

**EXPEDICIÓN ERGAP**

# **EXPLORANDO EL OCÉANO**

**CON GEÓLOGOS MARINOS**



**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**









L'ATALANTE







An abstract painting depicting a deep-sea hydrothermal vent, possibly a black smoker. The scene is characterized by dark, swirling, and textured brushstrokes in shades of blue, purple, and black, suggesting a turbulent and mysterious underwater environment. A bright, white, and yellowish light source emanates from the upper left, creating a strong contrast and illuminating the surrounding dark areas. The entire composition is framed by a thick, solid red border.

# **EXPEDICIÓN ERGAP**

**EXPLORANDO  
EL OCÉANO  
CON GEÓLOGOS MARINOS**



Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, asertos y opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

*Catálogo general de publicaciones oficiales*

*<http://www.060.es>*



© CSIC

© Gemma Ercilla, David Casas y Sergi Domènech


NIPO: 472-08-055-3

ISBN: 978-84-00-08724-1

Depósito Legal: M. 50541 - 2008

Impreso en: ARTEGRAFI, S.A.

Impreso en España. *Printed in Spain*

A watercolor illustration on the left side of the page. It features a vertical gradient of colors: light blue at the top, transitioning into various shades of green and teal in the middle, and finally into yellow and orange at the bottom. The brushstrokes are soft and blended, creating a dreamy, ethereal atmosphere that suggests a seascape or a sunset/sunrise over water.

## Expedición ERGAP

### Explorando el océano con geólogos marinos

Investigando el suelo marino...

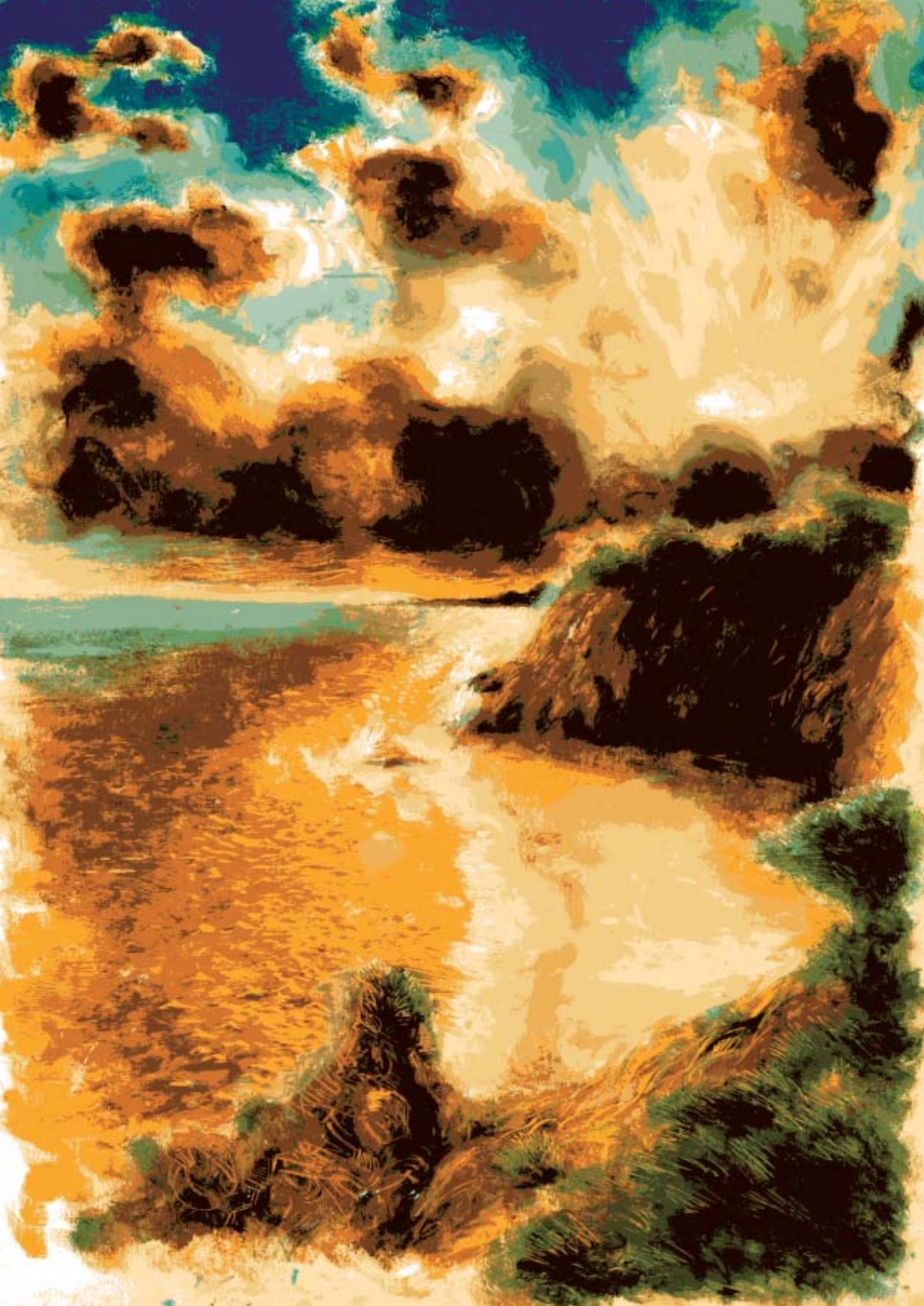
El propósito de esta narración no es otro que familiarizar al lector con el trabajo científico de los geólogos marinos y despertar la curiosidad hacia la ciencia y el trabajo de los investigadores. El relato que os espera, estructurado como un diálogo espontáneo en forma de novela gráfica, recorre la aventura de una expedición científica del siglo XXI, donde científicos reales colaboran para realizar el trabajo que se han propuesto. Científicos que escapan a los clichés de sus propias representaciones en la mayoría de novelas e historias publicadas hasta el momento, es decir, ni son genios despistados, ni villanos, ni mucho menos personajes solitarios guardianes del secreto del conocimiento.

La historia que os vamos a contar empieza en el Institut de Ciències del Mar (ICM), un centro de investigación en Barcelona que pertenece al CSIC. Un equipo del ICM coordinado con equipos del Instituto Geológico y Minero de España de Madrid y las Universidades de Cádiz y Vigo van a llevar a cabo una expedición, llamada ERGAP, para investigar el fondo marino del Banco de Galicia, la zona del Océano Atlántico donde se hundió el buque petrolero *Prestige*. ¡Y toda expedición marina necesita un barco!; en esta ocasión se contará con el buque de investigación francés *L'Atalante*. Un buen barco, que debería estar en la lista de buques científicos míticos de la historia de las ciencias marinas. Durante el transcurrir de las páginas iremos descubriendo los principios científicos y el trabajo diario de una expedición, poniendo a prueba la colaboración y convivencia entre científicos, técnicos y marineros.


Esperamos que este relato además ayude a difundir qué mundo hay debajo de esa enorme masa de agua que son los océanos, un mundo escondido a la vista, desconocido para la mayoría. Esperamos que después de leer este cómic penséis de vez en cuando en ese mundo fascinante... ¿quizás cuando vayáis a la playa?

**Gemma Ercilla**  
**David Casas**  
**Sergi Domènech**









EL ALBA TIÑE EL OCÉANO  
UN VIENTO LIMPIO Y FUERTE  
ESPOLEA LAS BRILLANTES  
NUBES.

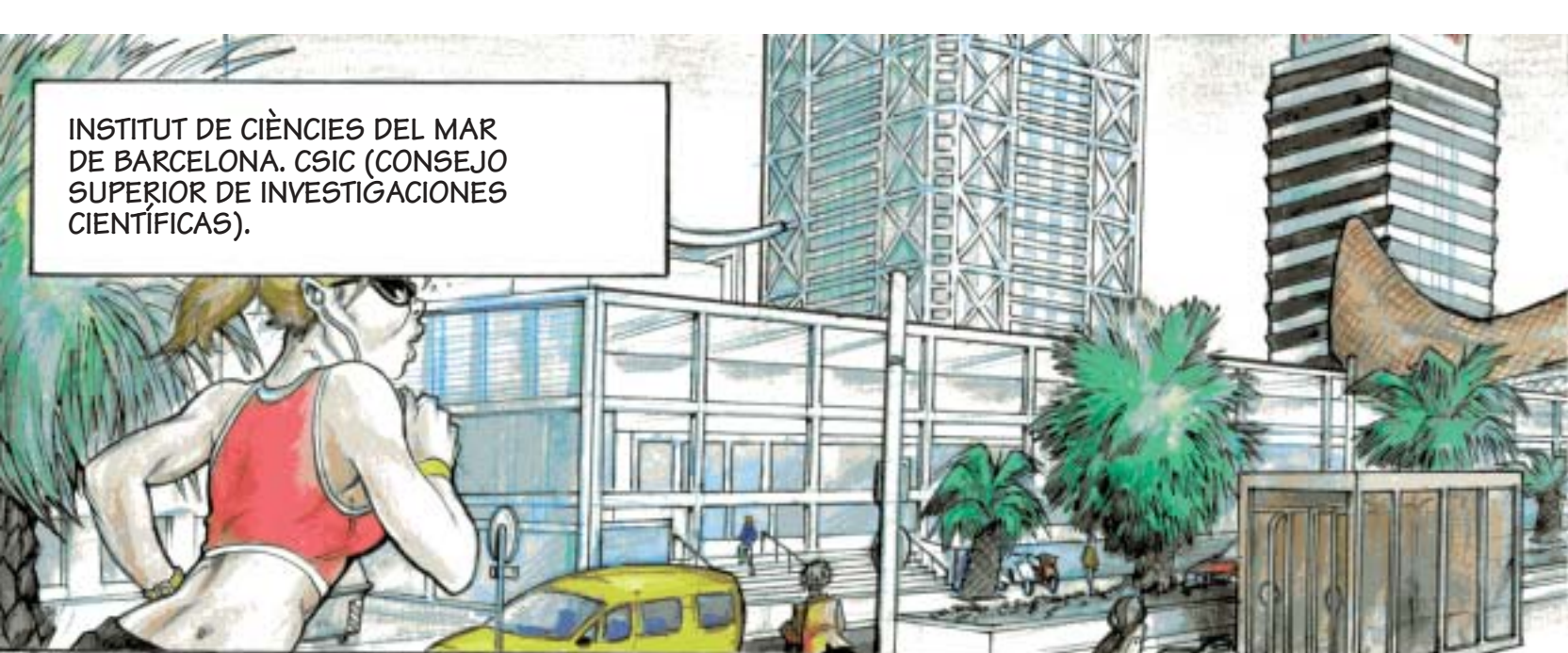
EL OCÉANO, EN SOLEMNE DESPERTAR,  
MECE LAS INQUIETAS OLAS HASTA LA PLAYA.  
SI NOS ADENTRAMOS EN SU VASTO HORIZONTE,  
SE NOS APARECE TODO UN MUNDO SALVAJE,  
SOLITARIO, INDÓMITO Y NO SIEMPRE  
AJENO AL SER HUMANO.

PERO HAY MUCHO MÁS  
PORQUE EL OLEAJE Y EL CIELO INFINITO  
SÓLO SON LA SUPERFICIE DE UN REINO  
TODAVÍA MÁS RICO.  
ES EL REINO DE LAS CRIATURAS MARINAS,  
DE TIERRAS ANTAÑO SUMERGIDAS.


CONOCEMOS EL EXTERIOR,  
¿PERO... QUÉ SABEMOS DE LAS PROFUNDIDADES  
SOBRE LAS QUE DESCANSAN LOS MARES?  
¿SABÍAS QUE EN EL FONDO SUBMARINO  
SE ALZAN GIGANTESCAS MONTAÑAS Y FOSAS?  
¿CANALES Y CAÑONES?  
¿PODEROSOS VOLCANES?

¿HAS PENSADO ALGUNA VEZ  
EN CÓMO SE ESTUDIA ALGO QUE YACE  
A MÁS DE CUATRO MIL METROS  
DE PROFUNDIDAD?






INSTITUT DE CIÈNCIES DEL MAR  
DE BARCELONA. CSIC (CONSEJO  
SUPERIOR DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS).



HEMOS RECIBIDO LA NOTIFICACIÓN  
DEL MINISTERIO APROBANDO EL  
PROYECTO DE LA EXPEDICIÓN  
QUE LLAMAREMOS ERGAP

COMO YA SABÉIS, NUESTRA  
MISIÓN SERÁ ESTUDIAR LA ZONA  
DONDE SE HUNDIÓ EL PETROLERO  
*PRESTIGE* EN NOVIEMBRE DE  
2002.



DESDE BARCELONA  
PARTIREMOS DAVID, FERRAN,  
MARCEL·LÍ, MARGA, RUTH Y  
YO MISMA, GEMMA, COMO  
COORDINADORA DEL  
PROYECTO.

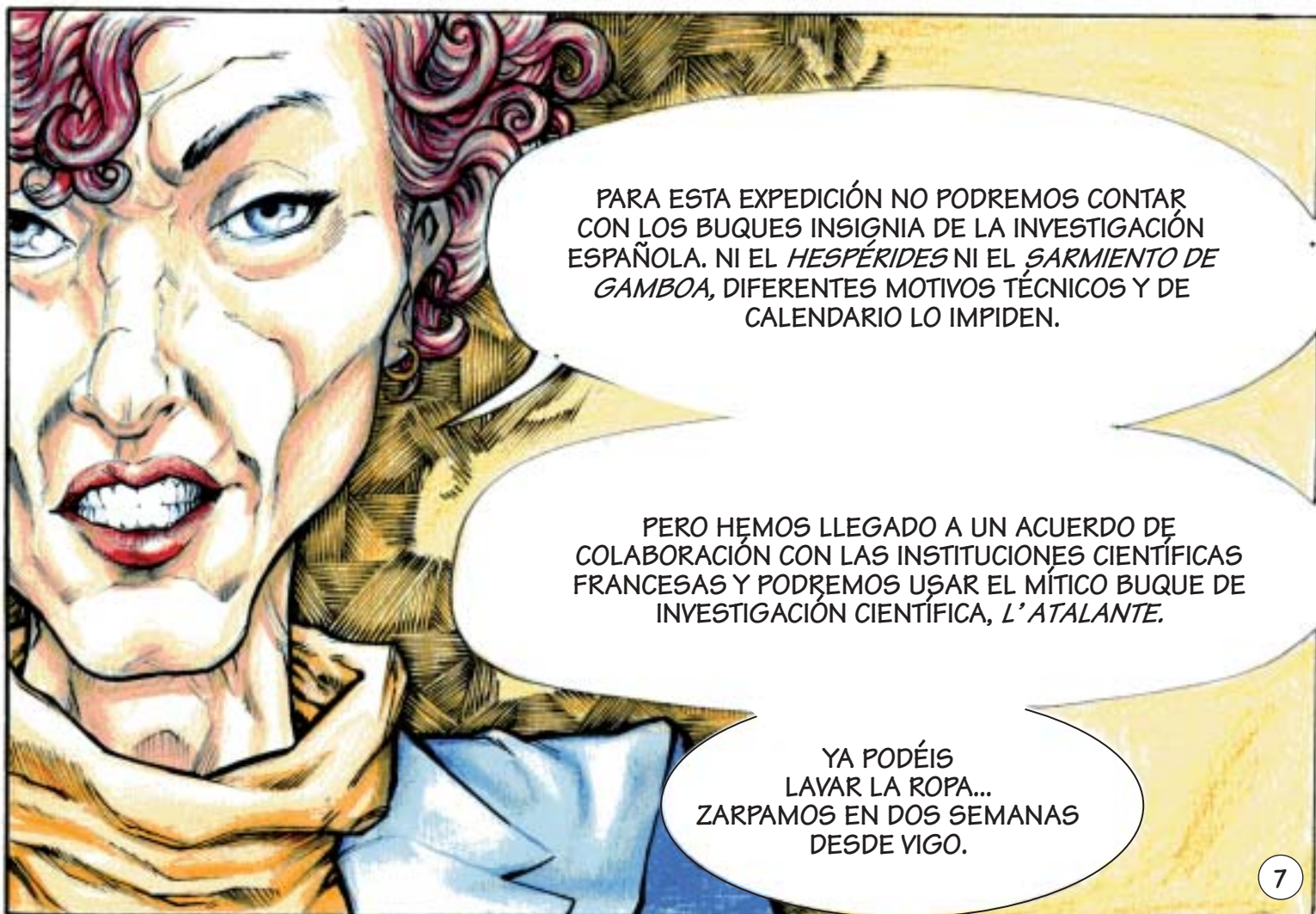
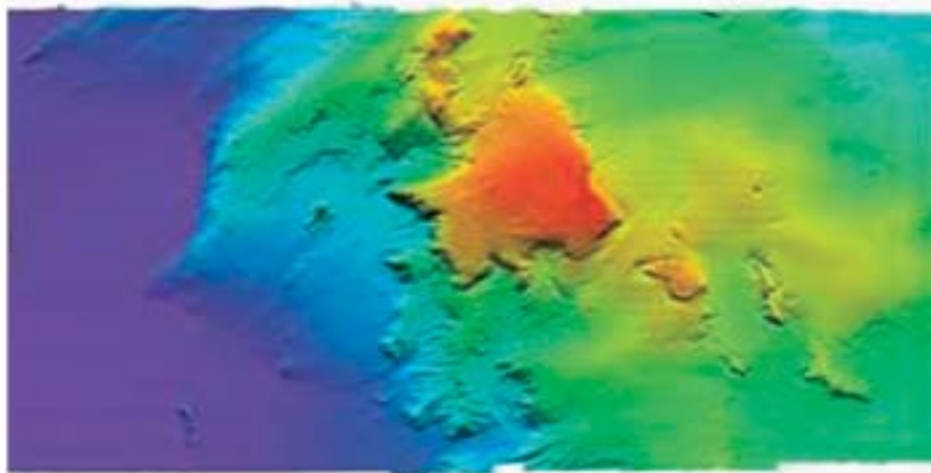
DADA LA COMPLEJIDAD  
DEL ESTUDIO, CONTAMOS CON EL  
APOYO Y COLABORACIÓN DE OTRAS  
INSTITUCIONES CIENTÍFICAS.

EL IGME  
(INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA)  
DE MADRID, LA  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ  
Y LA UNIVERSIDAD DE  
VIGO, CON LAS QUE  
COMPLETAREMOS EL EQUIPO  
CIENTÍFICO DE LA  
EXPEDICIÓN.

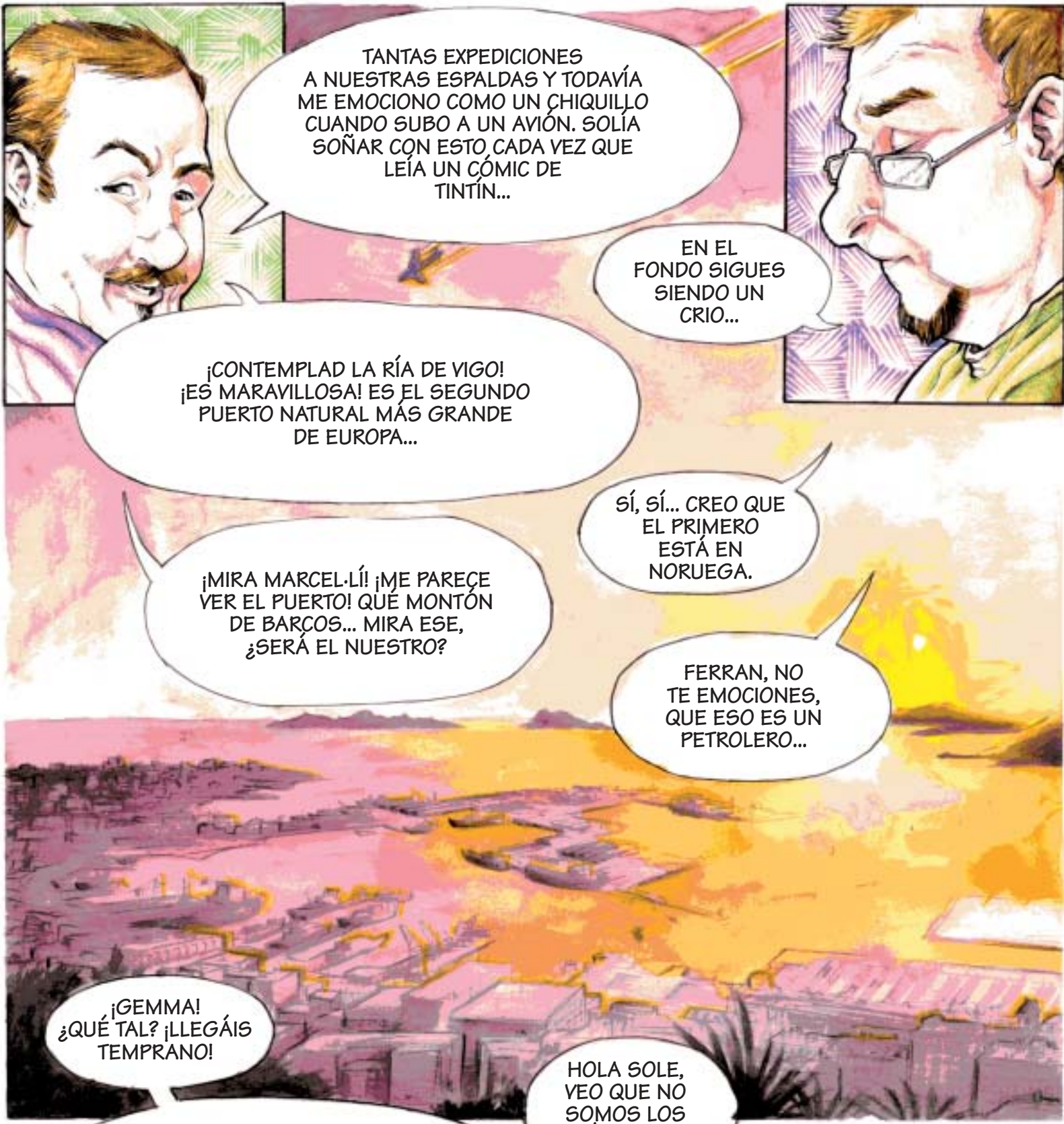




VAMOS A ESTUDIAR EL TERRENO QUE RODEA Y SOBRE EL QUE ESTÁ HUNDIDO EL *PRESTIGE*, PARA CONOCER CÓMO PUEDE VERSE AFECTADO EN UN FUTURO. PARA HACERLO VAMOS A REALIZAR UN MAPA BATIMÉTRICO, REGISTRAREMOS PERFILES SÍSMICOS Y RECOGEREMOS MUESTRAS DE SEDIMENTO. ASÍ ENTENDEREMOS CÓMO ES EL FONDO Y SUBFONDO MARINO DE ESTA ZONA.







TANTAS EXPEDICIONES  
A NUESTRAS ESPALDAS Y TODAVÍA  
ME EMOCIONO COMO UN CHIKILLO  
CUANDO SUBO A UN AVIÓN. SOLÍA  
SOÑAR CON ESTO CADA VEZ QUE  
LEÍA UN CÓMIC DE  
TINTÍN...

EN EL  
FONDO SIGUES  
SIENDO UN  
CRIO...

¡CONTEMPLAD LA RÍA DE VIGO!  
¡ES MARAVILLOSA! ES EL SEGUNDO  
PUERTO NATURAL MÁS GRANDE  
DE EUROPA...

¡MIRA MARCEL·LÍ! ¡ME PARECE  
VER EL PUERTO! QUÉ MONTÓN  
DE BARCOS... MIRA ESE,  
¿SERÁ EL NUESTRO?

SÍ, SÍ... CREO QUE  
EL PRIMERO  
ESTÁ EN  
NORUEGA.

FERRAN, NO  
TE EMOCIONES,  
QUE ESO ES UN  
PETROLERO...

¡GEMMA!  
¿QUÉ TAL? ¡LLEGÁIS  
TEMPRANO!

HOLA SOLE,  
VEO QUE NO  
SOMOS LOS  
ÚNICOS.

ACABAMOS DE EMBARCAR EL  
EQUIPAJE. TODO EL GRUPO VIGUÉS  
Y EL GADITANO ESTÁN YA  
INSTALÁNDOSE EN SUS CAMAROTES  
Y EL EQUIPO MADRILEÑO  
LLEGARÁ ESTA TARDE.

ESTAMOS  
ANSIOSOS DE  
SABOREAR LOS  
DESCUBRIMIENTOS  
QUE NOS ESPERAN EN ESA  
ZONA DEL OCEANO  
ATLÁNTICO.





BUENO  
NO ES EL *HESPÉRIDES*  
PERO SERVIRÁ...

SUPONGO  
QUE SÍ...

¿OS HE DICHO  
YA QUE LA COCINA  
ESTÁ ABIERTA  
TODO EL DÍA?

L'ATALANTE

¡Y QUÉ LÍNEAS  
TAN ELEGANTES  
TIENE!

¡OYE!  
¡PUES SÍ QUE  
ES BONITO!

PERO LO MEJOR  
ES QUE ES UN BUQUE  
EQUIPADO CON LAS MEJORES  
TÉCNICAS PARA EXPLORAR  
LOS OCEANOS.

¡Y QUÉ  
BLANCO...!



SEÑOGAS Y  
SEÑOGES, JE  
SUI JEAN  
PHILIPPE,  
LE CAPITAN DE  
L'ATALANTE.

BIENVENIDOS  
A BOGDO,  
ESPEGO QUE LOS  
CAMAGOTES SEAN  
DE SU AGADO.

ANTES DE ZAGPAG  
ES MI OBLIGACIÓN  
RECOGDAGOS LAS MEDIDAS  
DE SEGUGIDAD.

EN VUESTGO  
CAMAGOTE  
ENCONTGAGÉIS

UN MAPA DEL  
BAGCO Y LA UBICACIÓN  
DE LOS BOTES SALVAVIDAS.  
HAY CUATGO DISTGIBUIDOS  
EN CADA CUBIEGTA.

MEMOGIZAD CUÁL TENÉIS ASIGNADO  
Y EL CAMINO MÁS COGTO DESDE  
VUESTGO CAMAGOTE. ES IMPOGTANTE.  
TAMBIÉN LO ES SABEG PONEGSE EL  
TGAJE DE SUPEGVIVENCIA QUE

ENCONTRAGÉIS EN VUESTGO CAMAGOTE.  
ESE CONOCIMIENTO PUEDE SALVAGOS LA VIDA.  
MAGCEL-LÍ SE HA OFGECIDO A ENSEÑAGNOS CÓMO.

NO SE GÍAN,  
VAN A TENEG QUE  
PROBÁGSELO  
TODOS.

ASÍ UNO TRAS OTRO, LOS EQUIPOS  
SUBEN AL PUENTE Y RECIBEN  
LAS DIRECTRICES DEL CAPITÁN.

AMANECE CON L'ATALANTE  
PENETRANDO EN EL  
OCÉANO.  
UNA MAÑANA FRESCA Y  
LUMINOSA DESPIDE LA  
EXPEDICIÓN DESDE LAS  
COSTAS GALLEGAS.





LOS GRUPOS DE TRABAJO YA ESTÁN FIJADOS Y TODOS TENÉIS VUESTROS HORARIOS.

CADA GRUPO CUBRIRÁ 2 TURNOS DE 4 HORAS Y ASÍ SEREMOS OPERATIVOS LAS

24 HORAS DEL DÍA.

CADA SEGUNDO SE REGISTRA AUTOMÁTICAMENTE NUESTRA POSICIÓN, PERO CADA 15 MINUTOS COMPROBAREMOS NUESTRA POSICIÓN CON LOS DATOS DEL SATELITE. NECESITAMOS TENER EL REGISTRO EXACTO DEL RUMBO QUE ESTAMOS SIGUIENDO.

AL LLEGAR A LA ZONA DE EXPLORACIÓN SEGUIREMOS EL PLAN TRAZADO PARA CUBRIR NUESTROS OBJETIVOS.



PARA REALIZAR LA BATIMETRÍA (MAPA TOPOGRÁFICO DE LA ZONA) UTILIZAMOS UNA SONDA MULTHAZ QUE TRANSMITE ONDAS ACÚSTICAS HACIA EL FONDO Y SE CRONOMETRA EL INTERVALO DE TIEMPO HASTA QUE SE RECIBE EL ECO EN EL BARCO. MÁS CERCA, MENOS TIEMPO DE ESPERA Y VICEVERSA. ASÍ PODEMOS DETERMINAR LA MORFOLOGÍA DEL FONDO CON MUCHO DETALLE. ¡INCLUSO PODEMOS DETECTAR EL *PRESTIGE*!

LA COORDINACIÓN CON LOS TÉCNICOS ES IMPRESCINDIBLE PARA EL SEGUIMIENTO PRECISO DE LA RUTA. EL BARCO REALIZA PERFILES BATIMÉTRICOS POR BARRIDOS Y ES NECESARIO CONOCER LAS COORDENADAS EN LAS QUE SE ENCUENTRA EN CADA MOMENTO PARA CONSTRUIR EL MAPA.



AUNQUE NO ES UN TRABAJO SENCILLO, NOS PODEMOS CONSIDERAR AFORTUNADOS. NOTENIAN NUESTROS EQUIPOS EN LA PRIMERA EXPEDICIÓN OCEANOGRÁFICA, CUANDO EN DICIEMBRE DE 1872 SE HIZO A LA MAR EL *HMS CHALLENGER* DESDE PORTSMOUTH, INGLATERRA,... DE HECHO LA GEOLOGÍA MARINA, TAL Y COMO LA ENTENDEMOS HOY ¡TIENE POCO MÁS DE 50 AÑOS!



EN 1872, EL EQUIPO CIENTÍFICO DIRIGIDO POR C.W. THOMPSON, EN SU LARGO RECORRIDO ZIGZAGUEANTE ALREDEDOR DEL MUNDO, RECOLECTÓ 13.000 ESPECIES DIFERENTES DE ANIMALES Y PLANTAS Y 1.441 MUESTRAS DE FANGO Y ROCA DEL FONDO MARINO. SUS INFORMES SENTARON LAS BASES DE LA OCEANOGRAFÍA MODERNA. AUN ASÍ, EN 1876, CUANDO DESCUBRIERON LA DORSAL MESOATLÁNTICA, ¡CREYERON HABER ENCONTRADO LA ATLÁNTIDA!



¿UNA LECCIÓN DE HISTORIA O UN CUENTO PARA NIÑOS, TOMÁS?



ERA POSIBLE IMAGINAR MUCHAS COSAS ACERCA DEL OCÉANO EN AQUELLA ÉPOCA PORQUE SE TENÍAN POCOS DATOS.



DE HECHO, LA PRIMERA ECOSONDA PRÁCTICA DEL FONDO MARINO FUE INVENTADA POR UN FÍSICO DE LA ARMADA DE EEUU LLAMADO HARVEY HAYES. EN SU PRIMERA PRUEBA EN 1922, A BORDO DEL DESTRUCTOR *USS STEWART*, REALIZÓ DURANTE UNA SEMANA TRES VECES EL NÚMERO DE SONDEOS QUE HABÍA LLEGADO A EFECTUAR EL *CHALLENGER* DURANTE SU CAMPAÑA DE TRES AÑOS Y MEDIO.



Y HABLANDO DE PROGRESOS CIENTÍFICOS, SI MIRÁIS POR LAS VENTANAS DE POPA, VERÉIS QUE LOS MARINEROS ESTÁN SOLTANDO LOS CAÑONES DE AIRE PARA EMPEZAR CON LOS PERFILES DE SÍSMICA.





LOS PERFILES DE SÍSMICA PERMITEN LA EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DE LA CORTEZA OCEÁNICA, SON COMO CORTES VERTICALES DEL FONDO. LOS PERFILES SE REALIZAN MEDIANTE LA GENERACIÓN DE ONDAS SONORAS. SE UTILIZAN PARA LOCALIZAR Y ENTENDER ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS. POR ESTA RAZÓN SON MUY ÚTILES EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO.

EN EL MAR, LAS ONDAS SÍSMICAS SE GENERAN MEDIANTE CAÑONES DE AIRE QUE PRODUCEN BURBUJAS QUE ESTALLAN EN EL AGUA.



LAS ONDAS VIAJAN POR EL AGUA, PENETRAN EL FONDO MARINO Y SE REFLEJAN EN LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS QUE VAN ENCONTRANDO.

LAS ONDAS VUELVEN AL BARCO DONDE SE REGISTRAN CON UN "STREAMER"... VAMOS, COMO UNA MANGUERA LLENA DE MICRÓFONOS QUE REMOLCA EL BARCO.



COMO LAS ONDAS SÍSMICAS VIAJAN A DIFERENTES VELOCIDADES A TRAVÉS DE SEDIMENTOS, ROCAS, GAS, PETRÓLEO... LOS CIENTÍFICOS PUEDEN VISUALIZAR LAS DISTINTAS CAPAS DEL SUBSUELO MARINO Y ENTENDER SU ESTRUCTURA.

FÍJATE EN ESTE PERFIL SÍSMICO, HAY UN VALLE QUE PARECE INACTIVO YA QUE SE HA RELLENADO DE SEDIMENTO.

¿QUÉ OPINAS, MARCEL·LÍ?

LA SÍSMICA DE CAÑONES HA SIDO UN GRAN AVANCE EN LA EXPLORACIÓN DE LOS OCÉANOS; PERO TODA TECNOLOGÍA NECESITA UN BUEN EQUIPO DE TÉCNICOS PARA SU MANTENIMIENTO. EN CASO DE AVERÍA DEBE SER REPARADA, ¡NO IMPORTA LA HORA NI EL LUGAR!





LOS DATOS ACÚSTICOS REGISTRADOS SON TRATADOS DIGITALMENTE EN LOS LABORATORIOS DE ABORDO PARA OBTENER MAPAS BATIMÉTRICOS Y MUCHOS METROS DE PERFILES DE SÍSMICA. GRACIAS A LAS COMPUTADORAS ACTUALES PODEMOS ESTUDIAR CON EXACTITUD EL FONDO MARINO.

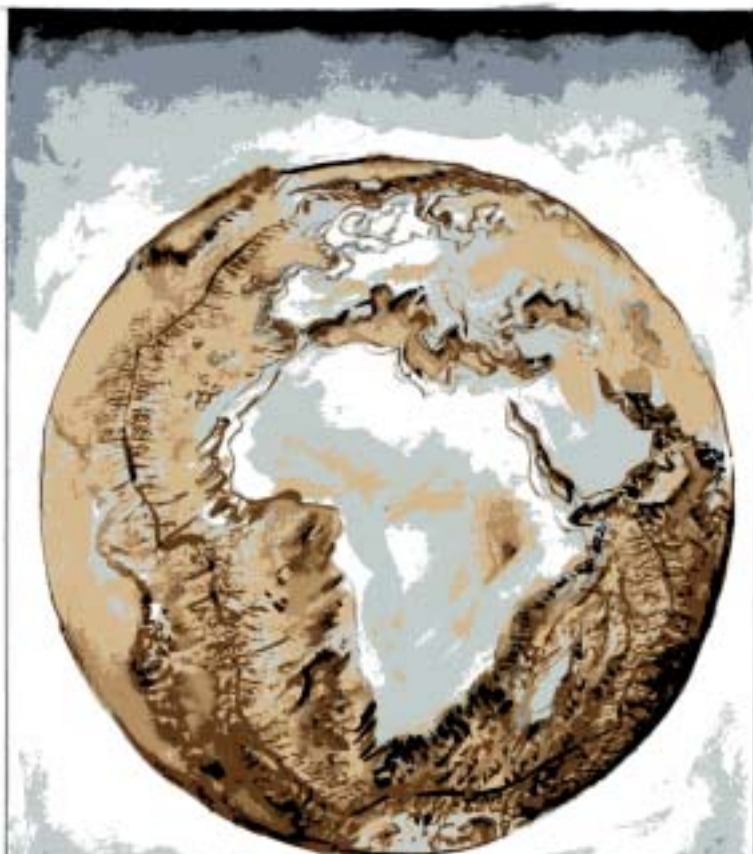


COMO DIJO MATHEW FONTAIN MAURY EN 1854:  
“SI LAS AGUAS DEL ATLÁNTICO PUDIERAN RETIRARSE PARA EXPONER A LA VISTA ESTA GRAN HENDIDURA MARINA QUE SEPARA CONTINENTES Y SE EXTIENDE DEL ÁRTICO AL ANTÁRTICO, OFRECERÍAN UNA ESCENA DE LO MÁS ABRUPTA, GRANDIOSA E IMPONENTE.”

MUY EVOCADOR...  
¡PERO NO SEAS PESADO!

EN 1904, LA OFICINA HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL, RECIÉN CONSTITUIDA, HABÍA PREPARADO LA PRIMERA CARTA BATIMÉTRICA ESTANDARIZADA DEL OCÉANO MUNDIAL, REUNIENDO TODOS LOS SONDEOS DISPONIBLES. HABÍA 18.000 MEDIDAS.

ESTO NO ERA SUFICIENTE PARA COMPRENDER EL FONDO OCEÁNICO, Y, DE HECHO, LOS GEÓLOGOS NO COMENZARON A COMPRENDER SU ARQUITECTURA GLOBAL (O LA DEL PLANETA EN SU CONJUNTO) HASTA MEDIO SIGLO MÁS TARDE. HASTA ENTONCES NO SABÍAN REALMENTE DE QUÉ ESTABAN HABLANDO.

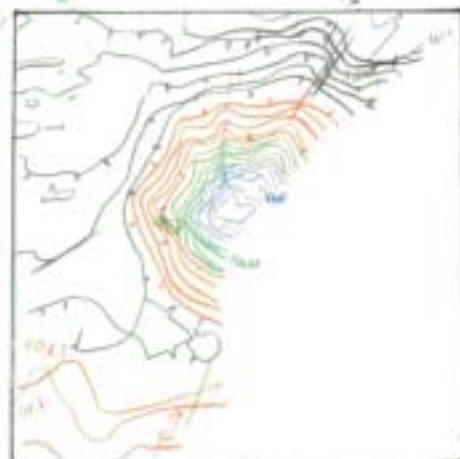


ACTUALMENTE, Y GRACIAS A EXPEDICIONES COMO ÉSTA, ES POSIBLE ESTUDIAR EL FONDO MARINO DE UNA MANERA MUY FIABLE. QUIZÁ LLEGUE EL DÍA EN QUE SEPAMOS REALMENTE CÓMO ES EL MUNDO. EL 55% DE LA TIERRA ESTÁ POR DEBAJO DE 2.000 METROS DE PROFUNDIDAD.



PARECE QUE HAY PROBLEMAS...

UNO DE LOS CAÑONES  
SE HA ESTROPEADO.  
LA REPARACIÓN Y  
PUESTA A PUNTO  
NOS OFRECE UNAS  
10 HORAS MUERTAS.



PERO A UNAS HORAS DE  
NUESTRA POSICIÓN  
TENEMOS LA PISTA DE  
UN ENORME VOLCÁN  
QUE VALE LA PENA  
INVESTIGAR.

EL CAPITÁN  
HA ACCEDIDO A SALIR DE LA  
RUTA DURANTE LA REPARACIÓN,  
PERO NO PODEMOS PERDER EL  
TIEMPO Y YA SON LAS CUATRO  
DE LA MADRUGADA.

¿QUÉ  
TENEMOS?

PARECE  
UN VOLCÁN DE FANGO...  
PERO, ¡FÍJATE EN  
SU DIÁMETRO!

¡SON CASI  
2 KILOMETROS!

SI ESTUVIERA EN LA MESETA  
O INCLUSO EN LOS PIRINEOS  
SEGURO QUE YA TENDRÍA  
UN BONITO NOMBRE Y  
UN PUESTO PARA TURISTAS...

HE ENVIADO  
A UN BECARIO A  
AVISAR A  
MARCEL·LÍ, QUE  
ENTRA DE TURNO  
AHORA. CASI ME  
PARECE OÍR CÓMO  
CORRE DE  
ILUSIÓN  
DESENFRENADA.



ASÍ QUE UN VOLCÁN...

¿MÁS PAN?

¿MÁS  
QUESO?



AL RATO YA HAY MUCHA  
GENTE PENDIENTE  
DE UNA PANTALLA.  
LA EXPECTACIÓN ES MÁXIMA.  
¿CULPABLE?



ESTO ES UN XBT,  
UNA SONDA DE UN SOLO  
USO PARA MEDIR  
LA TEMPERATURA DE  
LA COLUMNA  
DE AGUA.



¿POR ESTO MARINEROS,  
TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS  
SE MANTIENEN EN VELA  
A LAS 5 DE LA  
MAÑANA?

PUES SÍ.

SI LA  
TEMPERATURA  
CAMBIARA  
CERCA  
DEL CRÁTER,  
NOS INDICARÍA  
SI EL VOLCÁN  
DE FANGO  
SIGUE ACTIVO Y  
SACARÍAMOS  
MUESTRAS  
DE SEDIMENTO  
PARA SABER  
LA FUENTE  
DEL MATERIAL  
EXPULSADO.



NO HAY *SUEGTE*.  
ESTÁ INACTIVO.

LÁSTIMA. BUENO CHICOS  
ME VOY A DORMIR.  
NO OS CANSÉIS.



CON LOS CAÑONES REPARADOS  
*L'ATALANTE* REGRESA A LA RUTA  
ESTABLECIDA.  
LA AVENTURA CONTINÚA...

¡VAMOS!  
¿NO LO OYES? ¡SIMULACRO  
DE INCENDIO!

¿SIMULACRO?  
¿Y QUÉ PASA CON  
LA SIESTA?







¡EY DAVID!

¡EY FERRAN...!  
PERDONA, ESTABA  
ABSTRÁIDO.

ES SUEÑO,  
A MÍ TAMBIÉN ME  
PASA...

¿QUÉ VES, FERRAN?

NO SÉ...  
¿AGUA?, ¿EL MAR?

YO VEO UN REGALO...  
SIEMPRE ES EMOCIONANTE ABRIR  
UN REGALO PARA VER LO QUE  
HAY DENTRO.

¿ARENA?

CONOCIMIENTOS, FERRAN.  
LA POSIBILIDAD DE ENTENDER  
EL MUNDO EN QUE VIVIMOS...  
Y DE IMAGINAR CÓMO HA  
CAMBIADO LA TIERRA  
DESDE SUS INICIOS.

HACE 200 MILLONES DE AÑOS  
NO HABÍA OCÉANO ALGUNO  
QUE SEPARARA EUROPA Y ÁFRICA  
DE AMÉRICA.

LAS PRIMERAS EDADES NO FUERON MUY  
REPOSADAS. LA TIERRA VOMITABA OLEADAS  
DE LAVA, ABRÍA Y CERRABA OCÉANOS,  
FABRICABA CONTINENTES...  
¡Y SIGUE PASANDO!

UN ABOMBAMIENTO AGRIETÓ LA LITOSFERA  
Y FACILITÓ LA SALIDA DEL MAGMA,  
QUE FUE SOLIDIFICÁNDOSE A MEDIDA  
QUE ASCENDÍA A LA SUPERFICIE.

ASÍ SE IBA CREANDO UNA  
NUEVA CORTEZA OCEÁNICA, Y  
NACÍA EL ATLÁNTICO.

LOS OCÉANOS NACEN Y MUEREN, Y SOBRE ESA  
CORTEZA SE ACUMULAN SEDIMENTOS.  
DIFERENTES PROCESOS GEOLÓGICOS TRANSPORTAN  
SEDIMENTOS HACIA LOS MARES QUE  
ESTÁN EN CONTINUA EVOLUCIÓN Y CAMBIO.

INCLUSO PODEMOS SABER CUÁNDO PASÓ TODO ESTO.  
LA DATACIÓN DE LAS ROCAS NOS DA INFORMACIÓN MUCHO MÁS  
FIABLE SOBRE LA EDAD DE LA TIERRA Y LOS OCÉANOS  
QUE CONTAR LAS GENERACIONES NUMERADAS DE LA BIBLIA.  
LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO PARA UN GEÓLOGO ES DIFERENTE  
A LA DEL RESTO.

PENSAR EN CÓMO EVOLUCIONA  
ALGO A LO LARGO DE MILLONES  
DE AÑOS TE DA OTRA  
PERSPECTIVA...

¡BUENO!  
¿Y AHORA  
QUÉ TOCA?

SEGUIR HACIÉNDONOS PREGUNTAS  
E INTENTAR RESPONDERLAS,  
AMIGO MÍO.



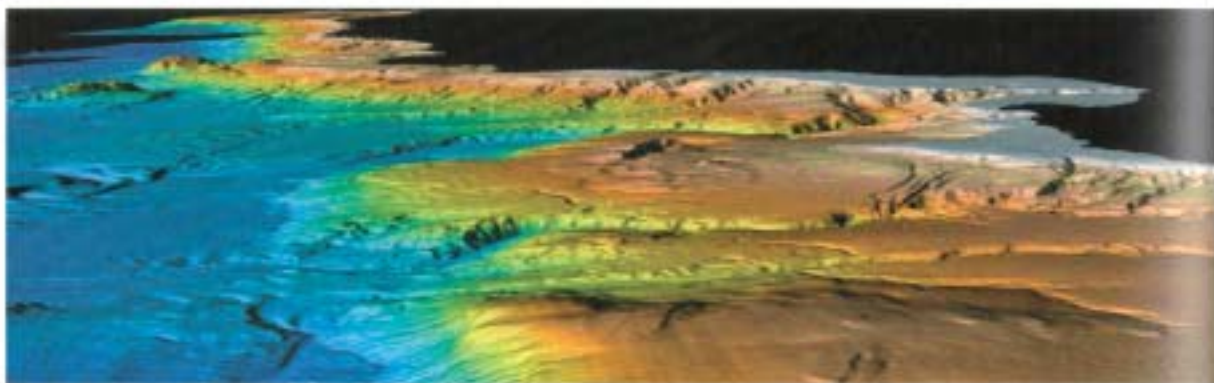


CUANDO EL ESTUDIO SÍSMICO ESTÁ COMPLETO, EL SIGUIENTE PASO ES LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS MEDIANTE UN SACATESTIGOS DE PISTÓN.

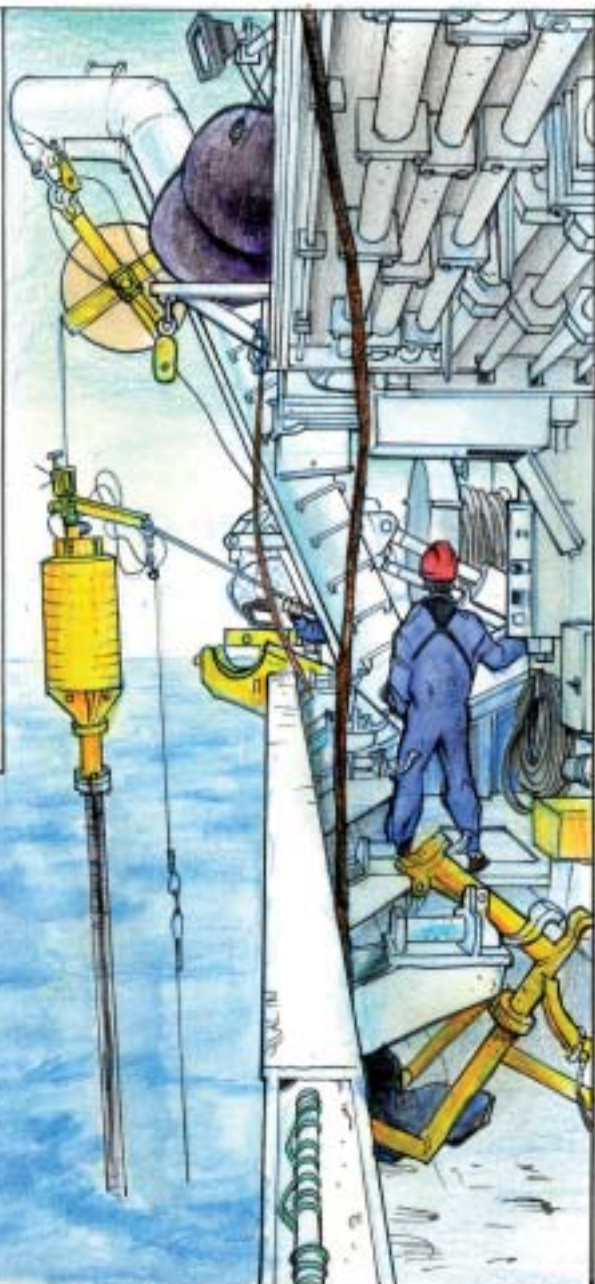


GEMMA Y EL CAPITÁN SE PONEN DE ACUERDO EN CUÁL SERÁ AHORA LA RUTA A SEGUIR.

BASÁNDOSE EN EL CONOCIMIENTO DE LA ZONA Y LOS OBJETIVOS MARCADOS SE ESCOGEN LOS PUNTOS DE EXTRACCIÓN.



EL SACATESTIGOS SE SUMERGE. LOS MARINEROS LO HAN PREPARADO A CONCIENCIA. EL PRIMER PUNTO DE MUESTREO ESTÁ MUY CERCA DE DONDE DESCANSA EL *PRESTIGE* Y NO PODEMOS DARLE AL PECIO CON LA LANZA.



TODOS ESTÁN PENDIENTES DE SU DESCENSO. LOS MONITORES COLOCADOS EN LOS LABORATORIOS INFORMAN SI EL SACATESTIGOS SE HINCA EN LA ESTRUCTURA GEOLÓGICA ESCOGIDA.



SI TODO TRANSCURRE CON NORMALIDAD TARDARÁ ENTRE DOS Y TRES HORAS EN BAJAR Y SUBIR.







LOS SACATESTIGOS ESTÁN FORMADOS POR “LANZAS” O TUBOS DE ACERO DE ENTRE 10 Y 20 METROS UNIDOS A UN PESO DE 750 KILOGRAMOS.



DENTRO SE INTRODUCE UN TUBO DE PVC QUE SERÁ EL RECEPTÁCULO DE LOS SEDIMENTOS.

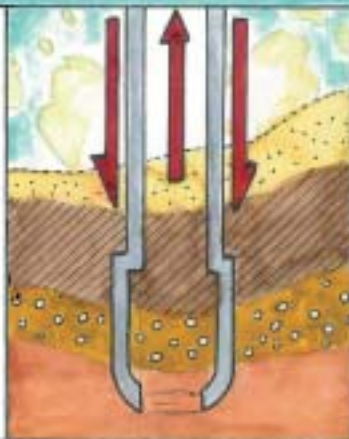
EN EL EXTREMO DE LA LANZA SE INSTALA UN DIAFRAGMA QUE PERMITE LA ENTRADA DE SEDIMENTO, PERO NO SU SALIDA CUANDO SE RECUPERA EL TESTIGO.



CUANDO LA PUNTA DE LA LANZA SE ACERCA AL FONDO, UN MECANISMO PERMITE QUE SE LIBERE EL PESO DE LA LANZA Y SE HINQUE EN EL SUELO MARINO.



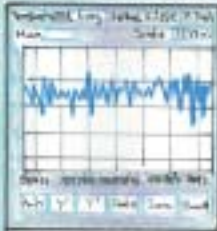
CUANDO LA LANZA SE HUNDE EN EL FONDO MARINO SU PESO Y FORMA FAVORECEN LA RECUPERACIÓN DE SEDIMENTO INTACTO, SIN MEZCLARLO, SIMILAR A COMO LO HARÍA UNA JERINGA.



TODA LA MANIOBRA ES SEGUIDA DESDE EL BARCO POR MONITORES. EN ELLOS SE PUEDEN CONTROLAR TODOS LOS DETALLES DE LA OPERACIÓN.



CÁMARAS SITUADAS EN DISTINTOS PUNTOS DE CUBIERTA PERMITEN EL SEGUIMIENTO DE LOS CHIGRES QUE SUELTAN LOS CABLES DE ACERO QUE SUJETAN EL SACATESTIGO. TAMBIÉN CONTROLAN LA PASTECA (POLEA) POR LA QUE SE DESLIZA.



TENSIÓN. ESTE MEDIDOR PERMITE EL SEGUIMIENTO DE LO QUE LE PASA AL CABLE DE ACERO. UN CAMBIO BRUSCO EN LA TENSIÓN INDICA QUE HA TOCADO FONDO.



CHIGRE. SE DETENDRÁ A MITAD DE CAMINO PARA ESTABILIZAR LA LANZA Y ASEGURARSE DE QUE CAIGA VERTICAL. LAS CORRIENTES FUERTES PODRÍAN COLOCARLA EN POSICIÓN HORIZONTAL.



POSICIÓN. EL BARCO DEBE PERMANECER QUIETO DURANTE LA OPERACIÓN PARA NO ARRASTRAR LA LANZA. ESTO SE LOGRA CON UN SOFISTICADO SISTEMA COMPUTERIZADO QUE COORDINA EL AVANCE Y RETROCESO AUTOMÁTICO DEL BARCO CON LA AYUDA DE UN SISTEMA GPS DIFERENCIAL.





CUANDO SE RECUPERA LA LANZA DEL MAR, LOS MARINEROS SACAN EL TUBO DE PVC, LIMPIAN LA CUBIERTA Y COMIENZAN LOS PREPARATIVOS PARA EL PRÓXIMO TESTIGO. TODA PRECAUCIÓN ES POCA, YA QUE MANEJAN INSTRUMENTOS MUY PESADOS Y EL AZAROSO MAR ES MUY TRAICIONERO.



AHORA ES EL TURNO DE LOS CIENTÍFICOS.

¿PREPARADOS?



POR SUPUESTO.



DÍA TRAS DÍA,  
UNA TRAS OTRA,  
LAS LANZAS VAN  
BAJANDO Y SUBIENDO.



Se limpia el fango  
se comprueba  
hasta qué punto  
la lanza sube llena.

L'ATALANTE ESTACIONA  
EN TODOS LOS PUNTOS  
DE EXTRACCIÓN  
PREFIJADOS.



Se divide el tubo  
en secciones  
de 1,5 metros.  
se sellan las puntas  
de las secciones.

DE DÍA Y DE NOCHE.  
CON VIENTO, FRÍO  
O CALOR, LA OPERACIÓN  
SE REPITE.



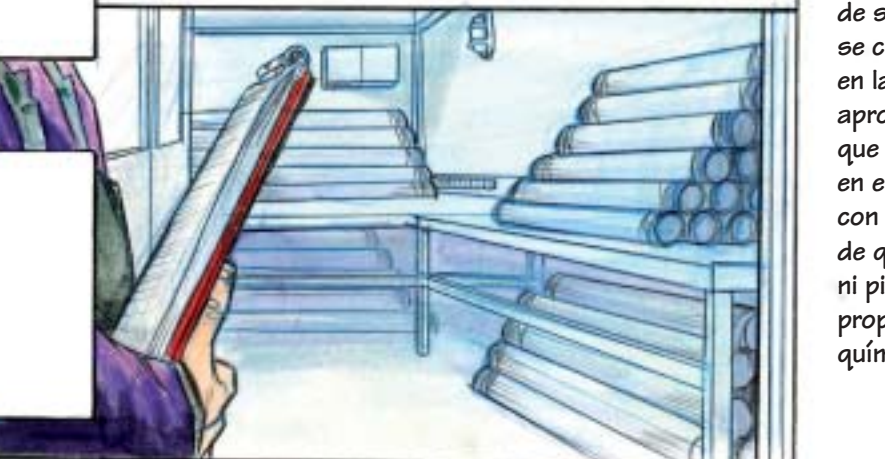
Las secciones  
se numeran  
en el orden  
de profundidad.

UN DESCUIDO  
EN LA MANIPULACIÓN  
Y EL ALMACENAJE  
NO SÓLO SERÍA  
TIEMPO Y DINERO  
PERDIDOS,  
TAMBIÉN UN FUTURO  
TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN ERRÓNEO.



Se clasifican  
para saber  
qué muestras  
corresponden  
a cada punto  
de extracción.

PERO AL FINAL  
UN TRABAJO  
CONCIENZUDO  
Y MINUCIOSO  
SE TRADUCE  
EN UN TRABAJO  
BIEN HECHO.



Se almacenan en  
un laboratorio  
frigorífico  
para que las muestras  
de sedimentos  
se conserven  
en la temperatura  
aproximada  
que tenían  
en el fondo marino  
con el fin  
de que no se alteren  
ni pierdan  
propiedades físicas,  
químicas...





CON UNA SIERRA ESPECIAL SE DIVIDEN LOS TESTIGOS EN DOS MITADES HORIZONTALES, CON LO QUE SE PUEDE OBSERVAR EL SEDIMENTO QUE CONTIENE.

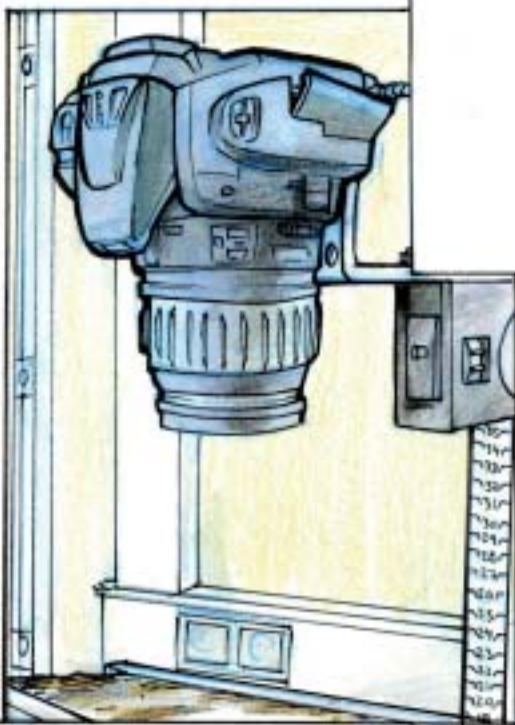
LAS DOS PARTES SON FORZOSAMENTE IDÉNTICAS. UNA SE ALMACENARÁ EN EL FRIGORÍFICO Y SÓLO SE TRABAJARÁ CON LA OTRA, QUE SE EMPEZARÁ A ESTUDIAR EN EL MISMO BARCO.



CON EL TIEMPO LOS COLORES Y SUTILEZAS DE LOS SEDIMENTOS PODRÍAN VARIAR.



DE AQUÍ LA IMPORTANCIA DEL ARCHIVO FOTOGRÁFICO, QUE NO SE ALTERARÁ CON EL TIEMPO. UN SOFISTICADO PROGRAMA ES UTILIZADO COMO LABORATORIO DE REVELADO Y ARCHIVO DIGITAL DE IMÁGENES.



SE FOTOGRAFIARÁ A ALTA RESOLUCIÓN Y POR SECCIONES DE 40 CENTÍMETROS.

CON CADA ARCHIVO SE ADJUNTA UNA DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL SEDIMENTARIO.

LA EXPERIENCIA DEL GEÓLOGO IDENTIFICANDO ESTRUCTURAS Y DESCRIBIÉNDOLAS ES REALMENTE IMPORTANTE.





SE DEPOSITÓ  
HACE:

7.000 AÑOS

16.000 AÑOS

19.000 AÑOS

23.000 AÑOS

38.000 AÑOS

56.000 AÑOS

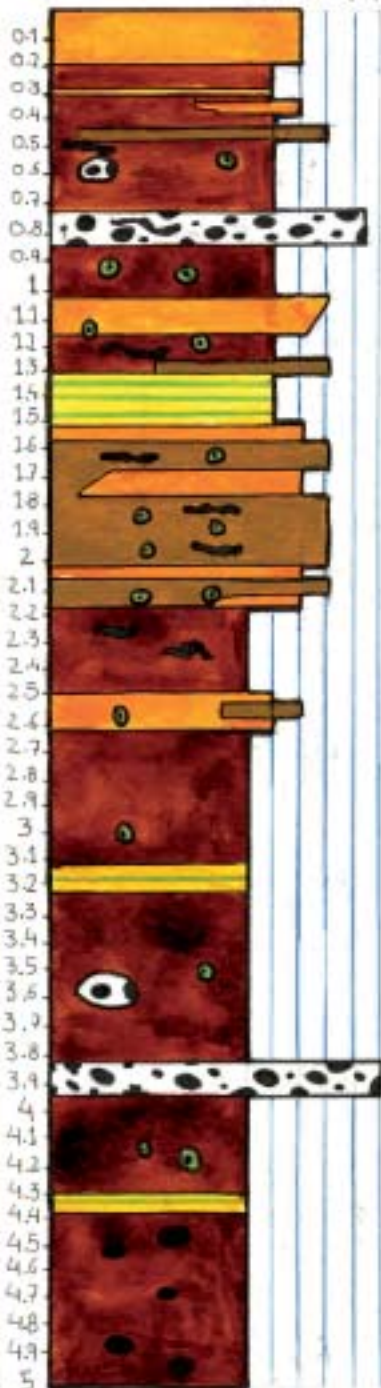
FOTO

DESCRIPCIÓN

TAMANO  
DE GRANO

TIPO DE  
SEDIMENTO  
(PROCESO  
SEDIMENTARIO)

METROS



FANGO  
HEMIPELÁGICO

TURBIDITA

FANGO  
HEMIPELÁGICO

TURBIDITA

TURBIDITA

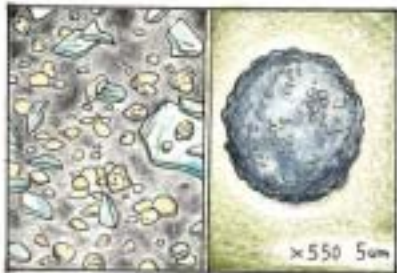
FANGO  
PELÁGICO

TURBIDITA

COLADA  
DE FANGO



TURBIDITA:  
SECUENCIA SEDIMENTARIA  
DEPOSITADA POR UN  
FLUJO TURBULENTO  
Y DILUIDO, INDUCIDO POR  
LAS DIFERENCIAS DE  
DENSIDAD.



FANGO HEMIPELÁGICO:  
SEDIMENTO MARINO FORMADO  
POR CAÍDA VERTICAL Y LENTA  
ADVECCIÓN DE ORGANISMOS  
PELÁGICOS (LOS QUE VIVEN  
EN EL AGUA COMO EL PLANCTON)  
Y PARTÍCULAS MINERALES  
FINAS TRANSPORTADAS DESDE  
EL CONTINENTE.



FANGO PELÁGICO:  
SEDIMENTO MARINO  
FORMADO SÓLO POR  
LA CAÍDA VERTICAL LENTA  
DE ORGANISMOS PELÁGICOS  
(PLANCTON) Y PARTÍCULAS  
MINERALES.



COLADA DE FANGO:  
INESTABILIDAD  
SEDIMENTARIA.  
MASA Densa DE SEDIMENTO  
FINO Y AGUA QUE SE DESPLAZA  
ROMPIENDO LA ESTRUCTURA  
DEL SEDIMENTO.

- ARCILLA
- ARCILLA LAMINADA
- ARCILLA LIMOSA
- LIMO
- ARENA LIMOSA
- ARENA

- BIOTURBACIÓN  
(PERTURBACIÓN  
DE LA ESTRUCTURA  
DEL SEDIMENTO  
POR LA ACTIVIDAD  
DE ORGANISMOS  
QUE VIVEN EN ÉL)
- DIAGÉNESIS  
(CAMBIOS FÍSICO-  
QUÍMICOS POSTE-  
RIORES A LA DEPO-  
SICIÓN DEL SEDI-  
MENTO)
- CLASTO

PUNTO DE EXTRACCIÓN





LA EXPEDICIÓN  
TOCA A SU FIN.  
MUCHOS BUENOS  
MOMENTOS,  
DIVERTIDAS  
ANÉCDOTAS  
Y DIFICULTADES  
ORGULLOSAMENTE  
SUPERADAS  
QUEDAN  
ATRÁS.

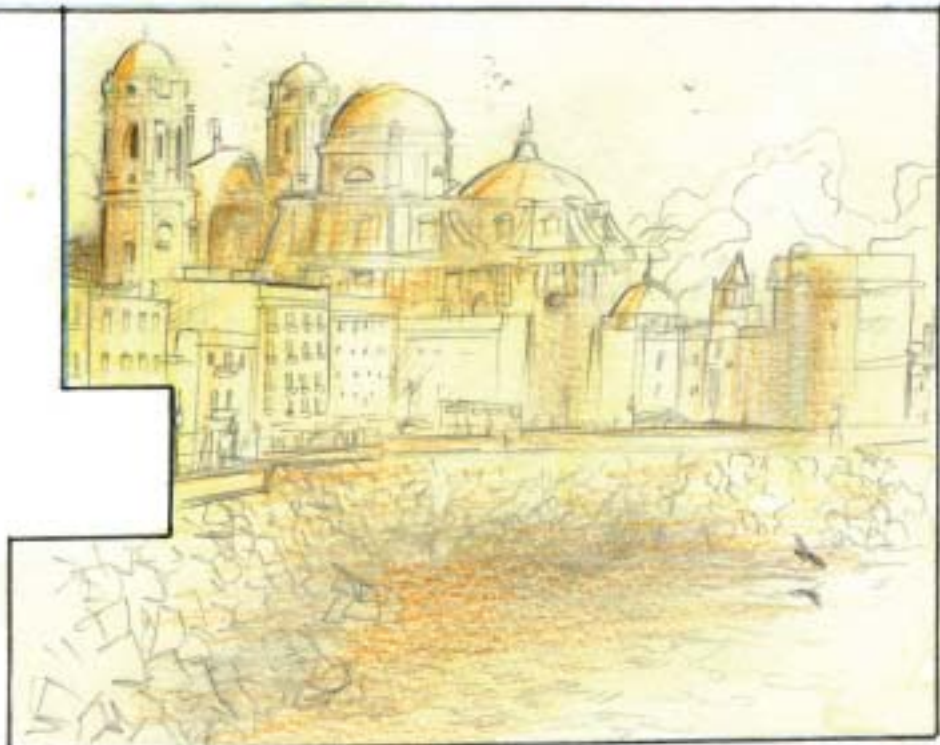


EN EL PUERTO DE CÁDIZ  
VARIOS CAMIONES  
CARGAN CON  
EL TRABAJO DE  
MUCHOS  
HOMBRES Y MUJERES.



LOS TESTIGOS SERÁN LLEVADOS  
A LOS LABORATORIOS DE  
VIGO Y BARCELONA,  
DONDE SERÁN SUJETOS  
A DIFERENTES ANÁLISIS Y  
SERÁN ALMACENADOS  
Y CATALOGADOS  
EN SUS RESPECTIVAS  
COLECCIONES.

PERO NO HAY DESPEDIDA SIN FIESTA  
Y CÁDIZ RECIBE A LA TRIPULACIÓN  
CON LOS BRAZOS ABIERTOS.  
AQUÍ YA NO HAY JERARQUÍAS,  
NI MARINEROS NI CIENTÍFICOS,  
SÓLO GENTE QUE CELEBRA  
UN TRABAJO BIEN HECHO.



MIRA CÁDIZ,  
QUÉ BONITA...

YA SÉ...  
TINTÍN  
Y TAL...

NO... PENSABA EN LLEVAR  
A MI MUJER Y A MI NIÑA,  
DESPUÉS DE MÁS DE  
30 DÍAS, LAS HE ECHADO  
MUCHO DE MENOS...

COMO TODOS...



BARCELONA

DE VUELTA  
OTRA VEZ.

CADA VEZ QUE VUELVO A CASA  
Y EXPLICO A MI MUJER CÓMO  
ME HA IDO Y QUÉ HE HECHO,  
ME DICE QUE NO ME PAGAN  
SUFICIENTE Y MI HIJA QUE QUIERE  
IRSE CONMIGO, COMO  
SI FUERA UNA AVENTURA...

LLÁMALO COMO QUIERAS.  
LAS EXPEDICIONES SON  
MUY IMPORTANTES  
EN NUESTRO TRABAJO.

SIN ELLAS  
NO TENDRÍAMOS NADA  
QUE ANALIZAR.

SOLO PODRÍAMOS  
MAREARNOS CON HIPÓTESIS  
Y HACER CONJETURAS  
IMAGINARIAS.

LO SÉ, SIN ELLAS  
NO SE PODRÍAN AMPLIAR  
LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES.

ADEMÁS LOS DATOS  
ADQUIRIDOS PODRÁN SER  
RETOMADOS EN EL FUTURO PARA  
ESTUDIOS QUE AHORA NI  
IMAGINAMOS.

EXACTO,  
LA CALIDAD  
DEL TRABAJO QUE  
HEMOS HECHO  
LO PERMITIRÁ.

TODO HA LLEGADO BIEN.  
AHORA TOCA EL TRABAJO DURO.  
HAY MUCHOS ANÁLISIS POR HACER,  
DATOS QUE RELACIONAR  
Y CONCLUSIONES  
QUE SACAR.

ES EL TRABAJO  
DE LOS GEÓLOGOS  
MARINOS.



¿QUÉ HACES MARCEL-LÍ?

ESTOY PROCESANDO LOS DATOS DE BATIMETRÍA, FILTRANDO LOS DATOS, PARA TENER MAPAS PERFECTOS.

PUES YO ME VOY A PONER A PROCESAR LOS DATOS DE SÍSMICA, PARA PODER RECONOCER MEJOR TODAS LAS ESTRUCTURAS Y LA ESTRATIGRAFÍA DEL SUBFONDO MARINO.

ES UN TRABAJO TEDIOSO, PERO LA RECOMPENSA ES GRANDE.

DESPUÉS TENEMOS QUE INTERPRETAR CONJUNTAMENTE TODAS LAS ESTRUCTURAS QUE VEAMOS EN LOS MAPAS Y LOS PERFILES.

Y ESO SÍ QUE LLEVA MUCHO TIEMPO.

¡ME VOY A QUEDAR CIEGA DE TANTO MIRAR POR LA LUPA ESTOS SEDIMENTOS!

AL MENOS ES DIVERTIDO, TODAS LAS MUESTRAS TIENEN UNA COMPOSICIÓN DIFERENTE.

¡PUES QUEDAN MUCHOS POR ESTUDIAR!

LAS RADIOGRAFÍAS, FOTOS Y DESCRIPCIONES YA ESTÁN LISTAS, Y AHORA ESTOY REGISTRANDO LAS PROPIEDADES FÍSICAS...

VALE, CUANDO TERMINE NOS PONEMOS LOS DOS A INTEGRAR TODOS ESTOS ANÁLISIS PARA DEFINIR CÓMO Y CUÁNDO SE HAN DEPOSITADO ESTOS SEDIMENTOS.



SALA DE ACTOS

UN AÑO DESPUÉS...  
EN EL CONGRESO GEOLÓGICO  
INTERNACIONAL  
SE PRESENTAN ANTE  
LA COMUNIDAD CIENTÍFICA  
LOS RESULTADOS  
DEL PROYECTO.



... PODEMOS CONCLUIR...


... QUE LA ZONA DONDE  
SE ENCUENTRA EL *PRESTIGE*  
ESTÁ AFECTADA  
POR VARIOS FACTORES  
DE RIESGO GEOLÓGICO,  
COMO DESLIZAMIENTOS  
Y FALLAS ACTIVAS...

... AHORA SON LOS INGENIEROS  
LOS QUE DEBEN VALORAR  
CÓMO ESTOS FACTORES  
PUEDEN AFECTAR  
A LA ESTRUCTURA  
DEL *PRESTIGE*.

¿A QUÉ REVISTA  
INTERNACIONAL  
ENVIAMOS LOS ARTÍCULOS  
CON TODO ESTE TRABAJO?

¡PUES A  
LA MEJOR!





EL PLANETA TIERRA  
ES EL MÁS HÚMEDO  
DEL SISTEMA SOLAR.

EL 71% DE SU SUPERFICIE  
ESTÁ CUBIERTO DE AGUA,  
DISTRIBUIDA EN MARES  
Y OCÉANOS.

LA MONTAÑA MÁS ALTA,  
EL VALLE MÁS PROFUNDO  
Y LA CORDILLERA MÁS LARGA DE LA TIERRA  
SE ENCUENTRAN ESCONDIDOS  
EN LOS OCÉANOS.

PERO HAY MUCHAS COSAS QUE DESCONOCEMOS  
ACERCA DE LO QUE HAY EN ESTE PLANETA.

CUANDO LO DESCUBRAMOS,  
QUIZÁS CAMBIARÁ  
NUESTRA MANERA DE ENTENDER EL MUNDO.













L'ATALANTE



**C**ientíficos españoles tienen la misión de estudiar cómo es la geología del fondo marino donde descansa el petrolero hundido llamado *Prestige*. Los geólogos marinos organizan la expedición ERGAP (Estudio de Riesgos Geológicos en el Área del *Prestige*), y para ello cuentan con un barco oceanográfico de bandera francesa *L'Atalante*, equipado con las técnicas más modernas de investigación marina. Los geólogos marinos van mostrando cómo es el trabajo científico y la vida a bordo de un buque donde conviven científicos, técnicos y marineros; cómo obtienen y estudian los datos; y explican principios científicos básicos que permiten conocer los fondos marinos.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



9 788400 087241