IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA MARINA EN LA PREVENCIÓN DEL RIESGO DE MAREMOTOS

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Dr. Juan Tomás Vázquez Garrido
Científico Titular

- **Geomorfología**
- **Sedimentología y tipos de fondos**
- **Localización y caracterización de las fuentes tsunamigénicas**

- **Procesos geológicos generadores de riesgo.**
- **Evolución y modelización de los procesos geológicos marinos.**

Técnicas de estudio en Geología Marina

a) OBSERVACIÓN DEL FONDO: TV, Vídeo, Fotografía submarina, ROV (control remoto). Estaciones de observación. Imágenes de satélite.

b) ACUSTICOS

Ecosondas

Sonar de Barrido Lateral

c) SISMICOS

Alta resolución/baja penetración

Media resolución/Media penetración

Alta penetración/Baja resolución

d) OBTENCIÓN DE SEDIMENTOS Y ROCAS

Flota del IEO

ROV LIROPUS 2000
SUPER MAHAWK //

Otro buques: MINECO y ARMADA

Sarmiento de Gamboa 70 m

Otros buques:
- García del Cid
- Buques Hidrográficos de la Armada

Hespérides 84 m

Otros buques españoles: MAGRAMA

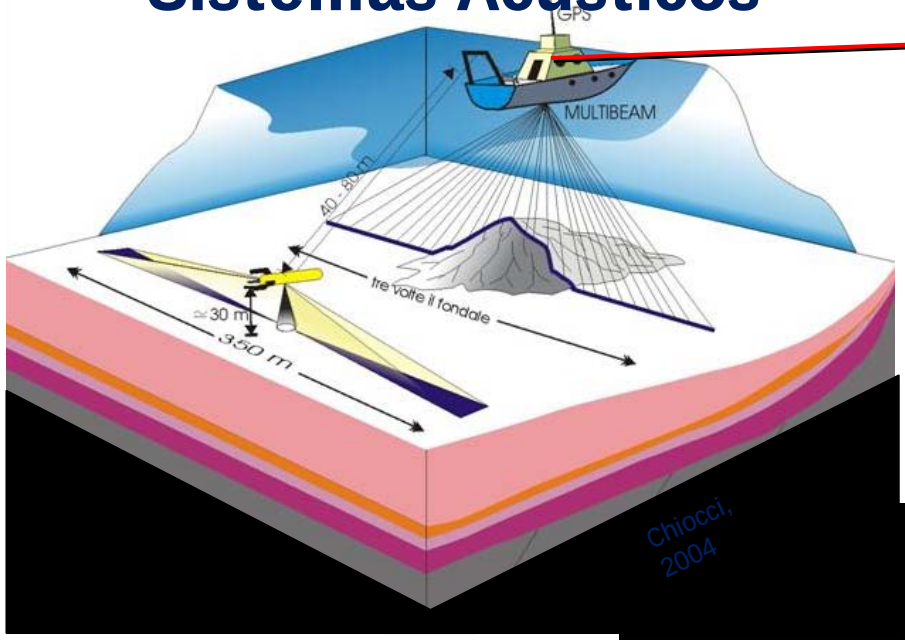
Vizconde de Eza 53 m

Emma Bardán 29 m

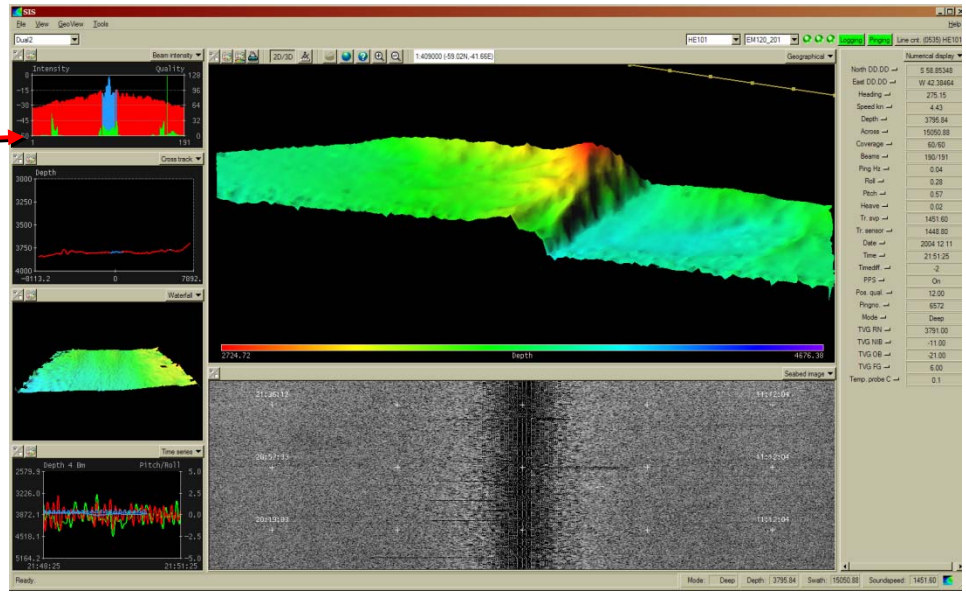
Miguel Oliver 70 m

Secretaria General de Pesca

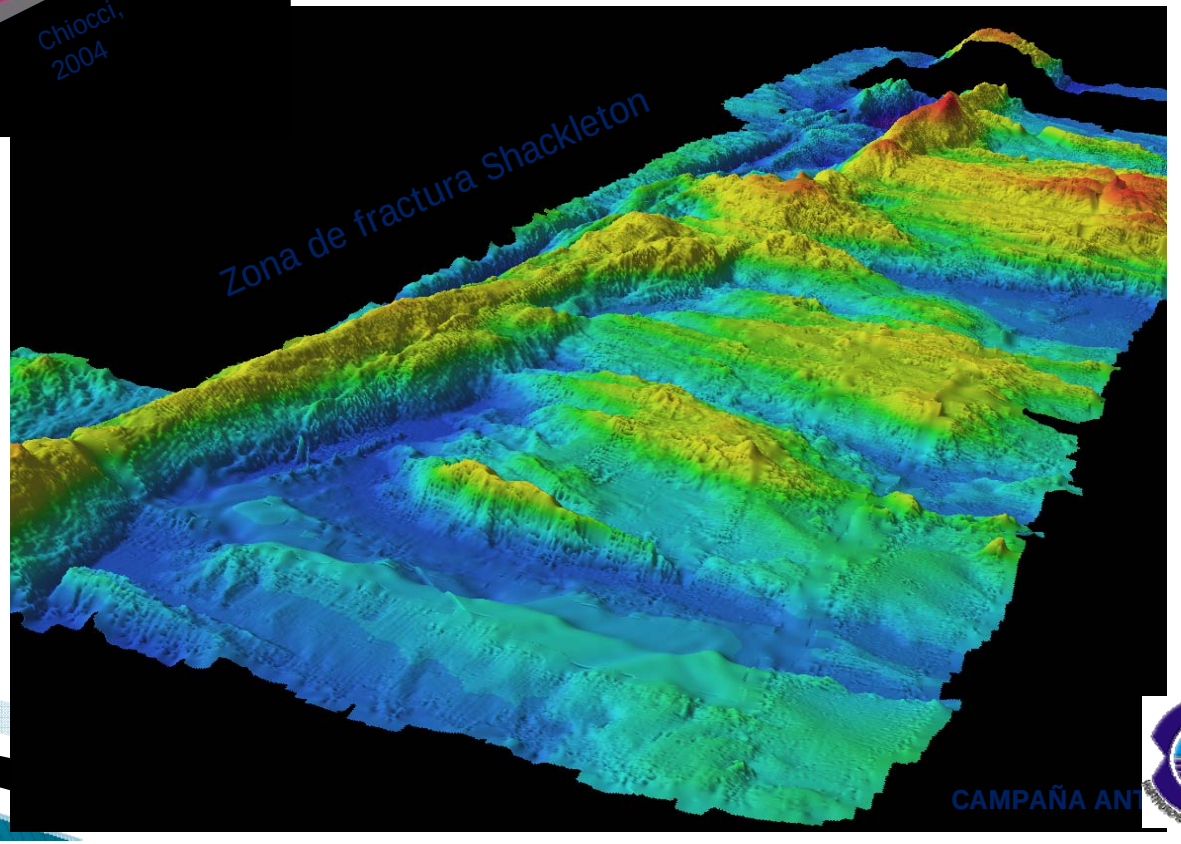
Sistemas Acústicos

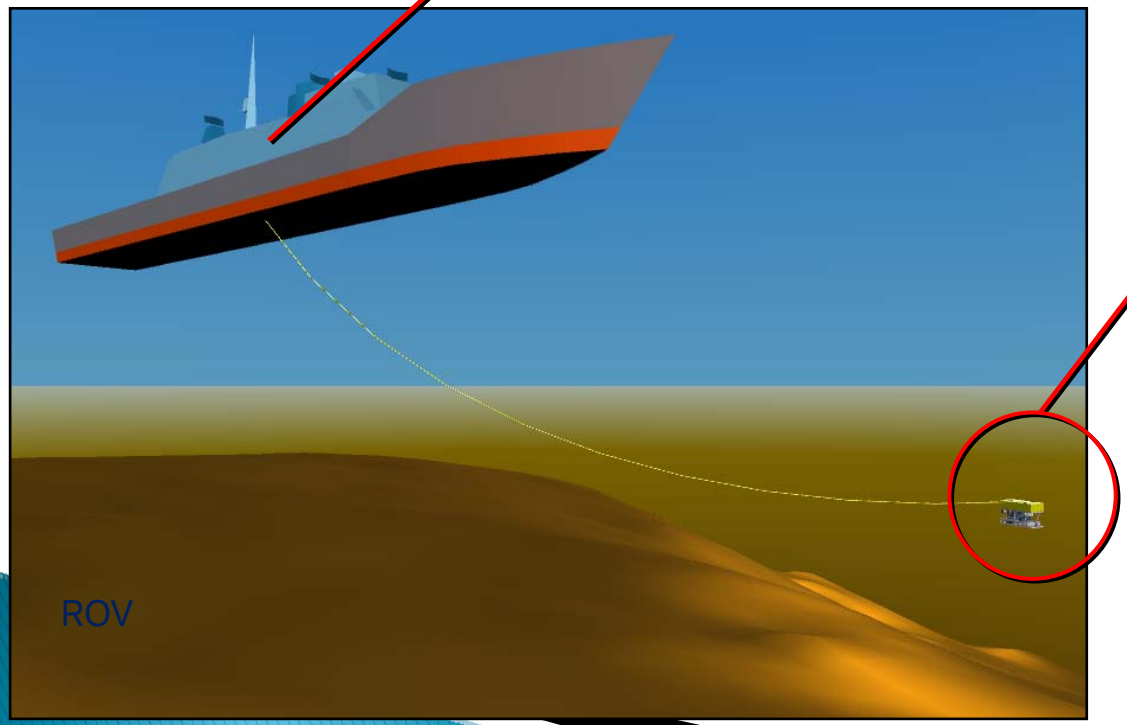


Chiocci, 2004



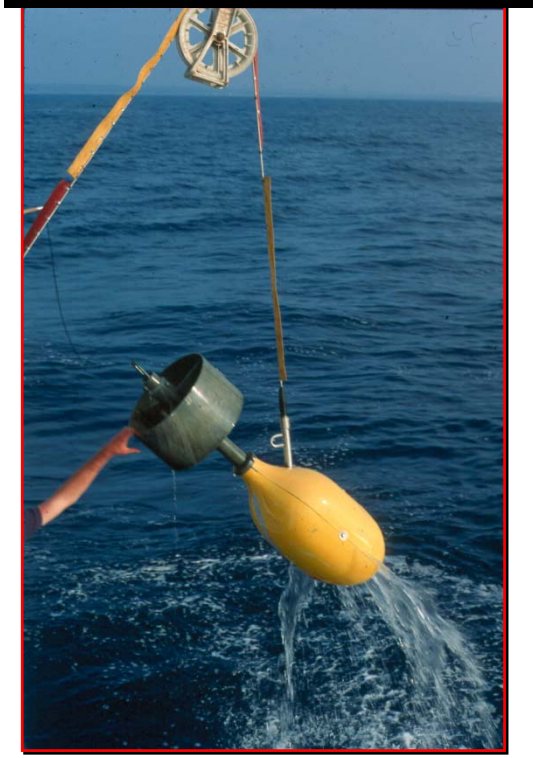
Ecosonda Multihaz

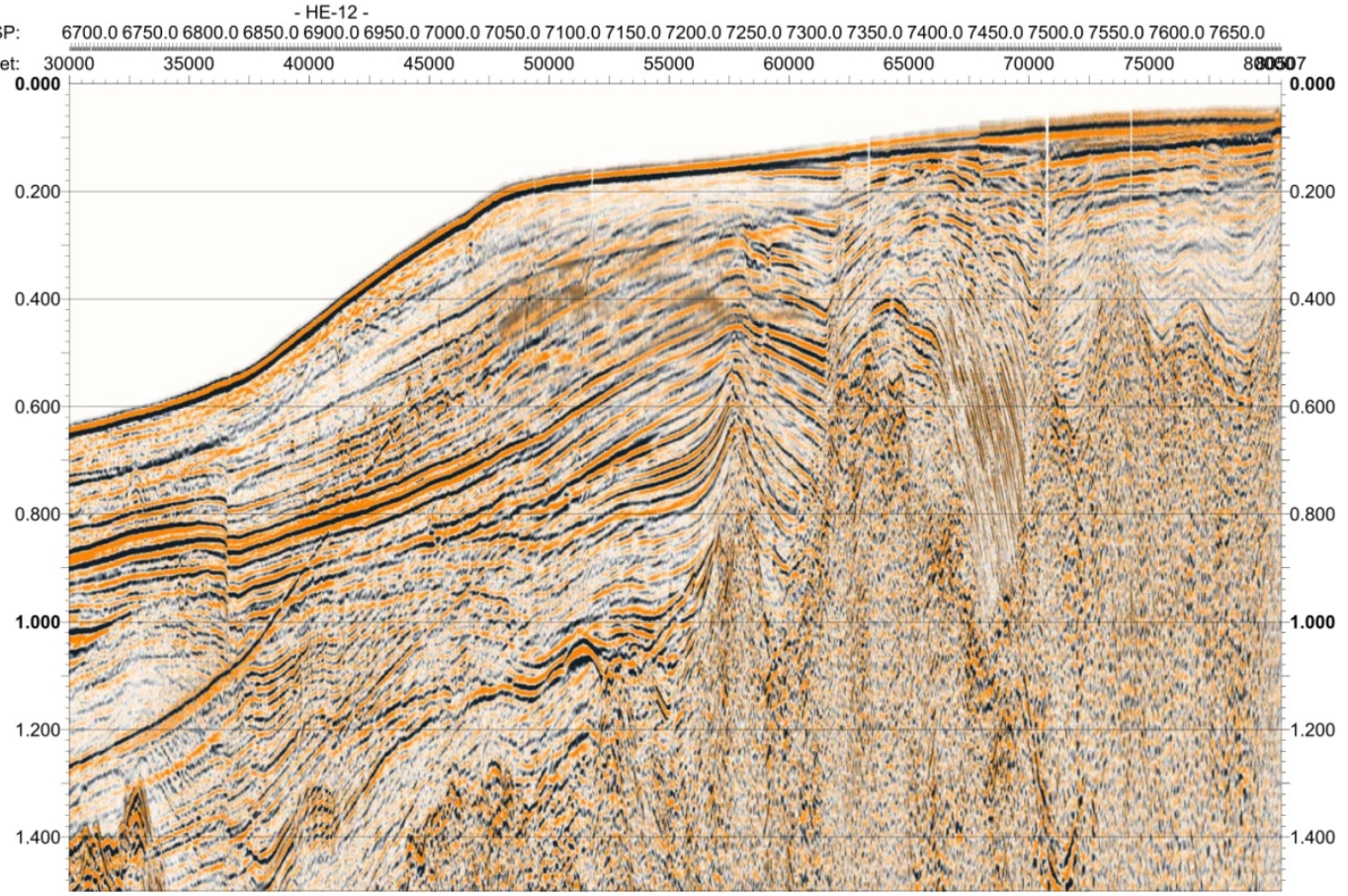




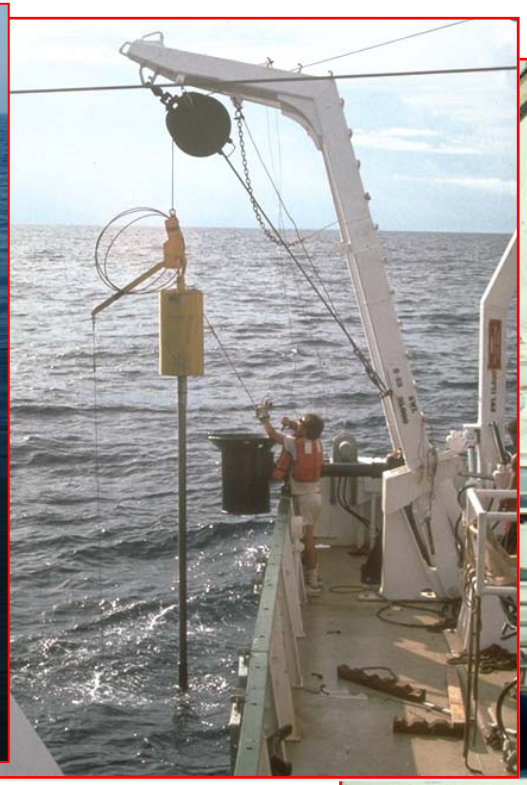
Observación Directa: ROV, Vídeo, Fotografía submarina. Estaciones de observación. Imágenes de satélite.

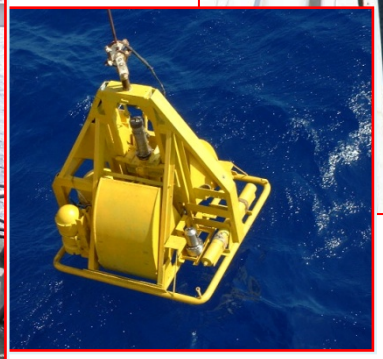
Sistemas Sísmicos

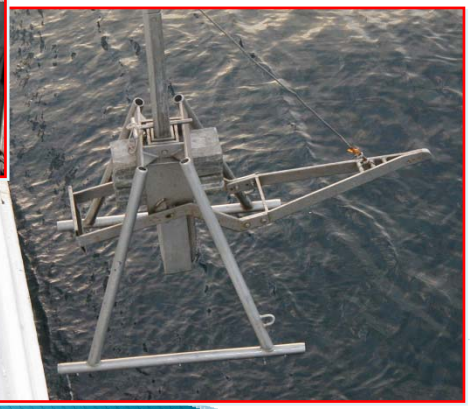


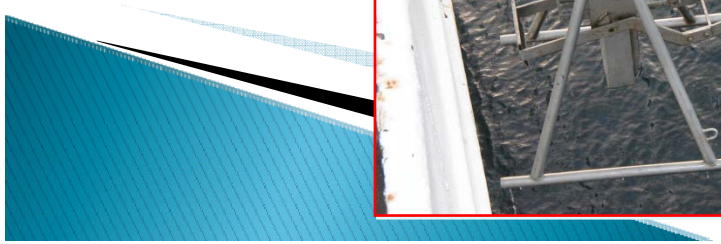


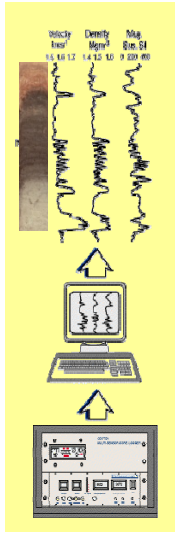
Extracción de sedimentos y rocas

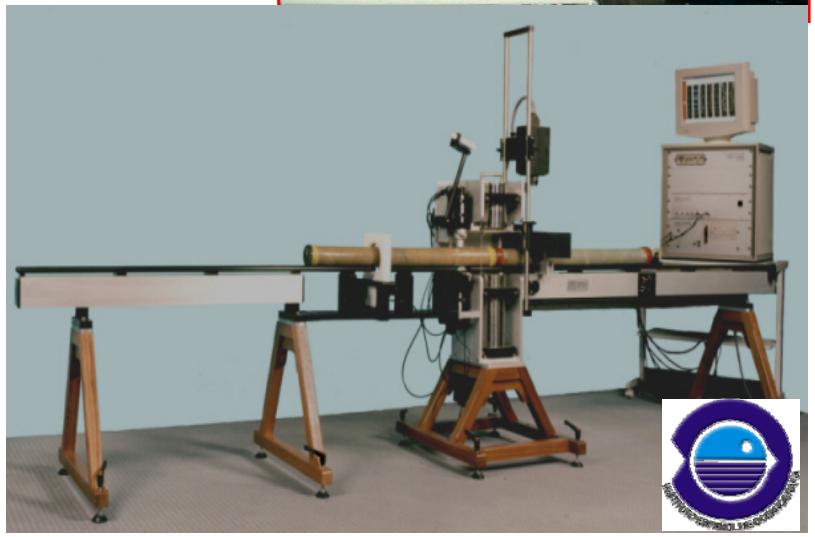












Que datos se aportan de forma directa a los sistemas de prevención de riesgos de tsunamis:
MODELOS BATIMÉTRICOS DE LOS FONDOS OCEÁNICOS

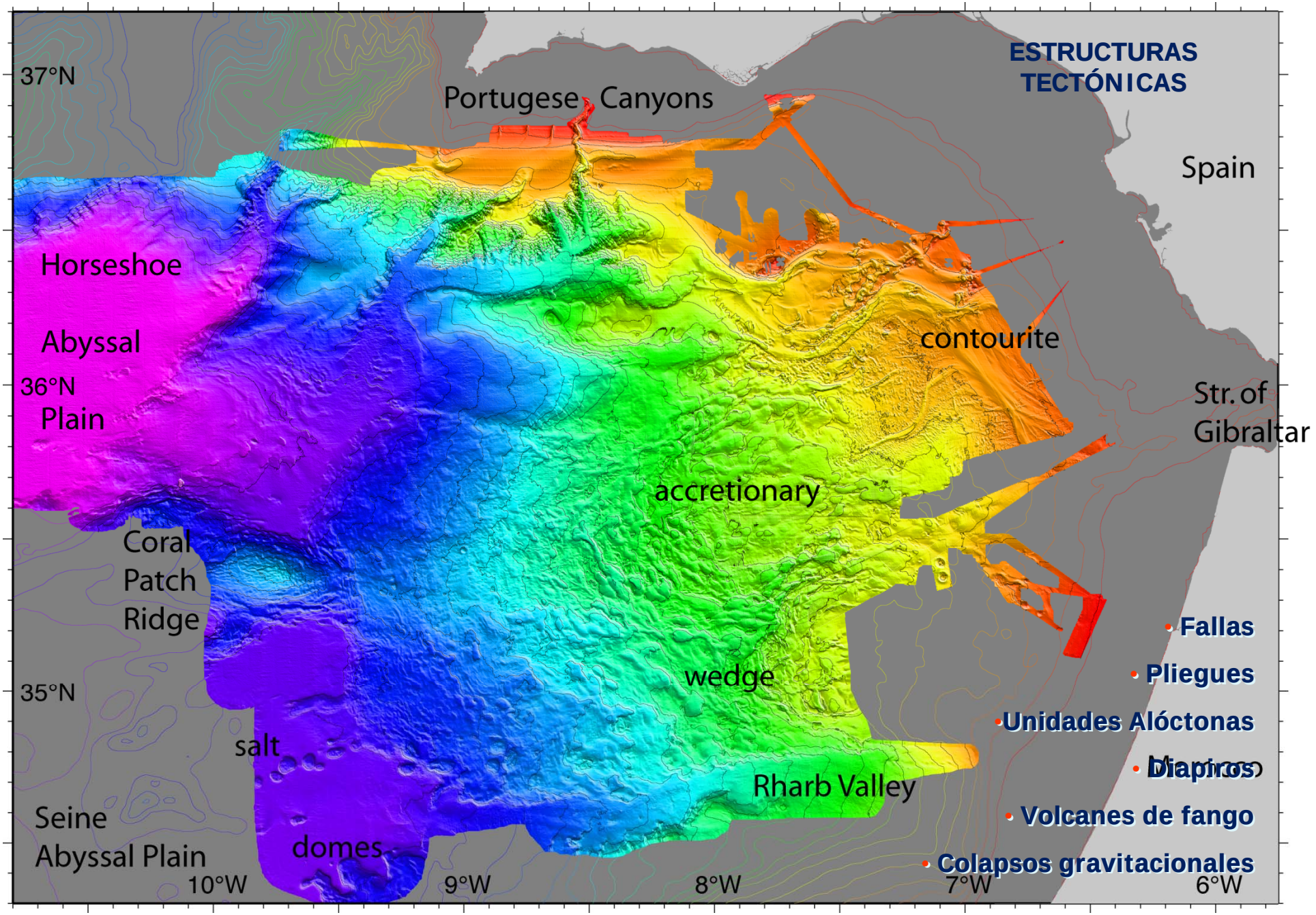
Instituto Hidrográfico de la Marina

MAGRAMA

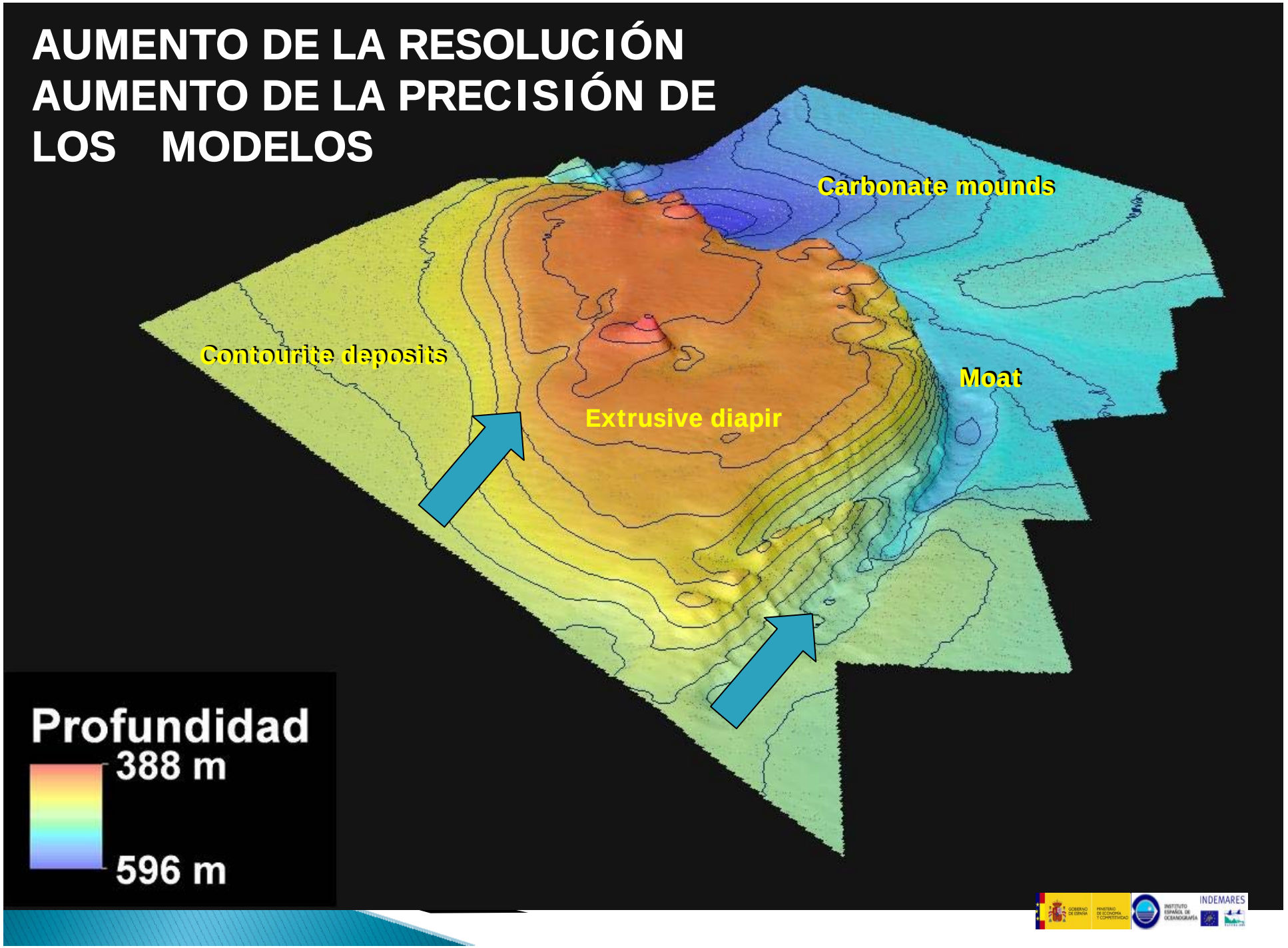
Proyectos de investigación (nacionales, autonómicos o internacionales) liderados por distintos organismos de investigación o universidades – CSIC, IEO, IGME, etc.

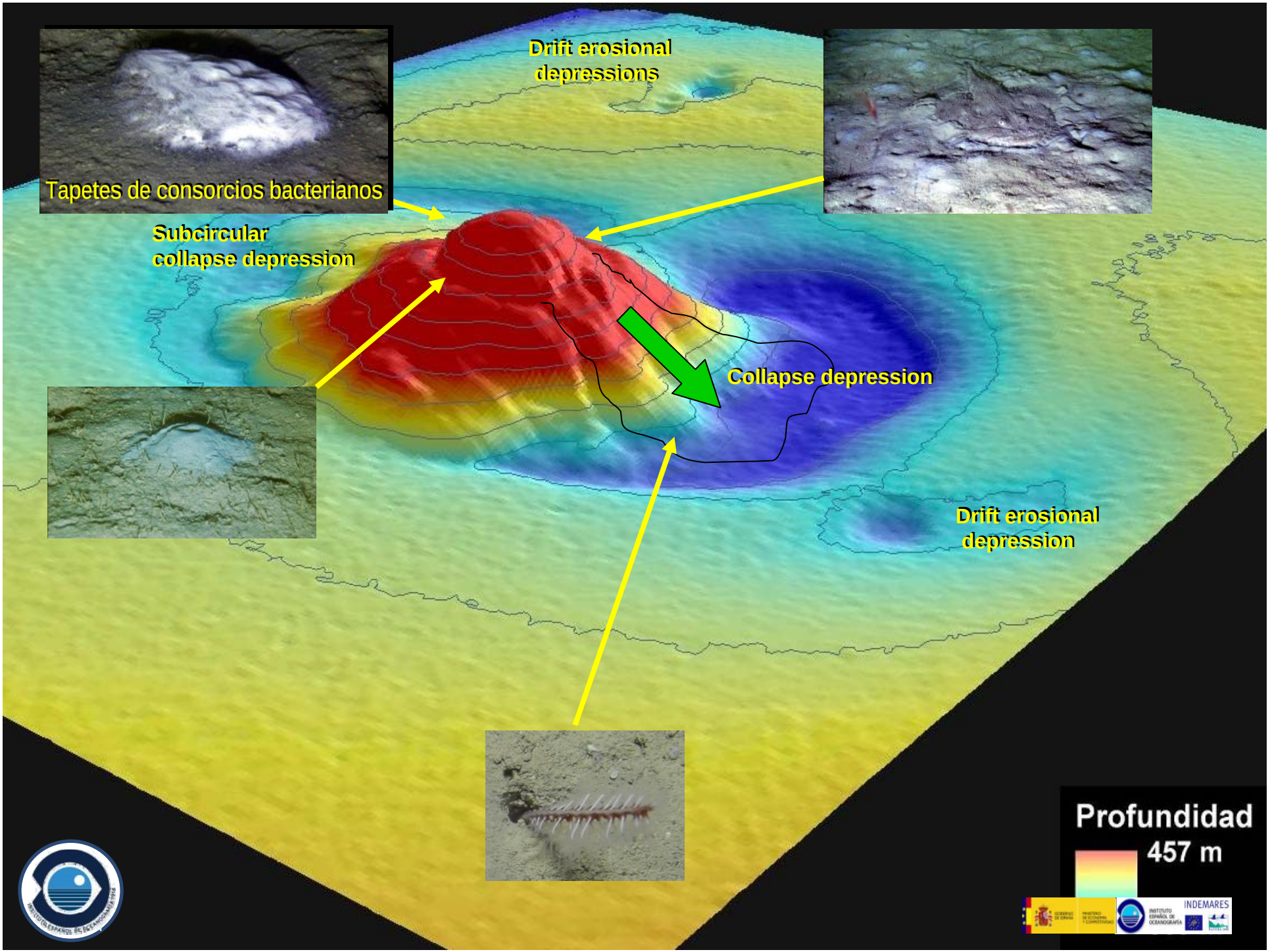
Proyectos de empresa

CARTOGRAFÍA BATIMÉTRICA DEL FONDO MARINO



AUMENTO DE LA RESOLUCIÓN AUMENTO DE LA PRECISIÓN DE LOS MODELOS




Drift erosional depressions
Tapetes de consorcios bacterianos
Subcircular collapse depression
Collapse depression
Drift erosional depression
Profundidad
457 m
INDEMARES

RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE FUENTES TSUNAMIGÉNICAS POTENCIALES

-Terremotos y Movimientos de fallas
-Grandes deslizamientos submarinos
-Erupciones volcánicas

-Expulsiones violentas de gas
-Deslizamientos terrestres
-Meteoritos

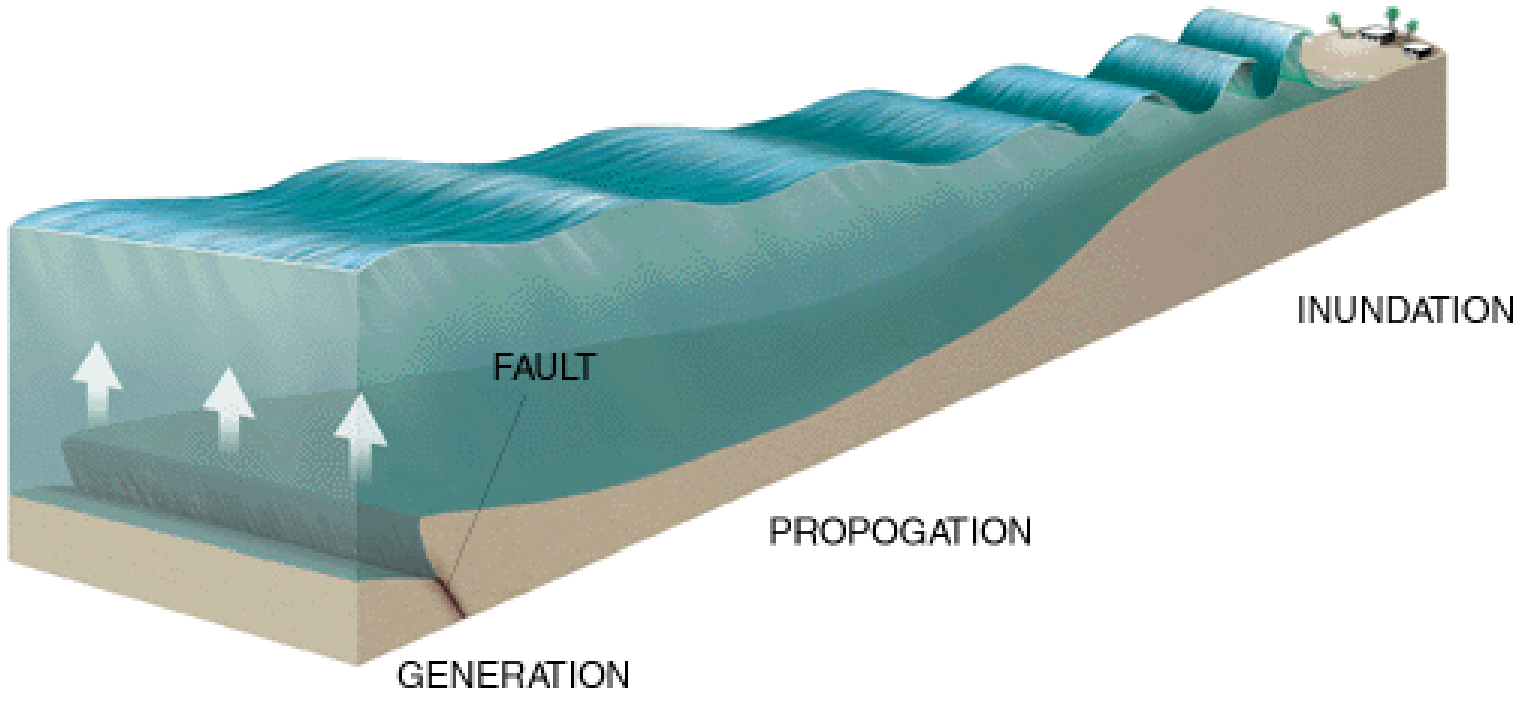
RIESGOS LIGADOS A LA ACTIVIDAD TECTÓNICA

Movimiento de fallas y terremotos

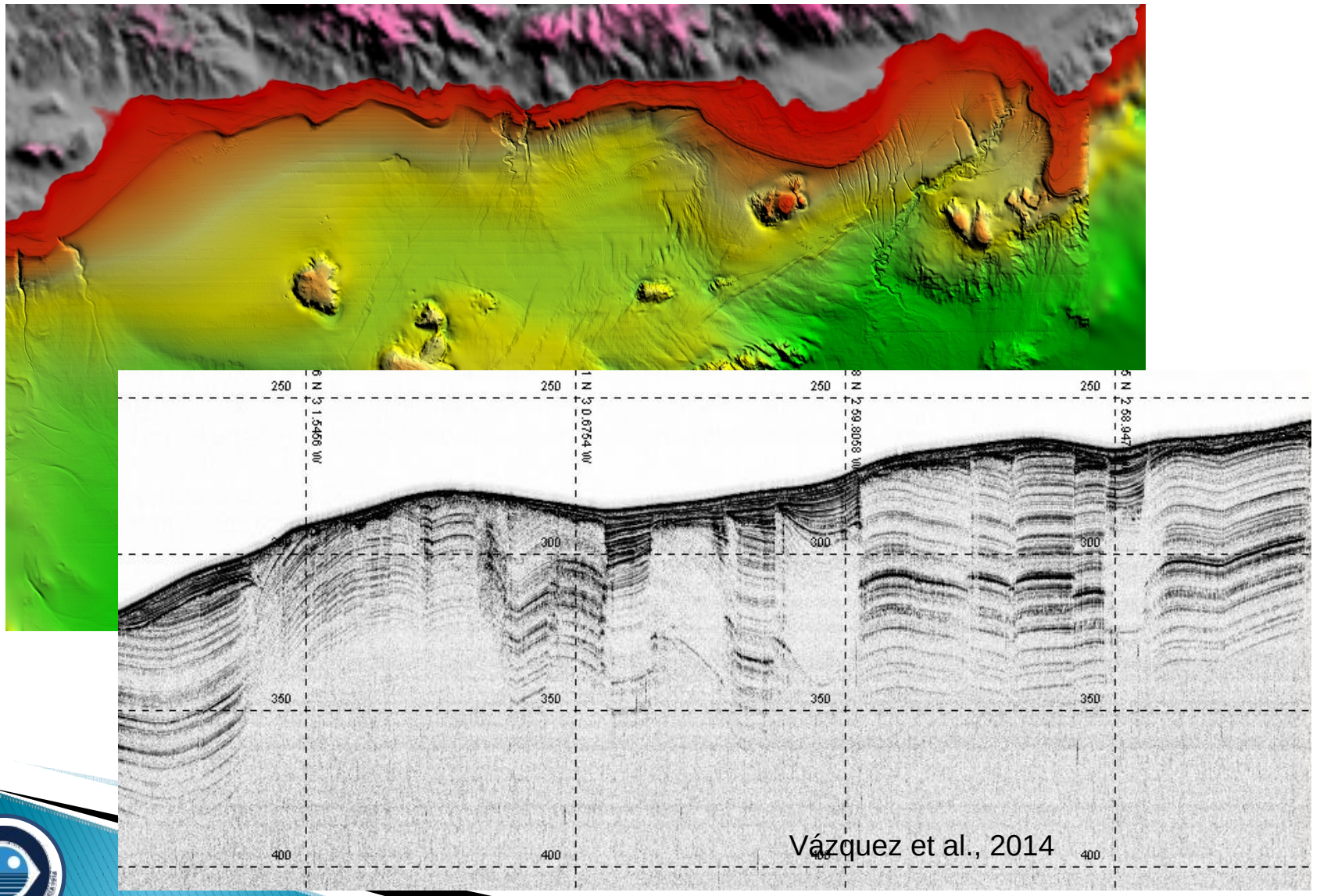
Asentamientos diferenciales: subsidencia

Fenómenos de elevación ligados a diapirismo

Formación de tsunamis

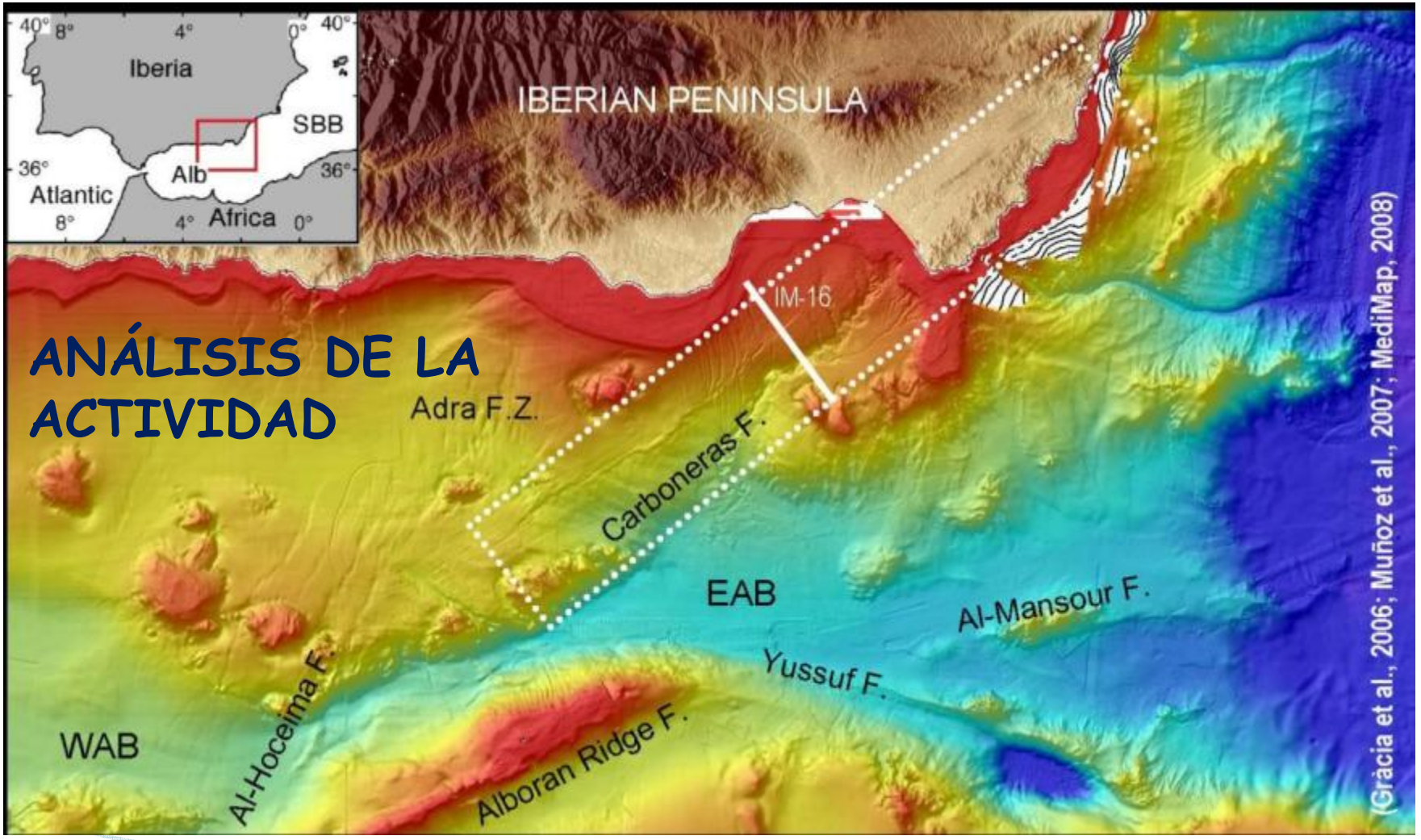


Tectónica Activa



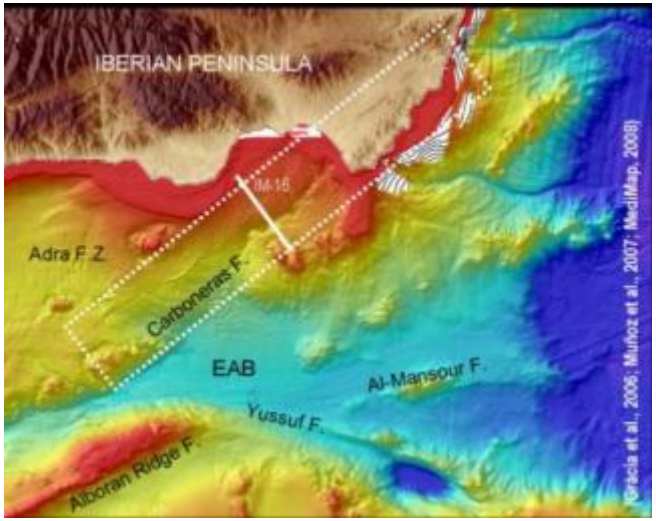
Vázquez et al., 2014

Falla de Carboneras / La Serrata, Mar de Alborán.

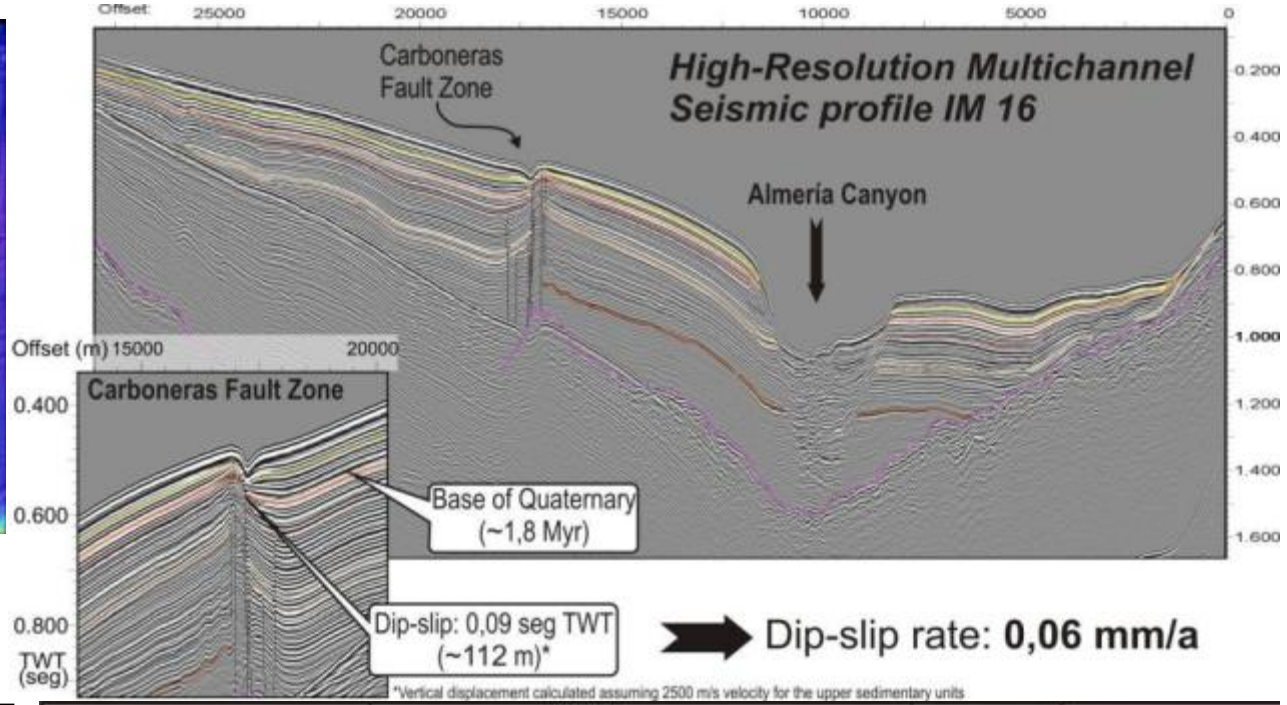


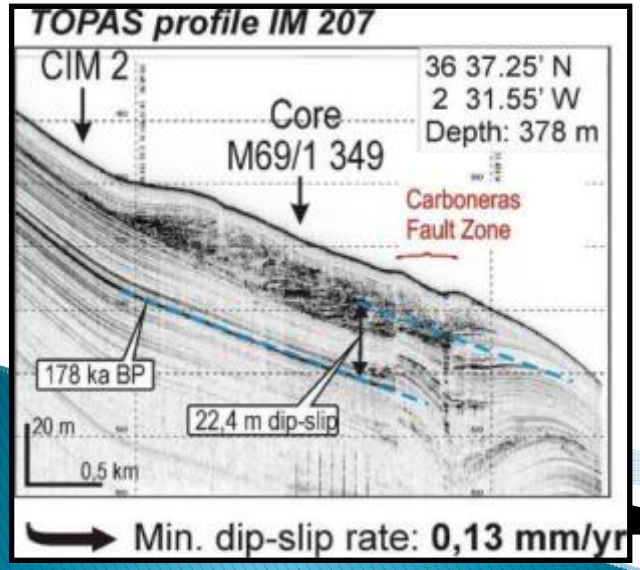
100 km de longitud bajo el mar. Presenta roturas de la superficie del fondo en forma de escarpes, depresiones, crestas compresivas, así como deflexión de canales y control de la red de drenaje.

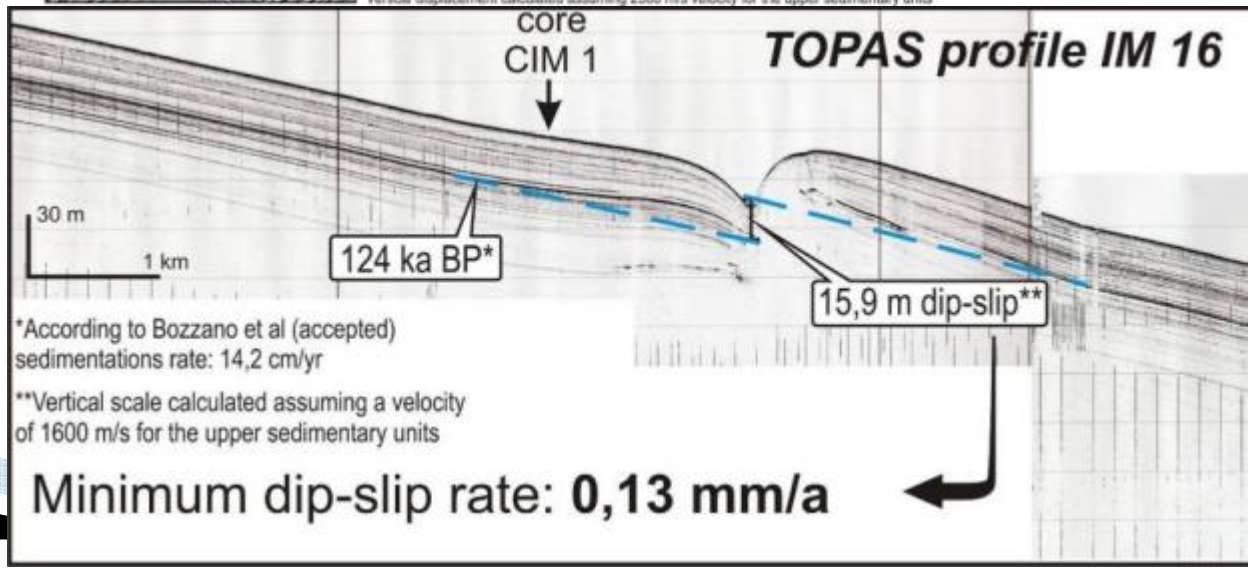
Gràcia et al., 2010



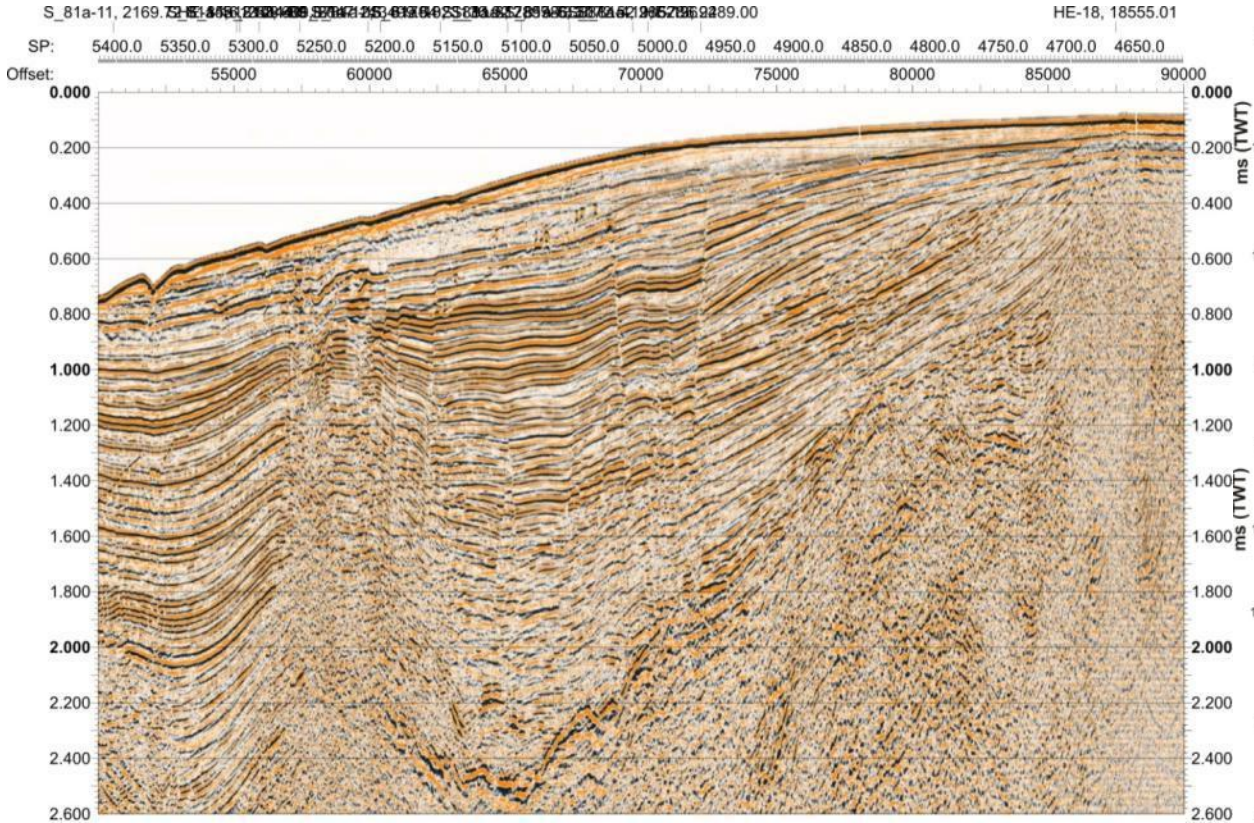
NW *SE*

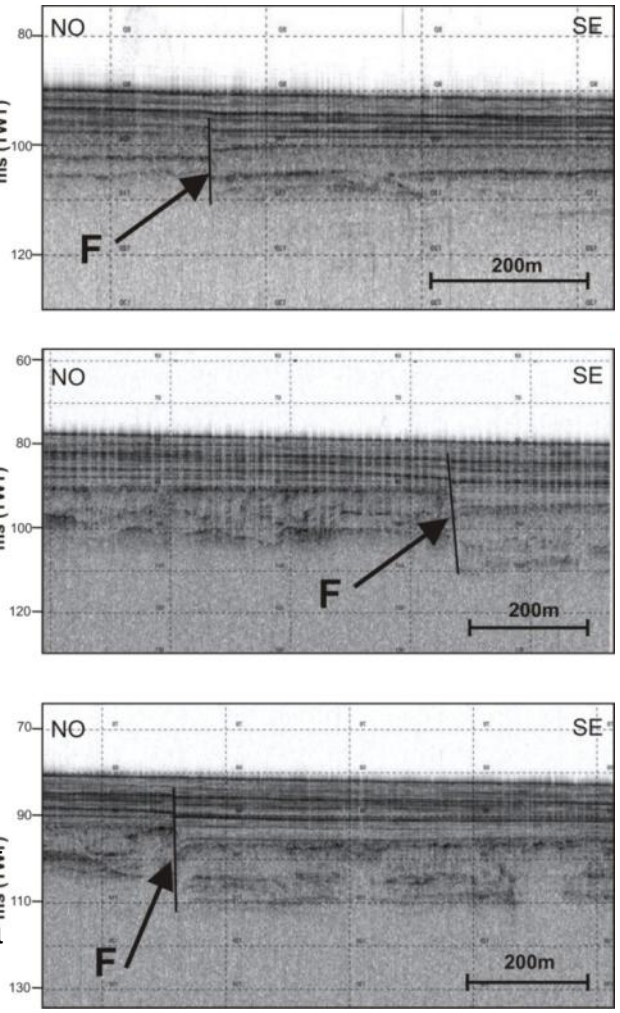






Tectónica Activa



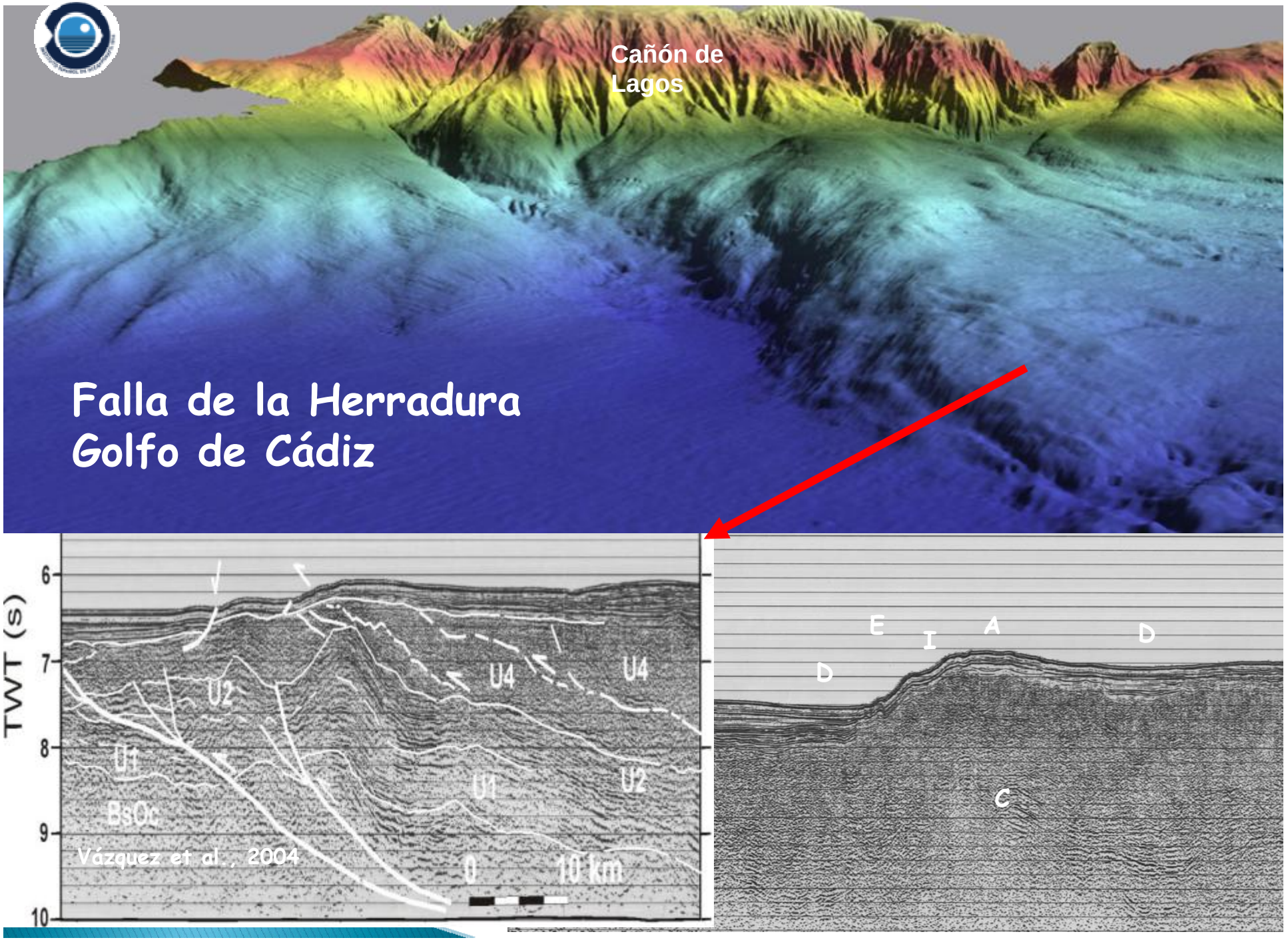


Fallas normales con saltos de falla de pequeña magnitud, de 4 a > 10 ms TD, afectando a unidades postglaciares.

Se estima un gradiente de desplazamiento entre 0.1 y 0.2 mm/a en los últimos 18000 a.

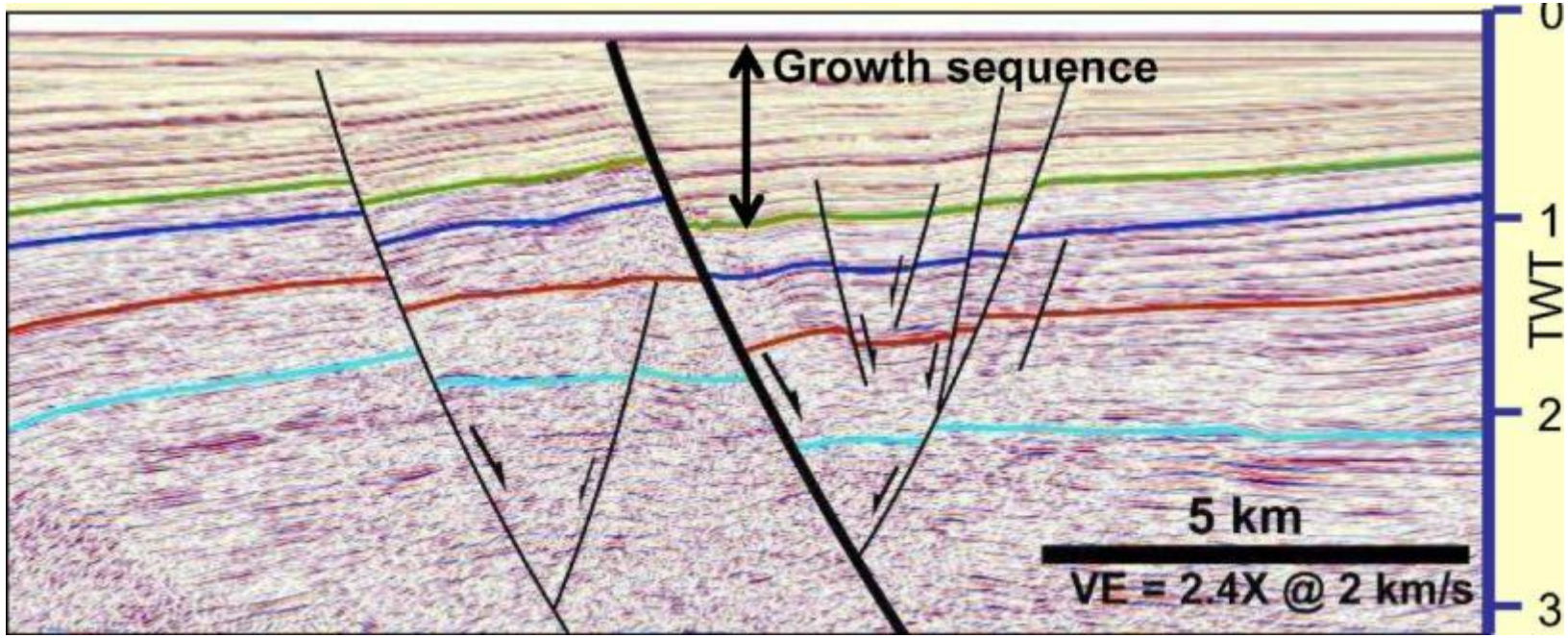
Vázquez et al., 2010

Alta resolución

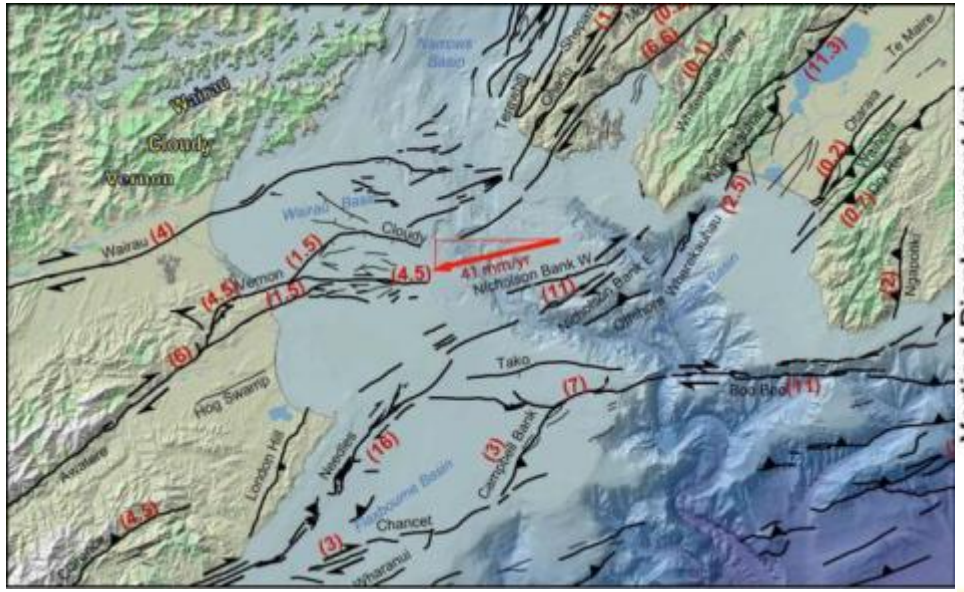

Cañón de
Lagos
Falla de la Herradura
Golfo de Cádiz
TWT (s)
6
7
8
9
10
U1
U2
U4
BsOc
Vázquez et al., 2004
0
10 km
E
I
A
D
D
C

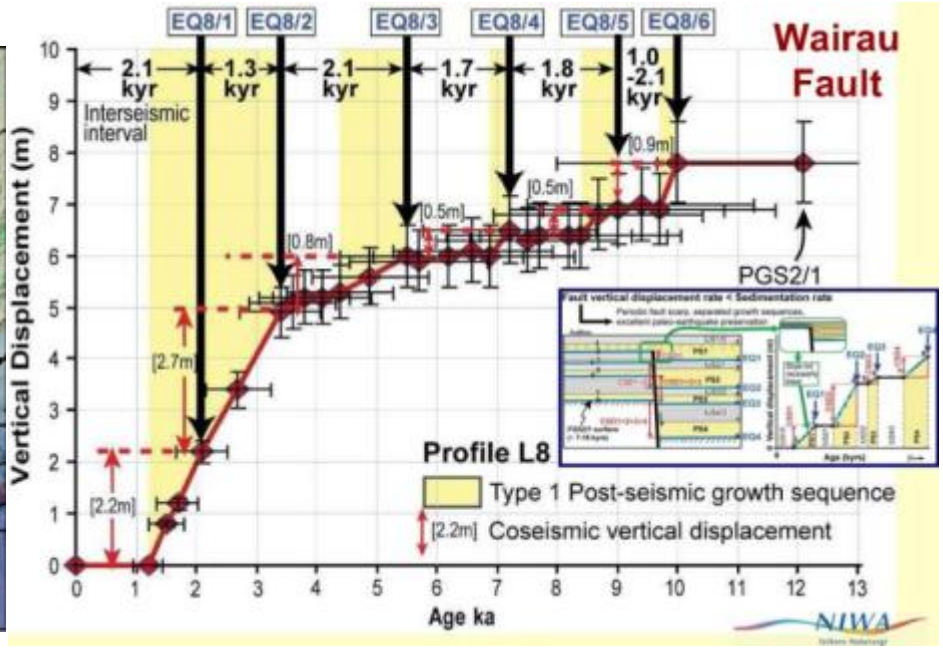
Análisis de la Recurrencia de terremotos

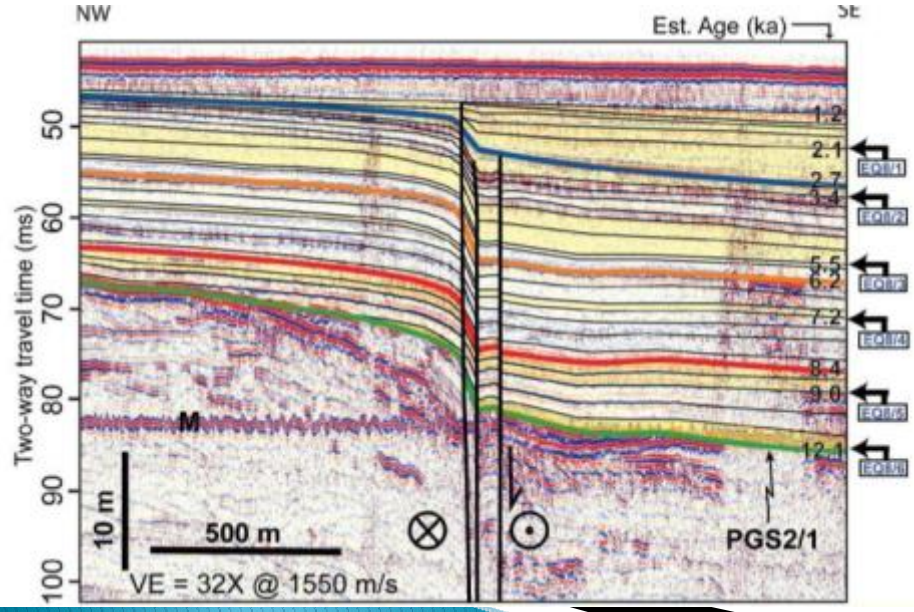
Arquitectura de crecimiento de las secuencias sedimentarias. Criterios para establecer la historia de desplazamiento de la falla y, si la resolución es suficientemente alta, para determinar el desplazamiento vertical cosísmico.



Se necesita que la deformación de las unidades sedimentarias (estratos) sea simultánea con los procesos de sedimentación que las generan (syn-tectónica)
Establecimiento de un modelo estratigráfico de las formaciones postglaciales.







Un incremento en el desplazamiento de la falla está producido por un terremoto, interpretan hasta 8 terremotos generados por la falla en los últimos 18000 años.

-Último evento: ~2000 a BP

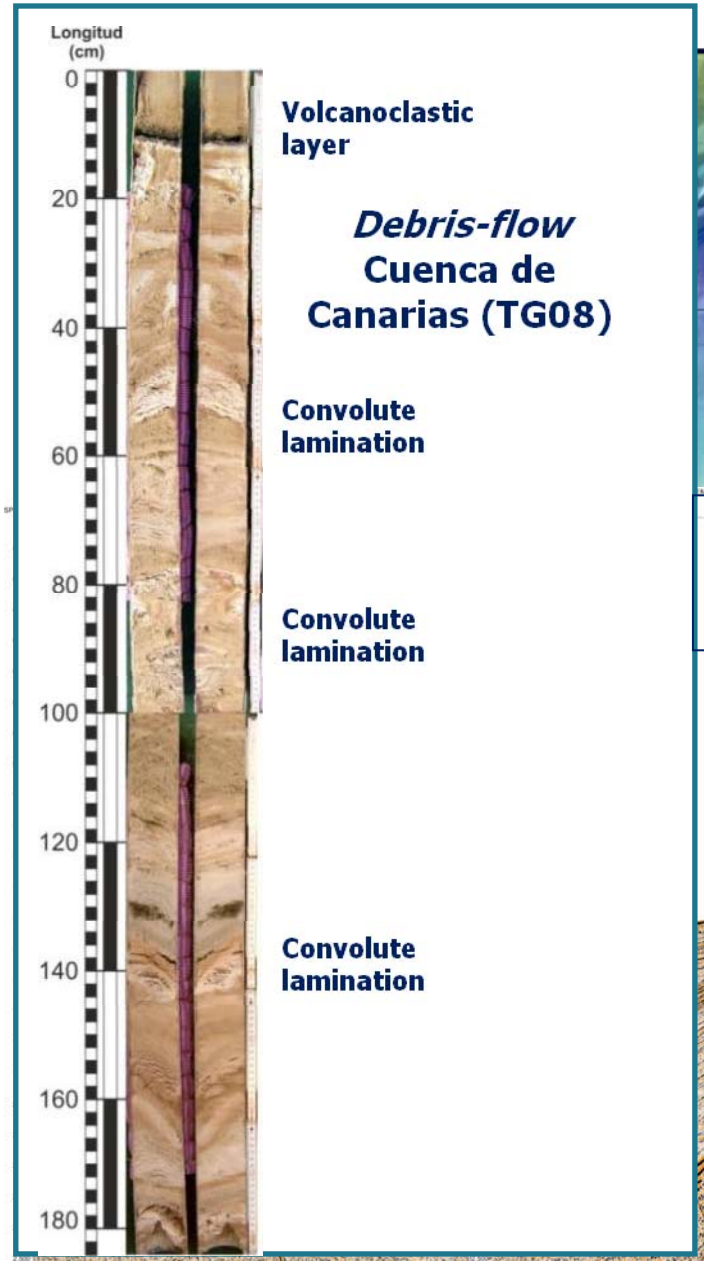
-Desplazamiento cosísmico vertical: ~0.5-6 m

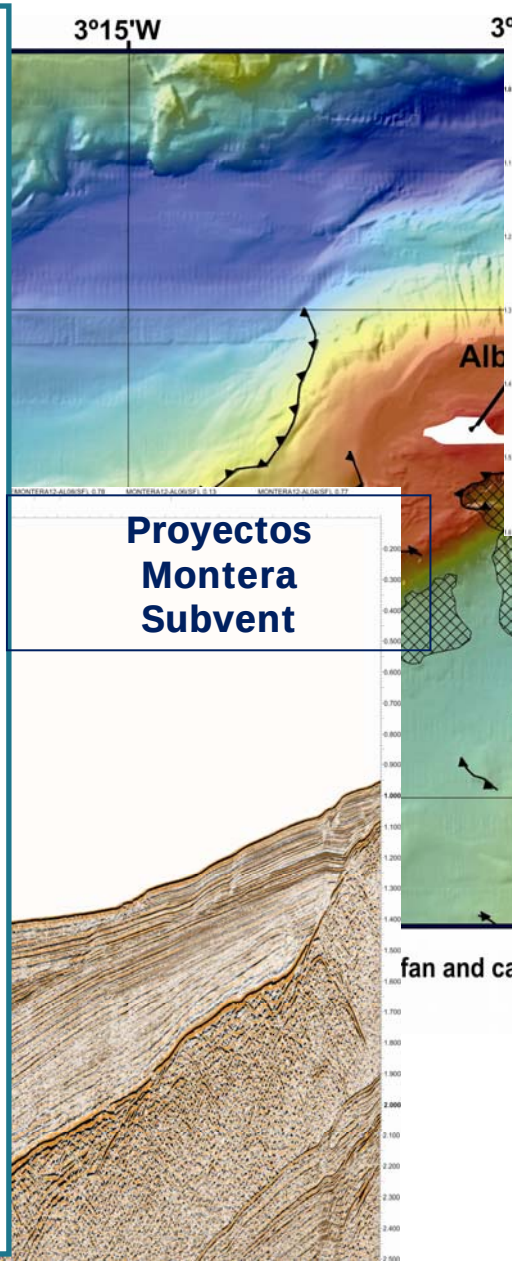
-Intervalo de recurrencia: 900 a >3000 a (promedio ~2000 a)

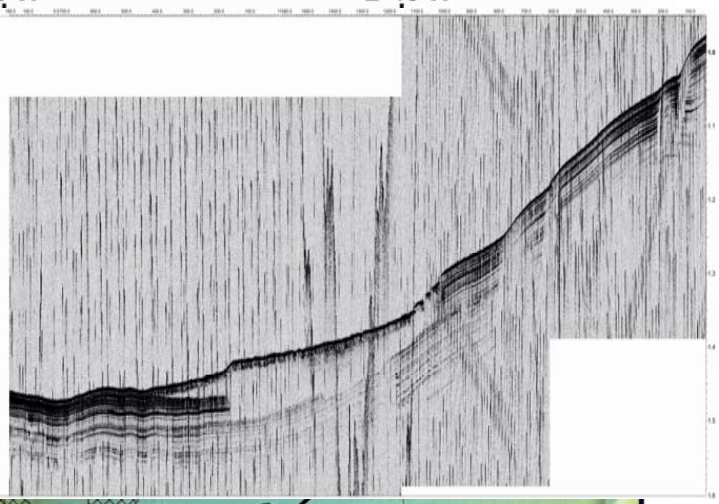
-Deficit de desplazamiento vertical: 2-3 m

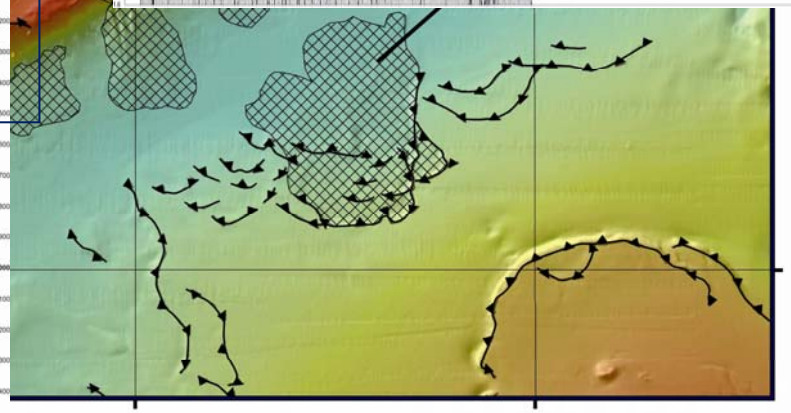
-Deficit de desplazamiento dextral: 6-15 m

Deslizamientos en márgenes continentales e islas oceánicas





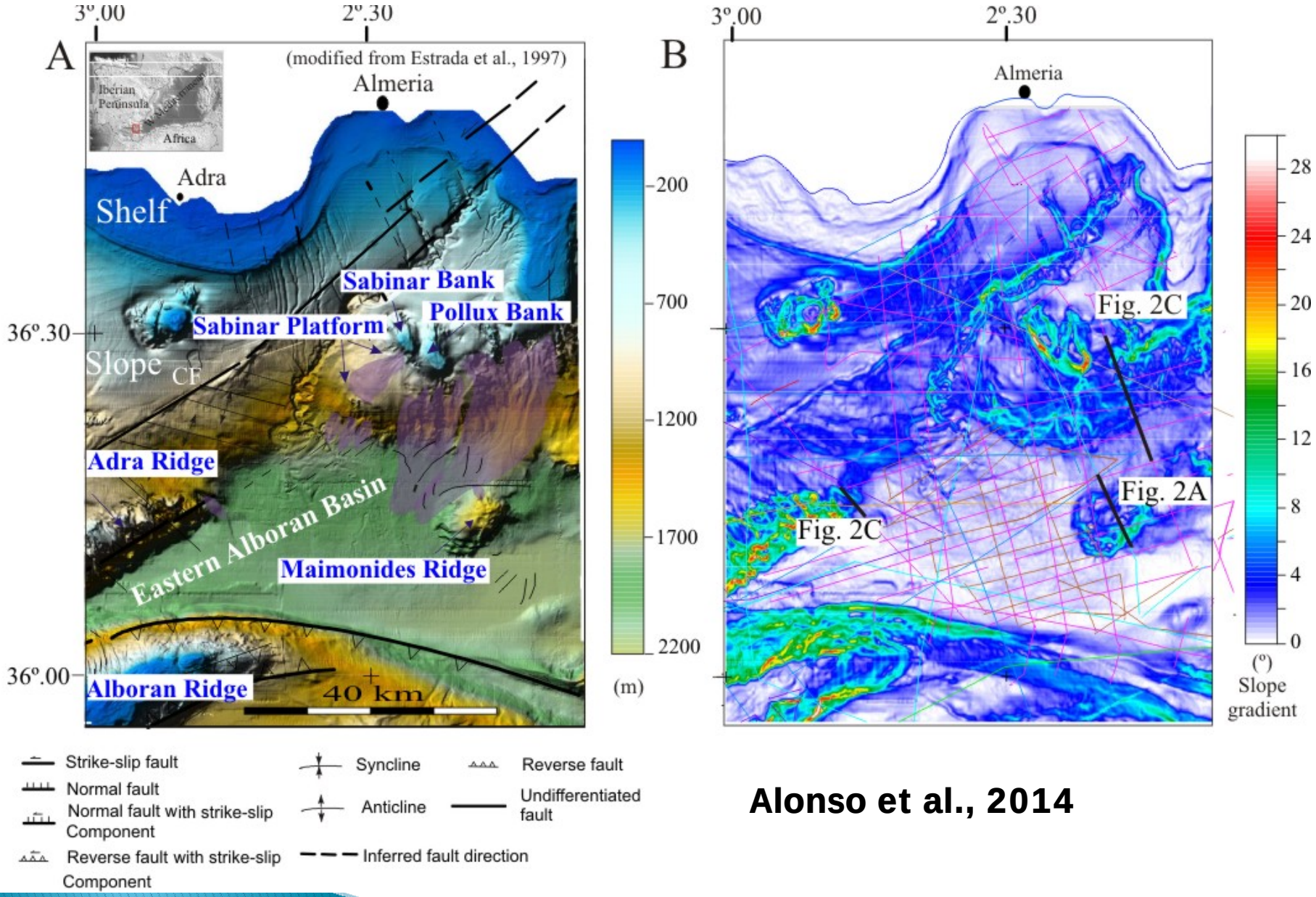




fan and canyons systems.

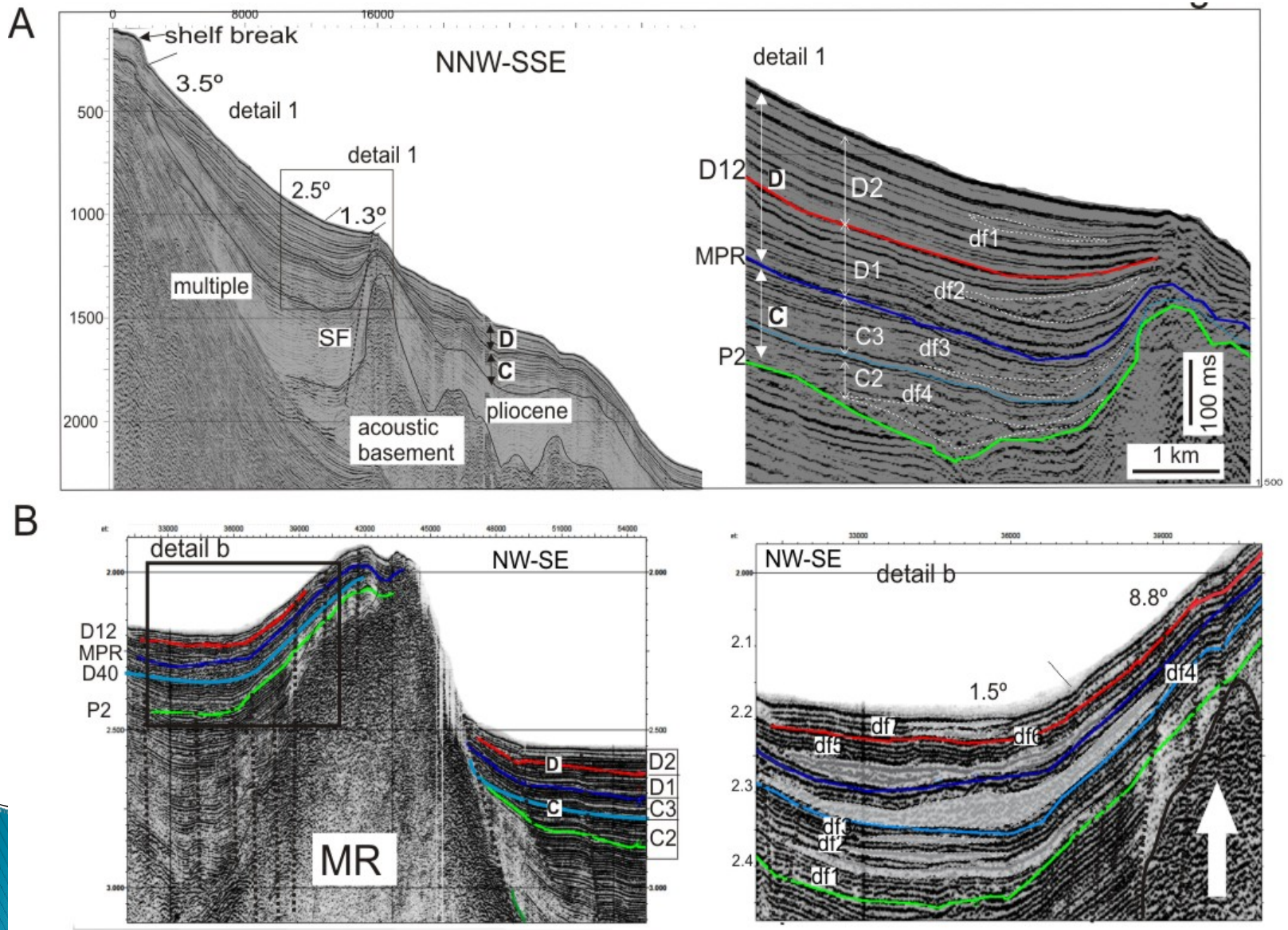
Localización, cuantificación y periodicidad

Localización de los deslizamientos en superficie



Alonso et al., 2014

Análisis de la actividad: reconocimiento de los deslizamientos en el registro sedimentario



Actividad volcánica

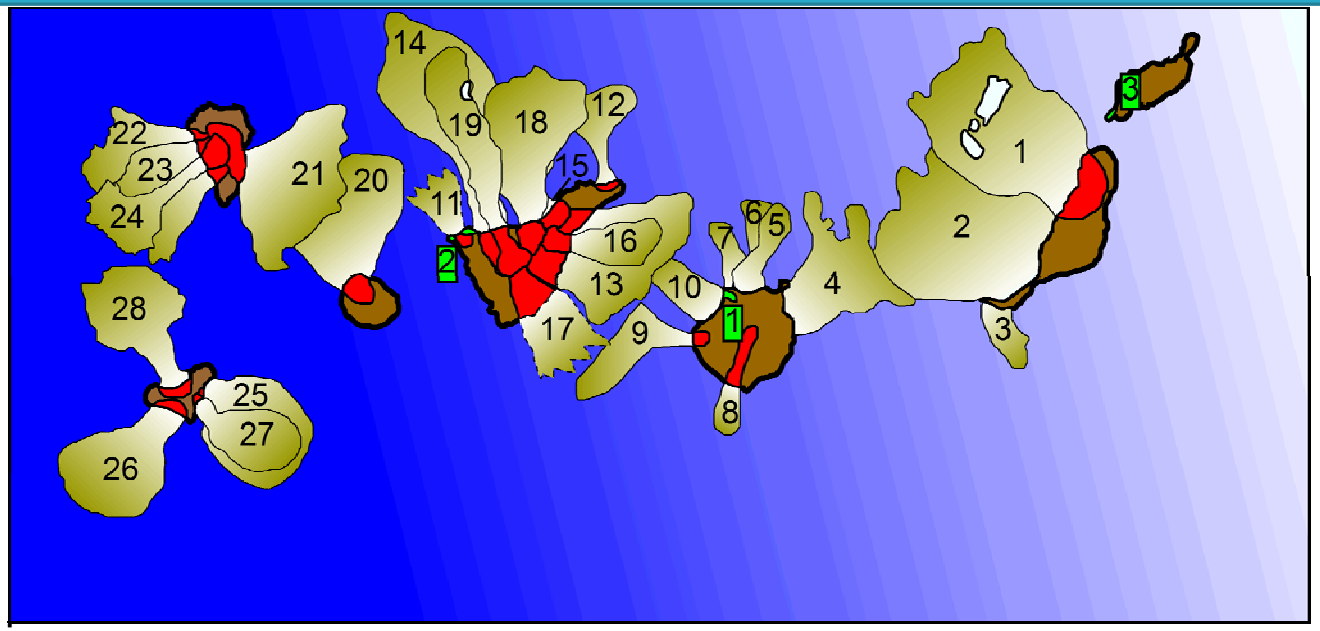
Las erupciones son peligrosas en aguas someras pudiendo producir tsunamis, en aguas profundas la presión del agua impide las erupciones explosivas

Nishino-shima (Japón)
Erupción 1973-1974
Elevación: 38 m
Isla: de 700 m de ancho

Deslizamientos submarinos

PTEROS - EL HIERRO

Deslizamientos y avalanchas rocosas submarinas en Canarias



DESLIZAMIENTOS DE LAS ISLAS CANARIAS

FUERTEVENTURA

1.Puerto del Rosario. 16 M. a.
2.Puerto del Rosario Sur. 18 M. a.
3.Jandía Sur.

GRAN CANARIA

4. Las Palmas. 9 M. a.; 4-3.5 M. a.
5. Galdar. 4-3.5 M. a.
6. Norte. 14-12. M. a.
7. Agaete. 14-12 M. a.
8. Roque Nublo. 4-3.5 M. a.
9. Horgazales. 14.1 M. a.
10. Noroeste. 14 M. a.

TENERIFE

11. Los Gigantes-Los Carrizales. 6 M. a.
12. Arco de Taganana. 4, 5 M. a.
13. Tamadaba. 2,5 M. a.
14. Los Roques de García. 0.6-0.7 M. a.
15. Santa Ursula-Mincheque. 1.1 M. a
16. Güímar. 1 M. a.
17. Abona. 0,73 M. a.La Orotava. 0,6 M. a.
18. La Orotava. 0,6 M. a.
19. Las Cañadas-Valle de Icod. 0,20-0,16 M. a.

LA GOMERA

20. Tazo. 9.4 M. a.

LA PALMA

21. Santa Cruz de La Palma. 1.38-1.08 M. a.
22. Playa de la Veta-I. 1.48-1.20? M. a.
23. Playa de la Veta-II. 1.02-0.85 M. a.
24. Cumbre Nueva. 0.56 M. a.

EL HIERRO

25. Las Playas-I. 0,545-0.176 M. a.
26. El Julan. >0.15 M. a.
27. Las Playas-II. 0.176-0.145 M. a.
28. El Golfo. 0.087-0,039 M. a.

DEPÓSITOS DE TSUNAMIS EN CANARIAS

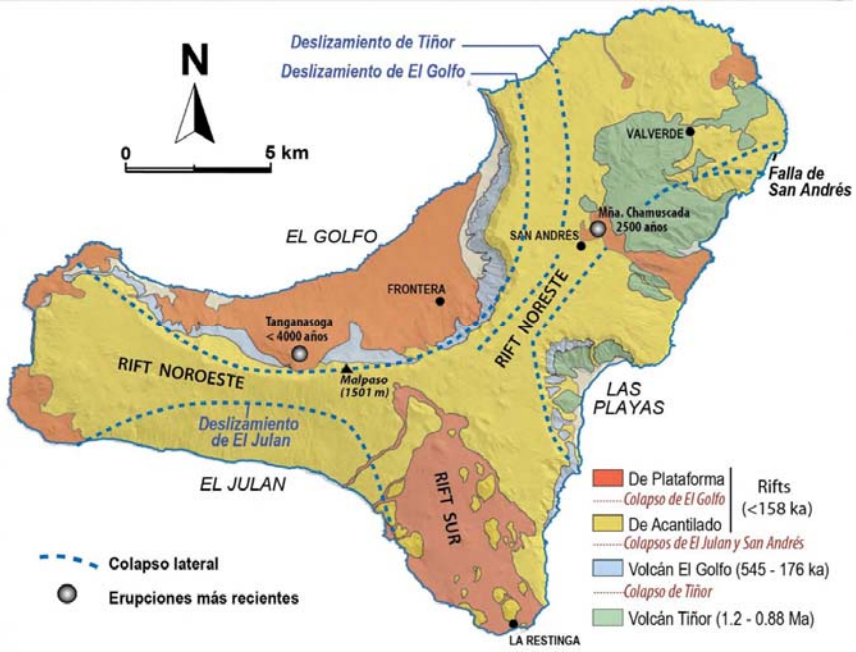
GRAN CANARIA

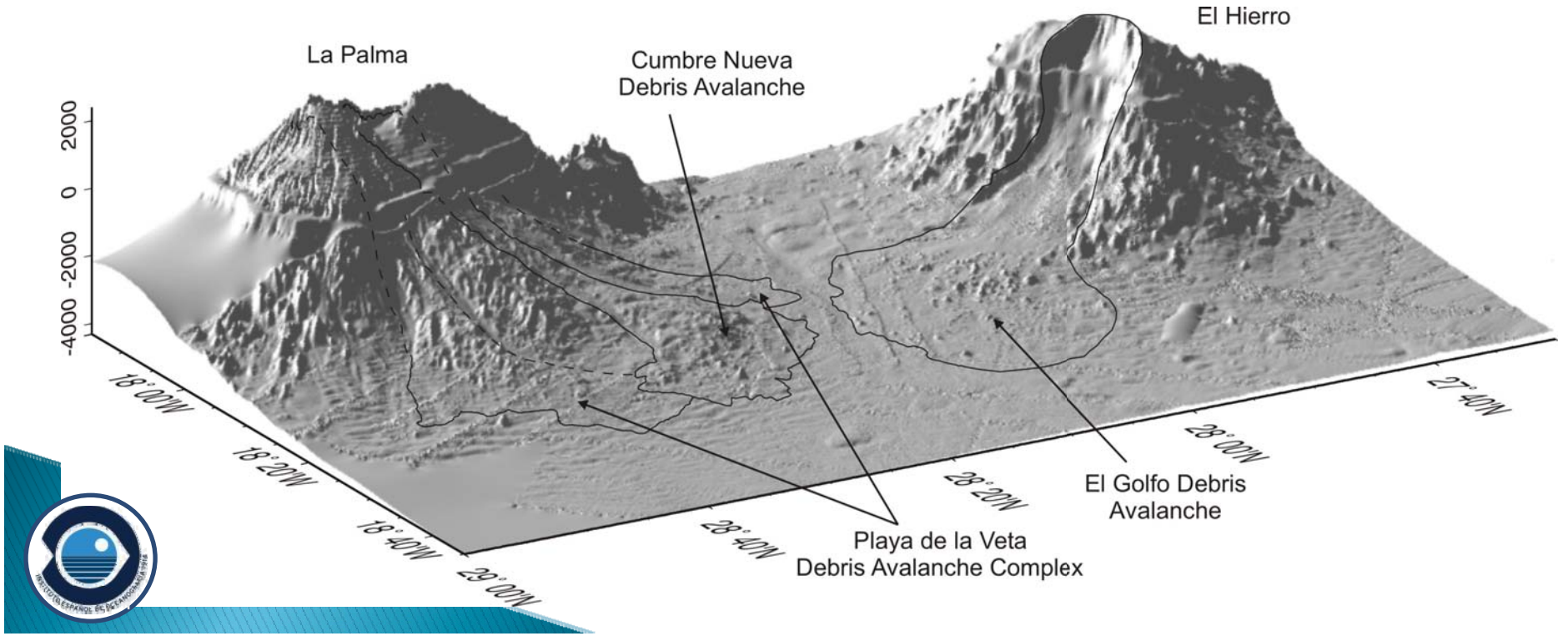
1. Agaete. Relacionado con el deslizamiento de Güímar (nº 16).
3. Piedra Alta.

TENERIFE

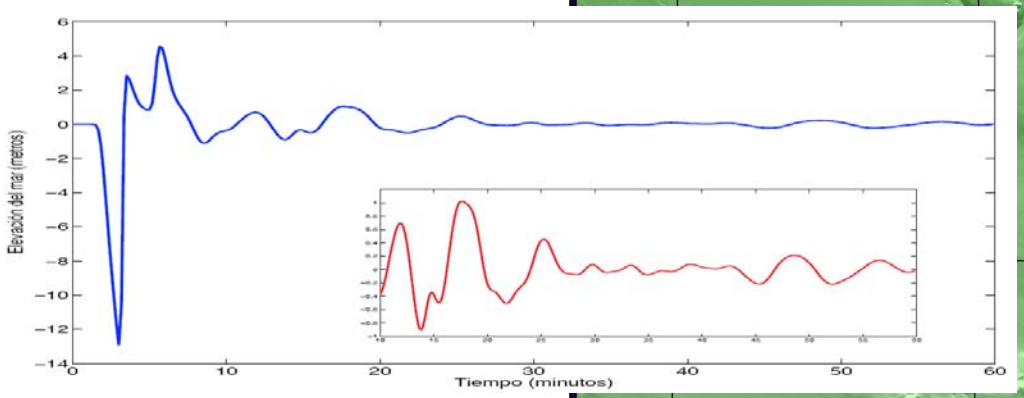
2. Teno-Buenavista. Relacionado con el deslizamiento de Las Cañadas (nº 19).

Depósitos de Tsunami
Megabloques submarinos
Prolongación submarina de deslizamiento
Anfiteatros de deslizamientos
Islas

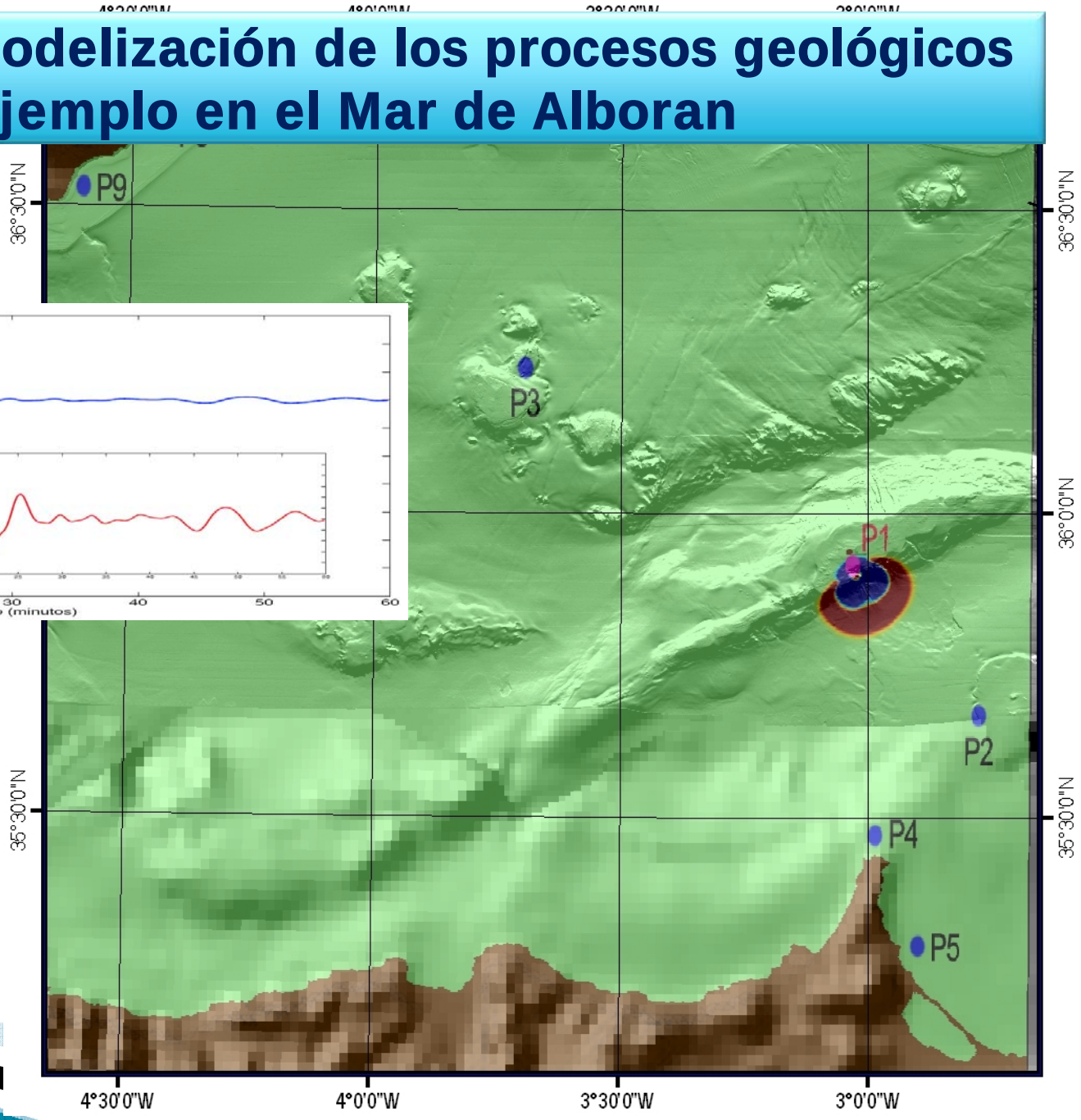

N
0
5 km
Deslizamiento de Tiñor
Deslizamiento de El Golfo
VALVERDE
Falla de San Andrés
Mña. Chamuscada 2500 años
SAN ANDRES
EL GOLFO
FRONTERA
Tanganasoga < 4000 años
RIFT NOROESTE
Malpaso (1501 m)
RIFT NORESTE
LAS PLAYAS
Deslizamiento de El Julan
EL JULAN
RIFT SUR
LA RESTINGA
Colapso lateral
Erupciones más recientes
De Plataforma
Colapso de El Golfo
De Acantilado
Colapsos de El Julan y San Andrés
Volcán El Golfo (545 - 176 ka)
Colapso de Tiñor
Volcán Tiñor (1.2 - 0.88 Ma)
Rifts (<158 ka)


El Hierro
La Palma
Cumbre Nueva Debris Avalanche
2000
0
-2000
-4000
18°00'W
18°20'W
18°40'W
29°00'N
28°40'N
28°20'N
28°00'N
27°40'N
El Golfo Debris Avalanche
Playa de la Veta Debris Avalanche Complex

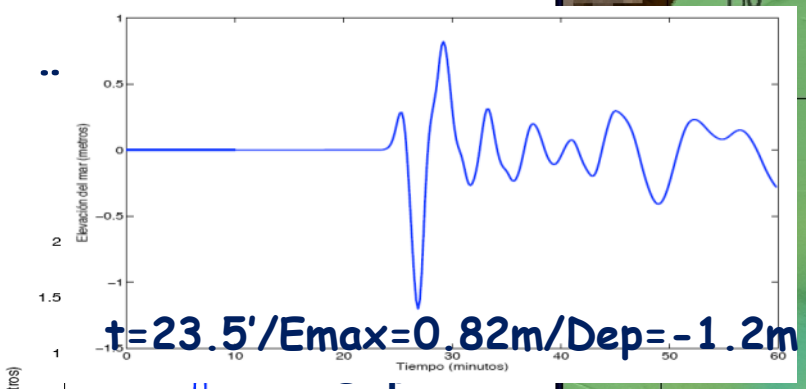
Evolución y modelización de los procesos geológicos marinos: un ejemplo en el Mar de Alboran



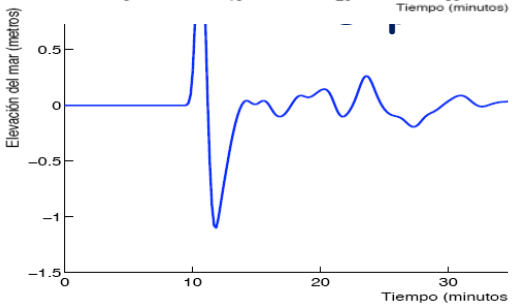
Propagación

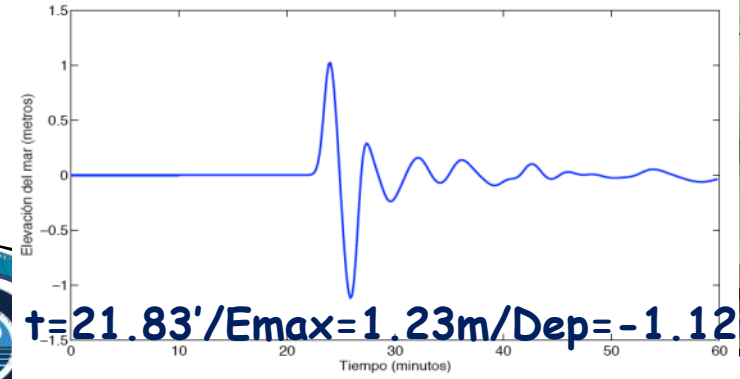


Propagación en el Mar de Alborán

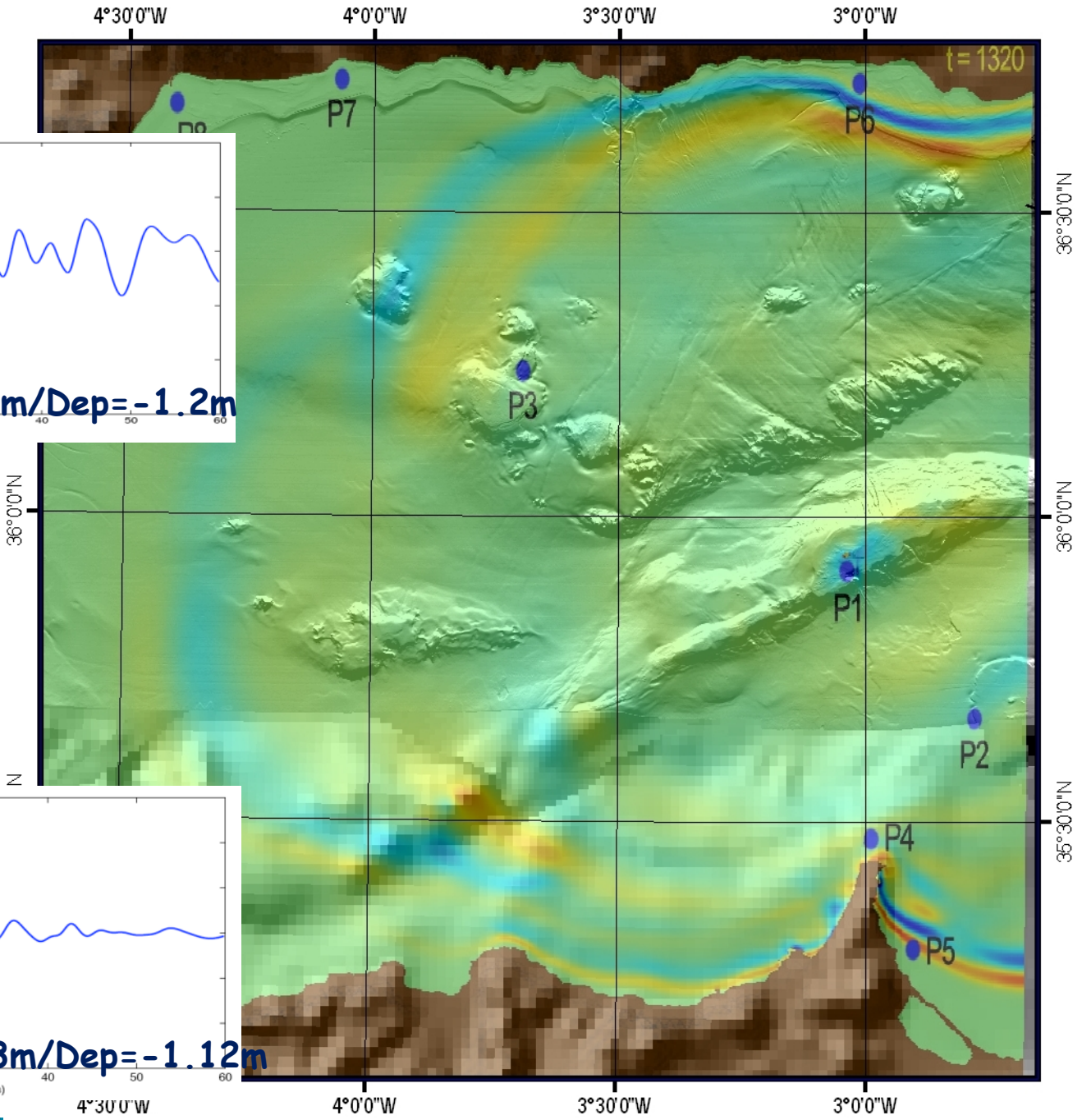


t=23.5'/Emax=0.82m/Dep=-1.2m





t=21.83'/Emax=1.23m/Dep=-1.12m



POSIBLES ACCIONES A DESARROLLAR: Riesgos geológicos en el medio marino

RIESGOS GEOLÓGICOS

INTERNOS

- SUBCONSOLIDACIÓN
- TASA DE SEDIMENTACIÓN
- PRESENCIA DE GAS EN EL SEDIMENTO
- MOVIMIENTOS EN MASA

EXTERNOS

DINÁMICAOCEÁNICA

- MAREAS
- OLAS
- CORRIENTES
- CAMBIOS DE NIVEL DEL MAR
- TSUNAMIS

DINÁMICA GEOLÓGICA

- TECTÓNICA
- TERREMOTOS
- SUBSIDENCIA
- MIGRACIÓN DE FLUIDOS: DIAPIROS
- VOLCANES
- TSUNAMIS

POSIBLES ACCIONES A DESARROLLAR: Monitorización de Estructuras Potenciales

SEGUIMIENTO PERIÓDICO DE ESTRUCTURAS POTENCIALES CONCRETAS:

-Batimetría de Alta Resolución
-Perfiles Sísmicos de Alta Resolución
-Construcción de Modelos de Interferencia y 4d
-Evaluar la relación entre tectónica activa, movimientos gravitacionales masivos (deslizamientos) y tsunamis
-Evaluar el potencial y el comportamiento actual de estructuras geológicas generadoras de Riesgo

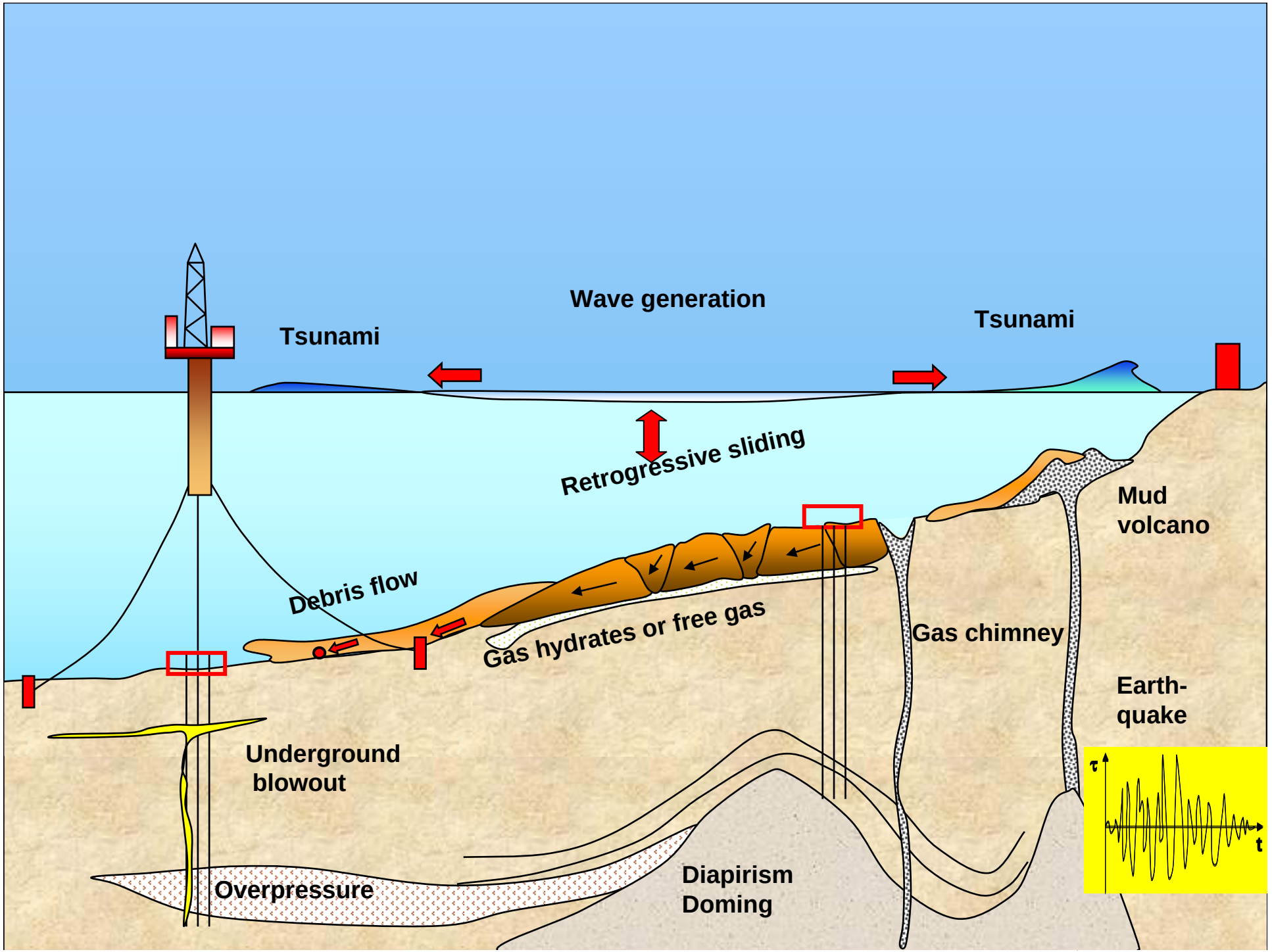
Metodología de trabajo para el análisis de la tectónica activa en un sector del margen continental

Reconocimiento de las principales estructuras tectónicas activas.

Caracterizar las estructuras activas, establecer la cronología de su actividad y su periodo de recurrencia.

Modelar la evolución de los procesos tectónicos a lo largo del Pleistoceno, Holoceno y potencial futuro.

Monitorizar el movimiento de la estructuras de primer orden seleccionadas a largo plazo.


Tsunami
Wave generation
Tsunami
Retrogressive sliding
Mud volcano
Debris flow
Gas hydrates or free gas
Gas chimney
Earth-quake
Underground blowout
Overpressure
Diapirism Doming
τ
t

Muchas Gracias

http://www.ma.ieo.es/gemar

https://twitter.com/gemar_ieo

https://www.facebook.com/geociencias.ieo

http://www.youtube.com/user/GEMARIEO