

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE “CUNOR”  
CARRERA DE GEOLOGÍA**



**ESTRUCTURAS SECUNDARIAS**

**TERCER AÑO, QUINTO CICLO**

Kevin Carlos Chun Quinillo

**COBAN, ALTA VERAPAZ, FEBRERO DE 2015.**

---

## CONTENIDO

CAPITULO I.....	3		
1. Geología estructural.....	3		
CAPITULO II.....	4		
2. Estructuras secundarias.....	4		
2.1 Falla.....	4		
2.1.1 Falla Normal.....	5		
2.1.1.1 Horst.....	5		
2.1.1.2 Graben.....	6		
2.1.2 Falla inversa.....	6		
2.1.2.1 Cabalgamiento.....	7		
2.1.2.2 Sobre corrimiento.....	7		
2.1.2.3 Napas.....	8		
2.1.2.4 Klippe.....	8		
2.1.3 Lateral (desgarre).....	9		
2.1.3.1 Falla lateral Dextral.....	9		
2.1.3.2 Falla lateral Sinistral.....	9		
2.2 Fractura.....	10		
2.3 Foliación.....	10		
2.3.1 Lineación.....	11		
2.4 Pliegues.....	11		
2.4.1 Pliegue Anticlinal.....	13		
2.4.2 Pliegue Sinclinal.....	13		
2.4.3 Pliegue Anticlinorio.....	14		
2.4.4 Pliegue Sinclinorio.....	14		
2.4.5 Pliegue Monoclinal.....	14		
2.4.6 Pliegue Homoclinal.....	15		
2.5 Tipos de pliegue según la inclinación del plano axial.....	15		

# CAPITULO I

## 1. Geología estructural

Es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron; también es importante su identificación, descripción y representación gráfica en mapas y secciones geológicas. Las estructuras geológicas, las podemos estudiar a nivel microscópico (microscopio petrográfico y estereoscópico), en láminas delgadas, en una muestra de mano, en un afloramiento o como un rasgo mayor en una fotografía aérea o en una imagen de satélite; por lo que se describen también como microestructuras, mesoestructuras y macroestructuras.

Las estructuras geológicas se encuentran en cualquier tipo de roca y se forman en todos los ambientes geológicos. Presentan características distintivas relacionadas con su origen, tiempo de formación y tipo de material, por lo que se dividen en estructuras primarias y secundarias, sin embargo la Geología Estructural se encarga de estudiar únicamente a las estructuras geológicas producto de la deformación [1].

Las deformaciones de las rocas pueden denominarse según el origen de los esfuerzos o forma de aplicación de las cargas. Los principales esfuerzos tectónicos son tres tipos (Fig.1):

- Compresión: producido por fuerzas que actúan convergentemente en una misma dirección.
- Distensión (tensión, estiramiento o tracción): producida por fuerzas divergentes que actúan en una misma dirección.
- Cizallamiento: originado por fuerzas paralelas que actúan en sentidos opuestos [2].

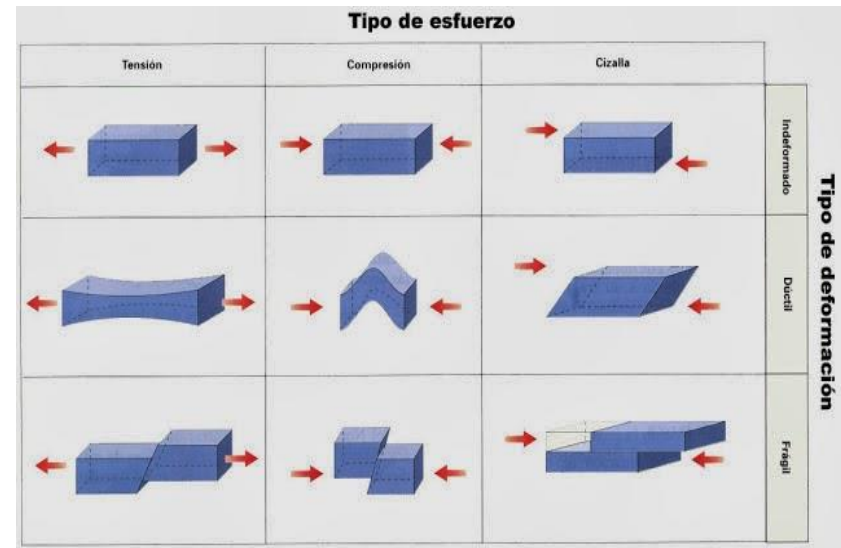


Fig. 1 Principales esfuerzos tectónicos

### Referencia:

1. Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.
2. Martín. H. (2006). Introducción a la geología. (3ra ed.). Argentina: editorial brujas.

## CAPITULO II

### 2. Estructuras secundarias.

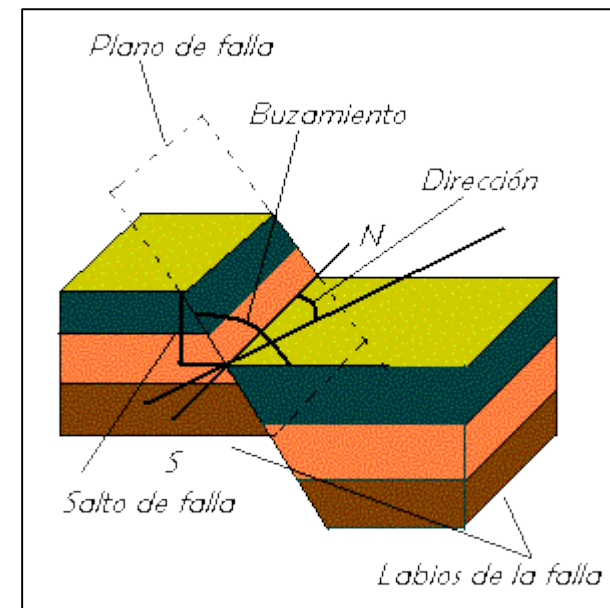
Son estructuras que se han formado después de la consolidación de la masa rocosa por las fuerzas de los movimientos epirogénicos y orogénicos a través de las cuales la roca se ha ondulado y deformado. Son de este tipo de estructura los pliegues, fracturas o fallas, fisuras, etc.

#### 2.1 Falla

Es una estructura tectónica de rotura en la que tiene lugar y desplazamiento de los bloques formados y puede originarse por todo tipo de esfuerzos. Los elementos de una falla son:

- El plano de falla: Es la superficie que separa los dos bloques contiguos.
- Labios de falla: Los bloques separados por el plano de falla. Cuando uno de los bloques queda hundido respecto al otro, se habla de labio elevado y labio hundido.
- Salto de falla: Desplazamiento relativo producido entre ambos labios de falla. Cuando, como consecuencia de la falla, queda en el terreno un resalte, éste es conocido como escarpe de falla.

Frecuentemente se encuentran sobre el plano de falla estrías debidas al roce producido entre los dos bloques durante el movimiento. Estas estrías de falla nos marcan la dirección del movimiento producido. Cuando, como consecuencia del rozamiento, llegan a producirse recristalizaciones y precipitaciones de minerales como calcita o cuarzo, se forma una superficie lisa que se denomina espejo de falla [3].



**Fig.2** Elementos de falla.

#### Referencia:

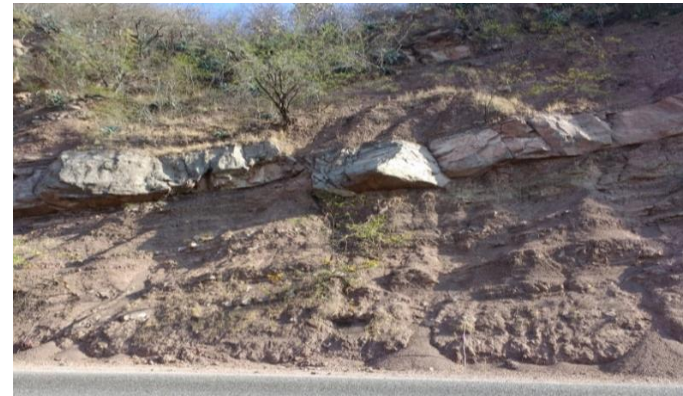
3. Carenas Fernández. M. (2009) GEOLOGIA. (1ra ed.). España: editorial paraninfo, S.A

### 2.1.1 Falla Normal

En el caso de las fallas normales, el bloque de techo, el que se apoya sobre el plano de falla, baja con respecto al otro bloque, el bloque de muro; es decir, el deslizamiento de los bloques se produce a favor de la gravedad terrestre, de ahí el nombre de fallas normales. Las fallas normales, en general suelen presentar altos buzamientos del plano de falla. Este tipo de fallas se suele producir en zonas en las que se están reduciendo esfuerzos extensivos [3]. Las fallas normales aparecen comúnmente formando sistemas conjugados que inducen levantamientos y hundimientos relativos de bloques en la vertical en forma de horst y grabens.



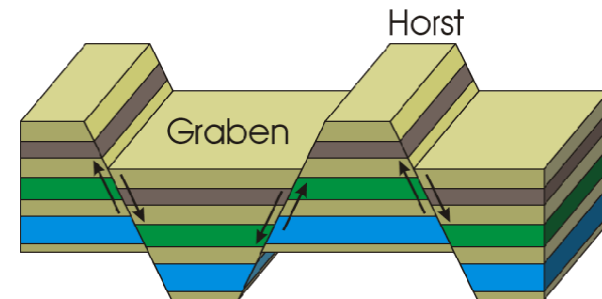
**Fig.3** Falla normal.



**Fig. 4** Falla Normal carretera Ca09, Guatemala.

#### 2.1.1.1 Horst

Llamado también pilar tectónico, muestra un movimiento hacia arriba en su interior, es decir el sector central está construida por rocas más antiguas como el sector lateral [4].



**Fig. 5** Representación de un pilar tectónico (Horst).

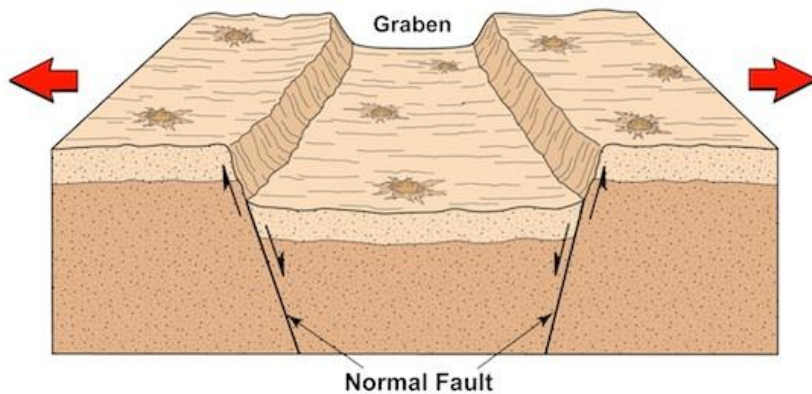
#### Referencia:

3. Carenas Fernández. M. (2009) GEOLOGIA. (1ra ed.). España: editorial paraninfo, S.A
4. Billings. M.P (1963). Geología estructural. Argentina: Editorial universitaria de buenos aires



### 2.1.1.2 Graben

El conjunto de dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico expansiva se llama graben o fosa tectónica. Es decir el sector central se mueve relativamente abajo al respecto de los flancos. En el interior de una fosa tectónica afloran generalmente rocas más jóvenes como afuera del sistema. El tamaño de un graben puede ser centímetros hasta grábenes grandes alrededor de 300 km [4].



**Fig. 6** Representación de un graben.

### 2.1.2 Falla inversa

Se genera por compresión horizontal de los estratos. El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo de 30° grados respecto a la horizontal. El plano de falla buza hacia el labio levantado. Se produce una disminución global de la superficie del terreno [5].



**Fig. 7** Falla inversa.

#### Referencia:

4. Billings. M.P (1963). Geología estructural. Argentina: Editorial universitaria de buenos aires
5. Silgado Herrera. A (2002). Biología y geología. España: Editorial centro de publicaciones S.A

### 2.1.2.1 Cabalgamiento

Falla inversa de bajo ángulo (generalmente menor de  $45^\circ$ ), que presenta una componente de movimiento principal según su buzamiento y en la que el bloque o labio levantado se sitúa encima del bloque o labio hundido. Cuando grupos de planos de cabalgamiento sintético forman estructuras imbricadas en abanicos limitadas por un cabalgamiento mayor entonces forman un dúplex [6].



Fig. 8 Cabalgamiento de zarzuela, España.

### 2.1.2.2 Sobre corrimiento

Un tipo de falla inversa en la que el plano de falla exhibe un echado muy somero, habitualmente de menos de  $45^\circ$ . El bloque de falla a lo largo del labio alto se desplaza en forma ascendente, a lo largo de la superficie de falla, respecto del labio bajo. En casos de movimiento lateral considerable, la falla se describe como una falla de sobrecorrimiento. Las fallas de corrimiento pueden formarse en zonas de compresión de la corteza terrestre [6].

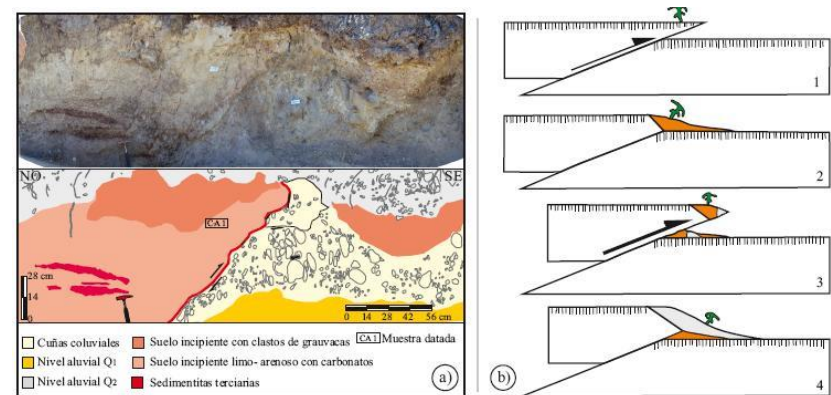


Figura 7. Trinchera T5. a) Vista al norte e interpretación de la Trinchera T5 con desarrollo de al menos dos cuñas coluviales. b) evolución propuesta para la falla en este sector, según Bull (2008): 1. Primer pulso, se genera espacio para el desarrollo de cuña coluvial. 2. Colapso y erosión de escarpa de falla. 3. Segundo pulso, bisección de depósitos y generación de espacio para formación de cuña coluvial y 4. Colapso y erosión de escarpa del segundo pulso. Posiblemente exista un tercer pulso en tiempos históricos aunque no es claro su registro en los depósitos.

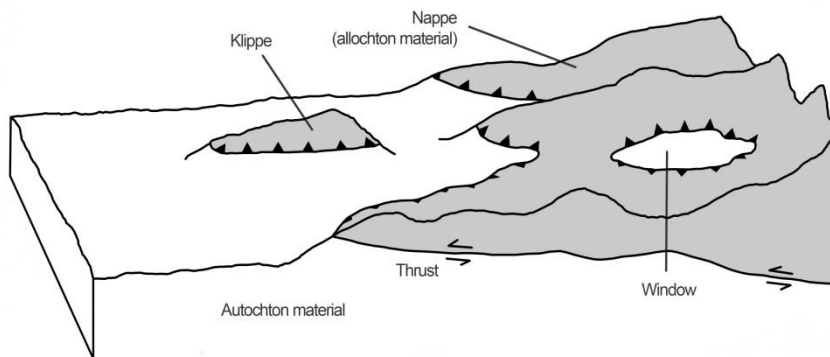
Fig. 9 Falla inversa de sobre corrimiento

#### Referencia:

6. Oxford university. (1999). Ciencias de la tierra. (3ra ed.). España: Editorial Complutense, S.A

### 2.1.2.3 Napas

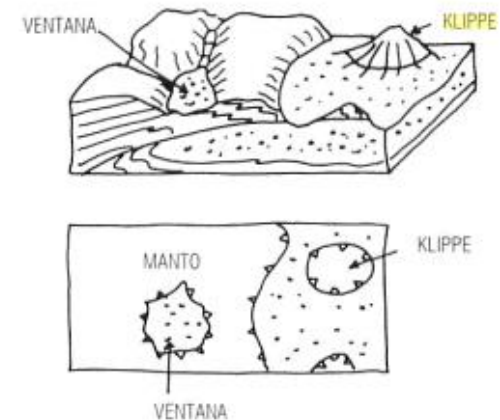
Son rocas transportadas por los cabalgamientos o rampas de falla desde lugares donde se depositaron hasta donde se ubican en la actualidad y estas rocas son de edades más antiguas que las rocas autóctonas [7].



**Fig. 10** Representación de Napa

### 2.1.2.4 Klippe

Montículo que resulta de la erosión de un manto, con lo que una masa aislada de roca se separa del «basamento» subyacente por un plano de deslizamiento. Los klippen son frecuentes en los Alpes Suizos, encontrándose rocas antiguas descansando sobre otras más modernas [8].



**Fig. 11** Representación de un klippe.

#### Referencia:

7. Bongiorno ponzo. F. (2009). Relaciones entre fallas y pliegues. Venezuela

8. Jiménez M. (1995). Geología- materiales didácticos. (1ra ed). España: Editorial Artes gráficas S.A



### 2.1.3 Lateral (desgarre).

Es el movimiento horizontal de bloques del terreno a lo largo de una falla. Si el bloque en el lado lejano de la falla se mueve a la izquierda, la falla se llama lateral izquierda. Si el bloque en los movimientos laterales lejano es derecha, la falla se llama lateral derecha [9].

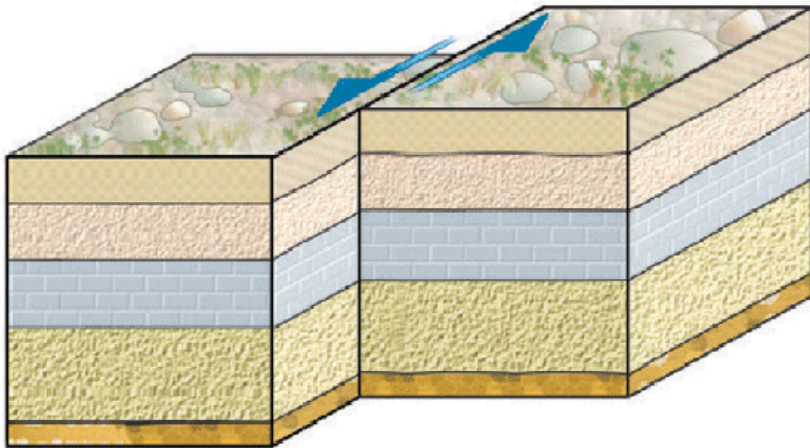


Fig. 12 Diagrama de falla con movimiento horizontal.

#### 2.1.3.1 Falla lateral Dextral

Falla con movimiento horizontal con desplazamiento del lado derecho acercándose y el lado izquierdo alejándose [9].

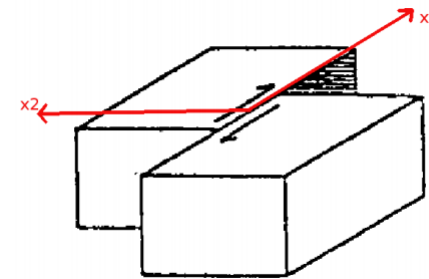


Fig.13 Diagrama de una falla lateral dextral.

#### 2.1.3.2 Falla lateral Sinestral.

Falla con movimiento horizontal con desplazamiento del lado izquierdo acercándose y el lado derecho alejándose [9].

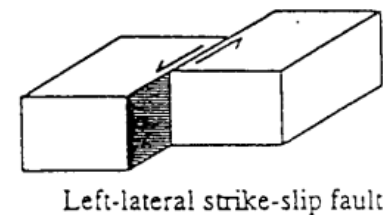


Fig. 14 Diagrama de una falla lateral sinestral.

#### Referencia:

9. Bruce A. (1981). Terremotos. (2da ed.). España. Editorial Reverte, S.A

## 2.2 Fractura

Es una ruptura de la corteza terrestre producida por fuerzas tectónicas sin desplazamiento de un bloque con respecto a otro. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales.

En las fracturas simples o diaclasas, los dos bordes conservan, uno frente a otro, sus posiciones respectivas. Por el contrario, en las fallas o paraclasas, uno de los labios se hunde o se eleva verticalmente respecto al otro. En las dislocaciones o fallas horizontales, ambas partes quedan al mismo nivel, pero se desplazan una respecto a la otra, horizontalmente [10].



**Fig. 15.** Fracturas

## 2.3 Foliación

Es la disposición intensamente laminada que adquieren los materiales cuando son sometidos a una gran presión (esfuerzo compresivo). Esta presión puede estar asociada a un plegamiento o bien ser producto, simplemente, del peso de rocas y sedimentos depositados encima. Hay rocas que se folian con mucha más facilidad que otras, como por ejemplo las lutitas (arcillas y limos); cuando una lutita adquiere foliación se le llama pizarra [10].



**Fig. 16** Foliación

---

### Referencia:

10. Carenas Fernández. M. (2009) GEOLOGIA. (1ra ed.). España: editorial paraninfo, S.A

### 2.3.1 Lineación

Es cualquier figura unidimensional en una roca o manifestada en la superficie rocosa [11]. Puede surgir en cualquiera de las formas siguientes:

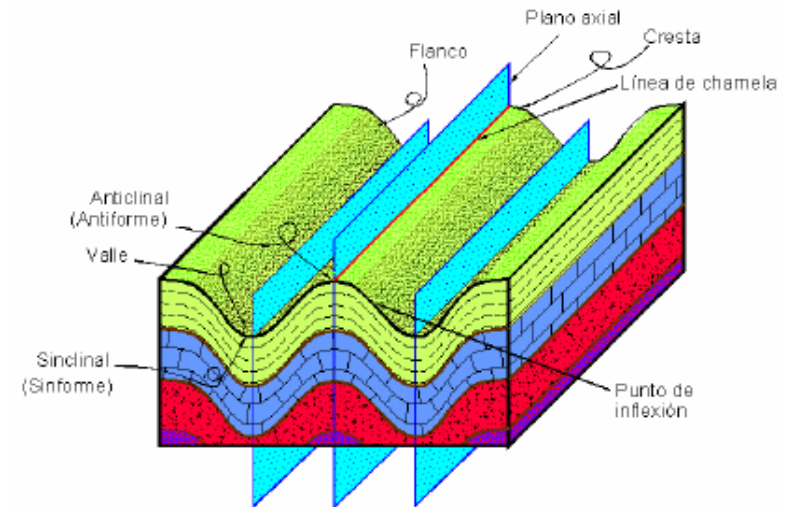
- Por una ordenación lineal paralela de minerales, bien por crecimiento o por orientación mecánica.
- Por la intersección de una estructura planar con la superficie de la roca.
- Por la intersección de dos estructuras planas, p. ej. estratificación y esquistosidad.
- Por el desarrollo de una serie de pequeños repliegues paralelos en una estructura plana, p. ej. micropliegues (lineación filítica).
- Por la deposición de partículas alargadas (algunas veces fósiles, especialmente alargados) en una orientación preferida durante la sedimentación.



**Fig.17** orientación de minerales forma una lineación.

### 2.4 Pliegues

Un **pliegue** es una estructura secundaria producida cuando una superficie originalmente plana es inclinada o curvada como resultado de deformación dúctil heterogénea, la cual se manifiesta como una o varias ondulaciones de sus elementos originales. Cuando esto ocurre, las rocas experimentan una modificación en su geometría, la que se reconoce cuando los cuerpos rocosos presentan algún rasgo plano o lineal rectilíneo antes de la deformación, el rasgo previo más común es la estratificación [12].



**Fig.18** Partes que componen a los pliegues.

#### Referencia:

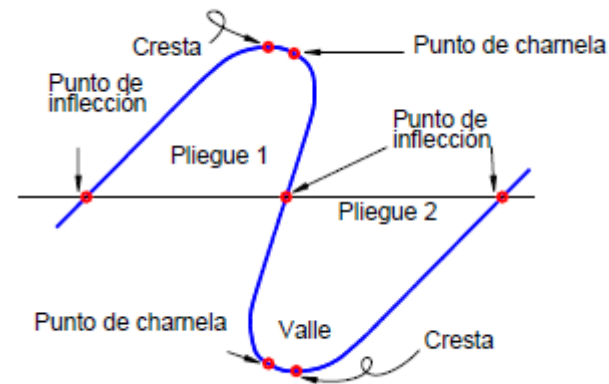
- Carenas Fernández. M. (2009) GEOLOGIA. (1ra ed.). España: editorial paraninfo, S.A
- Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.

Una superficie plegada puede tener gran variedad de formas, desde muy simples a muy complejas; inclusive la geometría de una superficie curva puede en un momento dado ser muy difícil de describir, sobre todo cuando los pliegues son resultado de más de dos fases de deformación.

En este caso se pueden tener pliegues plegados. Muchos de los pliegues formados en la naturaleza se aproximan a formas cilíndricas, es decir, que al desplazar una línea recta en el espacio paralelamente a sí misma (generatriz), se forman las superficies curviplanas o pliegues cilíndricos.

La orientación de la línea generatriz define la dirección del eje del pliegue. En la naturaleza, los pliegues aparecen en una gran variedad de tamaños y configuraciones, producidas, en la mayoría de los casos como consecuencia de la acción de sistemas de esfuerzos compresivos que provocan el acortamiento y engrosamiento de la corteza. Los esfuerzos de cizalla que provocan deformación dúctil también originan pliegues.

Los pliegues son estructuras que involucran aspectos litológicos, geométricos y estratigráficos (cronológicos); se componen de varias partes que los caracterizan: flanco, cresta, valle, punto de charnela, línea de charnela, superficie de charnela, longitud de onda, amplitud de onda, eje y punto de inflexión [12].



**Fig.19** Partes de un pliegue.

---

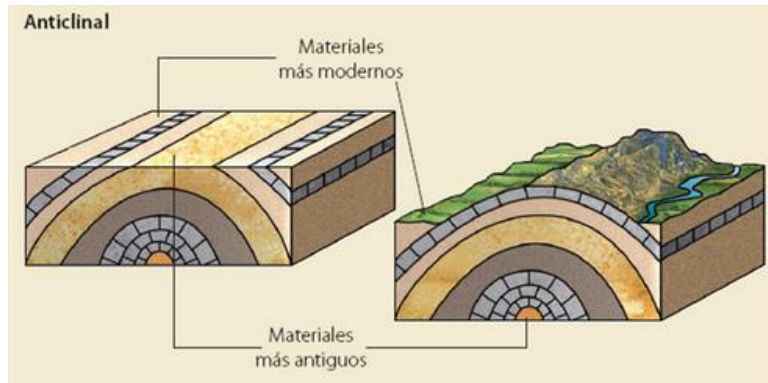
**Referencia:**

12. Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.



### 2.4.1 Pliegue Anticlinal

El pliegue se denomina **anticlinal** cuando las rocas más viejas se localizan hacia la zona cóncava del arqueamiento o núcleo del pliegue [12].



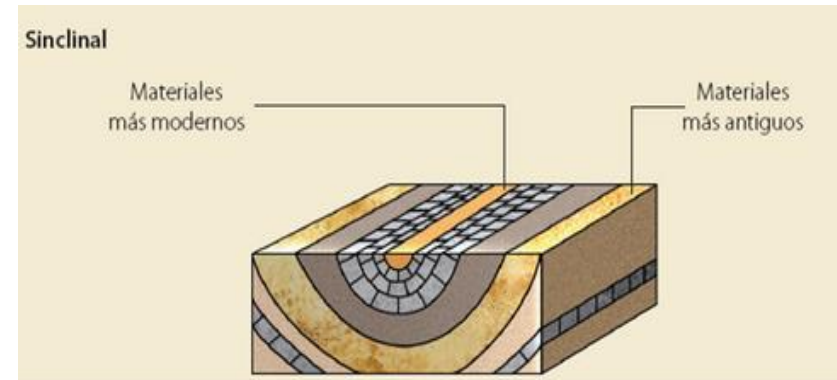
**Fig.20** Diagrama de un pliegue anticlinal.



**Fig.21** Pliegue de tipo anticlinal en calizas.

### 2.4.2 Pliegue Sinclinal

El pliegue se denomina **sinclinal** cuando las rocas más jóvenes se presentan en el lado cóncavo o núcleo de la flexión [12].



**Fig.22** Diagrama de un pliegue Sinclinal.



**Fig.23** Pliegue de tipo Sinclinal.

#### Referencia:

12. Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.

### 2.4.3 Pliegue Anticlinorio

Estructura regional con forma cóncava hacia abajo, definida por un conjunto de pliegues anticlinales y sinclinales [12].



Fig.24 Pliegue anticlinorio.

### 2.4.4 Pliegue Sinclinorio.

Estructura regional con forma convexa hacia abajo, definida por un conjunto de pliegues anticlinales y sinclinales [12].



Fig.25 Pliegue Sinclinorio.

### 2.4.5 Pliegue Monoclinal

Flexión o inclinación estructural en una sola dirección, semejante a un escalón, en zonas donde predominan capas horizontales [12].

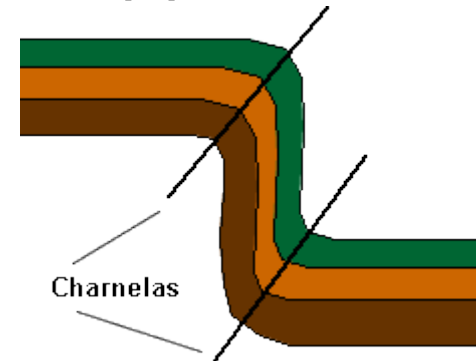


Fig.26 Diagrama de un pliegue Monoclinial.



Fig.27 Pliegue Monoclinial.

#### Referencia:

12. Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.

### 2.4.6 Pliegue Homoclinal

Flexión estructural en una sola dirección con echado uniforme, es semejante a una rampa [12].



Fig.28 Pliegue Homoclinal.

### 2.5 Tipos de pliegue según la inclinación del plano axial.

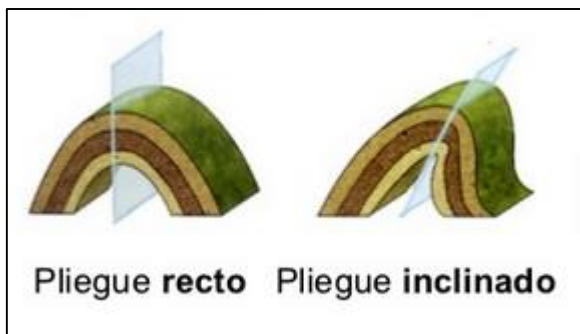


Fig. 29 Tipos de pliegues según su inclinación.

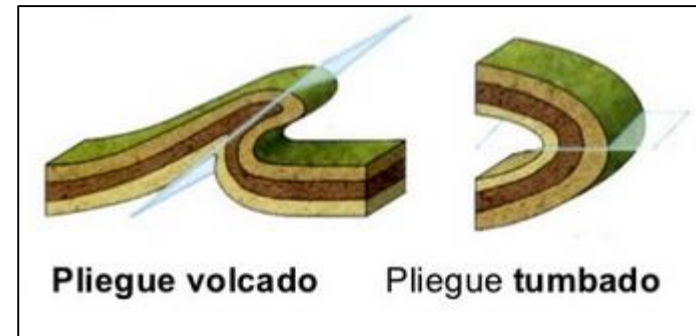


Fig. 30 Tipos de pliegues volcados y tumbados.

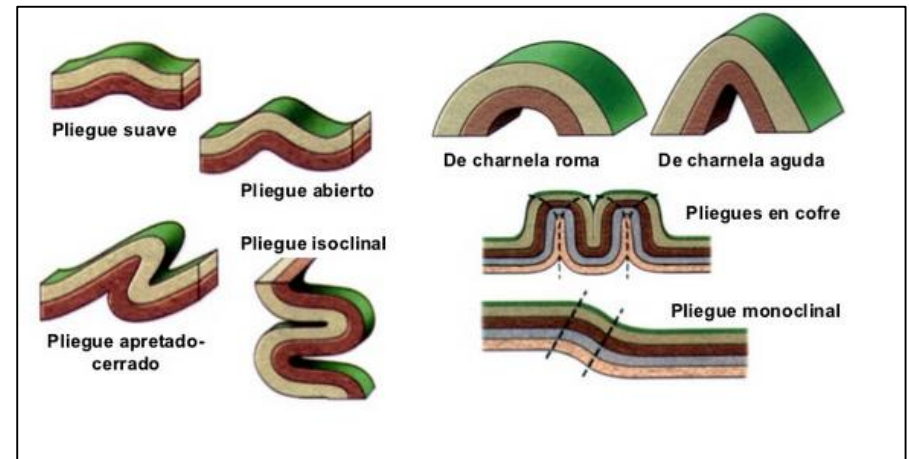


Fig.31 Otros tipos de pliegues.

#### Referencia:

12. Arellano GIL. J (2002) EJERCICIOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL (1ra ed.). México.



## Bibliografía

Arellano GIL. J. *Ejercicios de geología estructural*. México: 1ra edición, 2002.

Billings. M.P. *Geología estructural*. Argentina: Editorial universitaria de buenos aires, 1963.

Bongiorno ponzo. F. *Relaciones entre fallas y pliegues*. Venezuela, 2009.

Bruce A. *Terremotos*. España: Editorial Reverte, S.A. 2da edición, 1981.

Carenas Fernández. M. *Geología*. España: editorial paraninfo, S.A. 1ra edición, 2009.

Jiménez M. *Geología- materiales didácticos*. España: Editorial Artes gráficas S.A. 1ra edición, 1995.

Martín. H. *Introducción a la geología*. Argentina: editorial brujas. 3ra edición, 2006.

Silgado Herrera. A. *Biología y geología*. España: Editorial centro de publicaciones S.A, 2002.

Oxford university. *Ciencias de la tierra*. España: Editorial Complutense, S.A. 3ra edición, 1999.

<https://post.geoxnet.com/geologia-estructural/>

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/LRO/news/lunar-graben.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/news/lunar-graben.html)

<https://www.quora.com/What-are-the-differences-between-horst-and-graben>

<https://cienciacondaniel.blogspot.com/2017/12/blog-post.html>

<http://elmodernoprometeo.blogspot.com/2015/07/mantos-de-despegue-o-cabalgamientos.html>

[http://biologiaygeologia.org/unidadbio/esa/cna4/tectonica/B2-u3-tectonica/22\\_fallas.html](http://biologiaygeologia.org/unidadbio/esa/cna4/tectonica/B2-u3-tectonica/22_fallas.html)