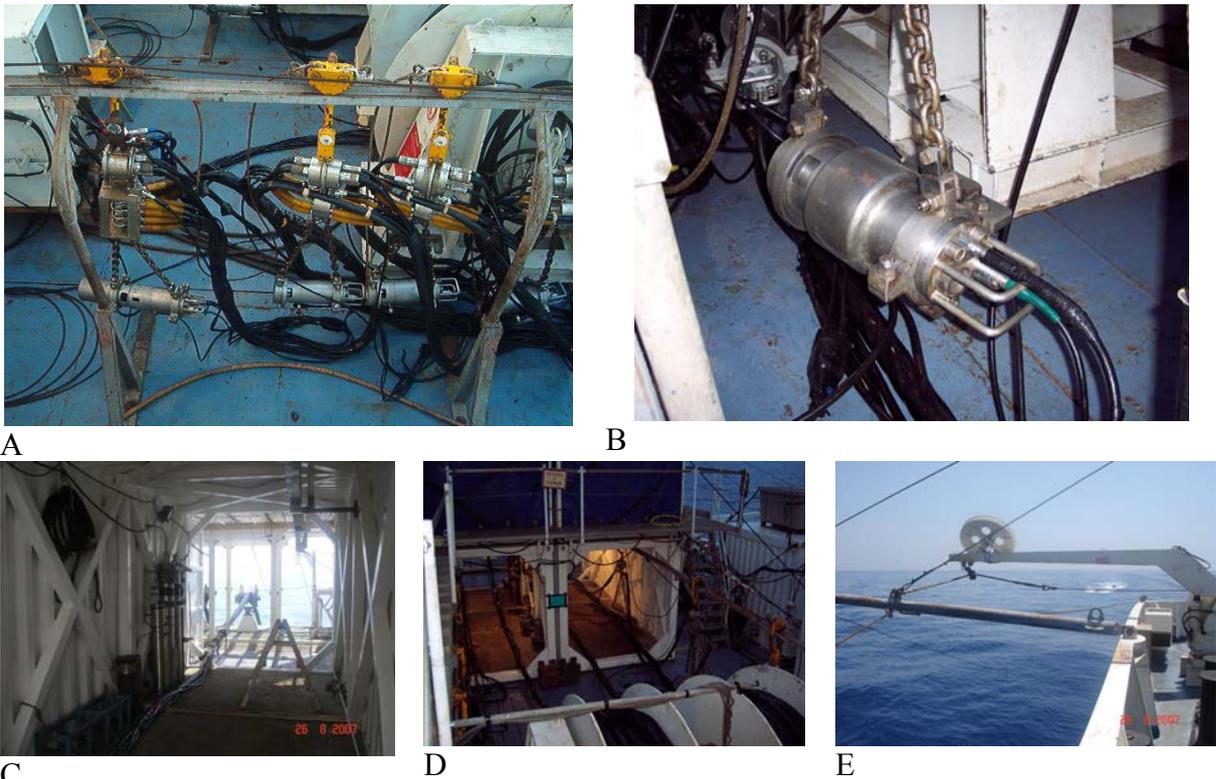


Figura 33: A. Sarta de cañones de la banda de babor. B. Detalle de cañón de aire BOLT de 5 l. C. Interior de container de despliegue de cañones. D. Configuración de contenedores y carretes del umbilical sobre la popa. E. Detalle del tangón de estribor.

Los compresores utilizados, de la marca HARMWORTHY, van instalados en contenedores dispuestos en la zona del hangar del buque. El consumo de aire a una presión de trabajo de 140

bares ha sido de 982 m³/h y 1104 m³/h, con la configuración de máxima energía y la habitual respectivamente.



Figura 34: Compresores HARMWORTHY en dos contenedores móviles. Vista general (izquierda) y detalle (derecha)

Hidrófonos

Las ondas sísmicas son detectadas por la variación de presión que producen dentro de la columna de agua. El registro se hace por medio de los hidrófonos que están constituidas por cerámicas piezoeléctricas, en los que se produce una descarga eléctrica con el cambio de presión. Estos hidrófonos se disponen en una manguera de plástico hueca de forma regular, en grupos y formando un número de canales determinado, dónde cada canal corresponde a un grupo. Este dispositivo recibe el nombre de 'streamer', y va remolcado desde la popa del barco. La manguera está rellena de keroseno u otro hidrocarburo para compensar el peso y garantizar así su flotabilidad, junto a unas piezas denominadas estabilizadores o pájaros que compensan hidrodinámicamente cualquier desviación en la vertical del mismo.

El conjunto de hidrófonos utilizado, desarrollado por SERCEL y adquirido en 1999, es digital de 360 canales, con 30 secciones activas de 150 metros de longitud y 7.5 cm diámetro cada una. En cada sección se disponen de 12 grupos de hidrófonos cada 12.5 m, con módulos fácilmente instalables entre las secciones. En total 360 canales con el número 1 próximo al buque y el 360 más lejano y una longitud total de 4500 metros para las secciones activas y un



total de 5000 m para todo el conjunto. La configuración empleada ha consistido en una sección de arrastre de acero blindado (10 metros en el agua), 2 secciones de estiramiento (2 x 50 metros), 30 secciones activas de 150 metros, sección de enganche a la cola y boya de flotabilidad final.

Figura 35: Boya de cola del streamer que emite una señal luminosa visible y otra de radar marcada por tres picos de alta intensidad, que permite determinar la posición exacta del barco y el streamer.



D



Figura 36: A. Carreteles del streamer en contenedores independientes colocados en paralelo. B. Maniobra de recogida/largado del streamer. C. Anclaje del streamer para la colocación de secciones nuevas. D. Disposición de los cuatro contenedores de popa, los dos superiores contienen los carreteles del streamer, y los inferiores permiten el arriado/largado de los cañones por debajo del streamer. Carreteles del umbilical de las sartas de cañones en primer plano.

La nivelación del hidrófono se visualiza mediante 16 estabilizadores (pájaros, birds en inglés o “avions” en francés) desarrollados por DIGICOURSE I.O., instalados en el hidrófono (principio de las secciones activas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 y 29). Además se sitúan otro en la sección elástica más cercana a la popa y la otra en la sección elástica que une el final del streamer con la boya. La profundidad de los estabilizadores se controla en una consola de ordenador, habiéndose programado la profundidad de hidrófono durante la campaña entorno a 15m, dependiendo de las condiciones del mar.

El streamer va instalado en dos carreteles independientes instalados en dos contenedores autoportantes, instalados en la popa sobre otros dos contenedores que permiten el despliegue de cañones y streamer a distintos niveles. Se despliega por la parte central de la popa, entre los puntales del pórtico en una situación muy favorable. La geometría detallada de las secciones activas se puede consultar en el apartado de anexos.

Sistema de registro

Las señales recibidas desde el hidrófono (streamer) multicanal son tratadas y almacenadas digitalmente. Estas señales se preamplifican y filtran, multiplexan, se amplifica la ganancia, y se graban en cintas magnéticas DLT en formatos SEG-D.



Figura 37: Sistema de adquisición situado en un contenedor autoportante en la borda babor y conectado con el laboratorio científico principal. **A.** Vista general con el corazón del sistema y el dispositivo de grabación. **B, C y D.** Detalles de los monitores de control de posición y estado de birds; estado y sincronización de cañones con ACTRIS y calidad de señal y snack automático, respectivamente. **E.** EPC para la impresión monotraza en tiempo real.

Sistema de registro digital está totalmente desarrollado por SERCEL con 360 canales, además de 18 canales para información auxiliar, 2 para cañones, programado a 2 milisegundos de intervalo de muestreo. El registro de los datos se realiza en cintas magnéticas DLT, en formato SEG-D. Se registraron normalmente entre 15 y 20 s de Tiempo Doble, con un intervalo de disparo de entre 50 y 75 m según configuración. El impulso de disparo es suministrado por el sistema de navegación. El comienzo del ciclo de registro/disparo se realiza con la siguiente cadencia: señal procedente de sistema de navegación, se inicializa y manda señal a controlador de cañones y registrador digital, cañones disparan, el sensor general de cañones recibe señal de ruptura de tiempo y envía tiempo referencia al sistema iniciándose el registro con la ruptura de

tiempo como referencia. El sistema ACTRIS se encarga de la correcta sincronización del disparo de los cañones.

Postproceso a bordo

Para control de calidad del sistema y postproceso a bordo se han utilizado los sistemas digitales GEOCLUSTER 4100 y ProMAX 2003.3, esta última de la casa Landmark Graphics. Este sistema está instalado sobre una estación de trabajo SUN Microsystems con procesador AMD y un conjunto de discos duros externos de diversa capacidad.

Se realiza un protocolo de postproceso convencional de todos los perfiles, que incluye: geometría, análisis de velocidades, stack, deconvolución, filtrado y representación. Se han realizado 3 registros para cada perfil: (1) con los datos originales en SEG D, (2) con los datos SGY (32 bit IBM), que incluyen lqs trazas sísmicas y las auxiliares, transformados por el software GEOCLUSTER, en ficheros de hasta 5 Gb (~500 shots) desde el SEG-D original (3) con brute stack para su representación en papel y su carga en el software de interpretación KINGDOM SUITE durante la campaña, y (4) con los datos preparados para hacer la migración en tierra. El stack bruto se ha representado a bordo con plotter OYO desde GEOCLUSTER y un plotter HP de tamaño A0+ a partir de KINGDOM SUITE.

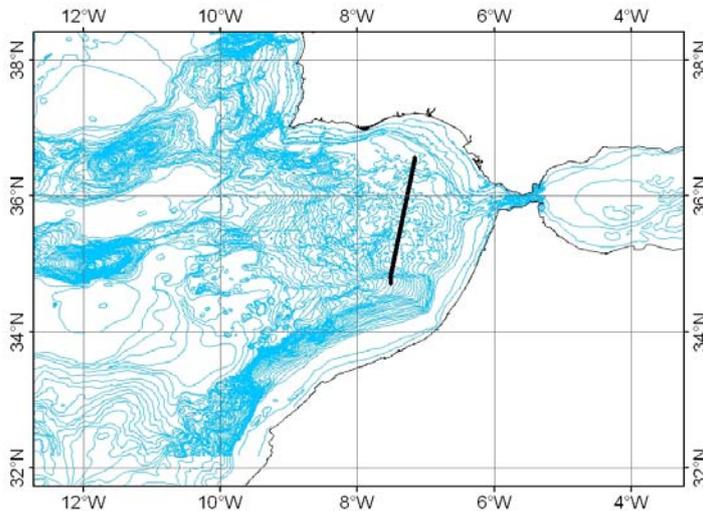


Figura 38. Sistema de procesamiento de la Sísmica multicanal con Promax (izquierda) y detalle del laboratorio de adquisición y control de calidad con el sistema GEOCLUSTER (derecha)

8 RESULTADOS

A continuación se presenta la descripción general de las líneas sísmica obtenidas con el sistema multicanal de alta penetración (MCS) y Chirp (3.5 kHz) de muy alta resolución.

Línea MF01



La línea 01 atraviesa el talud medio, y el talud inferior hasta la Cuenca Rahr. Tiene una longitud de 209,45 km, con una dirección NNE-SSW y un rumbo de 190°. Se pueden reconocer tres grandes zonas morfoestructurales: a) zona de dorsales diápiricas; b) Zonas de arcos tectónicos; y c) Cuenca Rahr.

Registro multicanal

Zona de dorsales diápiricas

En el primer tramo del registro sísmico se atraviesan los canales contorníticos de Huelva y Cádiz, así como el "furrow" del *Gil Eanes*. El canal de Huelva está ubicado sobre la dorsal diápirica del Guadalquivir, que en este punto no está generando un relieve positivo sobre el fondo, y más hacia el sur se atraviesa la parte distal de la dorsal de Cádiz. Entre las dorsales diápiricas se localizan diferentes cuencas, que presentan al menos 1.5 s de espesor sedimentario.

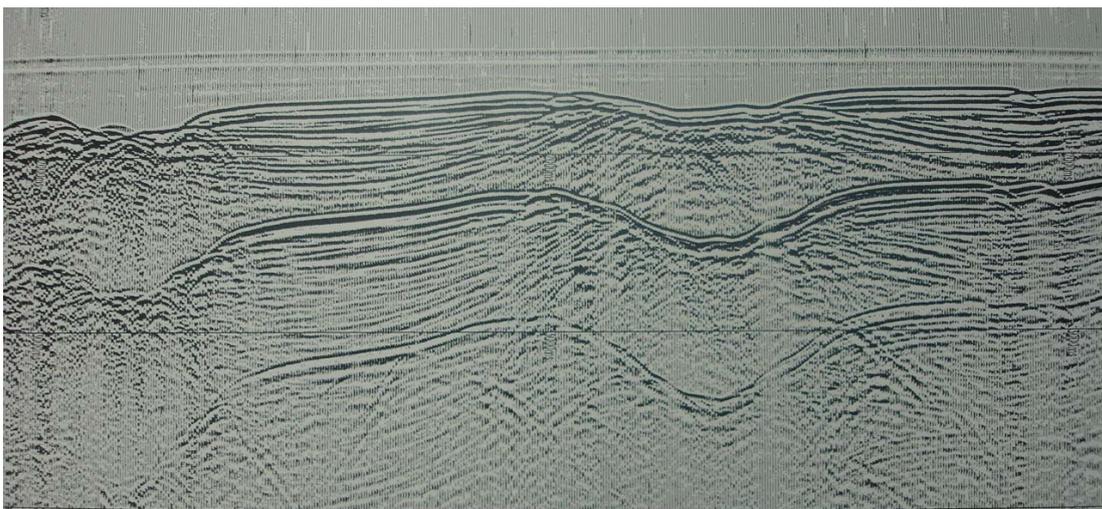


Figura. 39: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 1 en la zona de dorsales diápiricas. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

En el relleno se identifican dos grandes unidades sedimentarias. La unidad inferior presenta facies sísmicas más transparentes y masivas y se encuentran plegadas. La unidad superior es bastante más reflectiva y se encuentra menos afectada por la deformación. En la parte más meridional de esta zona, el relleno sedimentario de ambas unidades acaba de manera neta con la unidad del olistostroma. A su vez el *furrow* del *Gil Eanes* se ubica verticalmente sobre dicho límite.

Zonas de arcos tectónicos

Se identifican dos grandes arcos tectónicos (septentrional y meridional), afectados por diversas estructuras. El fondo submarino es muy irregular, con altos y bajos. En esta zona se identifica la Unidad Alóctona de Cádiz (Olistostroma), el cual presenta facies sísmicas masivas, con un techo muy irregular que presenta frecuentes hipérbolas.

El arco septentrional el olistostroma aparece claramente ondulado, y con un marcado abombamiento regional, así como con pliegues menores. Se identifican minicuevas en los sinclinales, las cuales presentan espesores sedimentarios medios de 0.5-0.8 s, siendo la cuenca del MV Capitán Arutynov la más desarrollada.

El arco meridional es más irregular que el arco septentrional. Se encuentra muy afectado por fracturas de dirección (posibles fallas transfer), cuya actividad parece ser muy reciente controlando la morfología de la superficie del fondo. Hacia el sur, el límite más meridional del complejo Unidad Alóctona de Cádiz (con características de olistostroma) presenta una clara superficie de cabalgamiento buzando hacia el norte, que permite estimar como mínimo alrededor de 2 s de espesor para este cuerpo. Se identifica una unidad sísmica bajo el olistostroma. La deformación de las fracturas de dirección es más reciente que la del cabalgamiento.

Sobre el olistostroma, se identifica un relleno sedimentario, especialmente potente en ciertas cuencas, destacándose una cuenca de morfología asimétrica, aunque bastante tabular con hasta 1,2 s de espesor sedimentario. En dicha cuenca se determinan paleocanales. Este relleno sedimentario en ocasiones aparece fuertemente plegado en relación con las fallas en dirección y posibles cabalgamientos de la unidad alóctona.



Figura 40: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 1 en la zona de arcos tectónicos. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Cuenca Rharb

La Cuenca Rharb tiene un espesor sedimentario de más de 2,5 s, identificándose tres grandes unidades sísmicas:

-*Unidad inferior*: Unidad con un mínimo de 1.5 s de espesor sedimentario que se encuentra debajo del Olistostroma, y que se presenta muy plegada, flexurada y fracturada.

-*Unidad intermedia*: Unidad que se dispone en “onlap” sobre la unidad del olistostroma. La unidad se encuentra deformada con un espesor de 0.4 s.

-*Unidad superior*: Unidad muy poco deformada con un espesor de hasta 0.5 s, con reflexiones subhorizontales que terminan en “onlap” respecto a la unidad intermedia.

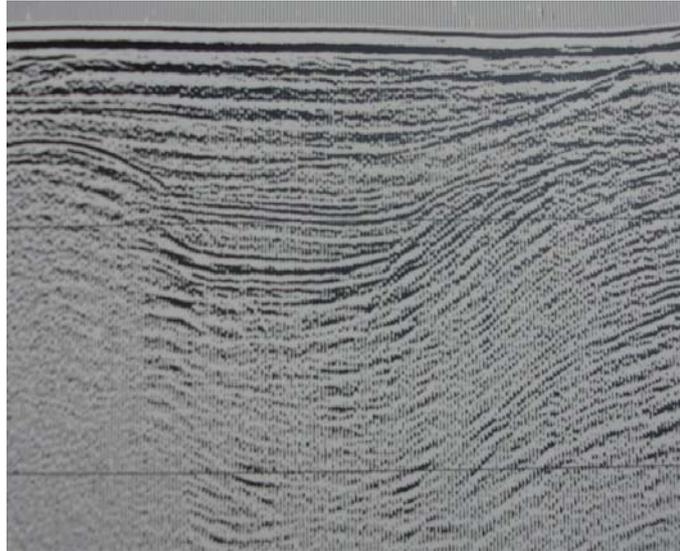


Figura 41: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 1 en la zona de la Cuenca Rharb. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Zona de Dorsales

En el registro de alta resolución se identifica un relleno sedimentario en las zonas intercanales, pero el fondo se presenta opaco en los altos diapíricos y los canales y furrows. El espesor máximo de sedimentos sin consolidar es de unos 30 m. Hacia el sur, se identifican zonas con más de 40 m de espesor antes que el Gil Eanes. Aquí se observan bloques de sedimentos basculados y plegados que determinan un fondo irregular. Las facies predominantes en los sedimentos son transparentes con frecuentes hipérbolas debido a las irregularidades.

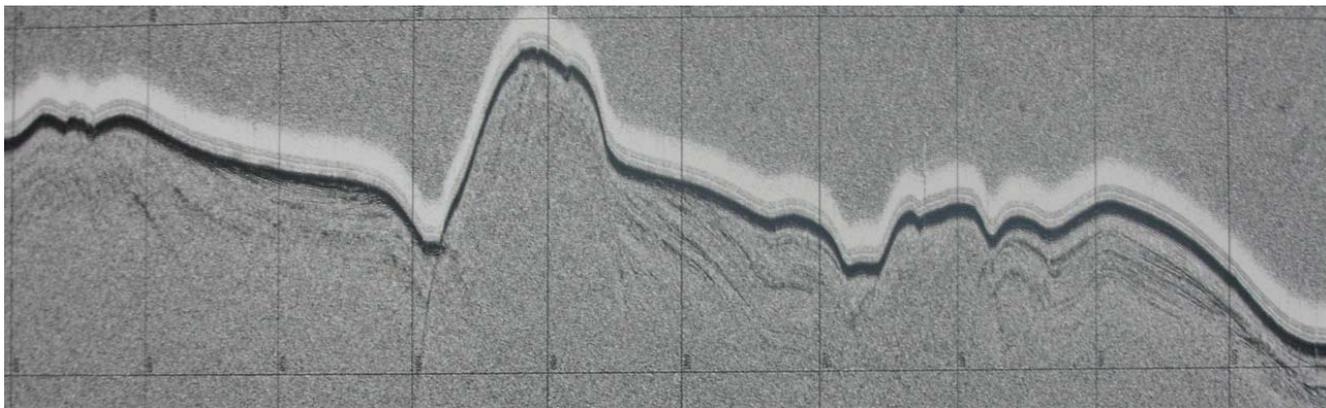


Figura 42: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 1, en la zona de Dorsales Diapíricas obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Zona de arcos tectónicos

Fondo submarino muy irregular, con una cobertera de sedimento sin consolidar relativamente homogénea que presenta al inicio hasta los 70 m de espesor y alrededor de 50 m en su parte más meridional. El relleno está plegado y fracturado reduciéndose el espesor hacia los altos.

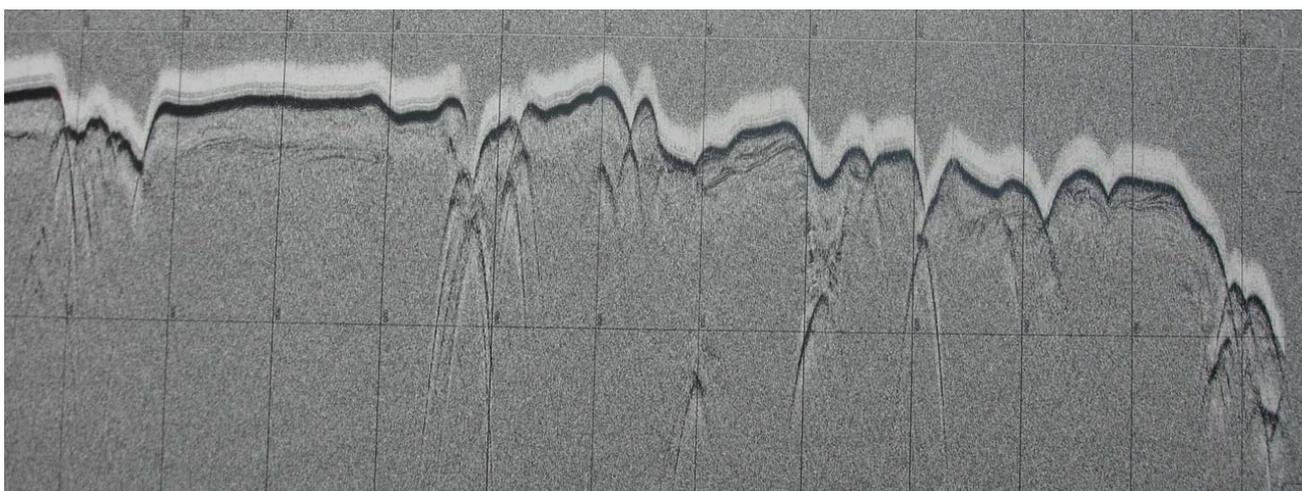
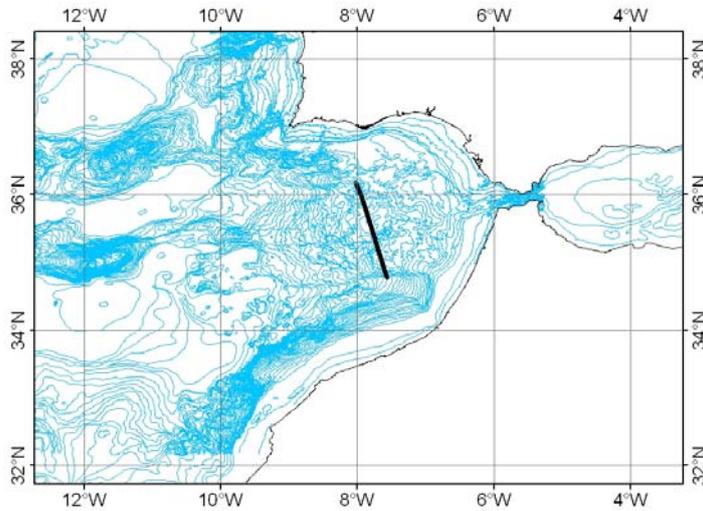


Figura 43: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 1, en la zona de arcos tectónicos obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Zona de la Cuenca Rharb

En la cuenca Rharb se identifica un escaso depósito de sedimentos no consolidados en el flanco septentrional de alrededor de 30-40 m, pero sin embargo el fondo es irregular y opaco en el valle, con frecuentes hipérbolas pequeñas.

Línea MF02



La línea 02 tiene una longitud de 161.2 km y discurre con una dirección aproximada SSE-NNW. Empieza en el borde septentrional del valle Rharb, atraviesa la zona de arcos tectónicos y termina en el límite entre el talud medio y talud inferior.

Registro multicanal

Valle Rharb

El fondo se sitúa a una profundidad media de unos 2200 m en el borde septentrional del valle, y se registran al menos 2.5 s (TD) de espesor sedimentario. De las tres unidades descritas en el perfil MF01 se identifica claramente la *Unidad superior* poco deformada y con un espesor de 0.3 s, pero no se puede establecer con claridad el límite entre las unidades infrayacentes.

Zona de Arcos tectónicos

El perfil atraviesa la zona de arcos tectónicos en una posición más occidental que el perfil MF01, dónde se pueden identificar las mismas facies sísmicas masivas, típicas de la Unidad Alóctona de Cádiz, y que presenta un fondo submarino muy irregular.

La envolvente de la superficie del fondo del arco meridional presenta un claro abombamiento positivo, si bien en detalle es irregular con una estructuración de apariencia escalonada con diversos altos. Se identifican numerosas hipérbolas en relación con las partes deprimidas del fondo y sus irregularidades. Se identifica una *unidad superior* poco deformada que rellena las zonas deprimidas que conforman las irregularidades del cuerpo olistostrómico. Esta unidad se caracteriza por la presencia de reflectores de gran amplitud y por espesores que varían entre 0.2 s y al menos 0.4 s. La *unidad inferior* presenta reflectores de menor amplitud, sin continuidad lateral y se caracteriza por mostrar muchas hipérbolas. El espesor de esta unidad alcanza al menos 3 s pudiéndose identificar reflectores subparalelos por debajo del múltiple.

El arco tectónico septentrional presenta un fondo más regular, con menos interrupciones, apareciendo estas mayormente en su extremo norte, lo que permite explicar una menor cantidad de hipérbolas en la unidad superior. Esta unidad es más potente, con espesores entre 0.4 y 0.5 s. Los reflectores de esta unidad son más continuos, de gran amplitud y representan un relleno menos deformado que en el arco meridional. La unidad infrayacente presenta las mismas características que la anterior.

Los arcos se encuentran separados por una zona deprimida e irregular, que alcanza los 1920 m de profundidad, y en la que se puede distinguir importantes rasgos erosivos.

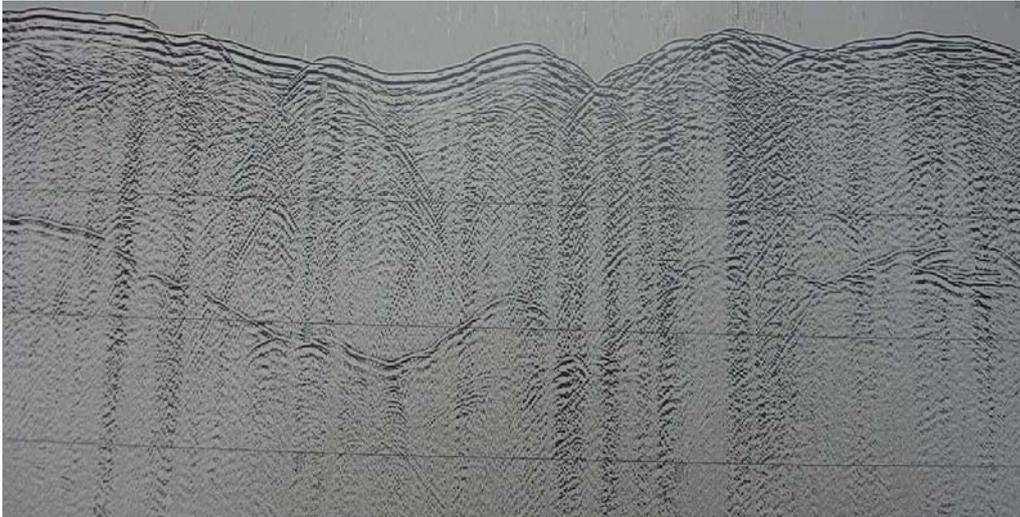


Figura 44: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 2 en la zona de Arcos tectónicos. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Valle del Rharb

El fondo del Valle Rharb presenta numerosas irregularidades de pequeña longitud de onda, lo que produce frecuentes hipérbolas que no permiten distinguir su relleno sedimentario. Está separado de la zona de Arcos tectónicos por un escarpe de 700 m. En la parte superior del mismo se identifican superficies de deslizamientos y su depósito en la parte inferior.

Arcos tectónicos

Superficie muy irregular de gran longitud de onda con desarrollo de grandes hipérbolas. En el arco meridional, el relleno sedimentario es difícil de identificar, concentrándose en las sinformas, con potencias de 20-25 m. En el arco septentrional, de fondo menos irregular, se puede identificar un registro sedimentario mucho más continuo y con potencias de 60-70 m. Se pueden observar deslizamientos, estructuras erosivas y alguna fractura en la zona de tránsito entre ambos arcos. El perfil atraviesa el volcán de fango que hemos denominado.

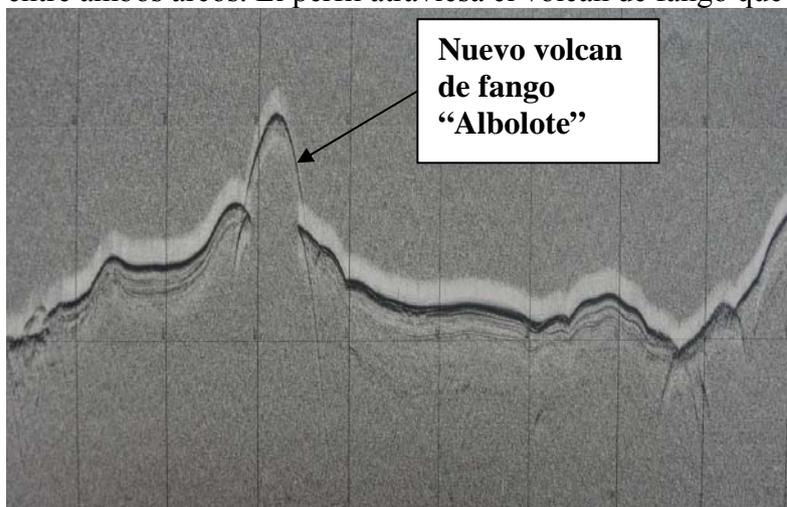
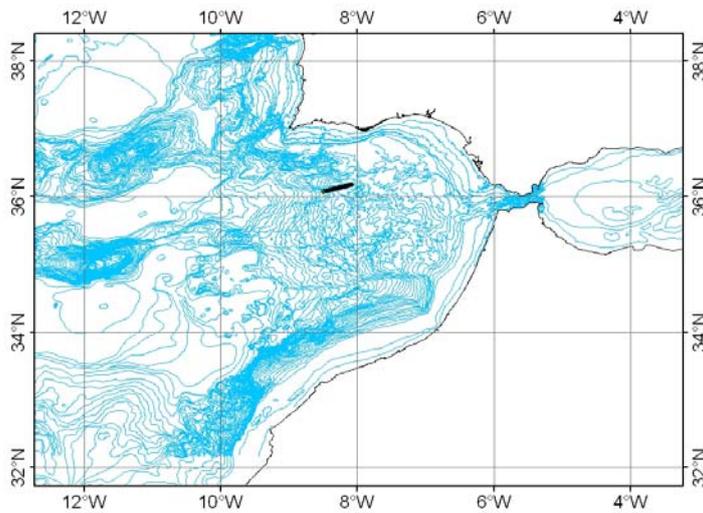


Figura 45: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 2, en la zona de arcos tectónicos obtenido con el sistema 3,5 kHz. Se puede observar el volcán de fango “Albolote”.

Línea MF03



La línea 03 tiene una longitud de 40.1 km. y discurre con una dirección aproximada E-W. Atraviesa el borde norte del arco septentrional frente a la salida del Canal contornítico de Cádiz.

Registro multicanal

En la parte oriental del perfil la superficie del fondo presenta dos zonas elevadas separadas por una incisión y rodeadas de zonas planas. Hacia la parte occidental del perfil el fondo se hace más irregular, con abundancia de hipérbolas y un aumento de la pendiente hacia el oeste.

Se ha podido diferenciar con claridad una primera unidad superficial de unos 0.5 s de espesor caracterizada por una gran continuidad y amplitud de los reflectores que en la zona oriental del perfil se encuentra levemente deformada por dos estructuras diápiricas con terminaciones en onlap/offlap. Esta unidad se acuña hacia el W presentando terminaciones en onlap sobre una unidad dominada por la presencia de hipérbolas. Al final del perfil nuevamente se observa cómo esta unidad superficial presenta terminaciones en onlap/offlap hacia el E sobre la unidad hiperbolada incrementándose el espesor hacia el W, con un espesor máximo de hasta 0.7 s.

La segunda unidad que se diferencia por debajo de la superficial se caracteriza por presentar facies caóticas, masivas, de unos 0.5 s al E de los diápiros y acuñándose hacia el W desde los 0.3 s hasta desaparecer antes de la unidad hiperbolada.

Por último destacar una tercera unidad que presenta una mejor continuidad de los reflectores y terminación en onlap respecto a los diápiros. Esta unidad hacia la parte W del perfil presenta una forma abombada, llegando casi a aflorar en el fondo, y caracterizándose en los primeros 0.5 s por numerosas hipérbolas, reflectores de baja continuidad lateral y amplitud alta de los reflectores. Se puede observar que en profundidad esa unidad se vuelve más estructurada internamente con mejor continuidad lateral de los reflectores.

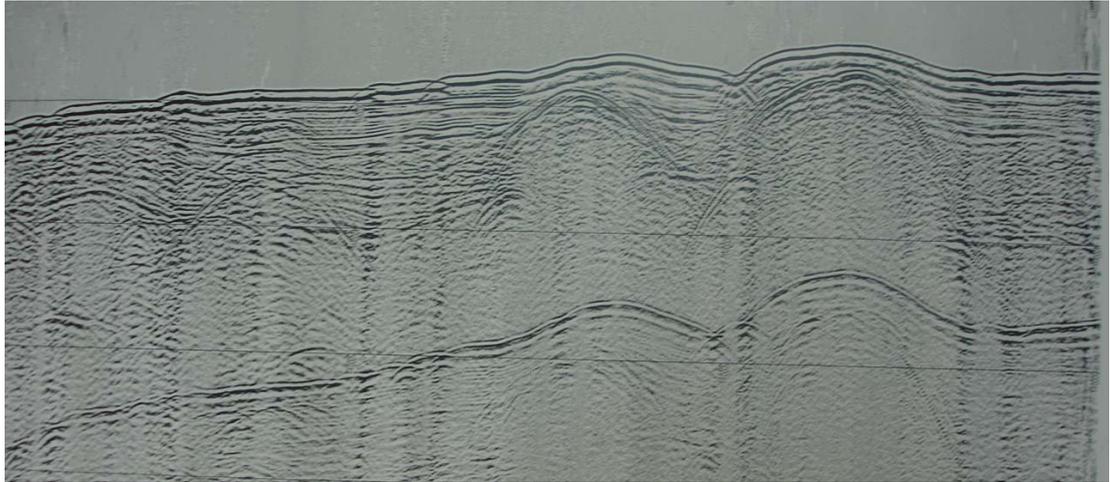


Figura 46: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 3 en la zona del borde norte del arco septentrional frente a la salida del Canal contornítico de Cádiz. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

De E a W del perfil se observa un primer tramo con un marcado eco del fondo irregular y sin reflectores en el subfondo. A continuación el fondo sigue presentando ecos irregulares pero con reflectores subparalelos con un espesor máximo de unos 50 m. El tramo del perfil presenta nuevamente un marcado eco del fondo e irregular sin estructuración interna.

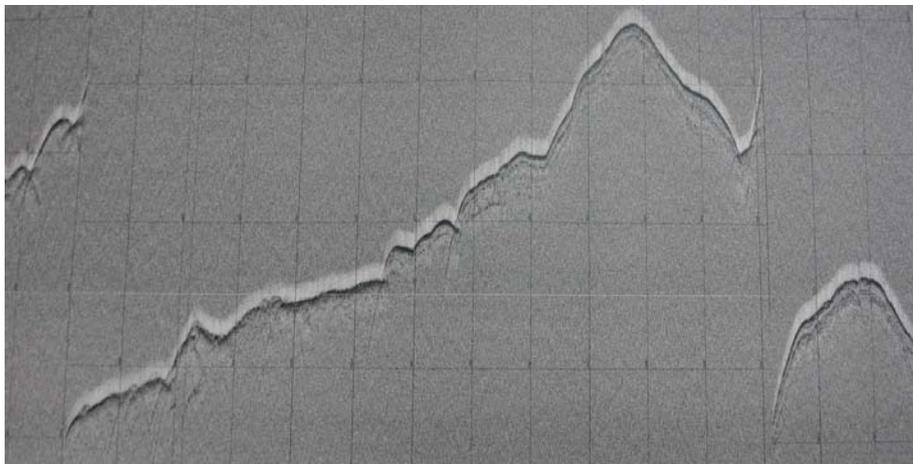
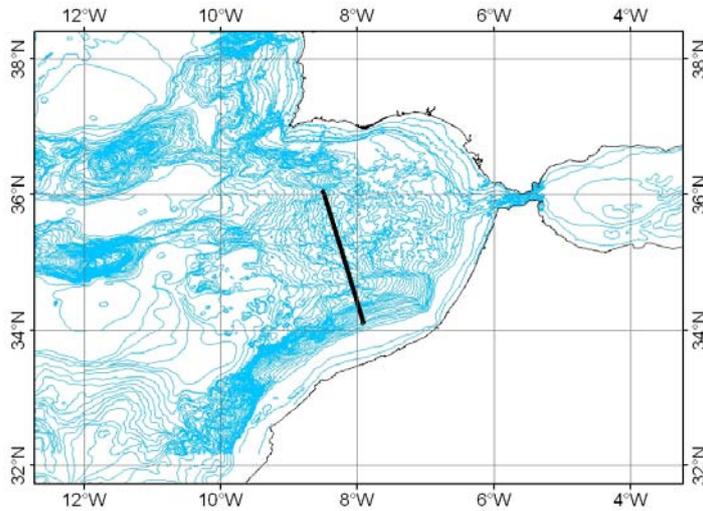


Figura 47: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 3, en la zona norte del arco tectónico septentrional obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF04



La línea 04 atraviesa los arcos tectónicos de la unidad Alóctona de Cádiz (Olistostroma) al norte y la Cuenca Rharb al sur con una dirección NNW-SSE y un rumbo de 165°. Tiene una longitud de 223,60 km.

Registro multicanal

La superficie del fondo en el primer tramo es regular buzando hacia el norte. A lo largo del perfil se observan dos abombamientos del fondo correspondientes al arco septentrional y meridional ya descritos anteriormente. Ambos abombamientos presentan irregularidades en la superficie del fondo, el arco meridional es de mayor dimensión que el septentrional y están separados por una zona depresiva asimétrica con mayor inclinación en el margen norte. En el tramo final del perfil después del arco meridional se observa el valle de Rharb con un fondo muy plano y a continuación el perfil del fondo asciende hacia la cuenca Rharb con una superficie del fondo regular excepto en una parte cercana a la zona más meridional del perfil donde aparece una superficie irregular con numerosas ondulaciones.

Zona de arcos tectónicos

Se puede observar una primera unidad superficial de gran continuidad lateral caracterizada por presentar reflectores paralelos de baja amplitud y un espesor bastante constante, entorno los 0.4 s, aunque en zonas puntuales dentro del arco septentrional se encuentra atravesada por diversas estructuras intrusivas, entre las cuales cabe destacar el volcán de fango Carlos Ribeiro en el sector norte del perfil, y diversos diapiros hacia el sur. También en esta zona destacar que ocasionalmente el relleno sedimentario queda definido por posible fracturación, que generan pequeñas cuencas entre estructuras intrusivas.

Por debajo de la unidad superficial se encuentra la Unidad Alóctona de Cádiz (Olistostroma), con facies caóticas y masivas y a techo numerosas hipérbolas, irregular y que puntualmente se eleva hasta alcanzar zonas próximas a la superficie del fondo. El espesor de esta unidad es mayor hacia las zonas centrales de los arcos tectónicos (mínimo 2 s) acuñaéndose hacia los dos laterales (máximo 0.5 s) y desapareciendo debajo del valle del Rharb. En el arco meridional se puede observar la base de esta unidad olistostrómica permitiendo observar un espesor entorno los 2 s. En dichas zonas de acuñaamiento del olistostroma se puede observar por debajo del olistostroma claramente una tercera unidad sísmica, con techo hiperbolado y con reflectores paralelos de gran amplitud pero de difícil continuidad lateral. Esta unidad no se puede seguir en aquellas zonas donde la el espesor de la unidad Alóctona es máximo.

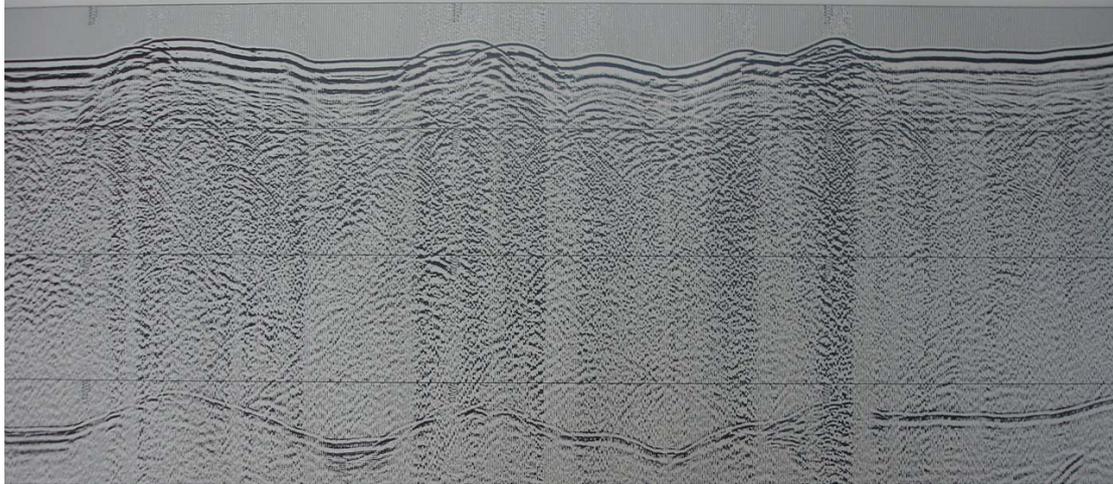


Figura 48: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 4 en la zona del arco septentrional. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Cuenca Rharb

En el valle Rharb la unidad superficial laminar aumenta de espesor y forma un relleno de cuenca (0.5 s). A partir del valle y hacia el final del perfil presenta un espesor entorno los 0.7 s acuñándose y terminando en onlap sobre una segunda unidad intermedia más reflectiva, ondulada y deformada. Esta segunda unidad se caracteriza por presentar fracturas subparalelas, con buzamiento hacia el norte, que incluso en algunas zonas llega a afectar a la unidad superficial. Por debajo de esta unidad se puede observar una tercera unidad que presenta reflectores de media amplitud, paralelos, poca continuidad lateral y techo hiperbolado.

La unidad más basal y cuarta presenta a techo mejor continuidad de los reflectores, y ondulaciones pero se caracteriza por unas facies de baja continuidad lateral.

Destacar en esta zona la presencia de varias estructuras diapíricas que afectan a todas las unidades anteriormente descritas menos a las más superficial.

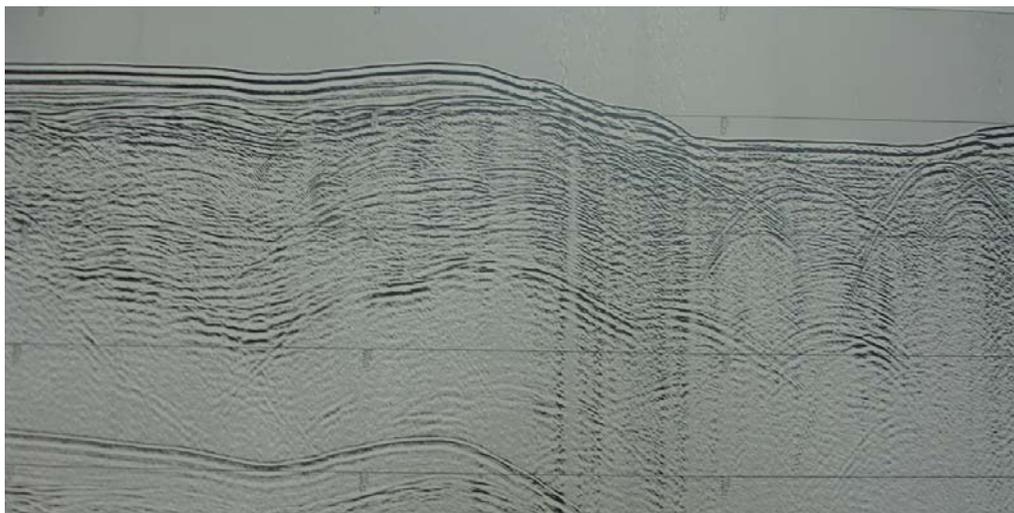


Figura 49: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 4 en la zona del Valle del Rharb y comienzo del arco tectónico meridional. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Arcos tectónicos

El arco tectónico septentrional presenta un marcado eco del fondo con numerosas irregularidades, que hacen que el fondo sea hiperbolado especialmente en las zonas elevadas. Se pueden observar reflectores en el subfondo y aunque los espesores medios están entorno a los 20 m., cabe destacar que en las cuencas desarrolladas entre elevaciones el espesor máximo es de 50 m..

Hay altos que están desprovistos de sedimento destacando el volcán de fango Ribeiro localizado en el arco tectónico septentrional, que presenta eco marcado del fondo sin reflectores en el subfondo y facies transparentes.

El arco meridional presenta un eco del fondo más irregular, y con un relleno sedimentario menor que en el arco septentrional, donde los reflectores subparalelos alcanzan un espesor medio de 30 m. Cabe destacar la presencia de profundas incisiones que se caracterizan por un eco marcado del fondo y una mayor frecuencia de hipérbolas sin reflectores del subfondo.

Valle del Rharb

El fondo del Valle Rharb presenta numerosas irregularidades, con numerosas hipérbolas y eco muy reflectivo sin reflectores en el subfondo. Hacia la cuenca Rharb se observa menos irregularidad del fondo con reflectores subparalelos de hasta 30 m. En el tramo final del perfil se atraviesa una zona escarpada de unos 1000 m de desnivel, donde el eco del fondo se hace irregular, con numerosas hipérbolas y con escasa estructuración interna. Una vez pasado el escarpe el eco del fondo es marcado, sin irregularidades y con un espesor de reflectores subparalelos entorno los 20 m., en las zonas donde se observa.

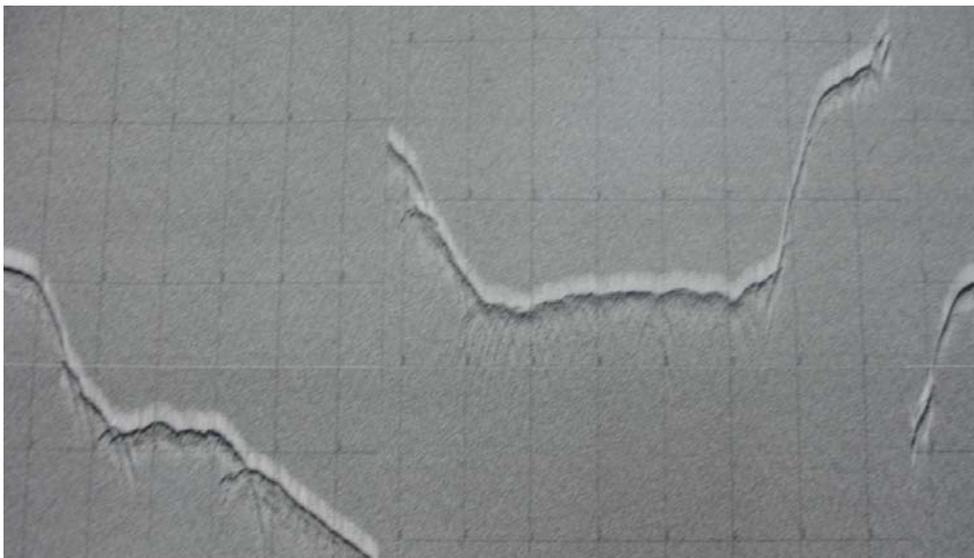
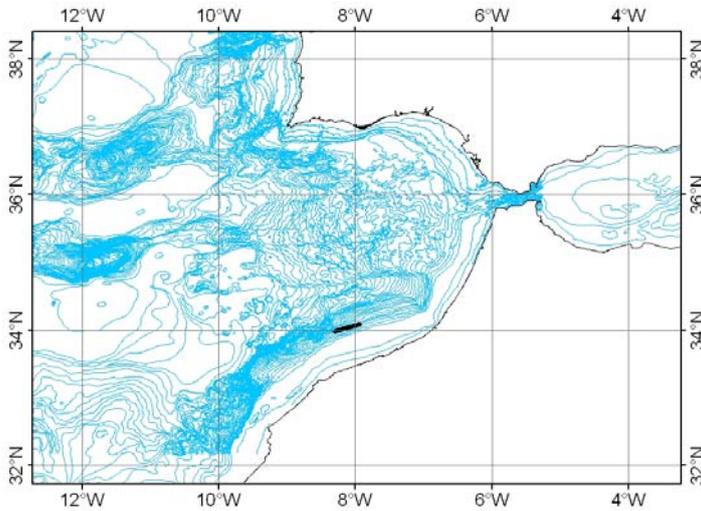


Figura 50: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 4, en la zona del valle del Rharb obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF05



Registro que atraviesa el talud medio del margen africano, con dirección ENE-SSW y rumbo 250. Tiene 36.250 km. de longitud.

Registro multicanal

Fondo submarino con morfología más irregular hacia el W donde se tiene una mayor profundidad. Se identifican dos unidades sísmicas:

- a) *Unidad superior*: unidad estratificada con alta reflectividad, y reflexiones continuas lateralmente. Presenta un espesor que oscila entre 0.3 a 0.1 s.
- b) *Unidad inferior*: unidad de baja frecuencia con reflectores discontinuos y baja reflectividad. Presenta un espesor que varía entre los 0.4 a 0.3 s.

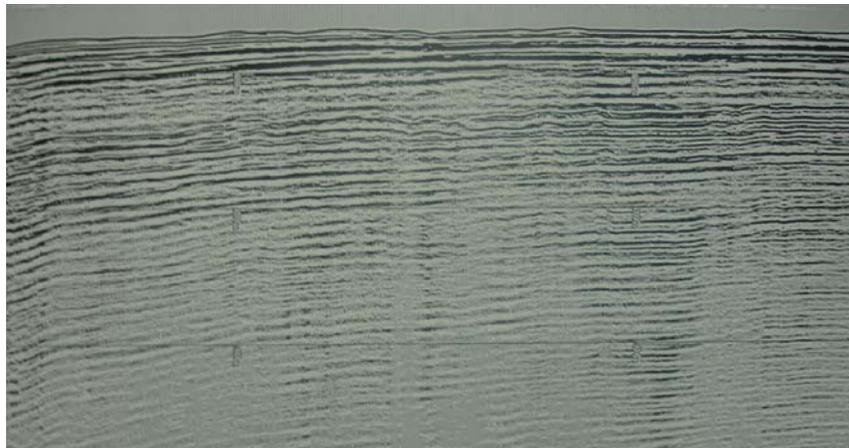


Figura 51: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 5 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

La parte E del perfil presenta fondo regular y relleno sedimentario reciente con facies sísmicas transparentes que tiene un espesor de aproximadamente 20 m. La parte central tiene un fondo muy irregular con facies sísmicas opacas. Hacia el W del perfil el fondo es menos irregular y vuelve a tener relleno sedimentario reciente con un espesor aproximado de 15 m.

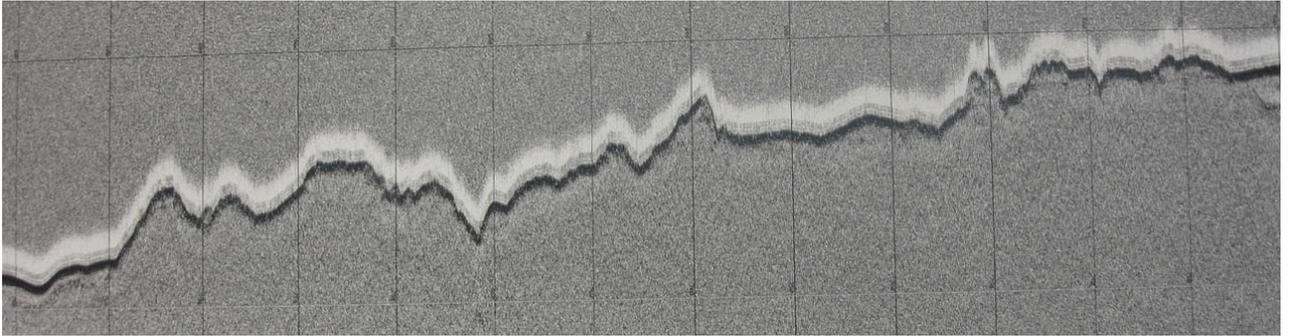
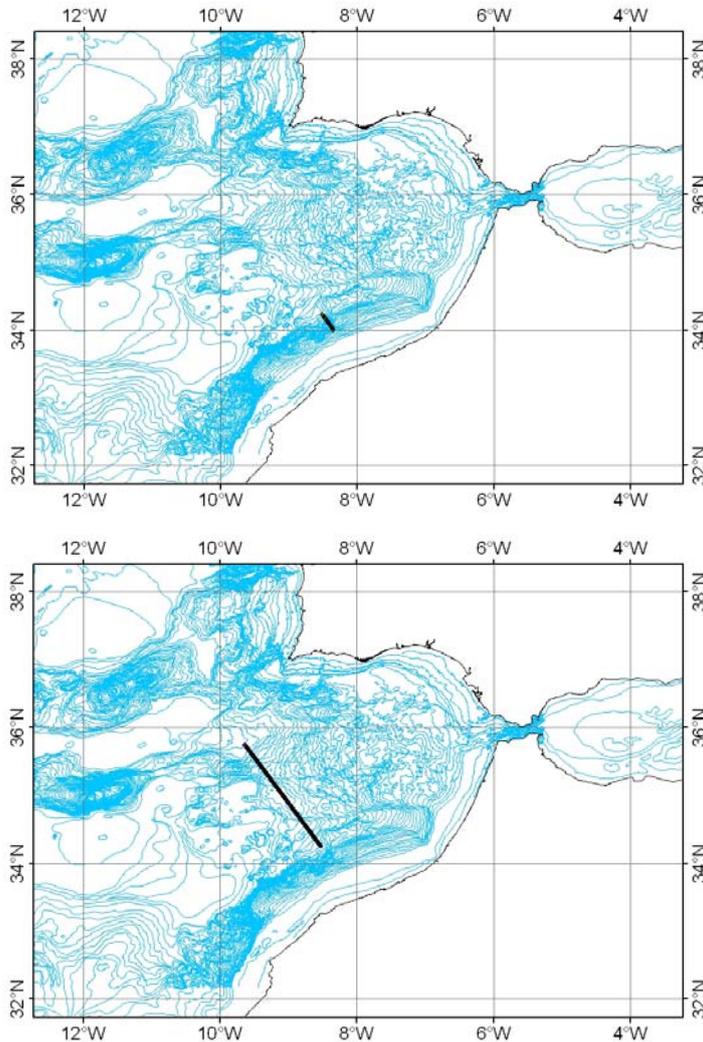


Figura 52: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 5 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF06



Registro sísmico de dirección NNW/SSE. El registro se ha obtenido en dos tramos: 6 y 6b.

El tramo 6 con una longitud de 29.8 km. y rumbo 338° se corresponde con el inicio de la línea antes de que el streamer empezara a tener problemas de adquisición.

El tramo 6b de 195.2 km. y rumbo 327° se corresponde con el reinicio de la línea una vez resuelta la avería.

Registro multicanal

Tramo 6: Margen marroquí

El tramo 6 transcurre a lo largo del talud inferior, el cual presenta una gran terraza/plataforma marginal. El margen se encuentra estructurado en bloques, identificándose tres grandes unidades. La *Unidad inferior* es transparente a débil con un espesor de 0.8 a 2 s, la *Unidad intermedia* es de media a baja reflectividad con un espesor de 0,7 s y la *Unidad superior* con alta reflectividad presenta un espesor entorno a los 0.6 s. En la parte distal del talud se identifica un fondo submarino irregular que se corresponde con un alto estructural. El registro sedimentario está plegado, estando afectadas hasta la parte basal de la unidad inferior.

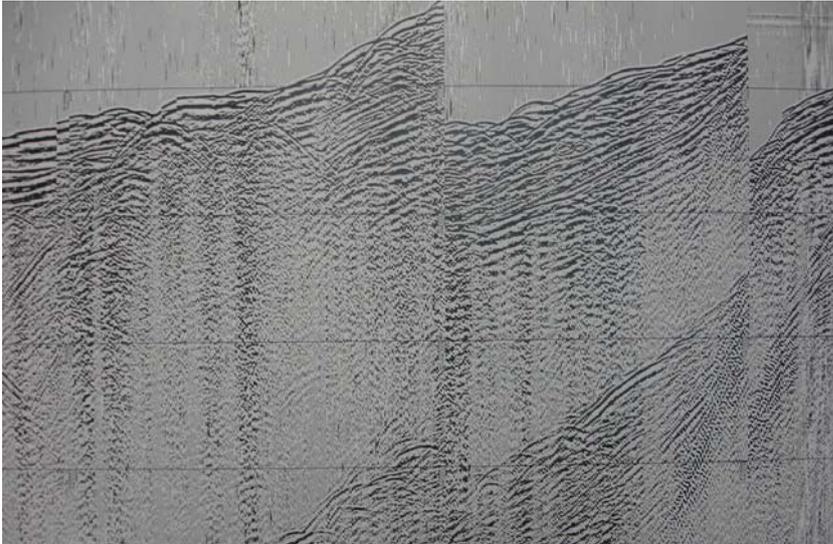


Figura 53: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 6 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Tramo 6b: Cuenca Rharb y las Unidades Alóctonas de Cádiz.

Cuenca Rharb

En esta zona el fondo oceánico está caracterizado por un marcado valle, que representa la expresión morfológica de un relleno reciente inclinado hacia el norte y apoyado en el flanco meridional del canal. Se identifican tres grandes unidades sísmicas que se corresponden con las previamente descritas en el registro MF04. La *Unidad Inferior* con facies poco reflectivas presenta un espesor superior a 1.5 s, la *Unidad Intermedia* de reflectividad media a baja un espesor de alrededor de 2 s y la *Unidad Superior* de alta reflectividad y reflexiones muy continuas lateralmente un espesor medio inferior a los 0.8 s.



Figura 54: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 6 de la Cuenca Rharb obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Unidades Alóctonas de Cádiz

En esta zona se identifica el olistostroma, estando bien delimitado su límite meridional, mediante una superficie de cabalgamiento. Aquí la unidad olistostrómica esta controlada por un alto del basamento, posiblemente en relación con fallas transpresivas, que impide la prolongación de la mayor parte del cuerpo hacia el sur, si bien una cuña tectónica con un espesor de 0.5 s se extiende hacia el límite con la cuenca de Rharb. Además se identifica una estructura diápirica bastante vertical, que atraviesa el olistostroma.

A lo largo del registro el olistostroma presenta un espesor máximo de 2.8 s, con facies caóticas y techo muy irregular, determinándose con claridad la base del Olistostroma y una estructura interna compuesta por frecuentes imbricaciones y estructuras de apilamiento. El relleno sedimentario sobre el Olistostroma es muy escaso y superficial. En la parte central la superficie del fondo se encuentra deprimida en superficie, así como su base en profundidad. Hacia el norte, bajo la unidad alóctona, se diferencia el Coral Patch Ridge constituida por dos posibles altos. Sobre el la morfología del fondo submarino es irregular con un alto relativo y el espesor de la unidad se reduce hasta aproximadamente 1.5 s.

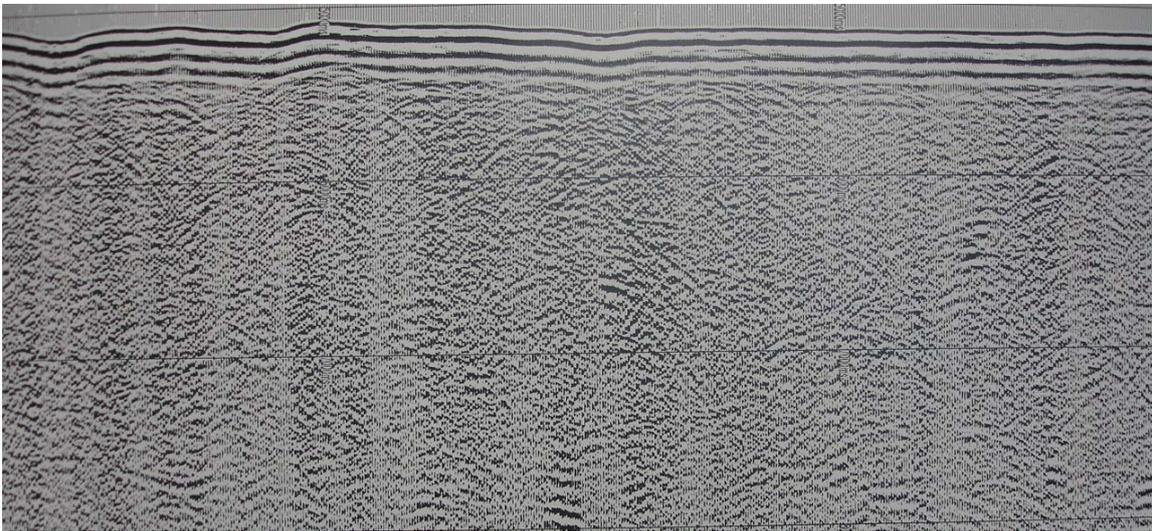


Figura 55: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 6 sobre la Unidad Alóctona de Cádiz obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

A lo largo del registro se identifican dos unidades bajo el olistostroma. La unidad inferior tiene alrededor de 1,3 s y la unidad superior bajo el olistostroma unos 1.5 s aproximadamente. Esta unidad esta truncada por el Olistostroma en su terminación septentrional. Aquí el Olistostroma tiene 1.5 s y esta cubierto por un relleno sedimentario más superficial, con facies reflectivas que posee unos 0.4 s de espesor sedimentario. Las dos unidades inferiores tienen 1 y 0.5 s para la inferior y superior respectivamente.

El perfil atraviesa varios volcanes de fango cuya actividad podría estar favorecida por la presencia de los frentes de cabalgamiento que afectan al olistostroma.

Registro Chirp

Tramo 6: Margen marroquí

En la parte S del registro el fondo submarino es irregular en el talud inferior, que presenta cierta pendiente en la que localmente hay valles. El fondo presenta facies sísmicas opacas.

En la base del talud hay relleno sedimentario reciente erosionado a techo con al menos 10 m de espesor y facies sísmicas de alta reflectividad. Aquí se determina una terraza o alto marginal, en la que el relleno sedimentario es irregular con, aproximadamente, 20 m de espesor, y facies sísmicas de reflectividad media, si bien presenta localmente un relleno transparente. La base del talud, acaba en un valle separado de la cuenca del Rharb por dos altos.

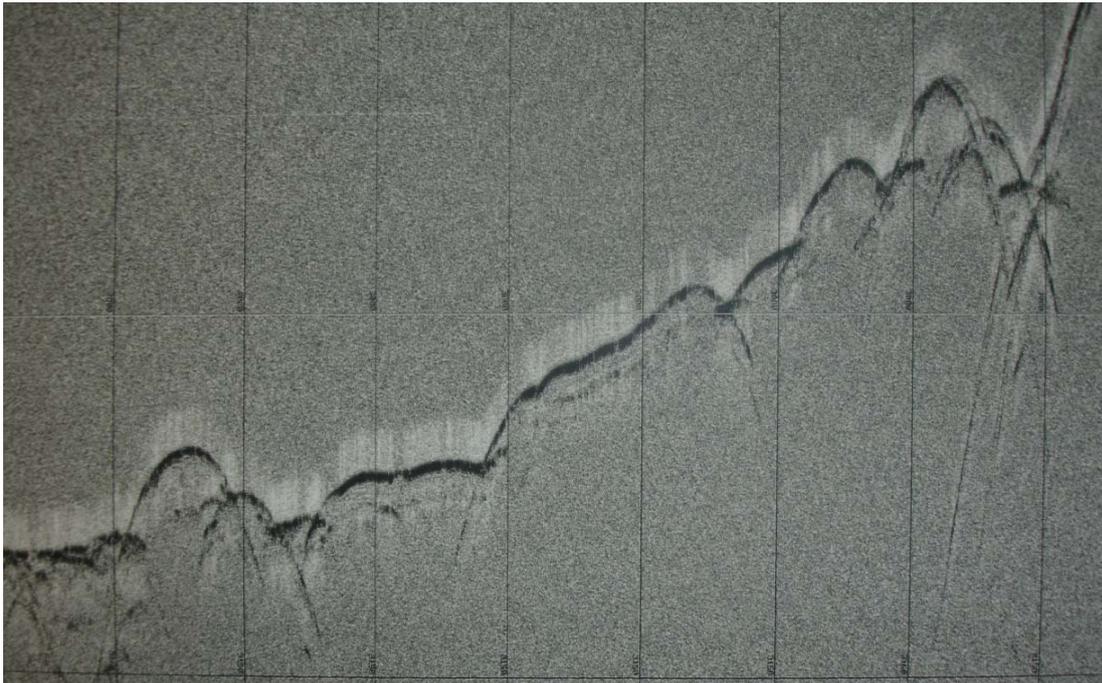


Figura 56: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 6 obtenido con el sistema 3,5 kHz sobre el margen marroquí.

Tramo 6b

Cuenca Rharb

Zona de fondo irregular y facies sísmicas opacas. Frecuentes hipérbolas de pequeñas dimensiones.

Unidades Alóctonas de Cádiz

Al comienzo hay dos estructuras diapíricas con poca cobertera sedimentaria tras las cuales el fondo es irregular con un relleno sedimentario relativamente homogéneo con un espesor entre 20 m y 40 m. Se diferencian dos unidades una más transparente a techo y otra más reflectiva en la base.

En el registro, en el sector central hay una zona deprimida que finaliza hacia el NE en un alto con un volcán de fango. En la parte septentrional la cobertera sedimentaria está especialmente plegada y fracturada pero conserva el espesor continuo, similar al anteriormente

mencionado. Al final del registro finaliza la expresión morfológica del frente del olitostroma, de manera que el fondo presenta un relieve menos irregular con una respuesta sísmica mas opaca.

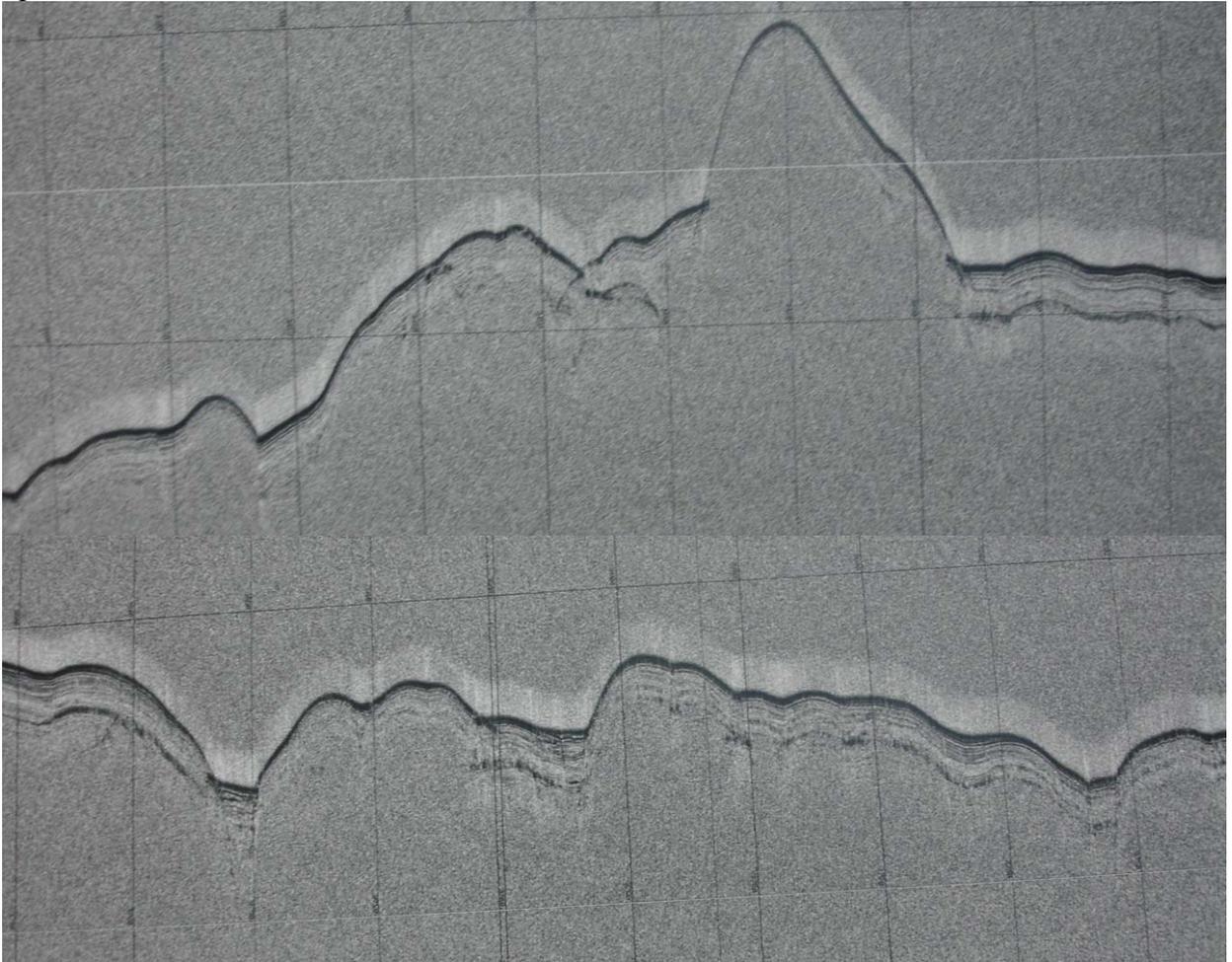
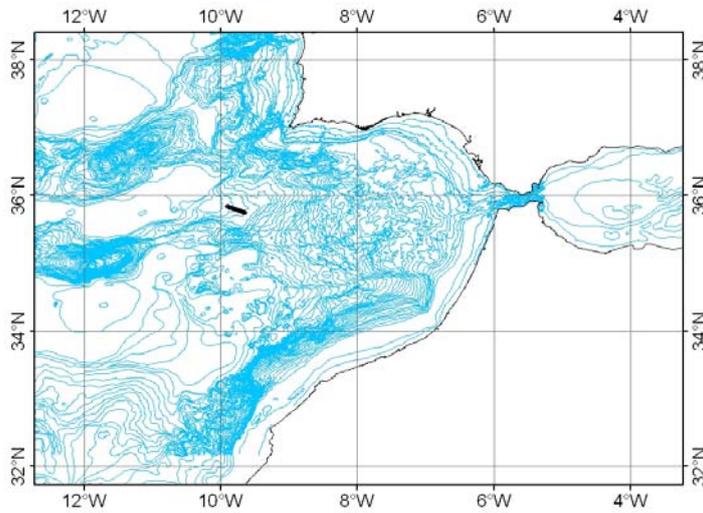


Figura 57: Ejemplos de fragmentos del registro de la línea 6b obtenido con el sistema 3,5 kHz sobre las unidades Aloctonas de Cádiz.

Línea MF07



Esta línea es en realidad un cambio de rumbo en la parte septentrional del registro de la línea MF06, pasando de 327 a 296°, se extiende a lo largo de 25.45 km., atravesando el límite del abombamiento morfológico asociado con la Unidad Alóctona de Cádiz y un segmento de la terraza situada entre este abombamiento y la Llanura de la Herradura.

Registro multicanal

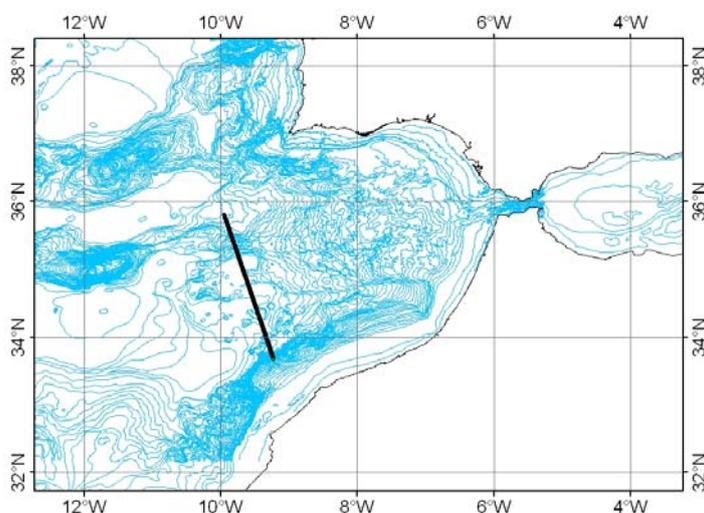
La estructura se caracteriza por un progresivo hundimiento de la unidad alóctona hacia el oeste, a favor del gradiente del basamento y por presentar una configuración interna constituida por sucesivos frentes de apilamiento. Este hundimiento favorece que en superficie la unidad alóctona se presente también progresivamente enterrada por unidades sedimentarias más recientes.

La superficie se caracteriza por la transición entre un relieve abombado e irregular que corresponde al segmento donde la unidad alóctona aparece subaflorente y fondo más plano y regular, donde esta unidad se encuentra enterrada, si bien se han localizado, así mismo, la presencia de un volcán de fango y de depresiones lineales con morfología en V asimétricas.

Registro Chirp

Fondo submarino inclinado hacia el NE, con morfología irregular al presentar varios escarpes. La respuesta acústica es bastante opaca, muy ocasionalmente se observa relleno sedimentario con un espesor en torno a los 10 - 20m. Hacia el final del registro parece atravesarse un volcán submarino, si bien parece un eco lateral del mismo.

Línea MF08



Este perfil discurre con una orientación NNO-SSE y tiene una longitud de aproximadamente 247 km. La línea atraviesa de Norte a Sur diferentes dominios, comienza en la Unidad Gravitacional de Herradura, la Dorsal de Coral Patch, la llanura abisal de Sena y la prolongación occidental del Valle del Rharb, y termina en el talud inferior del margen marroquí.

Registro multicanal

Unidad Gravitacional de Herradura

El fondo presenta pocas irregularidades y se eleva de forma progresiva hacia el Coral Patch. El relleno sedimentario tiene un espesor máximo en la parte más septentrional del perfil de al menos 3 s (TD) y se puede distinguir hasta tres grandes unidades sismoestratigráficas.

La *unidad superior*, en parte velada por el impulso sísmico, se caracteriza por reflectores de baja amplitud, alta frecuencia, con una importante continuidad lateral y un espesor de unos 0.4 s. Esta unidad parece acomodarse sobre el techo irregular de la unidad intermedia. La *unidad intermedia* (la unidad gravitacional s.s.) se caracteriza por un espesor que varía entre los 1.3 s del extremo septentrional del perfil y que se acuña progresivamente hacia el Coral Match con una relación en onlap sobre la unidad inferior. Su aspecto sísmico es muy discontinuo con facies caóticas que producen numerosas hipérbolas. La *unidad inferior* presenta una mayor continuidad lateral que la unidad intermedia, cuyos reflectores muestran una gran amplitud. El techo de esta unidad es irregular, está muy deformada y presenta espesores entre 1.2 s y 1.5 s y se eleva hacia el alto del Coral Patch.

Coral Patch

La dorsal en este transepto se eleva unos 1100 m. sobre el fondo que la rodea. El fondo oceánico sobre este alto presenta un marcado carácter irregular, lo que determina un importante número de hipérbolas.

Se distinguen al menos tres grandes unidades. La unidad superior se encuentra parcialmente velada por el pulso y por las numerosas hipérbolas, y podría correlacionarse con la unidad superior de Herradura. Se identifica una unidad intermedia que presenta reflectores discontinuos y amplitud media, y que en la parte meridional del Coral Patch solapa (onlap) a la secuencia inferior acuñándose hacia la cima del mismo. La unidad inferior, que podría correlacionarse con la identificada en el Horseshoe, presenta reflectores con continuidad lateral, amplitudes de media a alta, espesores entre 1 s y 1.2 s y que mantienen una relación de onlap respecto al basamento acústico de la corteza oceánica.

Llanura abisal de Sena y prolongación occidental del Valle de Rharb

Este sector está limitado al Norte por la dorsal del Coral Patch y al Sur por el pie del talud inferior del margen marroquí. El fondo oceánico es muy regular, con una profundidad constante de 4300 m, y que sólo se ve interrumpido por tres altos de probable origen diapírico que sobresalen entre 150 y 250 m del fondo.

Se pueden distinguir en el sector central y septentrional al menos tres grandes unidades. La *unidad superior* tiene un espesor muy variable entre 0.4 s y 0.7 s. Presenta reflectores muy continuos, de media amplitud y media alta frecuencia. La base de esta unidad se dispone sobre el techo irregular de la infrayacente. La *unidad intermedia*, de potencia media de 0.5 s, presenta un marcado carácter caótico, con reflectores discontinuos de media amplitud, y podría corresponder a la prolongación distal de la Unidad Alóctona de Cádiz. La *unidad inferior* presenta una potencia de al menos 2.7 s, acuñaándose hacia el Coral Patch y manteniendo una relación tectónica compleja con este. También se observa su relación de solapamiento con el basamento acústico.

El diapíro identificado en la parte meridional del perfil independiza unas cuencas marginales del resto de la llanura con una relación estructural compleja. En la cuenca más cercana a los diapíros se pueden distinguir al menos tres unidades principales, presentando las dos superiores un carácter sísmico muy parecido con reflectores de amplitud y frecuencia de baja a media y con una disposición en onlap de la *unidad superior* sobre la infrayacente. No se distingue una unidad de carácter caótico como la correspondiente a la Unidad Alóctona de Cádiz en esta cuenca. La *unidad basal*, que también puede presentar discontinuidades internas, se caracteriza por reflectores de media amplitud, haciéndose más transparente hacia la base, donde se puede identificar el techo del basamento acústico. Este basamento se eleva estructuralmente hacia el margen marroquí, a través de una serie de bloques que generan pequeñas depresiones rellenas de sedimento, conforman la arquitectura del margen. En esta parte se identifica una terraza sobre la llanura abisal, entre el borde meridional de la cuenca marginal y el pie del talud inferior.

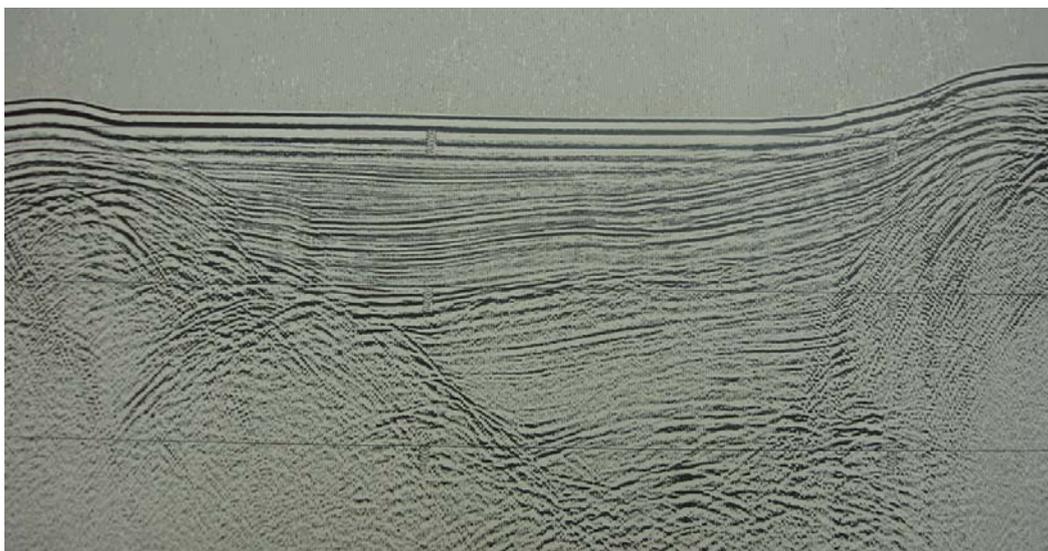


Figura 58: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 8 en la cuenca marginal, al pie del talud inferior. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Unidad Gravitacional de Herradura

Presenta un fondo opaco que no permite distinguir el registro sedimentario. En el extremo superior del transito entre la UGH y el Coral Patch se observa un registro sedimentario de hasta 35 m.

Dorsal Coral Patch

Es una zona elevada de hasta 1100 m sobre el fondo con una morfología muy irregular, numerosas hipérbolas que impiden observar el registro sedimentario.

Llanura abisal de Sena y prolongación occidental del Valle Rharb

Presenta un fondo muy regular y se puede distinguir entre 40 y 50 m de sedimentos, con una disposición muy continua y laminada. Se observan fallas normales en el borde septentrional del valle. El fondo se ve interrumpido por varios altos de probable origen diapírico en cuya cima se observa cobertera sedimentaria de al menos 30 m. Entre la llanura y el talud inferior se distingue una terraza con fondo irregular y donde se pueden observar hasta 30 m de sedimento.

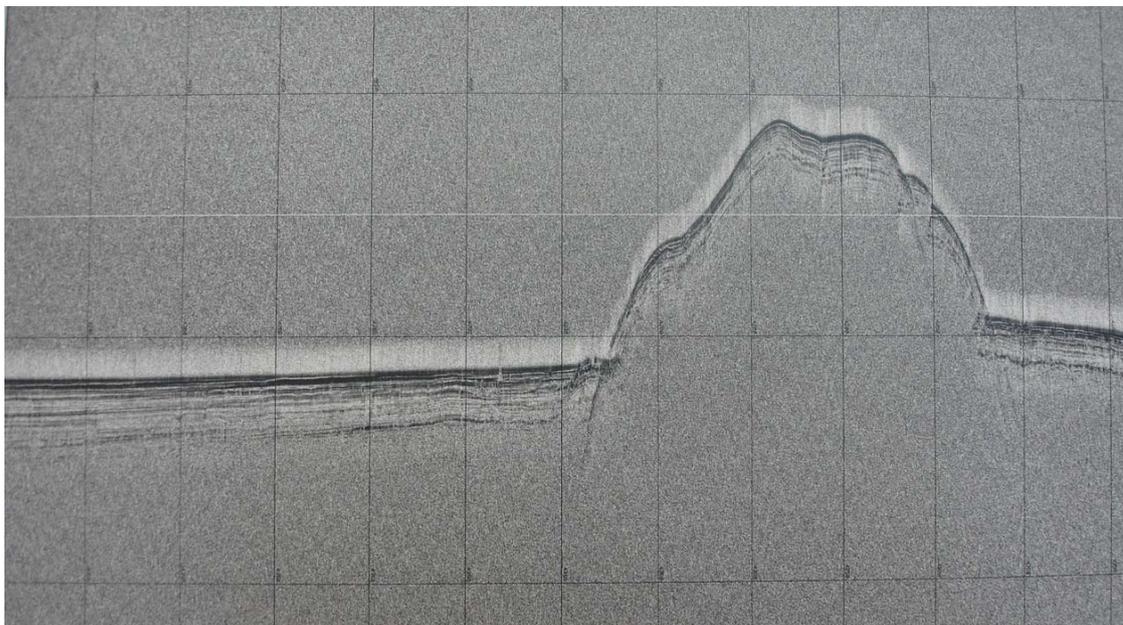
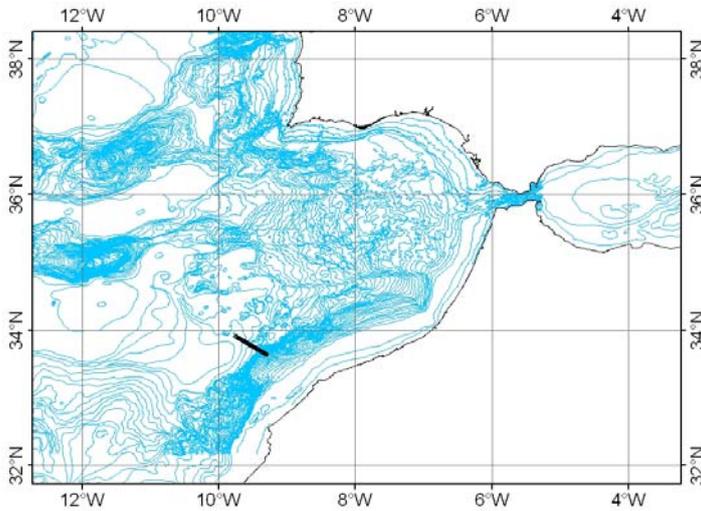


Figura 59: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 8, en la llanura abisal del Sena obtenido con el sistema 3,5 kHz. En la imagen se puede observar un ejemplo de un alto con posible origen diapírico.

Margen Marroquí

El talud inferior del margen marroquí es abrupto y el eco carácter es poco penetrativo.

Línea MF09



Esta línea cruza el margen marroquí con una longitud de 52.05km y una dirección SE-NW.

Registro Multicanal

En la zona meridional del perfil se observan fuertes irregularidades del fondo hacia el margen marroquí que dan paso a un perfil de fondo más horizontalizado hacia el norte, inicio de la llanura abisal del Sena. Al inicio de la llanura abisal destaca la presencia de un alto del basamento que rompe la horizontalidad de la llanura.

Respecto a las unidades, en la zona meridional se observa una unidad basal de facies hiperboladas con reflectores de gran amplitud y diferentes ascensos hacia la superficie del fondo que independizan pequeñas cuencas sedimentarias en las que se han depositado diferentes unidades. Una de dichas cuencas, en concreto la más meridional, presenta tres unidades diferenciadas. La unidad superficial de facies hiperboladas y escasa continuidad lateral, que está onlapando sobre el basamento acústico hacia sus límites norte y sur, tiene un espesor medio de 0.4 s (TD). La unidad intermedia con facies laminares de mayor continuidad de los reflectores y amplitud media con espesores máximos de 0.5 s (TD) también onlapando el basamento acústico. Se distingue una unidad basal bajo esta, de escaso desarrollo, con un techo bien marcado, con reflectores de alta amplitud.

La parte septentrional del perfil, al comienzo de la llanura abisal del Sena presenta un relleno sedimentario de unos 2 s (TD) sobre el basamento acústico, con reflectores subparalelos de gran continuidad lateral y onlapando hacia el sur sobre el basamento. En el relleno sedimentario, se observa una disminución de la amplitud y frecuencia de los reflectores del techo hacia la base.

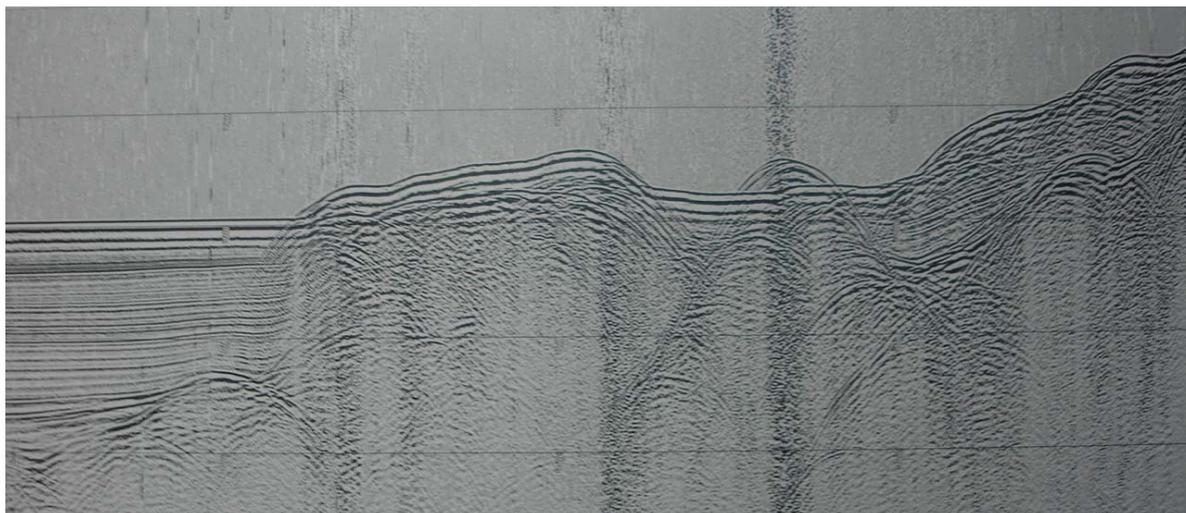


Figura 60: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 9 en la llanura abisal del Sena y margen marroquí. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

En la zona meridional del perfil se observan un eco del fondo irregular con una elevada pendiente entorno unos 2400 m de desnivel. La parte superior del escarpe no presenta reflectores en el subfondo y en la parte inferior de dicho desnivel se pueden observar reflectores subparalelos de unos 40 m. de espesor máximo, localizados en pequeñas depresiones. Esta zona da paso a un perfil de fondo plano hacia el norte, que se corresponde con el inicio de la llanura abisal del Sena, y que se caracteriza por un eco marcado del fondo con reflectores subparalelos hasta 50 m de profundidad.

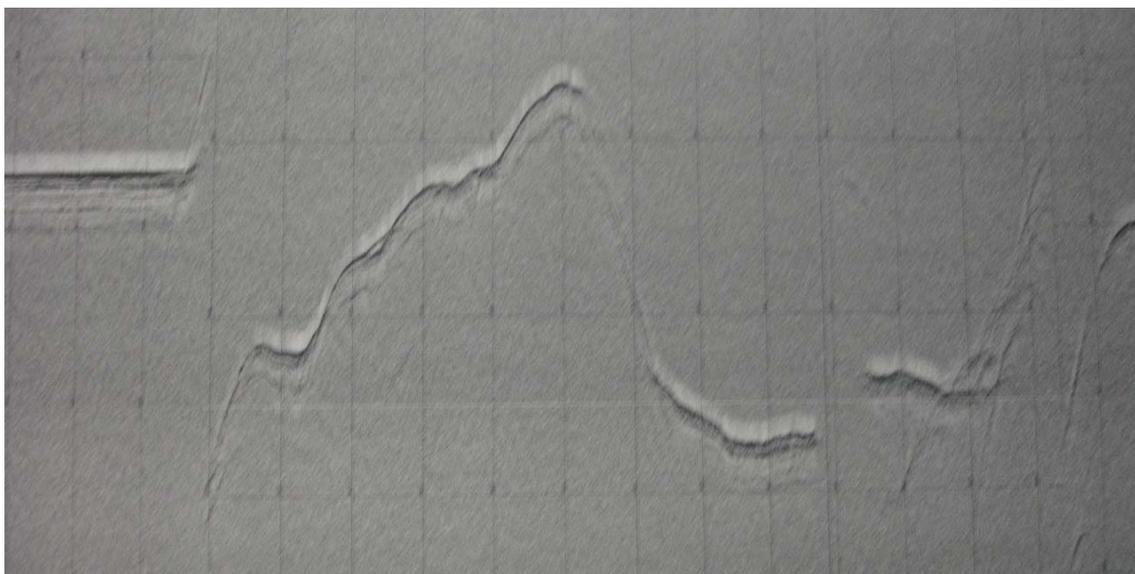
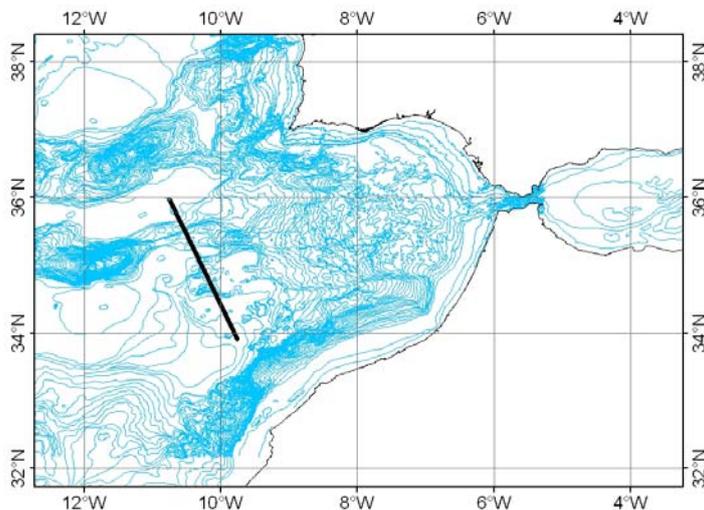


Figura 61: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 9, en la llanura abisal del Sena y escarpe del margen marroquí obtenido con el sistema 3,5 kHz. En la imagen se puede observar un ejemplo de un alto con posible origen diápirico.

Línea MF10



Este perfil sísmico se extiende a lo largo de 243.30 km desde el margen marroquí hasta la llanura abisal de la Herradura con una dirección es NNW-SSE

Registro Multicanal

Según la superficie del fondo se pueden diferenciar tres zonas: a) la zona más meridional se corresponde con la llanura abisal del Sena con un fondo plano aunque irrumpido puntualmente por ascensos diapíricos que rompen la horizontalidad de la llanura, b) en la zona central correspondiente al Coral Path Ridge el fondo se hace más irregular y c) una última zona septentrional caracterizada nuevamente por un fondo plano correspondiente a la llanura abisal de la Herradura.

Llanura abisal de Sena

En la zona meridional de esta llanura se observan varios ascensos diapíricos aislados y hacia la zona septentrional un complejo diapírico. Los diápiros de la zona meridional afectan unos al relleno sedimentario y producen deformación del fondo marino mientras que otros afectan sólo la parte basal del relleno sedimentario. Dichos diápiros presentan facies transparentes con techos hiperbolados de alta reflectividad y definen una serie de anticlinales y sinclinales de bajo ángulo donde el relleno sedimentario presenta unos 2 s de espesor.

Dentro del relleno sedimentario se pueden diferenciar al menos tres unidades con terminaciones en onlap sobre los cuerpos diapíricos: a) la unidad superficial se caracteriza por reflectores subparalelos de alta continuidad lateral y gran amplitud y frecuencia y de unos 0.5 s de espesor con terminaciones en onlap sobre los diápiros o sobre la unidad infrayacente, como es el caso observado en la parte próxima al complejo diapírico; b) la segunda unidad intermedia de unos 1.2 s de espesor, cuyo techo es hiperbolado y reflectivo y hacia la base presenta un poco transparentes aunque presenta reflectores subparalelos de gran continuidad lateral y amplitud y frecuencia media. Destacar que a techo de esta unidad se pueden observar pequeñas cuñas de unos 0.2 s de espesor de facies más masivas y caóticas que se corresponderían con la unidad olistostrómica; c) la tercera unidad basal presenta baja continuidad lateral de los reflectores caracterizándose por un techo muy marcado, con reflectores de alta amplitud pero hacia la base se hace muy transparente y de baja continuidad lateral.

En la zona septentrional de la llanura del Sena las dos primeras unidades sísmicas anteriormente descritas son menos potentes y se encuentran muy deformadas por el complejo diapírico que deforma no solo el relleno sedimentario sino también el fondo marino. La unidad

superficial queda enmascarada por los reflectores del pulso, y la segunda unidad intermedia presenta un espesor máximo de 0.9 s.

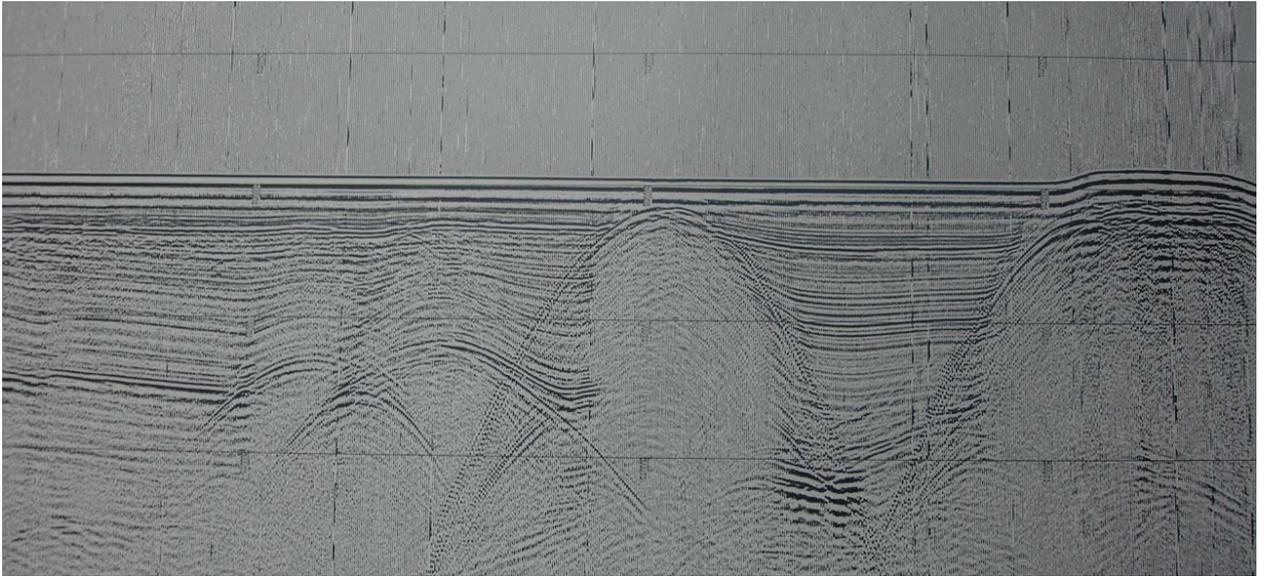


Figura 62: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10 en la llanura abisal del Sena y comienzo del complejo diápirico. El registro fue obtenido mediante sismica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Coral Patch

En esta zona se puede observar un relleno sedimentario con un espesor máximo de 1.7 s, sobre una superficie irregular, muy reflectiva y de alta continuidad lateral, que se corresponde con el techo del basamento. Dentro de este relleno sedimentario se puede seguir diferenciando las tres unidades sísmicas anteriormente descritas, pero que presentan todas ellas mejor continuidad lateral y reflectores subparalelos, con espesores inferiores a los presentados en la llanura abisal del Sena, siendo el espesor máximo de la unidad superficial de 0.4 s, de la intermedia 0,3 s y 1 s la basal.

Hacia la llanura abisal este relleno sedimentario se acuña. La unidad basal presenta terminaciones en onlap sobre el basamento acústico que en esta zona va haciéndose más somero.

En el límite entre esta zona y la llanura abisal de la Herradura confluye un afloramiento del basamento hacia el N, con el acuñaamiento hacia el S del olistostroma que viene de la llanura abisal de la Herradura, que unido a la existencia de varias fracturas hacen que las unidades superiores se deformen y presenten facies hiperboladas y reflectores de gran amplitud.

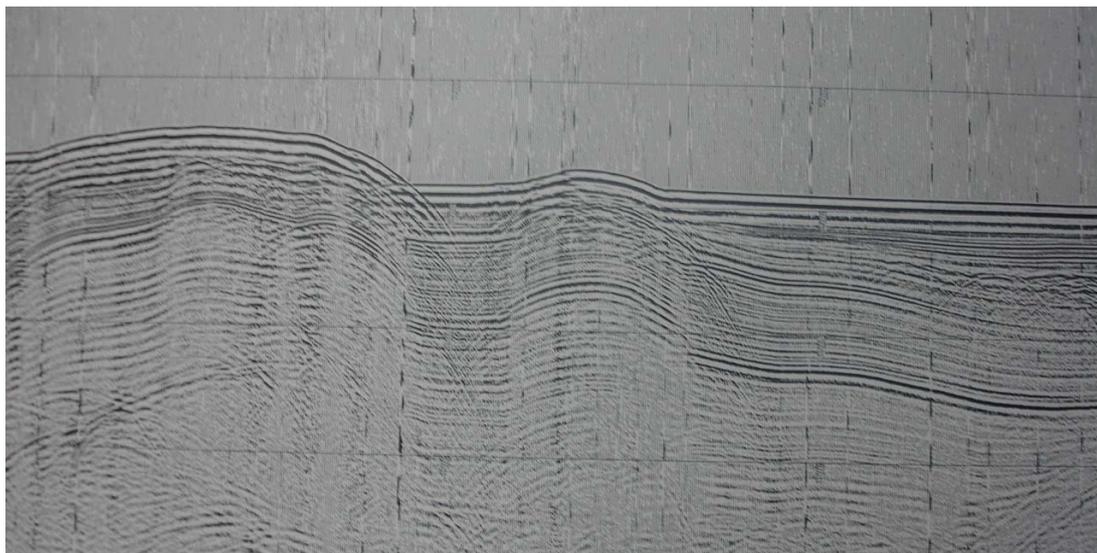


Figura 63: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10 en el Coral Patch. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Llanura abisal de la Herradura

La llanura abisal de la Herradura presenta menor relleno sedimentario, unos 0.4 s de espesor. Las facies de este relleno sedimentario se enmascaran en su parte superficial con el pulso del fondo, y presentando facies laminares a la base, con reflectores subparalelos continuos y de gran amplitud. Por debajo de esta unidad se observa un cuerpo de facies caóticas, masivas, que se corresponde con la Unidad Alóctona de Cádiz y que presenta un espesor máximo de 1.4 s acuñándose hacia el Coral Match. El techo de esta unidad masiva presenta algunas hipérbolas y la base se caracteriza por unos reflectores de media amplitud y baja continuidad, que se corresponden con el techo del basamento.

Se puede observar también un ascenso diapirico que atraviesa todo el relleno sedimentario de la llanura y la unidad Alóctona de Cádiz, y que se localiza en una falla transfer.

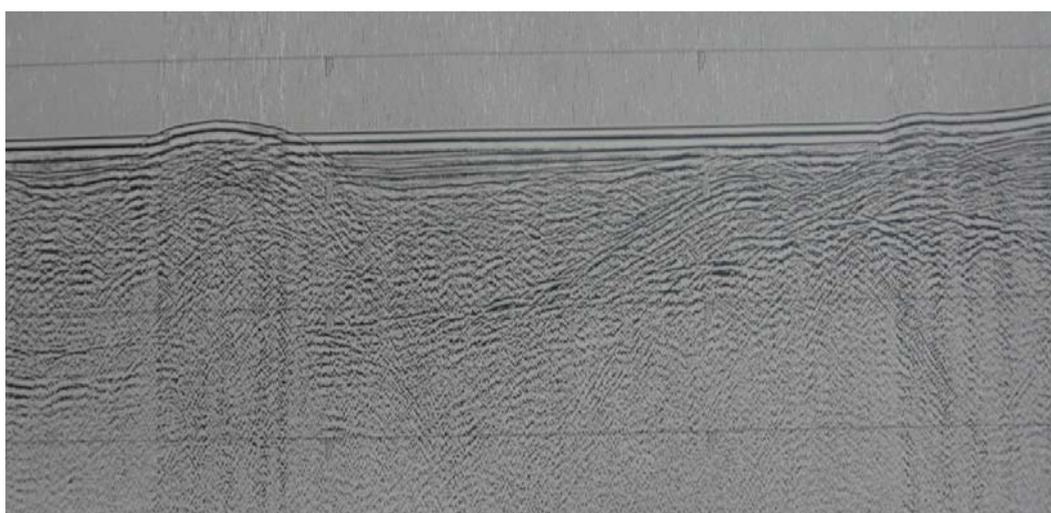


Figura 64: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10 en la llanura abisal de la Herradura donde se observa el ascenso diapirico coincidente con una falla transfer. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Llanura abisal del Sena

En la llanura abisal del Sena el fondo es horizontal, regular y con un marcado eco del fondo y reflectores subparalelos hasta unos 55 m de profundidad, interrumpido por elevaciones posiblemente diápíricas con un eco del fondo irregular y escasos reflectores internos, máximo 10 m de espesor.

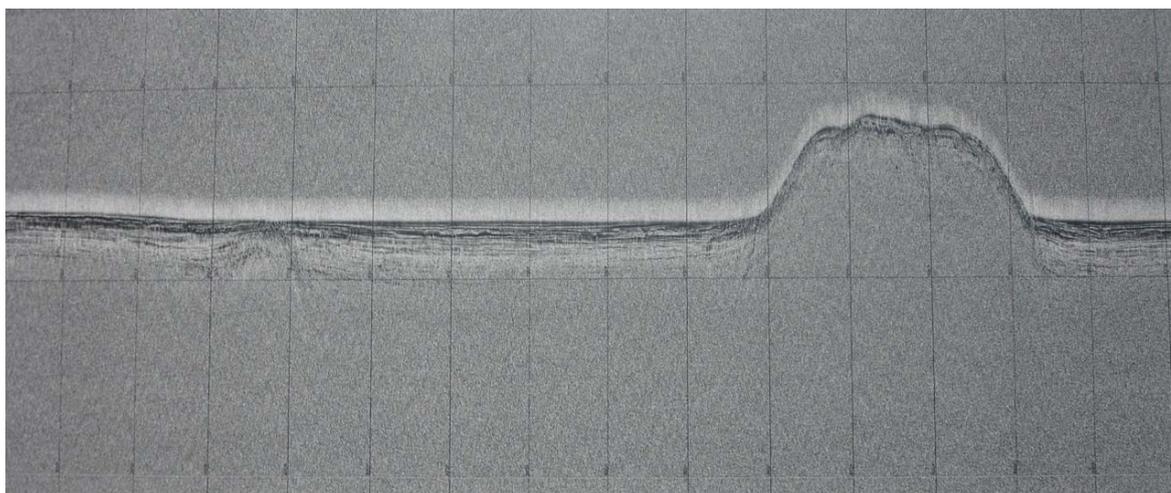


Figura 65: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10, en la llanura abisal del Sena y posible elevación diápírica, obtenido con el sistema 3,5 kHz. En la imagen se puede observar un ejemplo de un alto con posible origen diapirico.

Hacia el NW el fondo presenta ecos muy irregulares que pertenecen a la zona de complejos diapiricos, con numerosas hipérbolas que presentan escaso relleno sedimentario con espesores máximos de 20 m. Entre estas hipérbolas se encuentran intercaladas pequeñas cuencas con espesores máximos entorno 40 m. En los reflectores del subfondo se observan fracturas, zonas de deslizamientos con ecos marcados pero rellenos transparentes.

Coral Patch

En la zona del Coral Patch se observa un eco del fondo marcado e irregular, con varios escarpes, probablemente coincidentes con zonas de fracturas, en los que se diferencian reflectores subparalelos entorno los 35 m. En las cuencas determinadas por dichas elevaciones del fondo el espesor sedimentario es mayor, destacándose reflectores subparalelos con un espesor máximo de 40 m.

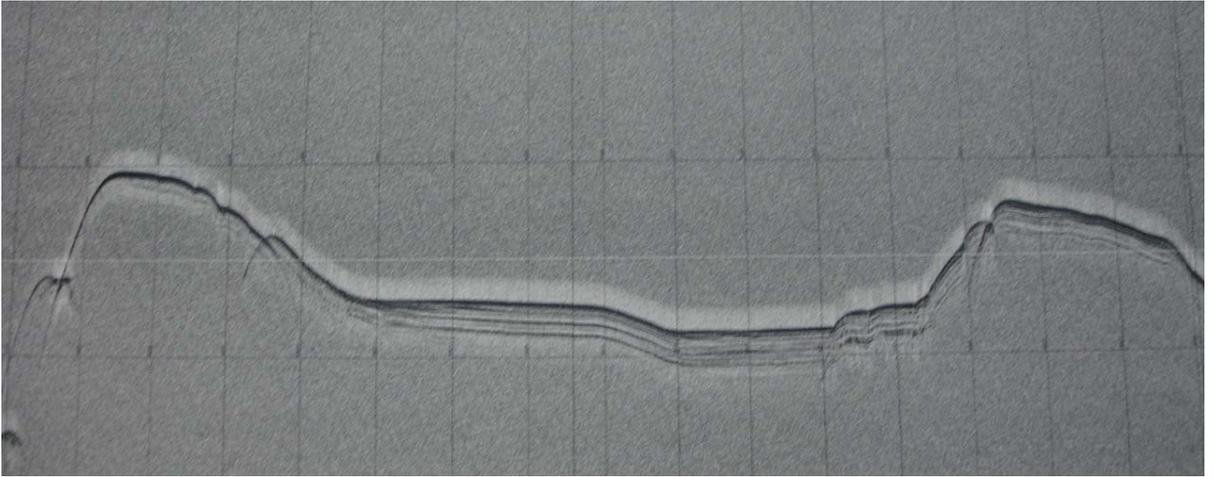


Figura 66: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10, en la zona del Coral Patch, obtenido con el sistema 3,5 kHz. En la imagen se puede observar un ejemplo de un alto con posible origen diapirico.

Llanura abisal de la Herradura

En la llanura abisal de la Herradura el eco del fondo es marcado, horizontal y reflectores del subfondo hasta los 60 m. Cabe destacar que estos reflectores son menos subparalelos que los observados con anterioridad, probablemente afectados por el olistostroma. En la parte central de esta zona el relleno sedimentario se encuentra atravesado por un díapiro que presenta un eco marcado del fondo e irregular con algunas hipérbolas y facies transparentes.

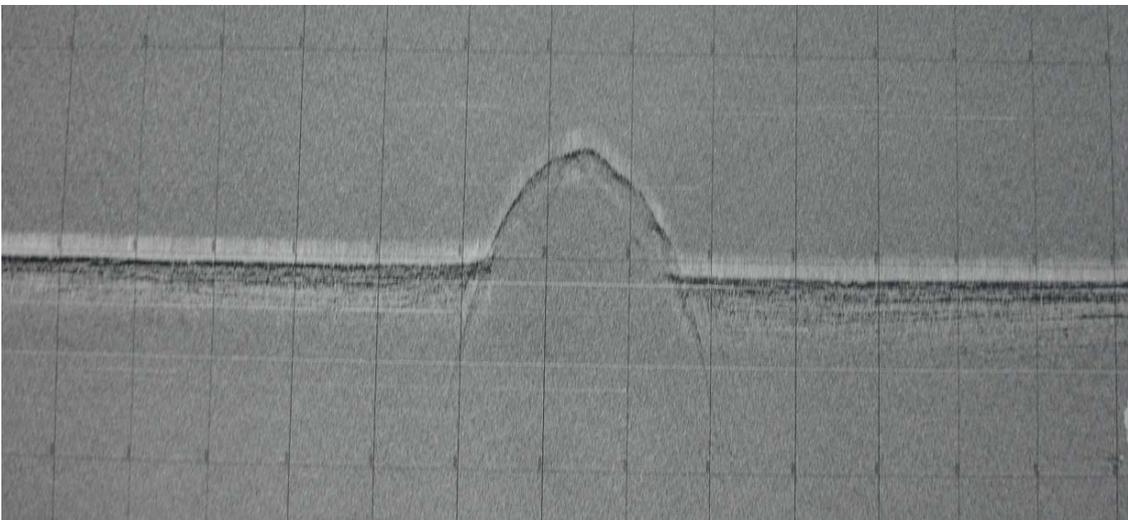
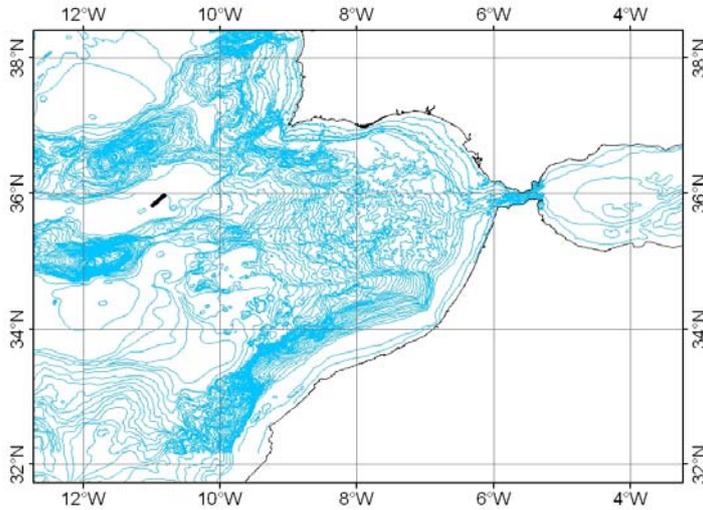


Figura 67: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 10, en la zona de la llanura abisal de la herradura observandose un díapiro coincidente con una falla transfer, obtenido con el sistema 3,5 kHz. En la imagen se puede observar un ejemplo de un alto con posible origen diapirico.

Línea MF11



El registro sísmico 11 tiene una orientación NE/SW con un rumbo de 323° y una longitud de 23.8 km. Este perfil atraviesa un sector de la llanura abisal de la Herradura.

Registro Multicanal

En este registro se identifican tres conjuntos de unidades en la llanura abisal de la Herradura. El *conjunto inferior* constituye la suma de dos unidades que suman más de 1 s de espesor, con facies acústicas de media a baja reflectividad, observándose niveles bien estratificados. El *conjunto intermedio* se corresponde con la unidad olistostrómica que posee un espesor máximo de 1 s. Presenta facies caóticas y un techo irregular, así como discontinuidades internas. El *conjunto superior* tiene un espesor de 0.7-0.8 s, con facies estratificadas y reflectivas con reflectores muy continuos lateralmente, en el que se pueden diferenciar una unidad inferior más deformada de otra superior.

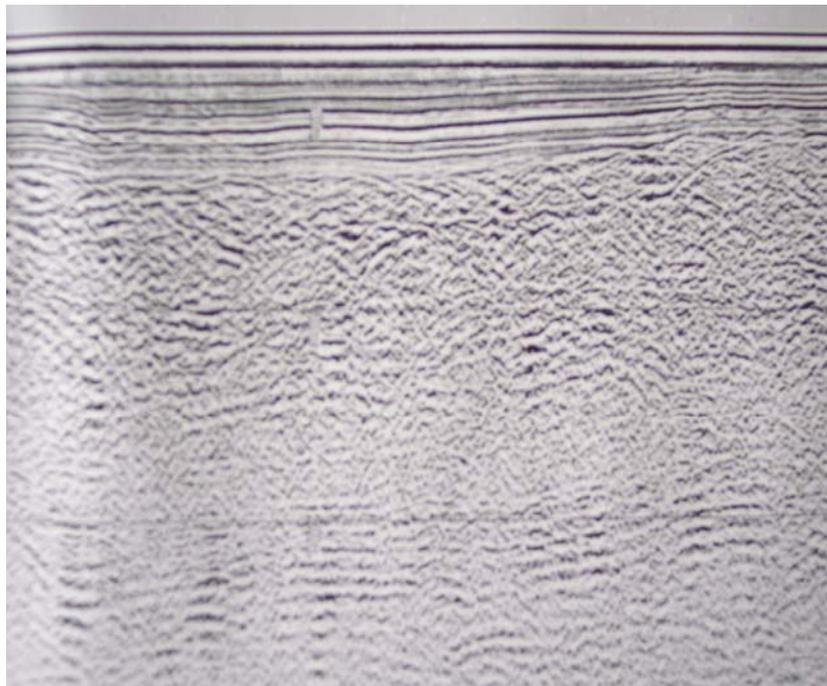


Figura 68: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 11 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

En todo el registro se observa un fondo submarino plano con un relleno sedimentario reciente que presenta reflexiones con facies estratificadas con un espesor que oscila entre los 30 m al NE y los 40 m en la parte SW. En él se diferencian dos unidades, una superior con reflectividad alta y otra inferior con reflectividad medía-baja. De forma local en la unidad mas reflectiva hay presencia de depósitos con facies caóticas.

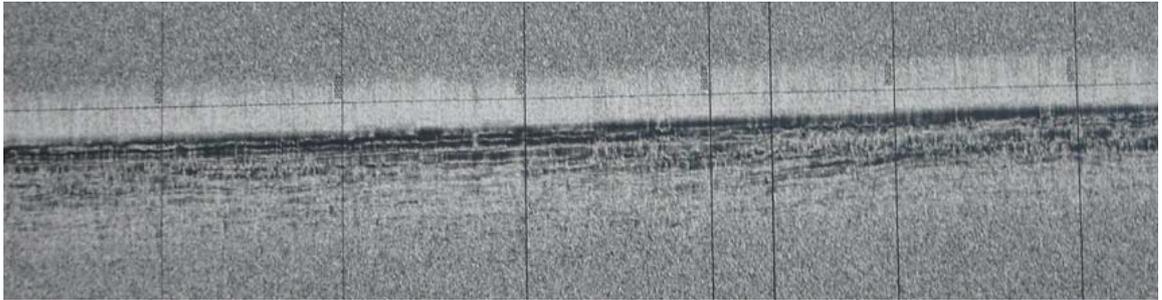
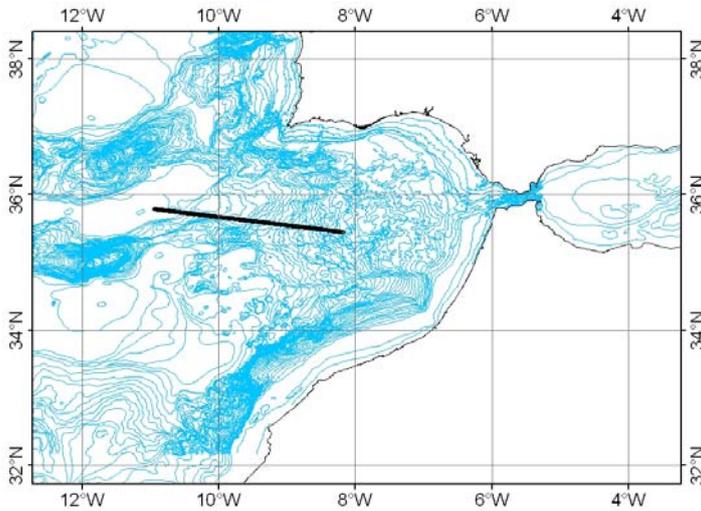


Figura 69: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 11 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF12



Este registro sísmico presenta una orientación WNW/WSW con un rumbo de 95-96° y una longitud total de 253.9 km. El registro atraviesa buena parte del talud inferior desde la llanura abisal de la Herradura hasta la porción central del talud.

Registro Multicanal

El registro permite ver la estructura de la llanura abisal, una zona aterrazada hacia el SW y la expresión morfológica del frente de la unidad alóctona.

Al comienzo de la línea hasta el Coral Patch Ridge se observan tres conjuntos de unidades. El conjunto intermedio es el olistostroma. Se compone claramente de unidades menores y discontinuidades internas, que determinan cierta progradación hacia el noroeste desde el Coral Patch. Aquí el olistostroma tiene alrededor de 1 s. El conjunto inferior tiene más de 2 s de espesor con facies de media a baja reflectividad. El conjunto superior, constituye el relleno sedimentario sobre el olistostroma con un espesor medio de 0,6 y 0,5 s.

Después del Coral Patch Ridge el relleno superior prácticamente desaparece a escala del Multicanal, con espesores locales máximos de 0,4 s. El conjunto intermedio representado por el olistostroma tiene un espesor de 1,3 s. El conjunto inferior sigue determinándose con claridad, presentando más de 2 s. Esta estructura se continua hacia el final de la línea, aunque hacia el SW se engrosa el Olistostroma alcanzando los 3, 6 s aproximadamente y llega un momento que el conjunto inferior tras presentar 1.3 s desaparece debajo de la multiple. A grandes rasgos se observa una estructura de cabalgamientos con varias cuencas de *piggy back*, que determina un fondo submarino cada vez más irregular hacia el SW. Se determina que la unidad superior cuando esta presente posee facies acústicas más transparentes que aquellas que tiene en la llanura abisal de la Herradura. En la parte final del registro sísmica se observa facies más masivas y menos estructuradas en el olistostroma. La unidad superior es muy reducida con espesores locales de 0.3 – 0,4 s. Próximo al final de la línea se observa que el volcán Bomboca esta relacionado con un posible cabalgamiento.

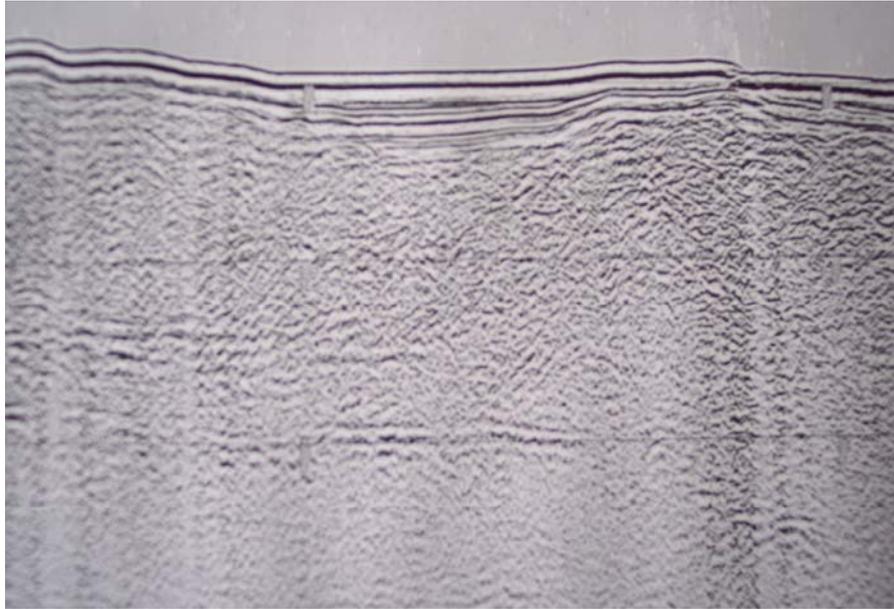


Figura 70: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 12 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

El registro de alta resolución al comienzo de la línea, en la llanura abisal de la Herradura, posee un fondo bastante horizontal, con un relleno sedimentario más o menos constante de 30 a 40 m, pero que puede alcanzar hacia el WSW los 50 m de espesor. Tras la Llanura abisal, en la zona de la terraza antes de la expresión morfológica de la Unidad Alóctona, el fondo se hace bastante irregular. Aquí el relleno sedimentario es de 20-30 m de baja a media reflectividad, pero en ocasiones con zonas de respuesta acústica más opaca. Localmente, se observan depósitos con facies caóticas al pie de escarpes.

Tras esta zona el registro atraviesa un dominio que representa la expresión morfológica de la Unidad Alóctona. En su frente en una zona de pendiente se determinan un fondo submarino ondulado (ondas sedimentarias) con un espesor sedimentario de alrededor de 30 m. Posteriormente el fondo pasa de ondulado a irregular sobre la Unidad Alóctona, donde el espesor sedimentario oscila entre 20 – 40 m. A pesar de ser el fondo muy irregular, se identifican dos grandes escarpes que se corresponden con dos frentes del arco septentrional.

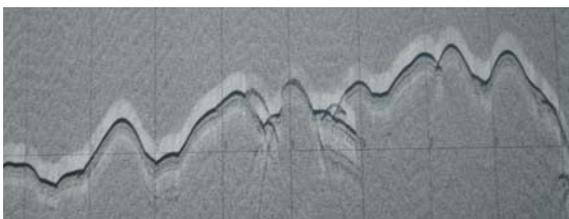
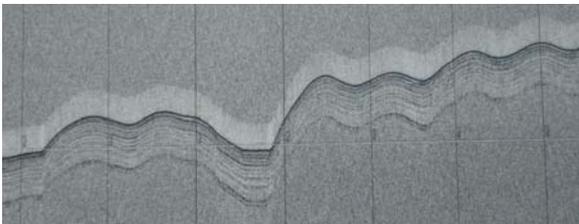
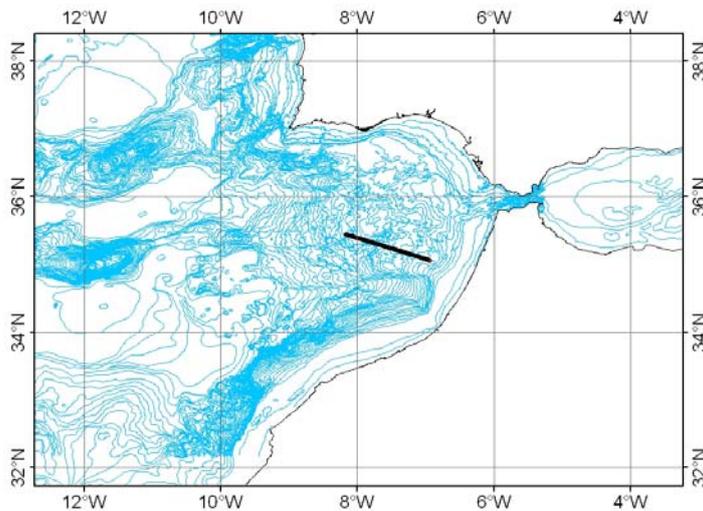


Figura 71: Ejemplos de fragmentos del registro de la línea 12 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF13



Registro sísmico con una orientación NW/SE, un rumbo de 108° y una longitud total de 120.2 km. El registro atraviesa desde la porción central del talud inferior hasta prácticamente el talud medio del margen marroquí.

Registro Multicanal

En este registro no se ve la base del olistostroma, presentando esta unidad alrededor de 2 s de espesor. Por encima se determina con claridad la unidad superior con hasta 0.6 s de espesor. Al principio se observa un gran desarrollo de volcanes de fango (al menos tres grandes). La unidad superior esta bien desarrollada con facies transparentes. Posteriormente hacia el SW el registro atraviesa el arco tectónico meridional, observándose una estructura más irregular del olistostroma, si bien la unidad superior lo cubre con un espesor de 0,7 – 1 s. En este sector se observan diversas estructuras, alguna de las cuales parecen de carácter distensivo.

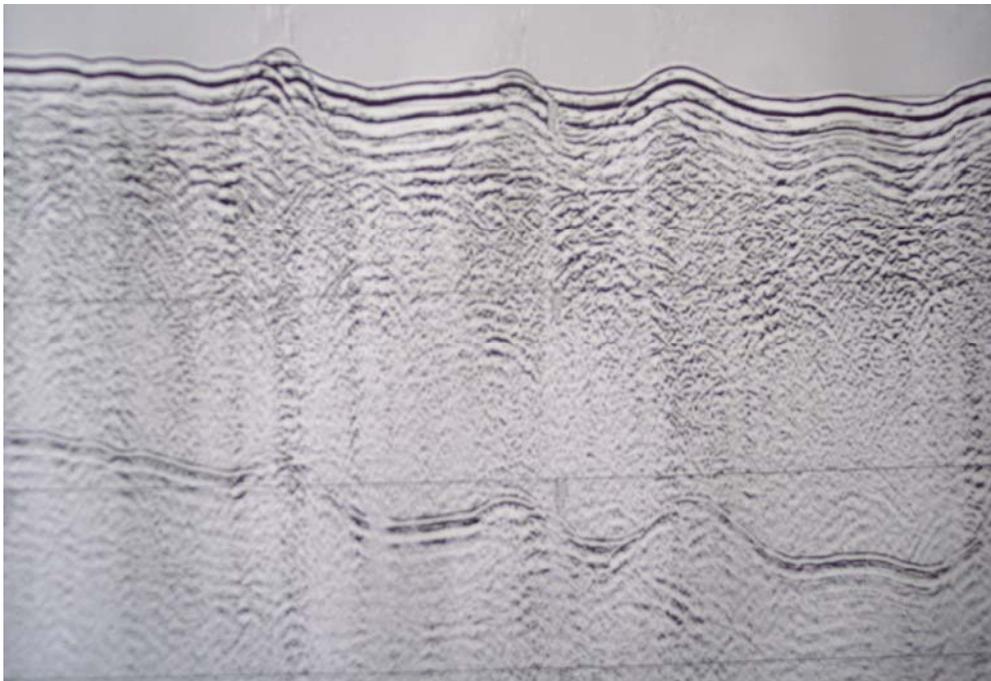


Figura 72: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 13 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Este registro de alta resolución, presenta a su inicio unas características similares a las anteriormente descritas para el registro de la línea 12. El fondo es muy irregular con un espesor sedimentario entorno a los 20-40 m. Se identifica un escarpe importante en el relieve submarino que se corresponde con el frente del arco meridional. A partir de aquí la morfología es más suave comparada con la del arco septentrional. Al comienzo del arco meridional, el relleno sedimentario tiene unos 40 m que progresivamente se van incrementando hacia el final de la línea donde se identifican los 90 m de espesor. Localmente se identifican posibles escapes de gases.

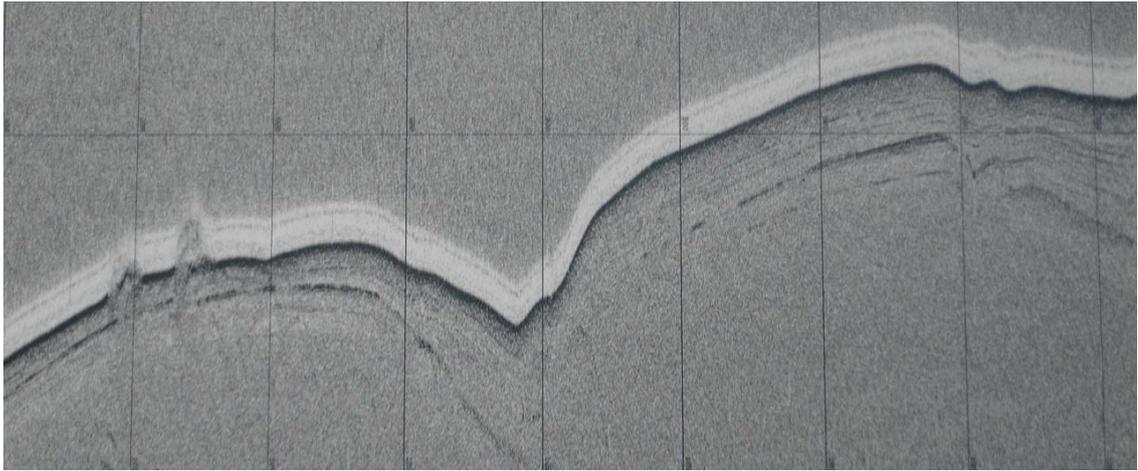
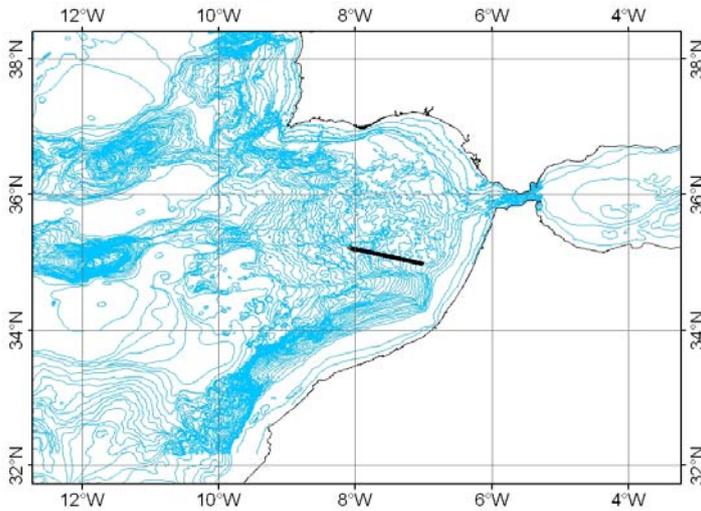


Figura 73: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 13 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF14



El perfil MF 14, de orientación ESE-WNW y longitud aproximada 100 km, discurre por el arco tectónico meridional del olistostroma, partiendo del margen marroquí y termina en el límite entre este arco y el arco meridional.

Registro Multicanal

Arco Tectónico Meridional

En este sector presenta un fondo bastante regular en descenso hacia el límite occidental del mismo y presenta solo pequeñas interrupciones que podrían estar relacionadas con estructuras, tanto debidas a la fracturación como a la intrusión de volcanes de fango. En el sector oriental del perfil se localiza en volcán Mekkes.

La posición del múltiple no permite distinguir gran parte de la estructura ni del registro sedimentario. De este modo, solo se puede distinguir por debajo del pulso unas facies caóticas que presentan numerosas hipérbolas.

En la parte occidental del perfil, una vez pasado el frente del arco, se puede observar por encima de la unidad con facies caóticas y hiperbolada, al menos una unidad superior laminada, con una potencia de 0.5-0.6 segundos (TWT), con reflectores que presentan gran amplitud y baja frecuencia.

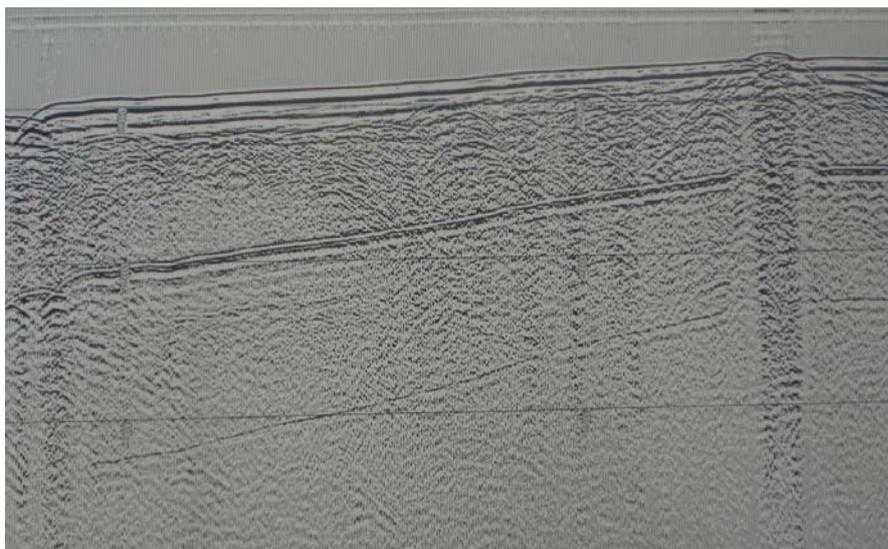


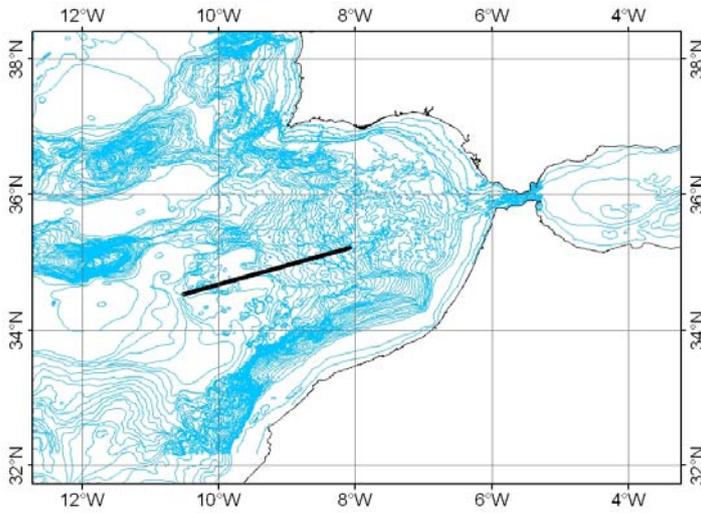
Figura 74: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 14 obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. En la imagen se puede observar el volcán de fango “Menkes”. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

La línea 14 discurre por el arco tectónico meridional. En el inicio de la línea se distingue el volcán Mekkes. Pese a que el perfil discurre por un fondo irregular, con numerosos surcos, la superficie permite una buena penetración de la sonda y se distinguen hasta dos unidades en función de la reflectividad. Además, se pueden distinguir en algunos sectores varias discontinuidades internas en cada unidad, la superior, con 20 m de potencia, y otra inferior con 40m.

El frente del arco tectónico se caracteriza por una superficie muy irregular, escarpada y con numerosas hipérbolas.

Línea MF15



El perfil MF 15, con una longitud aproximada de 240 km y una orientación ENE-WSW, discurre desde el límite entre ambos arcos tectónicos, atraviesa todo el dominio del olistostroma y llega hasta la Llanura Abisal del Sena.

Registro Multicanal

Olistostroma

En la primera parte, correspondiente al olistostroma, el fondo presenta una geometría más irregular en el segmento oriental que en el occidental y desciende hacia la llanura abisal. En este sector se pueden distinguir tres grandes unidades sismoestratigráficas.

La superior, parcialmente velada por el pulso, presenta reflectores de alta amplitud y baja frecuencia, y una potencia de 0.5 segundos (TWT). Parece que rellena las irregularidades del techo de la unidad intermedia.

La unidad intermedia se caracteriza por reflectores con disposición caótica, poca continuidad y la presencia de numerosas hipérbolas. Esta unidad se acuña hacia el sector occidental del perfil alcanzando potencias de al menos 3 segundos (TWT) en la parte oriental. También se puede distinguir la base del cuerpo olistostrómico marcada por la presencia de unos reflectores de alta amplitud.

La unidad inferior presenta una organización interna, con reflectores paralelos de alta amplitud, baja frecuencia y aumenta la continuidad lateral de los mismos.

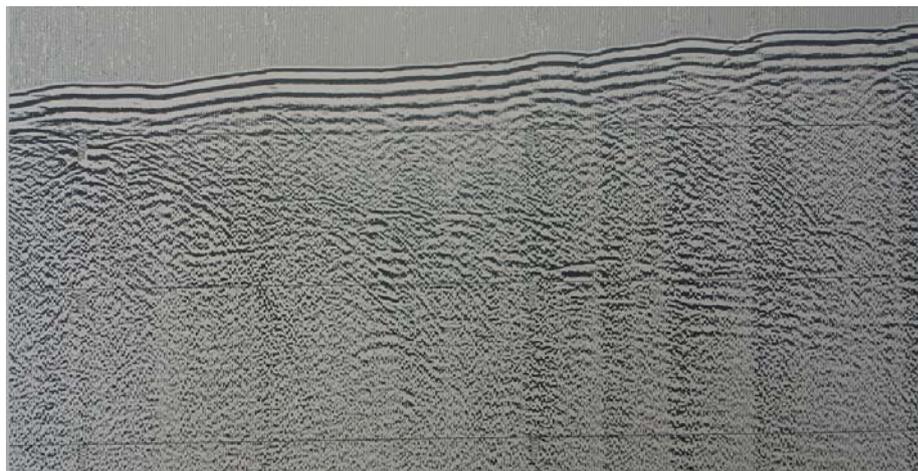


Figura 75: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 15. Se puede observar como el olistostroma se acuña hacia el sector occidental del perfil. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Llanura Abisal del Sena

El fondo oceánico es muy regular pero en el sector oriental de este tramo está interrumpido por numerosos altos amplios que se elevan respecto del fondo unos 150 metros, y en la parte occidental del perfil corta una estructura que se eleva 650 metros del fondo y presenta 30 km. de ancho.

En el sector donde se localizan los altos, algunos podrían tener origen diapirico, es difícil distinguir la relación entre las tres unidades sismoestratigráficas principales.

Esta relación es clara y evidente entre los altos y la estructura anticlinal más meridional del perfil. La unidad superior de potencia aproximada 0.5 segundos (TWT), presenta reflectores de amplitud medía, frecuencia medía-alta, elevada continuidad lateral y una relación de solapamiento con la unidad infrayacente.

La unidad intermedia, con una potencia de 0.6 segundos (TWT), también presenta elevada continuidad lateral, baja amplitud y baja frecuencia.

La unidad inferior, de hasta 1.6 segundos (TWT) de potencia, se caracteriza por al presencia de reflectores continuos, de baja frecuencia, elevada amplitud y reflectividad medía-baja.

En la base de la unidad inferior se distinguen una serie de reflectores discontinuos, de gran amplitud e hipérbolas que podrían representar el techo de la corteza oceánica.

Las unidades intermedia e inferior se ven claramente afectadas por una compresión que las deforma y genera antiformes y sinformes.



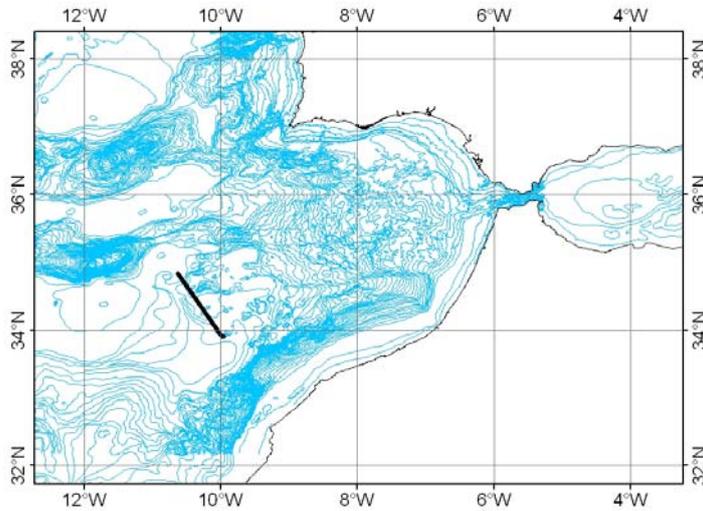
Figura 76: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 15. Se puede observar la relación existente entre las diferentes unidades sismoestratigráficas El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

En la línea se pueden distinguir dos partes. La primera mitad del perfil presenta un fondo muy irregular y en descenso hacia el W. Presenta numerosos hipérbolas y una penetración muy constante durante toda la línea. Se pueden identificar entre 25 y 30 metros de sedimento con varias discontinuidades internas.

La segunda parte, correspondiente a la llanura abisal del Sena, presenta un fondo regular con una penetración de 50 metros de espesor y se ve interrumpido por cinco altos con el techo irregular y facies menos penetrativas. El extremo occidental del perfil consiste en un alto con techo muy irregular e hiperbolado.

Línea MF16



El perfil MF 16, tiene una longitud aproximada de 122 km y una orientación NW- SE, a lo largo de la Llanura Abisal del Sena.

Registro Multicanal

Llanura Abisal del Sena

El perfil del fondo de esta zona es en general muy regular, aunque cabe destacar que en su parte mas septentrional se observan varios altos amplios (algunos de origen diapirico) que se elevan respecto del fondo unos 125 metros y que hacia la parte central del perfil la deformación del fondo por dichas elevaciones es mas suave. En las zonas con presencia de estos altos se observan hipérbolas de gran amplitud.

En cuanto el relleno sedimentario se observan tres unidades:

- a) *Unidad superficial*: Se caracteriza por presentar reflectores subparalelos de gran continuidad lateral y amplitud media y frecuencia media-alta, con espesores máximos de 0.5 s (TWT) en la zona septentrional. Se adelgaza sobre los altos, con un espesor medio de 0.3 s (TWT), volviéndose a desarrollar más en la zona meridional con espesores máximos de 0.6 s (TWT). Esta unidad superficial no se encuentra tan afectada por las estructuras subflorantes, aunque cabe destacar que en algunas zonas se distingue una terminación de los reflectores en onlap respecto a la unidad infrayacente.
- b) *Unidad intermedia*: Presenta reflectores subparalelos de gran continuidad lateral, con amplitudes y frecuencias altas en la zona septentrional y media en la meridional, y con un espesor muy constante entorno los 0.9 s (TWT). Dicha unidad se encuentra deformada presentando a lo largo de la llanura abisal del Sena varios antiformentes y sinformentes, especialmente coincidentes con la zona septentrional donde la presencia de los altos es más frecuente.
- c) *Unidad inferior*: Esta unidad presenta un techo reflectivo y de alta continuidad lateral pero las facies son mas transparentes, de baja frecuencia y amplitud, y aunque se sigue observando que los reflectores son subparalelos la continuidad lateral es menor. La base de esta unidad no es siempre diferenciable a lo largo del perfil. No obstante en la zona septentrional se distingue el basamento a su base con reflectores discontinuos, de gran amplitud e hipérbolas (posiblemente correspondiendo con corteza oceánica), podemos medir un espesor entorno a 0.8 s (TWT) y en la zona más meridional se observan espesores de al menos 1.5 s (TWT) de potencia.

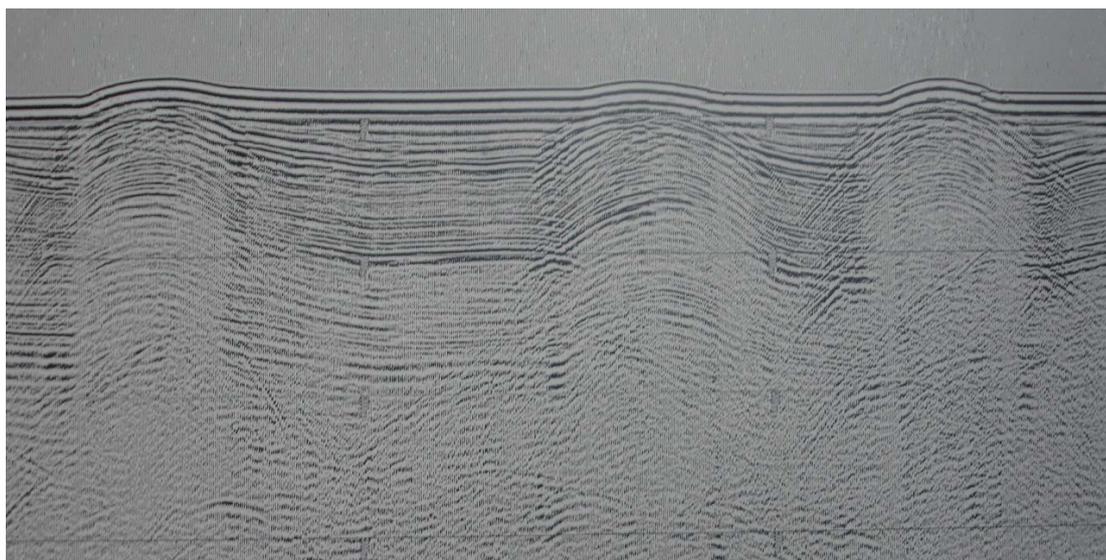


Figura 77: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 16 a lo largo del complejo diapirico observado en la llanura abisal del Sena. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

El perfil del fondo presenta un marcado eco con reflectores subparalelos en prácticamente toda su extensión. Se observa un fondo plano donde el espesor es muy continuo, entorno los 40 m de potencia, excepto en zonas donde se producen elevaciones de entre 50 y 90 m sobre el fondo marino, correspondientes a altos estructurales posiblemente diapíricos donde el espesor se hace menor, entorno los 20 y 30 m. En los altos septentrionales se observa un eco del fondo hiperbolado y desprovistos de sedimentación, y con elevaciones sobre el fondo de unos 135 m.

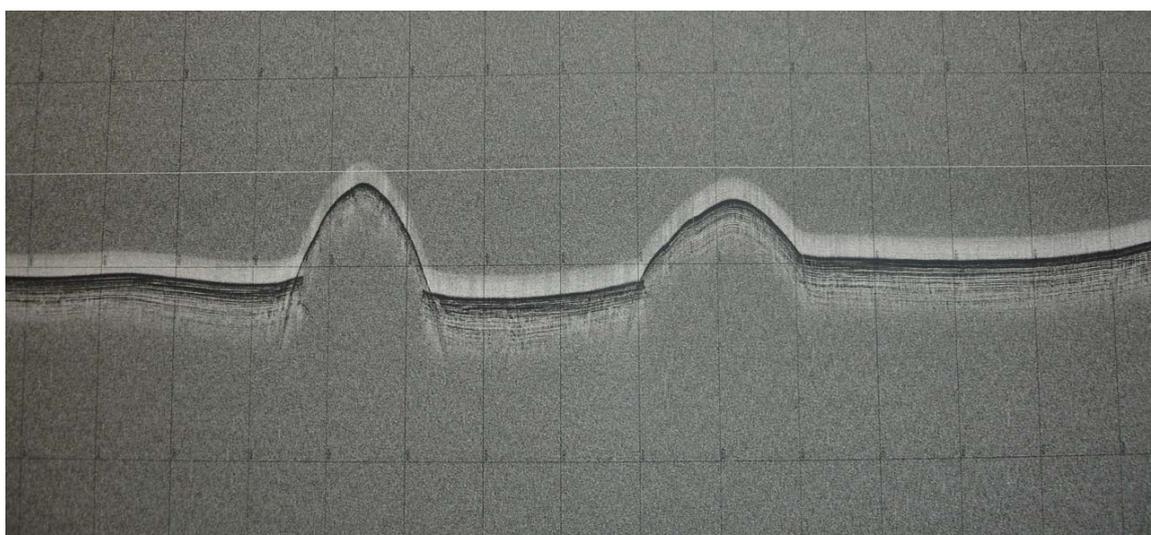
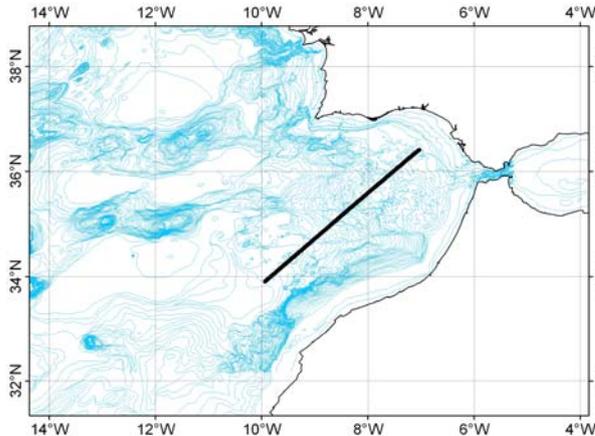


Figura 78: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 16, en la llanura abisal del Sena donde se observan ascenso posiblemente diapiricos, obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF17



La línea sísmica 17 tiene una dirección SW-NE, un rumbo de 41-42° y una longitud de 377,5 km. El registro comienza en la Llanura abisal del Sena, y atraviesa la Cuenca Rharb, la Unidad Alóctona de Cádiz, y la Zona de Dorsales existente en el talud medio del margen septentrional del Golfo de Cádiz.

Registro Multicanal

Llanura abisal del Sena

Al comienzo de la línea se identifica un potente registro sedimentario de hasta 2,8 s de espesor, en el que se pueden determinar cuatro conjuntos de unidades. Existe una deformación manifiesta que afecta a todo el relleno sedimentario.

Posteriormente hacia el NE se alcanza una zona de altos diapíricos con algún control tectónico, e en la que la cobertera sedimentaria superficial es de hasta 0,5 s de espesor y localmente en cuencas de dimensiones reducidas se alcanza 1 s de espesor.

Cuenca Rharb

En la cuenca Rharb se determina un relleno sedimentario de hasta 3,5 s de espesor, en el que se identifican cuatro conjuntos de unidades. El límite septentrional de la cuenca está marcado por un alto estructural.

Unidad Alóctona de Cádiz

Desde la Cuenca Rharb hacia el noreste se observa un cabalgamiento que constituye el inicio de la Unidad Alóctona de Cádiz. Se identifica con nitidez la unidad olistostrómica con un espesor de alrededor de 1,5 s. Dicha unidad acaba lateralmente con el alto estructural anteriormente mencionado.

El frente de la Unidad Alóctona presenta un fondo submarino ondulado hasta la parte superior. Por debajo del fondo se identifica el olistostroma. En la unidad Alóctona el fondo se hace más irregular, y se diferencia internamente diferentes cuñas cabalgantes hacia el sur, de buzamiento norte. La base de la unidad se hunde rápidamente incrementándose el espesor hasta los 3,3-3,5 s. Sobre el olistostroma la cobertera sedimentaria tiene un espesor medio de 0,3-0,4 s. En la parte interna del arco el fondo se hace menos irregular, el olistostroma alcanza al menos hasta los 2,2 s y el relleno superior posee un espesor de 0,4 s.

Zona de dorsales

Al final de la línea se atraviesa la Zona de dorsales, y el sistema deposicional contornítico entre la dorsal de Cádiz y la dorsal del Guadalquivir. Se observa el desarrollo de diápiros y un relleno deformado que en su conjunto tiene al menos hasta 0.9 s de espesor: Internamente se identifican al menos dos conjunto de unidades, de las cuales la unidad inferior esta más deformada.

Registro Chirp

Llanura abisal del Sena

El registro comienza con un relleno sedimentario de espesor entorno a los 40 m en el que se diferencian dos unidades, la superior más reflectiva y la inferior más transparente. A continuación, hay una zona de altos en los que la cobertura sedimentaria es de entre 20-30 m aunque se registra una respuesta acústica más opaca especialmente en los valles.

Cuenca Rharb

En los márgenes se registra un relleno sedimentario de entre 20-40 m de espesor, pero en el valle y parte distal de los márgenes predominan las facies opacas e irregulares con frecuentes hipérbolas.

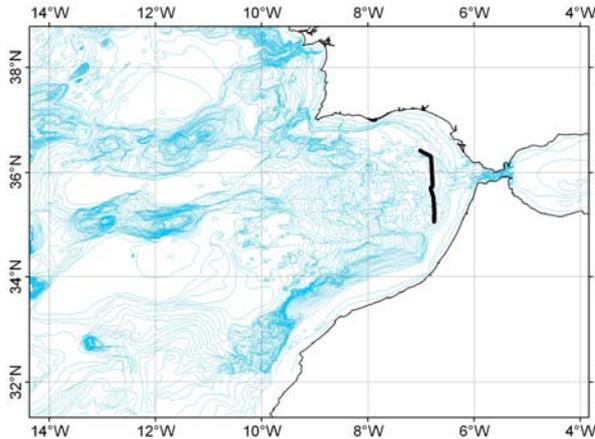
Unidad Alóctona de Cádiz

Al frente de la unidad las el fondo submarino posee un relieve ondulado con facies estratificadas y un espesor medio de 20-30 m de relleno sedimentario. Sobre la unidad Alóctona el fondo es muy irregular con relleno sedimentario desigual de espesor entre 30-40 m. Hacia el NE el fondo es menos irregular y presenta un relleno sedimentario de facies más transparentes con un espesor de 20 m.

Zona de dorsales

En esta zona hay variedad de facies. Facies estratificadas en un relleno sedimentario de 50 m de espesor que presenta volcanes de fango. Pasamos a una zona de facies irregulares donde se aprecia mal la estratificación pero se insinúa un relleno sedimentario de 20-30 m con algunos altos diferenciados sin relleno. El registro pasa al canal de Cádiz con fondo irregular y facies sísmicas opacas. Finalmente el fondo submarino es más suave con facies estratificadas y un espesor de 40-50 m de relleno sedimentario donde se pueden diferenciar dos unidades.

Líneas MF18 Y MF19



La línea sísmica 17 tiene una dirección SW-NE, un rumbo de 41-42° y una longitud de 377, 5 km. El registro comienza en la Llanura abisal del Sena, y atraviesa la Cuenca Rharb, la Unidad Alóctona de Cádiz, y la Zona de Dorsales existente en el talud medio del margen septentrional del Golfo de Cádiz.

Registro Multicanal

Estos perfiles discurren con una orientación NW-SE, el primero, y N-S, el segundo. El perfil MF18 tiene una longitud aproximada de 22km y el MF19 de 140 km. El perfil MF18 se sitúa sobre el talud medio español, paralelo a la línea de costa y el fondo, muy regular, se sitúa a 550 m. El perfil MF19 perpendicular al estrecho, pasa del talud medio español al marroquí, presenta un fondo igualmente regular que se sitúa en un rango de profundidad entre los 550m y los 900m.

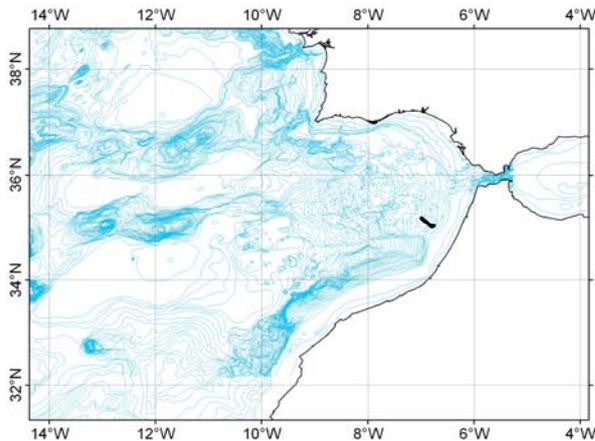
En ambos perfiles la escasa profundidad a la que se registra el múltiplo dificulta la distinción de unidades. Por encima de éste se pueden distinguir al menos 3 unidades principales. La superior con reflectores de alta amplitud, en parte velada por el pulso, tiene un espesor de 0.5 segundos en los depocentros. La unidad con una posición intermedia tiene un carácter más transparente con reflectores de menor amplitud y un espesor de unos 0.3 segundos. Al muro de ésta, comienza una unidad con carácter continuo con reflectores con poca o mínima continuidad lateral y muy hiperbolada, y que queda en el registro atravesada en gran medida por el múltiplo.

Registro Chirp

La escala de 3.5 kKz permite distinguir un fondo más irregular que en la sísmica multicanal. En la línea 18 se observa una pendiente suave con penetración y rasgos erosivos. La primera parte del perfil 19 no presenta grandes irregularidades pero se distinguen en los sectores inicial y central numerosas irregularidades de pequeña longitud de onda y facies muy hiperboladas, identificadas como dunas de arena.

En la zona meridional del perfil se puede distinguir con mas claridad el registro sedimentario, con un máximo de espesor de 60 metros, así como la geometría interna de los reflectores, en los que se pueden identificar procesos sedimentarios asociados a corrientes.

Línea MF20



Esta línea se ha realizado sobre el margen marroquí. Línea posee una dirección WNW-ESE, rumbo 240-241° y una longitud de 28,35 km.

Registro Multicanal

En el registro de sísmica multicanal se identifica el techo de la Unidad Alóctona de Cádiz, observándose el olistostroma próximo a la superficie. Su límite superior es irregular, identificándose estructuras diapíricas muy claras. La unidad Alóctona se encuentra adelgazada respecto a otras zonas. El fondo submarino es plano, salvo localmente donde se identifican volcanes de fango. El relleno sedimentario tiene un espesor de al menos 0,8 s en el que se pueden diferenciar dos conjuntos de unidades.



Figura 79: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 20. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

El fondo submarino es plano aunque localmente irregular, erosionado y deformado, presentando estructuras de colapso. En todo el registro hay una cobertera sedimentaria importante de hasta 70 m de espesor, con facies estratificadas y localmente opacas. Se podrían diferenciar 3 unidades.

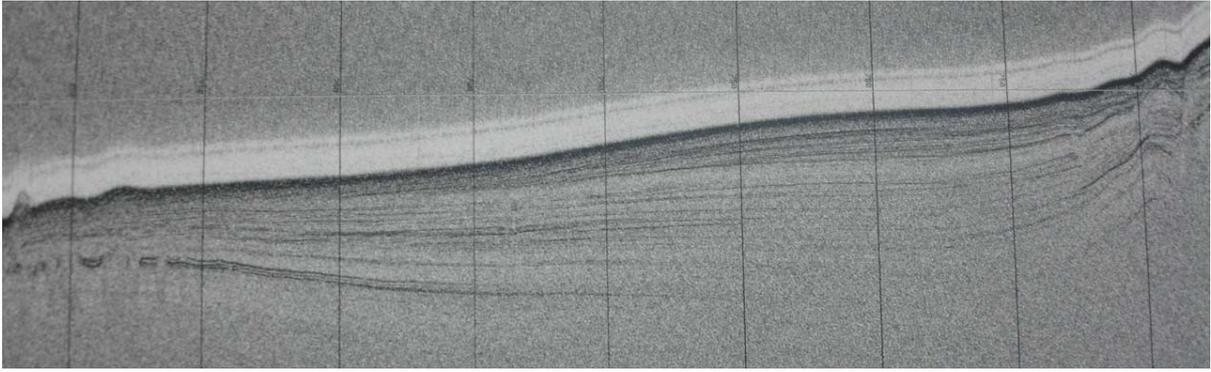
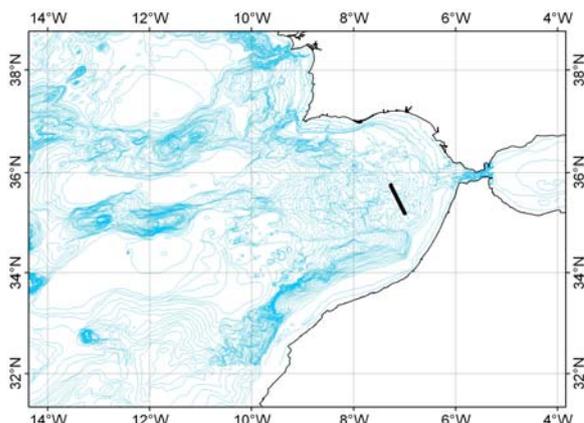


Figura 80: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 20 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

Línea MF21



La línea sísmica se ha realizado sobre la Unidad Alóctona de Cádiz, con una dirección NW-SE, un rumbo 334° y una longitud de 67,65 km.

Registro Multicanal

Esta línea atraviesa la Unidad Alóctona de Cádiz, observándose el olistostroma con un espesor de hasta al menos de 1 s. A lo largo de la línea se atraviesan varios volcanes de fango, entre ellos el Yuma, Ginszburg, Jesús Baraza, etc. Sobre el olistostroma se identifica una unidad sedimentaria con un espesor de 0,4-0,5 s, que presenta facies estratificadas y reflectores de alta amplitud.

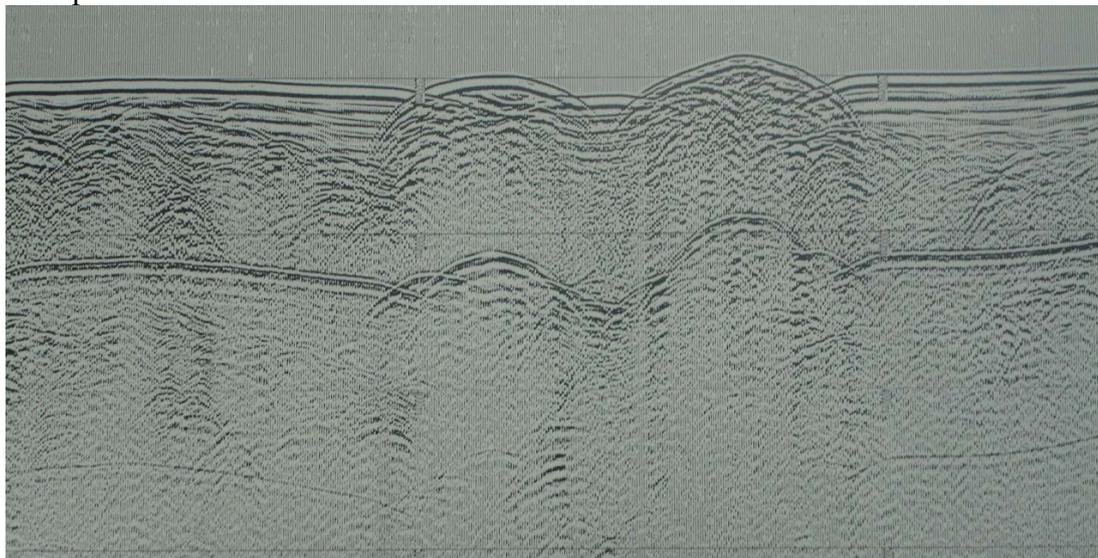


Figura 81: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 21, donde se observan estructuras de volcanes de fango. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

El perfil se desarrolla sobre la unidad aloctona, el fondo es muy irregular por la presencia de volcanes de fango, entre ellos hay relleno sedimentario de unos 50 m de espesor.

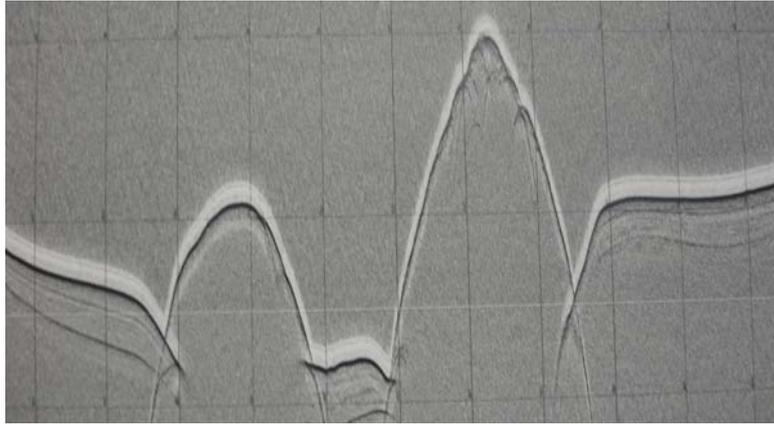
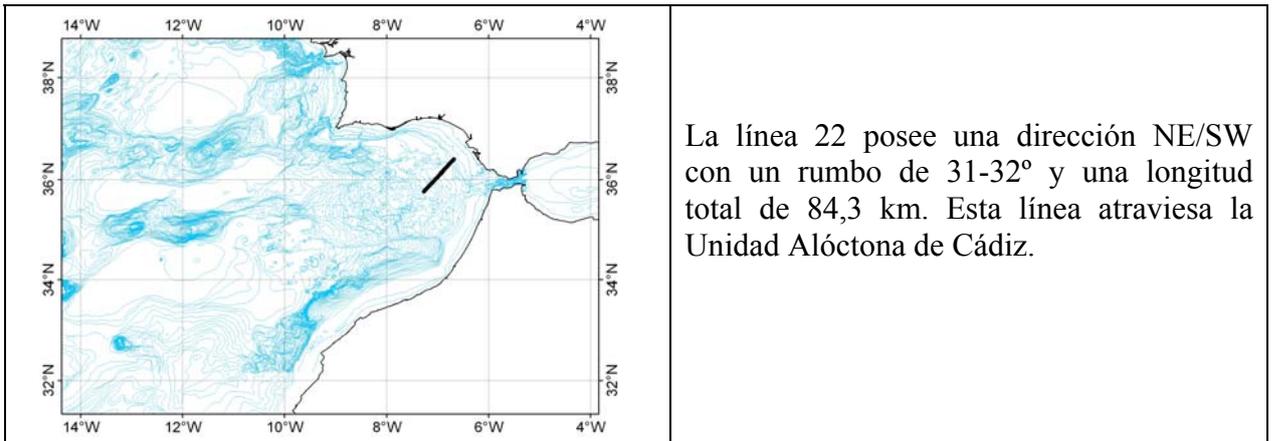


Figura 82: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 21 obtenido con el sistema 3,5 kHz. Se observan dos volcanes de fango.

Línea MF22



Registro Multicanal

En el registro multicanal se identifica un potente relleno sedimentario sobre la Unidad Alóctona de Cádiz, con un espesor de al menos 1,2 s. Dicho relleno está afectado por la presencia de estructuras diápiricas, y se identifica a menos tres grandes conjuntos de unidades, las cuales se encuentran deformadas, hasta al menos la base de la unidad más superficial. El conjunto inferior tiene una respuesta acústica transparente, la intermedia facies reflectivas y la superior facies muy reflectivas.



Figura 83: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 22, donde se observan estructuras diápiricas. El registro fue obtenido mediante sísmica de alta penetración multicanal. Entre líneas horizontales el tiempo doble es de 1 s.

Registro Chirp

Al comienzo de la línea el fondo es irregular fuertemente hiperbolado con facies principalmente opacas pero localmente hay presencia de sedimento. Lateralmente el fondo submarino se hace menos irregular con una respuesta acústica muy transparente de 20-30 m de espesor. A continuación las facies sísmicas son más opacas e irregulares con presencia

frecuente de hipérbolas y, localmente, canales erosivos. Hacia el final del registro hay relleno sedimentario con facies estratificadas y un espesor de hasta 60 m.

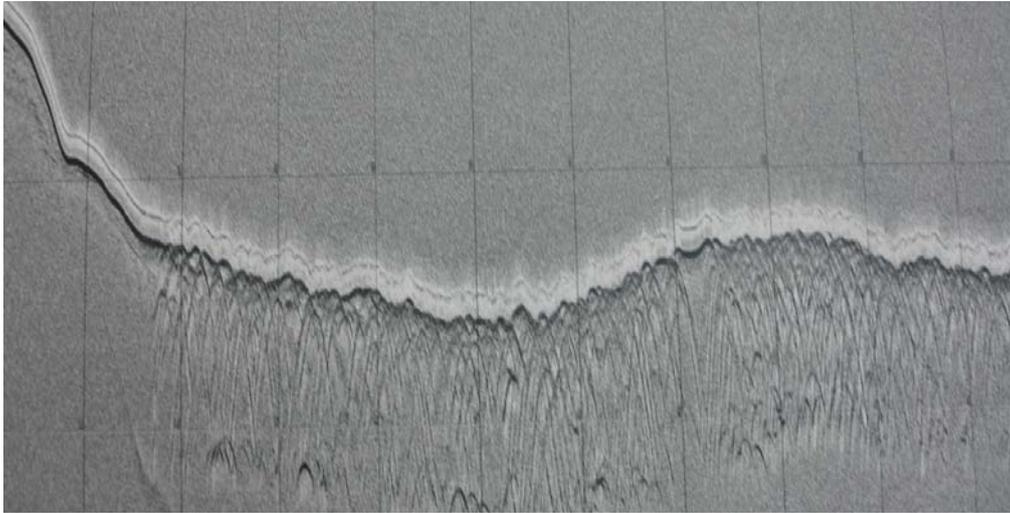


Figura 84: Ejemplo de un fragmento del registro de la línea 22 obtenido con el sistema 3,5 kHz.

9. ANEXOS

9.1 Diarios de a bordo e incidencias

9.1.1 Diario de abordó (Español)

Diario de la campaña Moundforce a bordo del buque L'Atalante de Ifremer, desde el día 23 de Agosto de 2007 hasta el día 13 de Septiembre de 2007, en el Golfo de Cádiz, márgenes ibérico y marroquí atlántico.

24 de Agosto de 2007

9:35 Nos echamos a la mar
10:15 Tenemos la sonda encendida, tenemos valores de profundidad
11:08 Comienzan a encender 3.5 KHz (Chirp)
11:15 Comienza el registrador térmico del chirp. El fichero es moundforce001.sgy. Tránsito hacia el punto de despliegue de la sísmica.
13:19 Comienzo maniobra despliegue del streamer
18:00 Se recoge el streamer, por problemas con los estabilizadores (birds). Ha saltado el tercer airbag empezando por la cola
19:22 Se sube a bordo el airbag
19:34 Se comienza largado de streamer de nuevo
20:30 Incidencia con un pesquero que pasa muy cerca de la boya
22:00 Finaliza el largado del streamer
22:08 Comienzan maniobras de despliegues de cañones

25 de Agosto de 2007

00:08 Ambas bandas de cañones en el agua
01:25 Se comienzan a disparar los cañones
01:47 Se comienza línea MF01.
08:54 Se para el cañón nº 4 de babor (150 in3) en el shot nº 1275.
16:00 Se hacen diversos planes de campaña alternativos debido a los problemas impuestos por IFREMER
17:15 El capitán del barco invita a un aperitif al chef de misión y la banda de puestas y "sobras".

26 de Agosto de 2007

01:00 Fin de línea L1 sísmica multicanal (EOL MF01), giramos hacia la línea L2.
01:15 Fin de línea L1 3.5 kHz e inicio L2 3.5 kHz (EOL L1 & SOL L2).
02:40 Comienzo de L2 sísmica multicanal (SOL MF02).
03:11 Cogemos el rumbo exacto de la L2.
17:30 Cambio de rumbo.
20:09 Final de la Línea MF02 de sísmica multicanal. Comienza el giro de tránsito hacia la nueva línea.
20:15 Se finaliza la línea L-02 del 3,5 kHz y comienza la línea L-03.
20:43 Comienza la Línea MF03 de sísmica multicanal.

27 de Agosto de 2007

01:01 Fin de línea de sísmica multicanal MF03 (EOL MF03)
01:08 Fin de línea 3.5 kHz L3 e inicio línea L4 (EOL L3-SOL L4) fichero moundforce28 y fichero moundforce 29 respectivamente
01:16 Inicio de línea MF04 de sísmica multicanal.
01:53 Estamos en el rumbo exacto de la línea MF04.
12:29 Lanzan un si pican. Hay pruebas fotográficas.
14:00 Montan la piscina portátil a proa
19:15 “Encienden” la multihaz para el primer segmento de registro de batimetría multihaz
20:30 Se abre un proyecto en el Kingdom Suite para cargar los perfiles del CHEOPS en formato SEG-Y
22:20 El contratado sobrao enseña a los profesores titulares de provincias algunas cuestiones sobre el *SeisSee* y el *Kingdom Suite*. Sorprendentemente los profesores lo entienden.

28 de Agosto de 2007

01:18 Se comienza el giro hacia la línea MF05, siguen ambas 3.5 y SMC adquiriendo
01:34 Fin de línea 3.5 kHz L-4 e inicio de la línea L-5 (EOL L4-SOL L5) fichero moundforce 39 y fichero 40 respectivamente. Fin de la línea MF04 de sísmica multicanal.
01:45 Comienza la línea MF05 de sísmica multicanal (SOL-MF04)
05:39 Fin de línea 3.5 kHz L-5 e inicio de la línea L-6 (EOL L5-SOL L6) fichero moundforce 42 y 43 respectivamente. Fin de línea MF05 de sísmica multicanal.
06:21 Inicio de la línea de sísmica multicanal MF06
06:35 a 6:39 Problemas de adquisición entre los shot points 42 y 54
07:21 Lanzan un Sippican - XBT
08:21 Comienzan a dispara con el cañón nº 8 de estribor, tipo Bolt con 5 l de capacidad.
08:58 a 09:10 No funciona bien la adquisición sísmica.
09:19 Desde prácticamente el inicio de línea hay problemas de adquisición en el *streamer* desde el canal 122 hasta el 360. Se plantea recoger el sistema de adquisición para proceder tanto al chequeo de los canales como a la reparación del *streamer*.
09:46 Se va a proceder a recoger el sistema adquisición sísmica.
El punto de regreso a la línea tiene coordenadas 34° 13,97 N y 08° 30,9864 correspondiente al shot 596.
11:57 Se para la adquisición de batimetría multihaz.
23:00 Los técnicos no pueden arreglar totalmente la sección del *streamer* afectada por los lances de pescan, proponen chequear el *streamer* en el agua y si no funciona volverlo a arriar al día siguiente para arreglarlo. El problema puede afectar a un número de entre 36 y 60 canales. Se decide como mal menor registrar con el *streamer* en este estado, se perderá cobertura y complicará el procesado en parte, pero no se perderá línea.

29 de Agosto de 2007

00:48 Comienza el arriado de los cañones, empiezan por estribor
01:44 Se termina el arriado de la banda de babor
02:15 Comienza la línea L-6B (fichero 54) de 3,5 kHz (SOL L-6B). Se registra con la Ecosonda Multihaz.
03:00 Comienza la línea MF06B de sísmica multicanal (SOL MF06B).
06:40 Se desconecta el registro de la ecosonda multihaz

23:39 Llegamos al punto 6.B. Cambio del rumbo en la línea 6 hacia el punto 7a. Finaliza la Línea L-6B y comienza línea L-07 (Operación dentro del Fichero 63)

23:49 EOL L6B (SMC) y SOL L7 (SMC)

30 de Agosto de 2007

00:00 Cogemos el rumbo de la línea 7.

02:43 Fin de la línea de sísmica multicanal 7 (EOL MF7)

03:00 Fin de la línea 3.5 kHz L-7 (EOL- 7) y comienzo de la línea L-8 (SOL -8) (cambio de fichero 65 al 66)

18:30 Aperitivo a base de jamón, canapés, y cena de barbacoa con cochinitillo asado.

19:21 Comienzo del registro de la ecosonda multihaz

31 de Agosto de 2007

06:18 Fin de línea MF08

07:10 Inicio línea L-9 de Cheops

07:15 Inicio línea MF-09 en multicanal

11:29 Se detecta un error en la nomenclatura de las líneas, se procede a renombrarlas y a partir de ahora los cambios de rumbo son líneas nuevas

12:48 Indican desde el puente inicio giro desde línea 9 a 10

12:55 EOL MF-09 SMC y EOL L9 (3.5 Khz-Fichero 85)-SOL L10 (3.5 Khz-Fichero 86)

12:56 SOL MF-10 SMC

1 de Septiembre de 2007

11:40 Se acaba papel del registrador térmico, se detecta a las 12:10, se procede a cambiar.

15:30 Fin de Línea MF-10 (SMC) y L-10 (3.5 kHz) y comienzo de la línea L-11 (3.5 khz)

16:10 Comienza la línea MF-11 (SMC) Disparando cada 75 m, con 16 cañones y 3449 in³, 140 bares, 336 canales y 28 fold.

18:43 Fin de la línea MF-11 (SMC). Comenzamos el cambio de rumbo hacia la línea 12.

18:51 Fin de la línea 11 (3.5 Khz-Fichero 100) y comienzo de la línea 12 (3.5 Khz-Fichero 101).

19:25 Comienza la línea MF-12 (SMC). Disparando cada 75 m, con 16 cañones y 3449 in³, 140 bares 336 canales y 28 fold.

2 de Septiembre de 2007

14:07 Se para 3.5 kHz. Se reinicia el 3.5 kHz por problemas en la ventana de adquisición.

14:16 Se inicia adquisición de 3.5 kHz.

22:37 EOL sísmica multicanal MF-12.

22:37 EOL L12 (3.5 Khz-moundforce 113)-SOL L13 (3.5 Khz-moundforce 114)

22:38 SOL MF-13 (SMC), continúa configuración de disparo a 30 s (75 m)

23:00 A rumbo en la línea MF-13.

3 de Septiembre de 2007

8:59 Se empieza a registrar la multihaz Línea13

11:20 Se detectan numerosos barcos de pesca en el margen marroquí, se procede a acortar la línea MF13 y cambiar de rumbo en dirección N-S (Transito L13 a L14 (MF131 o L131)) para pasar a la línea MF14

11:24 EOL MF13 SMC shot 1602

11:27 SOL MF131 shot 1 – Línea de transito de L13 a L14. Configuración a 20 s y 50 m, sin los cañones BOLT de 5 y 9 l de respeto.

11:27 EOL L13 (3.5 Khz) y SOL L131(transito L13 a L14), ficheros moundforce 119 a 120 resp.

12:45 EOL línea 131 (3.5 khz, fichero moundforce 120) y SOL línea 14 (3.5 khz, fichero moundforce 121)

12:46 EOL MF131 SMC shot 241

12:47 SOL MF14 SMC shot 1

12.55 En el rumbo exacto de la línea MF14

18:08 se cierra la adquisición de la multihaz: EOF Línea 14.

23:34 EOL sísmica multicanal MF14 (shot 1996)

23:34 EOL L14 (3.5 khz fichero moundforce125) y SOL L15 (3.5 khz fichero moundforce 126)

23:35 SOL SMC MF15 (shot 1)

23:45 En rumbo exacto de la línea MF15

4 de Septiembre de 2007

00:44 Se constata que ha comenzado la epidemia total de virus informáticos a través de los distintos PCs y periféricos de los científicos, sufriendo el IP en sus propias carnes.

10:48 Se detecta una perdida en uno de los cañones, están valorando la posibilidad de sustituirlo

10:59 El cañón BOLT de 5 (nº 7) podría presentar una pequeña fuga, pero no importante por lo que se decide dejarlo y en caso de mayor perdida cambiarlo por el de respeto de la misma banda.

17:44 Se para la adquisición con los cañones.

18:00 Comienzan a disparar los cañones: Sigue la misma potencia pero en la banda de estribor solo se dispara con dos cañones.

18:02 Todos los cañones disparando excepto el 3 de estribor no dispara.

21:45 Deja de funcionar el cañón nº 7 de estribor y ponen en marcha el nº 8 de la misma línea de cañones.

23:35 Si pierde la profundidad del fondo que la EM12 envía al sistema CHEOPS

23:57 Se apaga la Terminal del CHEOPS, no hay registro

5 de Septiembre de 2007

00:12 Comienza de nuevo el registro del CHEOPS con estimación correcta de fondo por parte de la EM12. Fichero moundforce 137

01:00 Fin de línea MF15 SMC shot 4710. EOL L15 (3.5 khz) y SOL Transito reparación de cañones (fichero moundforce137 y moundforce138 respectivamente)

01:05 Se inicia la recogida de la sarta de cañones de la banda de babor. Después estribor y después maniobras de recogida y prolongación con dos secciones nuevas de streamer.

Reparación de cañones.

09:00 Los cañones y el streamer se terminan de largar y nuevamente ya están en el agua tras las reparaciones.

09:21 Se comienza progresivamente a disparar con los cañones.

09:23 Están todos los cañones disparando.
10:34 SOL Sísmica multicanal MF16 Shot 1. Configuración de 360 canales y 14 cañones (todos menos los dos de respeto BOLT 9 l y 5 l)
10:34 EOL Transito reparación de los cañones-streamer L15-16 (3.5 khz) moundforce142 y SOL L16 (3.5 khz) fichero moundforce 143. Orientación N-S.
10:59 Falla el cañón nº 6 de babor G.I de 250 c.i. y se pone el cañón de respeto nº 8 de la banda de estribor de 5 l BOLT.
18: 02 Comienza la adquisición de multihaz con la ecosonda EM12 de la Línea 16.
23:23 EOL SMC MF16 shot 2438.
23:23 EOL L16 (3.5 khz) moundforce149 y SOL L17 (3.5 khz) moundforce 150
23:30 SOL MF17 SMC shot 1, cambio de configuración se registran 15 s TD, se dispara con todos los cañones (15) excepto el nº 6 de babor de 250 c.i que fallo esta mañana. Se dispara a 30 s.

6 de septiembre de 2007

08:00 Finaliza la adquisición de multihaz con la ecosonda EM12 de la Línea 17.
Sin novedades remarcables. Realizando el perfil MF17

7 de Septiembre 2007

5:40 Se deja de registrar la sísmica multicanal en la línea MF17 SMC.
6:15 Se soluciona el problema y se comienza nuevamente a registrar sísmica multicanal en la línea MF17 SMC.
9:00 Pasa un pesquero de nacionalidad china sobre el streamer, el cual se baja a 30 m por seguridad.
16:15 EOL MF17 (SMC) shot 5102.
16:20 EOL L-17 (3,5 kHz) y SOL L-18 (3,5 kHz) Fichero del 168 al 169.
16:30 SOL MF18 SMC. Volvemos a la configuración a 20 s y 50 m, con un volumen de 2649.
18: 00 Nos desviamos ligeramente del rumbo por la presencia de trasmallos
18:50 Final de la línea MF18 (SMC) shot 434.
18:57 Comienzo de la línea 19 SMC. En esta línea atravesamos el punto de sondeo 4B de la propuesta GUCADRILL. Gracias a ello Luís figurara eternamente en los agradecimientos.
19:16 Se pasa por encima del Site 4B en el shotpoint 61-62.

8 de Septiembre de 2007

01:05 Nos desviamos hacia estribor por incidencias con barco de pesca marroquí
01:39 El perfil de SMC comienza a tener ruido en la señal debido a la maniobra del buque
01:48 Se decide tomar de nuevo rumbo a la línea pero de forma gradual para ir recuperando el alineamiento del streamer.
06:15 Problemas con la adquisición. Se deja de registrar la línea 19 SMC (Shot 2104).
06: 25 Comienzo nuevamente de la adquisición la línea 19 SMC (Shot 2132).
06:41 Se conecta la sonda de multihaz EM12.
07:45 Nos desviamos 300 metros al encontrarnos una grúa y dos remolcadores.
09:50 Problemas con la adquisición. Se deja de registrar la línea 19 SMC (Shot 2754).
09:57 Comienzo nuevamente de la adquisición la línea 19 SMC (Shot 2775).
10:06 EOL SMC MF-19 shot 2804

10:06 EOL L19(3.5 khz) fichero moundforce 178 y SOL L20 (3.5 khz) fichero moundforce 179
 10:18 SOL SMC MF-20 shot 1
 10:32 Serge nos comenta que persisten los problemas con el streamer, esperaremos a que el mismo este alineado para chequearlo
 13:24 EOL MF-20 SMC y L20 3.5 khz (fichero moundforce 180)
 13:24 SOL MF-21 SMC y L21 3.5 khz (fichero moundforce 181)
 20:40 EOL MF-21 SMC. EOL L21 (3.5 khz) fichero moundforce 183 y SOL L22 (3.5 khz) fichero moundforce 184.
 23:00 SOL MF-22 SMC

9 de Septiembre de 2007

06:00 En el shot 1686 finaliza la línea de multicanal MF-22 de SMC
 06:12 Finaliza línea de CHEOPS L-22, fichero 188. Comienza línea de tránsito a Fin de Campaña

9.1.2 Le Journal de Bord (Français)

Le journal de la compagnie Moundforce à bord de buque L'Atalante de l'Ifremer, de 23 Août 2007 jusqu'à 13 septembre 2007, dans le golf de Cadix, marge ibérique et l'atlantique marocaine.

Le 24 Août 2007

09 :35 on est mit à mer
 10 :15 on a des sondes atteint et des valeurs de profondeur.
 11 :08 commencent à atteindre 3.5Khz (Chirp).
 11 :15 commence l'enregistrement thermique de chirp. Le fichier est moundforce001.sgy. Transit vers le point de départ de la sismique.
 13 :19 commence la manœuvre de déploiement de streamer.
 18 :00 on reprend le streamer, à cause des problèmes avec des stabilisateurs (birds).
 Déclanchement de troisième airbag dès la queue.
 19 :22 on monte à bord l'airbag.
 19 :34 commence le lâchement de streamer de nouveau.
 20 :30 on coïncide avec un bateau de pêche qui passe tout près de la pompe.
 22 :00 se finalise le lâchement de streamer.
 22 :08 commence les manœuvres de déploiement des canons.

Le 25 Août 2007

00 :08 les deux bandes de canons sont dans l'eau.
 01 :25 les canons commencent à tirer.
 01 :47 commence la ligne MF01.
 08 :54 s'arrête le canon n° 4 de bâbord (150in3) dans le shot n°1275.
 16 :00 se fait des divers plans de la campagne alternative à cause des problèmes imposés par l'Ifremer.
 17 :15 le commandant de bateau invite le chef de mission et son équipe (la bande des puretas et sobraos) à un apéritif.

Le 26 Août 2007

01 :00 fin de la ligne sismique multicanal L1 (EOL MF01), on tourne vers la ligne L2.
 01 :15 fin de la ligne L1 3.5 kHz et initiation de L2 3.5kHz (EOL L1& SOL L2).
 02 :40 commence L2 sismique multicanal (SOL MF02).
 03 :11 on prend le chemin exact de la ligne L2.
 17 :30 Changement de voie.
 20 :09 fin de la ligne MF02 du sismique multicanal et initiation de giration de transit vers la nouvelle ligne.
 20 :15 se finalise la ligne L02 de 3,5 kHz et commence la ligne L03
 20 :43 commence la ligne MF03 du sismique multicanal.

Le 27 Août 2007

01 :01 fin de la ligne sismique muticanal MF03 (EOL MF03).
 01 :08 fin de la ligne 3,5 kHz L3 et initiation de la ligne L4 (EOL L3-SOL L4) fichier moundforce28 et fichier moundforce29 respectivement.
 01 :16 initiation de la ligne MF04 du sismique multicanal.
 01 :53 on est sur le chemin exact de la ligne MF04.
 12 :29 on jetant un sippican. Il y a des preuves photographiques.
 14 :00 on montant une piscine portable sur la proue.
 19 :15 allument la multihaz pour le premier segment de l'enregistrement de la bathymétrie multihaz.
 20 :30 s'ouvre un projet dans le kingdom suite pour charger les profils de CHEOPS en format SEG-Y.
 22 :20 l'embauché enseigne aux professeurs titulaires des provinces quelque gestion à propos le SeisSee et le kingdom Suite.

Le 28 Août 2007

01 :18 commence la giration vers la ligne MF05, SMC et 3,5 kHz sont encore en acquisitions.
 01 :34 fin de L4 3,5 kHz et initiation de L5 (EOL L4-SOL L5), fichier moundforce39 et fichier moundforce40 respectivement. Fin de la ligne MF04 du sismique multicanal.
 01 :45 commence la ligne MF05 du sismique multicanal (SOL-MF04).
 05 :39 fin de L5 3,5 kHz et initiation de L6 (EOL L5-SOL L6) fichiers moundforce42 et moundforce43 respectivement. Fin de ligne MF05 du sismique multicanal.
 06 : 21 initiation de la ligne sismique multicanal MF06.
 06 :35 à 06 : 39 problèmes d'acquisition entre les shot des points 42 et 54.
 07 :21 on lançant un sippican –XBT.
 08 :21 commencent à tiré avec le canon n°8 de tribord, type Bolt avec 51 de capacité.
 08 :58 à 09 :10 l'acquisition de la sismique ne marche pas bien.
 09 :19 pratiquement dès l'initiation de la ligne il y a des problèmes d'acquisition dans le streamer depuis le canal 122 jusqu'à le 360. On décide de ramenés le système d'acquisition pour se procéder dans la réparation de streamer ainsi dans la vérification des canaux.
 09 :46 on procède à ramenés le système d'acquisition sismique. Le point de retour à la ligne a les coordonnées suivant 34°13,97N y 08°30,9864W correspondant au shot 596.
 11 :57 s'arrête l'acquisition de la bathymétrie multihaz.
 23 :00 les techniciens n'arrivent pas réglés totalement la section de streamer affecté par les lancés des pêcheurs, proposent vérifier le streamer dans l'eau et si ça ne marche pas s'amènera le lendemain pour le réglé. Le problème peut affecter les canons entre 36 et 60. se décide

comme un mauvais mineur enregistrer avec le streamer dans cet état. Se perdra le réseau et en partie sera compliqué le processus, mais en perdra pas la ligne.

Le 29 Août 2007

00 :48 commence à ramener les canons de la partie tribord.
 01 :44 se termine le relèvement des canons de la bande de bâbord.
 02 :15 commence la ligne L-6B (fichier 54) de 3,5 kHz (SOL L-6B). S'enregistre avec l'écosonde Multihaz.
 03 :00 commence la ligne MF06B du sismique multicanal (SOL MF06B).
 06 :40 se déconnecte l'enregistrement de l'écosonde multihaz.
 23 :39 on arrive au point 6B. Changement de direction dans la ligne 6 vers le point 7a. Se termine la ligne L-6B et commence la ligne L7 (opération dans le fichier 63).
 23 :49 EOL L6B (SMC) y SOL L7 (SMC).

Le 30 Août 2007

00 :00 on prend le voie de la ligne 7.
 02 :43 fin de la ligne sismique multicanal 7 (EOL MF7).
 03 :00 fin de la ligne 3.5 kHz L7 (EOL-7) et commence la ligne L8 (SOL L8) (changement de fichier 65 à 66).
 18 : 30 apéritif à base de porc et canapés. dîner sous forme de barbecue de cochon grillé.
 19 :21 commence l'enregistrement de l'écosond multihaz.

Le 31 Août 2007

06 :18 fin de la ligne MF08.
 07 :10 l'initiation de la ligne L-9 de Chéops.
 07 :15 initiation de la ligne MF-09 dans le multicanal.
 11 :29 se détecte une erreur dans la nomenclature des lignes, se procède à les renommées et à partir de cette heure les changements de trajet son des nouveaux lignes.
 12 :48 la passerelle indiquent l'initiation de la giration de la ligne 9 vers la ligne 10.
 12 :55 EOL MF-09 SMC et EOL L9 (3.5 kHz-moundforce85)-SOL L10 (3.5 kHz-moundfotce86).
 12 :56 SOL MF-10 SMC.

Le 1 septembre 2007

11 :40 s'épuise le papier de l'enregistreur thermique, se détecte à 12 :10, se procède le changement.
 15 :30 fin de la ligne MF-10 (SMC) et L10 (3.5 kHz) et commence la ligne L11 (3.5 kHz).
 16 :10 commence la ligne MF-11 (SMC) en tire chaque 75 m, avec 16 canons et 3449 in3, 140 bars, 336 canaux et 28 fold.
 18 :43 fin de la ligne MF-11 (SMC). On commence le changement de la trajectoire vers la ligne 12.
 18 :51 fin de la ligne 11 (3.5 kHz-moundforce100) et commence la ligne 12 (3.5 kHz-moundforce101).
 19 :25 commence la ligne MF-12 (SMC). On tire chaque 75 m, avec 16 canons et 3449 in3, 140 bars, 336 canaux et 28 fold.

Le 2 septembre 2007

14 :07 s'arrête 3.5 kHz. Se recommence le 3.5 kHz à cause des problèmes dans la fenêtre des acquisitions.

14 :16 commence l'acquisition de 3.5 kHz.

22 :37 EOL du sismique multicanal MF-12.

22 :37 EOL L12 (3.5 kHz-moundforce113)-SOL L13 (3.5 kHz-moundforce114).

22 :38 SOL MF-13 (SMC), la configuration des tirs continue à 30s (75 m).

23 :00 on est sur la ligne MF-13.

Le 3 septembre 2007

08 :59 commence l'enregistrement de la multihaz de la ligne L13.

11 :20 se détecte de nombreux bateaux de pêche dans la marge marocaine, se procède à réduire la ligne MF13 et changer le chemin en direction N-S (transit L13 à L14 (MF131 ou L131)) pour passer à la ligne MF14.

11 :24 EOL MF 13 SMC shot 1602.

11 :27 SOL MF131 shot 1.ligne de transit de L13 à L14. Configuration à 20 et 50m, sans les canons BOLT de 5 et 91 de respect.

11 :27 EOL L13 (3.5 kHz) et SOL L131 (transit L13 à L14). Fichier moundforce119 à 12 resp.

12 :45 EOL ligne 131 (3.5 kHz fichier moundforce120) et SOL ligne 14 (3.5 kHz, fichier moundforce121).

12 :46 EOL MF 131 SMC shot 241.

12 :47 SOL MF14 SMC shot 1.

12 :55 on est dans le trajet exact de la ligne MF14.

18 :08 se ferme l'acquisition de la multihaz EOF de la ligne 14.

23 :34 EOL du sismique multicanal MF14 (shot 1996).

23 :34 EOL L14 (3.5 kHz fichier moundforce125) et SOL L15 (3.5 kHz fichier moundforce126).

23 :35 SOL SMC MF15 (shot 1).

23 :45 on est dans le trajet exact de la ligne MF15.

Le 4 septembre 2007

00 :44 les portables des scientifiques son affectés par des virus.

10 :48 se détecte une perte dans un des canons. Estiment la possibilité de le substituer.

10 :59 le canon BOLT de 5 (n°7) peut présenter une petite fouge, mais pas importante alors se décide le laisser, au cas de grand perte, le changé par un autre de la même bande.

17 :44 s'arrête l'acquisition avec les canons.

18 :00 commence les canons les tirs : se suive la même puissance, mais dans la bande tribord se tire seulement avec deux canons.

18 :02 tous les canons vont bien sauf le 3 de tribord qui ne marche pas.

21 :45 le canon n°7 de tribord saisie de fonctionner, et se mit en marche le n° 8 de la même ligne des canons.

23 :35 se perd la profondeur de fond celle que EM12 envois au système CHEOPS.

23 :57 s'éteindre le terminal de CHEOPS, pas d'enregistrement.

Le 5 de septembre de 2007

00 :12 commence l'enregistrement de CHEOPS de nouveau avec une estimation correcte de profondeur de part d'EM12. Fichier moundforce137.
 01 :00 fin de la ligne MF15 SMC shot 4710. EOL L15 (3.5 kHz) et SOL transit réparation des canons (fichier moundforce137 et moundforce138 respectivement).
 01 :05 commence le remaniement des canons de la bande de bâbord, puis celle de tribord enfin les manœuvres de remaniement et prolongation avec deux nouvelles sections de streamer. Réparation des canons.
 09 :00 les canons et le steamer se termine de lâcher et finalement sont dans l'eau après les réparations.
 09 :21 commence à tirer progressivement avec les canons.
 09 :23 tous les canons tirent.
 10 :34 SOL sismique multicanal MF16 Shot 1. Configuration de 360 canaux et 14 canons (sauf ce de BOLT 91 et 51).
 10 :34 EOL transit réparation des canons-streamer L15-16 (3.5kHz) moundforce142 et SOL L16 (3.5 kHz) fichier moundforce143. Orientation N-S.
 10 :59 le canon n°6 de bâbord G.I de 250 c.i. ne marche pas bien, et se mit le canon n°8 de la bande tribord de 51 BOLT.
 18 :02 commence l'acquisition de multihaz avec l'ecosonde EM12 de la ligne 16.
 23 :23 EOL SMC MF 16 shot 2438.
 23 :23 EOL L16 (3.5kHz) moundforce149 et SOL L17 (3.5kHz) moundforce150.
 23 :30 SOL MF17 SMC shot 1, changement de configuration, s'enregistre 15s TD, se tire avec tous les canons (15) sauf le n°6 de bâbord de 250 c.i qui a donner déjà des problèmes cette matinée. Se tire à 30s.

Le 6 septembre de 2007

08 :00 se finalise l'acquisition de multihaz avec l'ecosonde EM12 de la ligne 17.
 Sans nouvelles remarquables. Réalisons le profile MF17.

Le 7 septembre de 2007

05 :40 se laisse enregistrer la sismique multicanal dans la ligne MF17 SMC.
 06 :15 le problème est solutionné, commence de nouveau l'enregistrement du sismique multicanal dans la ligne MF17 SMC.
 09 :00 un bateau de pêche de nationalité chinois passe sur le streamer, à cause de ça se diminue à 30 m pour sécurité.
 16 :15 EOL MF17 (SMC) shot 5102.
 16 :20 EOL L-17 (3.5kHz) et SOL L-18 (3.5kHz) fichier de 168 à 169.
 16 :30 SOL MF18 SMC. On retourne à la configuration 20s et 50m, avec un volume de 2649.
 18 :00 on change légèrement la trajectoire à cause de la présence des filets.
 18 :50 fin de la ligne MF 18 (SMC) shot 434.
 18 :57 initiation de la ligne 19 SMC. Dans cette ligne on travers le point de sondage 4B de la proposition GUCADRILL. Grâce à cela lui va être remercié pour l'éternité.
 19 :16 se passe justement sur le site 4B dans le shot point 61-62.

Le 8 septembre de 2007

01 :05 on dévie vers le tribord à cause des incidences avec le bateau de pêche marocaine.
 01 :39 le profil de SMC commence à avoir de bruit dans le signal à cause de la manœuvre de buque.

01 :48 se decide prendre de nouveau le trajet vers la ligne d'une manier graduelle pour récupérer l'alignement de streamer.
06 :15 problèmes avec l'acquisition. Se laisse enregistrer la ligne 19 SMC (Shot 2104).
06 :25 commence de nouveau l'acquisition de la ligne 19 SMC (shot 2132).
06 :41 se connecte la sonde de multihaz EM12.
07 :45 on coincide avec une grue et deux remorqueurs se qui nous oblige a dévie 300m.
09 :50 problèmes d'acquisition, se laisse enregistrer la ligne 19 SMC (shot 2754). 09 :57 commence de nouveau l'acquisition de la ligne 19 SMC (2775).
10 :06 EOL SMC MF19 shot 2804
10 :06 EOL L19 (3.5 kHz) fichier moundforce178 et SOL L20 (3.5khz) fichier moundforce179.
10 :18 SOL SMC MF20 shot 1.
10 :32 serge commente que les problèmes persistent avec le streamer, on attendra à que ce dernier soit aligner pour le vérifie.
13 :24 EOL MF20 SMC et L20 3.5kHz (fichier moundforce180).
13 :24 SOL MF21 SMC et L21 3.5kHz (fichier moundforce181).
20 :40 EOL MF21 SMC.EOL L21 (3.5 kHz) fichier moundforce183 et SOL L22 (3.5kHz) fichier moundforce184.
23 :00 SOL MF 22 SMC.

Le 9 septembre de 2007

06:00 dans le shot 1686 se termine la ligne de multicanal MF22 de SMC.
16:12 se termine la ligne de CHEOPS L22 fichier moundforce188, commence la ligne de transit vers la fin de la campagne.

9.1.3 Diário da campanha (Português)

Diário da campanha Moundforce a bordo do navio **L'Atalante** de Ifremer, desde o dia 23 de Agosto de 2007 até ao dia 13 de Setembro de 2007, no Golfo de Cádiz, margens ibéricas e marroquinas do oceano atlântico.

Día 24 de Agosto de 2007

9:35 Encontramo-nos no mar.
10:15 Temos a sonda a funcionar e obtemos valores de profundidade.
11:08 Começo do trabalho do sistema 3.5 kHz (Chirp).
11:15 O registo, na impressora térmica, começa a realizar-se. O primeiro ficheiro de gravação designa-se moundforce001.sgy. Trânsito até ao ponto onde se vão iniciar as operações da sísmica.
13:19 Início a manobra de colocação do *streamer* na água.
18:00 Recolhe-se o *streamer* por problemas com os estabilizadores (*birds*) e o airbag do terceiro *bird* disparou (o primeiro é o que se encontra mais distante do navio).
19:22 Retira-se o airbag da água.
19:34 Recomeça-se a operação de largada do *streamer*.
20:30 Incidência com um barco pesqueiro que passa muito perto da bóia.
22:00 O *streamer* está todo na água.
22:08 Começam as manobras para a colocação dos canhões de ar na água.

Día 25 de Agosto de 2007

- 00:08 Ambas as linhas de canhões estão colocadas na água.
01:25 Os canhões começam a disparar.
01:47 Início da linha sísmica MF01.
08:54 É necessário parar o canhão de ar nº4 (150 in³), do lado bombordo, no shot nº1275.
16:00 Realizam-se vários planos de campanha alternativos devido às imposições colocadas pela IFREMER.
17:15 O capitão do barco convida o chefe da missão e sua leal equipa para um *aperitivo*.

Día 26 de Agosto de 2007

- 01:00 Fim da linha L1 de sísmica multicanal (EOL MF01). Realiza-se a manobra necessária para chegar ao primeiro ponto da linha L2.
01:15 Fim da linha L1 de 3.5 kHz e início da linha L2 de 3.5 kHz (EOL L1 & SOL L2).
02:40 Começo da linha L2 de sísmica multicanal (SOL MF02).
03:11 Atingimos o rumo exacto de L2.
17:30 Mudança de rumo.
20:09 Final da linha MF02 de sísmica multicanal. Começa a manobra e o trânsito até à próxima linha.
20:15 Fim da linha L-02 de 3,5 kHz e começo da linha L-03.
20:43 Começo da linha MF03 de sísmica multicanal.

Día 27 de Agosto de 2007

- 01:01 Fim da linha de sísmica multicanal MF03 (EOL MF03).
01:08 Fim da linha L3 de 3.5 kHz e início da linha L4 (EOL L3-SOL L4), ficheiro moundforce28 e ficheiro moundforce29, respectivamente.
01:16 Início da linha MF04 de sísmica multicanal.
01:53 Atingimos o rumo exacto da MF04.
12:29 Lançamento de um Sippican. Registo fotográfico do lançamento.
14:00 Montagem da piscina na proa do navio.
19:15 Entrada em funcionamento da sonda multifeixe (primeiro registo efectuado).
20:30 Abertura de um projecto em Kingdom Suite para carregar os perfis do CHEOPS (em formato SEG-Y).
22:20 O contratado ensina aos professores a bordo algumas questões sobre o *SeisSee* e o *Kingdom Suite*. Surpreendentemente os professores entendem-no.

Día 28 de Agosto de 2007

- 01:18 Início da manobra até à linha MF05. Mantém-se a aquisição de 3.5 kHz e SMC.
01:34 Fim da linha L-4 de 3.5 kHz e início da linha L-5 (EOL L4-SOL L5), ficheiro moundforce39 e moundforce40, respectivamente. Fim da linha MF04 de sísmica multicanal.
01:45 Começo da linha MF05 de sísmica multicanal (SOL-MF04).
05:39 Fim da linha L-5 de 3.5 kHz e início da linha L-6 (EOL L5-SOL L6), ficheiro moundforce42 e moundforce43, respectivamente. Fim da linha MF05 de sísmica multicanal.
06:21 Início da linha de sísmica multicanal MF06.
06:35 a 6:39 Problemas com a aquisição entre os shotpoints 42 e 54.
07:21 Lançamento de um Sippican – XBT.

- 08:21 Começa a disparar o canhão nº8 de estibordo, tipo Bolt e com 5l de capacidade.
- 08:58 a 09:10 A aquisição de sísmica não está a funcionar bem.
- 09:19 Desde praticamente o início da linha há problemas no *streamer* desde o canal 122 até ao 360, influenciando a aquisição da sísmica. Planeia-se a recolha do sistema de aquisição para que se possa proceder quer à verificação dos canais quer à reparação do *streamer*.
- 09:46 Recolha do sistema de aquisição de sísmica.
O ponto onde se deverá retomar a aquisição nesta linha sísmica, depois da correcção do sistema de sísmica, tem coordenadas 34° 13,97 N e 08° 30,9864, que correspondem ao shot 596.
- 11:57 Paragem na aquisição de dados de batimetria multifeixe.
- 23:00 Os técnicos não são capazes de arranjar toda a secção do *streamer* afectada pelas redes de pesca (o problema pode afectar entre 36 a 60 canais), propondo fazer uma verificação do *streamer* na água. Caso esta verificação não mostre suficiente então planear-se-á a retirada do *streamer* no dia seguinte. No entanto opta-se continuar a aquisição de sísmica com o *streamer* neste estado, porque apesar de representar perda de cobertura e reduzir parcialmente a informação obtida, não se perderá o registo da linha.

Día 29 de Agosto de 2007

- 00:48 Início da colocação dos canhões de ar na água, começando por estibordo.
- 01:44 Todos os canhões de ar se encontram na água.
- 02:15 Começo da linha L-6B (ficheiro 54) de 3,5 kHz (SOL L-6B). Aquisição com a sonda multifeixe.
- 03:00 Começo da linha MF06B de sísmica multicanal (SOL MF06B).
- 06:40 Paragem na aquisição com a sonda multifeixe.
- 23:39 Atingimos o ponto 6.B. Mudança de rumo na linha 6, de forma a atingir o ponto 7a. Fim da linha L-6B e começo da linha L-07 (Operação registada no ficheiro 63).
- 23:49 EOL L6B (SMC) e SOL L7 (SMC)

Día 30 de Agosto de 2007

- 00:00 Seguimos segundo o rumo da linha 7.
- 02:43 Fim da linha de sísmica multicanal 7 (EOL MF7).
- 03:00 Fim da linha de 3.5 kHz L-7 (EOL- 7) e começo da linha L-8 (SOL -8) (mudança de ficheiros de 65 para 66).
- 18:30 Tarde com aperitivos (presunto e canapés) e jantar ao estilo barbecue, com porco no espeto.
- 19:21 Começo do registo com a ecosonda multifeixe.

Día 31 de Agosto de 2007

- 06:18 Fim da linha sísmica MF08.
- 07:10 Início da linha L-9 de CHEOPS.
- 07:15 Início da linha MF-09 de multicanal.
- 11:29 Erro na nomenclatura das linhas. As linhas são renomeadas (alteração nos números que as designam) para que toda a informação esteja correcta e coerente.
- 12:48 Informação da ponte relativamente à mudança de rumo desde a linha 9 até à linha 10.
- 12:55 EOL MF-09 SMC e EOL L9 (3.5 kHz-Ficheiro85) - SOL L10 (3.5 kHz-Ficheiro86)
- 12:56 SOL MF-10 SMC

Día 1 de Setembro de 2007

- 11:40 O papel na impressora térmica acaba, mas só às 12:10 se procede à mudança do rolo.
Falha no registo de 3.5 kHz durante este intervalo.
- 15:30 Fim da linha MF-10 (SMC) e L-10 (3.5 kHz) e começo da linha L-11 (3.5 kHz).
- 16:10 Início da linha MF-11 (SMC). Dispara-se a cada 75 m, com 16 canhões de ar e 3449 in3, 140 bares, 324 canais e 28 fold.
- 18:43 Fim da linha MF-11 (SMC). Inicia-se a mudança de rumo até à linha 12.
- 18:51 Fim da linha 11 (3.5 kHz -Ficheiro 100) e começo da linha 12 (3.5 kHz -Ficheiro101).
- 19:25 Começo da linha MF-12 (SMC). Dispara-se a cada 75 m, com 16 canhões de ar e 3449 in3, 140 bares, 324 canais e 28 fold.

Día 2 de Setembro de 2007

- 14:07 Paragem na aquisição de 3.5 kHz, por problemas na janela de aquisição.
- 14:16 Retoma-se a aquisição de 3.5 kHz.
- 22:37 EOL sísmica multicanal MF-12.
- 22:37 EOL L12 (3.5 kHz -moundforce113) - SOL L13 (3.5 kHz -moundforce114)
- 22:38 SOL MF-13 (SMC), continua a manter-se a mesma configuração de disparos, um a cada 30 s (75 m).
- 23:00 No rumo da linha MF-13.

Día 3 de Setembro de 2007

- 8:59 Início do registo com a sonda multifeixe na Linha 13.
- 11:20 A presença de muitos barcos de pesca na margem marroquina, leva a que seja necessário encurtar a linha MF13. Para tal toma-se um rumo N-S, designado nos registos: Trânsito L13 a L14 (MF131 ou L131), de forma a chegar à linha MF14.
- 11:24 EOL MF13 SMC shot1602.
- 11:27 SOL MF131 (linha de trânsito entre L13 e L14), shot1. Configuração de 20s e 50m, sem os canhões BOLT de reserva, de 5 e 9 l.
- 11:27 EOL L13 (3.5 kHz) e SOL L131, ficheiros moundforce119 e 120, respectivamente.
- 12:45 EOL linha 131 (3.5 kHz, ficheiro moundforce120) e SOL línea 14 (3.5 kHz, ficheiro moundforce121).
- 12:46 EOL MF131 SMC shot241.
- 12:47 SOL MF14 SMC, shot1.
- 12:55 Encontramo-nos no rumo exacto da linha MF14.
- 18:08 Termina-se a aquisição da sonda multifeixe: EOF Linha 14.
- 23:34 EOL sísmica multicanal MF14 (shot1996).
- 23:34 EOL L14 (3.5 kHz ficheiro moundforce125) e SOL L15 (3.5 kHz ficheiro moundforce126).
- 23:35 SOL SMC MF15 (shot1).

Día 4 de Setembro de 2007

- 00:44 Observa-se que começou uma epidemia de vírus informáticos, que afecta todos os diferentes computadores e periféricos da equipa científica, incluindo os do investigador principal.
- 10:48 Um dos canhões não funciona correctamente, detectando-se uma perca de pressão que prejudica o seu funcionamento. Põe-se a hipótese da sua substituição.

- 10:59 O canhão de ar BOLT de 5l (nº 7) deverá sofrer de uma pequena fuga, mas é tomada a decisão de o manter a funcionar uma vez que a perda sofrida é pequena. Caso a fuga se mostre mais significativa então deveria ser substituído pelo correspondente.
- 17:44 Paragem na aquisição de dados devido a problemas na alimentação eléctrica dos canhões de ar.
- 18:00 Os canhões de ar voltam a disparar. Mantém-se a mesma potência, apesar de no lado estibordo só se disparar com dois canhões.
- 18:02 Todos os canhões disparam excepto canhão nº 3 de estibordo.
- 21:45 O canhão nº7 de estibordo para de funcionar, razão pela qual se põe a funcionar o canhão nº8 da mesma linha de canhões.
- 23.35 Perde-se a medição de profundidade do fundo oceânico que a EM12 envia ao sistema CHEOPS.
- 23:57 O terminal do CHEOPS desliga-se e não há registos.

Día 5 de Setembro de 2007

- 00:12 Recomeço do registo do CHEOPS que retoma as estimativas correctas da profundidade do fundo por parte da EM12. Ficheiro moundforce137.
- 01:00 Fim da linha MF15 (SMC) shot4710. EOL L15 (3.5 kHz) e SOL “Trânsito para reparação dos canhões de ar - L15-16 (3.5 kHz)”, ficheiro moundforce137 e moundforce138, respectivamente.
- 01:05 Início da recolha da linha de canhões de ar do lado bombordo, seguindo-se a linha de estibordo. Seguem-se as manobras para a recolha de streamer e colocação de duas novas secções, de forma a repará-lo. Reparação dos canhões de ar.
- 09:00 Os canhões de ar e o streamer encontram-se na água, depois das suas respectivas reparações terem sido efectuadas.
- 09:21 O disparo dos canhões começa progressivamente.
- 09:23 Todos os canhões disparam.
- 10:34 SOL Sísmica multicanal MF16 Shot1. Configuração usada: 360 canais e 14 canhões (todos menos os dois de reserva BOLT 9 l e 5 l).
- 10:34 EOL “Trânsito para reparação dos canhões de ar - L15-16 (3.5 kHz)”, ficheiro moundforce142 e SOL L16 (3.5 kHz), ficheiro moundforce143. Orientação N-S.
- 10:59 Falha no canhão de ar nº 6 de bombordo G.I de 250 c.i. e põe-se canhão de reserva nº 8 (5 l BOLT), de estibordo, a funcionar.
- 18: 02 Início da aquisição de batimetria multifeixe com a ecosonda EM12, durante a linha 16.
- 23:23 EOL SMC MF16 shot2438.
- 23:23 EOL L16 (3.5 kHz) moundforce149 e SOL L17 (3.5 kHz) moundforce150.
- 23:30 SOL MF17 SMC shot1, mudança na configuração dos disparos. Mudança na configuração, registando 15s (tempo de ida e volta), dispara-se com todos os canhões (15), excepto o nº 6 de bombordo de 250 c.i que falhou esta manhã. Dispara-se a 30 s.

Día 6 de Setembro 2007

- 08:00 Fim da aquisição de dados de batimetria multifeixe com a ecosonda EM12, na linha 17. Não há nenhum incidente a referir. O perfil MF17 está a ser realizado dentro do normal.

Día 7 de Setembro 2007

- 5:40 Paragem no registo da sísmica multicanal na linha MF17 SMC.
- 6:15 O problema existente foi solucionado e o registo recomeça.

- 9:00 Passa um barco pesqueiro de nacionalidade chinesa sobre o *streamer*, o qual se baixa a 30 m por segurança.
- 16:15 EOL MF17 (SMC) shot 5102.
- 16:20 EOL L-17 (3,5 kHz) e SOL L-18 (3,5 kHz), ficheiro 168 e 169, respectivamente.
- 16:30 SOL MF18 SMC. Regressamos à configuração de 20s e 50m, com um volume de 2649 in3.
- 18: 00 Desvio ligeiro no rumo, devido à existência de aparelhos de pesca na água.
- 18:50 Final da linha MF18 (SMC) shot434.
- 18:57 Início da linha sísmica 19 (SMC). Esta linha cruza o ponto de sondagem 4B do projecto GUCADRILL. Graças a isto, Luis figurará eternamente nos agradecimentos.
- 19:16 Cruza-se o ponto 4B no shotpoint 61-62.

Día 8 de Setembro 2007

- 01:05 Incidências com um barco de pesca marroquino que nos levou a um pequeno desvio para estibordo.
- 01:39 No perfil de SMC começa a observar-se ruído, devido à manobra do navio.
- 01:48 Retoma-se o rumo da linha, mas de forma gradual para permitir o correcto funcionamento da aquisição de sísmica.
- 06:15 Problemas com a aquisição. Paragem no registo da linha 19 SMC (Shot2104).
- 06: 25 Retoma-se a aquisição na linha 19 SMC (Shot2132).
- 06:41 Liga-se a sonda multifeixe EM12.
- 07:45 Desvio de 300 metros no nosso rumo, quando nos cruzamos com uma grua e dois rebocadores.
- 09:50 Problemas com a aquisição. Paragem no registo da linha 19 SMC (Shot2754).
- 09:57 Recomeço da aquisição da linha 19 SMC (Shot2775).
- 10:06 EOL SMC MF-19 shot2804.
- 10:06 EOL L19 (3.5 kHz) ficheiro moundforce178 e SOL L20 (3.5 kHz) ficheiro moundforce179.
- 10:18 SOL SMC MF-20 shot1.
- 10:32 Serge comenta que persistem alguns problemas com o streamer, esperamos no entanto que esteja a funcionar correctamente.
- 13:24 EOL MF-20 SMC e L20 3.5 kHz (ficheiro moundforce180).
- 13:24 SOL MF-21 SMC e L21 3.5 kHz (ficheiro moundforce181)
- 20:40 EOL MF-21 SMC. EOL L21 (3.5 kHz) ficheiro moundforce183 e SOL L22 (3.5 kHz) ficheiro moundforce184.
- 23:00 SOL MF-22 SMC.

Día 9 de Setembro 2007

- 06:00 Fim da sísmica multicanal, linha MF-22 (SMC), shot1686.
- 06:12 Fim da linha de CHEOPS L-22, ficheiro 188. Começa a linha de trânsito para o final da campanha.

9.1.4 Cruise Daily Report (English)

Cruise Daily Report, on board of the ship **L'Atalante** from Ifremer, since the 23th of August of 2007 until the 13th of September of 2007, in Gulf of Cádiz, Iberian and Moroccan Atlantic margins.

24th of August of 2007

9:35 We are in the sea.
10:15 The sounder is working and we have values for depth.
11:08 Start of the work with 3.5 kHz system (Chirp).
11:15 Start of Chirp recording in the thermic printer, showing the results of the first file, saved as moundforce001.sgy. in transit to the point where the seismic operations will start.
13:19 Start of the maneuver for putting the streamer in the water.
18:00 Withdraw of the streamer due to some problems with the stabilization devices (birds).
The airbag of the third bird inflated (the first bird is the one that is farthest from the ship).
19:22 The airbag is taken out of the water.
19:34 Restart of maneuver for putting the streamer in the water.
20:30 Incident with a fishing boat that crossed really close from the buoy.
22:00 The streamer is totally in the water.
22:08 Beginning of the operations for placing the airguns in the water.

25th of August of 2007

00:08 All the airguns are in the water.
01:25 Airguns start shooting.
01:47 Start of the seismic line MF01.
08:54 The 4th airgun (150 in³), from the port side of the ship, needs to be stopped at the shot n°1275.
16:00 Changes in the initial cruise's plan due to some restrictions from IFREMER.
17:15 The captain of the ship invites the cruise's chief and his loyal team to take an aperitif.

26th of August of 2007

01:00 End of the seismic line L1 (EOL MF01). Making the maneuver for taking the start point of line L2.
01:15 End of line L1 of 3.5 kHz and start of L2 of 3.5 kHz (EOL L1 & SOL L2).
02:40 Start of seismic line L2 (SOL MF02).
03:11 We got the exact course for L2.
17:30 Changing of the course.
20:09 End of seismic line MF02. Start of the maneuver to take the next line.
20:15 End of the line L-02 of 3,5 kHz and start of line L-03.
20:43 Start of seismic line MF03.

27th of August of 2007

01:01 end of seismic line MF03 (EOL MF03)
01:08 End of L3 of 3.5 kHz and start of seismic line L4 (EOL L3-SOL L4) file's name moundforce28 and moundforce29, respectively.
01:16 Start of seismic line MF04.
01:53 Arrival to the correct course of the line MF04.
12:29 A Sippican in launched .Photographic registration of the operation.

- 14:00 The crew disposed a swimming pool in the front part of the ship.
19:15 The multibeam starts working and we have the first record.
20:30 Criation of a project in Kingdom Suite to allow the upload of all profiles of CHEOPS, in format SEG-Y.
22:20 The contracted man gives a lesson to the professors on board about some features of SeisSee and Kingdom Suite softwares. Unbelievably they all understand him.

28th of August of 2007

- 01:18 Start of the maneuver to take line MF05. The acquisition of 3.5 kHz and SMC are kipped.
01:34 End of line L-4 of 3.5 kHz and start of line L-5 (EOL L4-SOL L5) file moundforce39 and moundforce40, respectively. End of seismic line MF04.
01:45 Start of seismic line MF05 (SOL-MF04).
05:39 End of line L-5 of 3.5 kHz and start of line L-6 (EOL L5-SOL L6) file moundforce42 and 43 respectively. End of seismic line MF05.
06:21 Start of seismic line MF06.
06:35 a 6:39 Problems with the acquisition between the shot points 42 e 54.
07:21 Launching of a Sippican – XBT.
08:21 The airgun n°8, from the port side, starts shooting. It's a airgun, type Bolt with capacity of 5 l.
08:58 a 09:10 Seismic acquisition isn't working well.
09:19 Since almost the beginning of the line, there were some problems with the streamer from the channel 122 to the cannel 360, damaging the quality of the seismic acquisition. With the aim of verify the channels with problems and repair the streamer, is proposed to recover the acquisition equipment.
09:46 The seismic acquisition system is taken out of the water.
The restart point for seismic acquisition, after the rectification of the streamer should be 34° 13,97 N and 08° 30,9864. These are the coordinates that corresponds to shot point number 596.
11:57 The multibeam aquisition is stopped.
23:00 Technicians aren't able to fix up the damage section of the streamer (the problem affect between 36 and 60 channels). The propose is to check the streamer in the water, and in the case of being not enough it should be taken out of the water in the next day. As final decision, cientific team decides to keep the acquisition with the damaged section of the streamer because it's more important to have some recording of the line, even that this recording will have some deficiency in the quality of the acquisition data and processing.

29th of August of 2007

- 00:48 Starting from the port side, the airguns are placed in the water.
01:44 The airguns are all in the water.
02:15 Start of line L-6B (file54) of 3,5 kHz (SOL L-6B). Recording of multibeam sound data.
03:00 Start of seismic line MF06B (SOL MF06B).
06:40 Acquisition with the multibeam sound is stopped.
23:39 Arrival to point 6.B. Change in the course to take line 7. End of line L-6B and start of line L-07 (situation recorded in the file 63).
23:49 EOL L6B (SMC) and SOL L7 (SMC).

30th of August of 2007

00:00 Taking the course of line 7.
02:43 End of seismic line 7 (EOL MF7)
03:00 End of line L-7 of 3.5 kHz (EOL- 7) and start of line L-8 (SOL -8). Change of files from 65 to 66.
18:30 Evening with some aperitifs (ham and *canapés*) and dinner in “barbecue style”, with pork on spit.
19:21 Start of recording with multibeam sound.

31st of August of 2007

06:18 End of seismic line MF08.
07:10 Start of CHEOPS line L-9.
07:15 Start of multichannel seismic line MF-09.
11:29 Mistake in the nomenclature of the lines and because of that some lines are renamed (changes in the label numbers) to assure that all information is coherent at the end.
12:48 Information from the bridge saying that there will be a change of course in order to take the exact course of line10.
12:55 EOL MF-09 SMC and EOL L9 (3.5 kHz-File 85) - SOL L10 (3.5 kHz-File 86).
12:56 SOL MF-10 SMC.

1st of September of 2007

11:40 The paper in the thermic printer it's over, but only at 12:10 a new paper roll is putted. Missing record during this interval.
15:30 End of line MF-10 (SMC) and L-10 (3.5 kHz) and start of line L-11 (3.5 kHz).
16:10 Start of line MF-11 (SMC). Shots made at each 75 m, with 16 airguns and 3449 in3, 140 bars, 324 channels and 28 fold.
18:43 End of line MF-11 (SMC). Start of the course changing in order to get the start point of line 12.
18:51 End of line 11 (3.5 kHz-File100) and start of line 12 (3.5 kHz-File 101).
19:25 Start of line MF-12 (SMC). Shots made at each 75 m, with 16 airguns and 3449 in3, 140 bars, 324 channels and 28 fold.

2nd of September of 2007

14:07 Stop in the acquisition with 3.5 kHz system, because of some problems in the acquisition window.
14:16 Restart of the acquisition with 3.5 kHz system.
22:37 EOL multichannel seismic line MF-12.
22:37 EOL L12 (3.5 kHz-moundforce113)-SOL L13 (3.5 kHz-moundforce114).
22:38 SOL MF-13 (SMC). Configuration of shooting from the previous lines is kipped (one shot at each 30 s (75 m)).
23:00 In the course of line MF-13.

3rd of September of 2007

8:59 Beginning of recording with multibeam sound (during line 13).
11:20 Line MF13 is reduced in size because we are really closed from Morrocan Atlantic margin and is possible to identify several fishing boats. To shrink the line, we take a course N-

S, until one point in the line MF14. This files are designated as “Transito L13 a L14”, MF131 or L131.

11:24 EOL MF13 SMC shot 1602.

11:27 SOL MF131 shot 1. Shots at each 50m and 20s, with the reserve airguns BOLT of 5 and 9l.

11:27 EOL L13 (3.5 kHz) and SOL L131 (transit between L13 and L14), files moundforce119 a 120, respectively.

12:45 EOL línea 131 (3.5 kHz, file moundforce120) e SOL line 14 (3.5 kHz, file moundforce121) .

12:46 EOL MF131 SMC shot 241.

12:47 SOL MF14 SMC shot 1.

12:55 We got the exact course for MF14.

18:08 End of acquisition with multibeam sound: EOF Línea 14.

23:34 EOL seismic line MF14 (shot1996).

23:34 EOL L14 (3.5 kHz file moundforce125) e SOL L15 (3.5 kHz file moundforce126).

23:35 SOL SMC MF15 (shot1).

4th of September of 2007

00:44 An epidemic of informatics virus as started and is affecting all the computers and periferics from the scientific team. Unfortunately also our main investigator and his properties are suffering of that.

10:48 One of the airguns is not working correctly probably because of a loss of pression. The substitution is thought as a possibility.

10:59 In the airgun BOLT de 5l (n° 7) is notified a leak of pression, but the team decided to keep using it because isn't very significant. In the case of a possible increase in the leak the airgun will be changed for the one that corresponds to it.

17:44 Stop in the acquisition of data due to problems in the electric supply of the airguns.

18:00 The airguns restart shooting. We keep the the same shooting power, but from the starboard side only two airguns are shooting.

18:02 All the airguns are shooting, excepting the number 3, from starboard.

21:45 Airgun n°7 from starboard side stops working, and because of that we initiate the work of airgun n°8, from the same line of airguns.

23.35 The measurement of the depth, that EM12 sends to the CHEOPS system, is losted.

23:57 CHEOPS terminal is switched off and there are no records.

5th of September of 2007

00:12 Restart of the recording of CHEOPS, that gives again correct measurements of depht (with EM12). File moundforce137.

01:00 End of seismic line MF15 (SMC) shot 4710. EOL L15 (3.5 kHz) and SOL “Transit for reparation of the airguns - L15-16 (3.5 kHz)”, file moundforce137 and moundforce138, respectively.

01:05 Start of the retreat of all the airguns, starting from port side. After that, the maneuver for take off the streamer and for change two sections of it, trying to repair it. Reparation of the airguns.

09:00 Airguns and streamer are the water, ready for working.

09:21 The shots of the airguns starts progressively.

09:23 All airguns shooting.

- 10:34 SOL multichannel seismic line MF16 Shot 1. Used configuration: 360 channels and 14 airguns (all airguns are used except the two of reserve BOLT 91 e 51).
- 10:34 EOL "Transit for reparation of the airguns - L15-16 (3.5 kHz)", file moundforce142 and SOL L16 (3.5 kHz), file moundforce143. Orientation N-S.
- 10:59 Airgun nº 6 from port side (G.I de 250 c.i.) stops working and reserve airgun nº 8 (51 BOLT), from port side, is activated.
- 18:02 Beginning of acquisition multibeam with the ecosound EM12, during line 16.
- 23:23 EOL SMC MF16 shot 2438.
- 23:23 EOL L16 (3.5 kHz) file moundforce149 e SOL L17 (3.5 kHz) moundforce150.
- 23:30 SOL MF17 SMC shot 1, change in the shooting configuration. Record made for 15s (two way time), all airguns shooting (15), except nº 6 from port side of 250 c.i, that failed this morning. Shooting each a 30 s.

6th of September of 2007

- 08:00 End of acquisition multibeam with the ecosound EM12 in line 17.
No important notes. Making acquisition for seismic line MF17.

7th of September of 2007

- 5:40 Stop in the recording of the seismic line MF17 SMC.
- 6:15 The previous problem was solved and the record restart.
- 9:00 A Chinese fishing boat is passing above the streamer, and because of that it is lowed until the depth of 30 m (security reasons).
- 16:15 EOL MF17 (SMC) shot5102.
- 16:20 EOL L-17 (3,5 kHz) and SOL L-18 (3,5 kHz), file 168 and 169, respectively.
- 16:30 SOL MF18 SMC. Return to the initial configuration of 20 s and 50 m, with volume of 2649 in3.
- 18:00 It's necessary to make a little detour to avoid some fishing apparatus.
- 18:50 End of line MF18 (SMC) shot434.
- 18:57 Start of line 19 (SMC). During the acquisition of this line we are crossing the point 4B were was realized a drilling, for GUCADRILL project. They will be thanks to Luís forever.
- 19:16 Crossing in the point that corresponds to the drilling (point4B) during the shotpoints 61-62.

8th of September of 2007

- 01:05 Incident with a Moroccan fishing boat and due to that we need to make a small change in the course, to starboard.
- 01:39 We start to have same noise in the seismic profile (SMC) due to the change of course.
- 01:48 We take the correct course, after the incident, but gradually to avoid some problems with the acquisition.
- 06:15 Problems with the acquisition. Stop in the recording of line 19 (SMC), shot2104.
- 06:25 Restart of the acquisitions in line 19 (SMC), shot2132.
- 06:41 The sound multibeam is switched on.
- 07:45 Change of course of 300 m, when we cross with a derrick and two tugboats.
- 09:50 Problems with the acquisition. Stop in the recording of line 19 (SMC), shot2754.
- 09:57 Restart of the acquisition in line 19 (SMC), shot 2775.

10:06 EOL SMC MF-19 shot2804.

10:06 EOL L19 (3.5 kHz) file moundforce178 and SOL L20 (3.5 kHz) file moundforce179.

10:18 SOL SMC MF-20 shot1.

10:32 Serge tells that we still have problems in the streamer, we hope that it won't affect the acquisition.

13:24 EOL MF-20 SMC and L20 3.5 kHz (file moundforce180).

13:24 SOL MF-21 SMC y L21 3.5 kHz (file moundforce181).

20:40 EOL MF-21 SMC. EOL L21 (3.5 kHz) file moundforce183 and SOL L22 (3.5 kHz) file moundforce184.

23:00 SOL MF-22 SMC.

9th of September of 2007

06:00 End of seismic line MF-22 de SMC , shot 1686.

06:12 End of CHEOPS L-22, file 188. Start of transit to the end of the cruise.

9.2 Tablas navegación y sísmica

9.2.1 Tiempos operativos, averías y transitos

AVERIAS/DESPLIEGUES	tiempo	LÍNEAS	tiempo	TRANSITOS	tiempo
TRANSITO	04h 11'	MF01	23h 13'	TRÁNSITO1-2	01h 40'
DESPLIEGUE SMC	04h 41'	MF02	17h 29'	TRÁNSITO2-3	00h 34'
AVERIA	07h 47'	MF03	04h 18'	TRÁNSITO3-4	00h 15'
AVERÍA	17h 14'	MF04	24h 18'	TRÁNSITO4-5	00h 11'
CHEQUEO/T-L15-L16	09h 34'	MF05	03h 54'	TRÁNSITO5-6	00h 42'
MF17 - Sin Adquisición	00h 33'	MF06	03h 45'	TRÁNSITO7-8	00h 47'
		MF06B	20h 49'	TRÁNSITO8-9	00h 57'
		MF07	02h 54'	TRÁNSITO9-10	00h 01'
		MF08	02h 48'	TRÁNSITO10-11	00h 40'
		MF09	05h 40'	TRÁNSITO11-12	00h 43'
		MF10	26h 34'	TRÁNSITO 16-17	00h 07'
		MF11	02h 32'	TRÁNSITO 17-18	00h 15'
		MF12	27h 12'	TRÁNSITO 18-19	00h 07'
		MF13	12h 46'	TRÁNSITO 19-20	00h 12'
		MF131	01h 18'	TRÁNSITO 21-22	00h 20'
		MF14	10h 48'		
		MF15	25h 25'		
		MF16	12h 49'		
		MF17	30h 10'		
		MF17	10h 02'		
		MF18	02h 20'		
		MF19	15h 16'		
		MF20	03h 06'		
		MF21	07h 06'		
		MF22	09h 00'		
IZADO SMC	4h 5'				
TRANSITO/DESEMBARCO	5 h				
Total	53 h 5'		305h 32'		06h 31'

9.2.2 Resumen navegación

	LATITUD INICIAL	LONGITUD INICIAL	LATITUD FINAL	LONGITUD FINAL	DÍA INICIO	DÍA FIN	HORA INICIO (GMT)	HORA FIN (GMT)
TRANSITO	CADIZ	CADIZ	36° 30,6372'	07° 24,6708'	24/08/2007	24/08/2007	09:30	13:19
DESPLIEGUE	36°30,6372'	07°24,6708'	36° 39,2379'	7° 12,44178'	24/08/2007	24/08/2007	13:19	18:00
AVERIA	36°39.2379'	7°12,44178'	36° 33,1224'	7° 9,234722'	24/08/2007	25/08/2007	18:00	01:47
MF01	36° 33,1224	7° 9,234722	34° 41,64564'	7° 30,57342'	25/08/2007	26/08/2007	01:47	01:00
TRÁNSITO	34° 41,64564	7° 30,57342	34° 46,35882'	7° 33,87276'	26/08/2007	26/08/2007	01:00	02:40
MF02	34° 46,35882	7° 33,87276	36° 10,59546'	8° 1,54788'	26/08/2007	26/08/2007	02:40	20:09
TRÁNSITO	36° 10, 59546	8° 1,54788	36° 10,41666	8° 4,7256'	26/08/2007	26/08/2007	20:09	20:43
MF03	36° 10,41666	8° 4,7256	36° 3,69222'	8° 29,95668'	26/08/2007	27/08/2007	20:43	01:01
TRÁNSITO	36° 3,69222	8° 29,95668	36° 2,4717	8° 30,1155'	27/08/2007	27/08/2007	01:01	01:16
MF04	36° 2,4717	8° 30,1155	34°5,54508'	7° 55,09608'	27/08/2007	28/08/2007	01:16	01:34
TRÁNSITO	34°5,54508'	7°55.09608'	34°4,92168'	7° 55,90128'	28/08/2007	28/08/2007	01:34	01:45
MF05	34°4,92168'	7°55,90128'	33°58,48842'	8° 18,15732'	28/08/2007	28/08/2007	01:45	05:39
TRÁNSITO	33°58,48842'	8°18,15732'	33°59,84112'	8° 21,41862'	28/08/2007	28/08/2007	05:39	06:21
MF06	33°59,84112'	8°21,41862'	34°13,80702'	8° 30,9864'	28/08/2007	28/08/2007	06:21	09:46
AVERÍA	34°13,80702'	8°30,9864'	34° 14,57526'	8° 31,55592'	28/08/2007	29/08/2007	09:46	03:00
MF06B	34° 14,57526'	8° 31,55592'	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	29/08/2007	29/08/2007	03:00	23:49
MF07	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	35° 50,12598'	9° 54,66804'	29/08/2007	30/08/2007	23:49	02:43
TRÁNSITO	35° 50,12598'	9° 54,66804'	35° 48,19608'	9° 57,21702'	30/08/2007	30/08/2007	02:43	03:30
MF08	35° 48,19608'	9° 57,21702'	33° 39,84294'	9° 13,7307'	30/08/2007	31/08/2007	03:30	06:18
TRÁNSITO	33° 39,84294'	9° 13,7307'	33° 37,7244'	9° 17,98722'	31/08/2007	31/08/2007	06:18	07:15
MF09	33° 37,7244'	9° 17,98722'	33° 54,12174'	9° 45,35124'	31/08/2007	31/08/2007	07:15	12:55
TRÁNSITO	33° 54,12174'	9° 45,35124'	33° 54,18318'	9° 45,42078'	31/08/2007	31/08/2007	12:55	12:56
MF10	33° 54,18318'	9° 45,42078'	35° 58,28148'	10° 45,33684'	31/08/2007	01/09/2007	12:56	15:30
TRÁNSITO	35° 58,28148'	10° 45,33684'	35° 58,30182'	10° 48,89460'	01/09/2007	01/09/2007	15:30	16:10

MF11	35° 58,30182'	10° 48,89460'	35° 48,65424'	10° 59,15088'	01/09/2007	01/09/2007	16:10	18:42
TRÁNSITO	35° 48,65424'	10° 59,15088'	35° 46,80942'	10° 56,50512'	01/09/2007	01/09/2007	18:42	19:25
MF12	35° 46,80942'	10° 56,50512'	35° 26,32758'	8° 10,10664'	01/09/2007	02/09/2007	19:25	22:37
MF13	35° 26.29638'	8° 10,00782'	35° 2,99238'	6° 56,17374'	02/09/2007	03/09/2007	22:38	11:24
MF131	35° 0,76876'	6° 56,03814'	34° 58,4751'	7° 1,14744'	03/09/2007	03/09/2007	11:27	12:45
MF14	34° 58,4805'	7° 1.25166'	35° 12,35112'	8° 4,35918'	03/09/2007	03/09/2007	12:46	23:34
MF15	35°12.38322'	8°4.87152'	34° 31,26708'	10° 31,25346'	03/09/2007	05/09/2007	23:35	01:00
CHEQUEO/T-L15-L16	34°31.26708'	10°31.25346'	34° 49,52664'	10° 37.86432'	05/09/2007	05/09/2007	01:00	10:34
MF16	34°49.52664,	10°37.86432'	33° 54,1137'	9° 56.95182'	05/09/2007	05/09/2007	10:34	23:23
TRÁNSITO	33°54.1137'	9°56.95182'	33° 54,42858'	9°56.34984'	05/09/2007	05/09/2007	23:23	23:30
MF17	33°54.42858'	9°56.34984'	35° 45.67398'	7° 48.01686'	05/09/2007	07/09/2007	23:30	05:40
MF17	35°45.67398'	7°48.01686'	35° 47,7'	7° 45,64446'	07/09/2007	07/09/2007	05:40	06:13
MF17	35°47.7'	7°45.64446'	36° 24,2406'	7° 2,64324'	07/09/2007	07/09/2007	06:13	16:15
TRÁNSITO	36° 24,2406'	7° 2,64324'	36° 24,30102'	7° 1,23786'	07/09/2007	07/09/2007	16:15	16:30
MF18	36° 24,30102'	7° 1,23786'	36° 17,4636'	6° 49,0803'	07/09/2007	07/09/2007	16:30	18:50
TRÁNSITO	36° 17,4636'	6° 49,0803'	36° 16,88538'	6° 48,8043''	07/09/2007	07/09/2007	18:50	18:57
MF19	36° 16,88538'	6° 48,8043'	35° 2.20536'	6° 45,51858'	07/09/2007	08/09/2007	18:57	10:06
TRÁNSITO	35°2.20536'	6°45.51858'	35° 1.4481'	6° 46,28268'	08/09/2007	08/09/2007	10:06	10:18
MF20	35°1.4481'	6°46.28268'	35° 11.23428'	6° 59,6955'	08/09/2007	08/09/2007	10:18	13:24
MF21	35°11.23428'	6°59.6955'	35° 45.9182'	7° 16.43412'	08/09/2007	08/09/2007	13:24	20:40
TRÁNSITO	35°45.9182'	7°16.43412'	35° 46.6047'	7°15.63864'	08/09/2007	08/09/2007	20:40	21:00
MF22	35°46.6047'	7°15.63864'	36° 22,75458'	6° 41,6109'	08/09/2007	09/09/2007	21:00	06:00
TRÁNSITO	36°22.75458'	6°41.6109'			09/09/2007		06:00:30	

9.2.3 Resumen líneas por sistemas de adquisición
Sísmica multicanal

LÍNEA	LATITUD INICIAL	LONGITUD INICIAL	LATITUD FINAL	LONGITUD FINAL	DÍA INICIO	DÍA FIN	HORA INICIO (GMT)	HORA FIN (GMT)	DISTANCIA (kilómetros)	SMC
MF01	36° 33,1224'	7° 9,234722'	34° 41,64564'	7° 30,57342'	25-08-07	26-08-07	01:47	01:00	209.45	X
MF02	34° 46,35882'	7° 33,87276'	36° 10, 59546'	8° 1,54788'	26-08-07	26-08-07	02:40	20:09	161.2	X
MF03	36° 10,41666'	8° 4,7256'	36° 3,69222'	8° 29,95668'	26-08-07	27-08-07	20:43	01:01	40.1	X
MF04	36° 2,4717'	8° 30,1155'	34°5,54508'	7°55.09608'	27-08-07	28/08/2007	01:16	01:34	223.6	X
MF05	34°4,92168'	7°55,90128'	33°58,48842'	8°18,15732'	28/08/2007	28/08/2007	01:45	05:39	36.25	X
MF06	33°59,84112'	8°21,41862'	34° 13,80702'	8° 30,9864'	28/08/2007	28/08/2007	06:21	09:46	29.8	X
MF06B	34° 14,57526'	8° 31,55592'	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	29/08/2007	29/08/2007	03:00	23:49	195.2	X
MF07	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	35° 50,12598'	9° 54,66804'	29/08/2007	30/08/2007	23:49	02:43	26.75	X
MF08	35° 48,19608'	9° 57,21702'	33° 39,84294'	9° 13,7307'	30/08/2007	31/08/2007	03:30	06:18	247.05	X
MF09	33° 37,7244'	9° 17,98722'	33° 54,12174'	9° 45,35124'	31/08/2007	31/08/2007	07:15	12:55	52.05	X
MF10	33° 54,18318'	9° 45,42078'	35° 58,28148'	10° 45,33684'	31/08/2007	01/09/2007	12:56	15:30	243.30	X
MF11	35° 58,30182'	10° 48,89460'	35° 48,65424'	10° 59,15088'	01/09/2007	01/09/2007	16:10	18:42	23.85	X
MF12	35° 46,80942'	10° 56,50512'	35° 26,32758'	8° 10,10664'	01/09/2007	02/09/2007	19:25	22:37	253.90	X
MF13	35° 26.29638'	8° 10,00782'	35° 2,99238'	6° 56,17374'	02/09/2007	03/09/2007	22:38	11:24	120.2	X
MF131	35° 0,76876'	6° 56,03814'	34° 58,4751'	7° 1,14744'	03/09/2007	03/09/2007	11:27	12:45	12.05	X
MF14	34° 58,4805'	7° 1.25166'	35°12.35112'	8°4.35918'	03/09/2007	03/09/2007	12:46	23:34	99.8	X
MF15	35°12.38322'	8°4.87152'	34°31.26708'	10°31.25346'	03/09/2007	05/09/2007	23:35	01:00	232.8	X
MF16	34°49.52664'	10°37.86432'	33°54.1137'	9°56.95182'	05/09/2007	05/09/2007	10:34	23:23	117.85	X
MF17	33°54.42858'	9°56.34984'	36° 24,2406'	7° 2,64324'	05/09/2007	07/09/2007	23:30	16:15	382.65	X
MF18	36° 24,30102'	7° 1,23786'	36° 17,4636'	6° 49,0803'	07/09/2007	07/09/2007	16:30	18:50	21.7	X
MF19	36° 16,88538'	6° 48,8043'	35°2.20536'	6°45.51858'	08-09-07	08-09-07	18:57	10:06	140.2	X
MF20	35°1.4481'	6°46.28268'	35°11.23428'	6°59.6955'	08-09-07	08-09-07	10:18	13:24	28.35	X
MF21	35°11.23428'	6°59.6955'	35°45.9182'	7°16.43412'	08-09-07	08-09-07	13:24	20:40	67.55	X
MF22	35°46.6047'	7°15.63864'	36°22.75458'	6°41.6109'	08-09-07	09/09/2007	21:00	06:00:30	84.3	X
									3049.95	

Sistema alta resolución 3.5 kHz CHEOPS

LÍNEA	LATITUD INICIAL	LONGITUD INICIAL	LATITUD FINAL	LONGITUD FINAL	DÍA INICIO	DÍA FIN	HORA INICIO (GMT)	HORA FIN (GMT)	3.5 KHz
L-1	36° 38,1105'	7° 7,73382'	34° 40,93194'	7° 31,76892'	25-08-07	26-08-07	00:43	01:15	X
L-2	34° 40,93194'	7° 31,76892'	36° 10,89696'	8° 2,06076'	26-08-07	26-08-07	01:15	20:15	X
L-3	36° 10,89696'	8° 2,06076'	36° 3,12876'	8° 30,16422'	26-08-07	27-08-07	20:15	01:08	X
L-4	36° 3,12876'	8° 30,16422'	34° 5,54508'	7° 55,09608'	27-08-07	28/08/2007	01:08	01:34	X
L-5	34° 5,54508'	7° 55,09608'	33° 58,48842'	8° 18,15732'	28/08/2007	28/08/2007	01:34	05:39	X
L-6A	33° 58,48842'	8° 18,15732'	34° 12,85002'	8° 29,2296'	28/08/2007	28/08/2007	05:39	02:15	X
L-6B	34° 12,85002'	8° 29,2296'	35° 43,75878'	9° 37,70652'	29/08/2007	29/08/2007	02:15	23:39	X
L-7	35° 43,75878'	9° 37,70652'	35° 50,21358'	9° 56,41968'	29/08/2007	30/08/2007	23:39	03:00	X
L-8	35° 50,21358'	9° 56,41968'	33° 37,6293'	9° 17,56086'	30/08/2007	31/08/2007	03:00	07:10	X
L-9	33° 37,6293'	9° 17,56086'	33° 54,12174'	9° 45,35124'	31/08/2007	31/08/2007	07:10	12:55	X
L-10	33° 54,12174'	9° 45,35124'	35° 58,28148'	10° 45,33684'	31/08/2007	01/09/2007	12:55	15:30	X
L-11	35° 58,28148'	10° 45,33684'	35° 48,00774'	10° 50,07864'	01/09/2007	01/09/2007	15:30	18:51	X
L-12	35° 48,00774'	10° 50,07864'	35° 26,32758'	8° 10,10664'	01/09/2007	02/09/2007	18:51	22:37	X
L-13	35° 26,32758'	8° 10,10664'	35° 2,99238'	6° 56,17374'	02/09/2008	03/09/2007	22:37	11:24	X
L-131	35° 2,99238'	6° 56,17374'	34° 58,4751	7° 1,14744'	03/09/2007	03/09/2007	11:24	12:45	X
L-14	34° 58,4751	7° 1,14744'	35° 12,38322	8° 4,87152'	03/09/2007	03/09/2007	12:45	23:35	X
L-15	35° 12,38322	8° 4,87152'	34° 31,26708'	10° 31,25346	03/09/2007	05/09/2007	23:35	01:00	X
T-L15-L16	34° 31,26708'	10° 31,25346	34° 49,52664,	10° 37,86432'	05/09/2007	05/09/2007	01:00	10:34	X
L16	34° 49,52664'	10° 37,86432'	33° 54,1137'	9° 56,95182'	05/09/2007	05/09/2007	10:34	23:23	X
L17	33° 54,1137'	9° 56,95182'	36° 24,35838	7° 2,18784	05/09/2007	07/09/2007	23:23	16:20	X
L18	36° 24,35838	7° 2,18784	36° 17,4636'	6° 49,0803'	07/09/2007	07/09/2007	16:20	18:50	X
L19	36° 17,4636'	6° 49,0803'	35° 2,20536'	6° 45,51858'	07/09/2007	08-09-07	18:50	10:06	X
L20	35° 2,20536'	6° 45,51858'	35° 11,23428'	6° 59,6955'	08-09-07	08-09-07	10:06	13:24	X
L21	35° 11,23428'	6° 59,6955'	35° 45,1182'	7° 16,43412'	08-09-07	08-09-07	13:24	20:40	X
L22	35° 45,1182'	7° 16,43412'	36° 23,56572'	6° 40,9383'	08-09-07	09/09/2007	20:40	06:12	X
LTFC	36° 23,56572'	6° 40,9383'			09/09/2007		06:12		X

Batimetría multihaz EM12 dual

LÍNEA	LATITUD INICIAL	LONGITUD INICIAL	LATITUD FINAL	LONGITUD FINAL	DÍA INICIO	DÍA FIN	HORA INICIO (GMT)	HORA FIN (GMT)	Multihaz
L-4	34° 36,48924'	8°3,6075'	34°5,54508'	7°55.09608'	27-08-07	28/08/2007	19:15	01:15	X
L-5	34° 5,54508'	7° 55.09608'	33° 58,48842'	8°18,15732'	28/08/2007	28/08/2007	01:34	05:39	X
L-6	33° 58,48842'	8° 18,15732'	34°20,49486'	8°32,00958'	28/08/2007	28/08/2007	05:39	11:57	X
L-6A	34° 12,85002'	8° 29,2296'	34° 38,40066'	8° 49,10826'	29/08/2007	29/08/2007	02:15	08:40	X
L-8	34° 32.81904'	9° 31.36728	33° 37,6293'	9° 17,56086'	30/08/2007	31/08/2007	19:30	07:10	X
L-9	33° 37,6293'	9° 17,56086'	33° 54,12174'	9° 45,35124'	31/08/2007	31/08/2007	07:10	12:55	X
L-10	33° 54,12174'	9° 45,35124'	34°24.96348'	10°0.1671'	31/08/2007	31/08/2007	12:55	19:30	X
L-13	35° 7,70508	7°09,9501	35°2.99238'	6°56.17374'	03-09-07	03/09/2007	08:59	11:24	X
L-131	35° 2,99238'	6°56.17374'	34°58.4751	7°1.14744'	03/09/2007	03/09/2007	11:24	12:45	X
L-14	34° 58,4751	7°1.14744'	35°5.39556'	7°32.628'	03/09/2007	03/09/2007	12:45	18:08	X
L-16	34° 16,69908	10° 14,76882	33°54.1137'	9°56.95182'	05/09/2007	05/09/2007	18:02	23:23	X
L-17	33° 54,1137'	9°56.95182'	34° 25,76448	9° 20,50626	05/09/2007	06/09/2007	23:23	08:00	X
L-19	35° 18,78012'	6°45.43728'	35°2.20536'	6°45.51858'	08-09-07	08-09-07	06:41	10:06	X
L-20	35° 2, 20536'	6°45.51858'	35°11.23428'	6°59.6955'	08-09-07	08-09-07	10:06	13:24	X
L-21	35° 11,23428'	6°59.6955'	35°38.66232'	7°13.18626'	08-09-07	08-09-07	13:24	19:08	X

9.2.4 Configuración sísmica multicanal

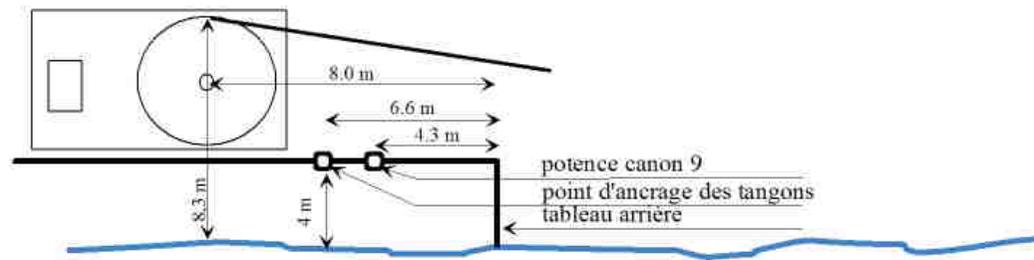
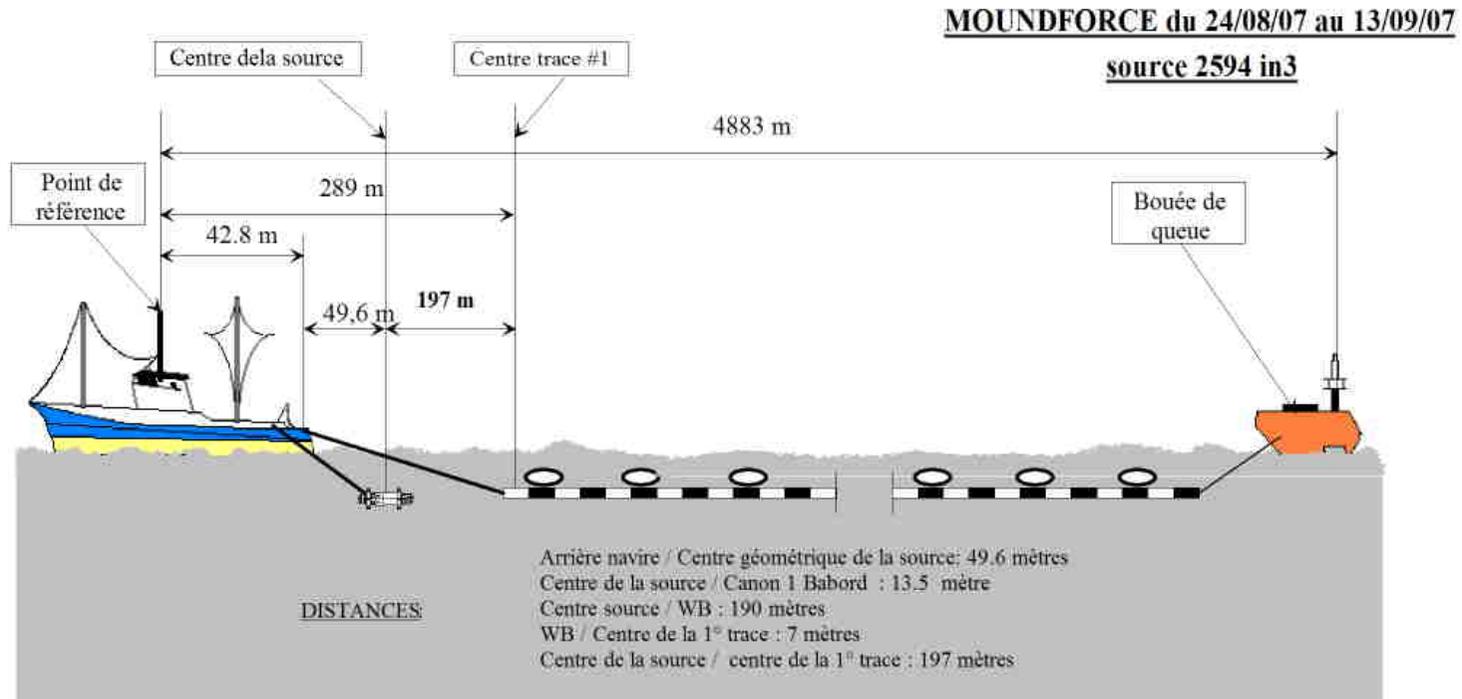
Perfil	Fecha Inicial	Hora Inicial	Latitud	Longitud	Shot In.	Fecha Final	Hora Final	Latitud	Longitud	Shot Final	Longitud (km)	Nº Canales	Int. Disparo (m)	Cobert. Folding	Long. Reg. (s)	Nº Cañones	Volumen (ci)	Frec. (Hz)
MF01	25/08/2007	01:47	36° 33,1224'	7° 9,234722'	1	26/08/07	01:00	34° 41,64564'	7° 30,57342'	4195	209.45	360	50	45	15	14	2594	10 - 50
		08:54														13 (-IVB)		10 - 50
MF02	26/08/2007	02:40	34° 46,35882'	7° 33,87276'	1	26/08/07	20:09	36° 10, 59546'	8° 1,54788'	3224	161.20	360	50	45	15	13 (-IVB)	2444	10 - 50
MF03	26/08/2007	20:43	36° 10,41666'	8° 4,7256'	1	27/08/07	01:01	36° 3,69222'	8° 29,95668'	802	40.10	360	50	45	15	13 (-IVB)	2444	10 - 50
MF04	27/08/2007	01:16	36° 2,4717'	8° 30,1155'	1	28/08/07	01:34	34°5,54508'	7°55.09608'	4472	223.60	360	50	45	15	13 (-IVB)	2444	10 - 50
MF05	28/08/2007	01:45	34°4,92168'	7°55,90128'	1	28/08/07	05:39	33°58,48842'	8°18,15732'	725	36.25	360	50	45	15	14 (-IVB + VIIIIE)	2749	10 - 50
												Avería						
MF06A	28/08/2007	06:21	33°59,84112'	8°21,41862'	1	28/08/07	09:46	34° 13,80702'	8° 30,9864'	458	29.80	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF06B	29/08/2007	03:00	34° 14,57526'	8° 31,55592'	1	29/08/07	23:49	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	3904	195.20	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF07	29/08/2007	23:49	35° 44,36526'	9° 38, 31462'	1	30/08/07	02:43	35° 50,12598'	9° 54,66804'	535	26.75	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF08	30/08/2007	03:30	35° 48,19608'	9° 57,21702'	1	31/08/07	06:18	35° 39,84294'	9° 13,7307'	4941	247.05	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF09	31/08/2007	07:15	35° 37,7244'	9° 17,98722'	1	31/08/07	12:55	35° 54,12174'	9° 45,35124'	1041	52.05	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF10	31/08/2007	12:56	35° 54,18318'	9° 45,42078'	1	01/09/07	15:30	35° 58,28148'	10° 45,33684'	4866	243.30	324	75	27	20	16	3449	10 - 40
MF11	01/09/2007	16:10	35° 58,30182'	10° 48,89460'	1	01/09/07	18:42	35° 48,65424'	10° 59,15088'	318	23.85	324	75	27	20	16	3449	10 - 40
MF12	01/09/2007	19:25	35° 46,80942'	10° 56,50512'	1	02/09/07	22:37	35° 26,32758'	8° 10,10664'	3385	253.90	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF13	02/09/02008	22:38	35° 26,29638'	8° 10,00782'	1	03/09/07	11:24	35° 2,99238'	6° 56,17374'	1603	120.20	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF131	03/09/2007	11:27	35° 0,76876'	6° 56,03814'	1	03/09/07	12:45	34° 58,4751'	7° 1,14744'	241	12.05	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF14	03/09/2007	12:46	34° 58,4805'	7° 1.25166'	1	03/09/07	23:34	35°12.35112'	8°4.35918'	1996	99.80	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
MF15	03/09/2007	23:35	35°12.38322'	8°4.87152'	1	04/09/07	17:44	34°43.04694'	9°49.278'	3352	167.60	324	50	40	15	14	2594	10 - 50
	04/09/07	18:00	34°42.6069'	9°50.82714'	3406	39329.00	18:02	34°42.55206'	9°51.0216'	3412	0.30	324	50	40	15	9		
	04/09/2007	18:02	34°42.55206'	9°51.0216'	3412	04/09/07	21:45	34°36.5043'	10°12,441,	4107	34.75	324	50	40	15	13	2494	10 - 50
	04/09/2007	21:45	34°36.5043'	10°12,441,	4107	05/09/07	01:00	34°31.26708'	10°31.25346	4710	30.15	324	50	40	15	13	2494	10 - 50
MF16	05/09/2007	10:34	34°49.52664,	10°37.86432'	1	05/09/07	11:00	34°47.74896'	10°36.32706'	81	4.05	360	50	45	15	14	2594	10 - 50
	05/09/2007	11:00	34°47.74896'	10°36.32706'	81	05/09/2007	23:23	33°54.1137'	9°56.95182'	2438	117.85	360	50	45	15	13	2649	10 - 50
MF17	05/09/2007	23:30	33°54.42858	9°56.34984'	1	07/09/2007	05:40	35°45.67398'	7°48.01686'	3789	284.175	360	75	30	15	15	3349	10 - 40
	07/09/2007	05:40	35°45.67398'	7°48.01686'	3789	07/09/2007	06:13	35°47.7'	7°45.64446'	3858	ND	360	75	30	15	15	3349	10 - 40
	07/09/2007	06:13	35°47.7'	7°45.64446'	3858	07/09/2007	16:15	36° 24,2406'	7° 2,64324	5102	93.30	360	75	30	15	15	3349	10 - 40
MF18	07/09/2007	16:30	36° 24,30102'	7° 1,23786'	1	07/09/2007	18:50	36° 17,4636'	6° 49,0803'	434	21.7	360	50	45	15	13	2649	10 - 50
MF19	08/09/2007	18:57	36° 16,88538	6° 48,8043	1	08/09/07	10:06	35°2.20536'	6°45.51858'	2804	140.2	360	50	45	15	13	2649	10 - 50
MF20	08/09/2007	10:18	35°1.4481'	6°46.28268'	1	08/09/07	13:24	35°11.23428'	6°59.6955'	567	28.35	360	50	45	15	13	2649	10 - 50
MF21	08/09/2007	13:24	35°11.23428'	6°59.6955'	1	08/09/07	20:40	35°45.9182'	7°16.43412	1351	67.55	360	50	45	15	13	2649	10 - 50
MF22	08/09/2007	21:00	35°46.6047'	7°15.63864'	1	09/09/07	6:00	36°22.75458'	6°41.6109'	1686	84.30	360	50	45	15	13	2649	10 - 50

9.2.5 Ficheros líneas CHEOPS SEG-y

LINE	CHEOPS 3.5 Khz FILES sgy y che
Transito a L1	Fichero 1 _ Fichero 8
L-1	Fichero 9 _ Fichero 18
L-2	Fichero 19 _ Fichero 25
L-3	Fichero 26 _ Fichero 28
L-4	Fichero 29 _ Fichero 39
L-5	Fichero 40 _ Fichero 42
L-6	Fichero 43 _ Fichero 45
Reparacion streamer	Fichero 46 Fichero 53
L-6B	Fichero 54 _ Fichero 63*
L-7	Fichero 63* Fichero 65
L-8	Fichero 66 _ Fichero 82
L-9	Fichero 83 _ Fichero 85
L-10	Fichero 86 _ Fichero 98
L-11	Fichero 99 _ Fichero 100
L-12	Fichero 101 _ Fichero113
L-13	Fichero114 _ Fichero119
L13_1	Fichero 120
L-14	Fichero 121 _ Fichero125
L-15	Fichero 126 Fichero137
Reparacion cañones	Fichero 138 Fichero142
L16	Fichero 143 _ Fichero 149
L17	Fichero 150 Fichero 168
L18	Fichero169 _ Fichero170
L19	Fichero171 _ Fichero178
L20	Fichero179 _ Fichero180
L21	Fichero181 _ Fichero183
L22	Fichero184 _ Fichero188
Transito Fin de Campaña	Fichero 189

9.3 Configuración sistema sísmica multicanal

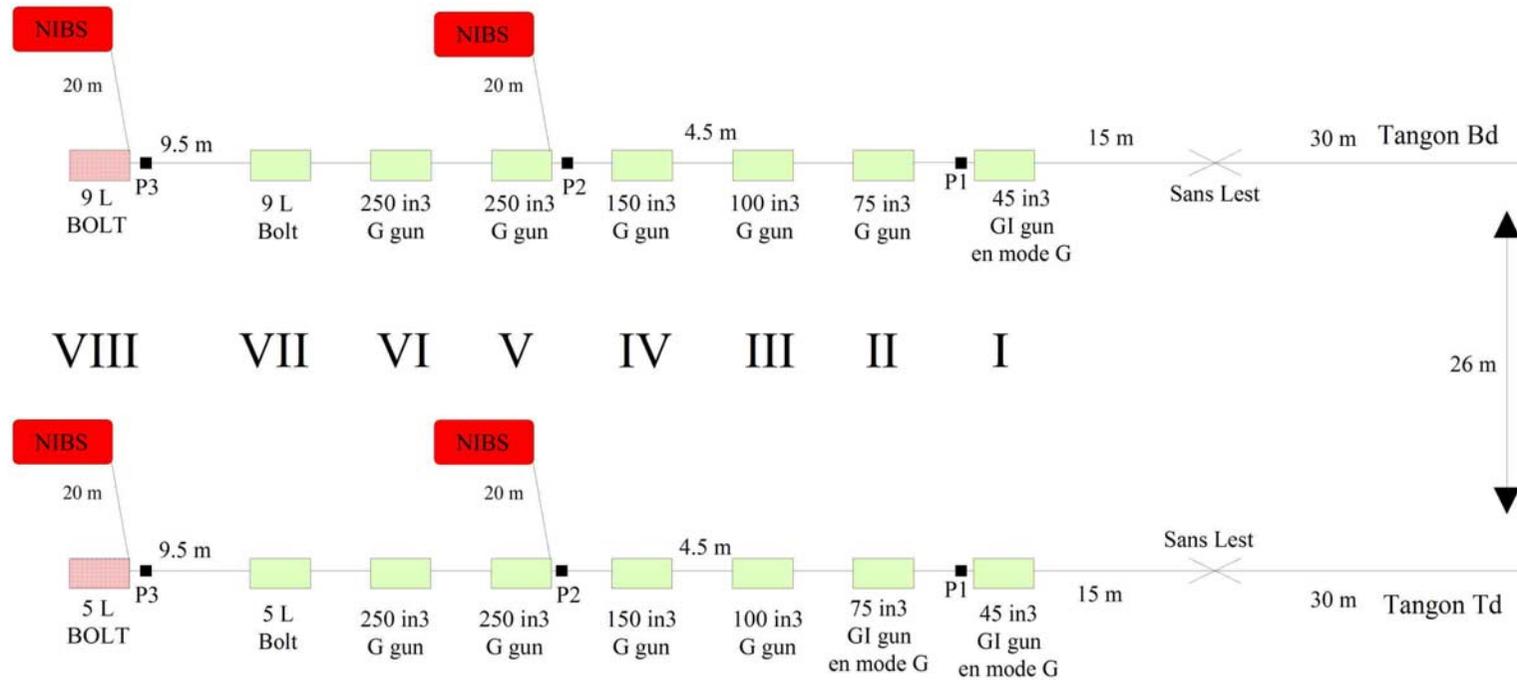
9.3.1 Configuración inicial



Array de cañones

Mission ATALANTE MOUNDFORCE 2007

du 24/08/07 au 12/09/07

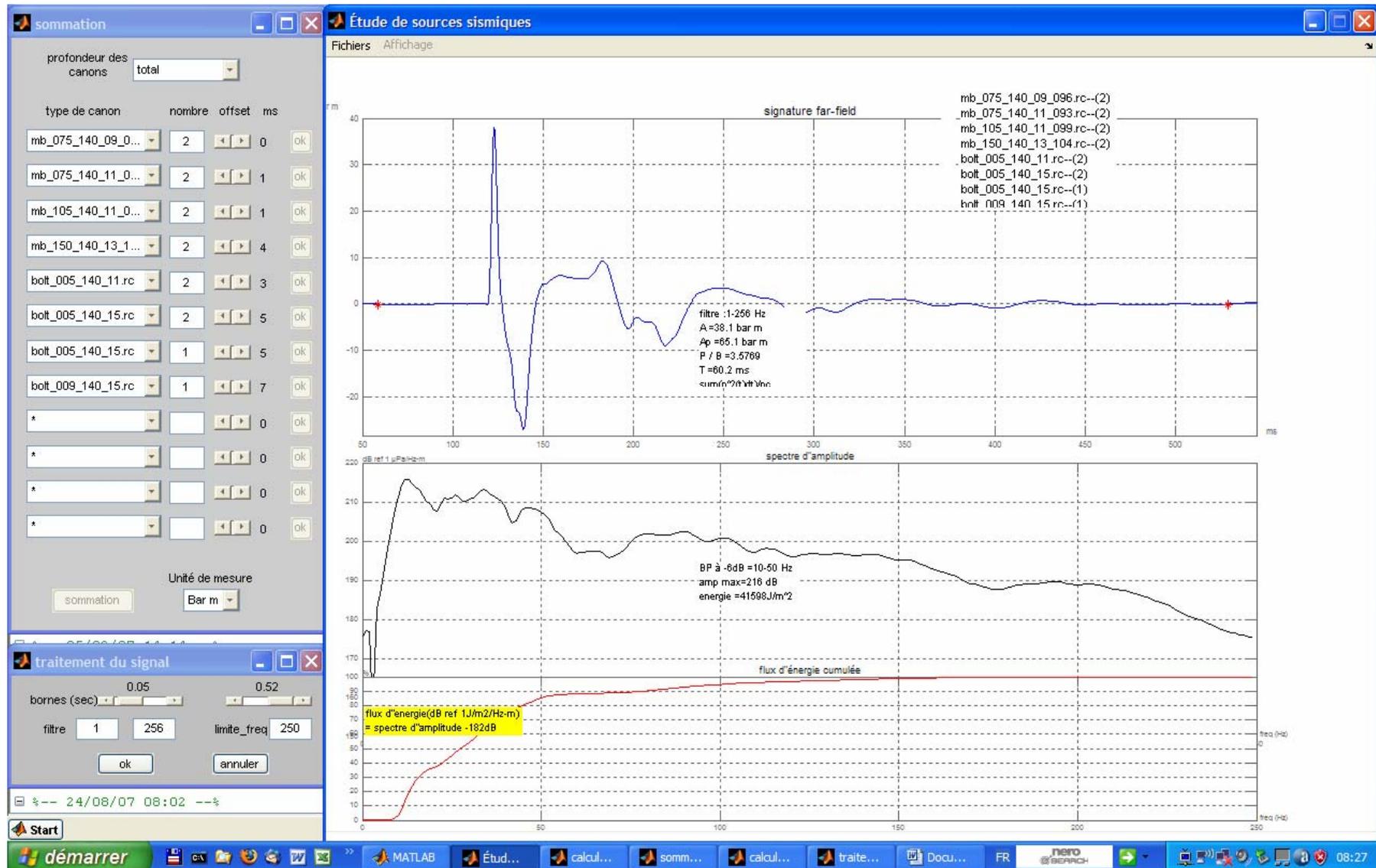


Volume : 2594 in³ à 140 bars
Consommation : 1104 m³/h
Cadence : 19.4 s / 50 m

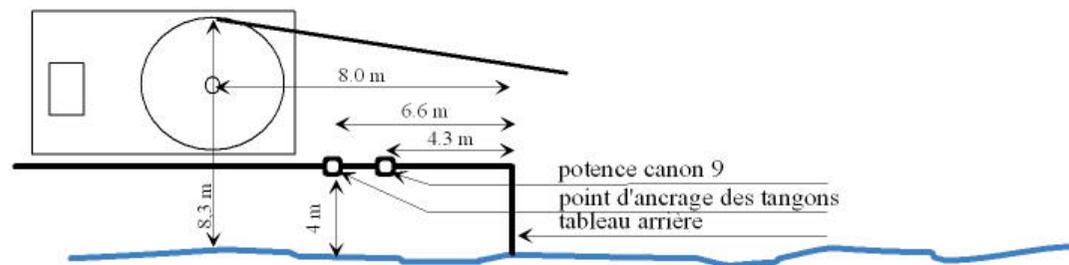
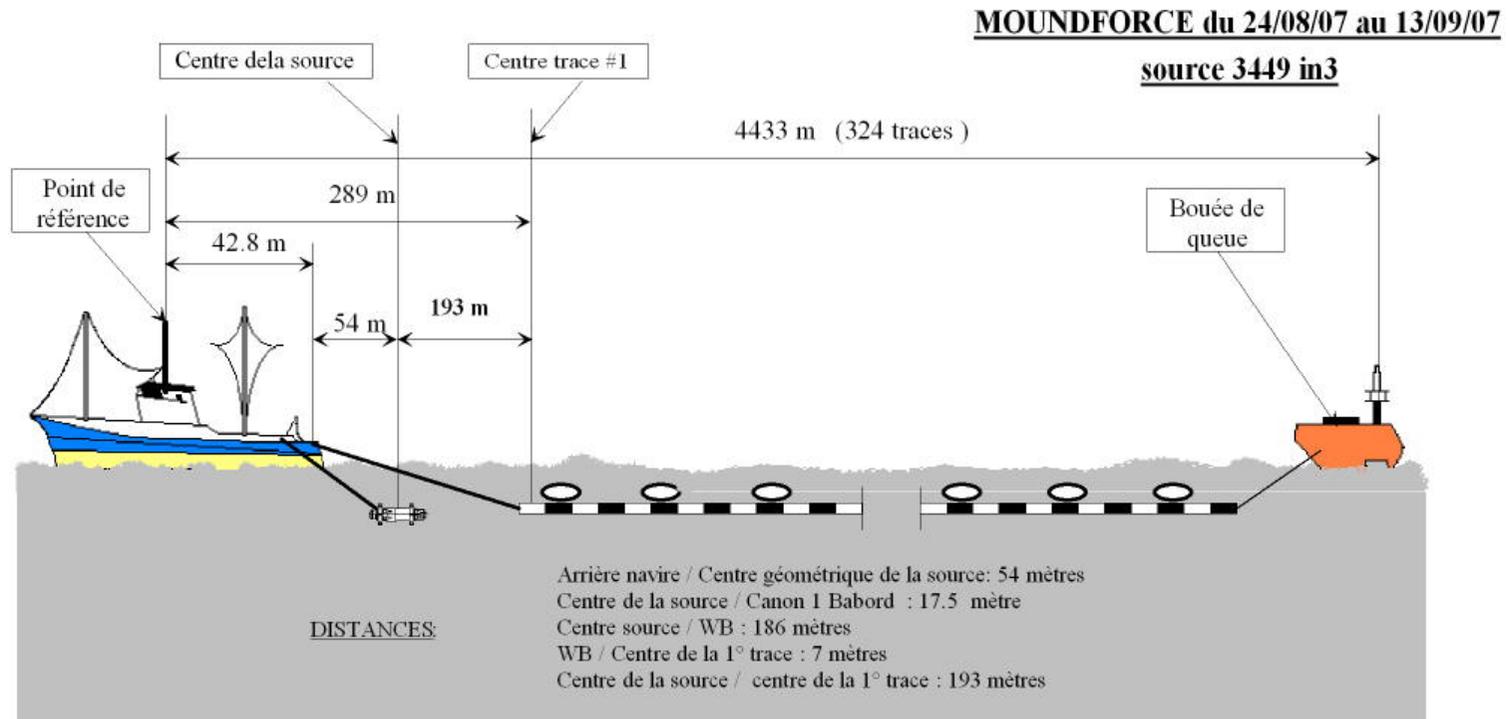
Profondeur : 1Td : 10 m / 2Td : 13 m / 3Td : 14 m
1Bd : 10 m / 2Bd : 13 m / 3Bd : 14 m

 Canons en service
 Lest

Espectro de la señal



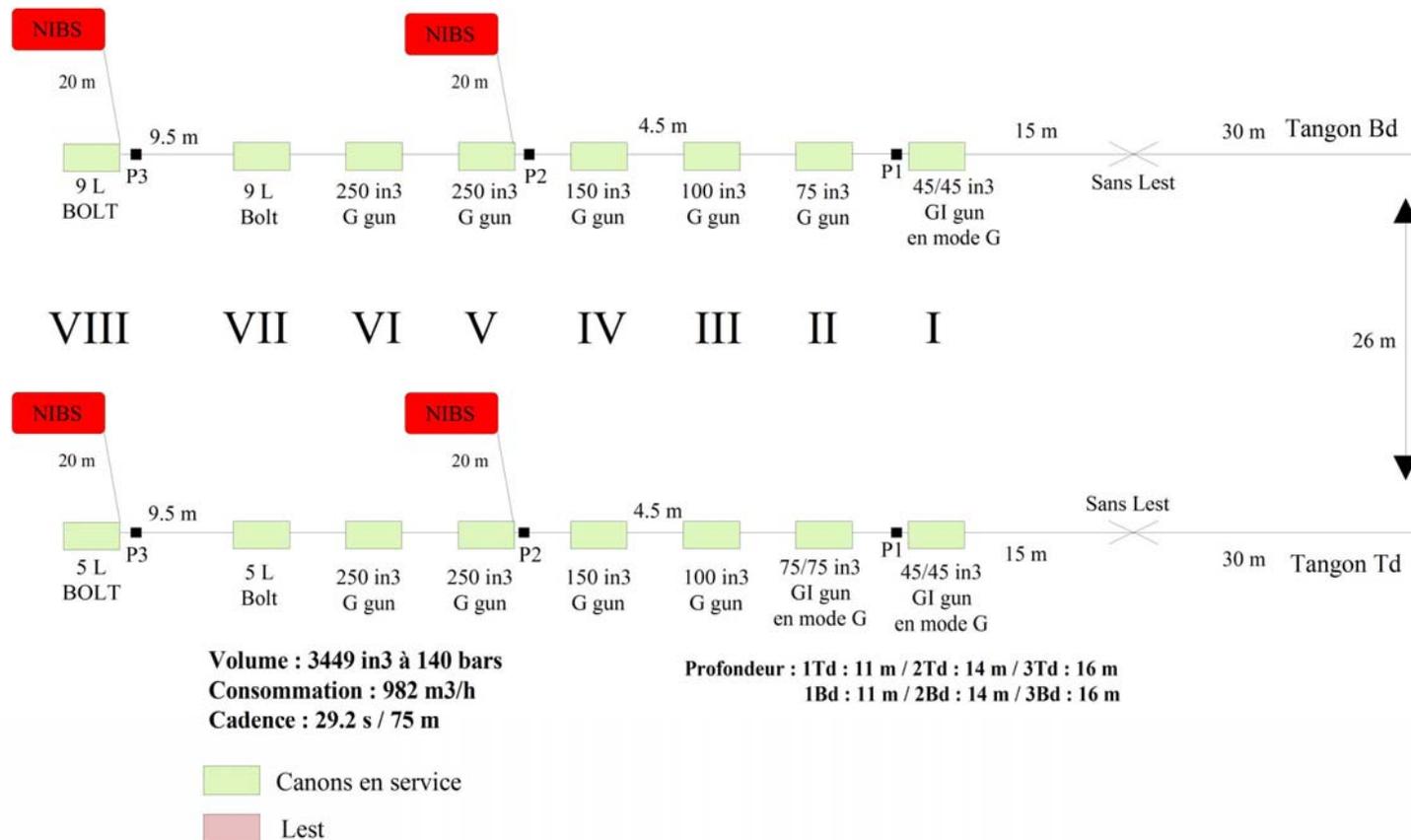
9.3.2 Configuración líneas OBS



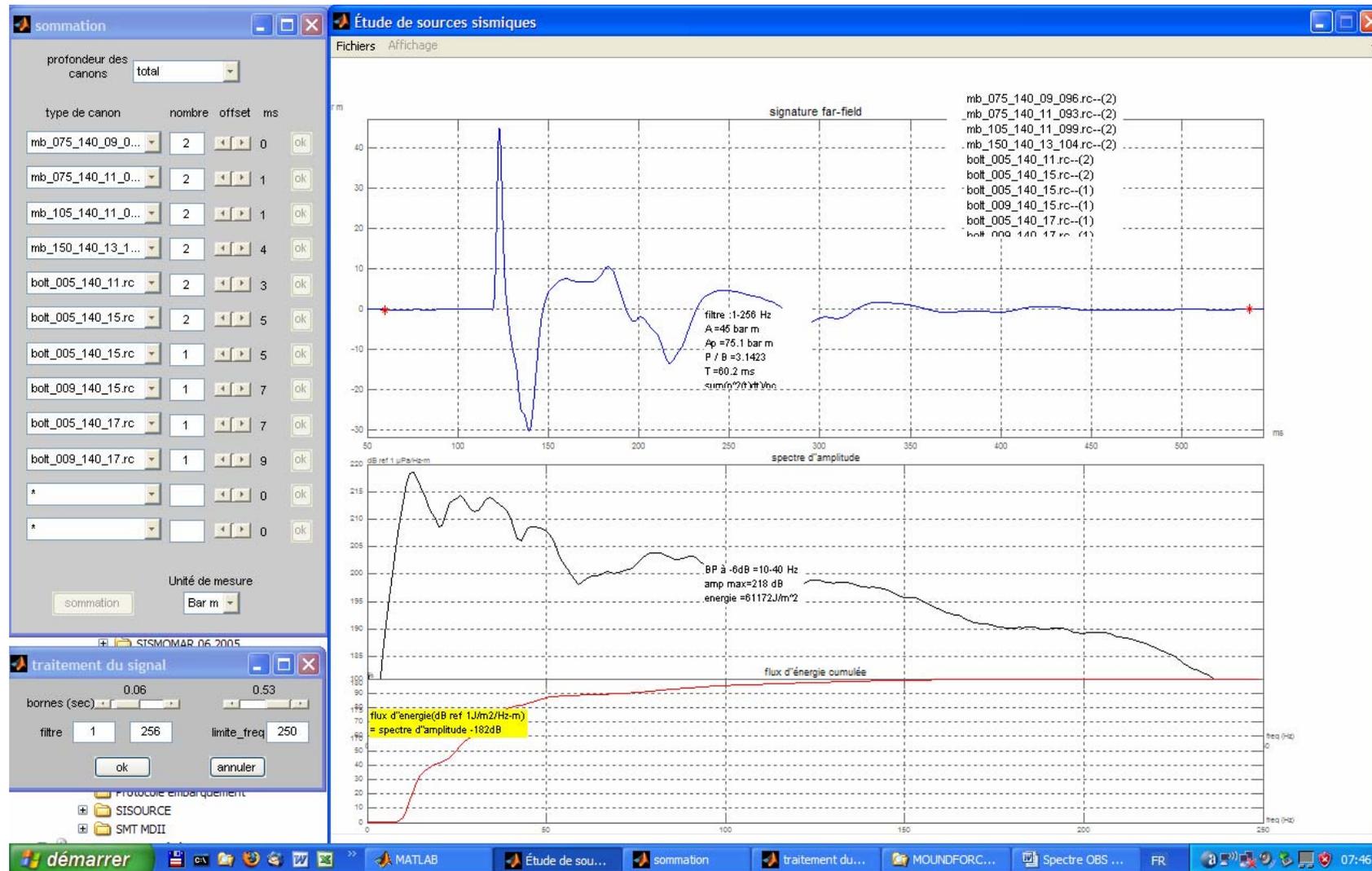
Array de cañones

Mission ATALANTE
MOUNDFORCE 2007
du 24/08/07 au 12/09/07

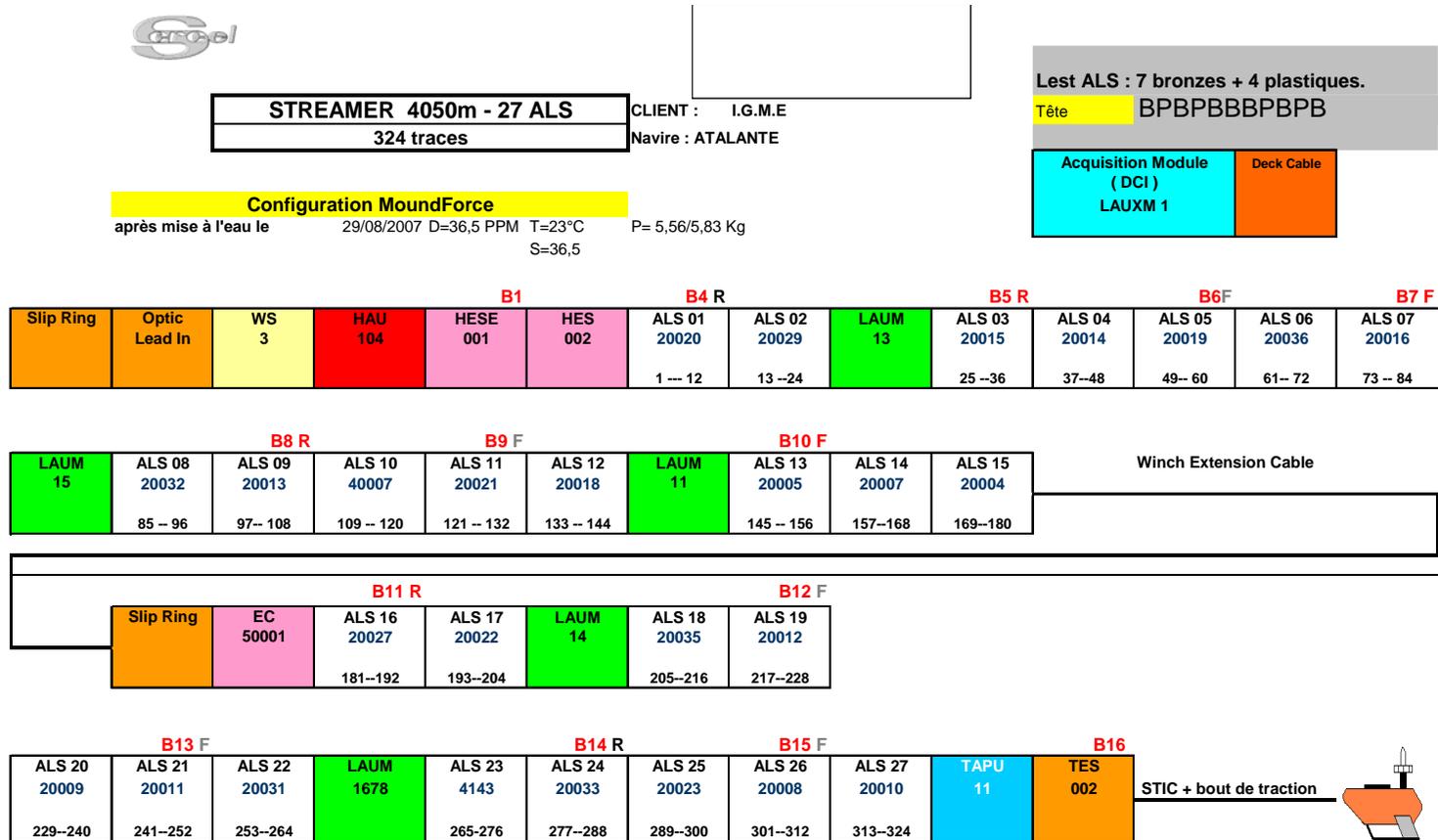
OBS



Espectro de la señal



9.3.3 Configuración del streamer completa (360 canales)



Légende	Chaque ALS comprend 12 traces de 12,5 mètres, Chaque trace comprend 16 hydrophones.	bout de traction = 18 m
WS = Weight section Section (10m)	SHES = Short HES (6m)	STIC = Streamer to Tail Interface Cable (25m)
HESE=Head Elastic Section Extension (50m)	ALS = Acquisition Line Section (150m)	BX = Bird Unit
HES = Head Elastic Section (50m)	LAUM = Line Acquisition Unit Marine (50 cm)	R = Retriever
TES = Tail Elastic Section (50m)	HAU = Head Auxiliary Unit (40 cm)	F = Float
	TAPU = Tail Auxiliary & Power Unit (50 cm)	1 --- 12 = Group number

Configuración parcial del streamer (324 canales)



STREAMER 4050m - 27 ALS
324 traces

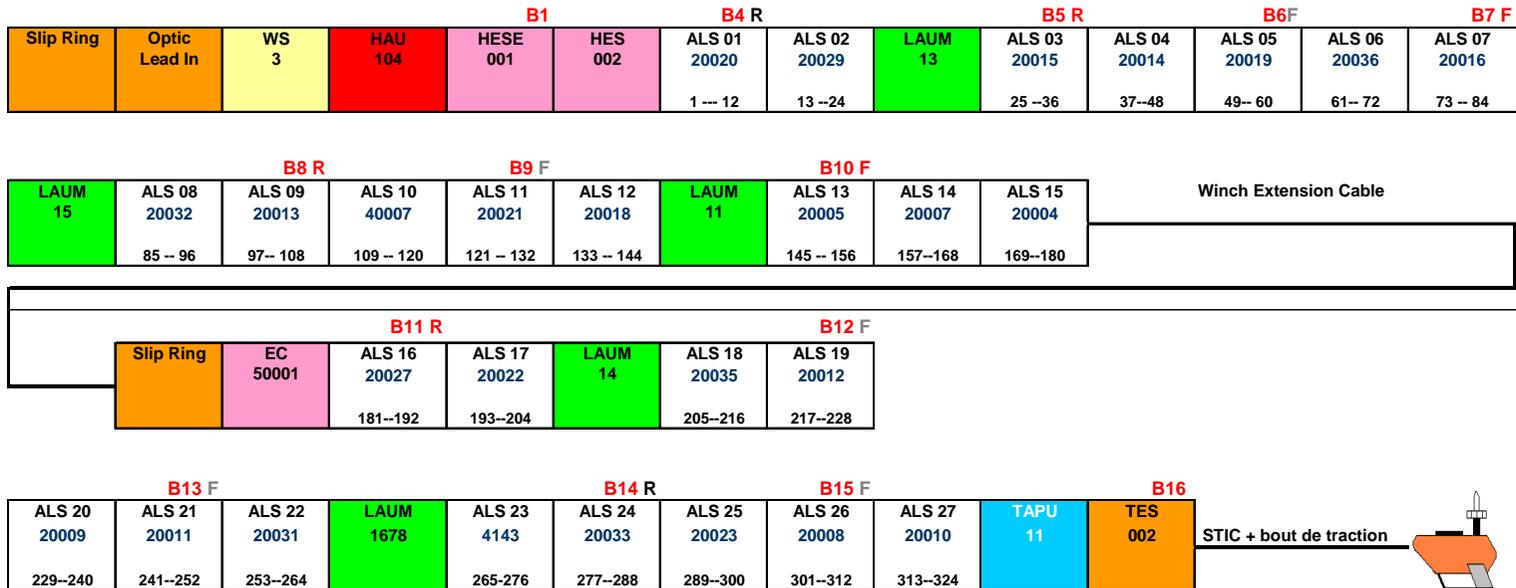
CLIENT : I.G.M.E
Navire : ATALANTE

Lest ALS : 7 bronzes + 4 plastiques.
Tête BPBPBBBBBPB

Acquisition Module (DCI)
LAUXM 1

Deck Cable

Configuration MoundForce
après mise à l'eau le 29/08/2007 D=36,5 PPM T=23°C P= 5,56/5,83 Kg
S=36,5



Légende	Chaque ALS comprend 12 traces de 12,5 mètres, Chaque trace comprend 16 hydrophones.	bout de traction = 18 m
WS = Weight section Section (10m)	SHES = Short HES (6m)	STIC = Streamer to Tail Interface Cable (25m)
HESE = Head Elastic Section Extension (50m)	ALS = Acquisition Line Section (150m)	BX = Bird Unit
HES = Head Elastic Section (50m)	LAUM = Line Acquisition Unit Marine (50 cm)	R = Retriever
TES = Tail Elastic Section (50m)	HAU = Head Auxiliary Unit (40 cm)	F = Float
	TAPU = Tail Auxiliary & Power Unit (50 cm)	1 --- 12 = Group number

9.4 Documentación

9.4.1 Preparation of Mission Preparation Meeting



Brest, 11 June 2007

Our Ref :GENAVIR-BO
BM/MG :
ATALANTE/2007.46

GENAVIR
Operations
Ifremer Centre of Brest
Brest-Iroise High Tech Park
B.P.71-29280 PLOUZANE

Report of Mission Preparation Meeting

Subject:

ERGAP 1&2 and MOUNDFORCE missions.....of the *N/O Atalante*.....

M. A. LE STRAT
Tel: 33 (0)2.98.22.44.25
Fax: 33 (0)2.98.05.06.33
E-mail:

Armel.Le.Strat@genavir.fr

M. B. MORVAN
Tel: 33 (0)2.98.22.44.45
Fax: 33 (0)2.98.05.06.33
Email:

Bernard.Morvan@genavir.fr

Office:
Tel: 33 (0)2.29 00 85 37
Fax: 33 (0)2.98.05.06.33
genavir-bo@genavir.fr

Ref: **Naval Operation Files DMON/JXC 2007-151, 152, 153**
Contract No. 07/1216578F

Meeting Date: 8 June 2007 at the CSIC Barcelona and by videoconference with Ifremer Brest

Participants:

ICM-CSIC

G. Ercilla, P. Rodriguez, D. Casas, F. Estrada

IGME

L. Somoza, F. Bohoyo, R. Leon

IFREMER

DMON/PF
DV

O. Quedec
S. Pichereau

GENAVIR

DNO

A. Le Strat, G.Trédunit (videoconference)

DEE

B. Morvan

DEE/EC

H. Lossouarn (videoconference)

DEE/EC/SECM

E. Nedelec (videoconference)

The points complying with FON are not captured in this report; only the specific points below are noted:

Mission Leader: ERGAP 1 & 2 : Gemma Ercilla
MOUNDFORCE : Luis Somoza

1/ Time Line

ERGAP1:

Team assembles on 30 June 2007 in Vigo
Get underway on 1 July 2007 in the morning
Return on 17 July 2007 evening to Vigo
Team disperses on 18 July 2007.

ERGAP2:

Informe campaña MOUNDFORCE

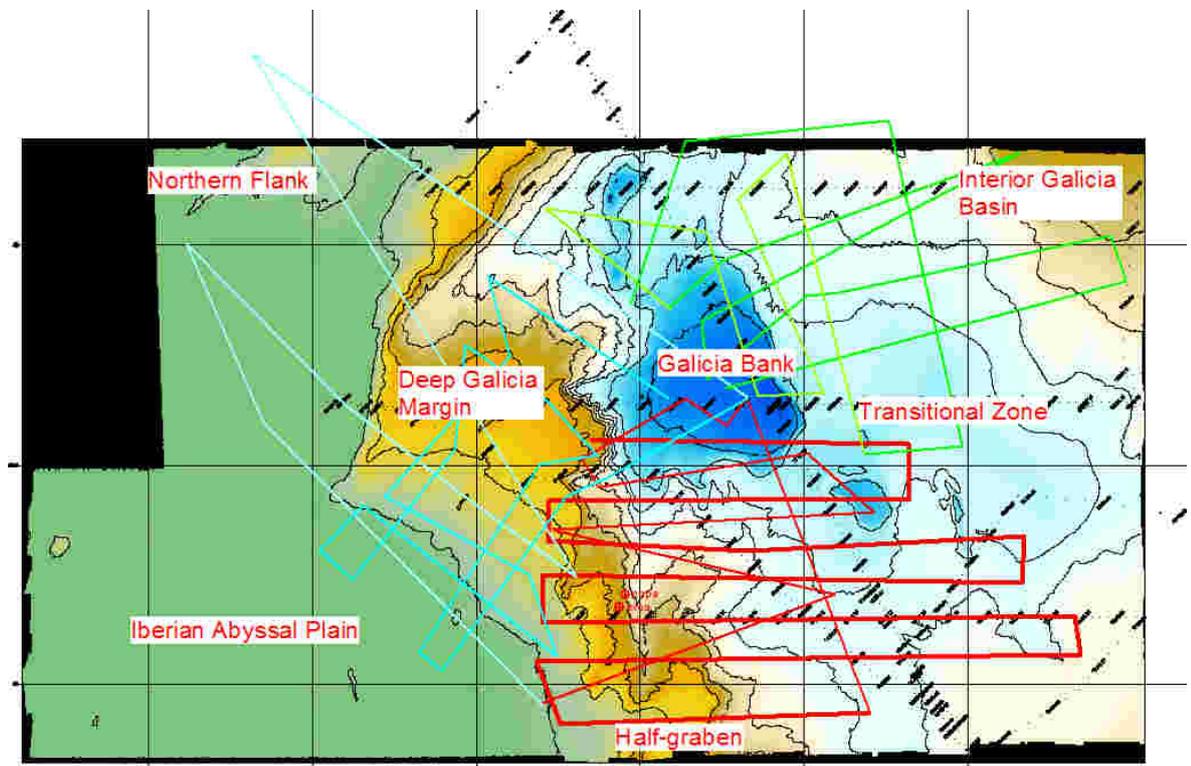
Team assembles on 31 July 2007 in Vigo
 Departure on 1 August 2007 in the morning
 Return on 17 August 2007 to Cadiz
 Team disperses on 18 August 2007.

MOUNDFORCE:

Team assembles on 23 Aug 2007 in Cadiz
 Get underway on 24 Aug 2007 in the morning
 Return on 12 Sept 2007 to La Seyne sur Mer
 Team disperses on 13 Sept 2007.

NB: The day of team assembly, scientific staff are welcomed aboard starting at 8AM.
 They are fed and lodged in the evening.
 The day of demobilization, scientific staff must disembark the ship before 6PM.
 They are fed on board at noon.

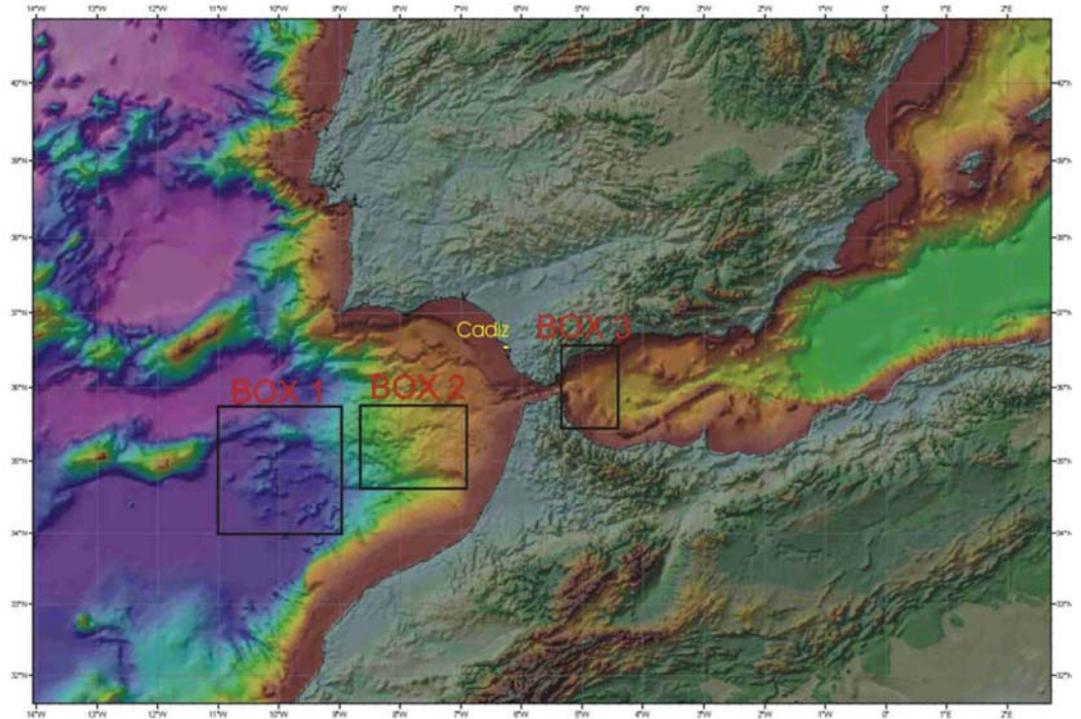
2/ Work Areas (ERGAP1 & 2)



Work in Box 1 has priority.
 Information about the work performed during ERGAP2 will be provided at the conclusion of ERGAP1.
 (position of core drilling and additional seismic lines).

Authorisations for working in Spanish waters are pending.

3/ Moundforce Work Areas



A map of seismic line details (especially in Boxes 2 and 3) will be provided by the mission leader as soon as possible. The decision to use the services of a watchdog ship will be taken after Genavir examines the work plan.

(Financing of the watchdog is at the mission's expense).

Authorisations for working in Spanish, Portuguese and Moroccan waters are pending.

4/ Work

Ergap1:

- Acquisition of HR seismic data (recording of data in SEGD and conversion to SEG Y): 5 guns (3 mini GIs and 2 GIs) – streamer with 72 traces. Paper recording from one trace.
- Acquisition from the EM12 sounder. Post-processing requested **and accepted**.
- XBT launch (provided by Genavir, 2 to 4 per day based on the areas)
- Acquisition from the sediment sounder 3.5 kHz (recording of data in SEG Y) with paper recording.
- Acquisition and recording of ADCP 75 and 300 kHz data.
 - No gravimeter available.

Ergap2:

- Ibid for Ergap1 for the acquisition of HR seismic and 3.5 kHz data.
- About thirty Kullenberg core drillings of 10 metres (+ some 20 metres requested) with pilot core drill.

The core samples will be stored (cut and packaged) in the lab refrigerator at 4°C.

NB: The core drillings will be limited to a depth of 4,500 metres.

Moundforce:

- Acquisition of multi-trace (360) seismic data (Replayed by the mission on its Promax station).
- Acquisition of EM12 data (3 or 4 surveys of 4 hours maximum).

NB: The source used will be of type HR seismic reflection with synchronisation of guns at the first spike, immersion of the guns between 10 and 15 metres, immersion of the streamer at 10 metres. Shooting rate 20 or 30 seconds.

5/ On-Board and Portable Equipment

- Streamer and HR lab -- mini GI and GI guns (Ergap 1&2)
- Streamer and SMT lab – SMT HR source (Moundforce)
- EM12 (Ergap1)
- 3.5 kHz
- ADCP
- Cinna
- Kullenberg core drill (Ergap2).

6/ Mission Equipment

Promax seismic processing station (Moundforce)
 PC laptops
 USB disks for recording SMT and HR data
 Equipment for cutting and packaging the cores

NB: The core analysis bench is not available.

7/ Staff

ERGAP 1:
 Scientific team: 14
 Genavir DEE/EC : 7

ERGAP 2:
 Scientific team: 14
 Genavir DEE/EC : 6

MOUNDFORCE:
 Scientific team: 14
 Genavir DEE/EC : 10

8/ Miscellaneous

- > The position of the ship may be broadcast.
- > The data will be supplied on DVD (HR seismic) or DLT (SMT).
- > The data may also be supplied on USB disk (supplied by the mission).
- > Genavir will give mission leaders a statement of the seismic sources used and the corresponding frequency spectrum.

- > Genavir will also supply the characteristics of the DLT recorders.
- > Genavir will supply the map of the lab refrigerator and a map of the cabins.
- > The seismic equipment will remain on board between the Ergap 1&2 campaigns.
- > The Moundforce mission leader will supply as soon as possible a mission preparation dossier in accordance with the standards in force at Ifremer.

> **Safety:**

Cf. fleet website: http://www.ifremer.fr/flotte/demande_campagnes/reglemen.htm

Once a week (most likely Sunday afternoon) a safety exercise of approximately one hour involving the entire on-board staff will be organized.

Moreover, as a reminder, the quarter deck will be off limits during work presenting a risk for on-board scientific staff.

ISPS:

In accordance with the international code for sailor and port facilities safety that has been in effect since 1 July 2004, the mission leader will send to Genavir, no later than one week before the mission, a list of contacts on land as well as an "identity type" digital photo of each person boarding.

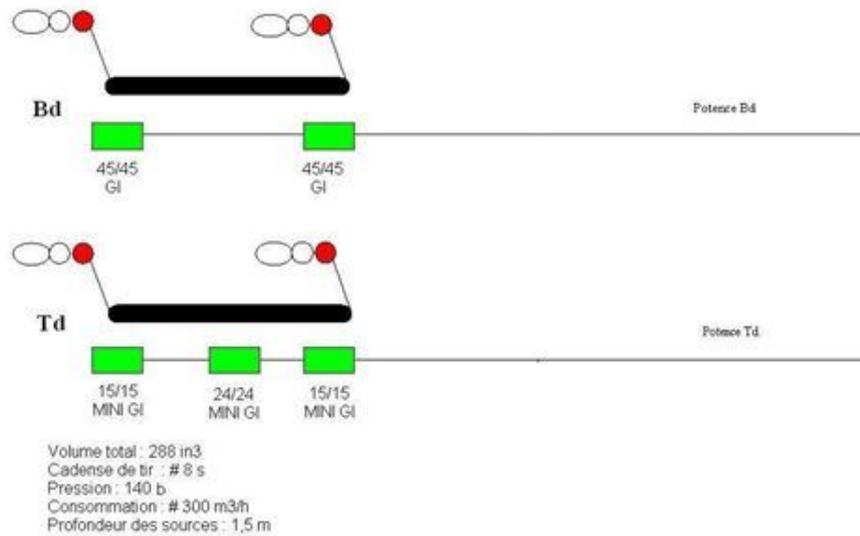
Moreover, as a reminder, each person boarding must be in possession of a health certificate, issued by a doctor, that certifies fitness for boarding a ship.

> Rights and responsibilities regarding archiving and distribution of data acquired on board IFREMER's ships:

http://www.ifremer.fr/flotte/demande_campagnes/ReglesDonneesNavires080704.pdf

9/ Re-Invoicing

Expenses incurred on the mission's behalf (communication, transport of equipment, transporting scientists, loading/unloading equipment, miscellaneous purchases, etc) on board, will be covered by a purchase order signed by the Mission Leader and the Captain in preparation for a re-invoicing by Genavir to the Mission Leader.

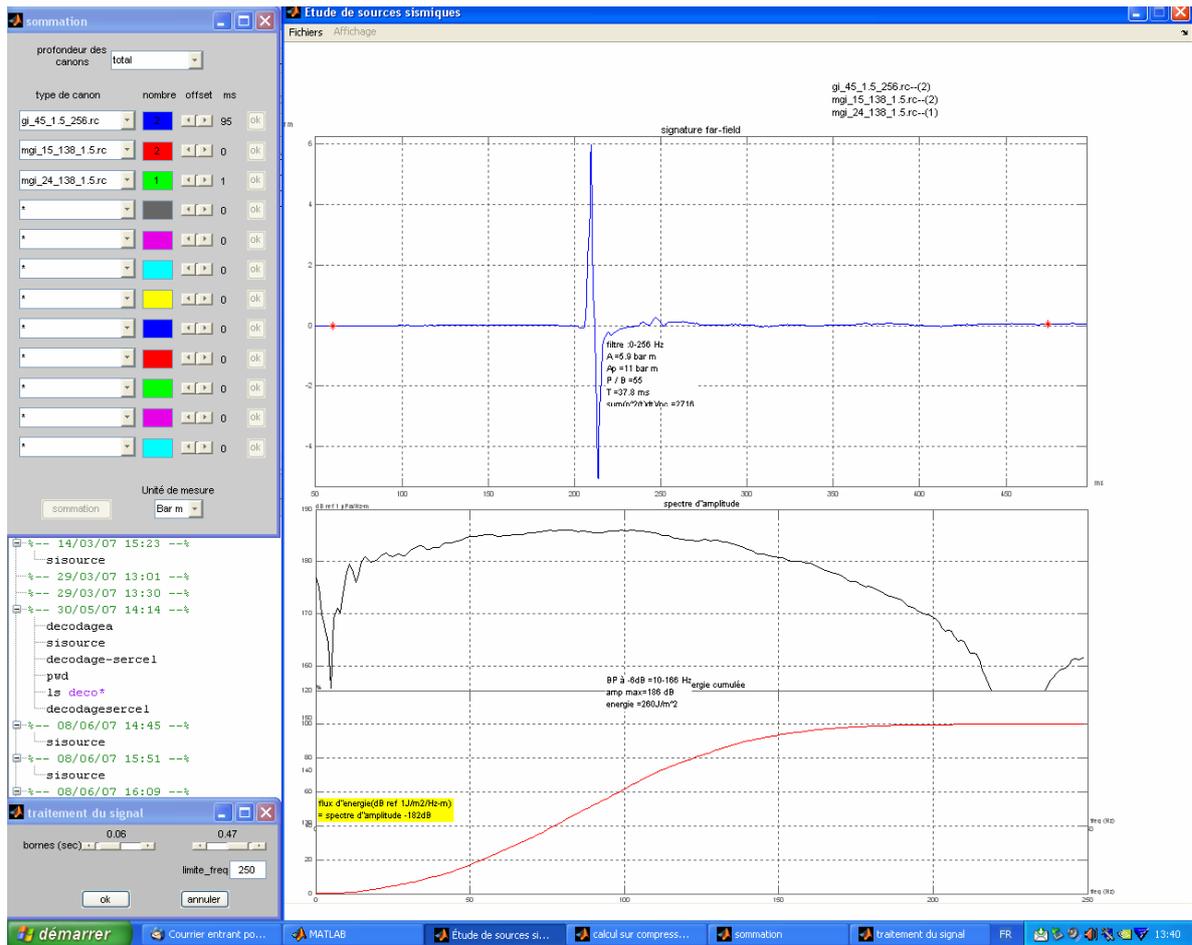
MISSIONS ERGAP : JUILLET - AOUT 2007

ERGAP MISSIONS: JULY-AUGUST 2007

Port
 45/45 GI
 45/45GI
 Port Skid

Starboard
 15/15 MINI GI
 24/24 MINI GI
 15/15 MINI GI
 Starboard Skid

Total Volume: 288 in3
 Shooting Rate: # 8 s
 Pressure: 140 b
 Consumption: # 300 m3/h
 Depth of Sources: 1.5 m



Summary
 Gun depth: total
 Gun type
 Number
 Offset
 Ms
 Summary
 Unit of measurement: Bar m
 Bar m

Signal processing
 Marker (sec)
 Frequency Limit
 OK
 Cancel

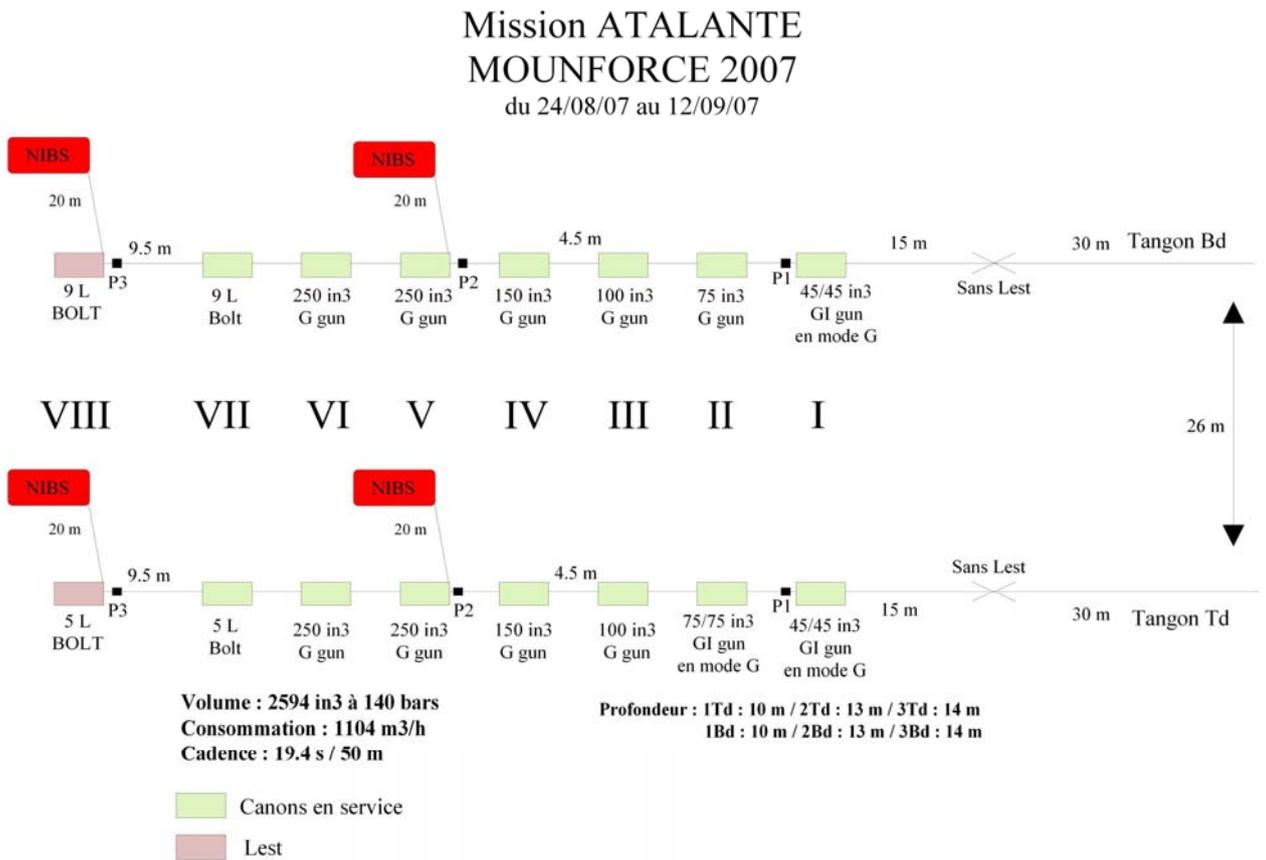
Start
 Incoming Mail for...
 MATLAB
 Seismic Source Study
 Calculation on compress...
 Summary
 Signal Processing
 FR

Seismic Source Study
 Files
 Display
 Far-field signature

Filter: 0-256 Hz
 A = 5.9 bar m
 Ap = 11 bar m
 P/B = 55
 T = 37.8 ms
 [Illegible:]
 Amplitude spectrum

BP to -6dB = 10-166 Hz
 Max amp = 186 dB
 Energy = 260J/m*2
 Accumulated energy

Energy flux (dB ref 1J/m2/Hz-m) = spectrum amplitude – 182dB



Atalante Mission
 Moundforce from 24 Aug 2007 to 12 Sept 2007
 NIBS
 20m
 NIBS
 20m
 9L BOLT

9.4.2 Rectification working area



Dr. Luis Somoza
Chef de Mission "Moundforce"

Aboard L'Atalante, 25th August 2007

After cancelled the Mediterranean area from $4^{\circ} 30' W$ to the west $6^{\circ} 40' W$, having to work in more restricted area, and in order to rectify the working area message sending by IFREMER to NAVAREA2 number 308-07, the new box area would be defined by next coordinates:

$33.5^{\circ} N 11^{\circ} W / 36^{\circ} 30' N 11^{\circ} W / 36^{\circ} 30' N 6^{\circ} 40' W / 33.5^{\circ} N 6^{\circ} 30' W$.

Is important to notice this box are because we are coordinate with the Italian R/V Urania from the EU project (for Tsunamis alerta monitoring) which is being deployed a network of submarine seismograph.

This is part of the dossier du preparation de la Mission sent to Ifremer

D - Résultats escomptés

Area: Region of the Gulf of Cadiz and Gibraltar Strait

Coordinates: the area defined by: Latitude $36^{\circ} 30' N$ and $33.5^{\circ} N$, Longitude $4^{\circ} 30' W$ and $11^{\circ} W$

Range of Water Depth: from 100 to 5500 m

All authorities (Morrocan, Portuguesse and Spanish) have being informed of the new plan.

Sincerely

Luis Somoza

10 BIBLIOGRAFÍA

- Argus, D.F., Gordon, R.G., DeMets, C., Stein S. 1989. Closure of the Africa- Eurasia- North America plate motion circuit and tectonics of the Gloria fault. *J. Geophys. Res.*, 94: 5585-5602.
- Baraza, J., Ercilla, G. 1996. Gas-charged sediments and large pockmark-like features on the Gulf of Cadiz continental slope (SW Spain). *Mar. Petr. Geol.*, 13(2): 253-261.
- Berástegui, X., Banks, C., Puig, C., Taberner, C., Waltham, D., Fernández, M. 1998. Lateral diapiric emplacement of Triassic evaporites at the southern margin of the Guadalquivir Basin, Spain. En: A. Mascle, C. Puigdefábregas, H:P. Luterbacher y M. Fernández (Eds.), *Cenozoic Foreland Basins of Western Europe*, *Geol. Soc. Spec. Publ.* 134, 49-68.
- Buform, E., Bezzeghoud, M., Udías, A., Pro, C. 2004. Seismic sources of the Iberia-African Plate boundary and their tectonic implications. *Pure appl. geophys.*, 161: 623-646.
- Casas, D., Ercilla, G., Baraza, J., 2003. Acoustic evidences of gas in the continental slope sediments of the Gulf of Cadiz (E Atlantic). *Geo-Mar.Lett.* 23: 300-310.
- Dewey, J.F., Helman, M.L., Turco, E., Hutton, D.H.W., y Knott, S.D. 1989. Kinematics of the Western Mediterranean. En: M.P. Coward, D. Dietrich, R.G. Park (Eds.), *Alpine Tectonics*, *Spec. Publ. Geol. Soc. London*, 45: 265-283.
- Díaz-del-Río, V., Somoza, L., Martínez-Frías, J., Mata, M.P., Delgado, A., Hernández-Molina, F.J., Lunar, R., Martín-Rubí, J.A., Maestro, A., Fernández-Puga, M.C., León, R., Llave, E., Medialdea, T., Vázquez, J.T. 2003. Vast fields of hydrocarbon-derived carbonate chimneys related to the accretionary wedge/olistostrome of the Gulf of Cádiz. *Mar. Geol.* 195: 177-200.
- Fernández-Puga, M.C., Vázquez, J.T., Somoza, L., Díaz del Río, V., Medialdea, T., Mata, M.P., León, R. 2007. Gas-related morphologies and diapirism in the Gulf of Cadiz. *Geo-Mar. Lett.* Doi: 10.1007/s00367-007-0076-0.
- Flinch, J.F., Bally, A.W., Wu, S. 1996. Emplacement of a passive-margin evaporitic allochthon in the Betic Cordillera of Spain. *Geology*, 24 (1): 67-70
- Flinch, J.F., Vail, P.R. 1998. Plio-Pleistocene sequence stratigraphy and tectonics of the Gibraltar Arc. En: P.C. de Graciansky, J. Hardenbol, J. Thierry, P.R. Vail (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, *SEPM Spec. Publ.* 60, 199-208.
- Gardner, J.M. 2001. Mud volcanoes revealed and sampled on the western Moroccan continental margin. *Geophys. Res. Lett.*, 28: 339-342.
- Gardner, J.M., Vogt, P.R., Somoza, L. 2001. The possible affect of the Mediterranean Outflow Water (MOW) on gas hydrate dissociation in the Gulf of Cádiz. *EOS Transactions AGU*, 82 (47), Fall. Meet. Suppl. Abstracts OS12B-0418.

- González, A., Córdoba, D., Vegas, R., Matias, L.M. 1998. Seismic crustal structure in the southwest of the Iberian Peninsula and the Gulf of Cadiz. *Tectonophysics*, 296: 317-331.
- González-Fernández, A., Córdoba, D., Matias, L.M., Torné, M. 2001. Seismic crustal structure in the Gulf of Cadiz (SW Iberian Peninsula). *Mar. Geophys. Res.*, 22: 207-223.
- Gràcia, E., Dañobeitia, J., Vergés, J., Bartolomé, R. 2003. Crustal architecture and tectonic evolution of the Gulf of Cadiz (SW Iberian margin) at the convergence of the Eurasian and African plates. *Tectonics*, 22 (4), 1033, doi: 10.1029/2001TC901045.
- Gutscher, M.A., Malod, J., Rehault, J.P., Contrucci, I., Klingelhoefer, F., Mendes-Victor, L., Spakman, W. 2002. Evidence for active subduction beneath Gibraltar. *Geology*, 30 (12):1071-1074.
- Habgood, E.L., Kenyon, N.H., Masson, D.G., Akhmetzhanov, A., Weaver, P.P.E., Gardner, J., Mulder, T. 2003. Deep-water sediment wave fields, bottom current sand channels and gravity flow channel-lobe systems: Gulf of Cádiz, NE Atlantic. *Sedimentology*, 50: 483-510.
- Hayward, N., Watts, A.B., Westbrook, G.K., Collier, J.S. 1999. A seismic reflection and GLORIA study of compressional deformation in the Gorringer Bank region, eastern North Atlantic. *Geophys. J. Int.*, 138: 831-850.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Vázquez, J.T., Lobo, F., Fernández-Puga, M.C., Llave, E., Díaz del Río, V. 2002. Quaternary stratigraphic patterns on the continental shelves of the southern Iberian Peninsula: Their relationship with global climate and paleoceanographic changes. *Quaternary International*, 92: 5-23
- Hernández-Molina FJ, Llave E, Somoza L, Fernández-Puga MC, Maestro A, León R, Medialdea T, Barnolas A, García M, Díaz-del-Río V, Fernández-Salas LM, Vázquez JT, Lobo FJ, Alveirinho-Dias JA, Rodero J, Gardner J (2003) Looking for clues to paleoceanographic imprints: A diagnosis of the Gulf of Cádiz contourite depositional systems. *Geology* 31(1): 19-22.
- Hernández-Molina, F. J.; Llave, E.; Stow, D.A.V.; García, M.; Somoza, L.; Vázquez, J.T.; Lobo, F.; Maestro, A.; Díaz del Río, V.; León, R.; Medialdea, T., Gardner, J. 2006. The Contourite Depositional System of the Gulf of Cadiz: a sedimentary model related to the bottom current activity of the Mediterranean Outflow Water and its interaction with the continental margin. *Deep-Sea Res. II* 53 (2006) 1420–1463.
- Ivanov MK, Kenyon N, Nielsen T, Wheeler A, Monteiro J, Gardner J, Comas M, Akhmanov G, Akhmetzhanov A, Scientific Party of the TTR-9 Cruise. 2000. Goals and principle results of the TTR-9 cruise. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) UNESCO, Workshop Report, 168: 3-4.
- Kopf, A. and Cruise Participants. 2004. *Report and preliminary results of SONNE Cruise SO175, Miami-Bremerhaven, 12.11-30.12.2003*. Berichte, fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, No 228, 218 p.

- Lajat, D., Biju-Duval, B., Gonnard, R., Letouzey, J., Winnock, E. 1975. Prolongement dans l'Atlantique de la partie externe de l'Arc bético-rifain. *Bull.Soc. géol. France* 17(4): 481-485.
- León, R., Somoza, L., Medialdea, T., Maestro, A., Díaz-Del-Río, V., Fernandez-Puga, M.C., 2006. Classification of sea-floor features associated with methane seeps along the Gulf of Cádiz continental margin. *Deep-Sea Res. II.* 53,1464-1481.
- León, R., Somoza, L., Medialdea, T., González, F.J., Díaz del Río, V., Fernández-Puga, M.C., Maestro, A., Mata, M.P., 2007. Sea-floor features related to hydrocarbon seeps in deepwater carbonate-mud mounds of the Gulf of Cadiz: from mud flows to carbonate precipitates. *Geo-Mar. Lett.* Doi: 10.1007/s00367-007-0074-2.
- Llave, E., Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Díaz-del-Río, V., Stow, D.A.V., Maestro, A. y Alveirinho Dias, J.M. 2001. Seismic stacking pattern of the Faro-Albufeira contourite system (Gulf of Cadiz): a Quaternary record of paleoceanographic and tectonic influences. *Mar. Geophys. Res.*, 22: 487-508.
- Maestro, A., Somoza, L., Medialdea, T., Talbot, C.J., Lowrie, A., Vázquez, J.T., Díaz-del-Río, V., 2003. Large-scale slope failure involving Triassic and Middle Miocene salt and shale in the Gulf of Cadiz (Atlantic Iberian Margin). *Terra Nova* 15: 380-391.
- Magalhães V, Vasconcelos C, Pinheiro L, Gaspar L, Ivanov M, Díaz-del-Río V, Somoza L, Gardner J (2004) Methane related autigenic carbonates, chimneys and crust, from the Gulf of Cádiz. 32nd International geological congress. Florence (Italy), 2004. International Union of Geological Science (IUGS). In: T18.01-Deep biosphere. CDROM.
- Maldonado, A., Somoza, L., Pallarés, L.1999. The Betic orogen and the Iberian-African boundary in the Gulf of Cádiz: Geological evolution (Central North Atlantic). *Mar Geol* 155: 9-43.
- Mazurenko, L.L., Soloviev, V.A., Belenkaya, I., Ivanov, M.K., Pinheiro, L., 2002. Mud volcano gas hydrates in the Gulf of Cádiz. *Terra Nova* 14, 321–329.
- Medialdea, T., 2005. Estructura y evolución tectónica del Golfo de Cádiz. Universidad Complutense, Madrid. 328 pp.
- Medialdea, T., Vegas, R., Somoza, L., Vázquez, J.T., Maldonado, A., Díaz-del-Río, V., Maestro, A., Córdoba, D., Fernández-Puga, M.C. 2004c. Structure and evolution of the "Olistostrome" complex of the Gibraltar Arc in the Gulf of Cádiz (eastern Central Atlantic): evidence from two long seismic cross-sections. *Mar. Geol.*, 209 (1-4): 173-198.
- Nelson, C.H., Baraza, J., Maldonado, A., Rodero, J., Escutia, C., Barber, J.H. 1999. Influence of the Atlantic inflow and Mediterranean outflow currents on Late Quaternary sedimentary facies of the Gulf of Cadiz continental margin. *Mar. Geol.*, 155: 99-129.
- Nocquet, J-M., Calais, E. 2004. Geodetic measurements of crustal deformation in the Western Mediterranean and Europe. *Pure appl. geophys.*, 161: 661-681.

- Ochoa, J., Bray, N.A. 1991. Water mass exchange in the Gulf of Cadiz. *Deep-Sea Res.*, 38 (1): S465-S503.
- Perconig, E. 1960-62. Sur la constitution géologique de l' Andalousie Occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne meridionale). En: Livre Mémoire du Professeur Paul Fallot. Mémoires hors-Série de la Société géologique de France, 229-256.
- Pinheiro L. M., Ivanov, M. K., Sautkin, A., Akhmanov, G., Magalhães, V.H, Volkonskaya, A., Monteiro J. H. , Somoza L, Gardner J. , Hamouni N., Cunha, M.R. 2003. Mud volcanism in the Gulf of Cadiz: results from the TTR-10 cruise. *Mar. Geol.*, 195:131-151.
- Purdy, G.M., 1975. The eastern end of the Azores- Gibraltar plate boundary, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 43: 973-1000.
- Riaza, C., Martínez del Olmo, W. 1996. Depositional model of the Guadalquivir-Gulf of Cadiz Tertiary basin. En: *Tertiary Basins of Spain. The stratigraphic record of crustal kinematics* . P.F. Friend y C.J. Dabrio (Eds.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 330-338.
- Roberts, D.G. 1970. The Rif-Betic orogen in the Gulf of Cadiz. *Mar. Geol.*, 9: M31-M37.
- Roeser H.A., Steiner C., Schreckenberger B., Block, M., 2002. Structural development of the Jurassic Magnetic Quiet Zone off Morocco and identification of the Middle Jurassic magnetic lineations. *Jour. Geophys. Res.*, 107(B10), 2207, doi: 10.1029/2000JB000094.
- Rosenbaum, G. Lister, G.S., Duboz, C. 2002. Relative motions of Africa, Iberia and Europe during Alpine orogeny. *Tectonophysics*, 359 (1-2): 117-129.
- Rovere, M., Ranero, C.R., Sartori, R., Torelli, L., Zitellini, N. 2004. Seismic images and magnetic signature of the Late Jurassic to Early Cretaceous Africa-Eurasia plate boundary off SW Iberia. *Geophys. J. Int.*, 158: 554-568.
- Sartori, R., Torelli, L., Zitellini, N., Peis, D., Lodolo, E. 1994. Eastern segment of the Azores-Gibraltar line (central-eastern Atlantic): An oceanic plate boundary with diffuse compressional deformation. *Geology*, 22: 555-558.
- Somoza L, Gardner JM, Díaz-del-Río V, Vázquez T, Pinheiro L, Hernández-Molina FJ, TASYO/ANASTASYA Shipboard Scientific Parties (2002) Numerous methane gas related seafloor structures identified in the Gulf of Cádiz. *EOS Trans, AGU* 83 (47): 541-547.
- Somoza L, Díaz-del-Río V, León R, Ivanov M, Fernández-Puga MC, Gardner JM, Hernández-Molina FJ, Pinheiro LM, Rodero J, Lobato A, Maestro A, Vázquez JT, Medialdea T, Fernández-Salas LM (2003) Seabed morphology and hydrocarbon seepage in the Gulf of Cádiz mud volcano area: Acoustic imagery, multibeam and ultra-high resolution seismic data. *Mar Geol* 195: 153-176.
- Srivastava, S.P., Roest W.R., Klitgord, K.D., Kovacs, L.C., Verhoef, J., Macnab, R. 1990a.

- Motion of Iberia since the Late Jurassic: Results from detailed aeromagnetic measurements in the Newfoundland Basin. *Tectonophysics*, 184: 229-260.
- Stich, D., Mancilla, F.L., Morales, J. 2005. Crust-mantle coupling in the Gulf of Cadiz (SW-Iberia). *Geophys. Res. Lett.* 32, L13306, doi:10.1029/2005GL023098, 2005
- SWIM Map Team. 2007. Bathymetry of the Gulf of Cadiz, North-east Atlantic. The SWIM Multibeam compilation. One map at 1/750.000.
- Terrinha, P.A., Pinheiro, L., Henriot, J.-P., Matias, L., Ivanov, M.K., Monteiro, J.H., Azhmetzhanov, A., Volkonskaya, A., Cunha, T., Shaskin, P., Rovere, M. 2003. Tsunamigenic-seismogenic structures, neotectonics, sedimentary process and slope instability on the southwest Portuguese margin. *Mar. Geol.* 195: 55-73.
- Torelli, L., Sartori, R., Zitellini, N. 1997. The giant chaotic body in the Atlantic ocean off Gibraltar: new results from a deep seismic reflection survey. *Mar. Pet. Geol.* 14: 125-138.
- Tortella, D., Torné, M., Pérez-Estaún, A. 1997. Geodynamic evolution of the eastern segment of the Azores-Gibraltar zone: the Gorringe Bank and the Gulf of Cadiz region. *Mar. Geophys. Res.*, 19: 211-230.
- Van Rensbergen, P, Depreiter, D, Pannemans, B, Moerkerke, G, van Rooij, D, Marsset B, Akhmanov, G, Blinova, V, Ivanov, M, Rachidi, M, Magalhaes, V, Pinheiro, L, Cunha, M, Henriot, JP.2005. The Arraiche mud volcano field at the Moroccan Atlantic slope, Gulf of Cádiz. *Mar Geol* 219: 1-17.
- Zitellini, N., Rovere, M., Terrinha, P., Chierici, F., Matias, L., BIGSETS Team, 2004. Neogene through Quaternary tectonic reactivation of SW Iberian passive margin. *Pure appl. geophys.* 161(3): 565-587.

Esta memoria consta de 159 páginas y fué finalizada el día 2 de octubre de 2007