



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
División de Ciencias Exactas y Naturales  
Departamento de Geología



**MATERIA**

**CARTOGRAFIA**

**ESTRUCTURAS PRESENTES EN LA  
CARTOGRAFIA GEOLOGICA (FALLAS)**

**PRESENTA: M.C. J. ALFREDO OCHOA G.**

# FALLAS Y FALLAMIENTO

# PLIEGUES AFECTADOS POR FALLA INVERSA



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

# IMPORTANCIA DE PLIEGUES Y FALLAS

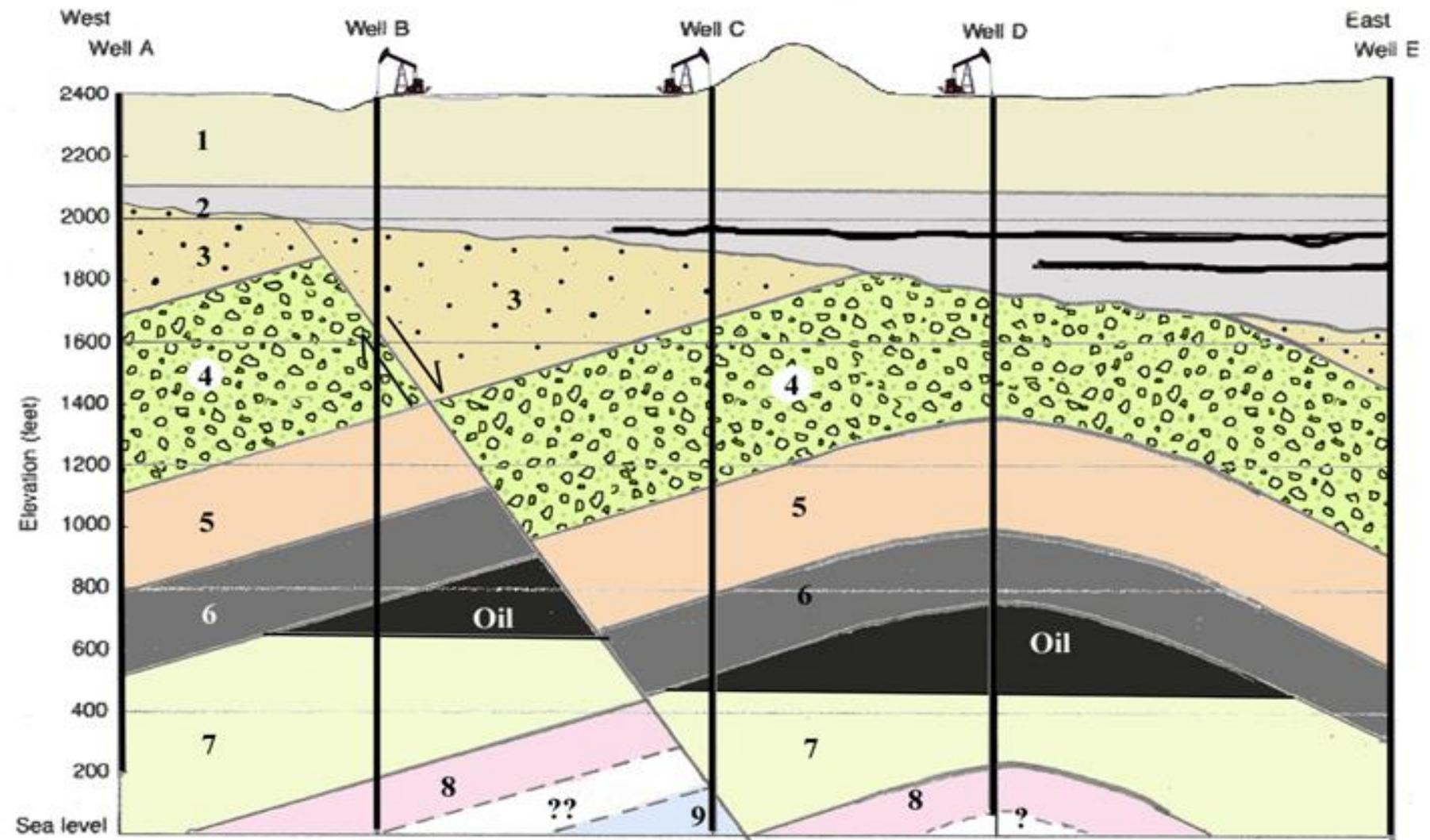
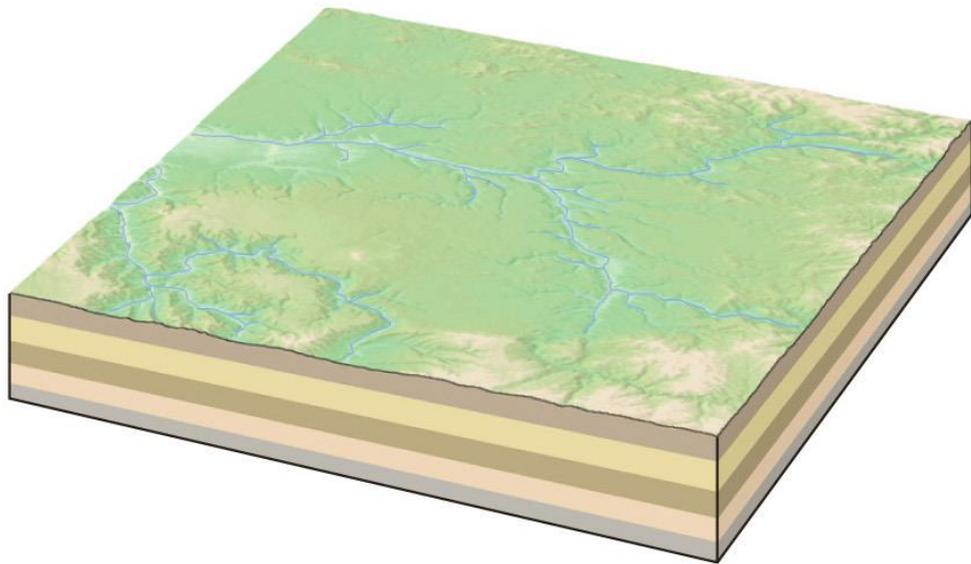
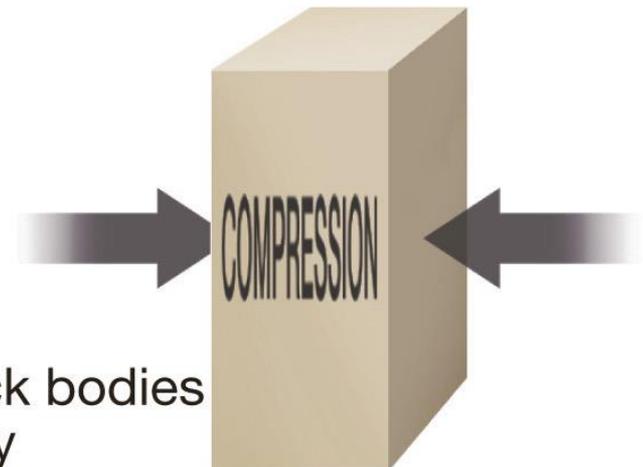
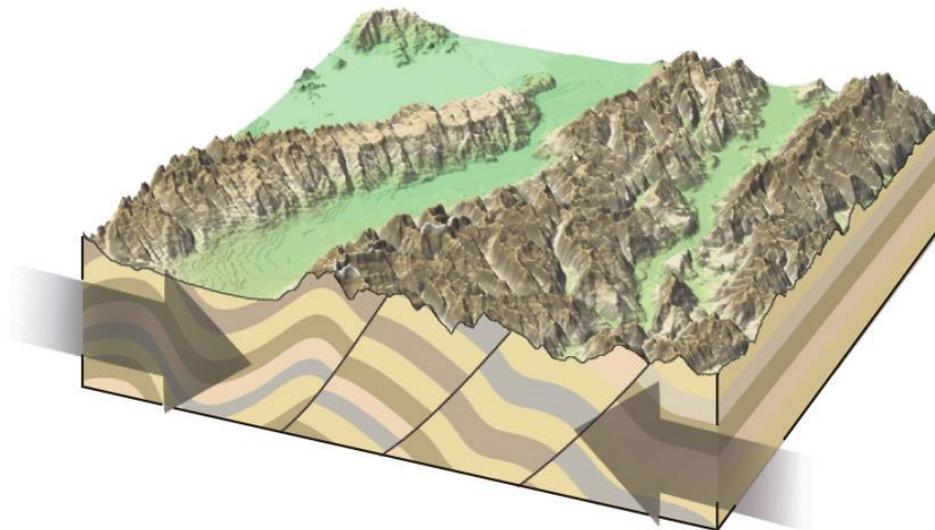


FIGURE 3 Cross section showing well locations.



A. Undeformed strata (rock body)

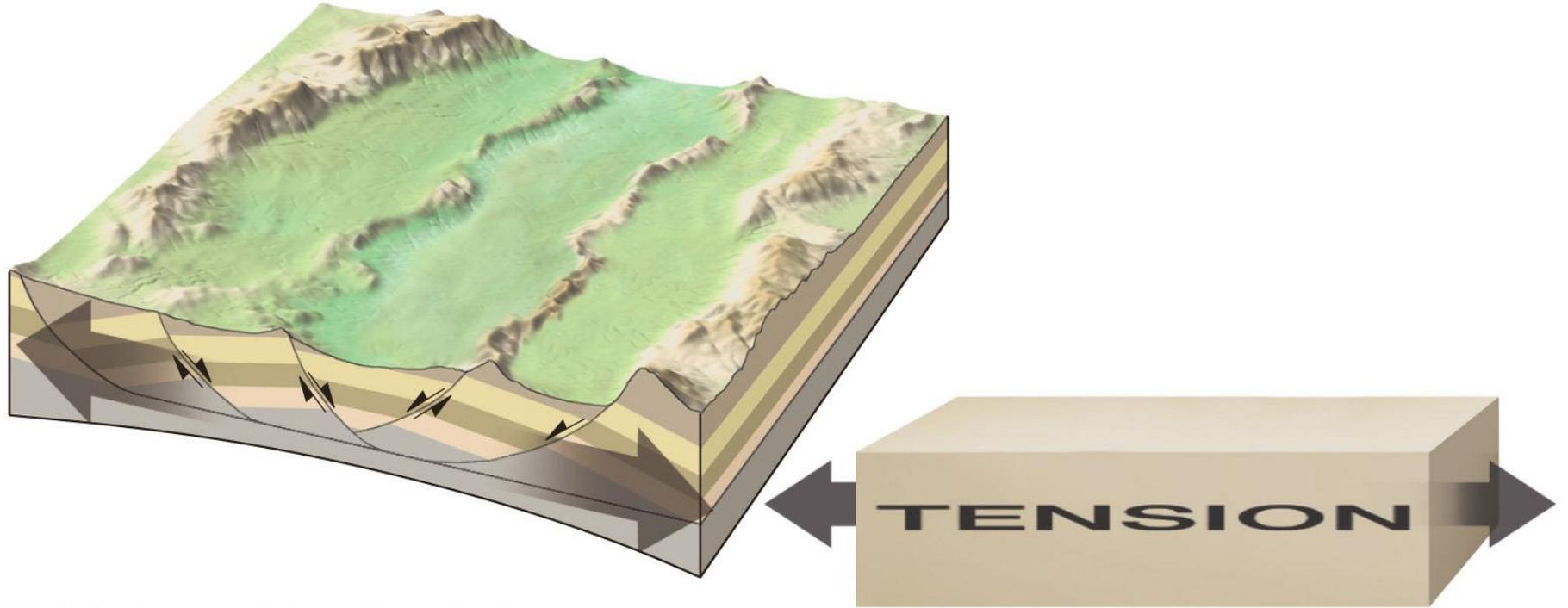
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



B. Horizontal compressional stress causes rock bodies to shorten horizontally and thicken vertically

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

# ESFUERZO TENSIONAL

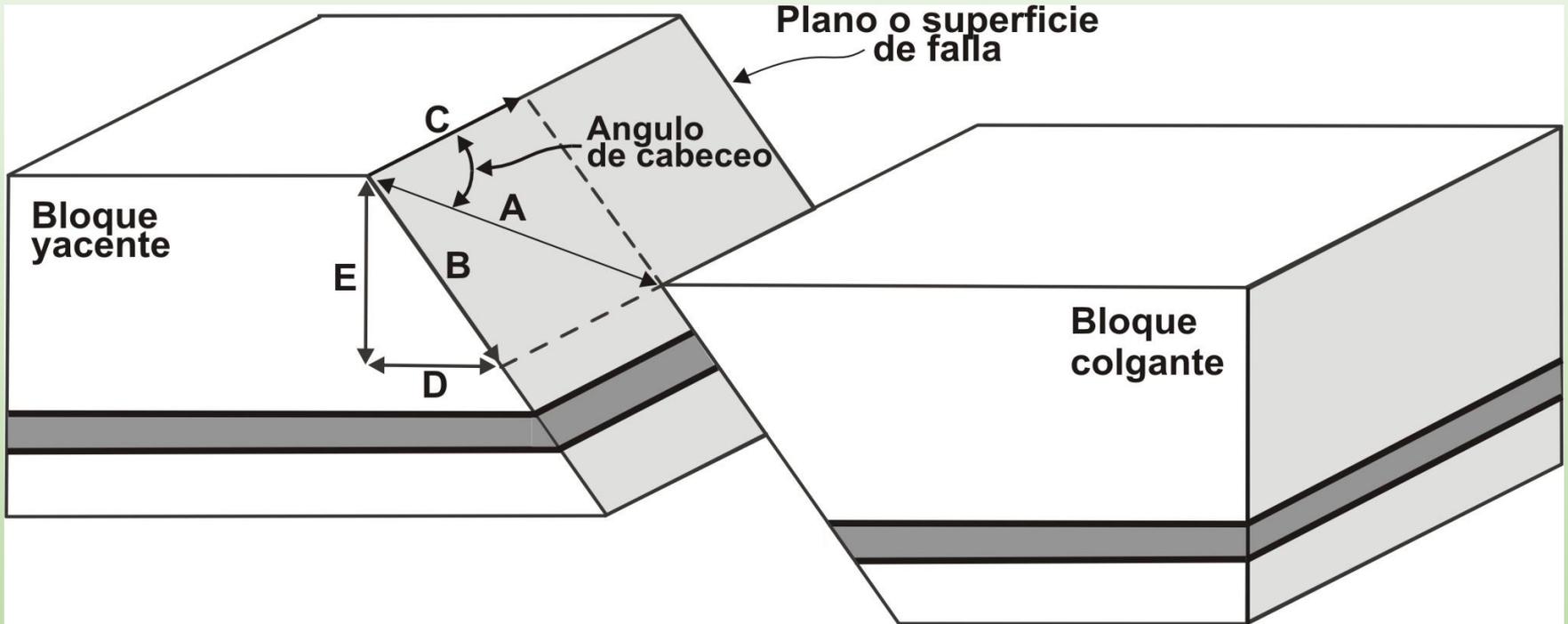


C. Horizontal tensional stress causes rock bodies to lengthen horizontally and thin vertically

# ELEMENTOS DE FALLAS

- **Falla:** fractura en la roca a lo largo de la cual ha ocurrido desplazamiento.
- **Plano de falla:** plano o superficie a lo largo del cual ha ocurrido desplazamiento.
- **Bloque colgante:** bloque que descansa por encima de un plano de falla inclinado; si el plano de falla es vertical este término no es aplicable.
- **Bloque yacente:** bloque que yace por debajo de un plano de falla inclinado.
- **Falla con desplazamiento oblicuo:** falla cuyo desplazamiento tiene componentes en la dirección del buzamiento y en la dirección del rumbo del plano de falla.

# ELEMENTOS DE FALLAS



A = desplazamiento neto (net slip)

B = desplazamiento de buzamiento (dip slip )

C = desplazamiento de rumbo (strike slip)

D = rechazo horizontal (heave)

E = salto de falla (throw)

Ángulo de cabeceo = pitch o rake

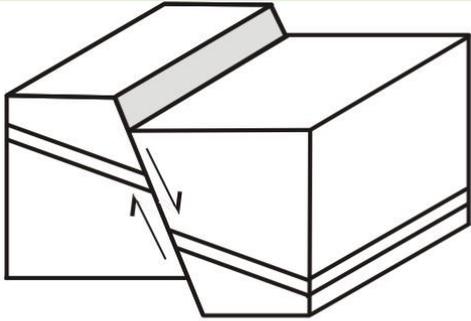
# ELEMENTOS DE FALLAS

- **Desplazamiento neto:** desplazamiento en la dirección misma del movimiento; se expresa como la distancia medida sobre el plano de falla, entre dos puntos localizados en bloques opuestos, que antes eran adyacentes.
- **Desplazamiento de buzamiento:** componente del desplazamiento neto en la dirección del buzamiento de una falla; a su vez, este desplazamiento puede ser descompuesto en dos componentes: desplazamiento vertical o salto y desplazamiento horizontal o rechazo.

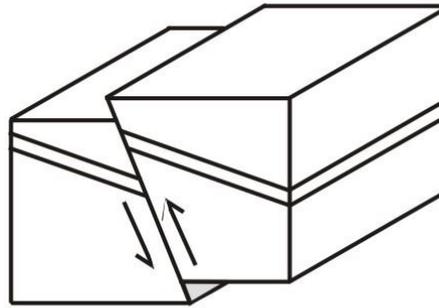
# ELEMENTOS DE FALLAS

- **Salto de falla:** desplazamiento vertical de una falla; equivale a la componente vertical de desplazamiento buzamiento.
- **Rechazo:** desplazamiento horizontal de una falla; equivale a la componente horizontal del desplazamiento de buzamiento.
- **Desplazamiento de rumbo:** componente del desplazamiento neto en la dirección del rumbo de una falla.

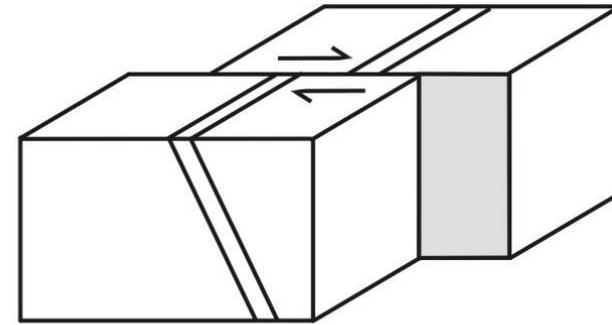
# TIPOS DE FALLAS



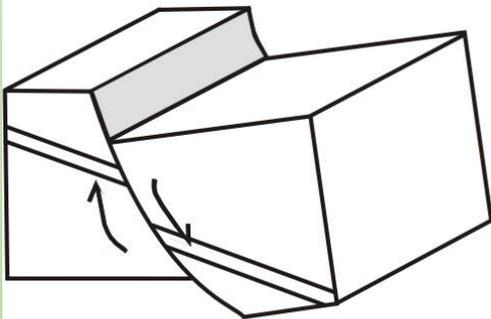
(a) normal



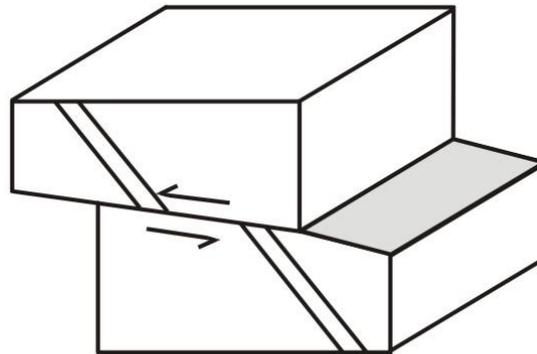
(b) inversa



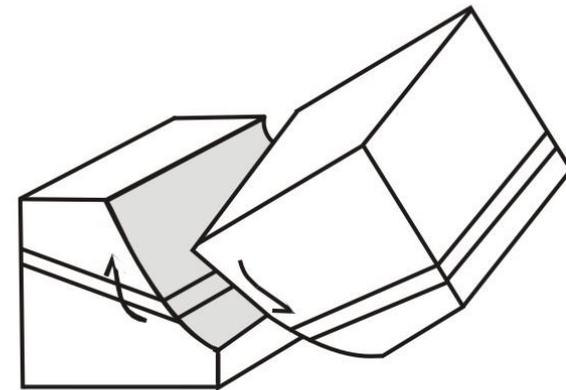
(c) de rumbo



(d) Lística normal

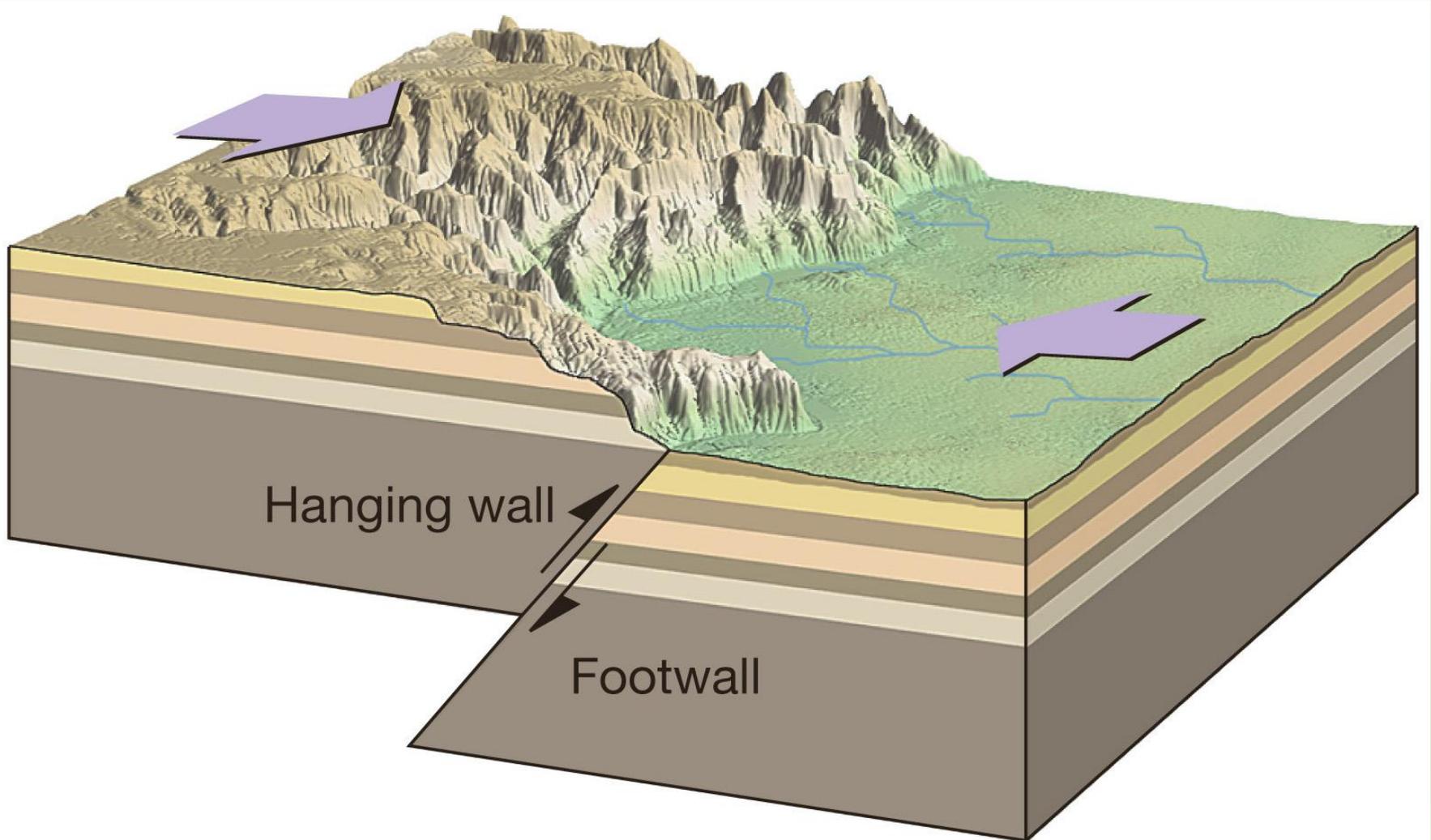


(e) cabalgamiento



(f) rotacional

# FALLA INVERSA



# FALLA DE RUMBO DEXTROLATERAL





San Andreas Fault

Offset in stream

# FALLA DE TRANSFORMACION

## Seccion de la Falla de San Andres

# **STRIKE-SLIP FAULT**

In a strike-slip fault, the movement of blocks along a fault is horizontal. If the block on the far side of the fault moves to the left, the fault is called left-lateral. If the block on the far side moves to the right, the fault is called right-lateral.

The fault motion of a strike-slip fault is caused by shearing forces.

**Other names: transcurrent fault, lateral fault, tear fault or wrench fault]**

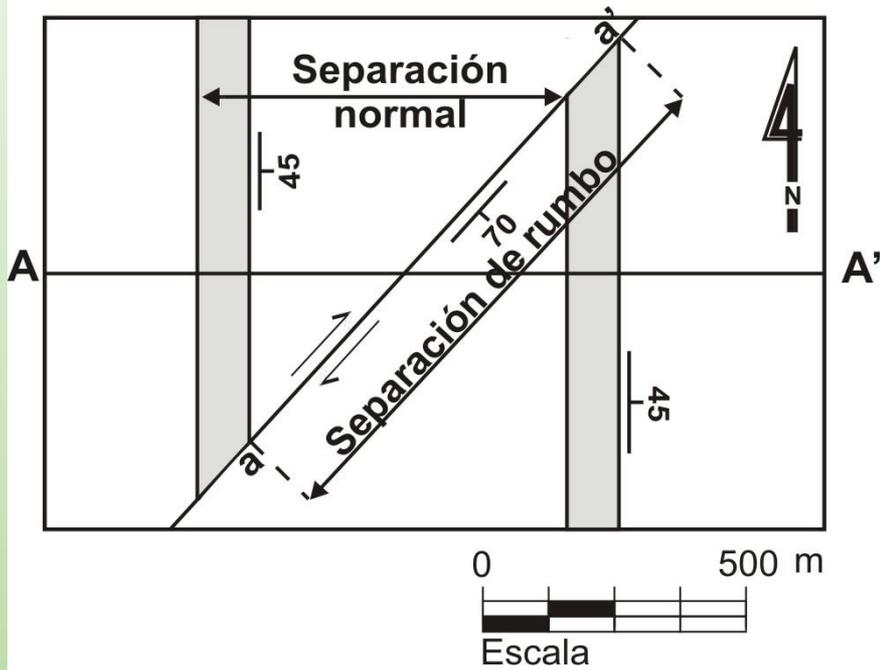
# TIPOS DE FALLAS

- **Falla con desplazamiento de buzamiento:** falla cuyo desplazamiento ocurre en la dirección del buzamiento del plano de falla; este tipo de falla puede ser normal o inversa.
- **Falla normal:** falla en la cual el bloque colgante ha descendido con relación al bloque yacente; también se denomina falla gravitacional.
- **Falla inversa:** falla en la cual el bloque colgante ha ascendido con relación al bloque yacente.
- **Falla de cabalgamiento:** falla inversa cuyo plano de falla presenta bajo ángulo de buzamiento.

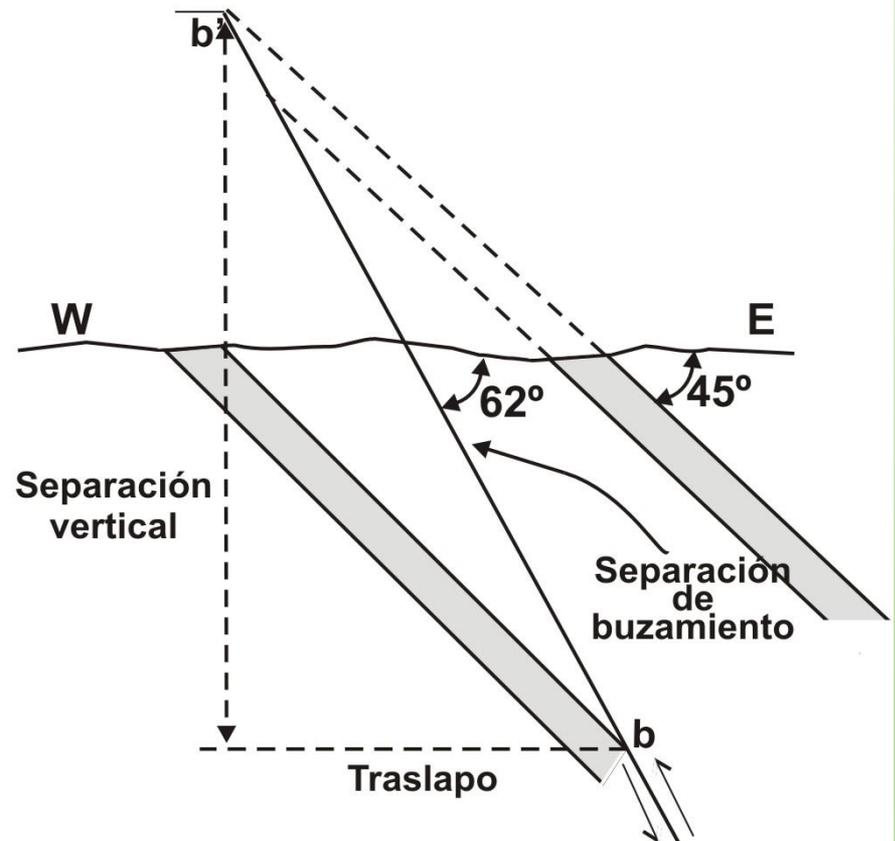
# TIPOS DE FALLAS

- **Falla lítrica normal:** falla cuya superficie es curva, con buzamiento alto hacia superficie y bajo hacia profundidad; el bloque colgante ha descendido con relación al bloque yacente.
- **Falla lítrica inversa:** falla cuya superficie es curva, con buzamiento alto hacia superficie y bajo hacia profundidad; el bloque colgante ha ascendido con relación al yacente; también es llamada falla antilítrica.
- **Falla vertical:** falla con plano de falla vertical; se clasifica independientemente de la dirección del desplazamiento relativo de los bloques.
- **Falla de translación:** falla en la cual el desplazamiento de los bloques no involucra rotación, de forma que el rumbo de las capas permanece paralelo en ambos bloques de la falla.
- **Falla de rotación:** falla en la cual uno de los bloques ha rotado con respecto al otro. En uno de los extremos tiene comportamiento normal y en el otro inverso.

# MEDICION DE LA SEPARACION



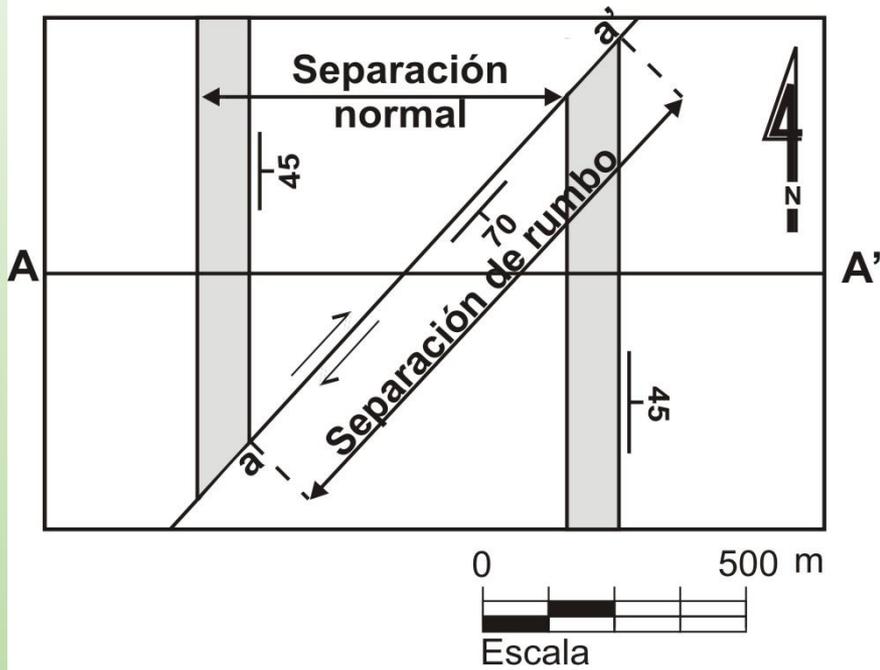
Perfil A - A'



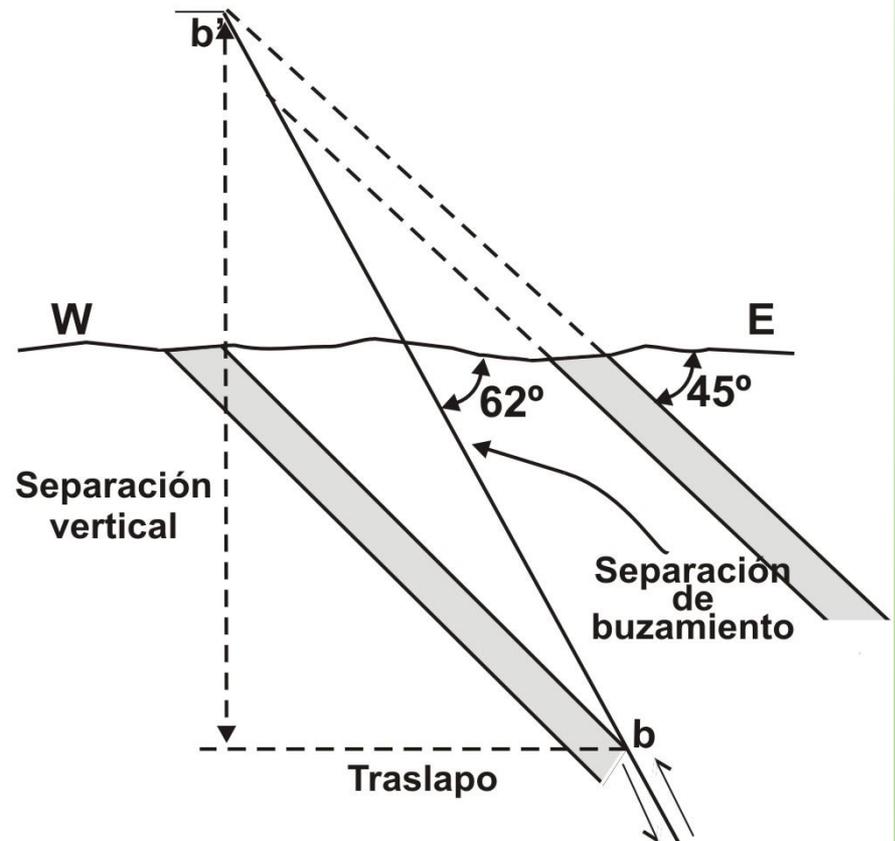
# FORMAS DE SEPARACION

- **Separación:** distancia medida en una dirección específica entre dos puntos de un horizonte estratigráfico de referencia, localizados en bloques opuestos, que antes de la falla eran adyacentes. Los términos **separación neta, separación de rumbo y separación de buzamiento** tienen el mismo significado que los correspondientes desplazamientos.
- **Separación normal:** distancia horizontal, en dirección normal al rumbo de un horizonte estratigráfico que ha sido desplazado por una falla.
- **Separación de rumbo:** distancia horizontal, medida en dirección paralela al rumbo de falla, entre dos puntos localizados en bloques opuestos del mismo horizonte de referencia; la separación de rumbo puede ser dextral o siniestral.

# MEDICION DE LA SEPARACION



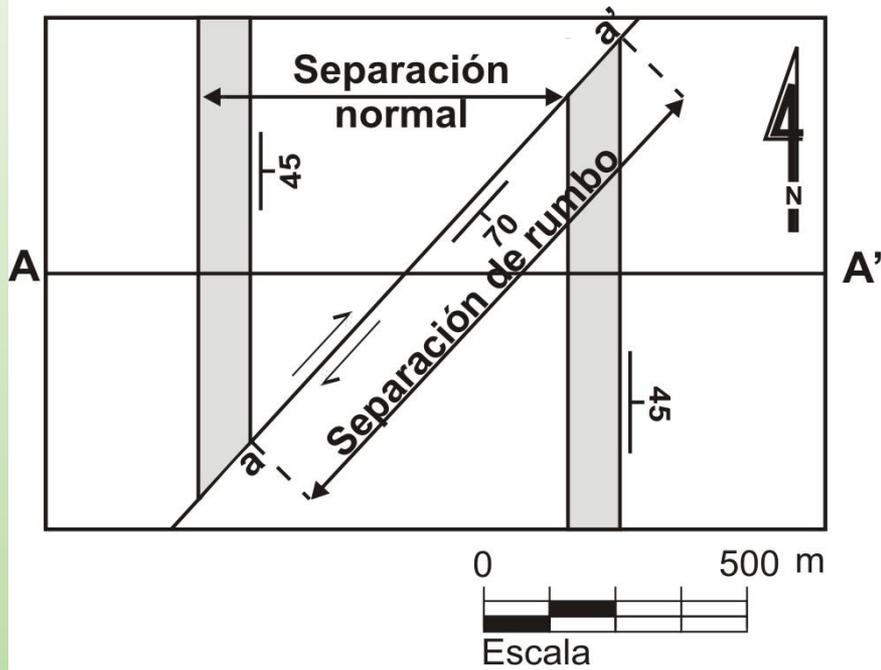
Perfil A - A'



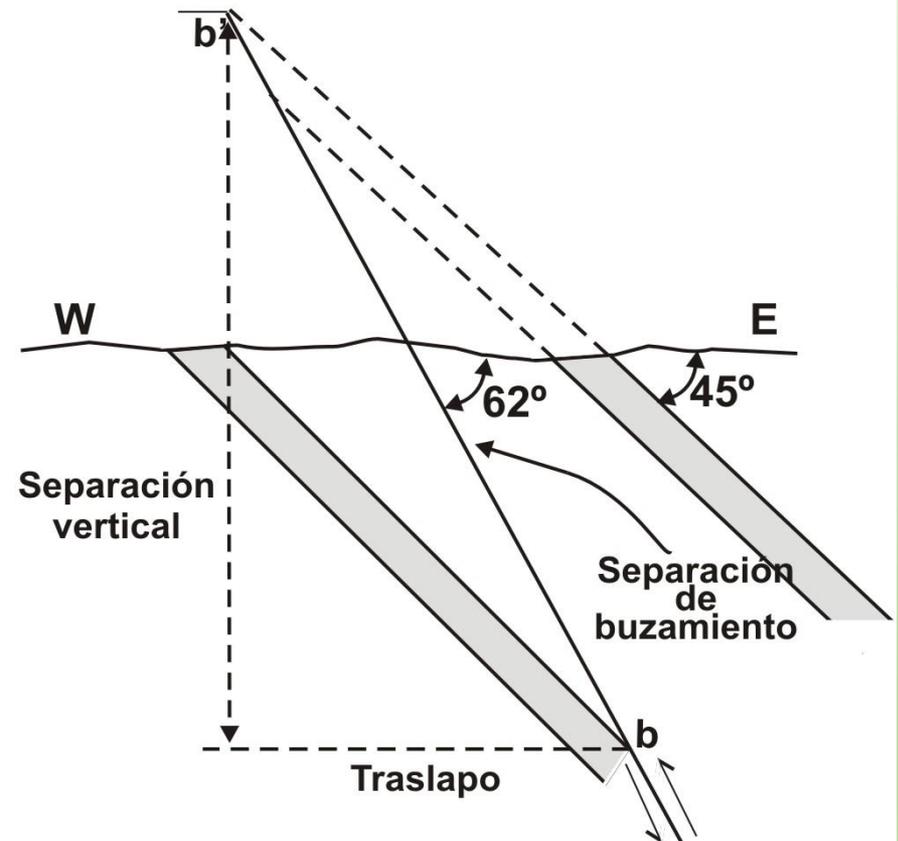
# FORMAS DE SEPARACION

- **Separación de buzamiento:** distancia medida a lo largo del plano de falla, en dirección del buzamiento, entre dos puntos que antes de la falla eran adyacentes. El componente más importante de la separación es la separación vertical
- **Separación vertical:** distancia vertical medida en una sección vertical y perpendicular al rumbo del horizonte de referencia.
- **Separación estratigráfica:** distancia medida perpendicularmente a los planos de un horizonte estratigráfico.

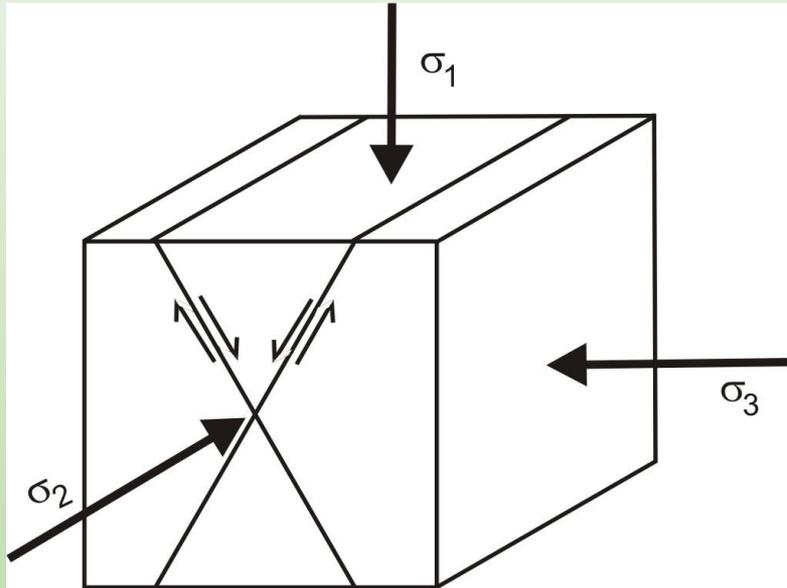
# MEDICION DE LA SEPARACION



Perfil A - A'



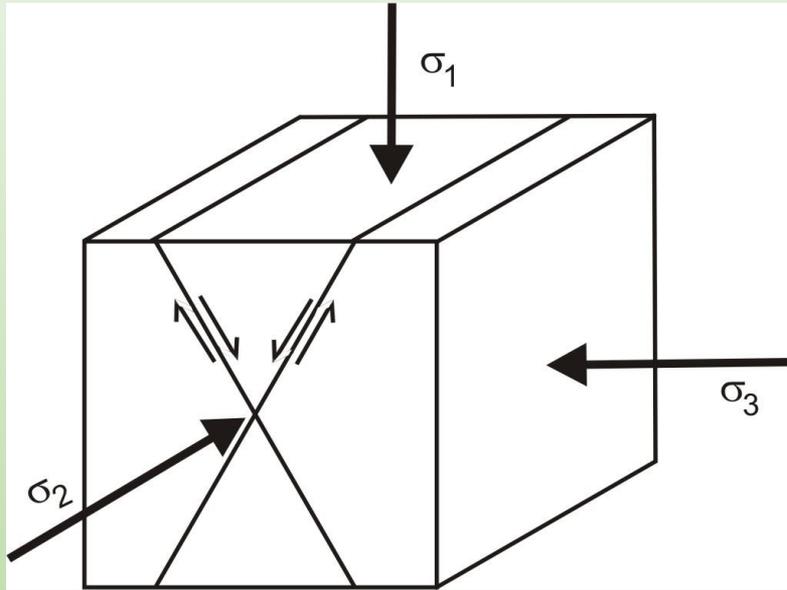
# CLASIFICACIÓN DINÁMICA DE FALLAS



- La orientación del esfuerzo principal mayor, respecto a la superficie al plano de falla, constituyen un criterio para clasificar fallas

Las pruebas de laboratorio sobre muestras de material homogéneo, enseñan que existe una relación geométrica entre la orientación de los planos de falla y las direcciones de esfuerzo:

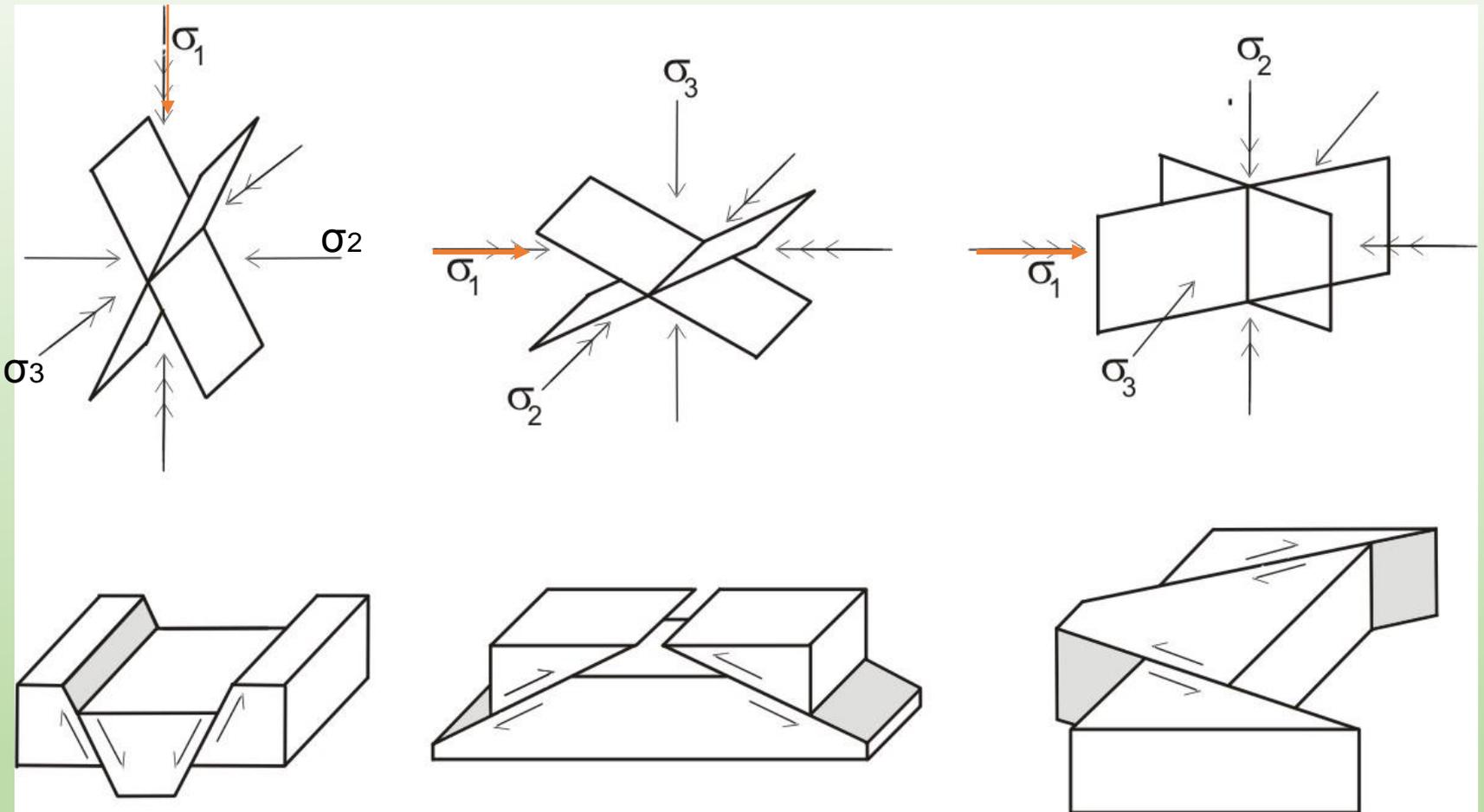
# CLASIFICACIÓN DINÁMICA DE FALLAS



- Cuando el esfuerzo supera la resistencia máxima, la muestra falla a lo largo de una superficie o simultáneamente a lo largo de dos superficies de falla conjugadas, que forman un ángulo agudo en la dirección del esfuerzo principal mayor  $\sigma_1$  y un ángulo obtuso en la dirección del esfuerzo principal menor  $\sigma_3$ .

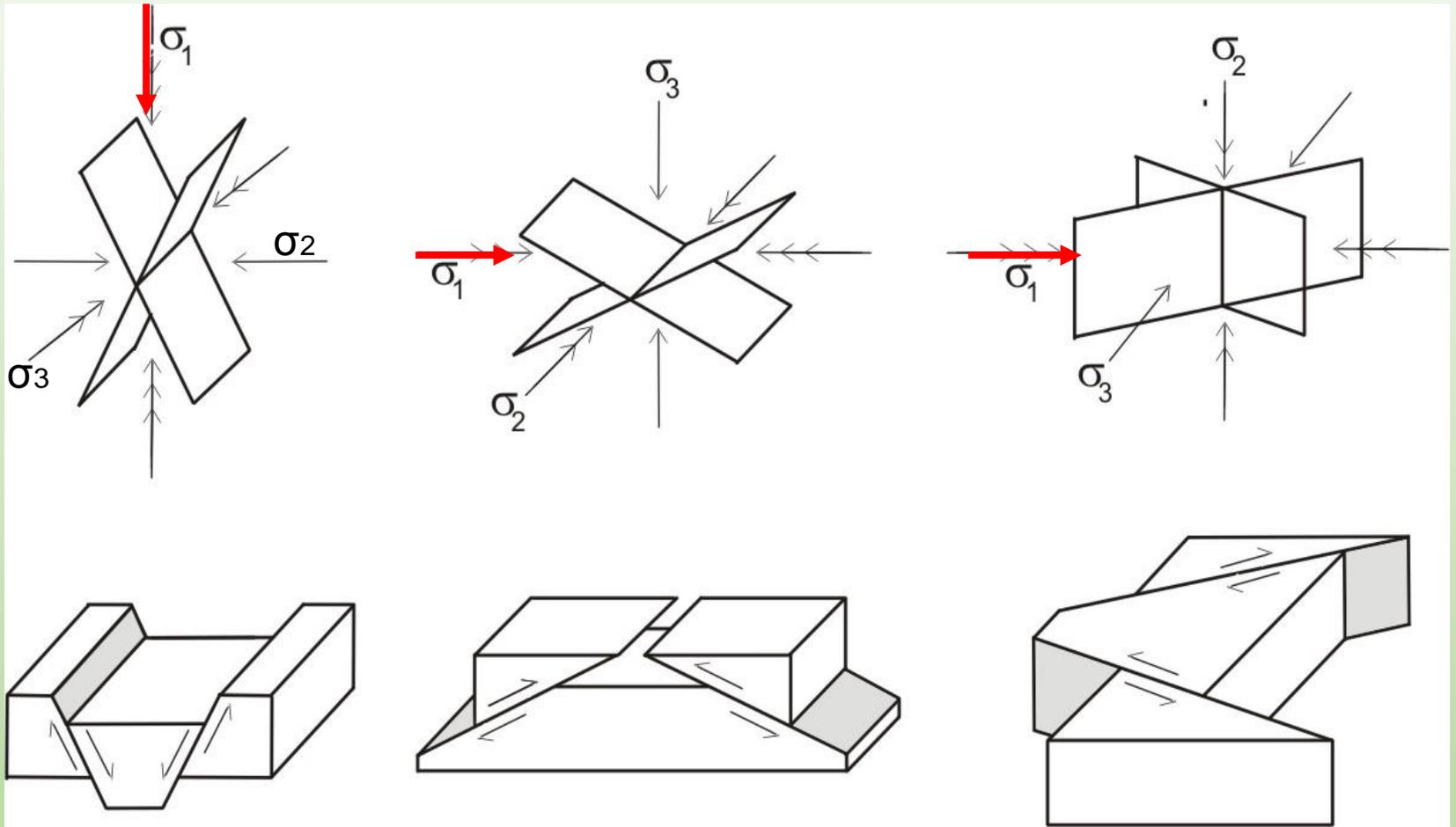
La línea de intersección de los dos planos de falla en todos los casos coincide con el esfuerzo principal medio  $\sigma_2$ .

# CLASIFICACIÓN DINÁMICA DE FALLAS



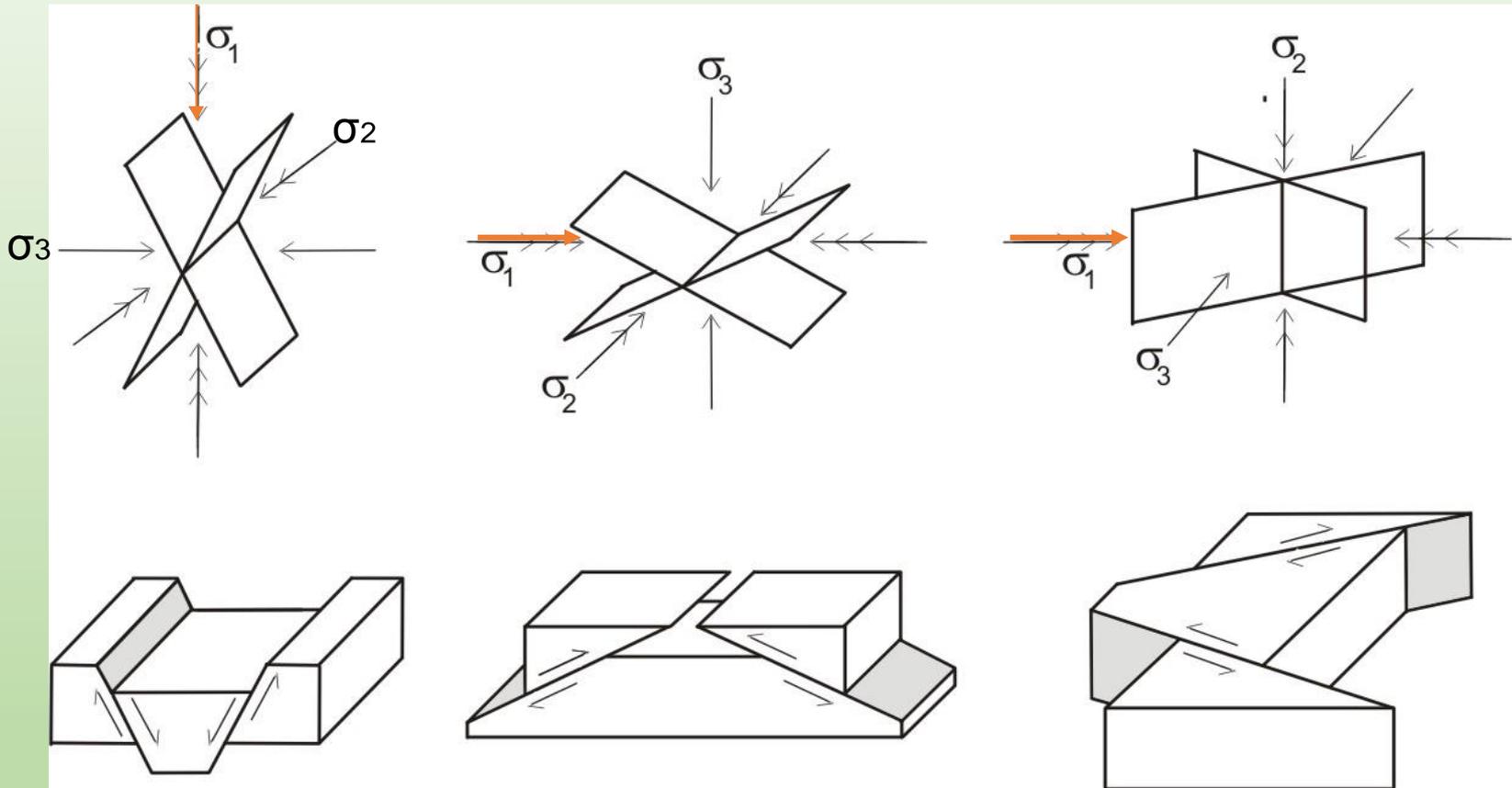
**Falla normal o tensional:** el esfuerzo principal mayor es vertical y los esfuerzos medio y menor son horizontales.

# CLASIFICACIÓN DINÁMICA DE FALLAS



**Falla inversa o compresional:** el esfuerzo compresivo principal mayor es horizontal en tanto que el esfuerzo principal menor es vertical.

# CLASIFICACIÓN DINÁMICA DE FALLAS



**Falla de rumbo o de desgarre:** el esfuerzo principal mayor es horizontal y el esfuerzo principal medio es vertical.

# INTERPRETACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO

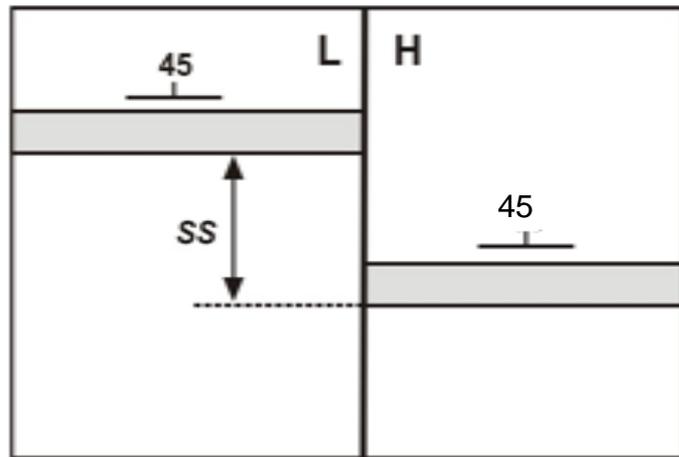
- **Fallas en capas homoclinales**
- El desplazamiento de los bloques a lo largo de los planos de falla, se manifiesta en la discontinuidad y separación de las capas a ambos lados de la falla. La separación depende de:
  - Dirección del desplazamiento
  - Magnitud del desplazamiento
  - Orientación del plano de falla
  - Orientación de las capas falladas
  - Topografía del terreno

# CLASIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE FALLAS

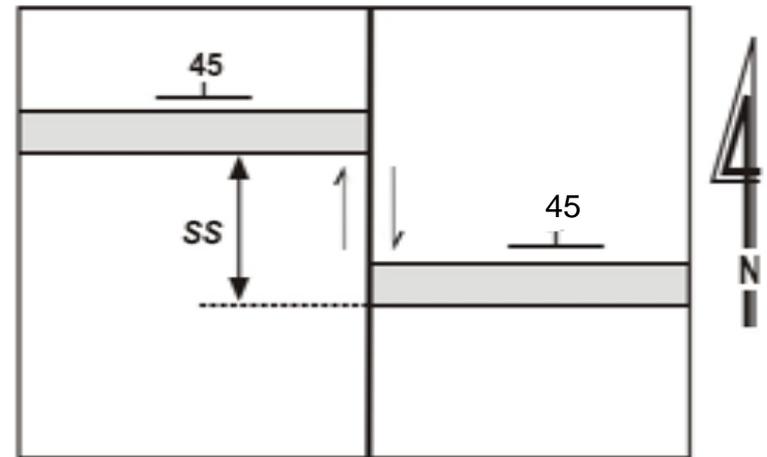
- **Falla longitudinal o falla de rumbo:** falla cuya traza es paralela al rumbo de las capas o de los pliegues; esta falla no debe confundirse con la falla de desplazamiento de rumbo.
- **Falla transversal o falla de buzamiento:** falla cuya traza es perpendicular al rumbo de las capas o de los pliegues.
- **Falla diagonal:** falla cuya traza forma un ángulo agudo con el rumbo de las capas o de los pliegues.
- **Falla de estratificación:** falla cuyo plano o superficie de falla es paralelo a los planos de estratificación.

# FALLAS EN CAPAS HOMOCLINALES

Interpretación del desplazamiento de una falla vertical



Falla vertical con desplazamiento vertical.



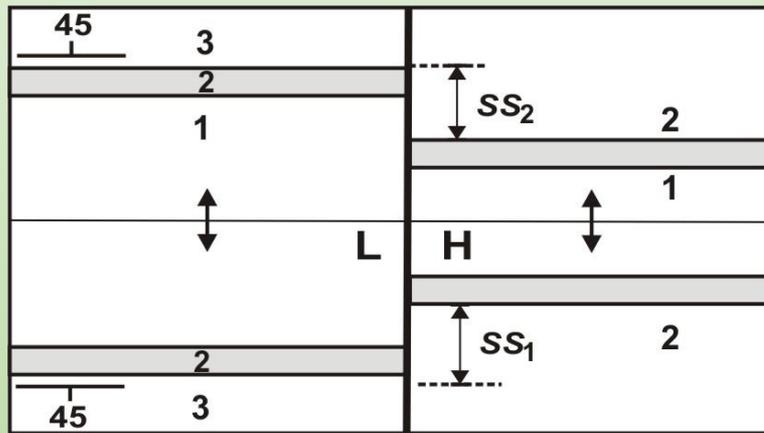
Falla vertical con desplazamiento dextro-lateral

# FALLA NORMAL ANTITÉTICA

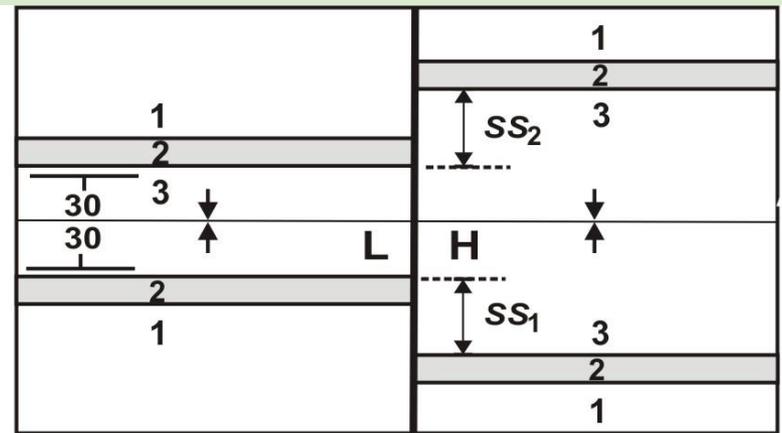


# FALLAS EN CAPAS PLEGADAS

Interpretación del desplazamiento de una falla vertical. No hay ambigüedad!

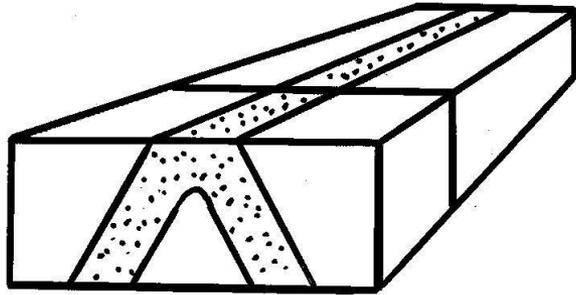


Anticlinal simétrico



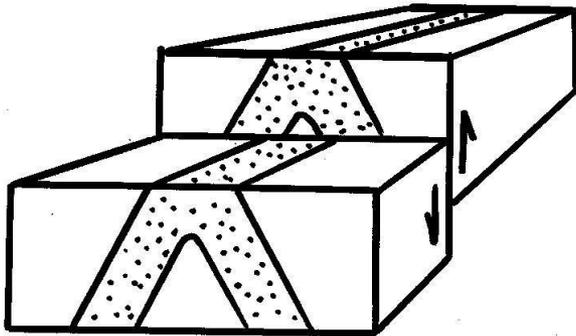
Sinclinal simétrico

# BLOQUEDIAGRAMAS



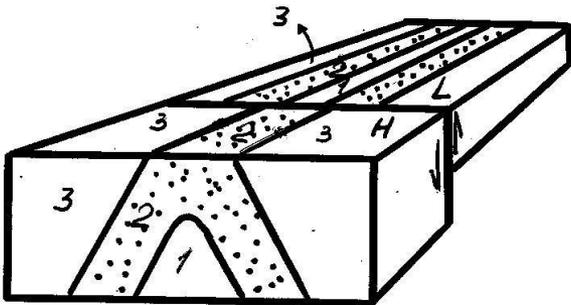
anticlinal  
simétrico con  
eje horizontal

a) pre fallamiento



anticlinal  
afectado por  
falla

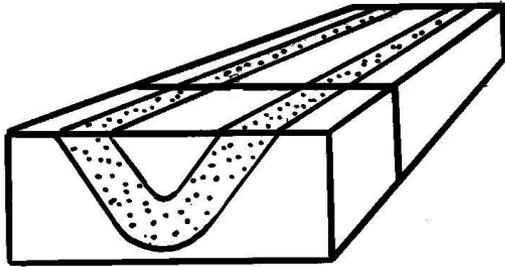
b) post fallamiento



note el alejamien-  
to de los flancos  
en el bloque  
levantado

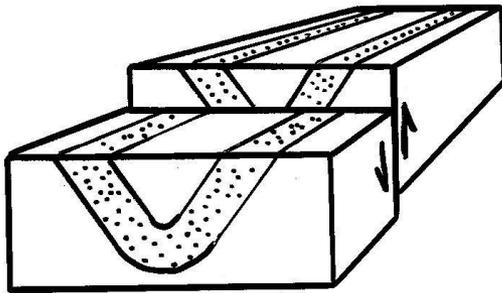
c) post erosión

# BLOQUEDIAGRAMAS



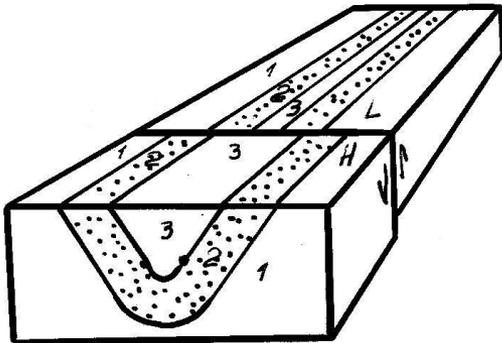
sinclinal  
simétrico con  
eje horizontal

a) pre fallamiento



sinclinal simétrico  
afectado por falla.

b) post fallamiento

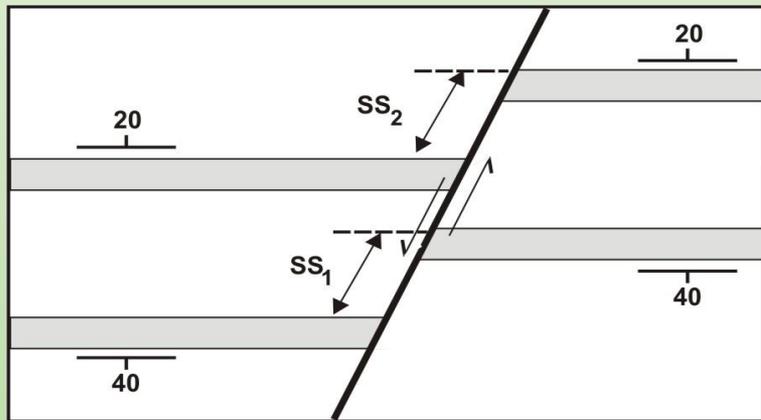


note el acercamiento  
de los flancos en  
el bloque levantado

c) post erosión

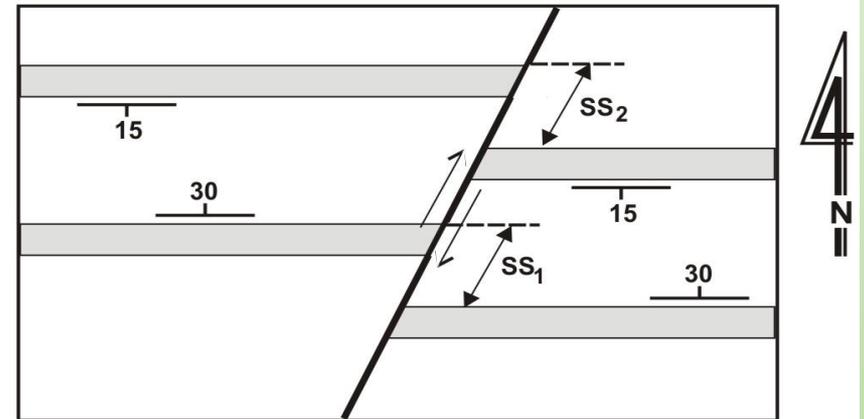
# FALLAS EN CAPAS PLEGADAS

Interpretación del desplazamiento de una falla vertical



$$SS_1 = SS_2$$

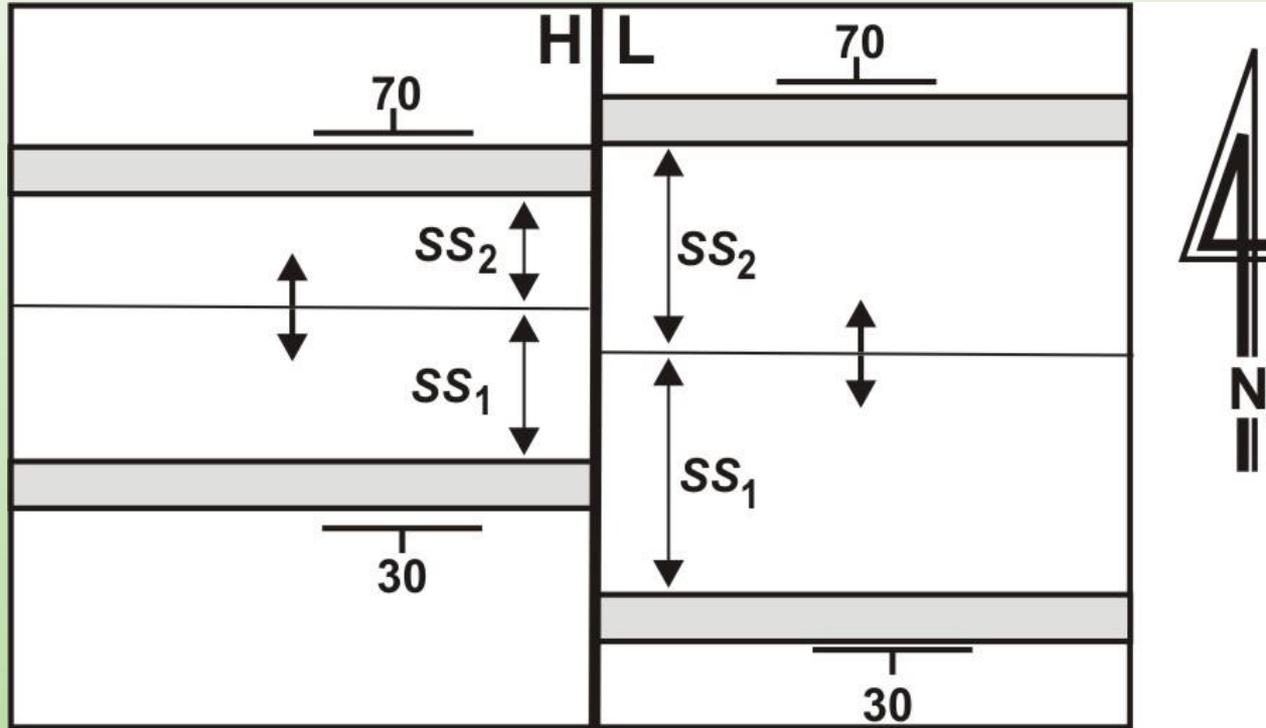
Anticlinal asimétrico



$$SS_1 = SS_2$$

Sinclinal asimétrico

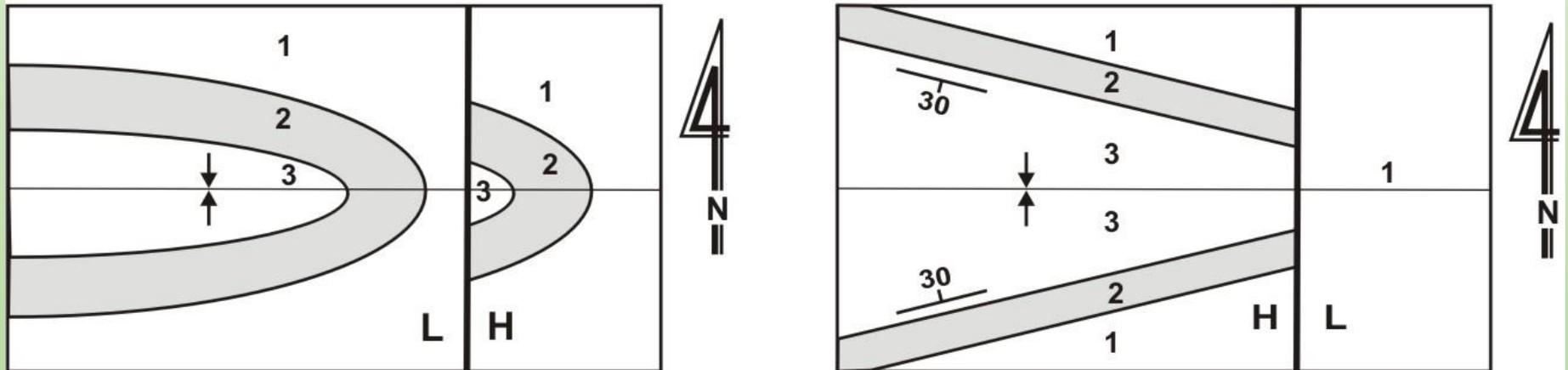
# FALLAS EN CAPAS PLEGADAS



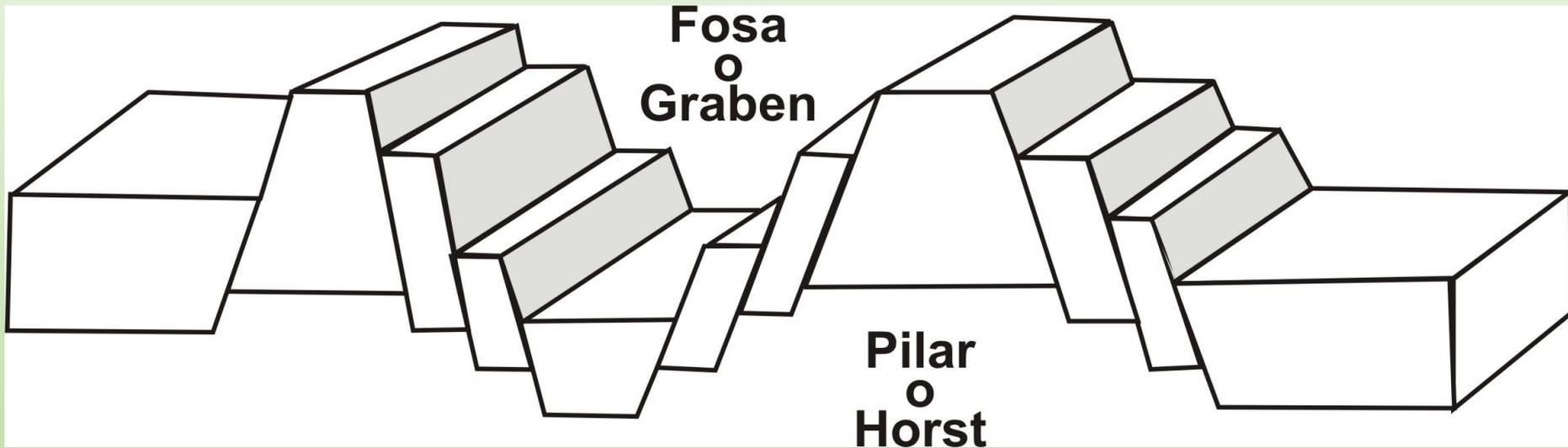
Mapa de un pliegue anticlinal, horizontal, con plano axial inclinado  $70^\circ$  al norte, cortado por una falla vertical, transversal

# FALLAS EN CAPAS PLEGADAS

Pliegues sinclinales simétricos,  
buzantes al oeste y cortados por fallas  
verticales

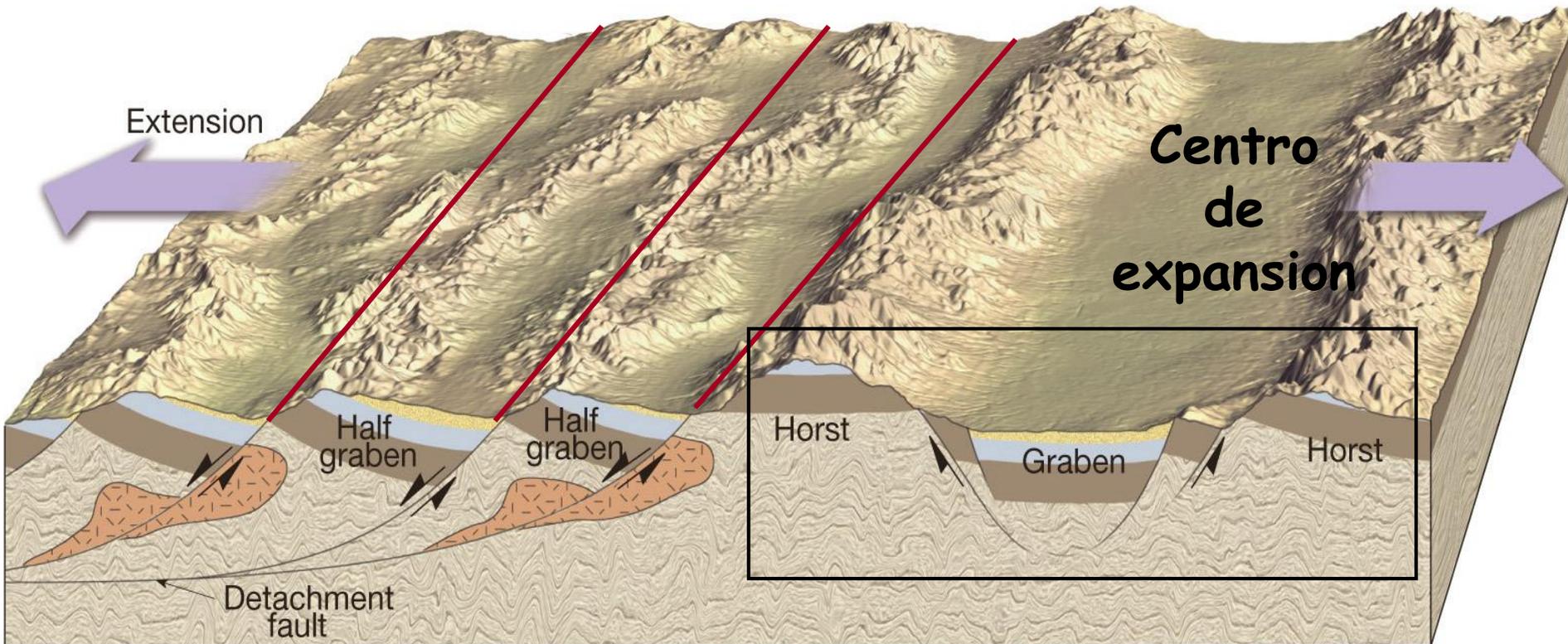


# SISTEMAS DE FALLAS NORMALES



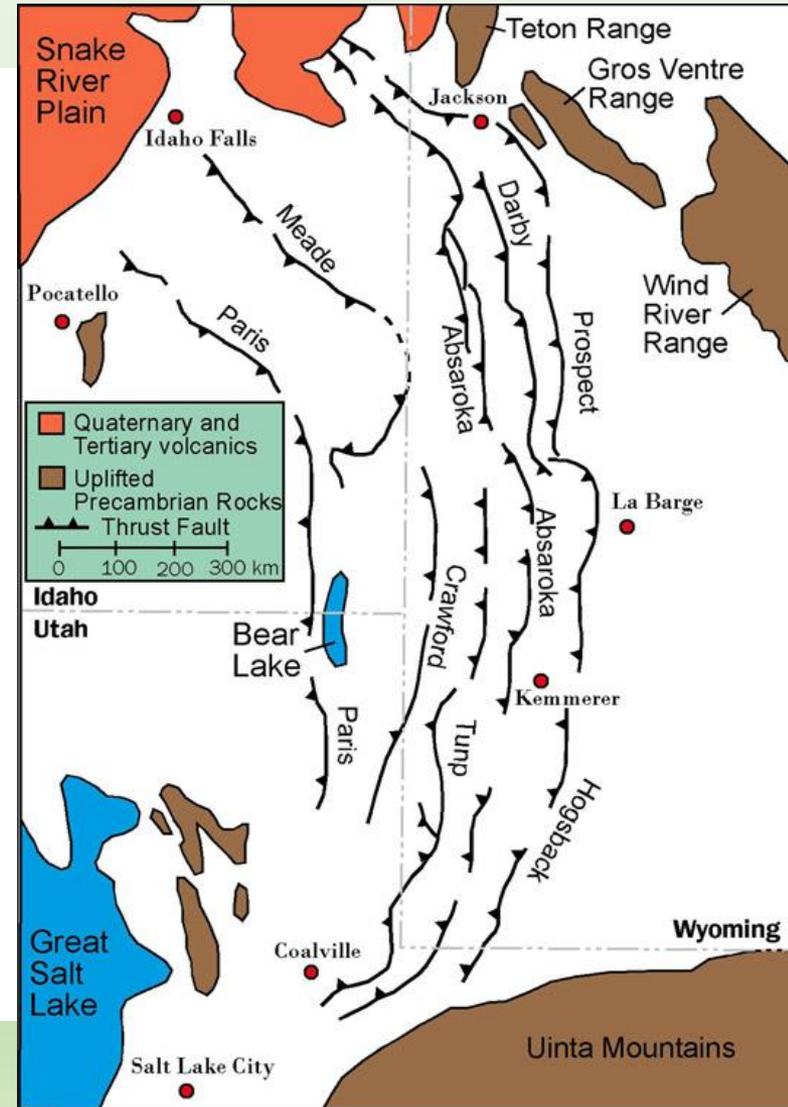
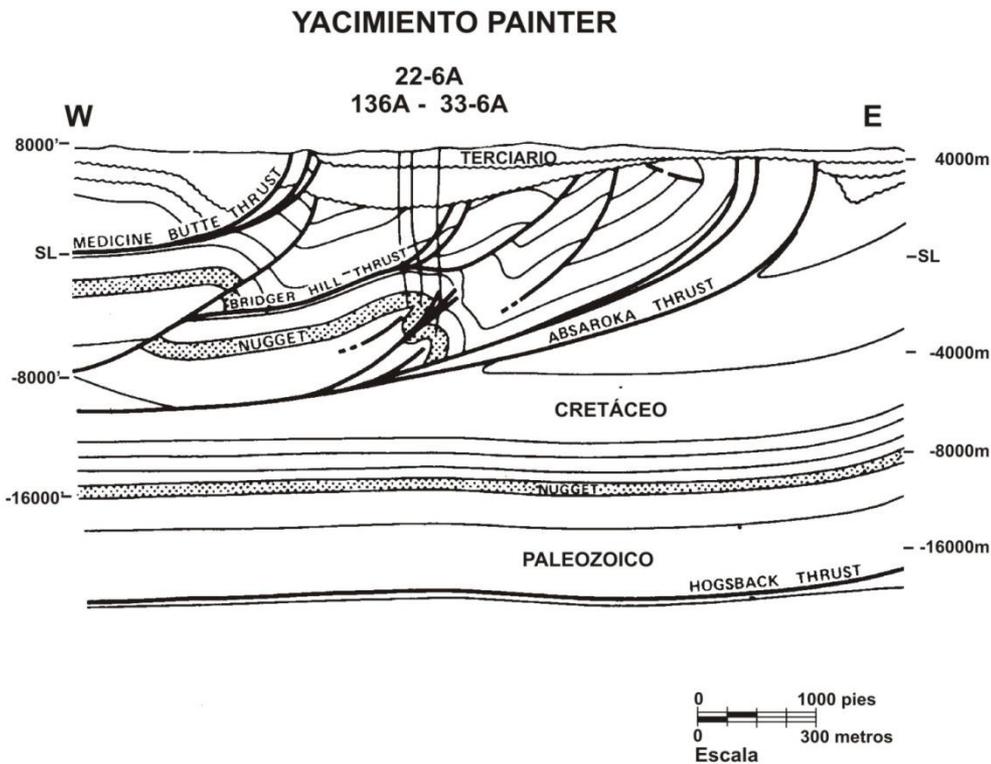
Estas fallas se forman a lo largo de márgenes de placas constructivas, es decir, a lo largo de las dorsales meso-oceánicas.

# SISTEMAS DE FALLAS NORMALES. GRABEN Y HORST



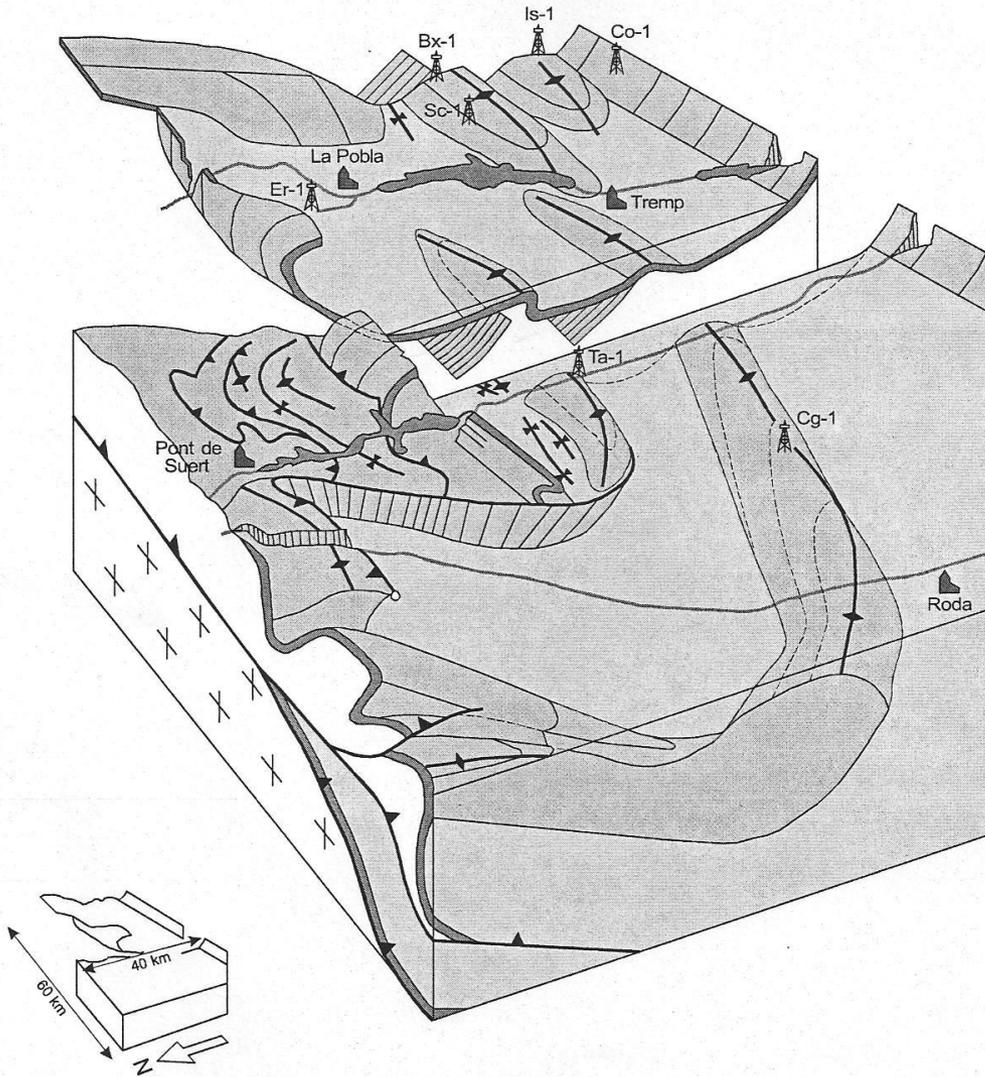
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

# FALLAS DE CABALGAMIENTO

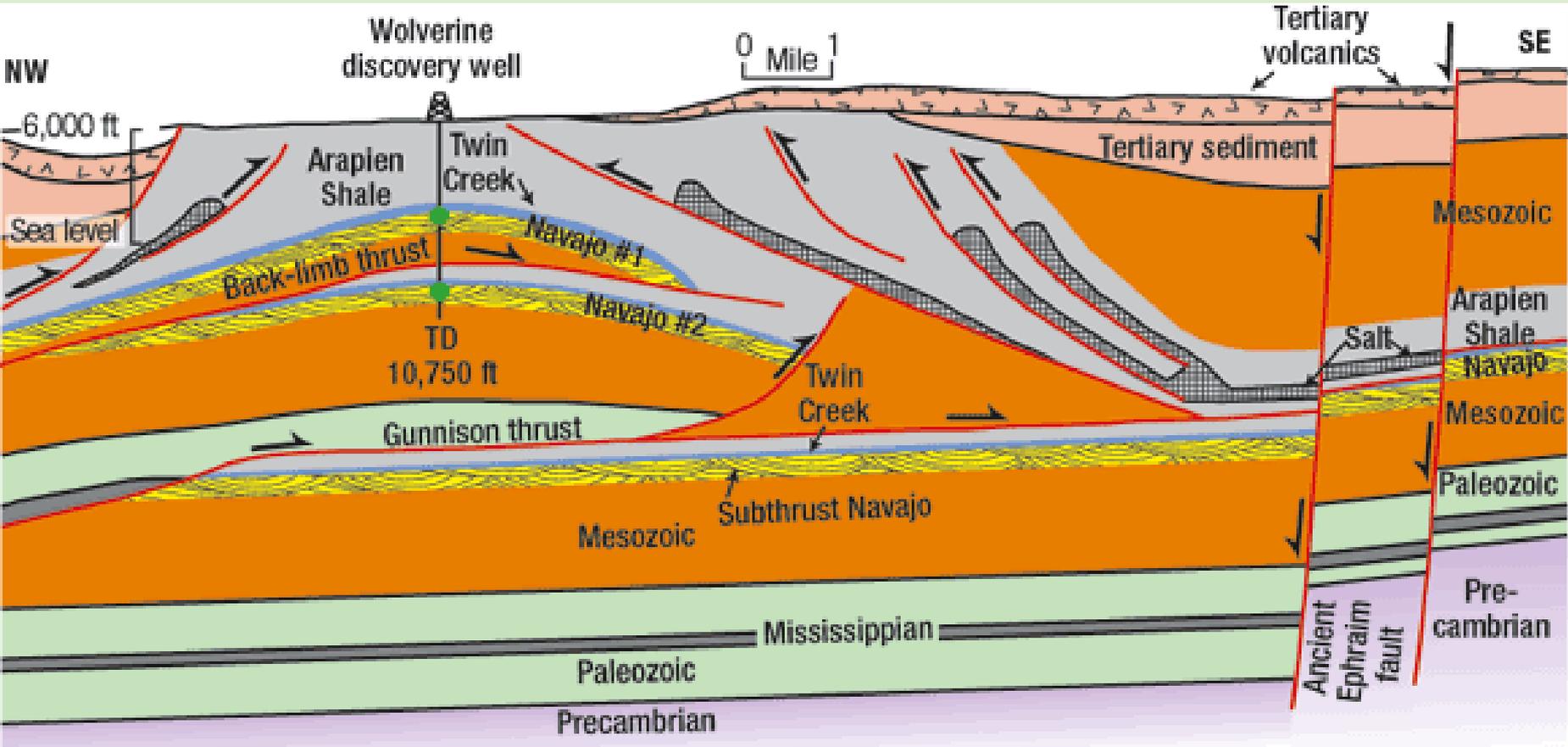


Map of Fold and Thrust Belt redrawn from Armstrong and Oriol (1986).

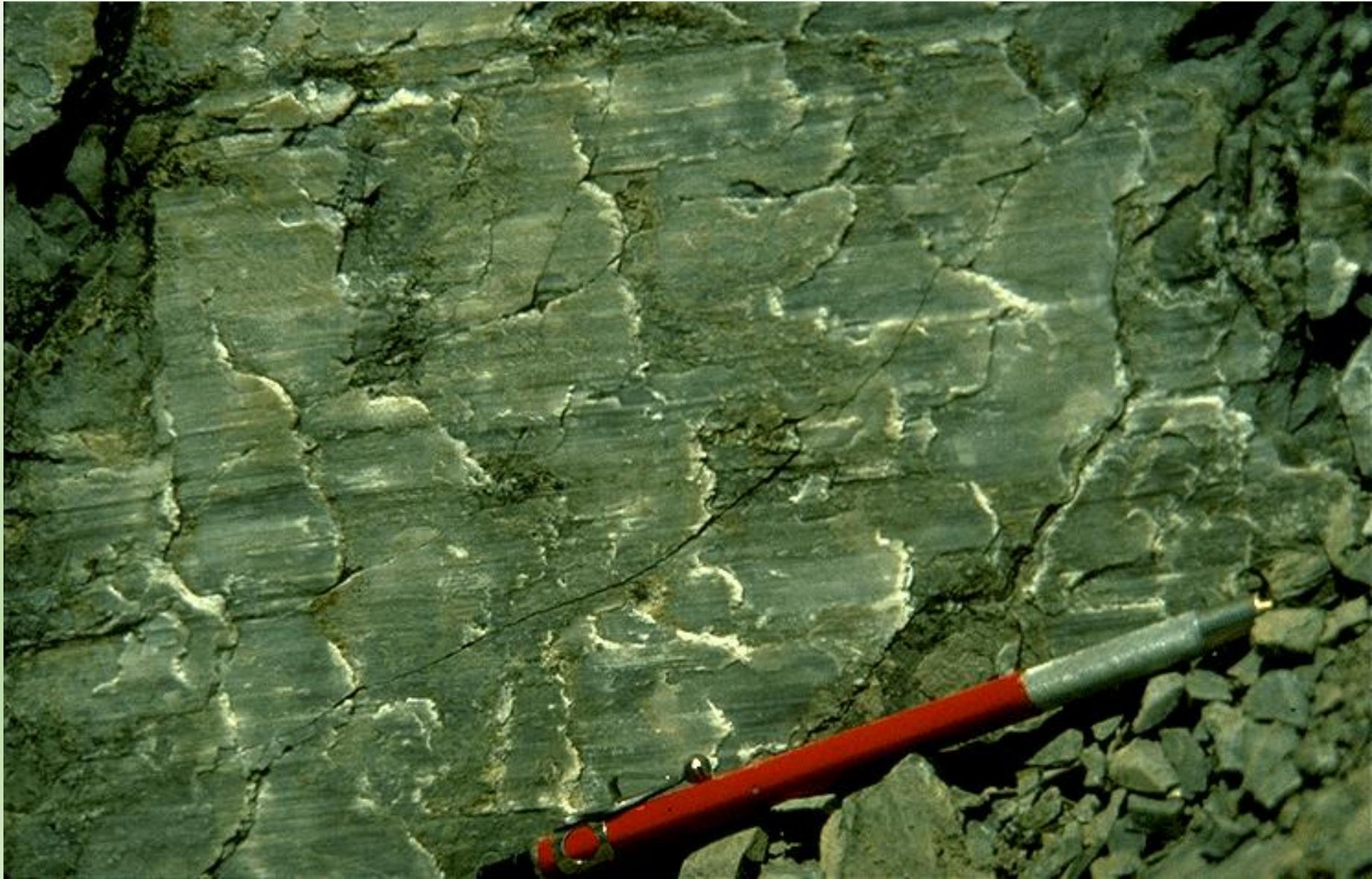
# Capítulo 5 ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LA LAMINA CABALGANTE DE BOIXOLS EN PONT DE SUERT



# SUBTHRUST ANTICLINE TRAP



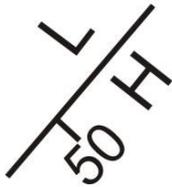
# ESTRIAS DE FRICCION



# SIMBOLOS CARTOGRAFICOS DE FALLAS



**Contacto geológico observado**



**Falla normal indicando el buzamiento del plano de falla, el bloque hundido y el bloque levantado**



**Falla de rumbo indicando la dirección del desplazamiento**



**Falla de cabalgamiento**



**Falla inferida, localización aproximada**



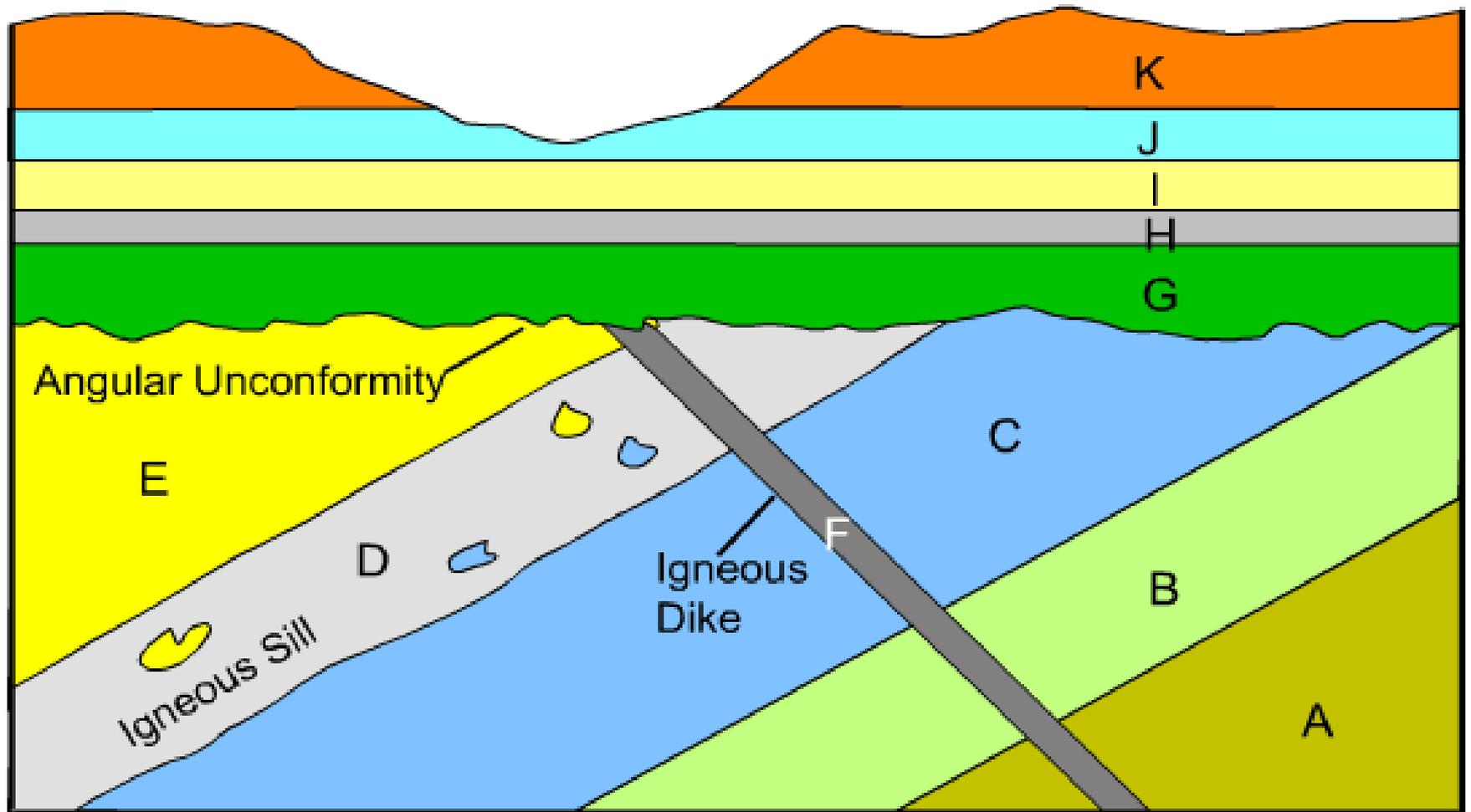
**Falla cubierta por sedimentos cuaternarios**

# DATAACION RELATIVA DE EVENTOS

- **PRINCIPIOS DE LA ESTRATIGRAFIA:**

1. Principio de superposición de estratos
2. Principio de horizontalidad de los estratos.
3. Principio de sucesión faunística
4. Principio de relaciones de corte
5. Principio de relaciones de inclusión

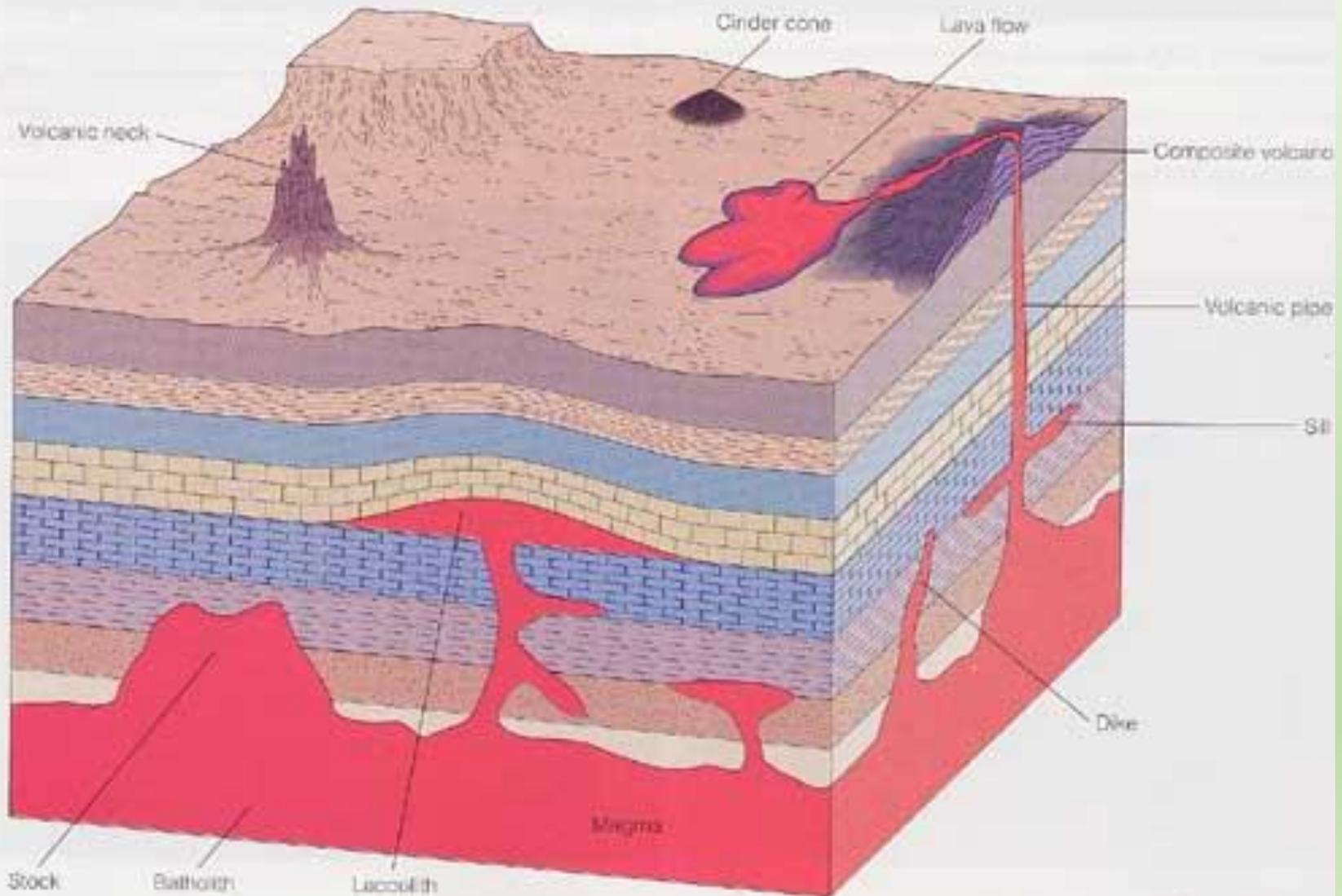
# Cross-Cutting Relationships



# SILL: INTRUSION CONCORDANTE



# TIPOS DE CUERPOS INTRUSIVOS



# IMPORTANCIA DE PLIEGUES Y FALLAS

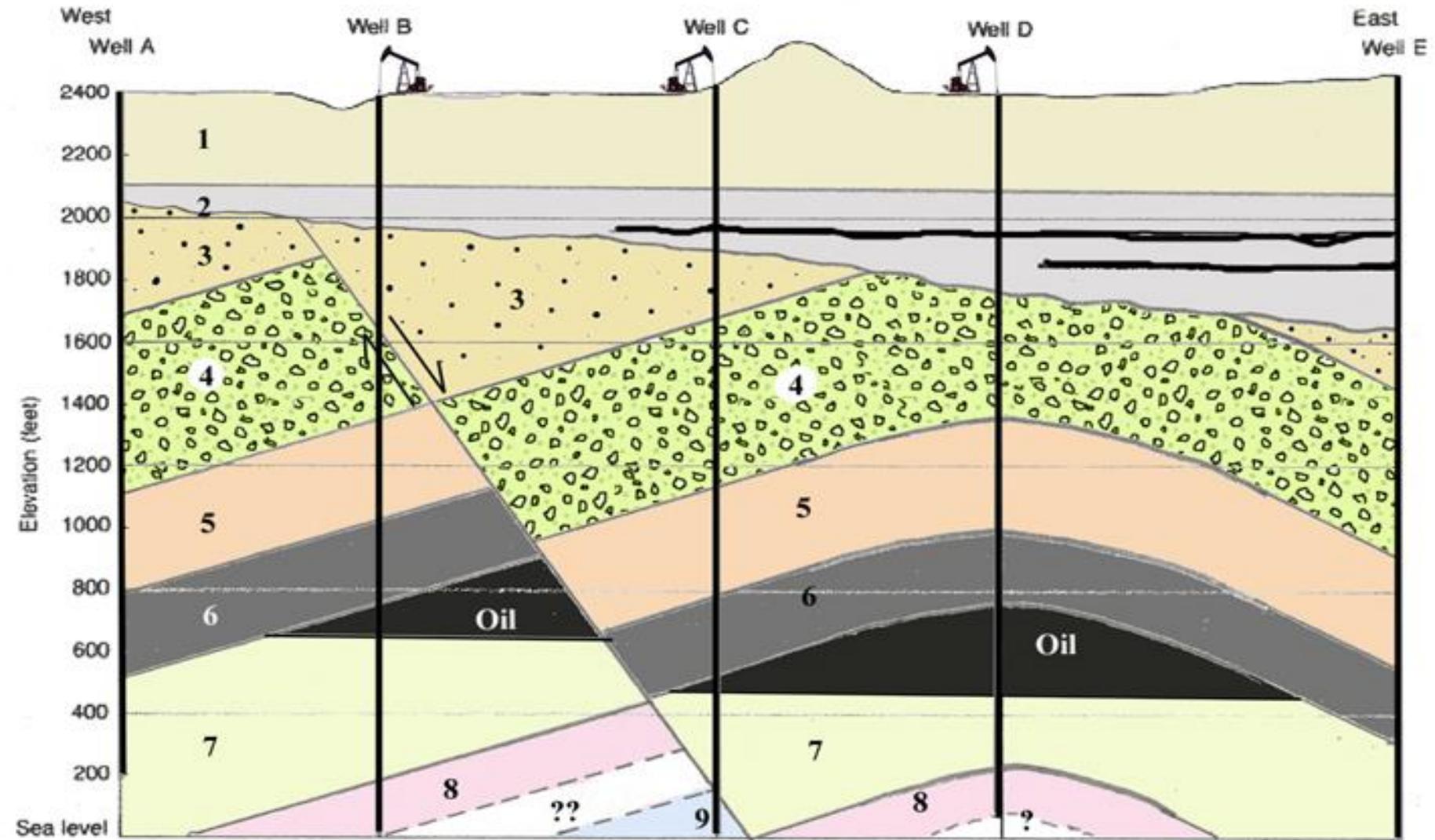


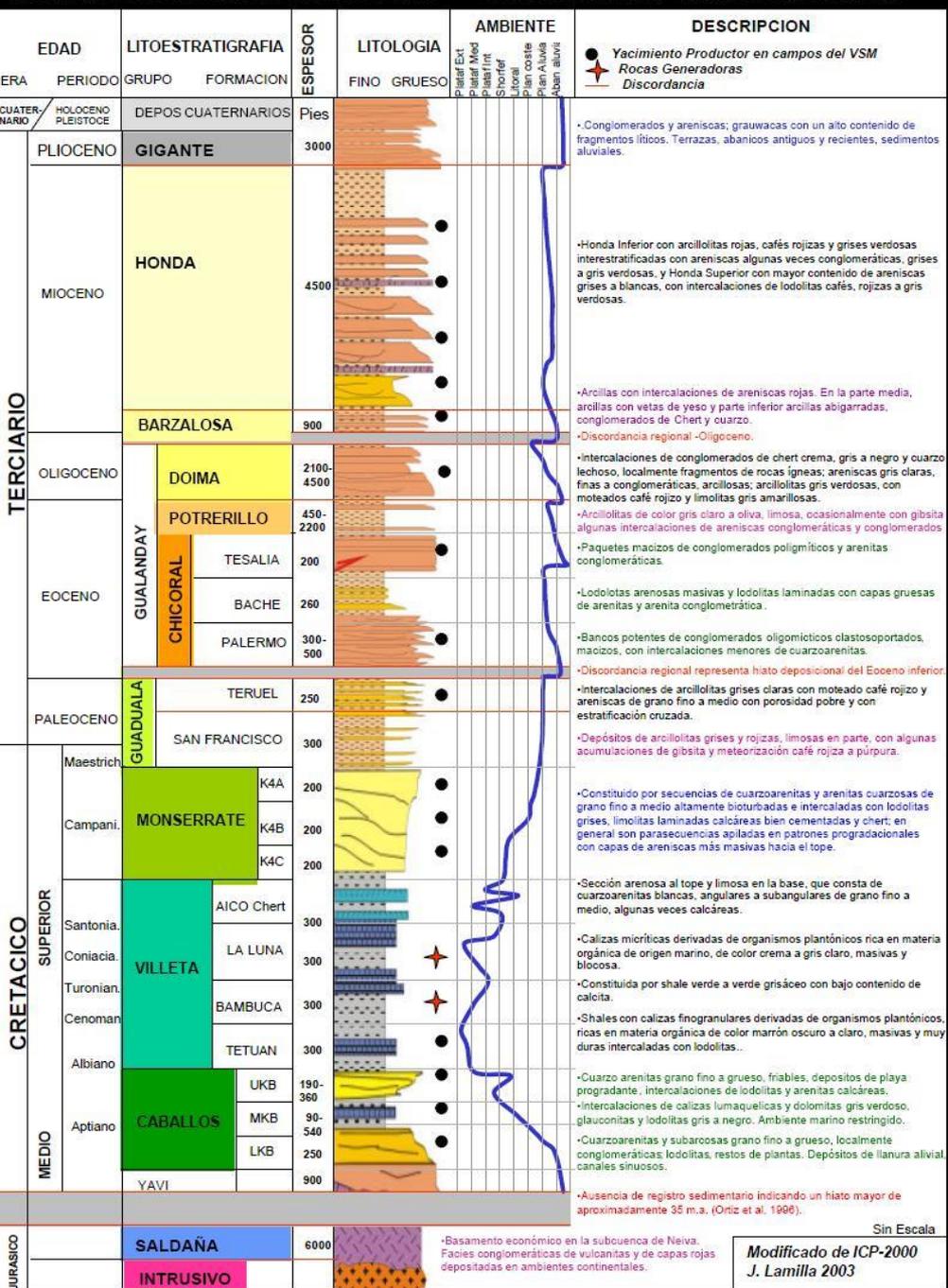
FIGURE 3 Cross section showing well locations.



## Escala de los tiempos geológicos

Eón	Era	Período	Época	Intervalo (Millones de años)	Duración (Millones de años)
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	- 0.01	0.01
			Pleistoceno	0.01 - 1.8	1.79
		Terciario	Plioceno	1.8 - 5	3.2
			Mioceno	5 - 23	18
			Oligoceno	23 - 37	14
			Eoceno	37 - 55	18
			Paleoceno	55 - 65	10
	Mesozoico	Cretácico	65 - 140	75	
		Jurásico	140 - 210	70	
		Triásico	210 - 250	40	
	Paleozoico	Pérmico	250 - 290	40	
		Carbonífero	290 - 360	70	
		Devónico	360 - 410	50	
Silúrico		410 - 440	30		
Ordovícico		440 - 500	60		
Cámbrico		500 - 590	90		
Precámbrico	Proterozoico	Superior	590 - 900	310	
		Medio	900 - 1600	700	
		Inferior	1600 - 2500	900	

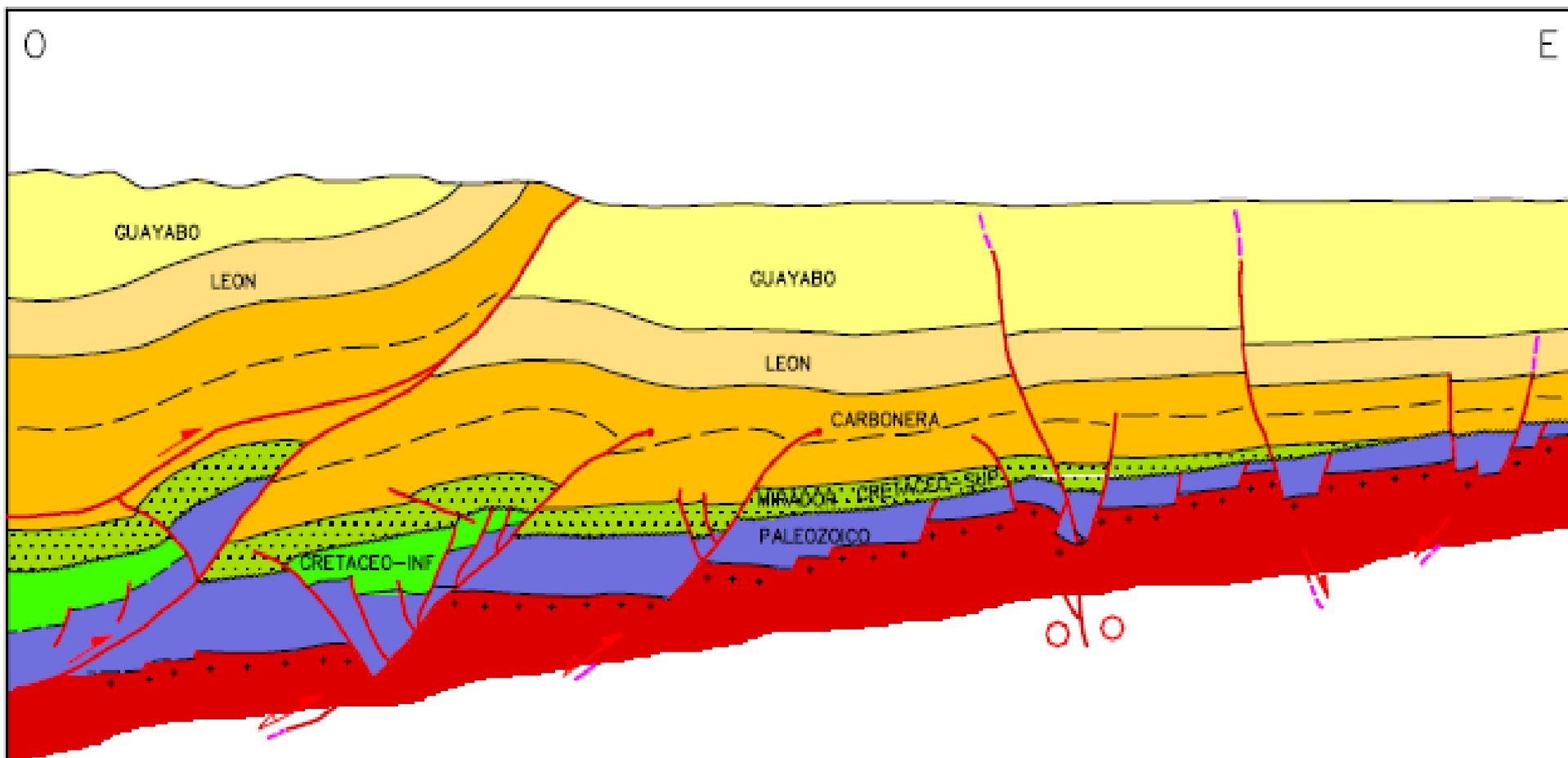
**COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA - CUENCA VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA**



# COLUMNA DEL VSM

Sin Escala  
Modificado de ICP-2000  
J. Lamilla 2003

# HERENCIA ESTRUCTURAL Y REACTIVACIÓN



1	PIEDEMONTES	"FOREDEEP"	CASANARE OCCIDENTAL	"PLATAFORMA"	CASANARE ORIENTAL VICHADA
2	CABALGAMIENTOS DE COBERTURA GRUESA Y DELGADA	INVERSION ESTRUCT.	INVERSION EST. PARCIAL	FALLAS DE RUMBO DEXTRALES (ORIENTACION NE-SO) SINISTRAS (ORIENTACION NS)	FALLAS NORMALES FUERTE REACTIVACION POCA REACTIV.
3	CUSIANA, CUIPIAGUA, GUAYVO ...	CUMARAL, SUR CUSIANA, SUR GUAYVO ...	CHAPARRAL, UPIA ...	CENTAURO, LA PUNTA ...	CACHAMA, CAÑO BARRULIA ... PLANAS, STO.
4	FUERTE	COMPRESION ANDINA			MIGRACION DEL "FOREBULGE" → SUAVE

1: PROVINCIAS ESTRUCTURALES

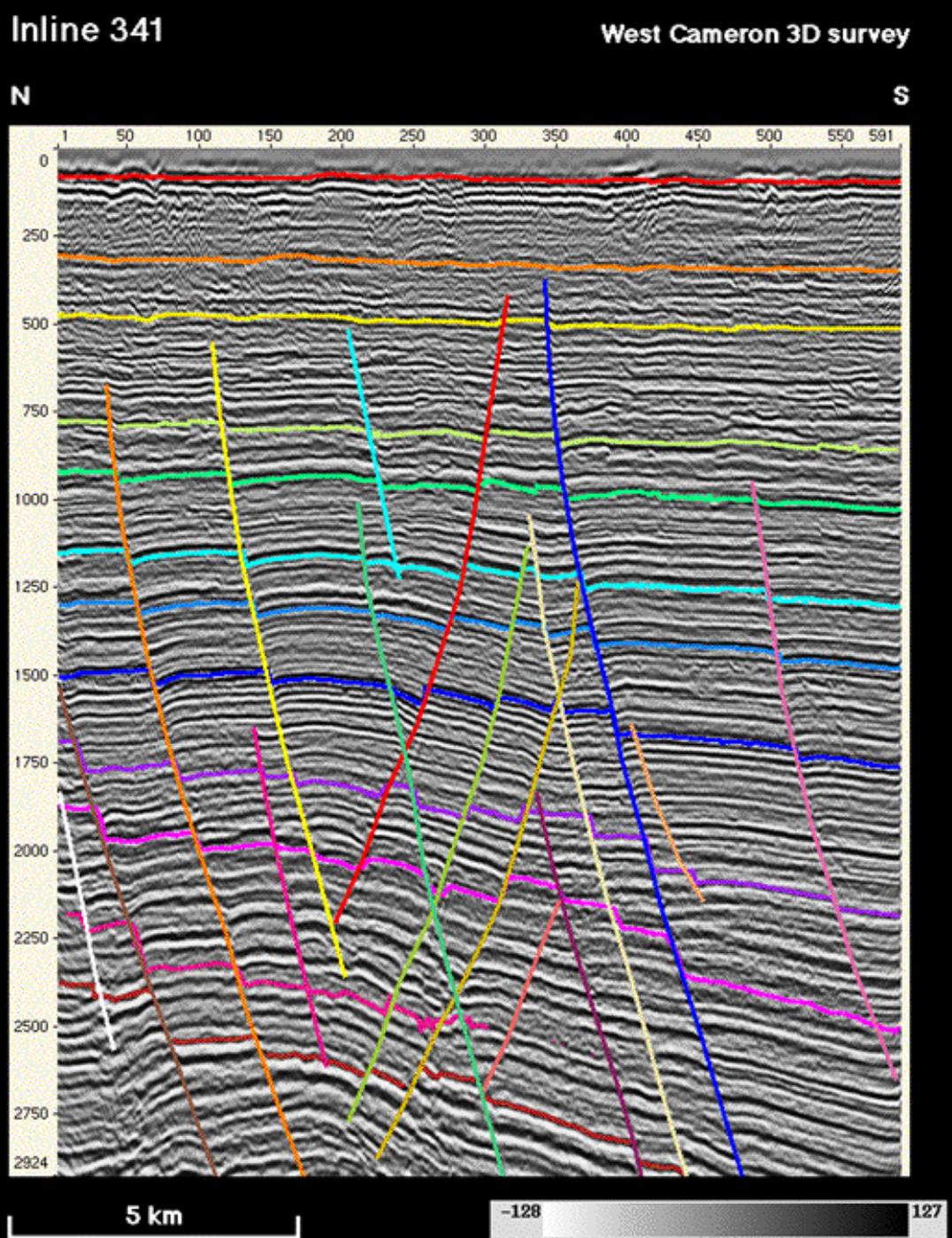
2: ESTILOS ESTRUCTURALES

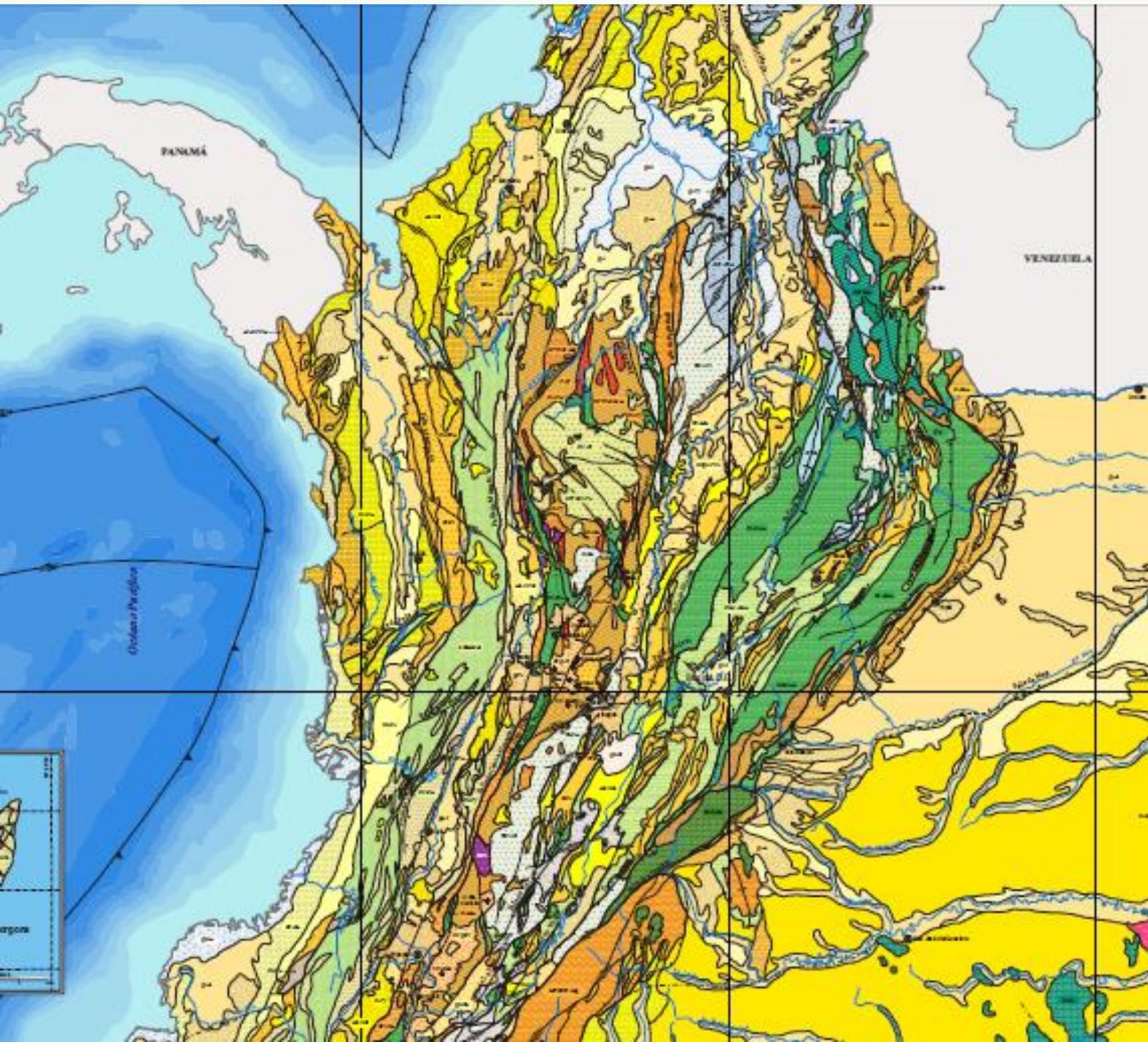
3: EJEMPLOS DE ESTRUCTURAS

4: MECANISMO DE REACTIVACION ANDINO

SIN ESCALA

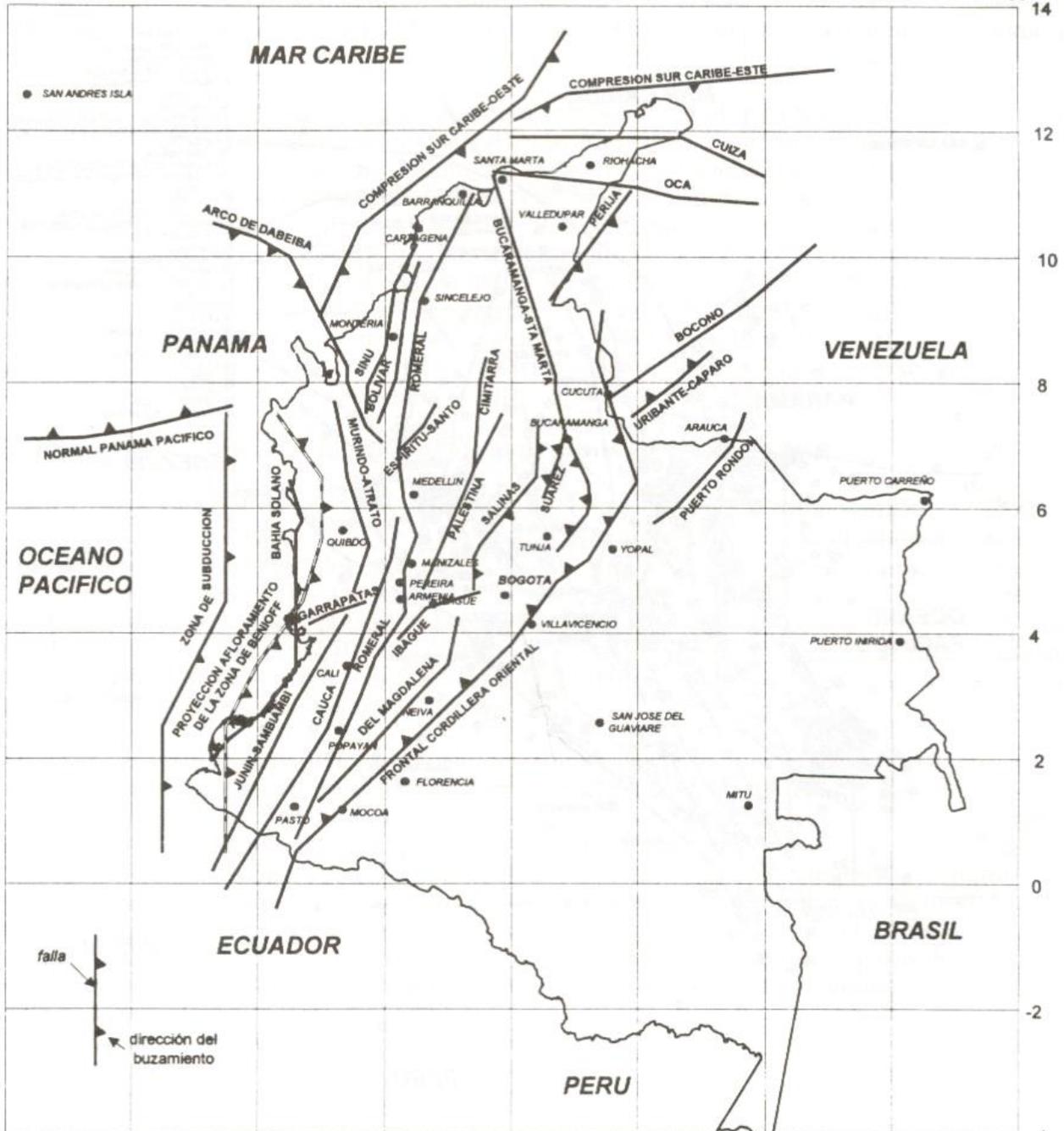
# FALLAS SINTÉTICAS Y ANTITÉTICAS





-82      -80      -78      -76      -74      -72      -70      -68      -66

14



12

10

8

6

4

2

0

-2

-4

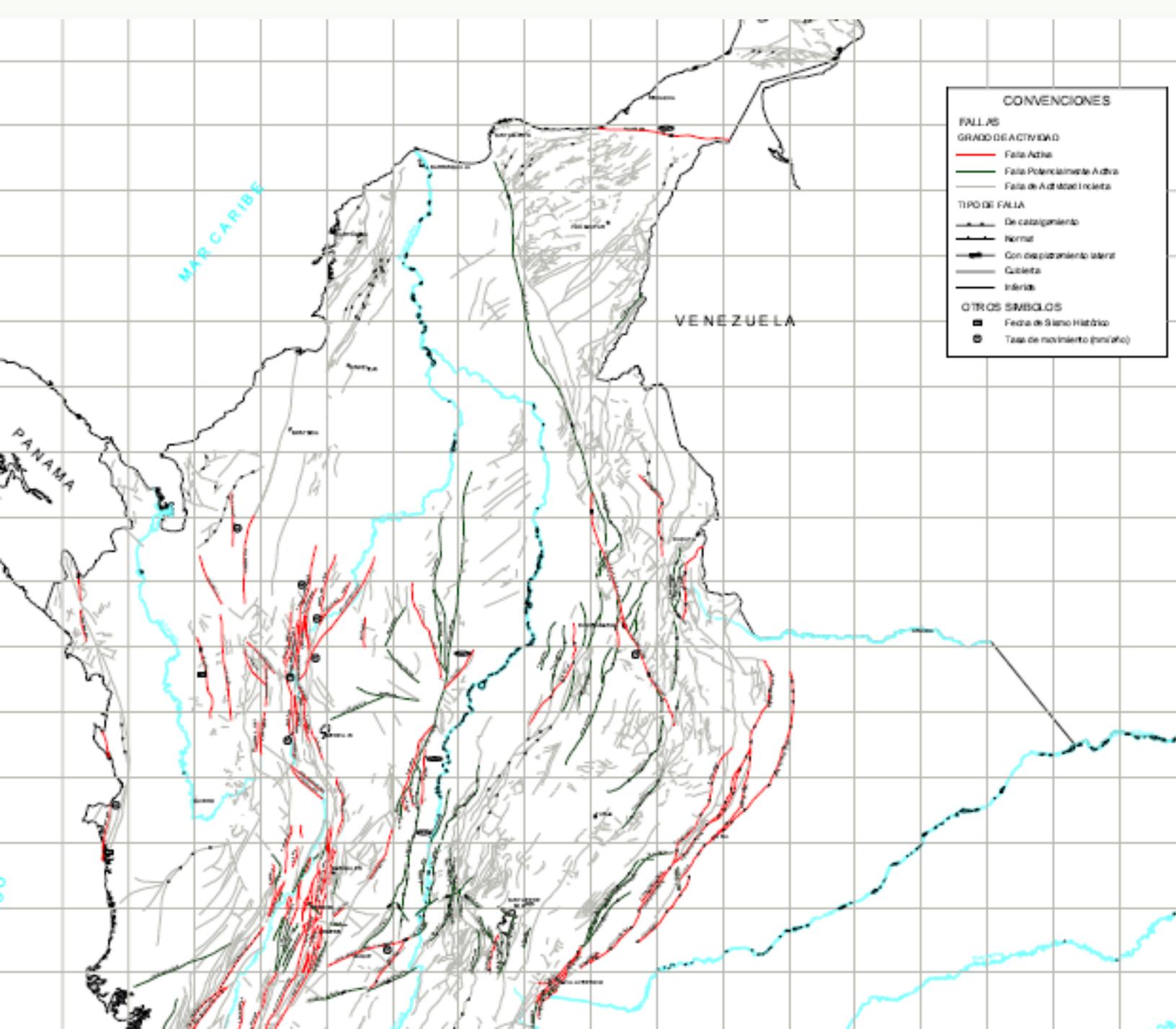
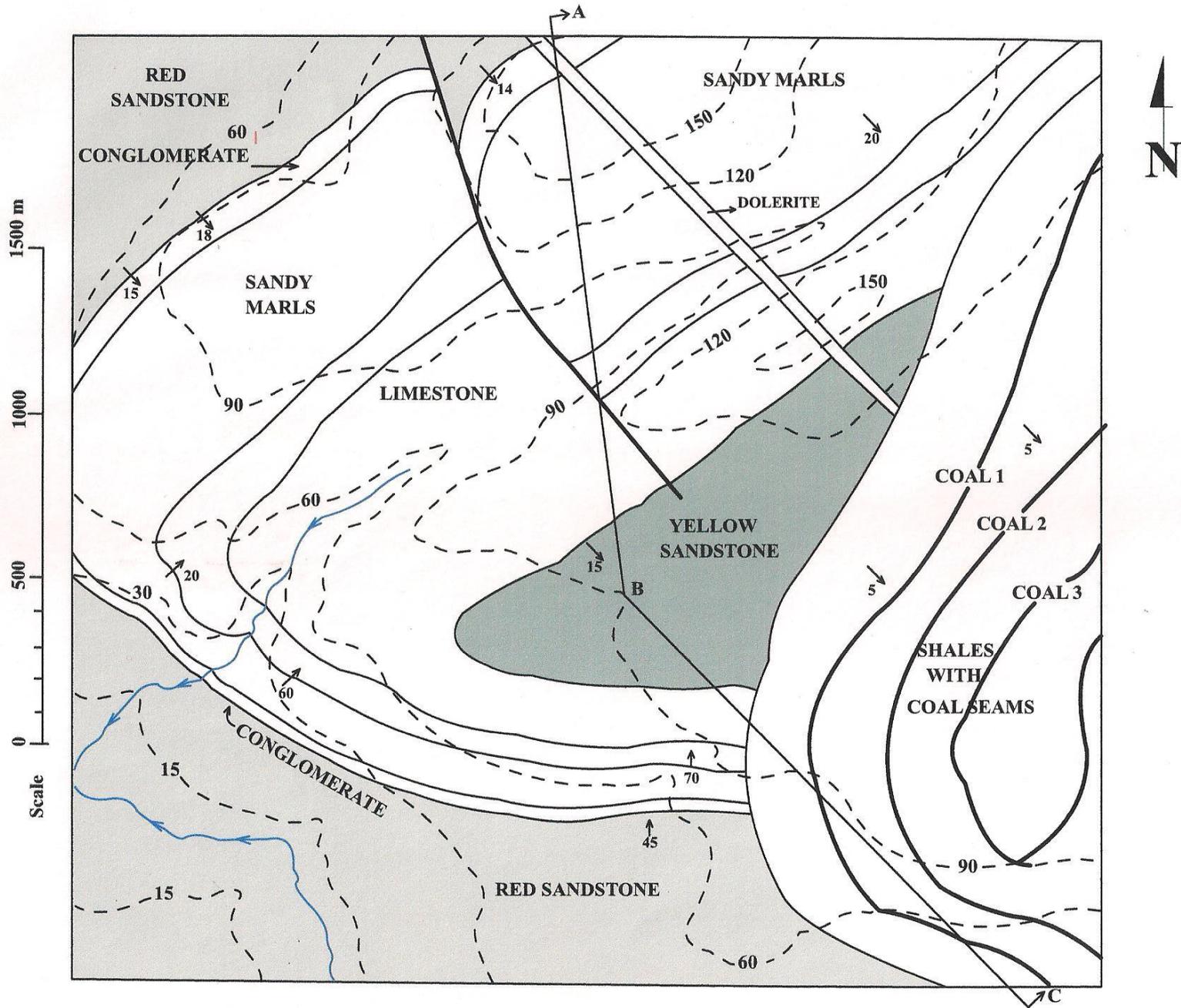




FIGURA 8



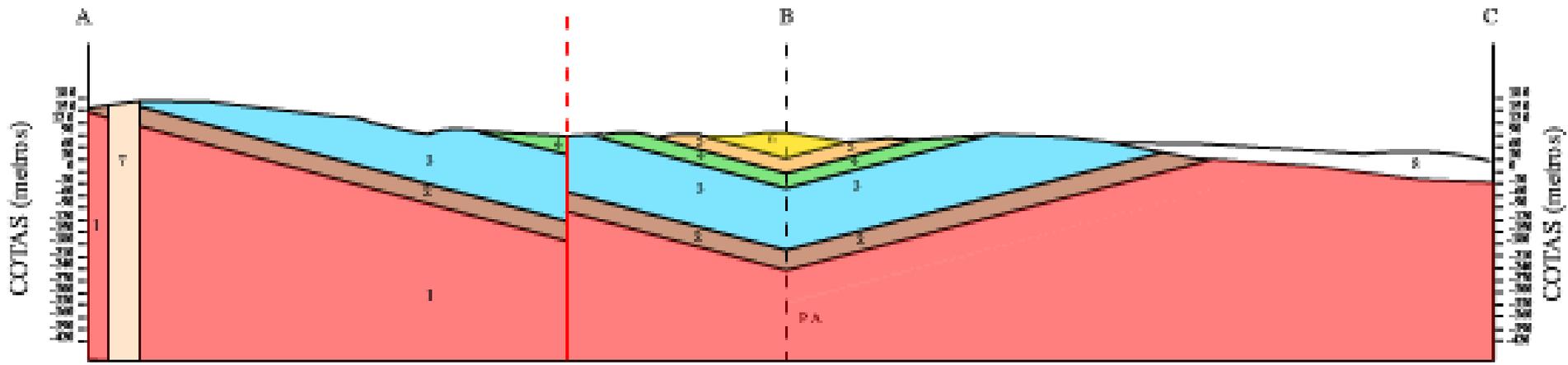
SCALE: 0 500 1000 1500 ft  
1 mile



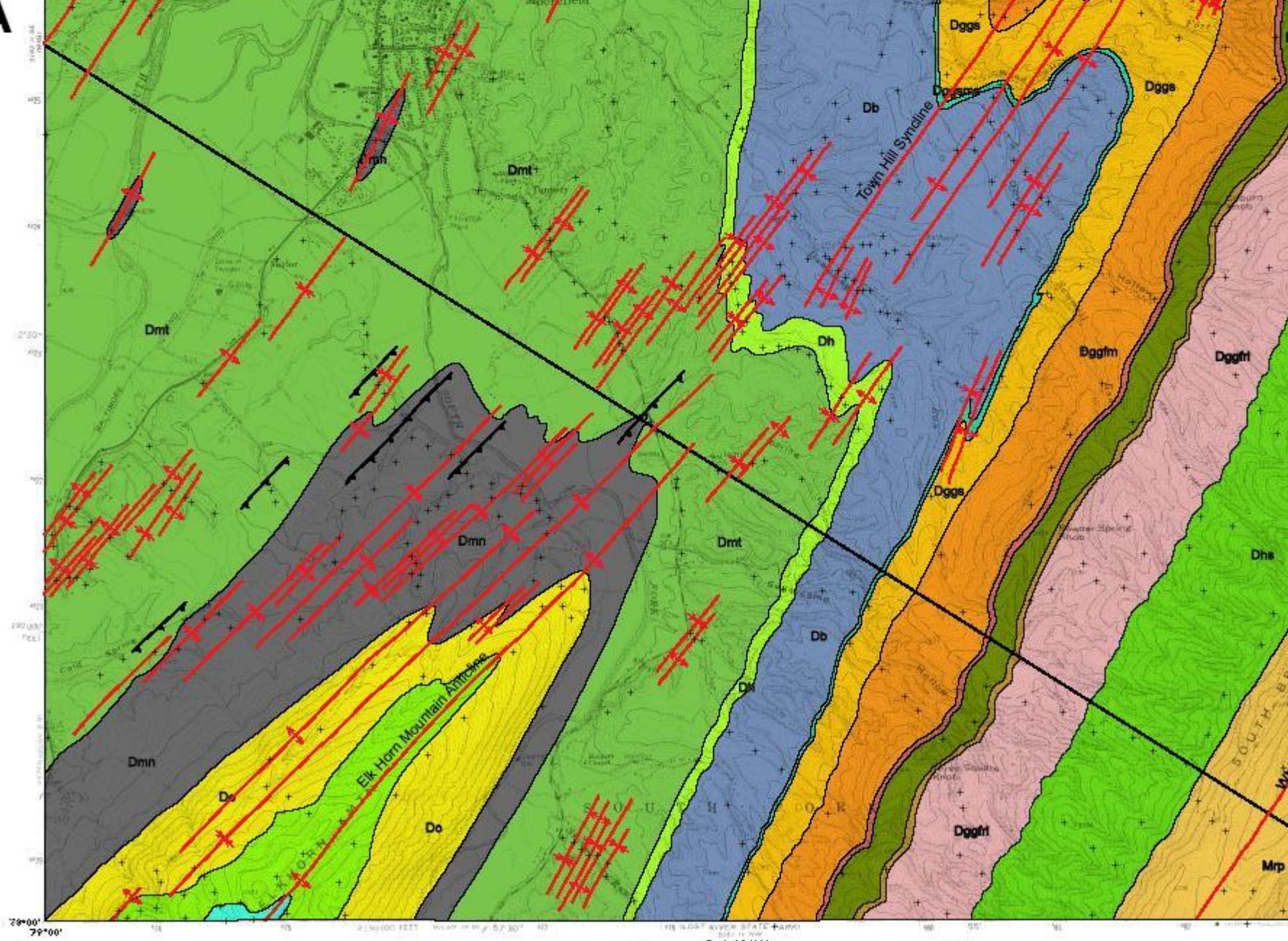
B/51

FIGURA 8 A

CORTE A-B-C



**A**



UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN

Scale 1:24000  
1 Mile  
1/2



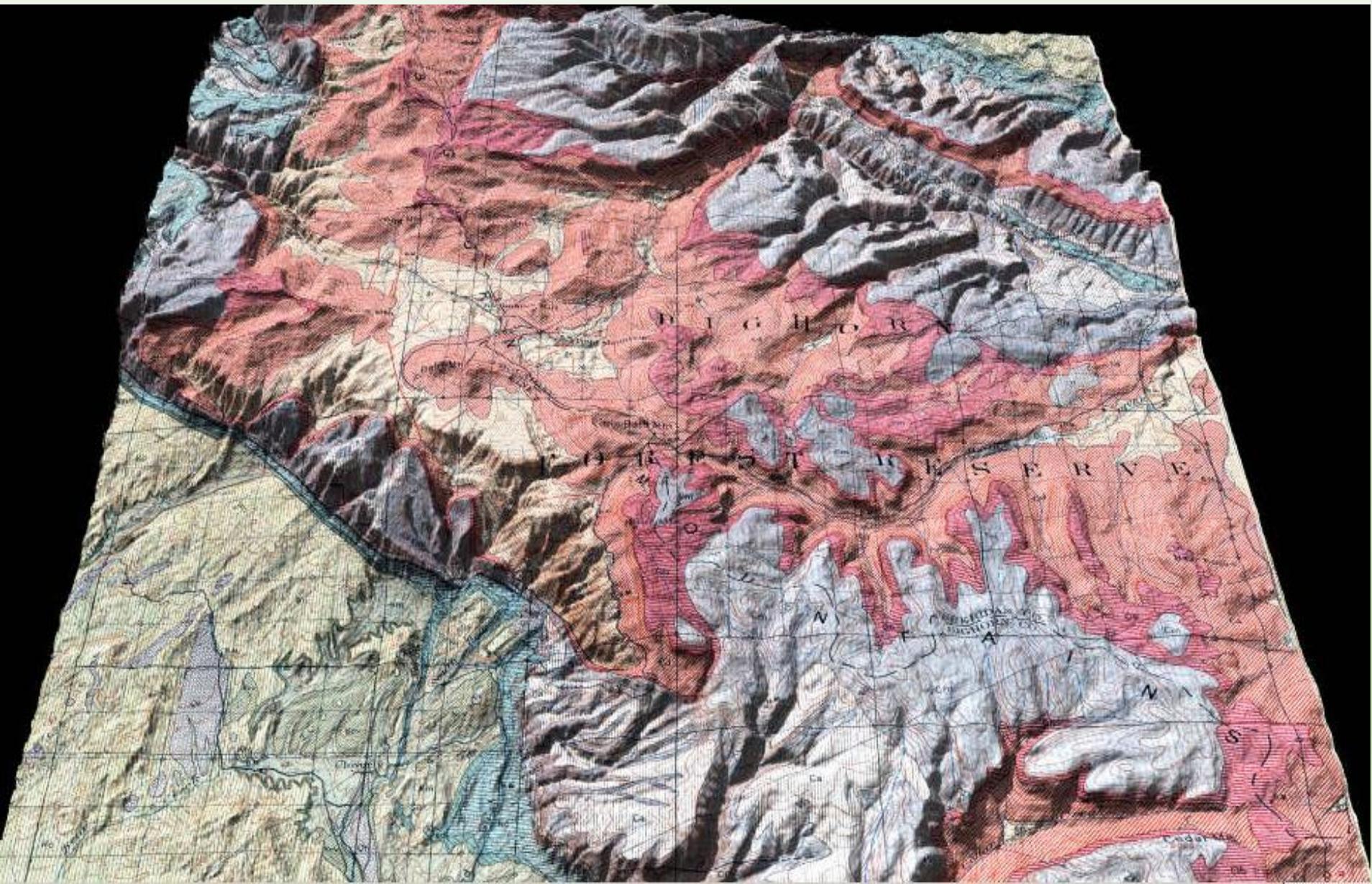
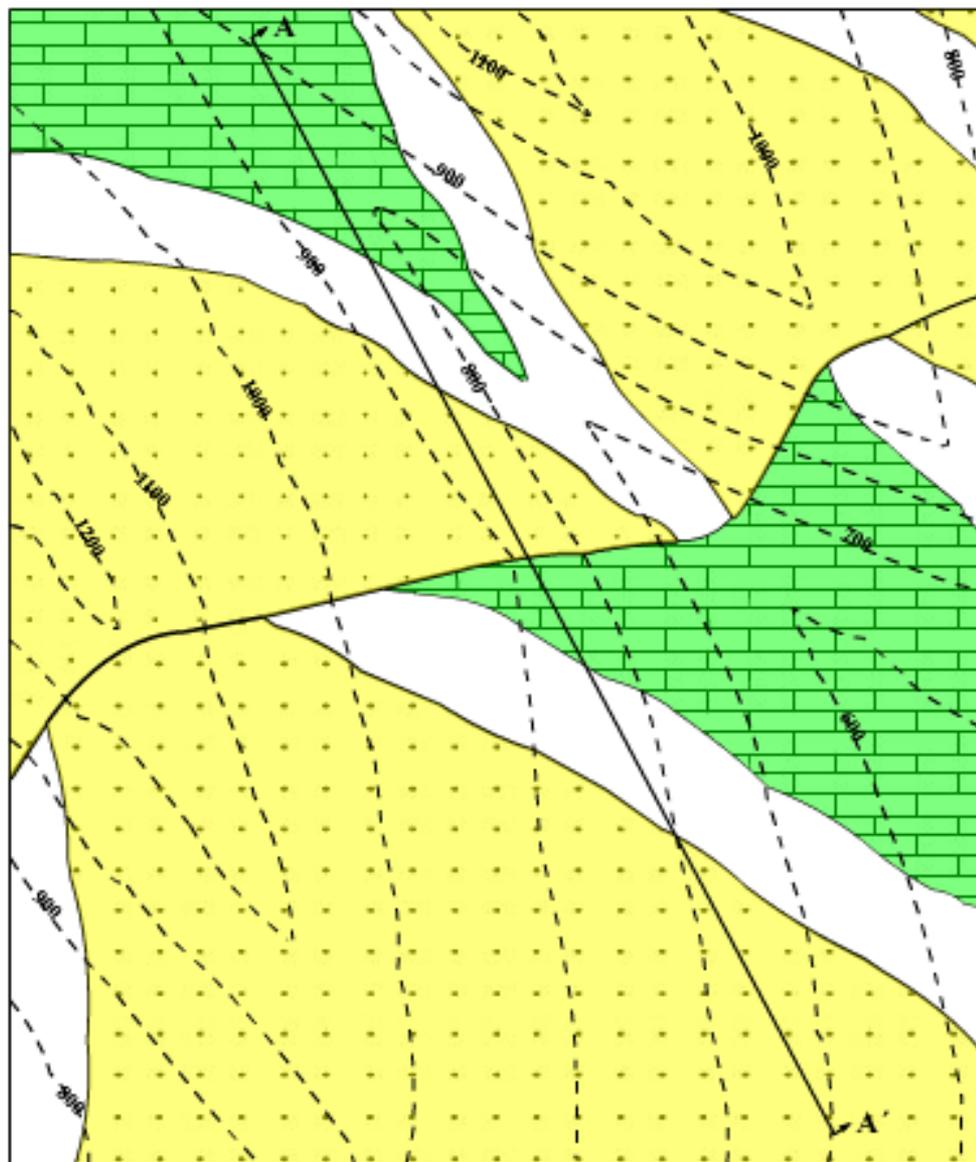
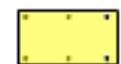




FIGURA 7



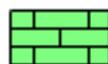
0 1000 ft



Arenisca



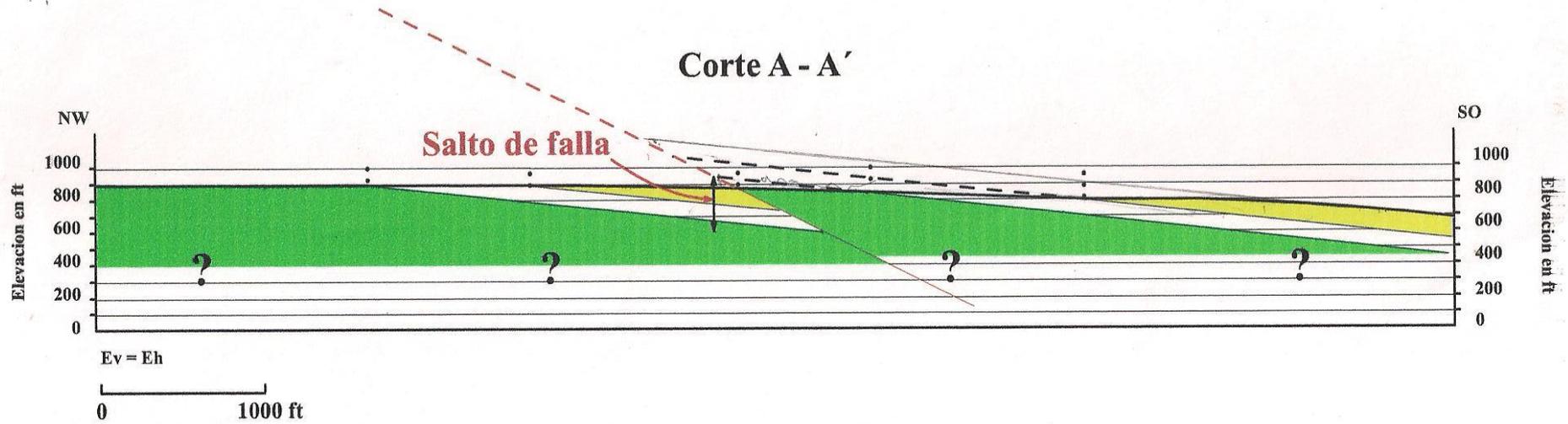
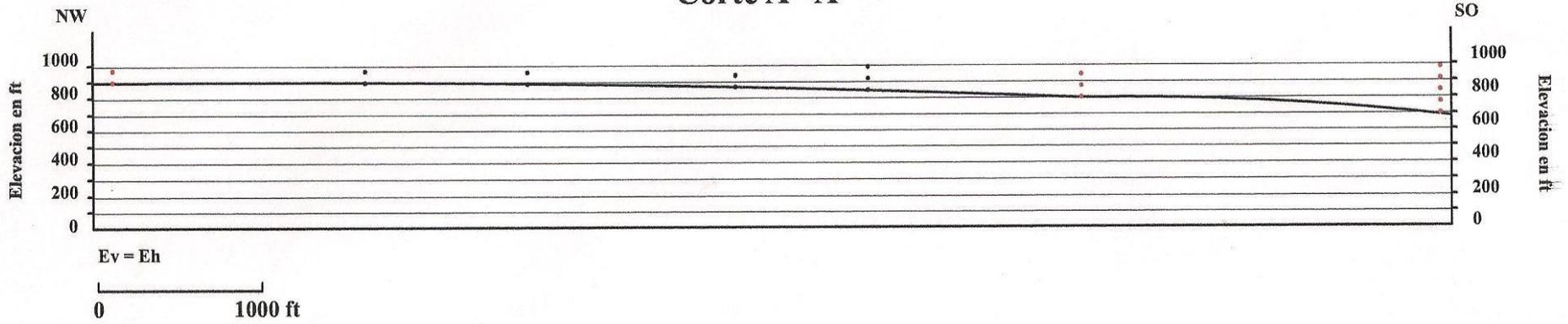
Lodolita



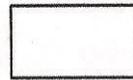
Caliza

FIGURA 7 C

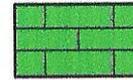
Corte A - A'



Arenisca



Lodolita



Caliza

TIPO DE FALLA?



FALLA ACTIVA!



# FALLA DE RUMBO ACTIVA



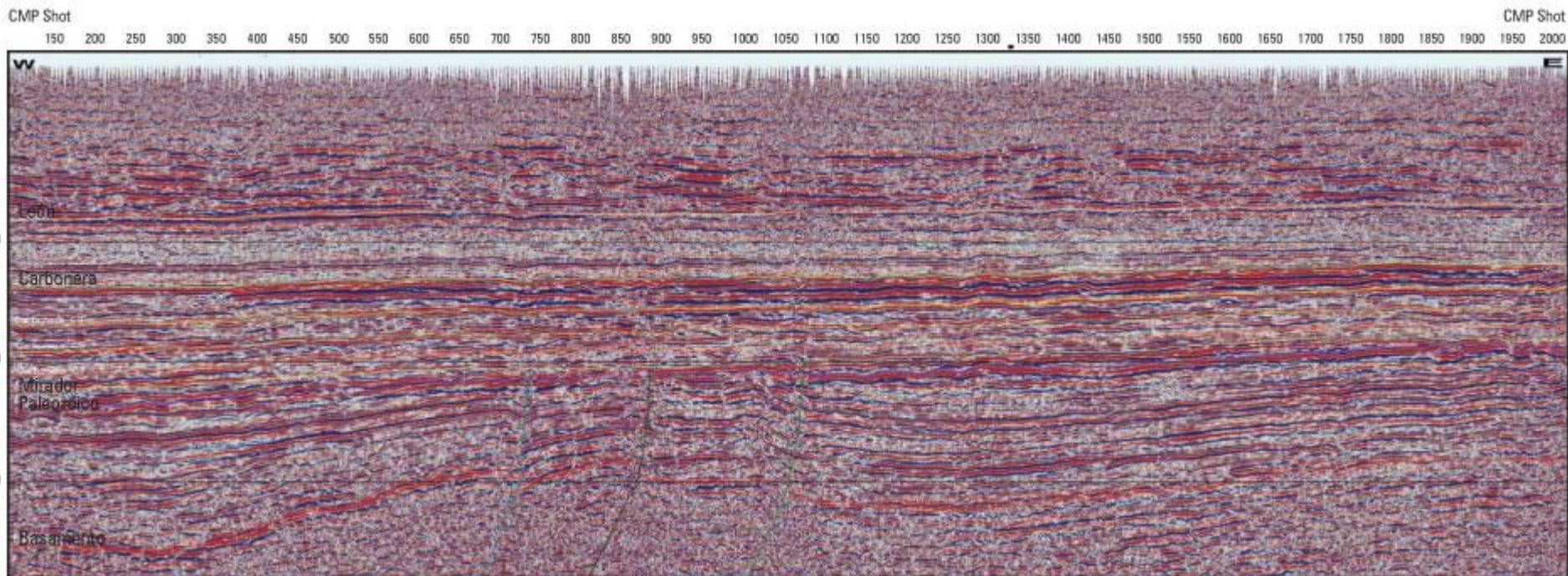
# FALLAMIENTO Y DIACLASAMIENTO



# ARENISCA FRACTURADA

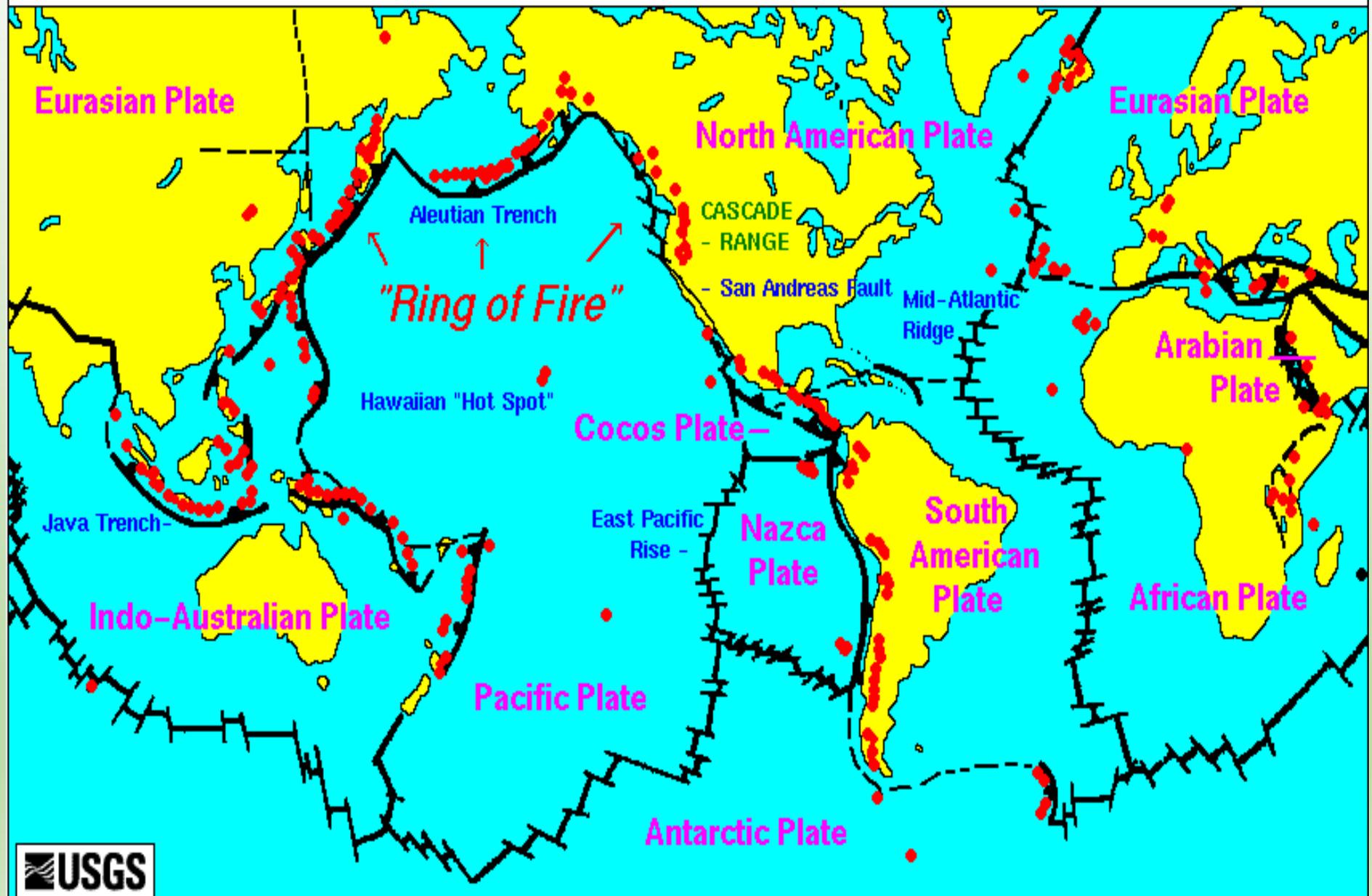


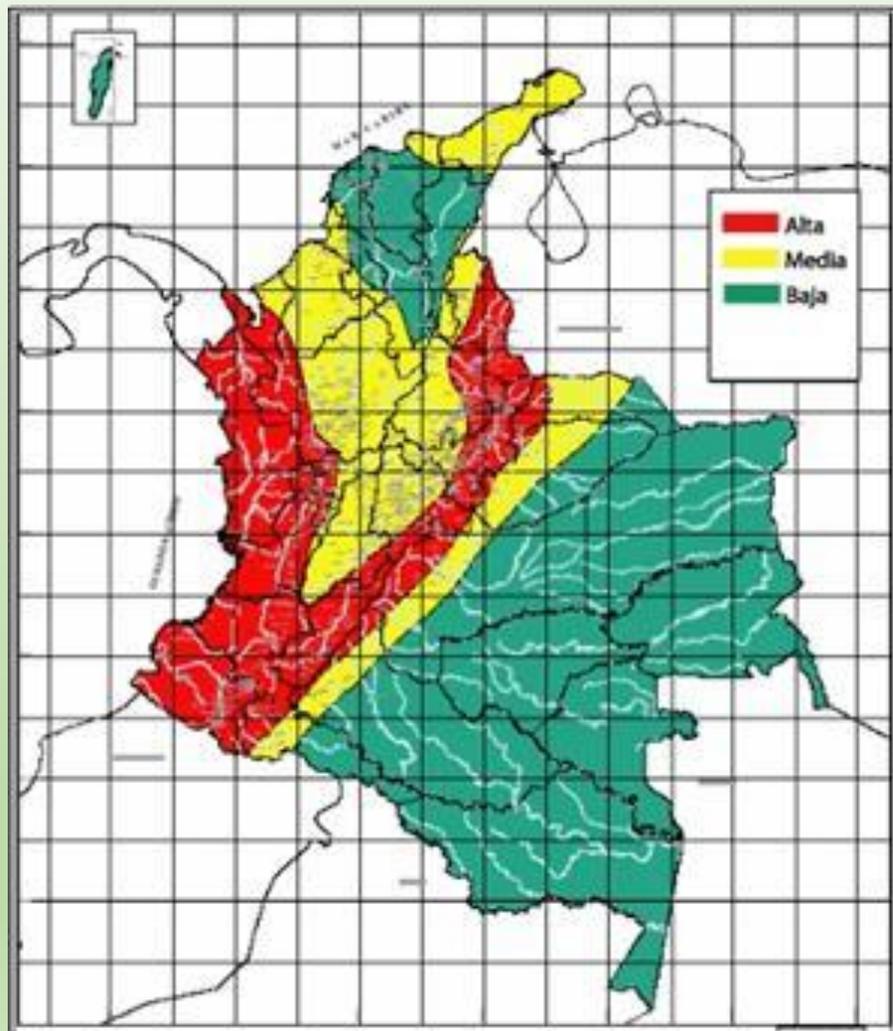
# SECCION SISMICA CUENCA LLO



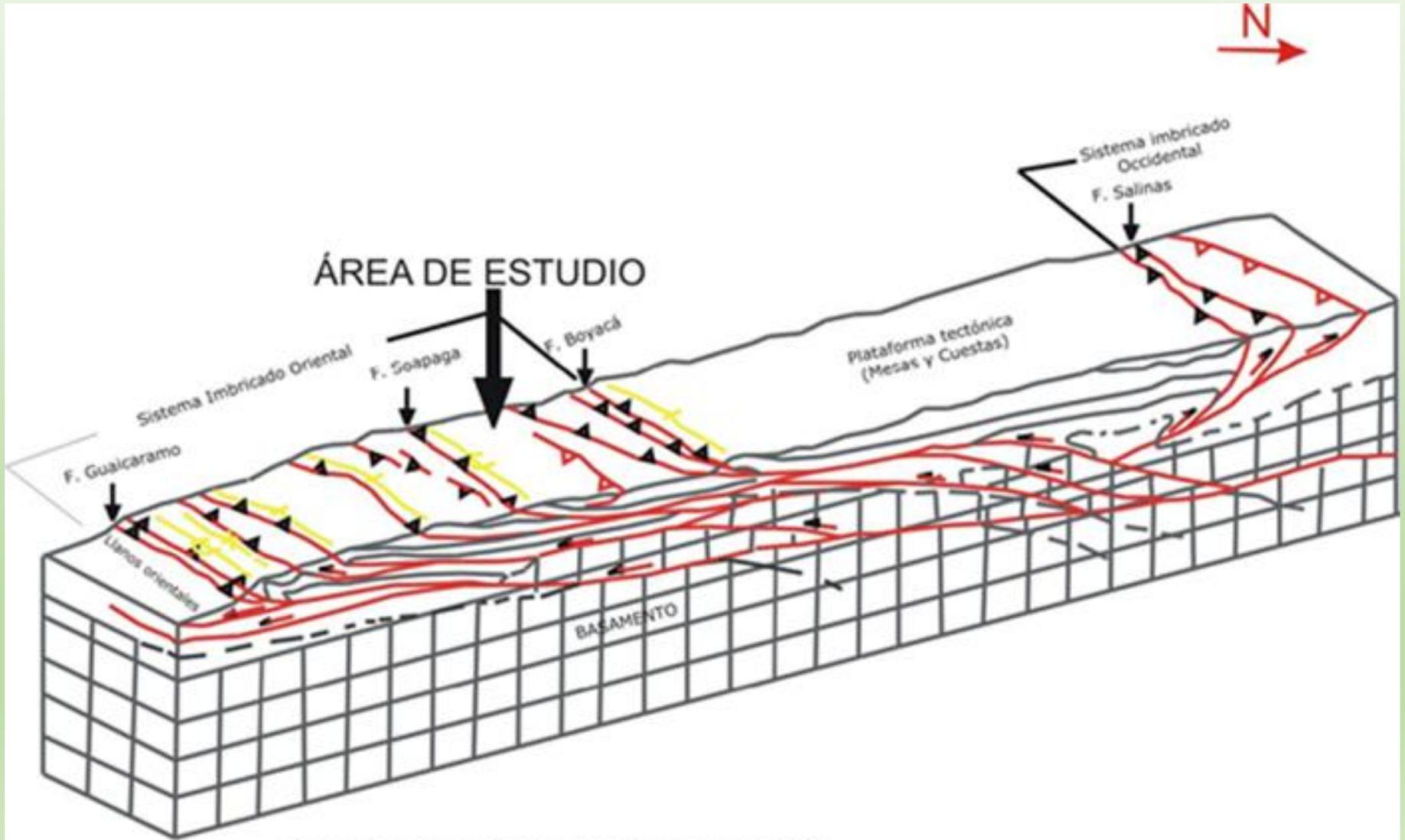


# Active Volcanoes, Plate Tectonics, and the "Ring of Fire"



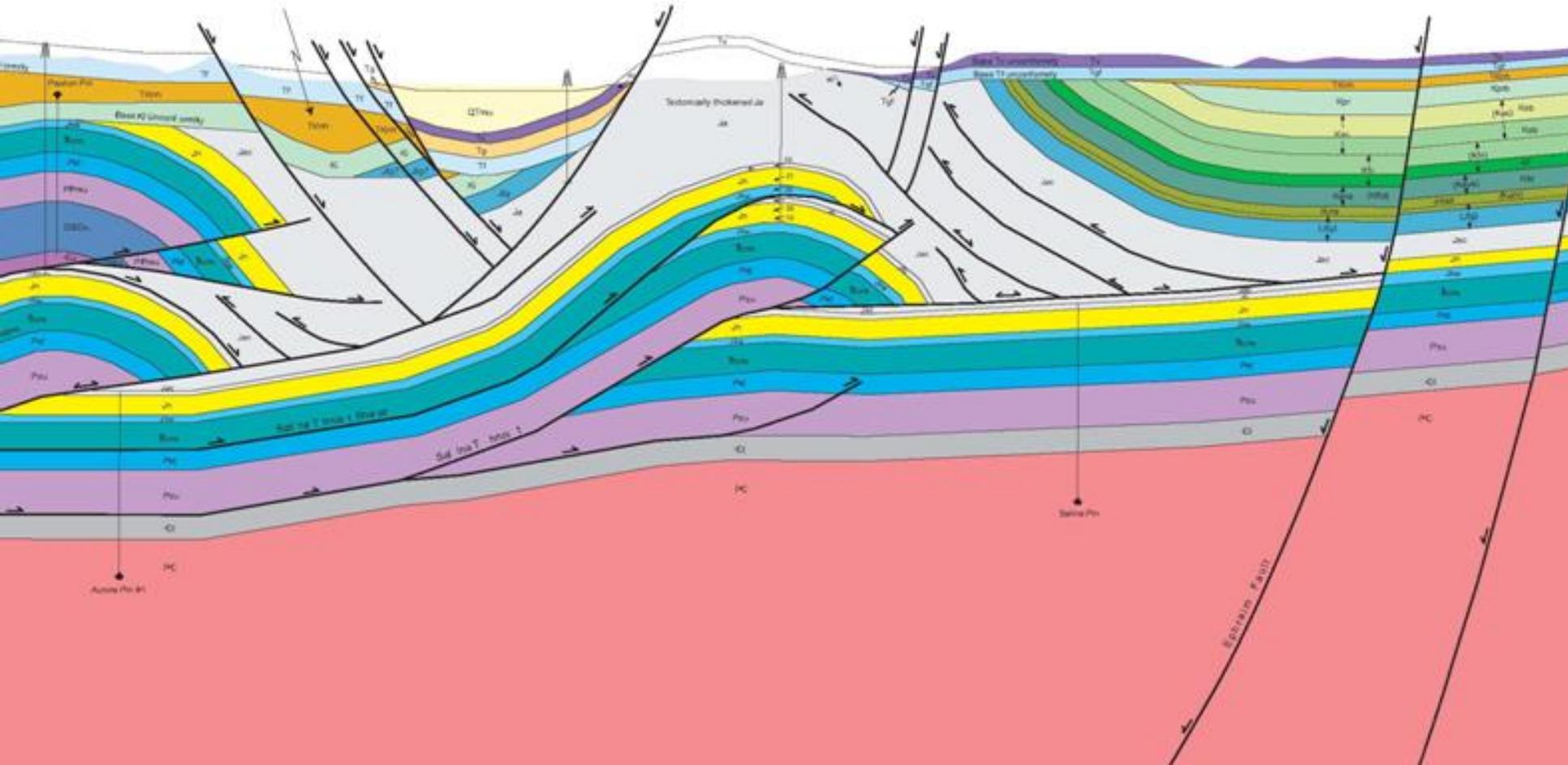


# FALLAS DEL PIEDEMONTES LLANERO



Modelo estructural de cordillera. Según Reyes (2001)

# Wolverine Federal Unit Post-Drill



SW

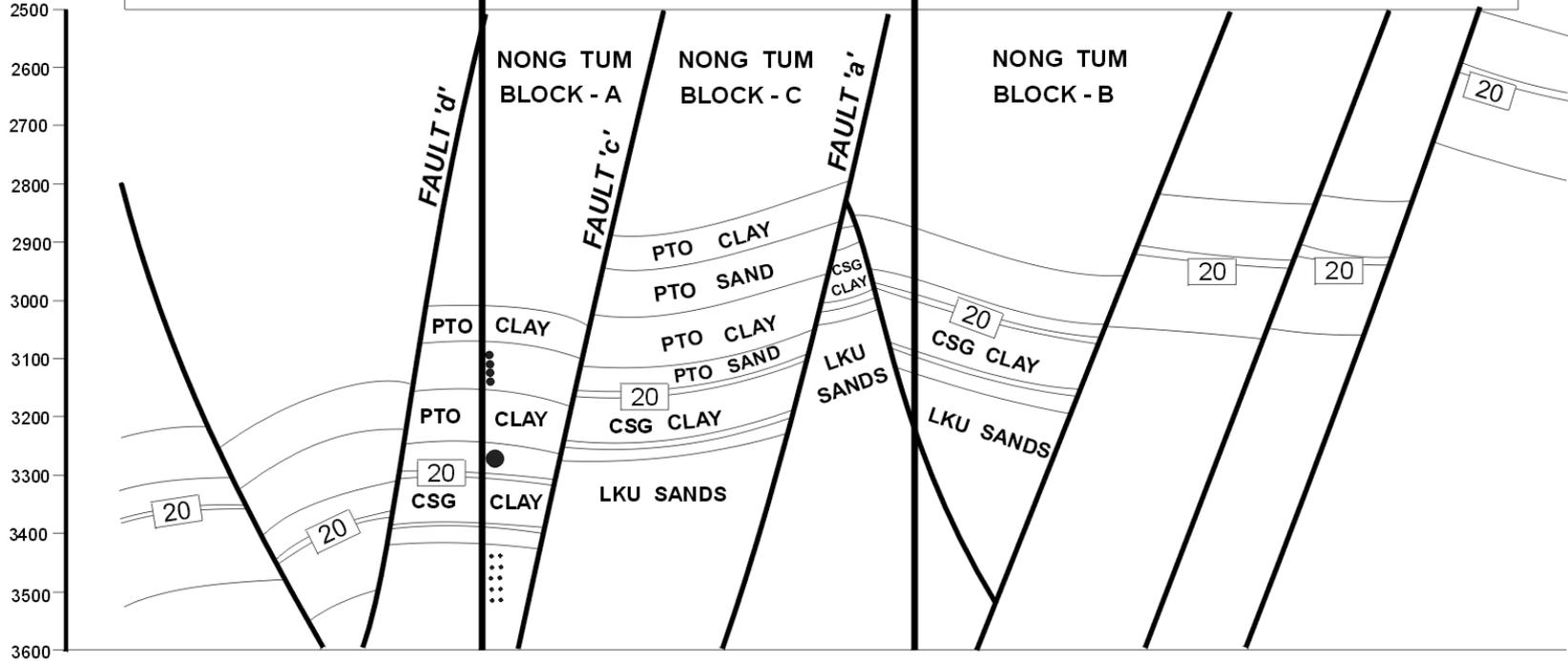
NTM - 1 (A)

NTM - 2 (B)

NE

DEPTH  
m (TVSS) LINE 340  
CDP 90

LINE 450  
CDP 250



THAI SHELL EXPLORATION AND PRODUCTION CO.LTD.	
BANGKOK	PRODUCTION

**STRUCTURAL CROSS SECTION  
ALONG WELL NTM - 1 (A) & NTM - 2 (B)**

SCALE 1 : 25,000

Author : EPX	Fig. 9	Date : APR. 1989
		Draw. No. : 19974

