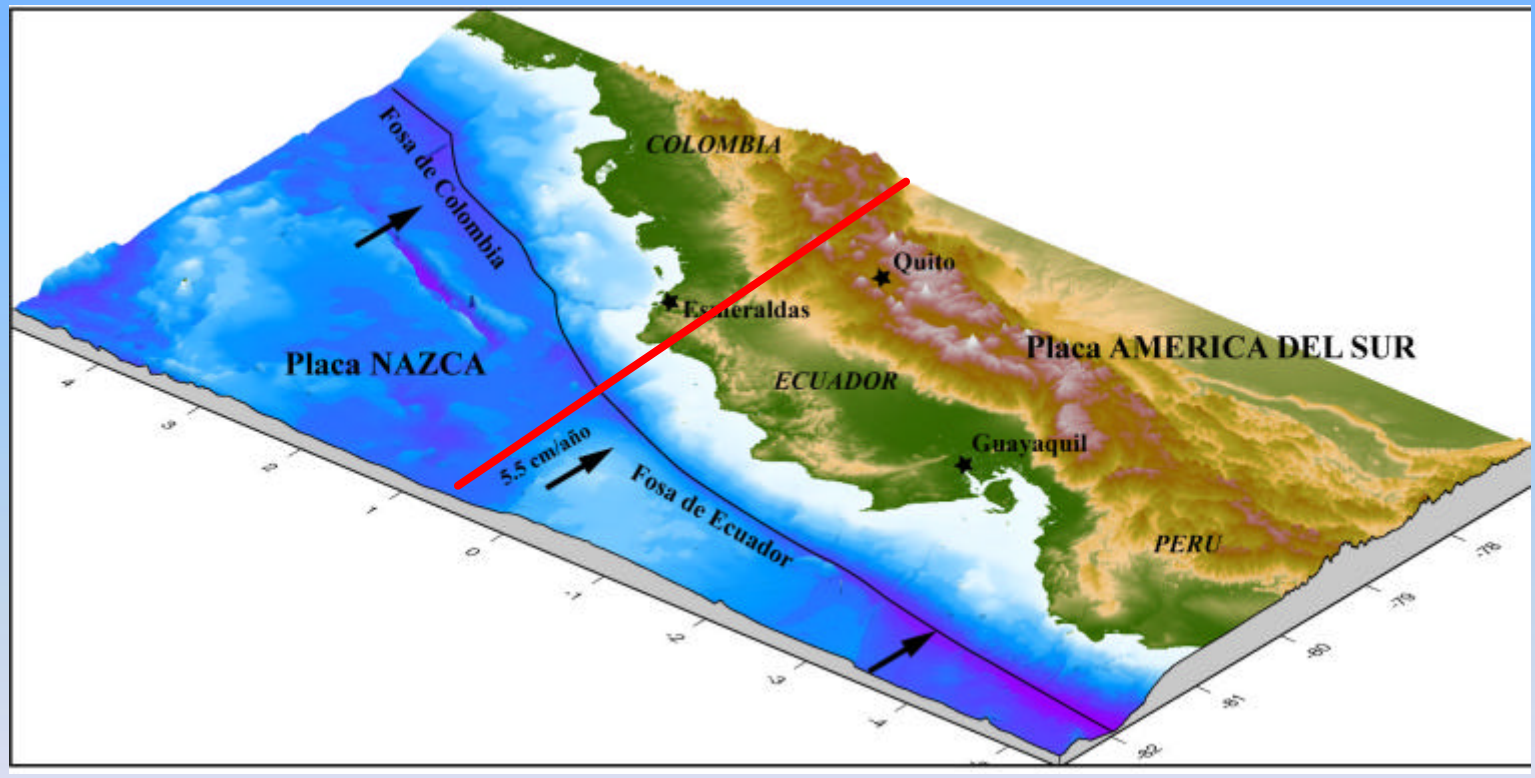
Morfología y Estructuras Submarinas del Margen Ecuatoriano

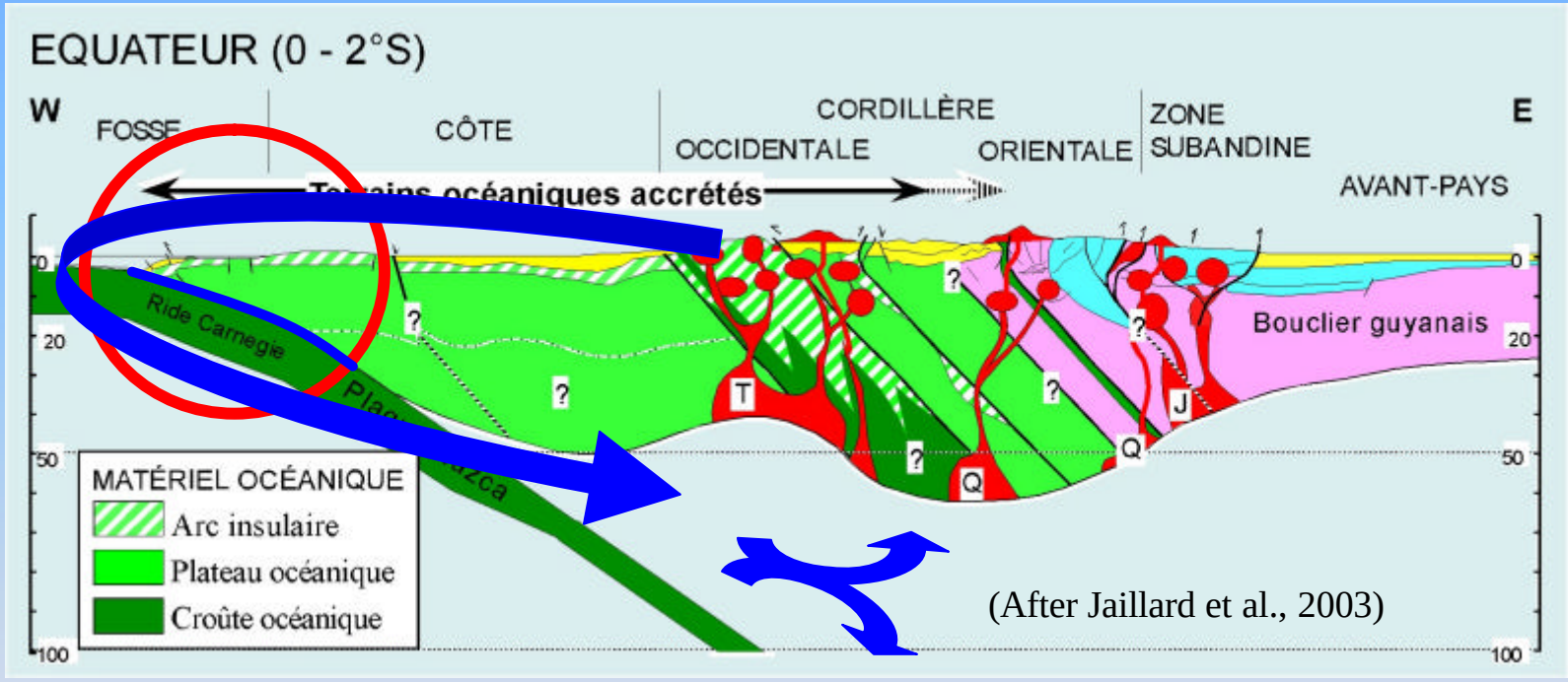
Jean-Yves Collot (1, 2), Françoise Sage (3), Alcinoe Calahorrano (1, 3, 4), A. Alvarado (2), Boris Marcaillou (3, 5), François Michaud (1, 2, 3), William Agudelo (1, 3), E. Santana (6), Elia d'Acremont (1), G. De la Torre (6), P. Silva (2), and A. Pazmiño (6).

(1) IRD, UMR Géosciences Azur, BP 48, 06235 Villefranche-sur-Mer, France,
(2) Instituto Geofisico, Escual Politecnica Nacionale, Ladron de Guevara, Quito, Ecuador
(3) UPMC, UMR Géosciences Azur, BP 48, 06235 Villefranche-sur-Mer, France
(4) Instituto de Ciencias del Mar, CMIMA, CSIC, Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona Spain
(5) University of Victoria, School of Earth and Ocean Sciences, Victoria BC, V8W 2Y2 Victoria Canada
(6) INOCAR, Guayaquil, Ecuador

La zona de subducción de Ecuador

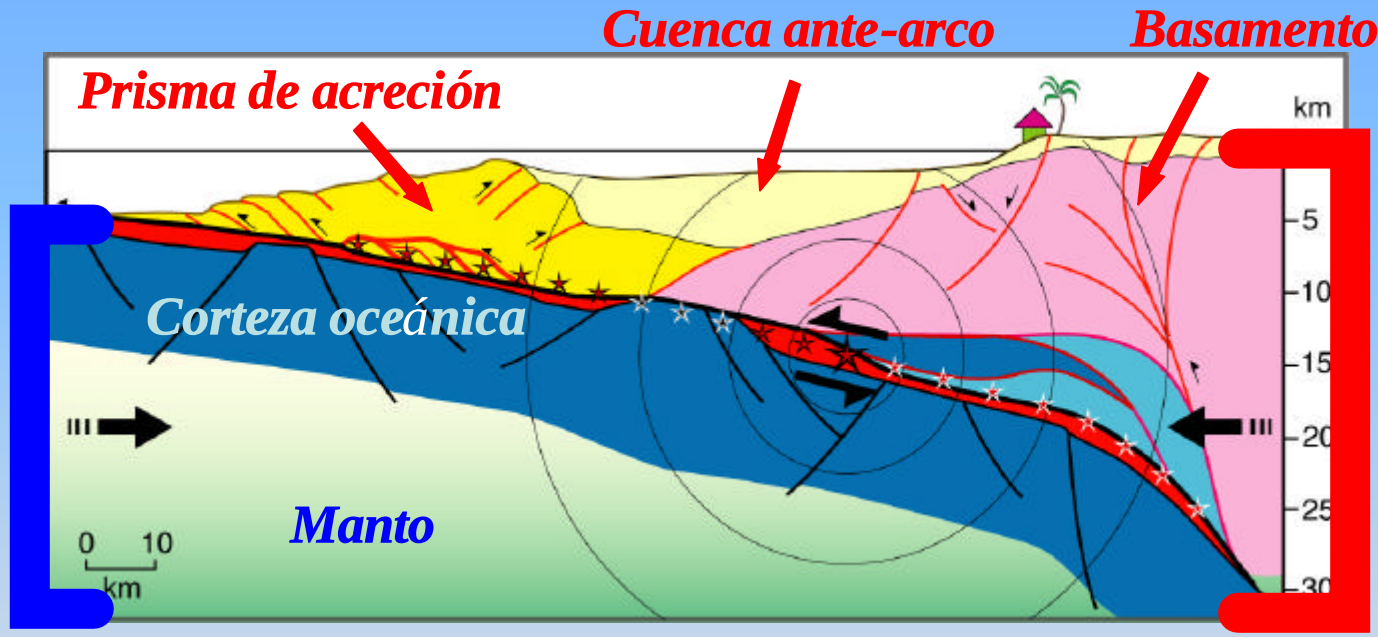


¿ El margen activo ecuatoriano ?



- Riesgos naturales (Terremotos, Tsunamis, Deslizamientos, ….)
- Transferencia de sedimentos (ciclo sedimentario, erosión, acreción….)

Estructuras del frente del margen



Placa Inferior

Placa Superior

= > La gran actividad tectónica, el aporte de sedimentos y las variaciones del nivel del mar controlan la morfología submarina

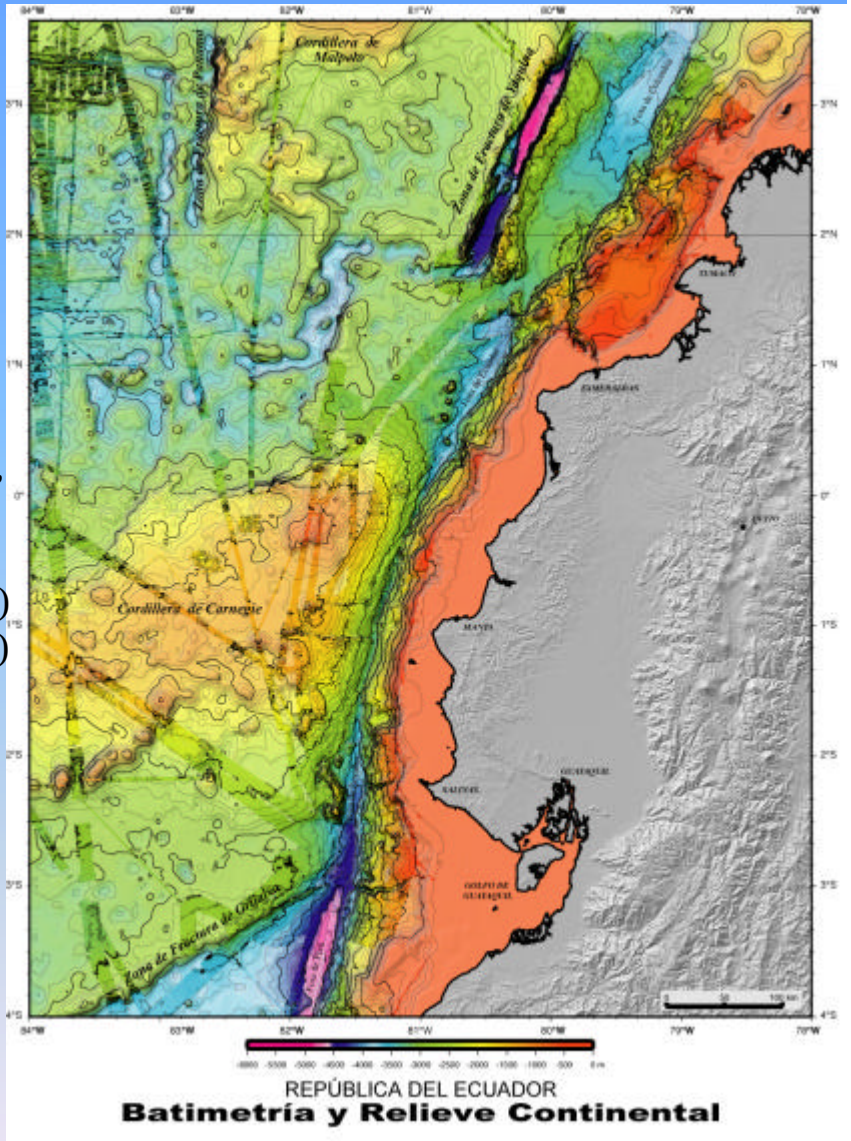
Batimetría del margen ecuatoriano

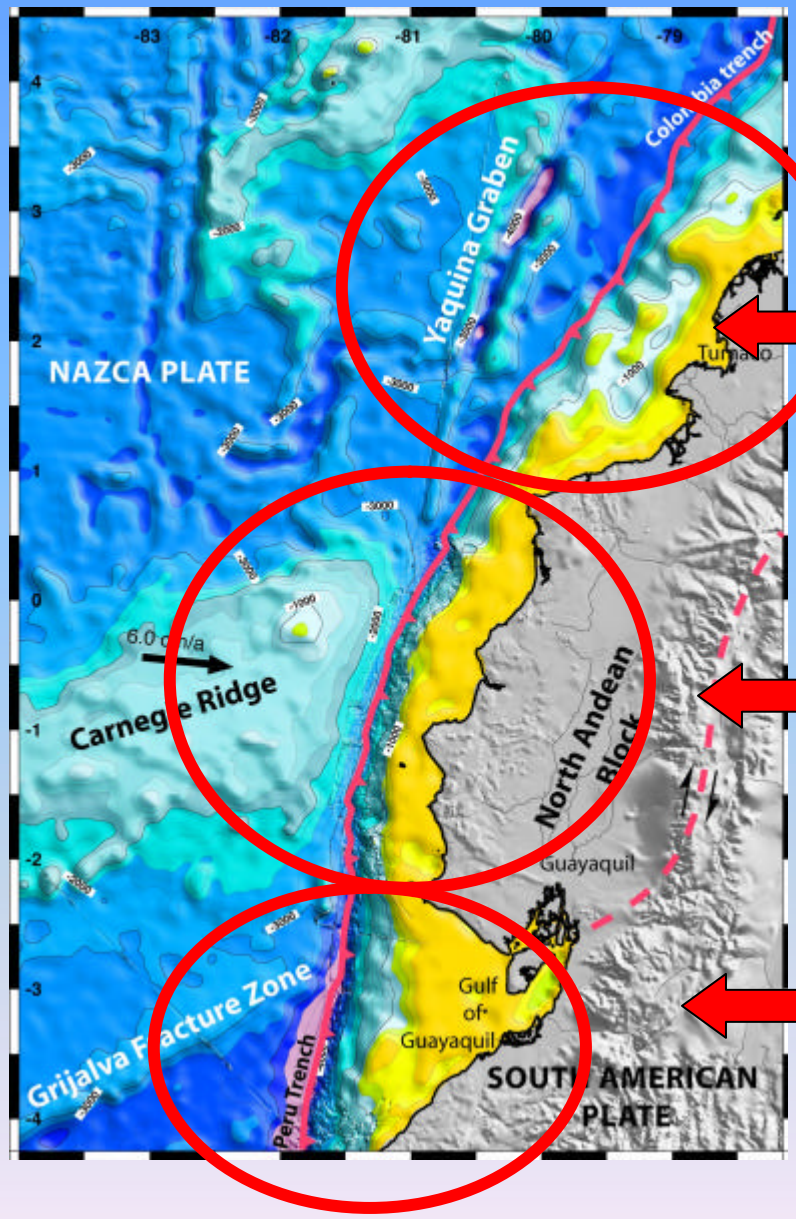
Batimetría multihaz (franjas y segmentos con mayor resolución) recolectada utilizando los sistemas siguientes:
-Simrad EM12D del B. I. L'Atalante (IFREMER) durante las campañas: PUGU (1997), AMADEUS y ESMERALDAS (2005);
-Atlas Hydrosweep del B. I. Sonne durante la campaña SO-144 PAGANINI (1999);
-Simrad EM120 del B. I. Sonne durante las campañas: SO-158 (2001), SO-159 SALIERI (2001), SO-162 (2002) y del Roger Revelle durante la campaña DANA02 (2003);
-Simrad EM12S del B. I. Hespérides durante la campaña GALA(1996)
- Seabeam 2100 del B. I. Atlantis durante la campaña AT07L25 (2002) y del B. I. Roger Revelle durante la campaña GENE01RR (1996).

-Datos adicionales de batimetría multihaz fueron obtenidos del banco de datos del NGDC (NOAA) y SISMER (IFREMER).
-Batimetría monohaz de alta densidad recolectada por el B. I. Antea (IRD) durante la campaña SUBLIME (1997).
-Leventamientos hidrográficos recolectados sobre la plataforma continental e insular por el B. A. E. Orion y la L. A. E. Rigel del INOCAR.

-Datos adicionales de batimétría satelital de Smith y Sandwell (1997)

-Topografía en tierra cortesía de la NASA (Shuttle Radar Topography Mission)





El margen ecuatoriano se puede dividir en 3 segmentos morfo-estructurales

El segmento norte

El segmento central

El segmento sur

Herramientias de geofísica marina utilizadas en la exploración del margen ecuatoriano

-Medidas de alta resolución de la Batimetría **=>** *Morfología submarina*

- Sísmica de reflexión y de refracción **=>** *Estructuras superficiales y profundas, propiedades físicas de las rocas (modelo de velocidades)*

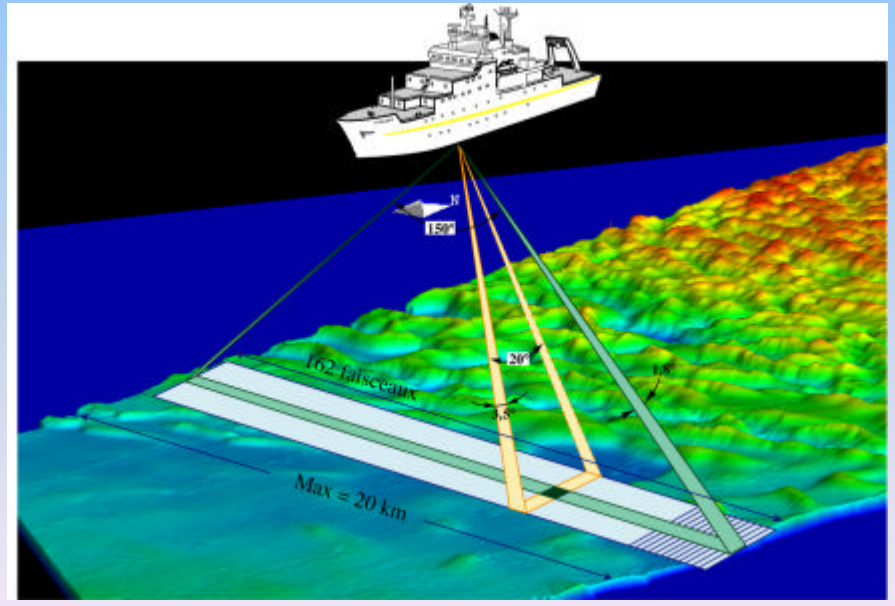
- Gravimetría y Magnetometría **=>** *propiedades físicas de las rocas*

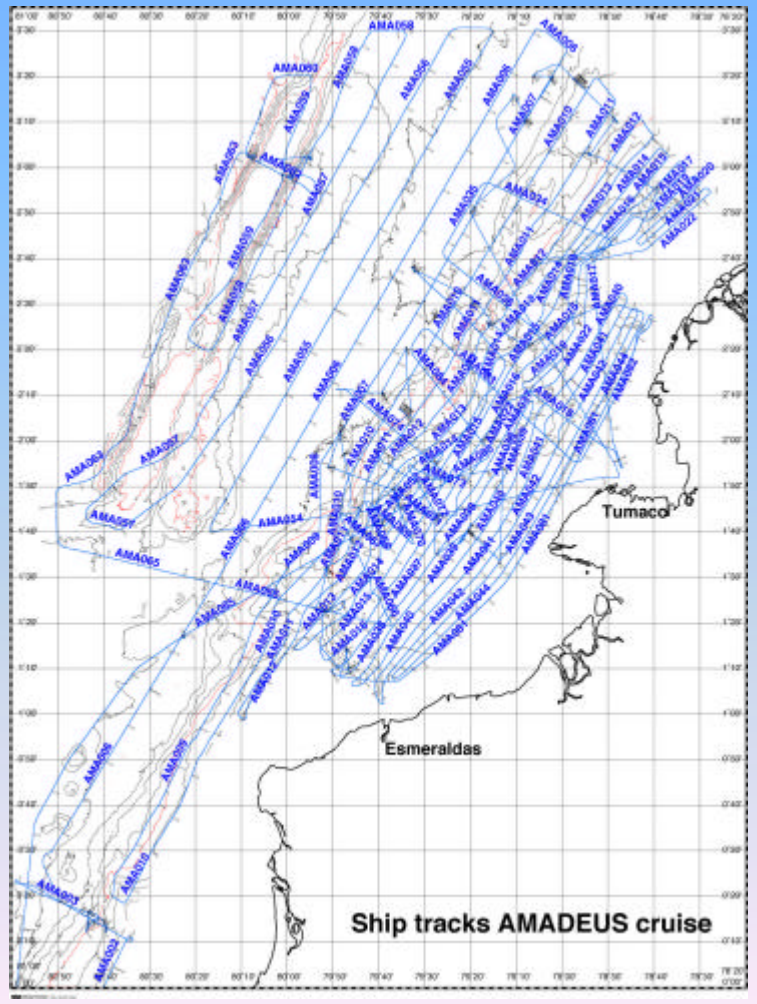
- Dragados de rocas y muestras de sedimentos **=>** *naturaleza y edades de las rocas y de los sedimentos*

- Medida del Flujo de Calor **=>** *régimen térmico del margen*

Batimetría multihaz: la campaña AMADEUS 2005

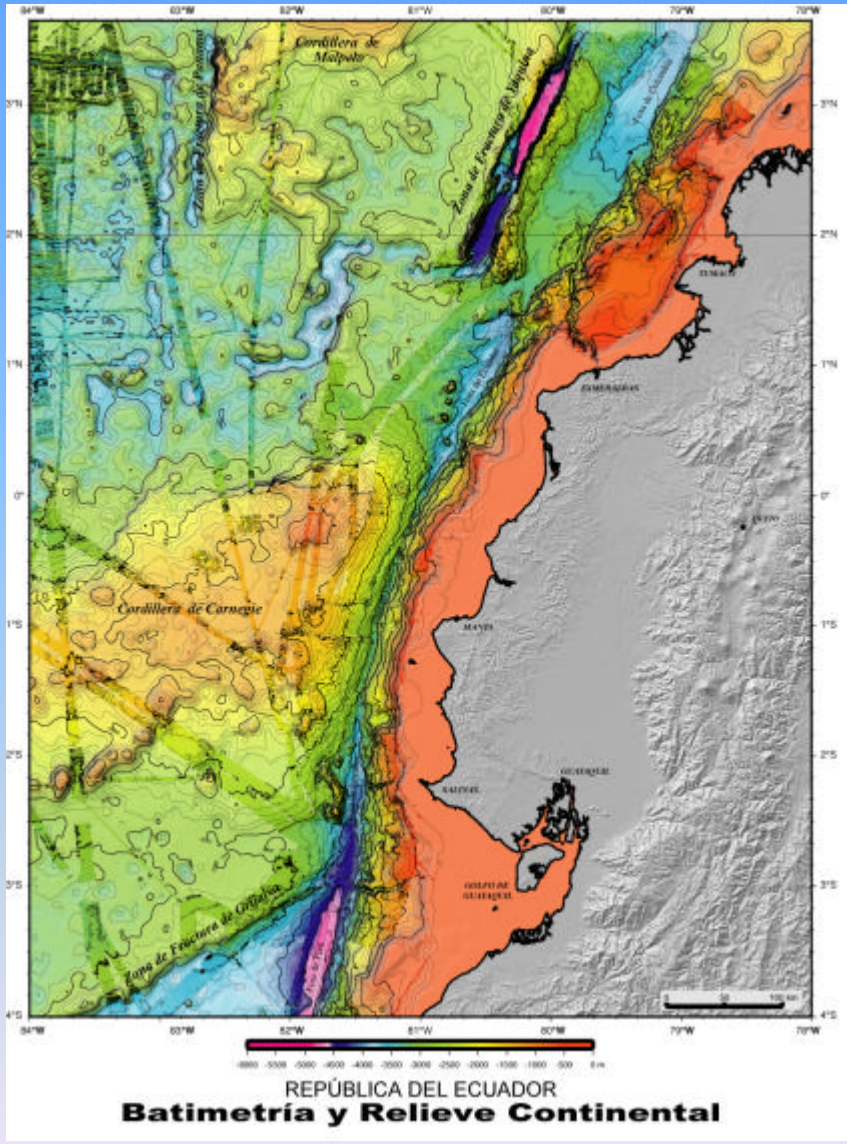
Simrad EM12D para conseguir batimetría de alta resolución (+/-2 m 200 m hasta +/-20 m 5000 m), detectar rasgos tectonicos (fallas, pliegues..) sedimentarios (cañones, deslizamientos, abanicos submarinos, levées sedimentarias….)



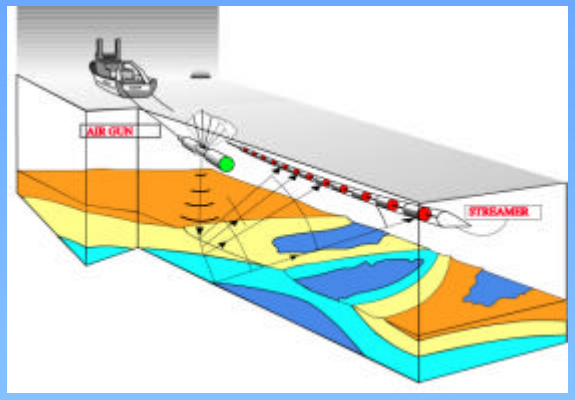


La morfología submarina es el resultado de la influencia :

-de la tectónica,
-de la erosión,
-de la sedimentación,
-del magmatismo y
-del clima



Sísmica de reflexión Marina



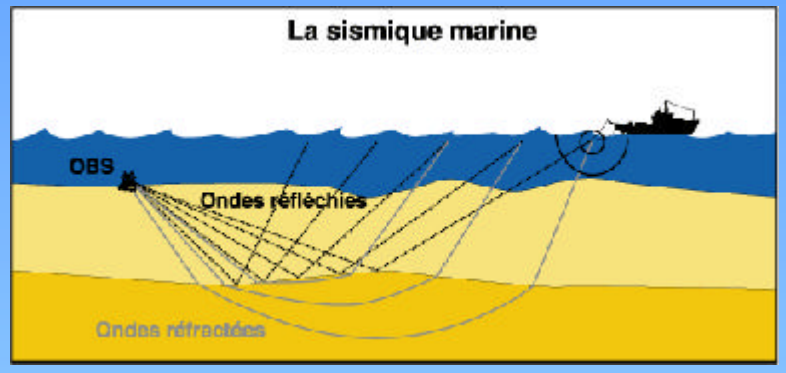
- Sísmica de Reflexión Multicanal vertical (pequeño anglulo)

- Sistema para obtener imágenes acústicas de la coreteza que permitten detectar estructuras como cuerpos sedimentarios, fallas, anticlinales….etc

Flauta sísmica (streamer) de 4,5-km de largo, 360 canales, controlada por GPS

12 cañones de aire, V= 2869 in3, 140 bars, disparados =20s,

Sísmica marina de gran angulo - OBS



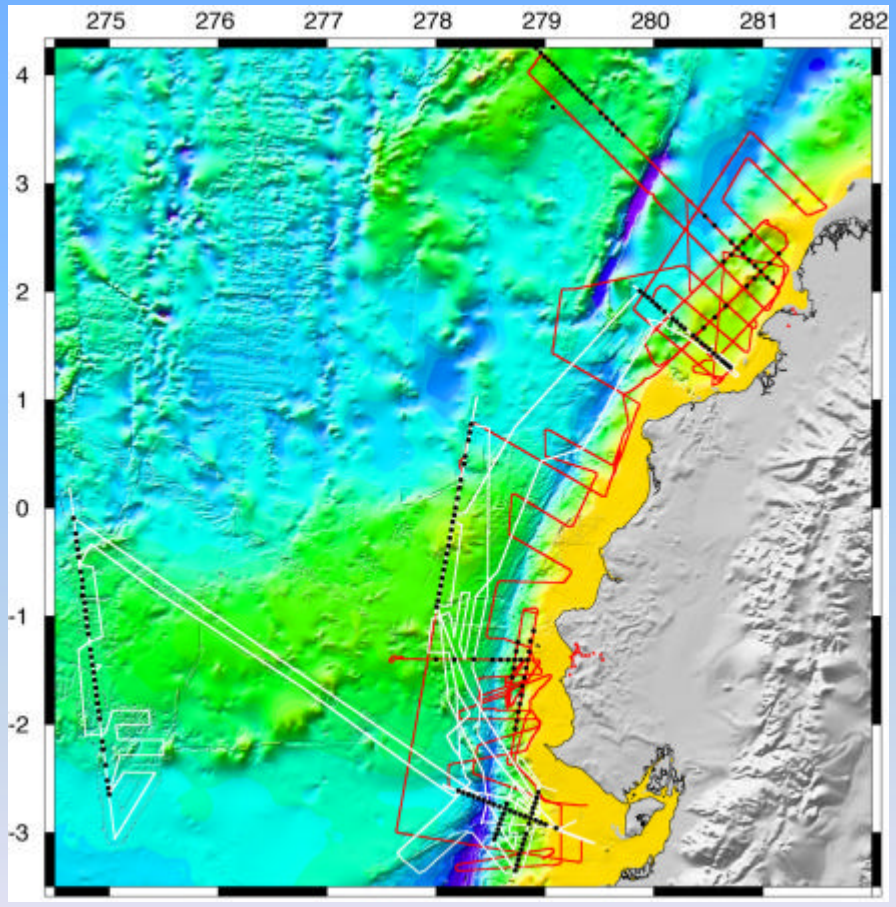
-*Sísmica de reflexión y de refracción*

B.I. Orion (INOCAR, Ecuador)

24 OBS +land stations

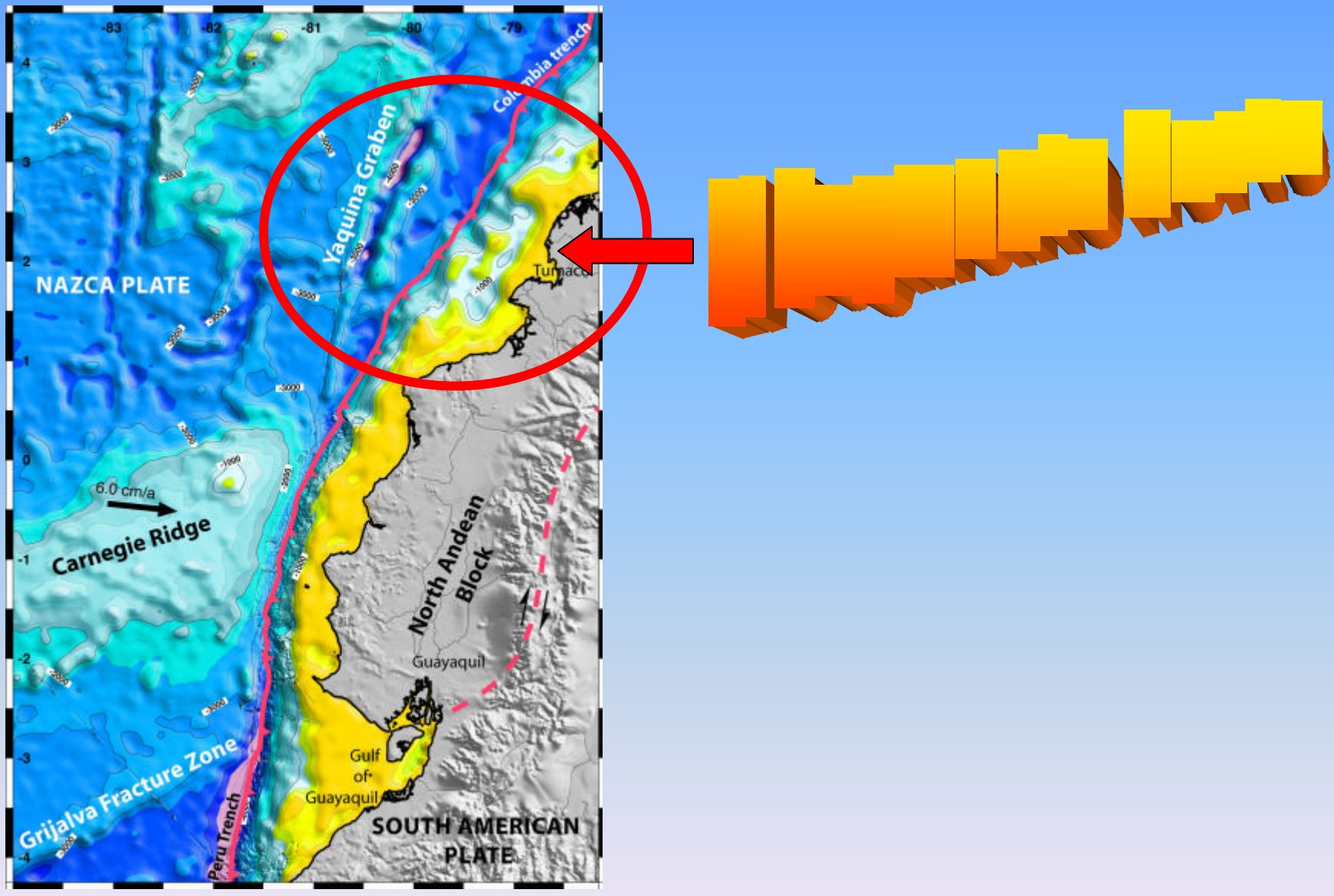
8 X 16L-air guns, V=7814 in3,
140 bars, fired=60s,

Campañas y Datos de Geofísica Marina



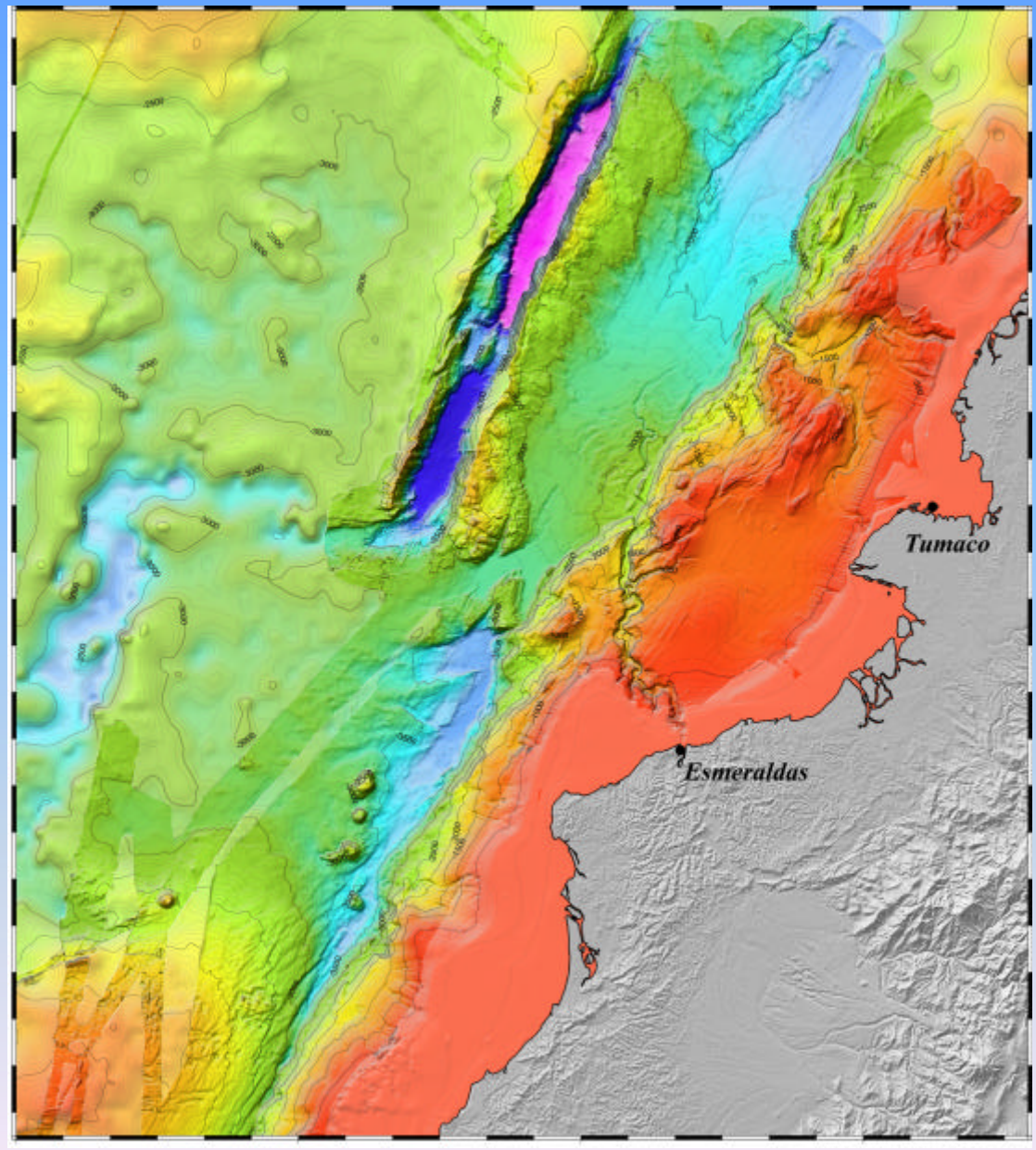
SISTEUR (BI Nadir-Orion 2000)- SRM- SRGA- Batimetría

SALIERI (BI Sonne-2001) - SRGA - batimetría multihaz

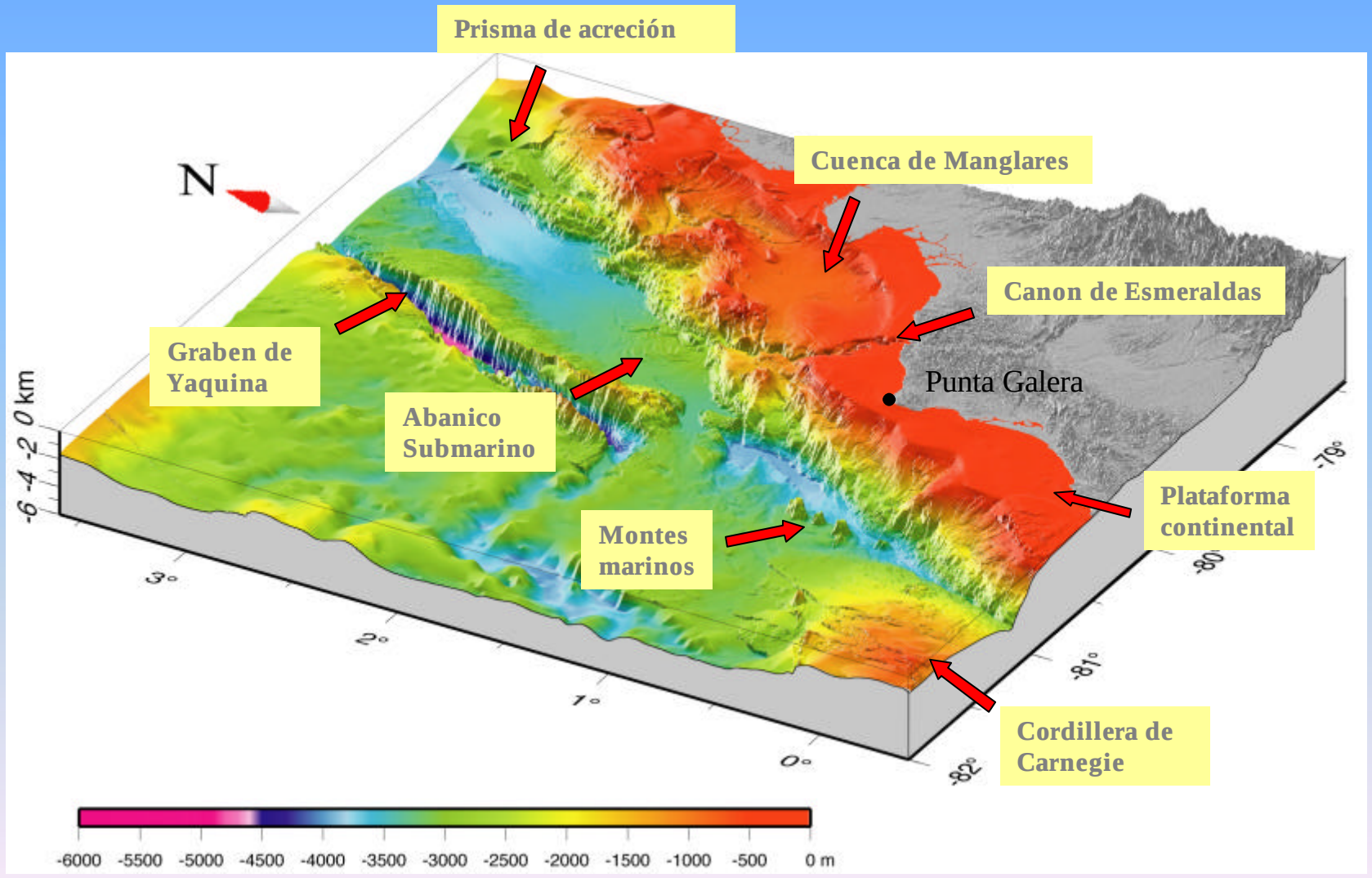

-83
-82
-81
-80
-79
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Yaquina Graben
Colombia trench
NAZCA PLATE
Tumaco
6.0 cm/a
Carnegie Ridge
North Andean Block
Guayaquil
Gulf of Guayaquil
Grijalva Fracture Zone
Peru Trench
SOUTH AMERICAN PLATE

El Margen Ecuatoriano Norte

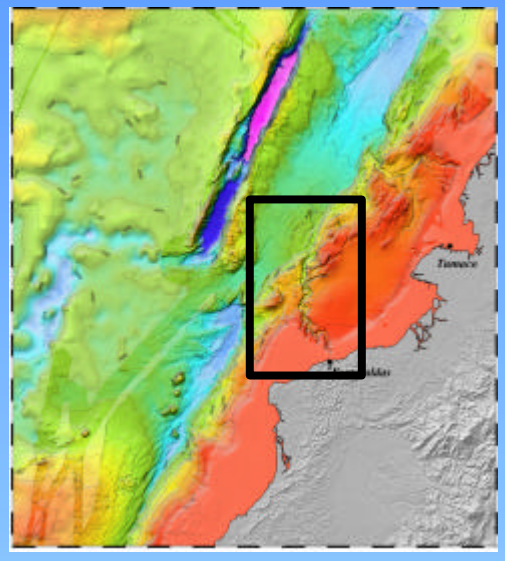
- *El Graben de Yaquina (~5000 m)*
- *La fosa de subducción con segmentos de varias profundidades (2800-4000 m)*
- *El margen con cañones submarinos (Cañón de Esmeraldas y de Patía)*



Batimetría 3D del Margen Ecuatoriano Norte



El cañón submarino de Esmeraldas



Tectónica:

-Frente de deformación, pliegues y cabalgamientos

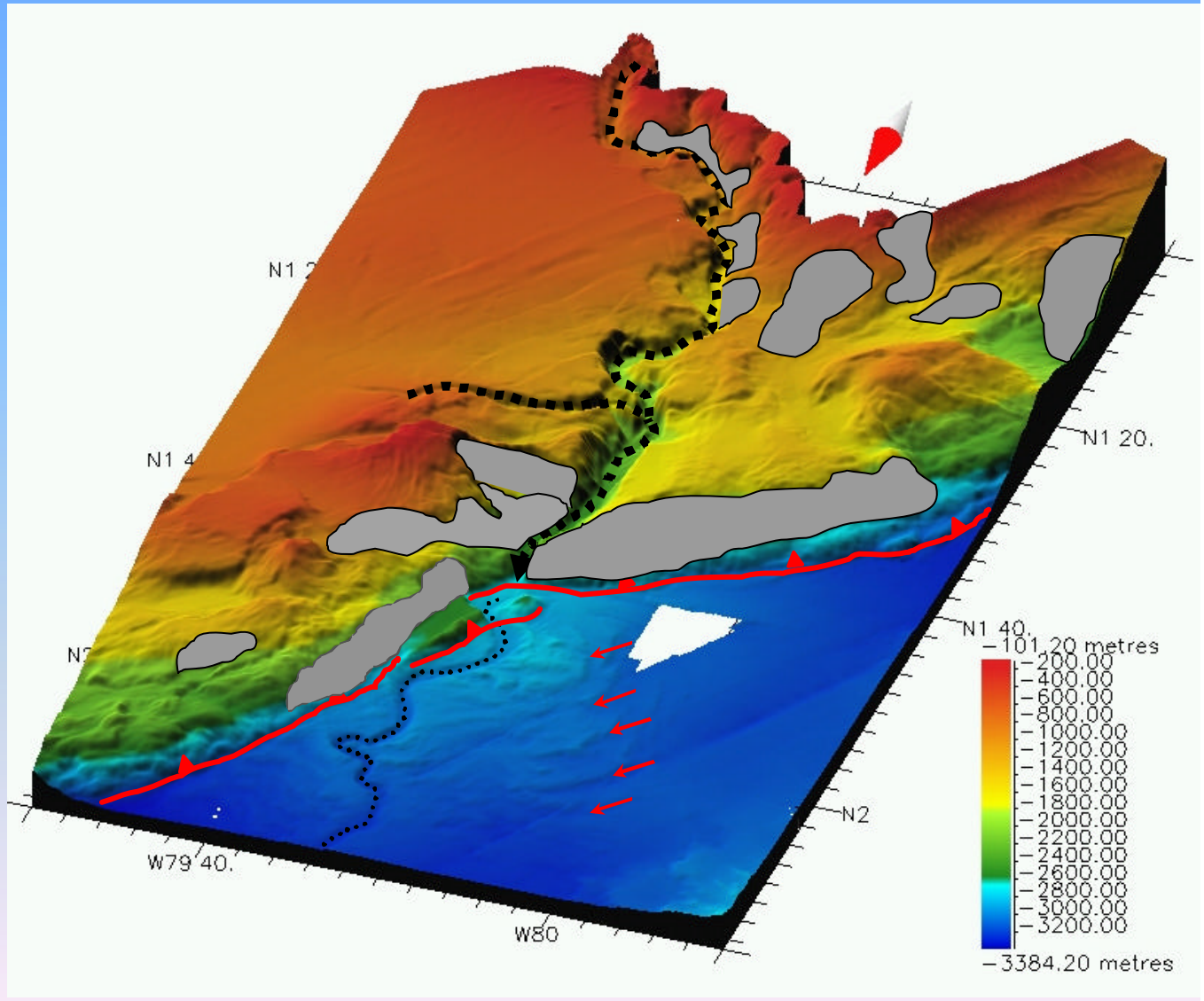
Sedimentación:

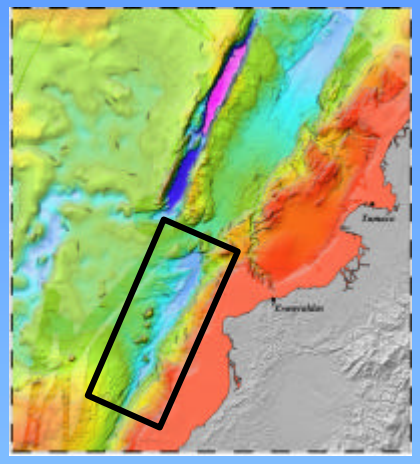
-Canal de Esmeraldas y su abanico submarino, levées de sedimentos progradantes

Erosión:

-Cañones y deslizamientos

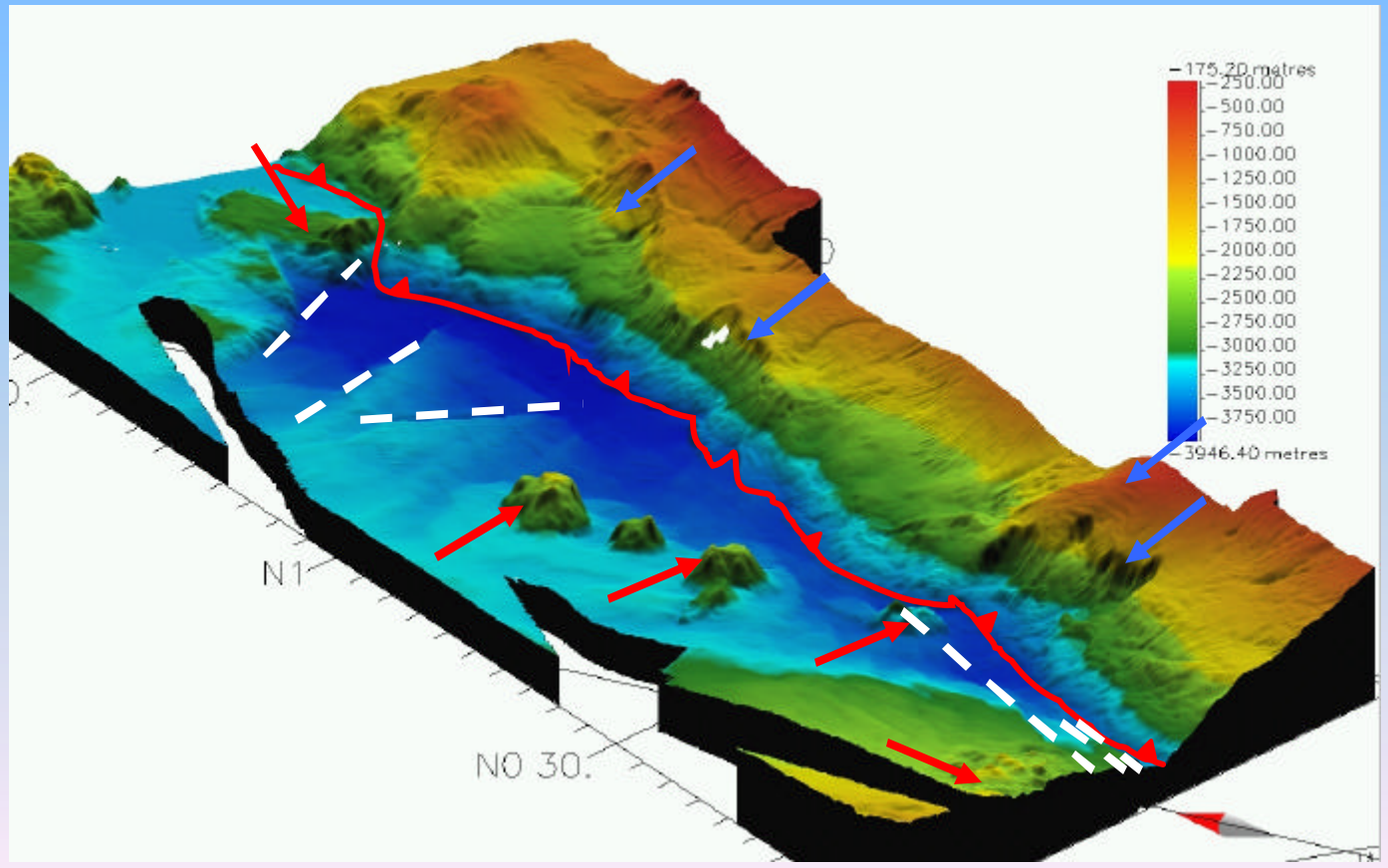
=> Tsunamis locales



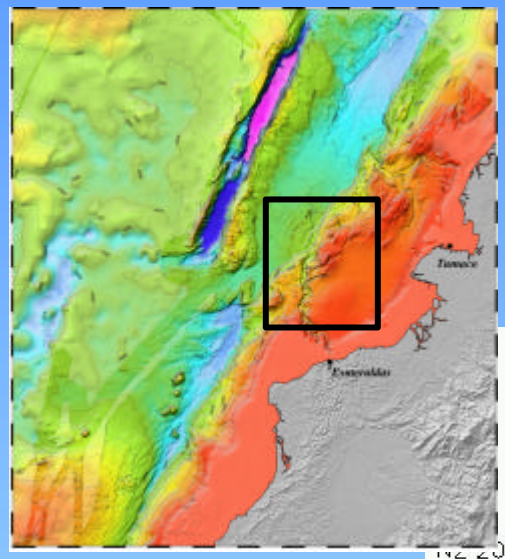


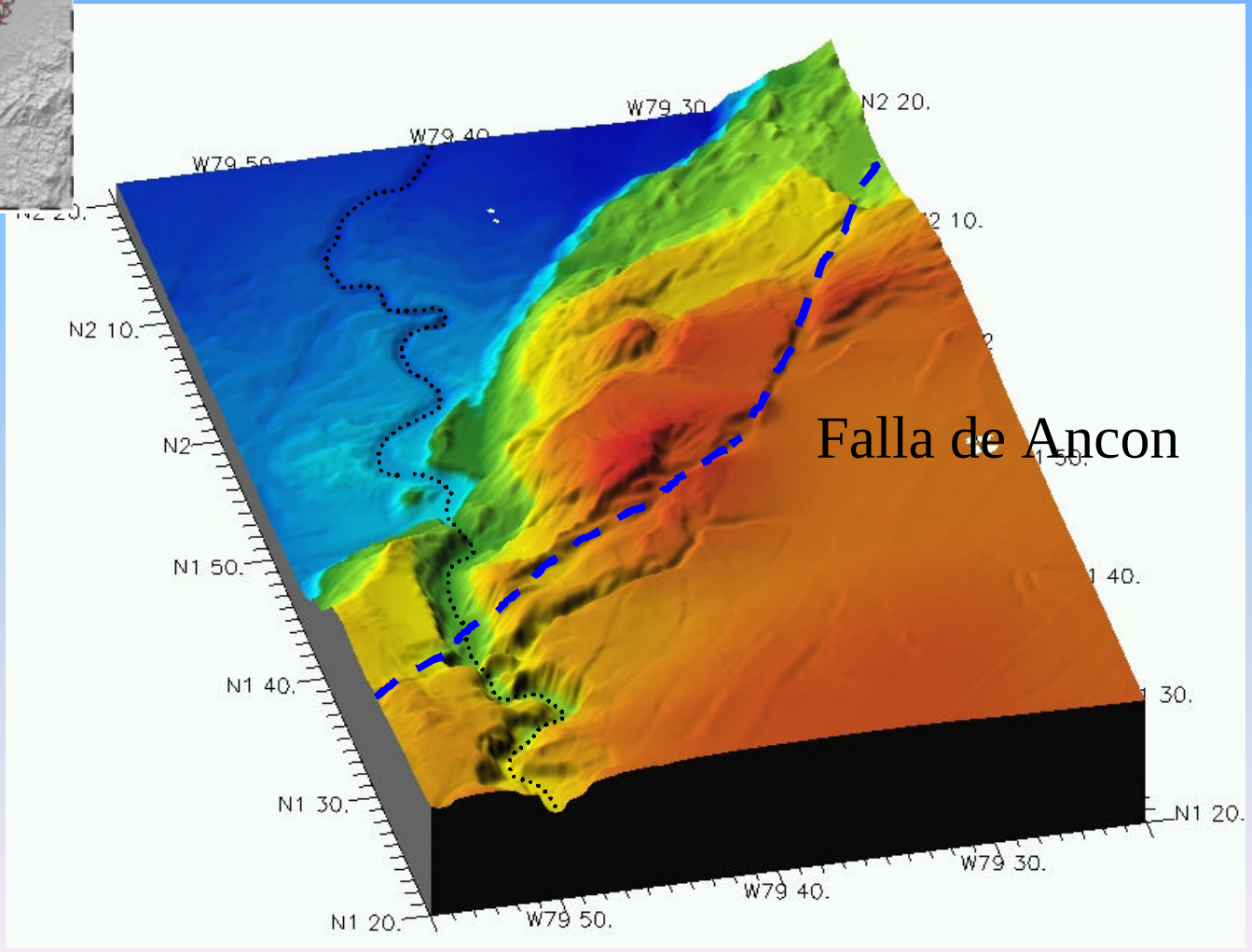
Fosa de subducción al oeste de Punta Galera

- El frente de deformación es una evidencia de la tectónica activa
- Fallas en la corteza oceánica (algunas son activas)
- Volcanes submarinos extintos que entran en la subducción y provocan grandes deslizamientos
- Cicatrices de deslizamientos, pequeños cañones, y « arroyos submarinos»

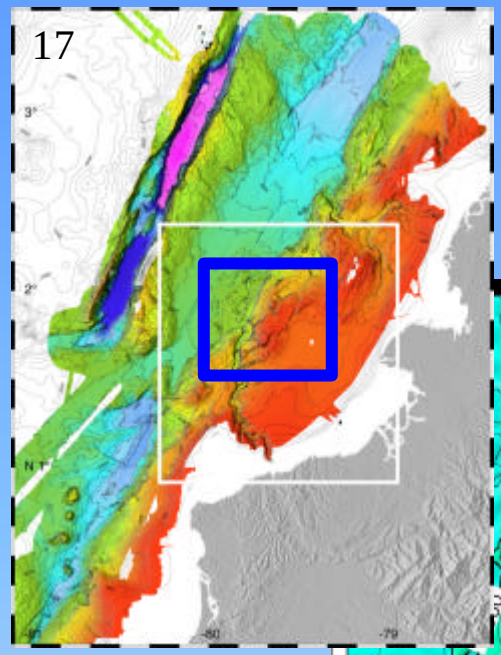


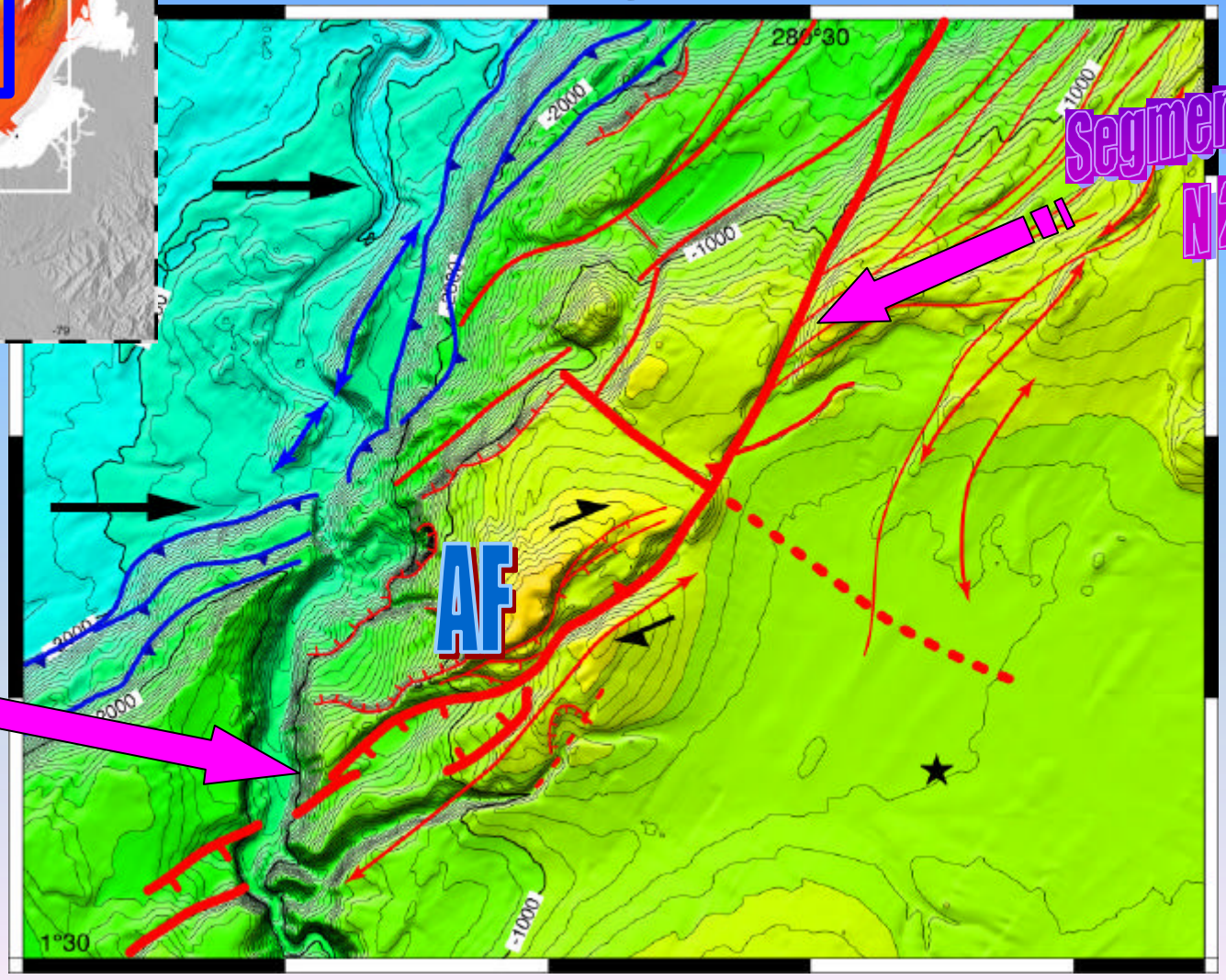
Influencia de la Falla de Ancón sobre la morfología





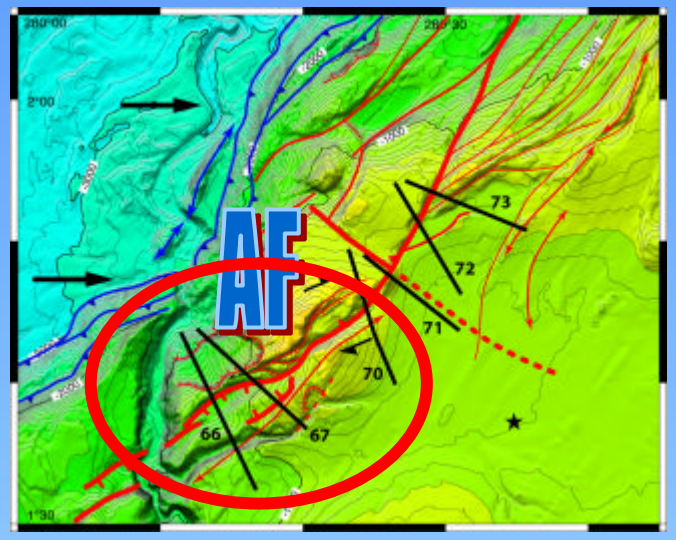
La falla de Ancón : una falla segmentada



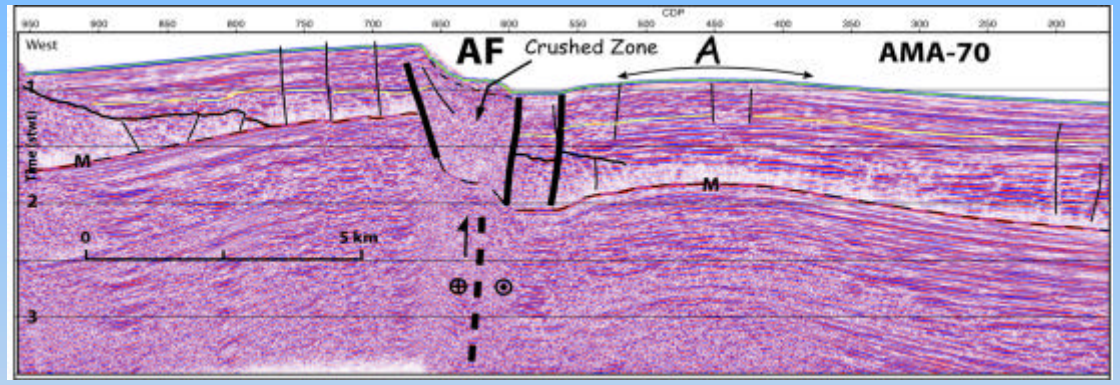


Variaciones estructurales a lo largo de la Falla de Ancón

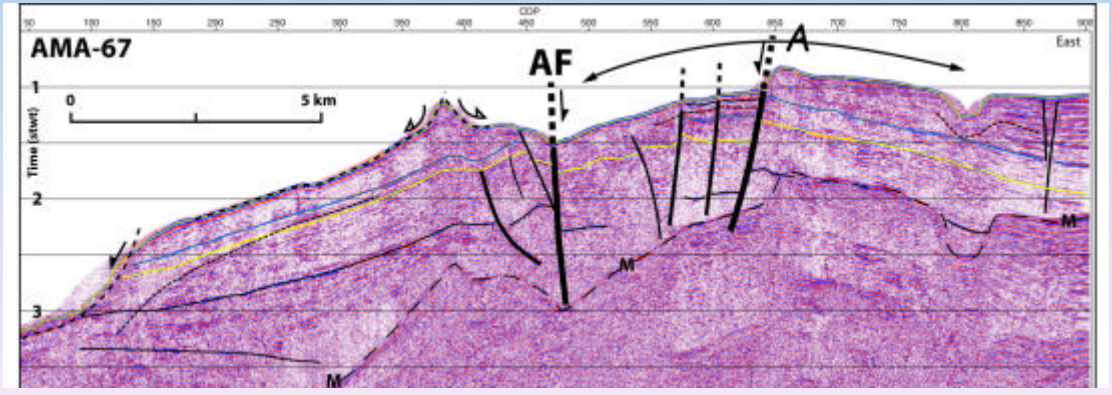
Estructuras superficiales del Segmento Sur



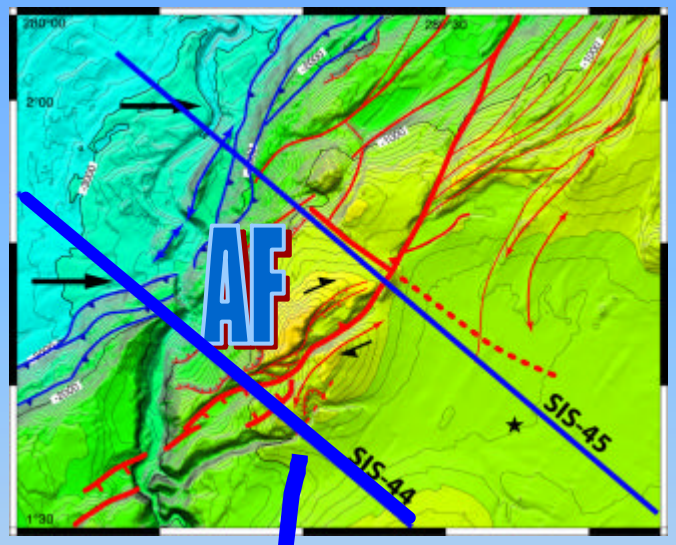
AMA-70 Anticlinal + zona de choque, cizallamiento (milonitizacion ?)



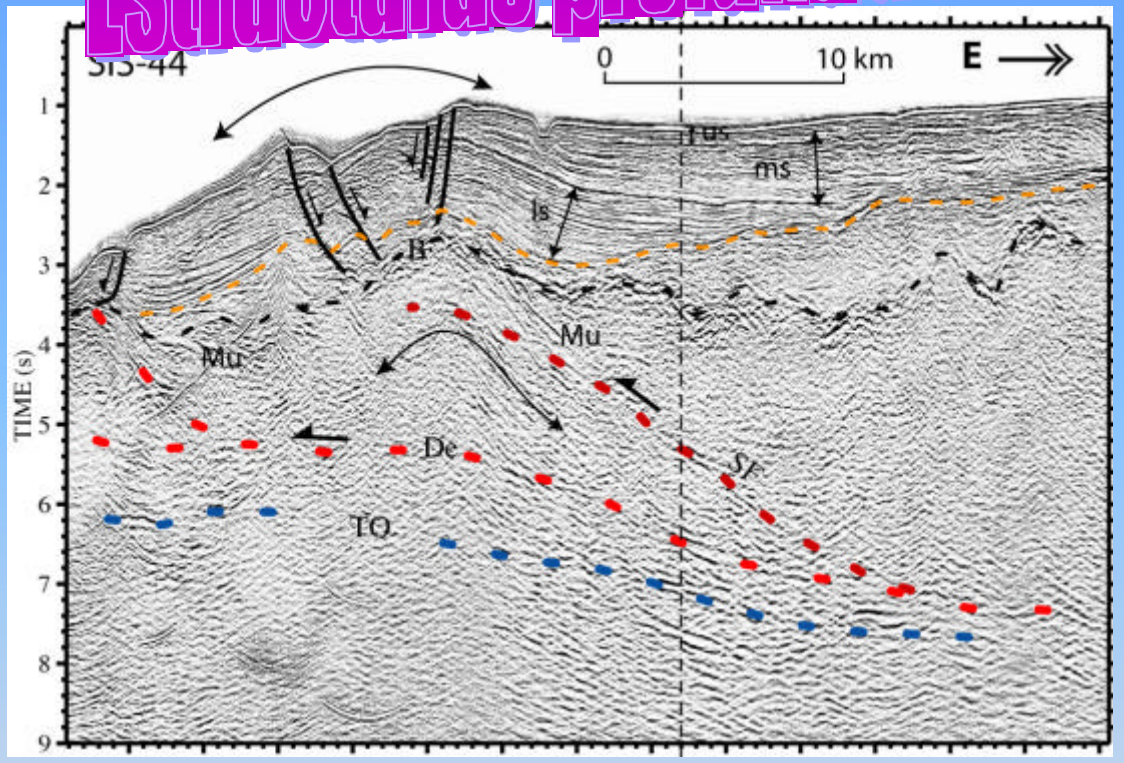
AMA-67 Anticlinal + graben



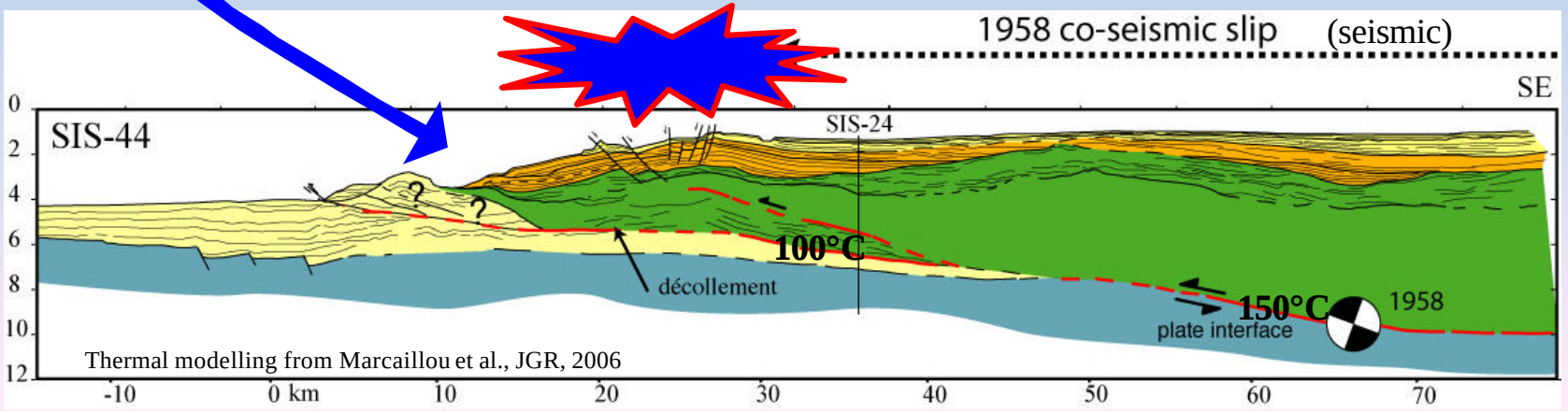
El Segmento Sur de la Falla de Ancón



Estructuras profundas ?

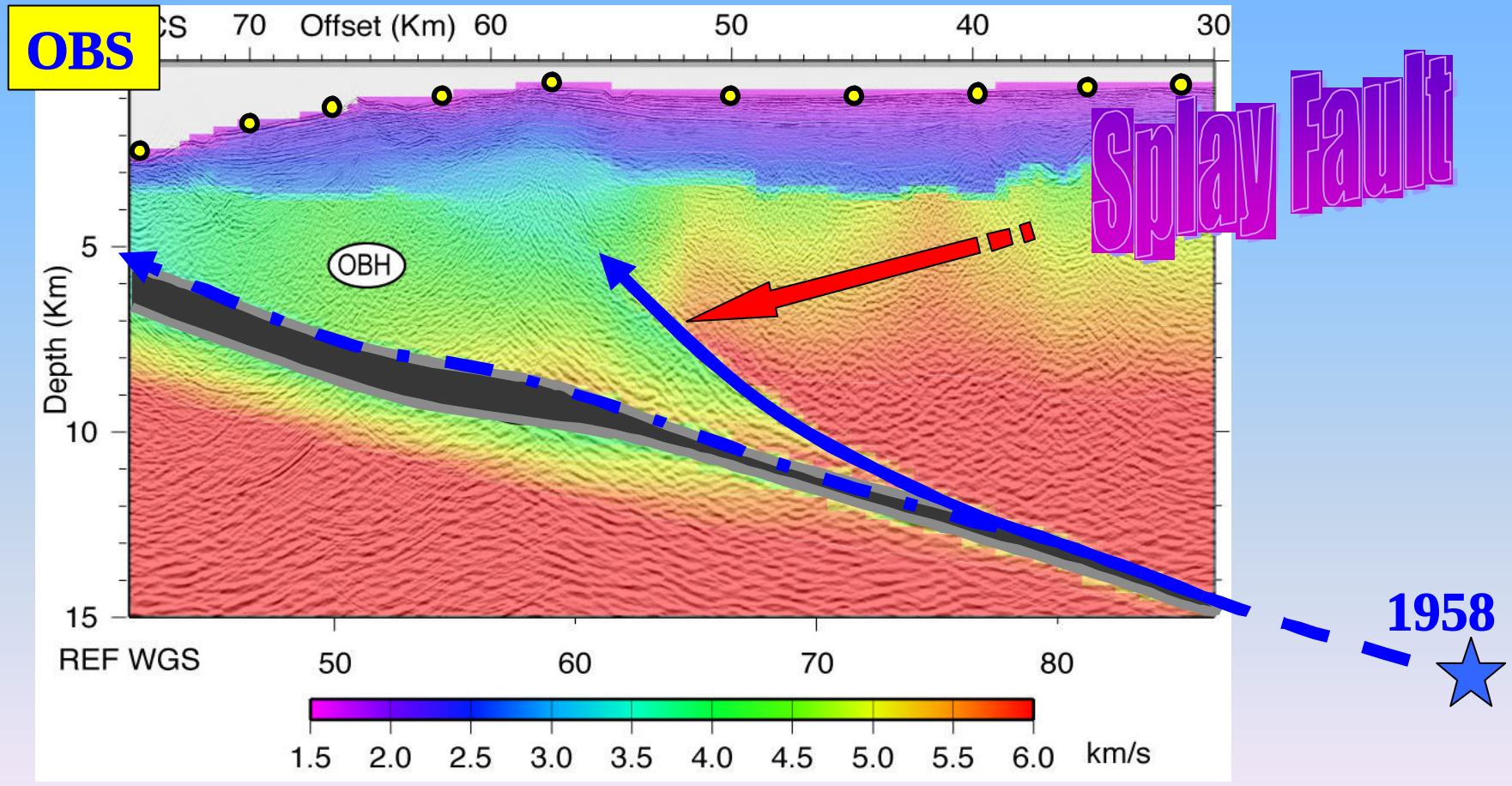


Collot et al., JGR, 2004

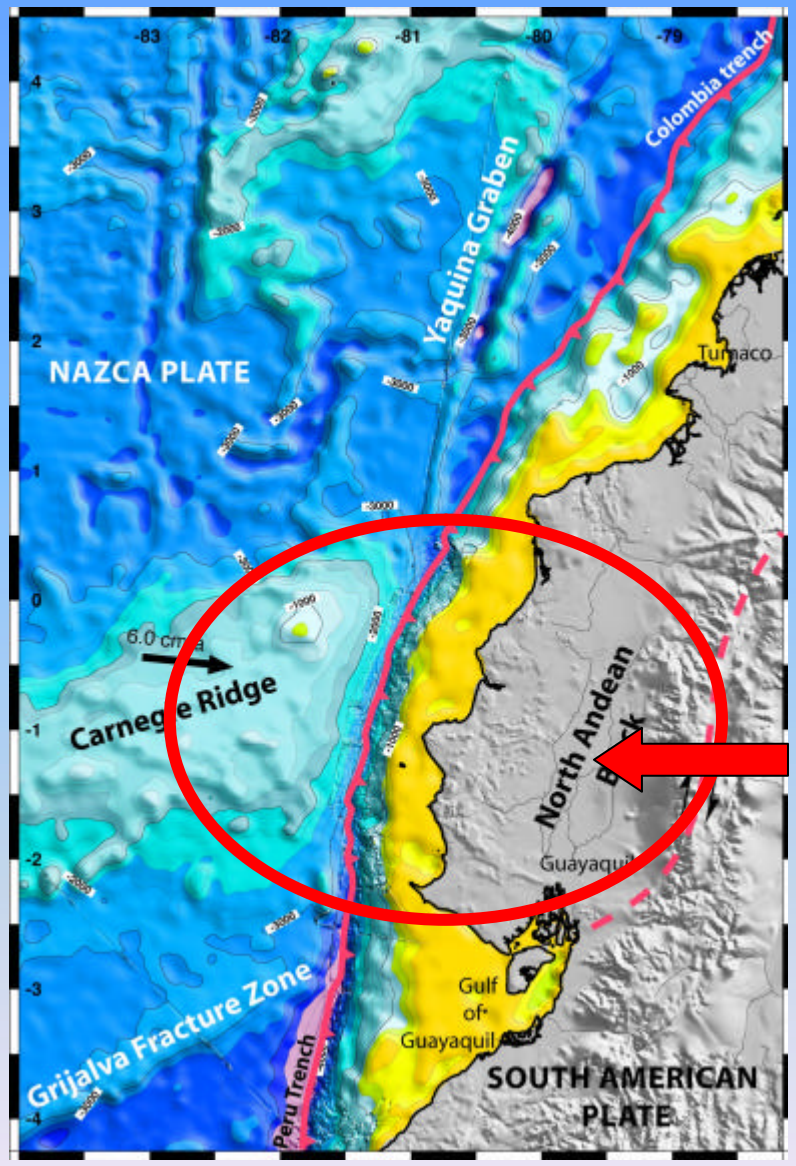


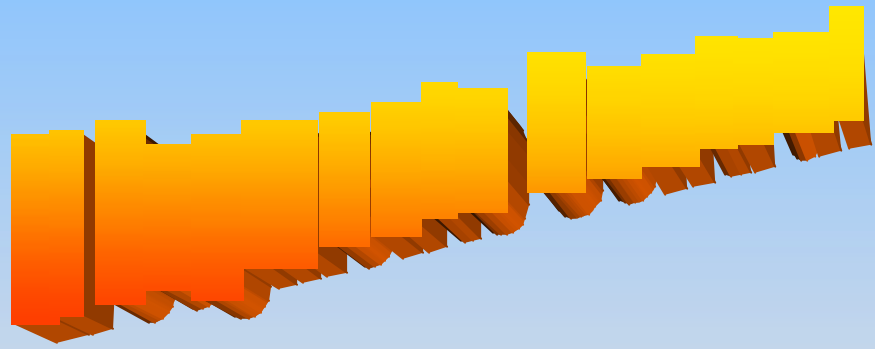
El campo de velocidades Vp en el margen permite de ubicar la « Splay Fault »

(utilizando SRM y datos de OBS)



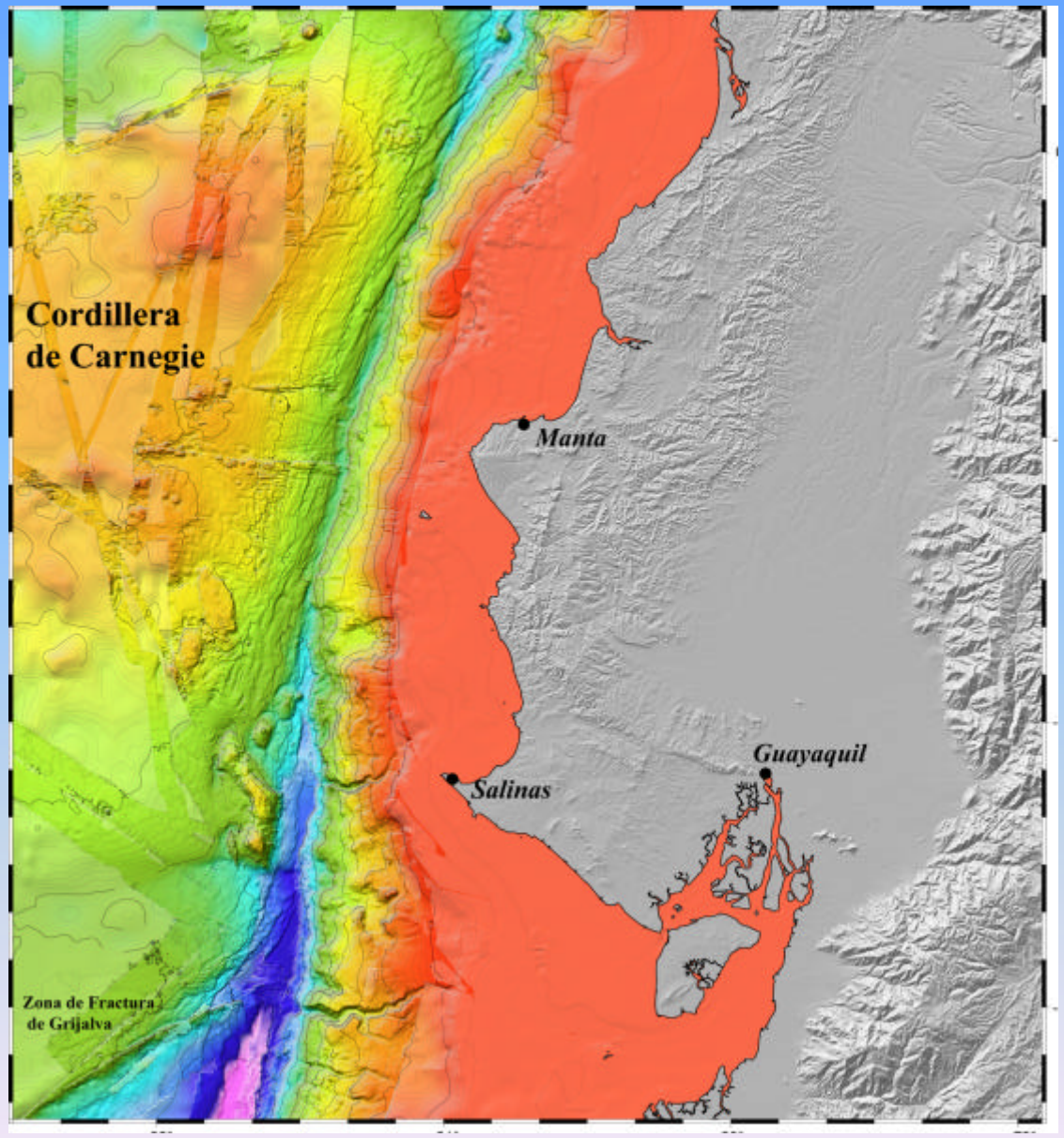
Agudelo, (PhD, 2005)


-83
-82
-81
-80
-79
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Colombia trench
Yaquina Graben
NAZCA PLATE
Tumaco
6.0 cm/a
Carnegie Ridge
North Andean Block
Guayaquil
Gulf of Guayaquil
Grijalva Fracture Zone
Peru Trench
SOUTH AMERICAN PLATE

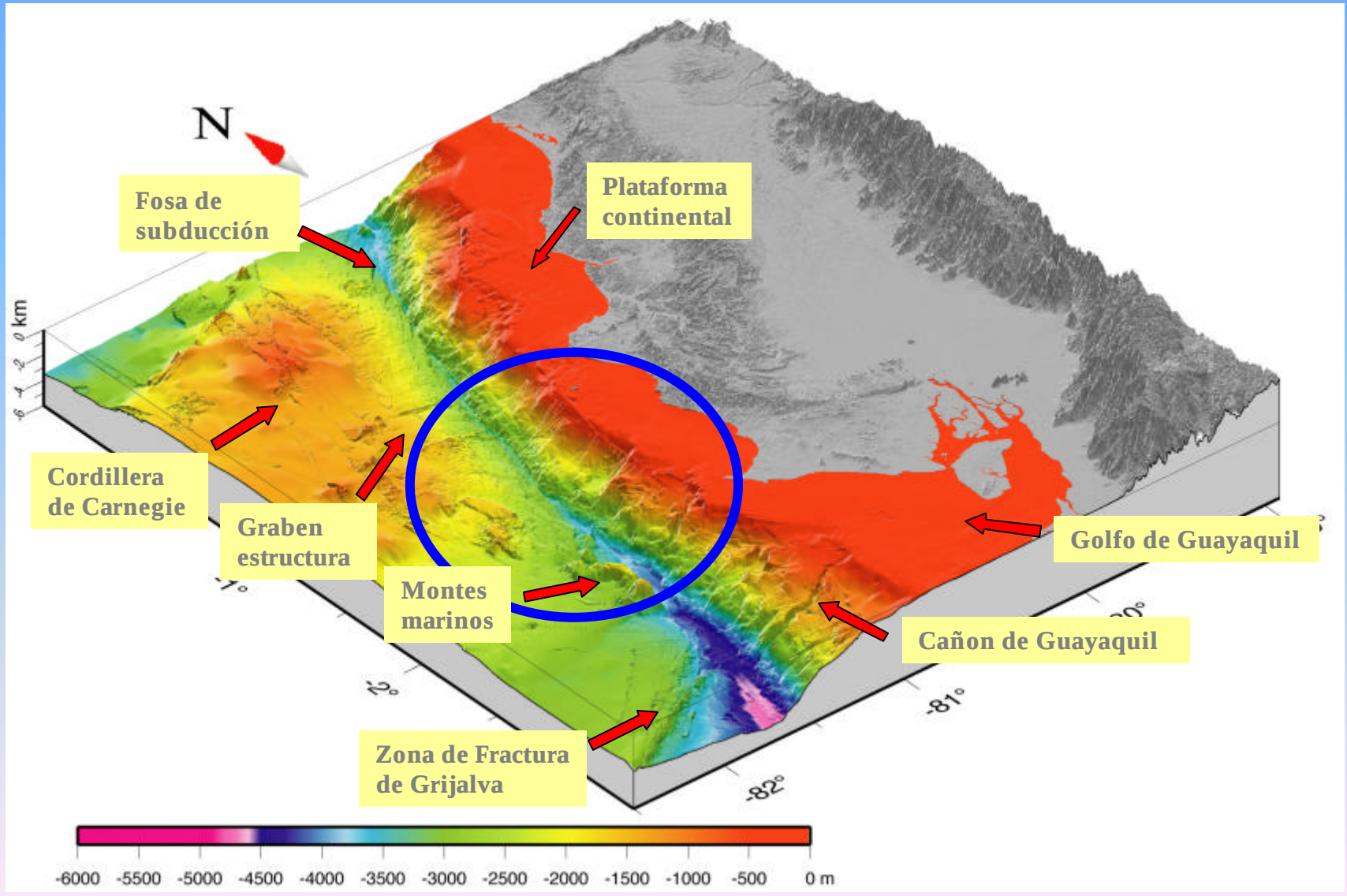


El Margen Ecuatoriano Sur

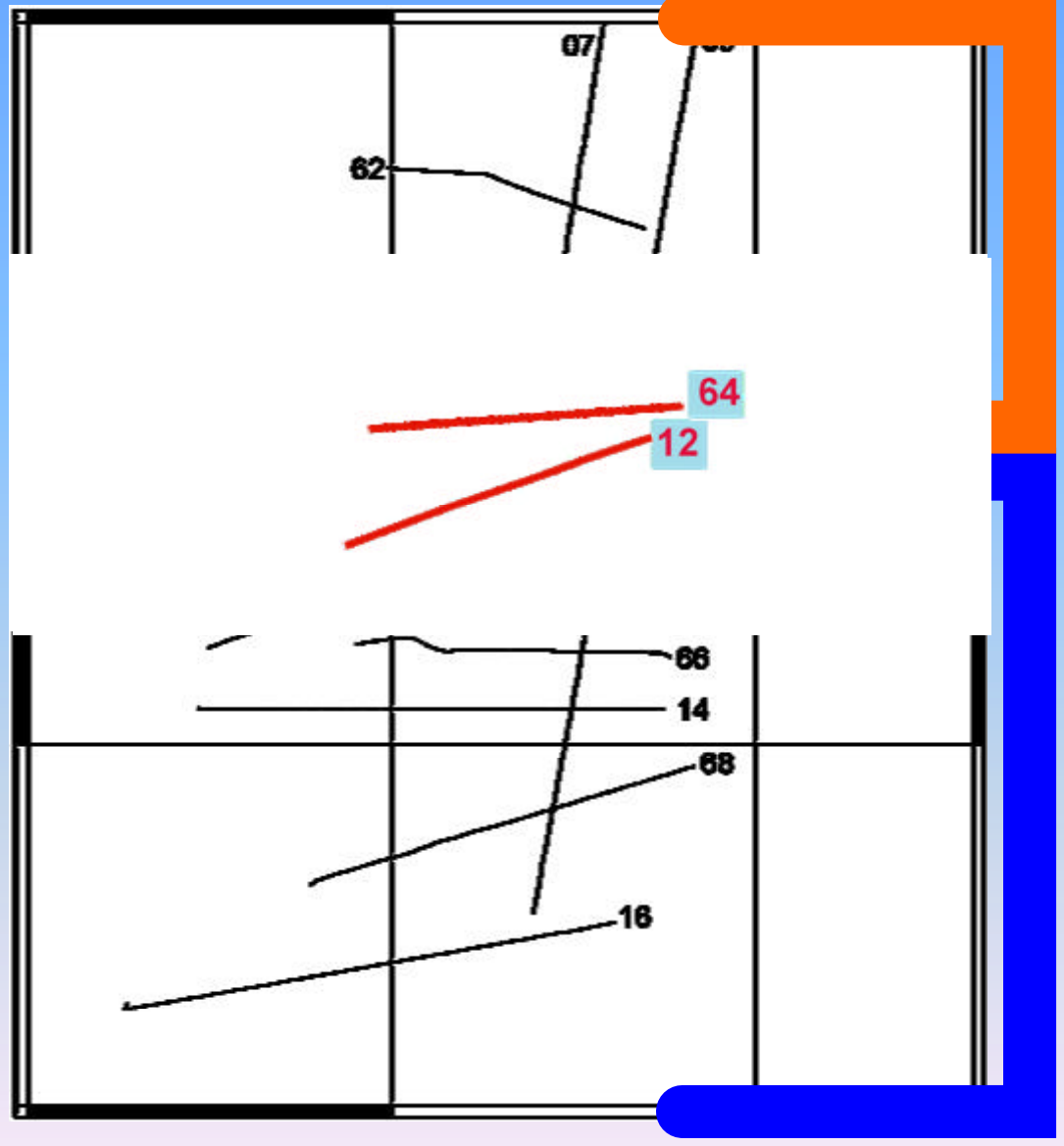
- *Cordillera de Carnegie*
- *La fosa de subducción*
- *Los cañones de Guayaquil y de Santa Elena*



Batimetría 3D del Margen Ecuatoriano Sur



Influencia de las estructuras crustales de extensión y de compresión sobre la morfología del margen

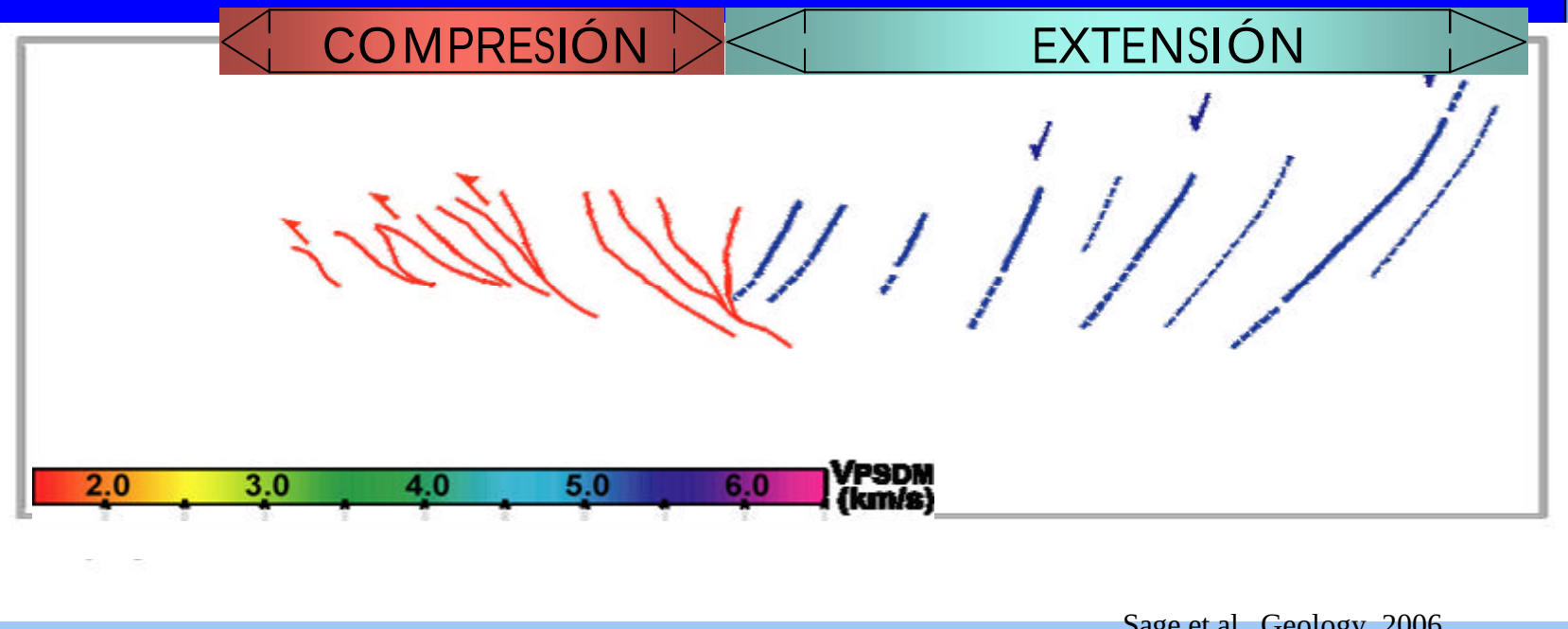


Sage et al., Geology, 2006

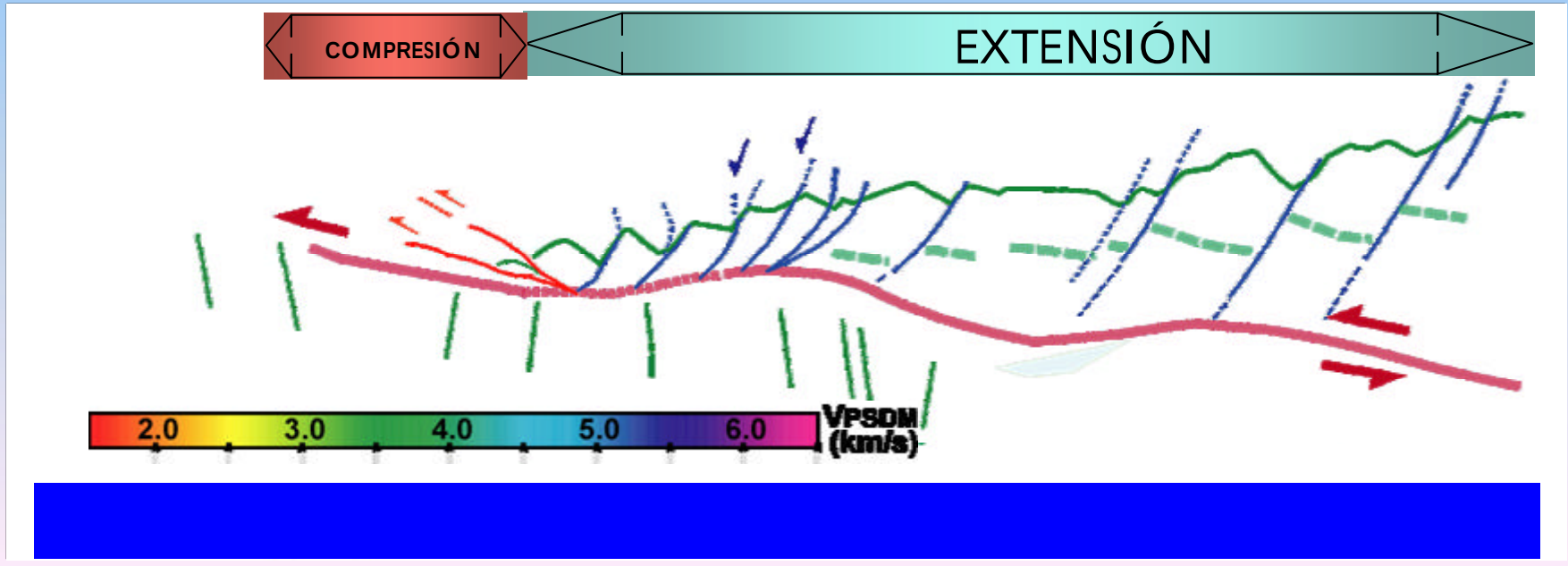
La pendiente continental:

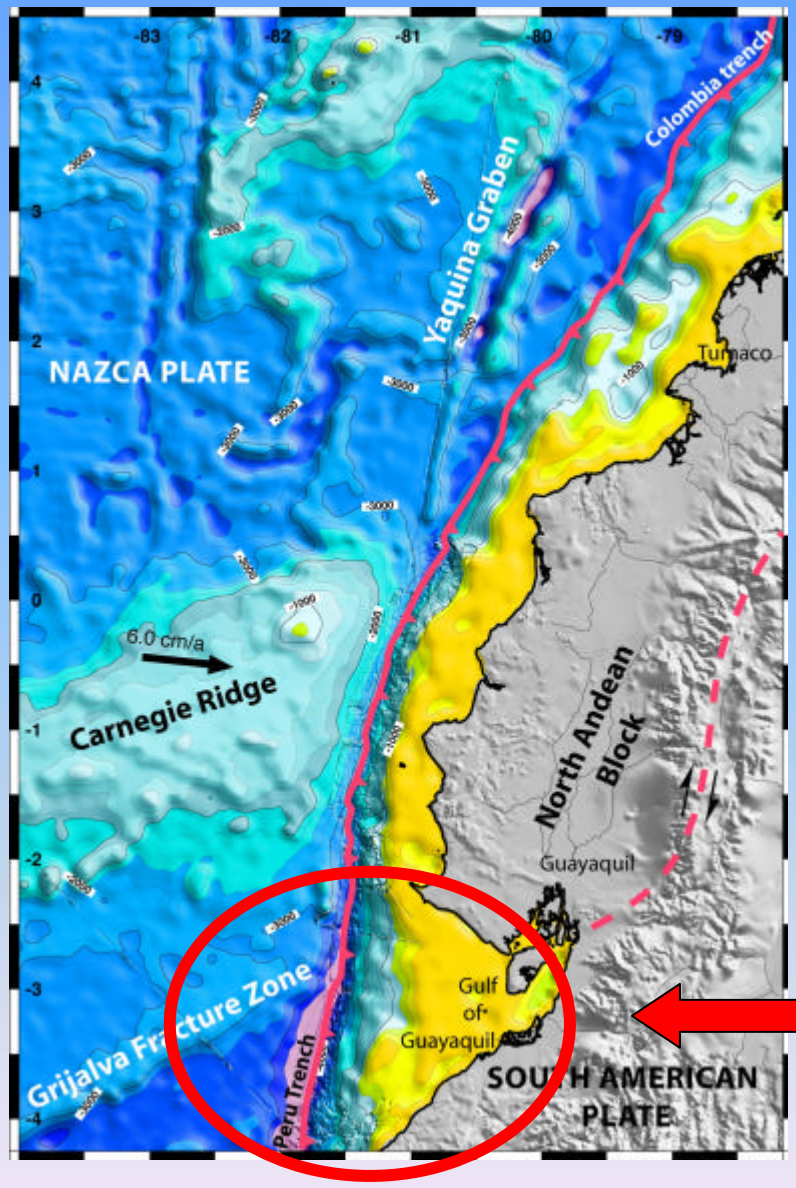
Zona de morfología sencilla

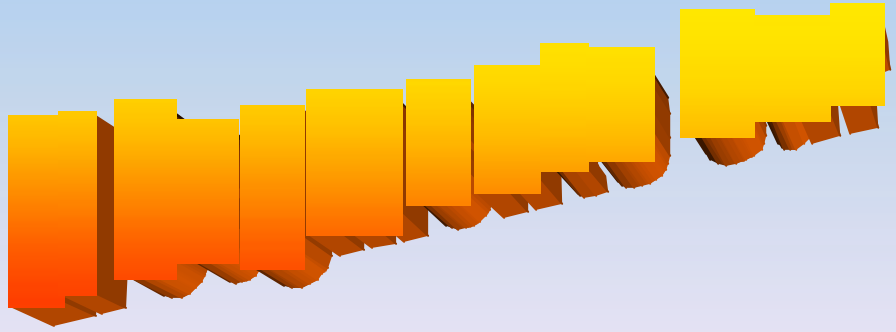
Zona de morfología compleja con montes marinos que entran en subducción



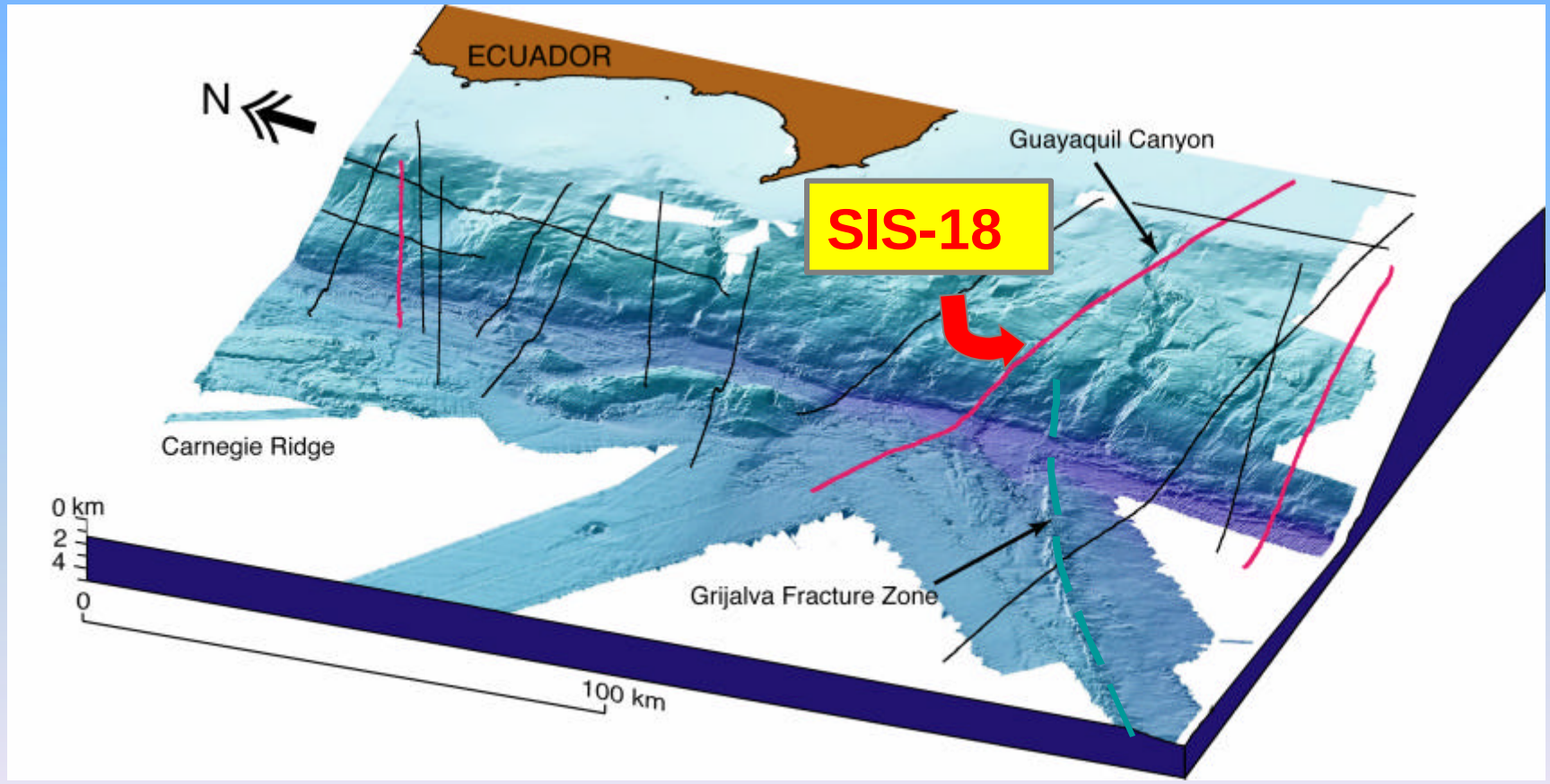
Sage et al., Geology, 2006




-83
-82
-81
-80
-79
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Colombia trench
Yaquina Graben
NAZCA PLATE
Tumaco
6.0 cm/a
Carnegie Ridge
North Andean Block
Guayaquil
Gulf of Guayaquil
Grijalva Fracture Zone
Peru Trench
SOUTH AMERICAN PLATE



Estructuras del margen del Golfo de Guayaquil



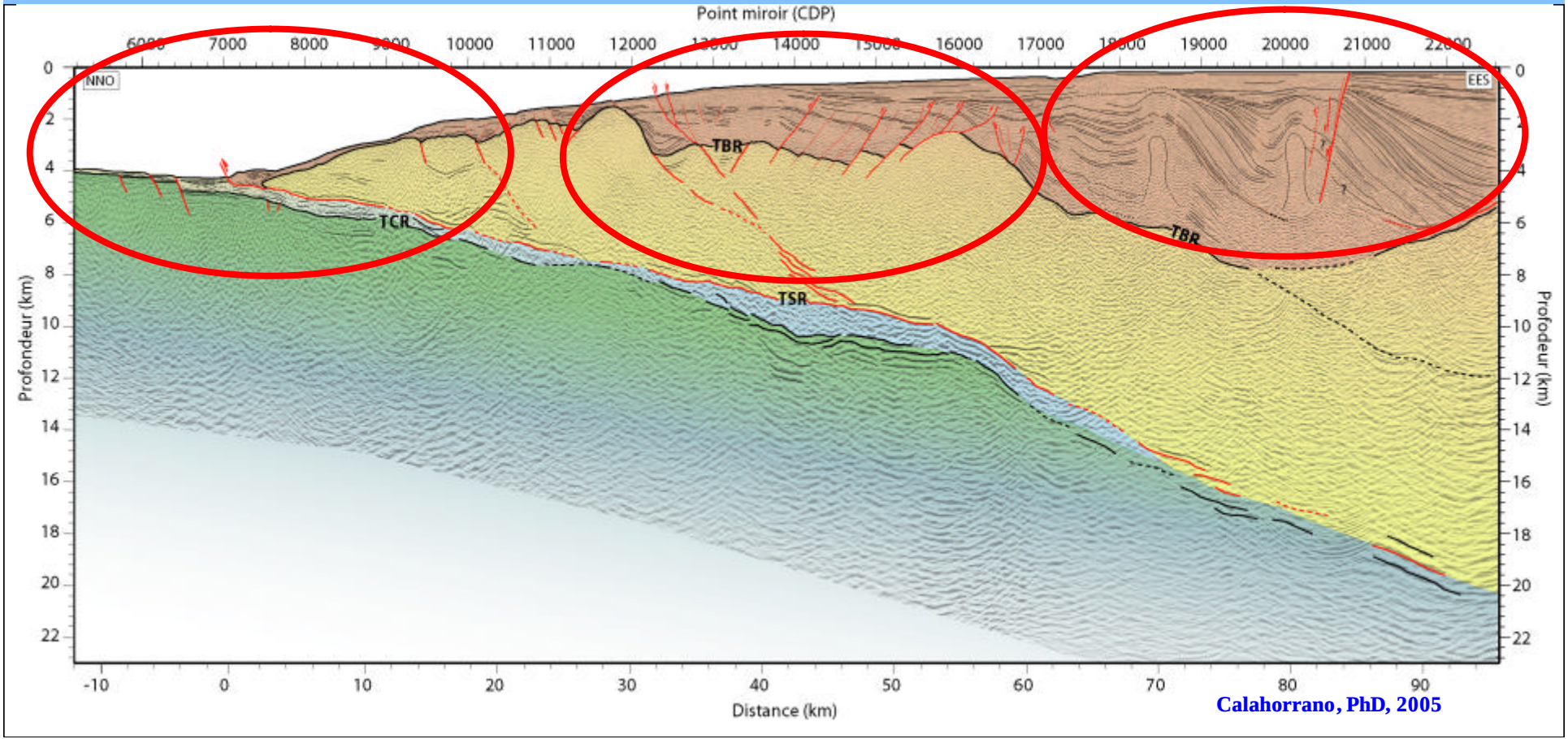
Perfil SIS-18 : Sección en profundidad (PSDM)

Syrius (Focusing Analysis Method)

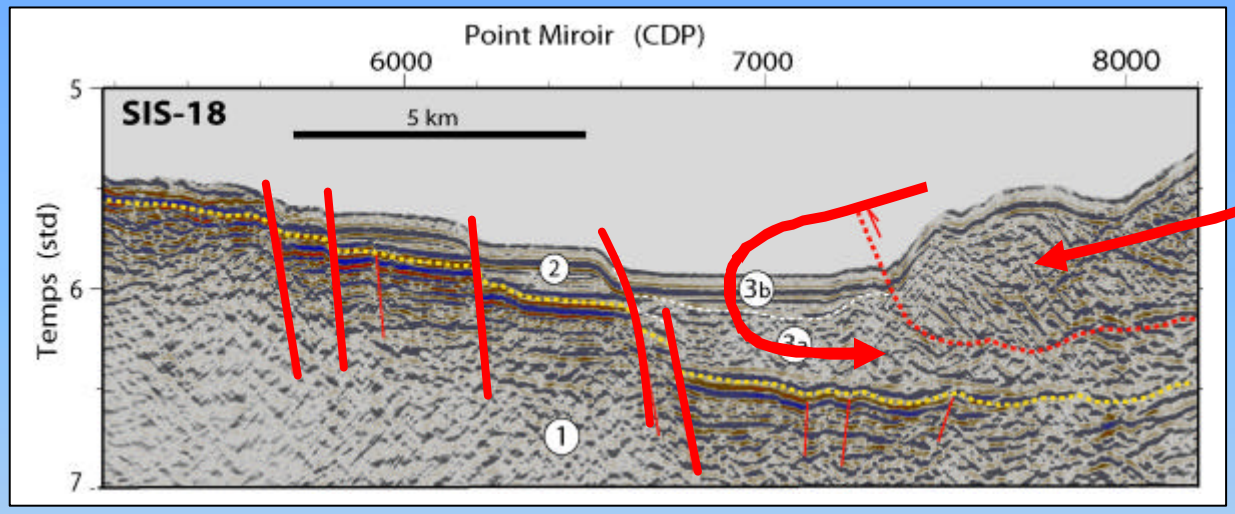
-Morfología plana de la plataforma continental (<100m) : es controlada por las variaciones del nivel del mar

- La cuenca del Goflo de Guayaquil entrampa muchos sedimentos (~ 7 km de espesor),

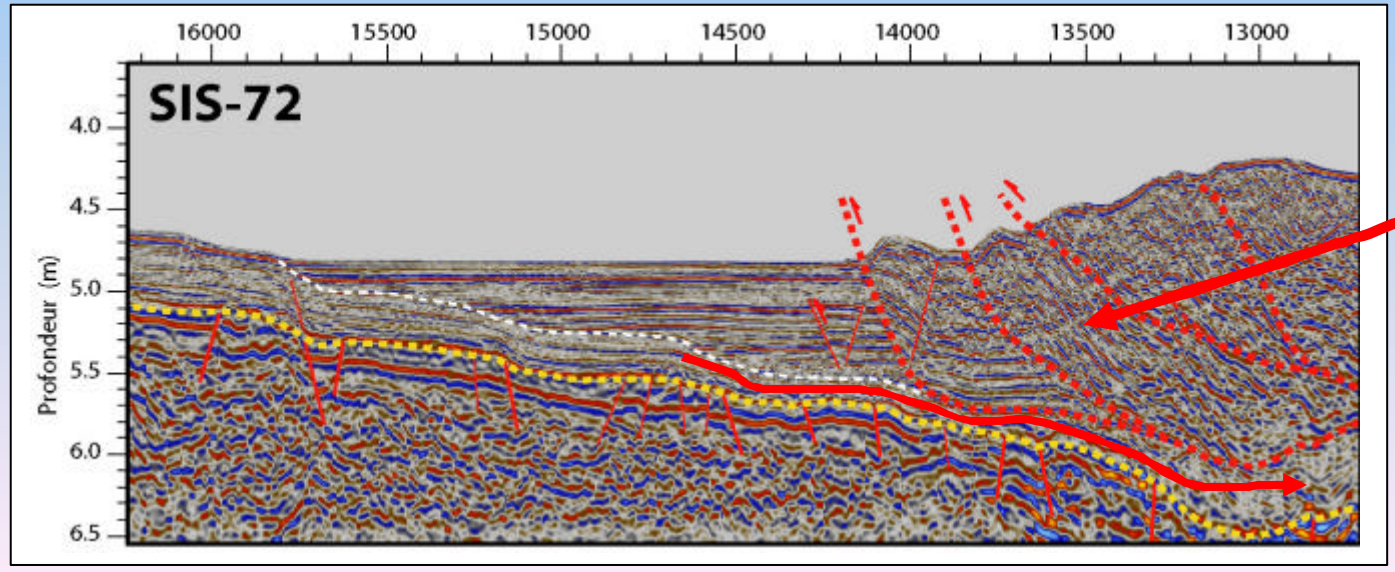
- Fallas normales con un buzamiento hacia el continente y fallas conjugadas => margen caracterizado por extension



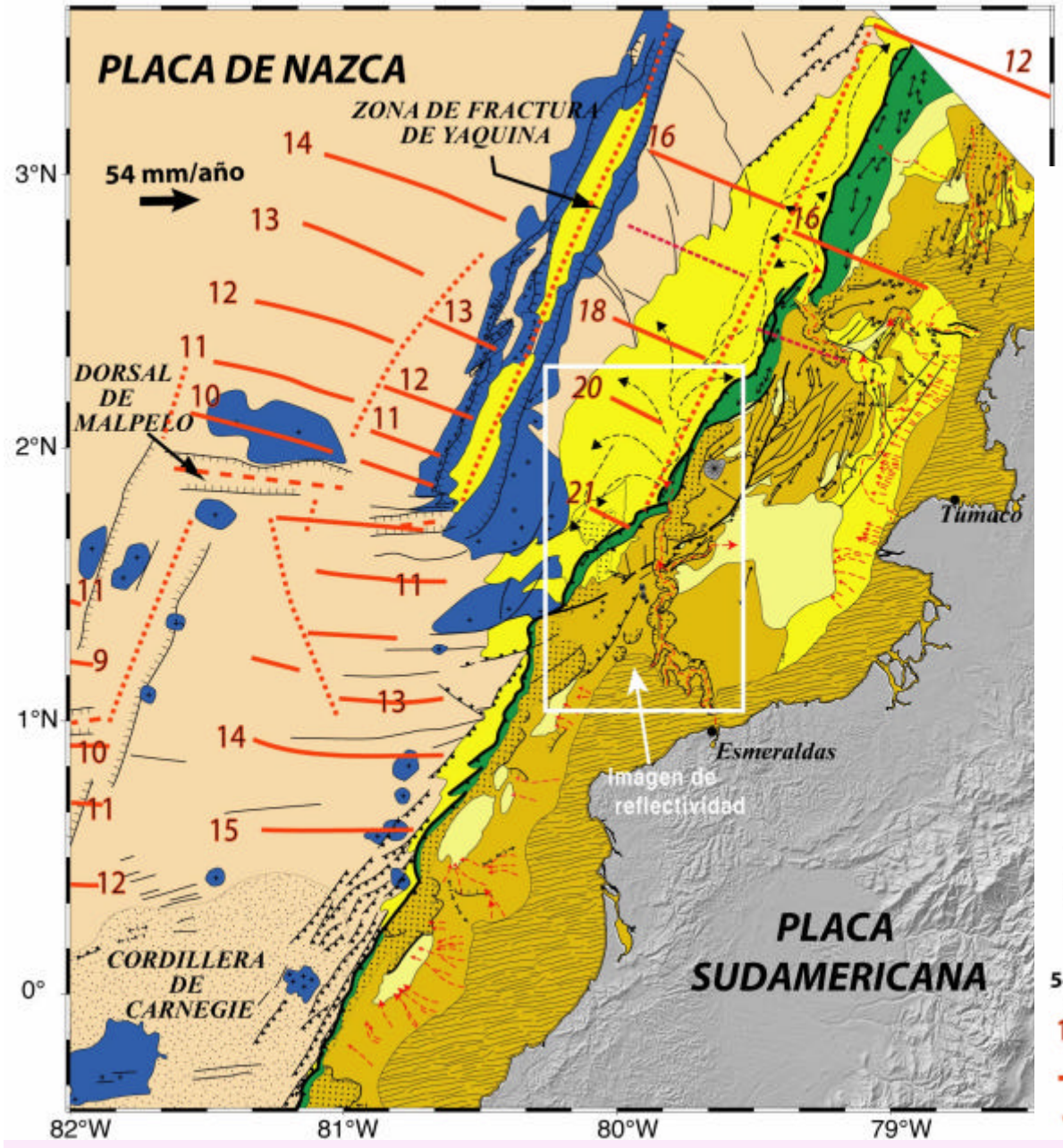
Estructuras del frente de deformación en la fosa al oeste del Golfo de Guayaquil



Deslizmiento

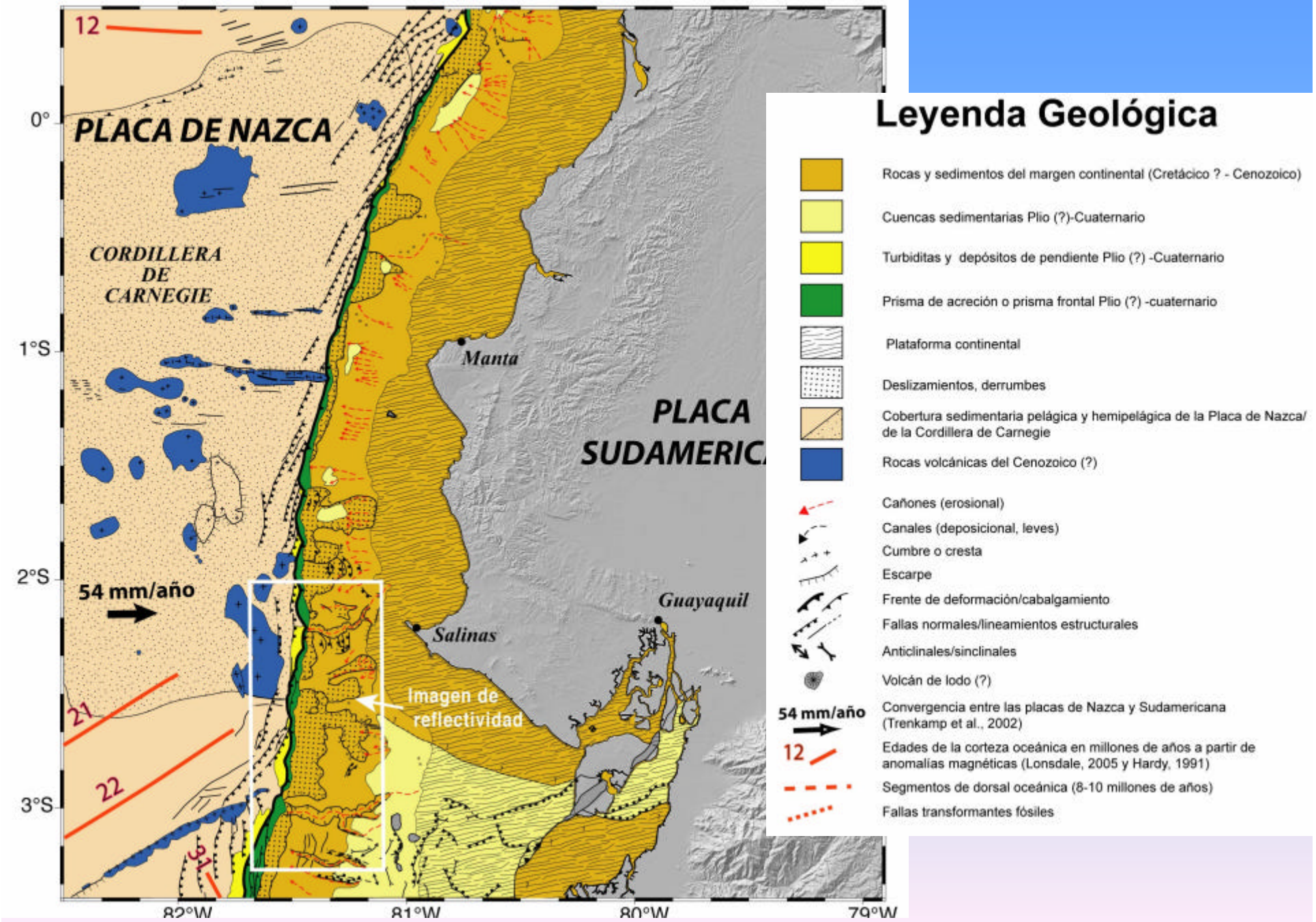


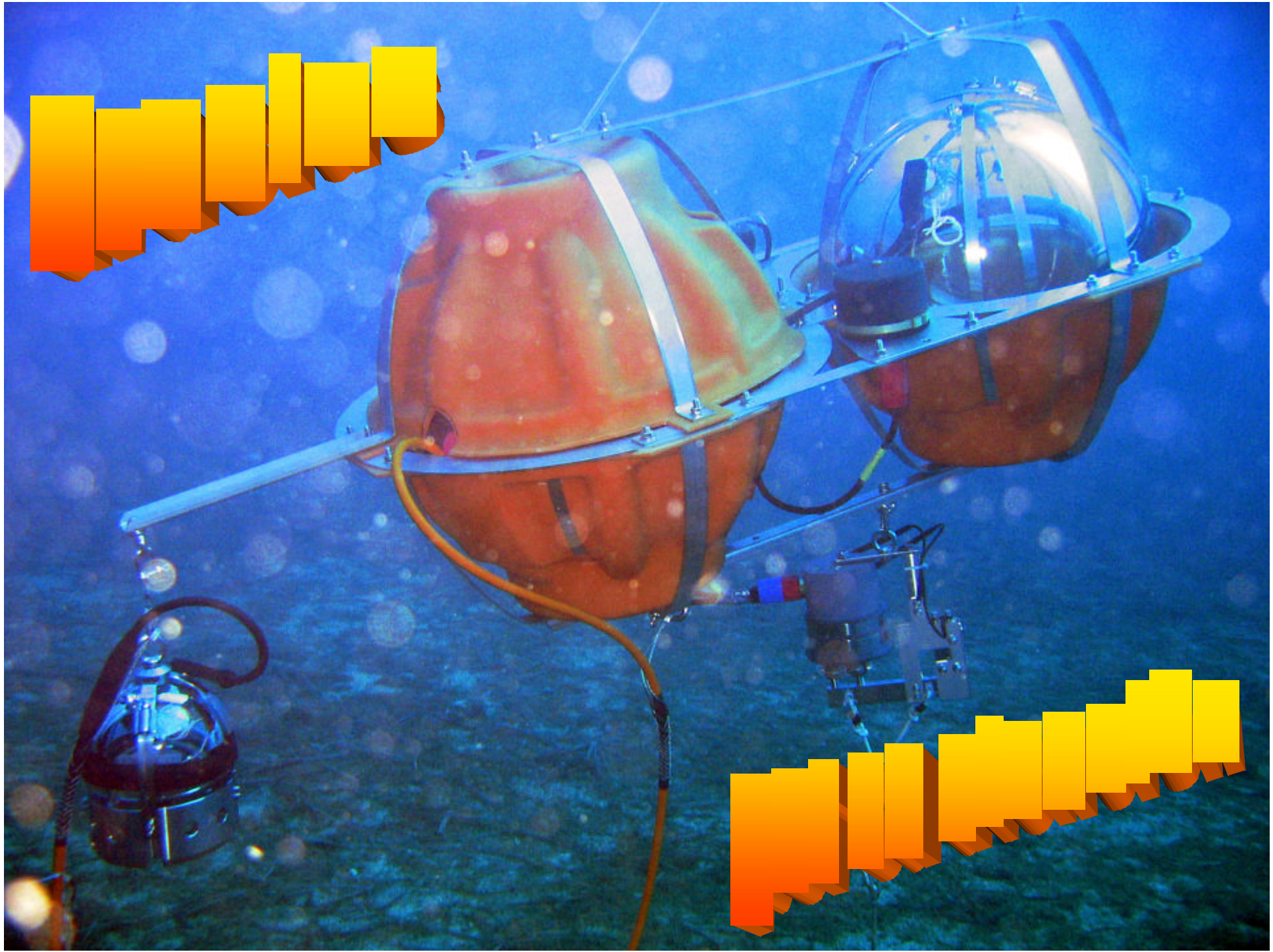
Prisma de accreción

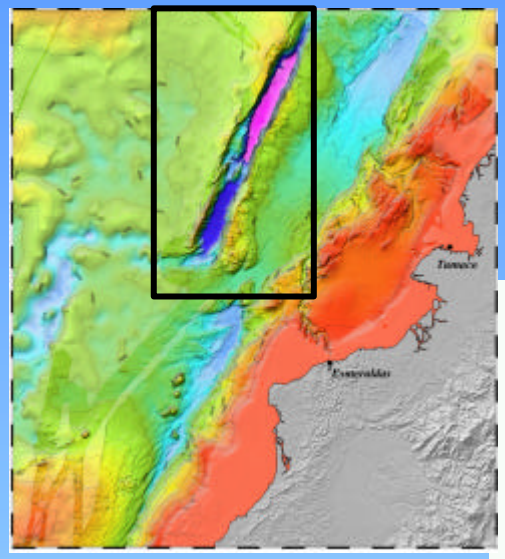


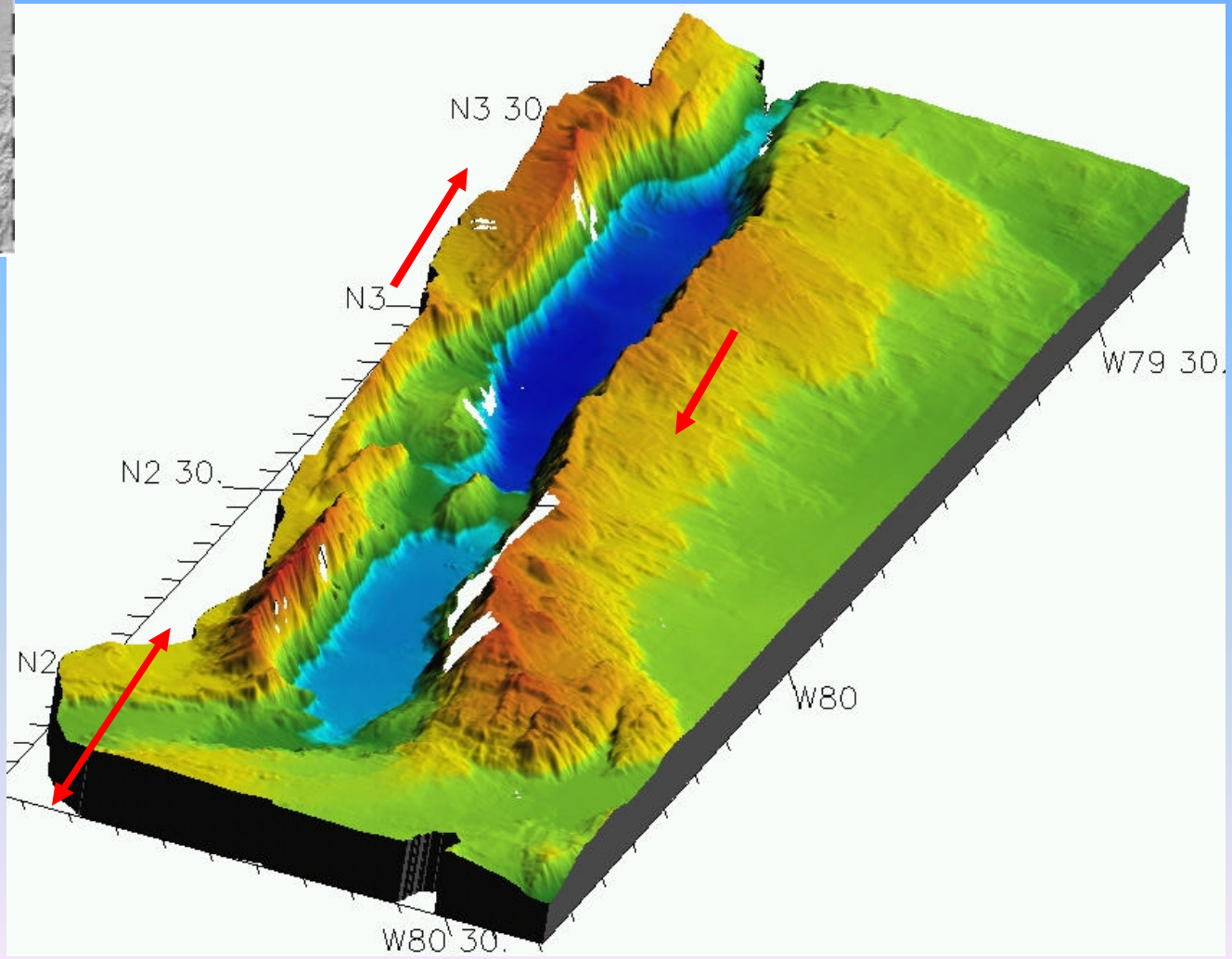
Leyenda Geológica

- Rocas y sedimentos del margen continental (Cretácico ? - Cenozoic
- Cuencas sedimentarias Plio (?)-Cuaternario
- Turbiditas y depósitos de pendiente Plio (?) -Cuaternario
- Prisma de acreción o prisma frontal Plio (?) -cuaternario
- Plataforma continental
- Deslizamientos, derrumbes
- Cobertura sedimentaria pelágica y hemipelágica de la Placa de Naz de la Cordillera de Carnegie
- Rocas volcánicas del Cenozoico (?)
- Cañones (erosional)
- Canales (deposicional, leves)
- Cumbre o cresta
- Escarpe
- Frente de deformación/cabalgamiento
- Fallas normales/lineamientos estructurales
- Anticlinales/sinclinales
- Volcán de lodo (?)
- 54 mm/año — Convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Trenkamp et al., 2002)
- 12 — Edades de la corteza oceánica en millones de años a partir de anomalías magnéticas (Lonsdale, 2005 y Hardy, 1991)
- Segmentos de dorsal oceánica (8-10 millones de años)
- Fallas transformantes fósiles


12
PLACA DE NAZCA
CORDILLERA DE CARNEGIE
Manta
PLACA SUDAMERIC
Guayaquil
Salinas
54 mm/año
Imagen de reflectividad
21
22
0°
1°S
2°S
3°S
82°W
81°W
80°W
79°W
Leyenda Geológica
Rocas y sedimentos del margen continental (Cretácico ? - Cenozoico)
Cuencas sedimentarias Plio (?)-Cuaternario
Turbiditas y depósitos de pendiente Plio (?) -Cuaternario
Prisma de acreción o prisma frontal Plio (?) -cuaternario
Plataforma continental
Deslizamientos, derrumbes
Cobertura sedimentaria pelágica y hemipelágica de la Placa de Nazca/ de la Cordillera de Carnegie
Rocas volcánicas del Cenozoico (?)
Cañones (erosional)
Canales (deposicional, leves)
Cumbre o cresta
Escarpe
Frente de deformación/cabalgamiento
Fallas normales/lineamientos estructurales
Anticlinales/sinclinales
Volcán de lodo (?)
54 mm/año
Convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Trenkamp et al., 2002)
12
Edades de la corteza oceánica en millones de años a partir de anomalías magnéticas (Lonsdale, 2005 y Hardy, 1991)
Segmentos de dorsal oceánica (8-10 millones de años)
Fallas transformantes fósiles






N3 30.
N3
W79 30.
N2 30.
N2
W80
W80 30.