



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN
LA INDUSTRIA PETROLERA”**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO PETROLERO

PRESENTA:

ELIZABETH REYES LOBATO

DIRECTOR:

Ing. Miguel Ildelfonso Vera Ocampo



MÉXICO, D.F. CD. UNIVERSITARIA

ABRIL DE 2013

Agradecimientos

- *A mi papá porque es un gran ejemplo a seguir, por su paciencia, por escucharme, cuidarme, enseñarme a nunca darme por vencida y compartir conmigo su valiosa sabiduría* *Lorenzo*

- *A mi mamá por estar siempre cuando la necesite, por apoyarme, brindarme su cariño, darme las herramientas necesarias para crecer, ser autosuficiente y darme consejos que me ayuden a alcanzar mis metas.* *Liz*

- *A Estephanie porque siempre está para responder a mis preguntas y sacarme de dudas, porque a su lado disfrute de una etapa maravillosa de mi vida y porque siempre estará para compartir todos nuestros logros.*

- *A mis amigos porque con ellos compartí risas y experiencias inolvidables y contar con ellos en los buenos y malos momentos.*

- *A Gabriel por apoyo, amor y cariño.*

- *A mi universidad y a mis profesores por enseñarme, permitir desarrollarme como profesionalista y por haberme permitido vivir una experiencia única e inolvidable.*

- *A todos ustedes por el cariño y apoyo brindado, por la orientación que me han otorgado para llegar a ser una persona exitosa, porque junto con ustedes llegue a consolidar una de las metas más importantes de mi vida.*

Gracias.

**“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA
PETROLERA”**

Índice general

Objetivo y justificación	I
Resumen	II
Procesos geológicos que conllevan a la formación de yacimientos	III
Glosario	IV
Conclusiones	V

“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA”

Objetivo

El propósito de realizar esta tesina se centra principalmente en desarrollar un glosario de términos y definiciones geológicos relacionados con la industria petrolera para que sea consultado por personas no son especialistas en este tema y por la comunidad estudiantil interesada en conocer, de manera general, los términos utilizados habitualmente en esa industria.

Justificación

El trabajo realizado fue diseñado de tal manera que el lenguaje utilizado fuera sencillo y diera explicación clara de conceptos básicos de geología. Al inicio del mismo se pensó para que fuera consultado por estudiantes que comienzan sus estudios profesionales.

El glosario puede auxiliar a los usuarios para entender conceptos básicos que se les dificulten ya que cuenta con esquemas que les ayudará a conocer diferentes perspectivas de las asignaturas.

“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA”

Resumen

El siguiente trabajo se compone de dos partes, la primera es un escrito titulado “Procesos geológicos que conllevan a la formación de los yacimientos” en el cual se desarrollan temas que ayudan a la comprensión de todos los fenómenos implicados desde el ciclo sedimentario, hasta la formación de hidrocarburos; abarca temas como la influencia de las placas tectónicas en estos procesos. De igual forma define lo que es un sistema petrolero, los elementos que lo forman y la importancia de éste. Por último se explican las características de los yacimientos al igual que su utilidad de caracterizarlos.

Aunado a este trabajo escrito se incluye un glosario especializado en términos geológicos utilizados en la industria petrolera, el cual cuenta con 226 términos, que no sólo facilita el entendimiento del escrito sino también sirve para otros trabajos que abarcan temas implicados con la geología del petróleo.

La tesina se realizó con el fin de que los alumnos a nivel licenciatura y estudiantes de ingeniería en ciencias de la tierra ocupen el glosario para ampliar su conocimiento o reafirmarlo.

“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA”

“Procesos geológicos que conllevan a la formación de hidrocarburos”

Contenido

Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Relación entre el petróleo y la geología	1
1.2 Relación entre la geología del petróleo, la exploración y la explotación del petróleo	1
Capítulo 2 Ciclo sedimentario	3
2.1 El ciclo sedimentario	3
2.2 Ambientes sedimentarios	5
2.3 Clasificación de ambientes de depósito	6
2.4 Ambiente continental	7
2.4.1 Eólico	8
2.4.2 Glacial	8
2.4.3 Fluvial	9
2.4.4 Lacustre	10
2.5 Ambiente de transición	10
2.5.1 Deltaico	10
2.5.2 Estuario	11
2.5.3 Isla de barrera	12
2.6 Ambiente marino	12
2.6.1 Plataforma	12
2.6.2 Arrecife	13
2.6.3 Talud	13
2.7 Diagénesis	14
2.7.1 Facies diagenéticas	15

2.7.2 Fenómenos diagenéticos	15
2.7.3 Diagénesis asociada a la acumulación de petróleo	16
Capítulo 3 Rocas sedimentarias	18
3.1 Rocas	18
3.2 Rocas sedimentarias	18
3.2.1 Clasificación de las rocas sedimentarias	18
Capítulo 4 Formación del petróleo	21
4.1 Kerógeno	21
4.1.1 Maduración del Kerógeno	22
4.2 Gas	23
4.3 Origen del petróleo	24
4.3.1 Preservación de la materia orgánica	26
Capítulo 5 Tectónica	27
5.1 Placas tectónicas	27
5.2 Límites de placas	28
Capítulo 6 Sistema petrolero	29
6.1 Sistema petrolero	29
6.2 Roca almacén	29
6.3 Roca generadora	29
6.4 Roca sello	31
6.5 Migración del petróleo	32
6.5.1 Distancia de migración del petróleo	34
6.6 Trampas Petroleras	34
6.6.1 Clasificación de trampas petroleras	35
6.7 Modelado del sistema petrolero	36

Capítulo 7 Yacimientos	
7.1 Naturaleza de los yacimientos	38
7.2 Porosidad	39
7.3 Permeabilidad	40
7.4 Presión capilar	42
7.5 Relación entre la permeabilidad, porosidad y textura	43
7.5.1 Forma de grano	44
7.5.2 Tamaño de grano	44
7.5.3 Clasificación del grano	45
7.5.4 Empacamiento	46
7.5.5 Proceso de depósito	47
7.5.6 Orientación de los granos	47
7.6 Caracterización del yacimiento	48
Referencias	49

Capítulo 1. Introducción

1.1. Relación entre el petróleo y la geología

La **geología del petróleo** es la rama de la geología que se encarga de explorar y localizar tanto el **aceite** como el **gas**. La geología por si misma se basa principalmente en la química, física y biología involucrando la aplicación de los conceptos básicos para observar parámetros que nos ayuden a caracterizar un **yacimiento**. La geología en general y la geología del petróleo en particular, todavía dependen de juicios basados en la experiencia y de evaluaciones que validen los datos presentados. La exploración del petróleo ha avanzado a través de los años, así mismo, las técnicas geológicas han ido desarrollándose. La siguiente figura muestra cómo es que la física, la química y la biología se involucran en la exploración del petróleo. (Fig.1.1)

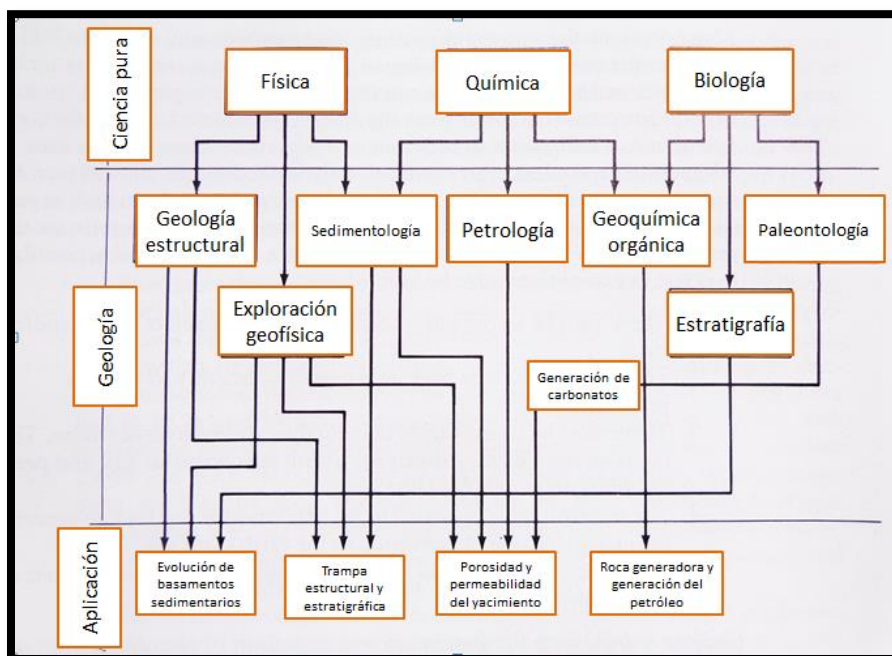


Figura 1.1 Relación entre la geología del petróleo y las ciencias puras¹

1.2. Relación entre la geología del petróleo, la explotación y exploración del petróleo

La geología del petróleo es sólo un aspecto de la exploración y producción; para la exploración del petróleo se forman equipos integrales contando con un amplio rango de habilidades profesionales; estas habilidades incluyen aspectos técnicos, políticos y sociales. (Fig. 1.2)

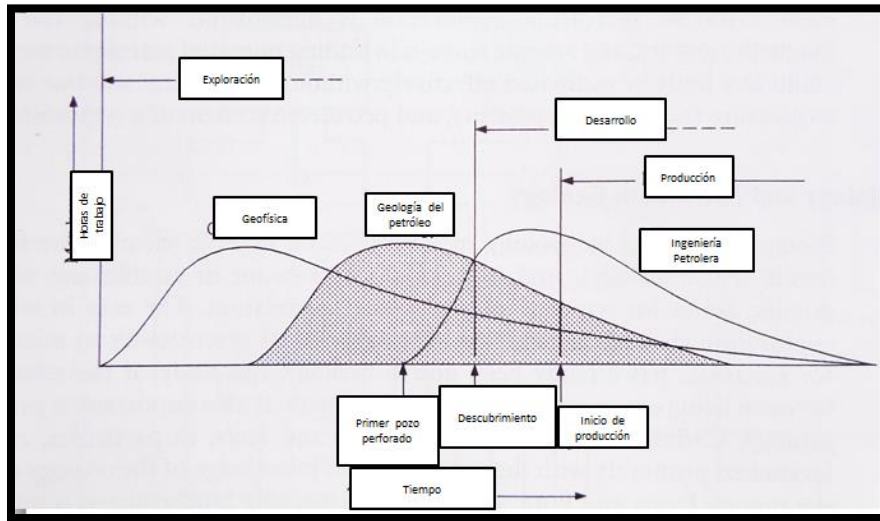


Figura 1.2. La gráfica muestra que la geología del petróleo es parte de un conjunto de disciplinas empleadas para la producción y explotación del petróleo ¹

Los conceptos geológicos se aplican en la interpretación de los datos geofísicos obtenidos una vez que han sido procesados. Tan pronto un **pozo** de aceite ha sido perforado, los aspectos ingenieriles de descubrimiento, necesitan ser evaluados. Un ingeniero petrolero se encargará de programar, ejecutar y dirigir los procesos de explotación, establecer las **reservas** del campo así como la de establecer la distribución del petróleo dentro del **yacimiento** y la manera más efectiva de producirlo. Por tanto, la geología del petróleo se encuentra dentro de un conjunto de disciplinas, empezando con estudios geofísicos y terminando con ingeniería del petróleo. (Fig.1.3)

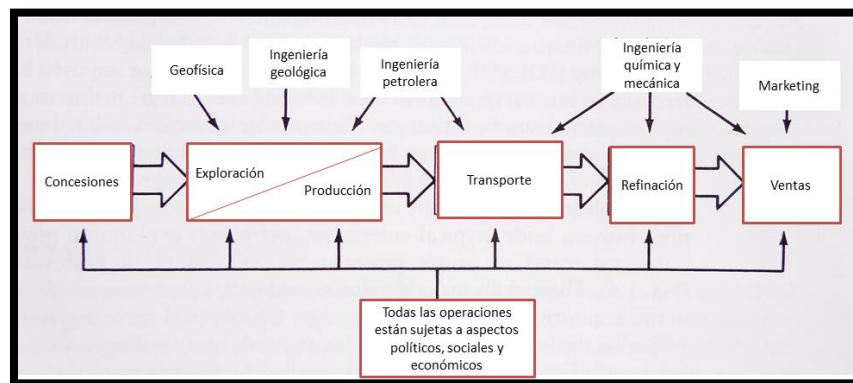


Figura 1.3. La geología del petróleo sólo cubre un aspecto de la exploración y producción de aceite y gas ¹

Las actividades en la exploración de petróleo y su producción incrementan dependiendo de las políticas nacionales, políticas económicas y sociológicas.

Capítulo 2. Ciclo sedimentario

2.1. El ciclo sedimentario

Básicamente el ciclo sedimentario consiste en las siguientes fases:

- Meteorización
- Erosión
- Transporte
- Depósito
- Diagénesis
- Levantamiento

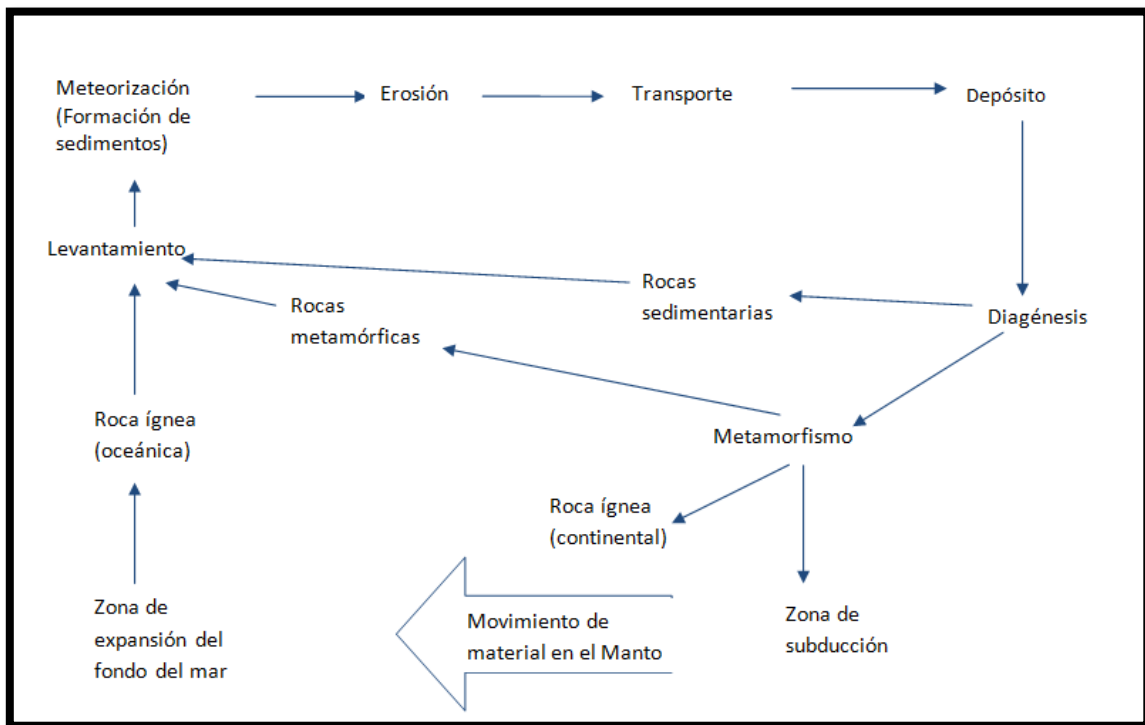


Figura 2.1. Sólo la parte superior de la figura concierne al ciclo sedimentario, dado que la parte inferior se lleva a cabo sin material sedimentario ⁶.

La **meteorización**, es el nombre que se le da al proceso en el cual la **roca** se fragmenta en la superficie terrestre para formar partículas discretas; éste a su vez se divide en procesos biológicos, físicos y químicos. El proceso químico de meteorización se encarga de oxidar de forma selectiva los **minerales** constituyentes de la roca y así mismo los disuelve. En cuanto al proceso físico, es el que aporta la disgregación mecánica actual y por último el proceso biológico es causado por efectos químicos y físicos de procesos orgánicos en la roca.

La **erosión** es el proceso que se encarga de remover los **sedimentos** que se formaron de las capas de las rocas. La erosión, puede ser causada por cuatro agentes: la gravedad, acción glacial, corrientes de agua y el viento. La gravedad involucra un arrastre gradual de las partículas de sedimentos, así como avalanchas más dramáticas. La erosión glacial ocurre en las capas de hielo ya que fragmentan a la roca y se deslizan de forma lenta por la colina influenciada por la gravedad. La erosión por corrientes de agua genera un desgaste en la roca arrastrando los sedimentos hacia zonas más bajas (nivel del mar).

Los procesos de meteorización necesitan más tiempo para que sus efectos puedan hacerse notar, al contrario de la erosión. (Fig. 2.2.)

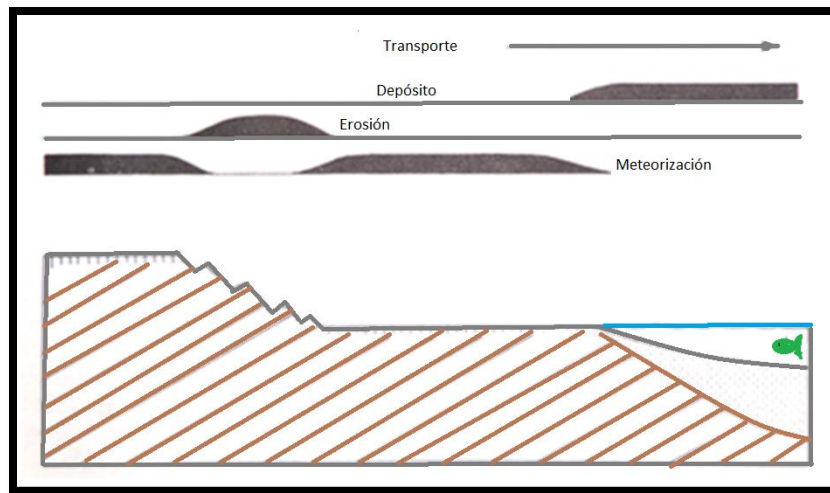


Figura 2.2. Tiempo de los procesos⁶

Los productos de meteorización son dos: solutos y residuos. El primero es la fracción soluble de la roca que puede ser transportada por agua y el segundo es el producto insoluble el cual varía en tamaño de granos.

Posteriormente se lleva a cabo la transportación. La gravedad y el hielo son capaces de transportar cualquier tipo de producto resultado de la meteorización, sin embargo, son agentes ineficientes para la segregación de los sedimentos; por lo que los productos depositados generalmente son mal clasificados.

Por el contrario el agua, es un agente muy eficiente para transportar material en solución, sin embargo, no lo es al momento de transportar partículas de sedimentos residuales. La velocidad de la corriente por si mismas es capaz de llevar grava a lo largo de grandes distancias. Por esta razón el agua puede separar la arena de la grava y de igual forma las **arcillas** de las arenas. Los sedimentos que son depositados por las corrientes de agua forman a las **areniscas**, **limolitas** y **evaporitas**. Dependiendo de cómo los sedimentos fueron transportados por los procesos naturales, se segregan en diferentes clases como **conglomerados**, areniscas, lutitas, y limolitas.

El viento es el tipo de transporte más selectivo dado que es capaz de transportar partículas de 0.35mm de diámetro. Los sedimentos eólicos son generalmente de dos tipos: arenas de grano medio y de grano fino, las primeras son transportadas cercanamente al suelo por saltación y las arenas de grano fino son transportadas por suspensión.

Finalmente, cuando la energía se ha terminado empieza el proceso de depósito el cual formará los distintos **ambientes sedimentarios**, en donde los parámetros físicos, químicos y biológicos rigen el medio geomorfológico de acumulación.

Una vez que el proceso de depósito ha terminado, continúan los procesos de **diagénesis** en donde ocurren cambios físicos y químicos en los sedimentos a partir de que son depositados, es en este punto donde se alteran las características después del depósito favoreciendo o no la **porosidad** y **permeabilidad** de la roca sedimentaria, de la misma manera incluyen la **litificación** de estos. Es importante tomar en cuenta las tres etapas que clasifican los límites de la diagénesis.

La última fase que concierne al ciclo sedimentario es el levantamiento el cual involucra grandes elementos tectónicos que influyen en los procesos sedimentarios al mismo tiempo se debe de relacionar la importancia de las zonas **tectónicas** en la sedimentación.

2.2. Ambientes Sedimentarios

Un **ambiente sedimentario** es parte de la superficie terrestre, el cual es física, química y biológicamente distinto de áreas adyacentes. (Fig2.3.) Todos los ambientes incluyen flora y fauna, **geología**, geomorfología, clima; si el ambiente es marino incluye profundidad, temperatura, composición química y sistema de corriente de agua.¹

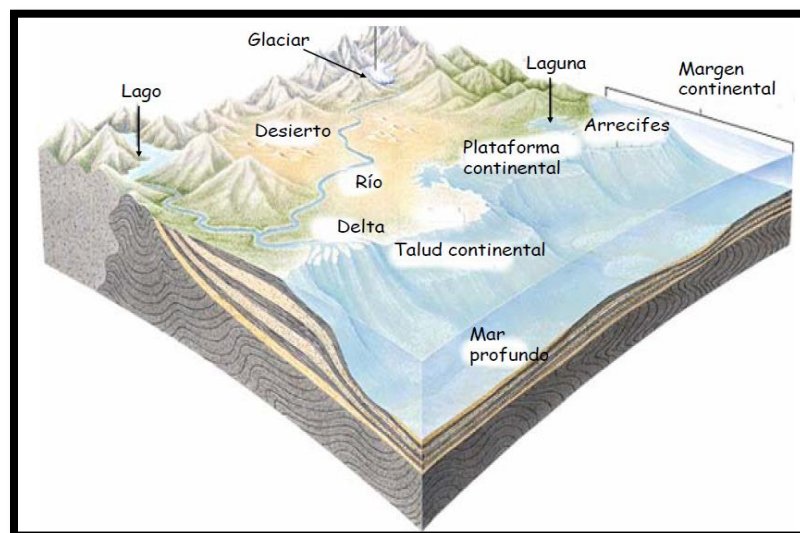


Figura 2.3. El esquema muestra los diferentes ambientes sedimentarios, es posible diferenciar los ambientes de erosión, de equilibrio y de depósito⁵

Los ambientes sedimentarios modernos incluyen áreas de **erosión**, equilibrio y/o depósito. Generalmente los ambientes terrestres tienden a ser sitios de erosión y los ambientes marinos contienen gran parte de áreas de depósito.

La **sedimentación** ocurre en un determinado tiempo y el resultado de un ambiente de depósito son **facies** sedimentarias. El análisis de los ambientes de sedimentos antiguos es importante no sólo para su estudio sino también por su aplicación económica en campos de agua, en la búsqueda de **hidrocarburos fósiles** y en cierto tipo de **minerales**.

La interpretación de ambientes de depósito antiguos se basa en el principio de uniformismo. El argumento esencial utilizado es que las facies sedimentarias pueden ser definidas por un conjunto de variables como la geometría, **litología**, estructura sedimentaria, patrón de paleocorrientes y **fósiles**.²

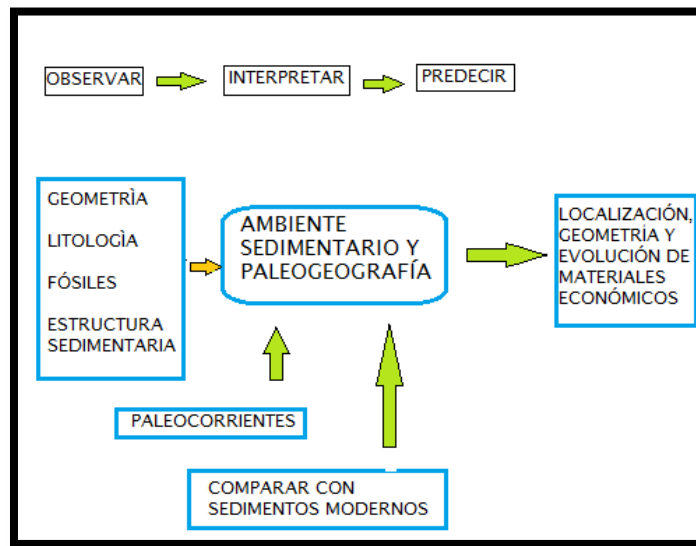


Figura 2.4. Aproximación de como un sedimento fue depositado²

2.3. Clasificación de los ambientes de depósito

Varias clasificaciones de ambientes sedimentarios se han propuesto, y se han diferenciado tres grandes grupos: continentales, transicionales y marinos. La clasificación de los ambientes de depósito se muestra en la figura 2.5 la cual muestra una comparación con diferentes autores y se nombran aquellos ambientes que han sido identificados por rocas sedimentarias antiguas. Estos ambientes han generado **facies** claramente reconocibles.

MEDIO	GRABAU (1930)	TWENHOFEL (1939)	DUMBAR & RODGERS (1957)	SELLEY (1970)	CROSBY (1972)	BLATT et al. (1972)
CONTINENTALES	DEÉSERTICOS Eluviones Coluviones Eólicos SUBACUÁTICOS Abánicos aluviales Fluviales y torrenciales Llanuras de inundación Glaciales Lacustres Palustres Deltas	TERRESTRES Glacial Desértico ACUOSOS FLUVIALES Pie de monte aluvial Lacustre Palustre Hipogeo	SUBAEREOS Endorricos Amplios FLUVIALES Pie de monte Abánicos aluviales GLACIALES LACUSTRES	EÓLICOS FLUVIALES Anastomasados Meandriformes LACUSTRES	GRAVITACIONAL EÓLICO FLUVIAL GLACIAL LACUSTRE PALUSTRE	TERRÍGENO Eólico Abánico aluvial Llanura de inundación -Anastomasada -Meandriforme Glacial Lacustre Palustre
TRANSICIONALES		DELTAS ESTUARIOS LAGOON LITORAL	MAREALES Lagoon Superficies mareales COSTEROS Playas Acantilados Arrecifales	DELTAS LINEARES Clásticos Mixtos Carbonatados	DELTAS BAHÍAS MARISMAS BARRERAS LLANURA COSTERA ACANTILADO ARRECIFALES	CANALES Y BORDOS ESTUARIOS BAHÍAS Y LAGOON MARISMAS PLAYAS E ISLAS BARRERA INTERMAREAL SUPRAMAREAL GLACIAL MARINO
MARINOS	LITORALES INTERMAREALES Estuarios "Lagoon" Mares epicontinentales Litoral Oceánico BATIALES ABISALES Pelágicos Terrígenos	NERÍTICOS BATIALES ABISALES	NERÍTICOS BATIALES ARRECIFALES	ARRECIFALES PLATAFORMA TURBIDITAS	NERÍTICOS Arrecifales Litorales Evaporítico Plataforma BATIALES Carbonatado Terrígeno Euxínico TURBIDÍTICO ABISALES Pelágico terrígenos	NERÍTICOS Arrecifes Bancos Evaporítico Plataforma gradada Plataforma carbonatada Cuenca ABISAL-BATIAL Talus y cañón Abánicos submarinos CUENCAS OCEÁNICAS PROFUNDAS Pelágicas Terrígenas DEPRESIONES OCEÁNICAS PROFUNDAS

Figura 2.5. Clasificación de ambientes sedimentarios ³

2.4. Ambiente continental

Los **sedimentos** depositados en ambientes continentales son dispersos comparados con los sedimentos depositados en ambientes marinos; y dado que las condiciones terrestres son muy variadas, los depósitos son constituidos más irregularmente.²

Los sedimentos continentales son productos de la **erosión** y consiste de material clástico caracterizado por su tamaño que incluye desde grandes **bloques** hasta partículas muy finas.

2.4.1. Eólico

Los **sedimentos** que son resultado de la **erosión** del viento y son clasificados como **arenas**. El polvo en suspensión se deriva de **rocas** de origen fluvial o pluvial los cuales se secan en un clima árido y pueden ser transportados fácilmente por el viento. Las arenas eólicas generalmente están formadas por **cuarzo** y pueden ser salinas; este polvo genera **dunas** las cuales se mueven continuamente y no presentan **fósiles** marinos ni micas. Los granos de las arenas están bien redondeados debido a los repetidos impactos.⁴

Los depósitos fósiles eólicos muestran ciertas características que permiten ser distinguidos de sedimentos fluviales aunque ambos muestran **estratificación cruzada**.



Figura 2.6. Formación de dunas por acción del viento *¹

2.4.2. Glacial

Los **sedimentos** glaciales son similares a los fluviales, pero no son redondeados ni esféricos. Forman morrenas superficiales y en particular morrenas de tierra donde el material abrasivo de los glaciares está concentrado. En regiones polares donde las morrenas llegan al mar, los icebergs pueden llevar consigo gran parte de las morrenas. Las partículas finas de los sedimentos glaciares son transportadas por corrientes de agua recorriendo grandes distancias antes de ser depositados e inclusive las gravas pueden ser transportadas por los ríos provenientes de los glaciares. Es por eso que los sedimentos resultantes de esta acción tienen características mixtas debido a su doble origen.³

*Ilustraciones



Figura 2.7. Se muestra el transporte de los sedimentos por acción del hielo *²

2.4.3. Fluvial

Consiste en material depositado por una corriente de agua. Conforme la velocidad o el volumen de agua decrecen, las partículas que se encuentran suspendidas en la corriente empezarán a decantar dependiendo de su tamaño, forma y densidad. Los depósitos fluviales regularmente están bien ordenados y sus partículas están bien redondeadas. Donde la corriente fluye de zonas altas a bajas, la velocidad de depósito de la carga transportada disminuye.²

La grava y la arena generalmente son depositadas en corrientes de canales como estructuras de barrera. Durante la etapa de flujo la mayoría de los **sedimentos** son depositados al nivel natural de los ríos lejos de la corriente principal, clasificándose como limo y **arcilla**.²

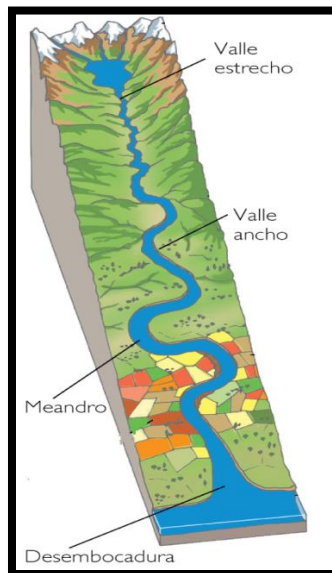


Figura 2.8. Sistema fluvial se caracteriza por contener clastos mal clasificados río arriba y clastos bien clasificados río abajo *³

2.4.4. Lacustre

Los depósitos en lagos son réplicas en escalas pequeñas de aquellos encontrados en los océanos. La arena y grava de las playas, **barras** y **abanicos** cuando una ola está presente mueve los **sedimentos** más finos hacia zonas más profundas.

Los sedimentos pueden depositarse en el fondo del lago seguido de **arcilla** coloidal. En climas áridos, si las salinidades son suficientemente altas, la sal en solución debe ser depositada como resultado de la concentración a través de la evaporación. Los pantanos son casos especiales, donde existe poca filtración y los lagos se llenan gradualmente de sedimentos y con mucha vegetación.²

2.5. Ambiente de transición

El depósito en la zona de **costa** se identifica por tener ambas características, las continentales y las marinas. Los sedimentos acumulados tienden a ser encontrados cerca de la **línea de costa** ligeramente por encima del nivel del mar.²

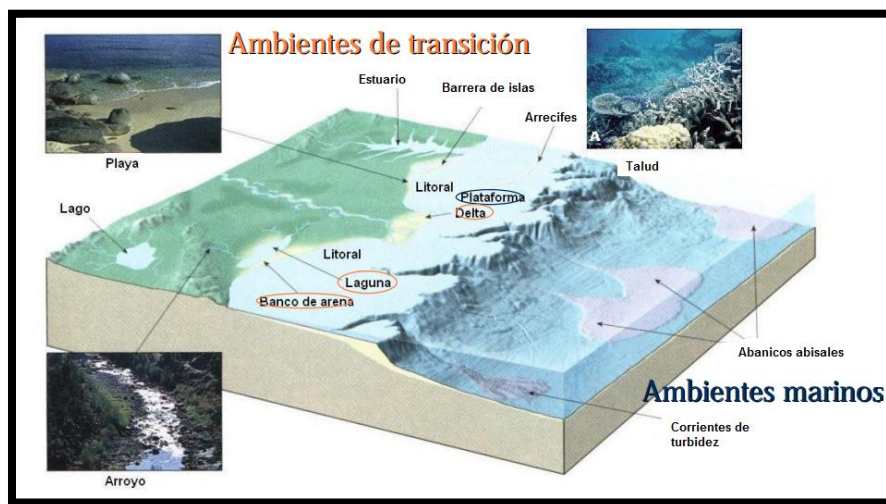


Figura 2.9. Ambientes sedimentarios de transición y marinos *⁴

2.5.1. Deltaico

El **delta** se forma donde un río deja más sedimentos dentro del océano, del lago o del mar que puede ser desarrollado por una corriente marina. En este caso el río deposita **sedimentos** finos de manera progresiva hacia aguas más profundas dependiendo de la velocidad de corriente.

Conforme el río entra al océano la velocidad de éste disminuye y es donde toma lugar el depósito de los sedimentos que han sido transportados, estos sedimentos deltaicos a su vez son mezclados con otros sedimentos cercanos a la **costa**. El delta está formado por granos fino a medianos los cuales son depositados tanto en el fondo como en la parte

superior. Nuevos canales distributarios son desarrollados con tendencia a constituir un plano en forma de abanico.⁴



Figura 2.10. Delta *⁵

2.5.2. Estuario

Este ambiente se diferencia de los demás dado que el material que lo forma se debe a varios mecanismos de mezcla formando un agua salobre ya que el agua dulce proviene de los ambientes fluviales y el agua salada proviene de la zona marina; esta mezcla se da debido a la oscilación de la marea. En cuanto a su geometría tiende a crear formas en V, formas lenticulares y canales que tienen a colocarse perpendiculares a la **costa**, de la misma manera se crean **barras** transversales en el frente de la cuña salina.⁵

Biológicamente está constituido por una mezcla de fauna proveniente del agua dulce y salina como fango, algas, vertebrados marinos y bentónicos todo esto controlado por la circulación, es importante mencionar que existen variaciones en la salinidad.

Los **sedimentos** que lo conforman son de origen clástico, finos tanto de origen fluvial como marinos, generalmente son ricos en **carbonatos** con alto contenido de materia orgánica. La **estructura sedimentaria** que presentan es por lo general de laminación paralela con señales de corrientes de aportación fluvial.⁵



Figura 2.11. Estuario ⁶

2.5.3. Isla de barrera

Es la interacción de las corrientes marinas y fluviales en donde se forma una **plataforma continental** inclinada suavemente y en la cual pueden acumularse los **sedimentos** transportados por el río en un banco grueso, particularmente los que se encuentran cerca de un estuario.

Dicha barrera es creada a lo largo del tiempo y es importante para la geomorfología ya que detrás de esta barrera una parte del mar se encuentra aislado en una laguna donde los sedimentos tanto fluviales como marinos se acumulan y tienden a llenarla, este proceso difiere al de un **delta**. La barrera está sujeta al clima local de la zona litoral donde la acción del viento es predominante que a menudo sirve como punto focal para la formación de **dunas**.

En esta zona de transición se desarrolla la bioturbación entre las **facies** de la barrera y el mar abierto. Las arenas por si solas contienen **fósiles** marinos superficiales.



Figura 2.12 Isla de barrera *⁴

2.6. Marino

Los ambientes marinos constituyen el 70% de la superficie terrestre los cuales incluyen los **basamentos** más profundos que se consideran el depósito final de la mayoría de los sedimentos transportados. Varios tipos de ambientes y zonas son reconocidos por sus características únicas de depósito.² (Fig. 2.9.)

2.6.1. Plataforma

Es un **ambiente sedimentario** somero el cual presenta una acumulación de material clástico terrígeno traído de ríos, el cual es distribuido en la plataforma por corrientes oceánicas. Este proceso organiza el material por tamaño de grano, formando cuerpos de

areniscas y lutitas, reconociéndose **facies** características resultado del transporte y depósito. Este tipo de ambientes está en función de los cambios del nivel del mar.

Se tienen dos tipos de plataformas: las terrígenas y las carbonatadas, donde el tipo de sedimentos está determinado por el ambiente tectónico.

Las plataformas terrígenas son productos de la meteorización biológica, química y física; los sedimentos son transportados hacia la plataforma y debido a la gran variedad de especies el sedimento se encuentra bioturbado. Mientras que las plataformas carbonatadas existe un depósito de sedimentos carbonatados que se generan debido a la presencia de organismos que secretan carbonato de calcio, son áreas marinas con cierta estabilidad tectónica en donde predomina la sedimentación evaporítica o carbonatada, en algunos casos puede estar aislada en el océano.

2.6.2. Arrecifes

Los geólogos han aplicado este término a los lentes formados por los esqueletos calcáreos de organismos sedentarios. En el arrecife reside una laguna proveniente del mar abierto de poca profundidad, en las partes más profundas de la laguna está depositado lodo carbonatado y en la parte superior existe una zona de turbidez compuesta por arenas. Los **sedimentos** que se encuentran en los arrecifes están compuestos de partículas fecales, foraminíferos, corales, algas calcáreas y esqueletos que están finamente divididos formando lodo carbonatado. La forma y distribución de las facies de un arrecife es controlado por la interacción en los cambios del nivel del mar, por las **placas tectónicas** y la oceanografía.

2.6.3. Talud

El talud continental es generado entre el borde de la plataforma continental y el mar profundo, creando una pendiente con un corte transversal en forma de "V" o "U". El material depositado en la parte superior es inestable abarcando una amplia gama de sedimentos que va desde grava a limos. Este ambiente es propicio para que se generen las corrientes de turbidez. Los depósitos de turbiditas adquieren formas de abanicos que generalmente son perpendiculares a la orientación de la cuenca.

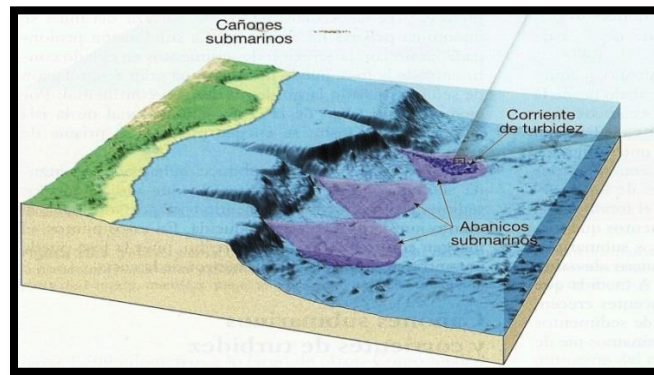


Figura 2.13. El talud es propicio para generar tanto corrientes de turbidez como abanicos submarinos*³

Sin embargo, no todos los **ambientes sedimentarios** son de interés económico para la industria petrolera dado que no presentan las condiciones necesarias para la generación, **migración**, almacenamiento y explotación los **hidrocarburos**.

A continuación se muestran los ambientes de mayor interés para la industria petrolera:

- Continental
 - Fluvial
- Transición
 - Deltaico
 - Costero
- Marinos
 - Marino somero- Arrecifes
 - Marino profundo- Abanico submarino (Turbiditas)

2.7. Diagénesis

El término **diagénesis** fue propuesto por Von Gümbel en 1868 pero no fue reconocida hasta con Walther en 1894, donde se definió como todos los cambios físicos y químicos a los cuales la **roca** se somete después de su depósito sin ser sometido a calor o a presión.²

Después del depósito un **sedimento** es movido por la acción de una ola o una **corriente**, un temblor o por organismos, el resultado de esto son estructuras, bioturbación, etcétera, siendo ésta la definición más actual de diagénesis. Dependiendo de los movimientos de corriente las **estructuras sedimentarias** se ven influidas a lo largo de la formación de la roca. La diagénesis se inicia cuando el sedimento se encuentra poco influido por el ambiente de depósito.²

En años recientes estudios de aspectos diagenéticos han obtenido mayor interés debido a su importancia económica. Con la diagénesis se conoce la localización y la **migración** de aceite, **gas natural** y agua, de localizar ciertos **minerales**, todos dependen de

la distribución de **poros** y **fracturas** en la roca. La **litificación** es uno de los principales resultados de la diagénesis, pero sólo es un enlace de una serie de eventos que convierte a los sedimentos en rocas.¹

2.7.1. Facés diagenéticas

Fairbridge (1967) propuso este término para clasificar los límites de la diagénesis en tres categorías:

- Syndiagénesis: cambios durante el depósito temprano de sedimentos, de 0 a 100m,
- Anadiagénesis: cambios durante el depósito profundo, de 1,000 a 10,000m, estos cambios son variados e incluyen compactación y deshidratación.
- Epidiagénesis: reintroduciendo agua a la superficie, los cambios diagenéticos resultan de la oxidación y el desgaste.

2.7.2. Fenómenos diagenéticos

Existen varios fenómenos diagenéticos los cuales serán expuestos a continuación:

- Actividad de organismos: muchos de los sedimentos son afectados por el sepultamiento orgánico, varias estructuras primarias se destruyen por completo por este fenómeno. En ambientes marinos algunos animales como crustáceos, gusanos y moluscos producen material muy fino; este sedimento se ve afectado por el crecimiento de algas y otros organismos que continuamente se encuentran destrozando el material esquelético, particularmente en depósitos marinos carbonatados.
- Compactación: conforme el sedimento es sepultado y la presión ejercida incrementa, el sedimento ve reducido el espacio poroso y el agua congénita es expulsada. El grado de compactación depende de la profundidad de sepultamiento, la naturaleza del sedimento y su grado de cementación. En general la compactación es mayor después del depósito, por tanto la porosidad se ve reducida con el tiempo.
- Cementación: el material cementante más común es la calcita, dolomía, óxido de fierro y sílice; estos se precipitan en los poros lo que produce que el sedimento se una y así la porosidad se ve reducida. La cementación se relaciona con la circulación de fluidos, presión y otros factores.
- Disolución: esto ocurre después de la disposición modificando la porosidad de la roca y su composición mineral; si el material se disuelve la porosidad incrementa.
- Precipitación: se aprecia una vez que los granos de los sedimentos se encuentran bien cementados y para este caso la porosidad disminuye.
- Re cristalización: se forman nuevos minerales.
- Autigenesis: un mineral se desarrolla en una roca sedimentaria en cualquier tiempo durante la diagénesis.

2.7.3 Diagénesis asociada a la acumulación de petróleo

La presencia de **hidrocarburos** inhibe la **cementación** y favorece la aparición del **agua congénita** para continuar su movimiento hacia la **trampa**. El **flujo** debe continuar en forma subyacente a la zona del agua, sin embargo su **porosidad** y **permeabilidad** se reducen por la cementación después que el aceite y **gas** han migrado dentro de la trampa.

La porosidad y la permeabilidad de un **yacimiento** son el resultado de su textura original en la cual se muestran diversos procesos **diagenéticos**, algunos de los cuales pueden aumentar, pero la mayoría disminuirá la calidad del yacimiento. La fig.2.14., muestra el potencial diagenético de las **areniscas** y el resultado de las características del yacimiento.¹

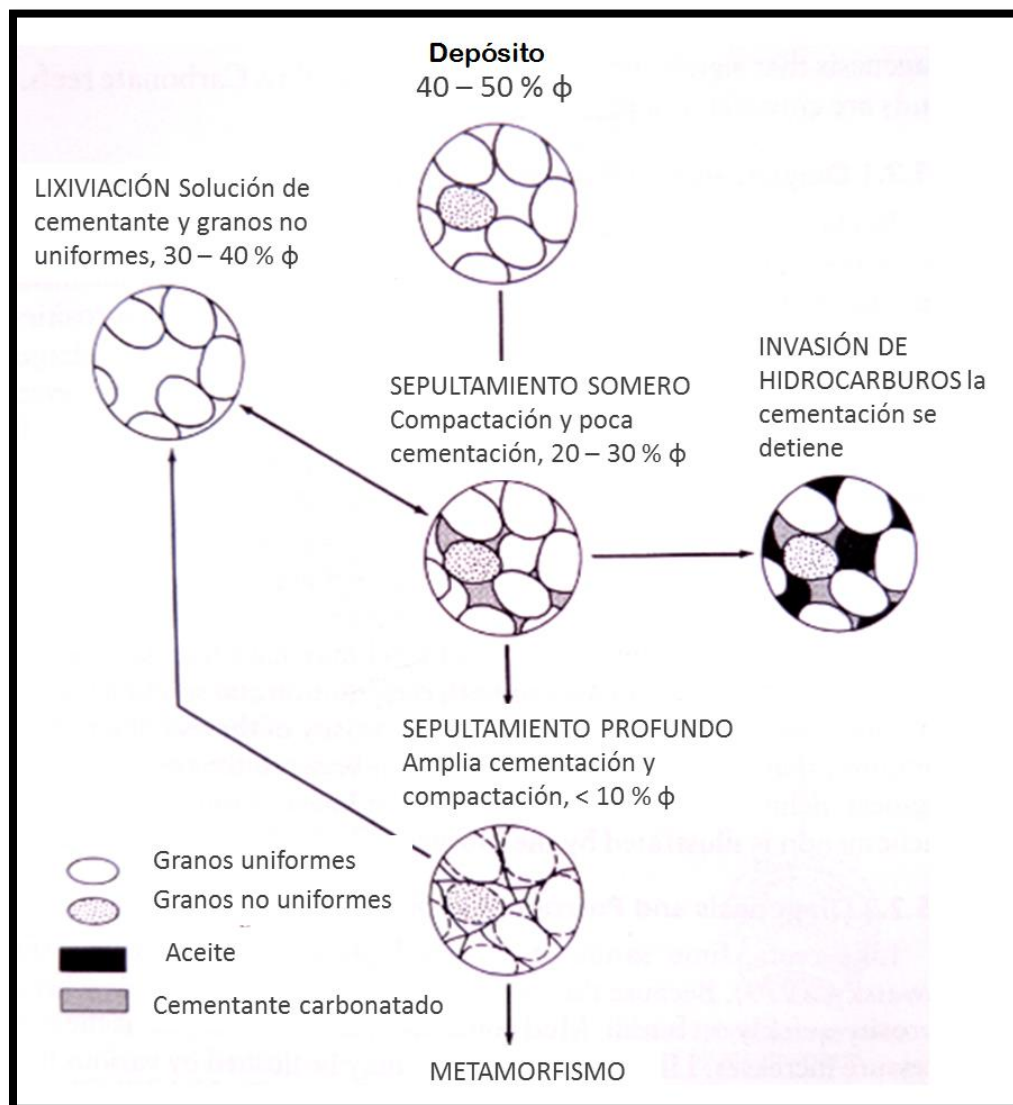


Figura 2.14. Proceso diagenético en las areniscas, el cual influye en la porosidad del yacimiento dependiendo de su compactación y/o cementación.¹

La siguiente figura muestra los procesos diagenéticos de las arenas carbonatadas⁶

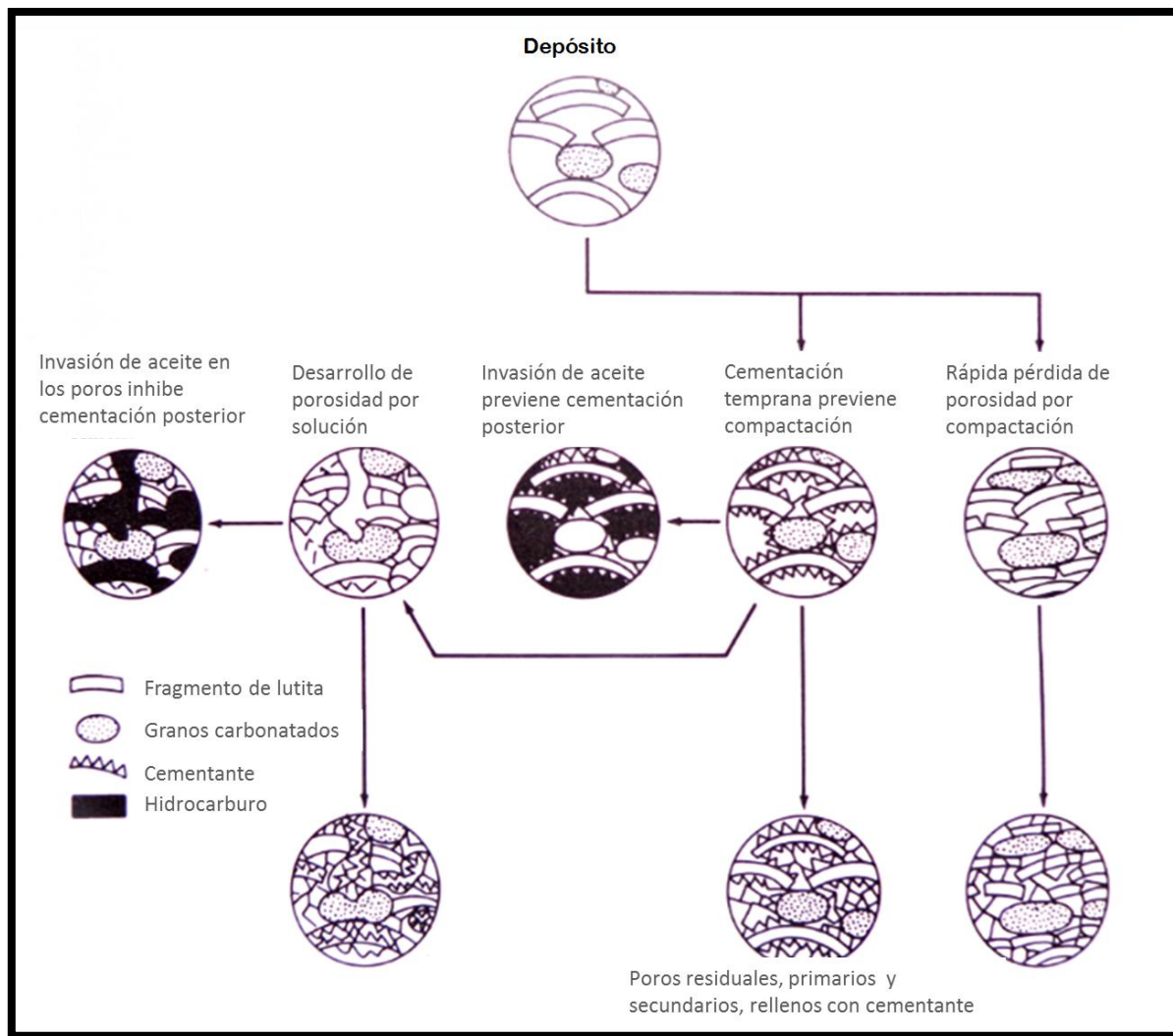


Figura 2.15. Proceso diagenético en arenas carbonatadas que influye directamente en la calidad del yacimiento.¹

Capítulo 3. Rocas sedimentarias

3.1. Rocas

Las **rocas** son cuerpos consolidados presentes en la naturaleza y están formadas por **minerales**, otros fragmentos líticos y materia **fósil** como conchas o plantas. Las rocas se generan a partir varios procesos geológicos que tiene lugar tanto en la superficie de la tierra como debajo de ella, o en el caso de los meteoritos en otras partes del Universo, pueden agruparse por tipos de aspecto similar, composición similar o si tuvieron el mismo proceso de formación.⁷

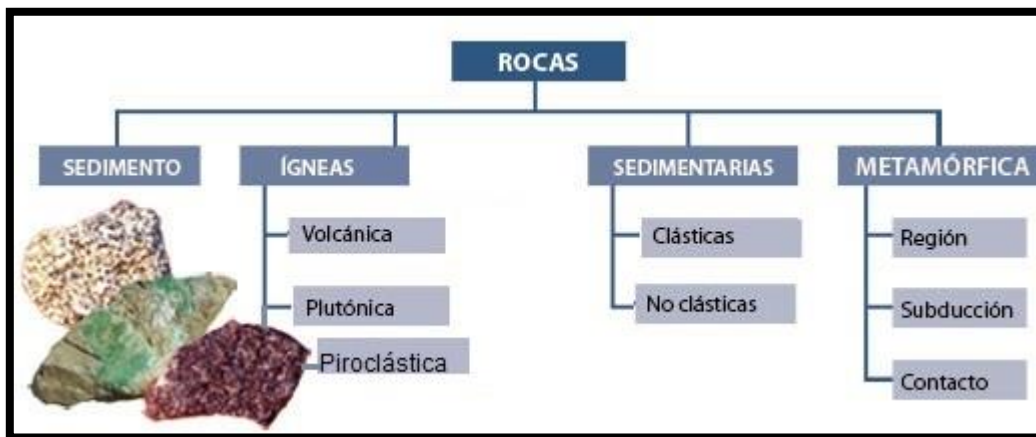


Figura 3.1. Esquema de los tipos de rocas.*⁷

3.2. Rocas sedimentarias

Las **rocas sedimentarias** son resultado de la consolidación de **sedimentos**. El sedimento es depositado a modo de granos por algún medio de transporte como el agua, el hielo o por el viento; otro tipo es formado por materiales biológicos. Pueden distinguirse dos tipos: las **clásticas** que resultan del asentamiento de granos de roca y las químicas/orgánicas como la creta que forman los arrecifes, que resultan de la sedimentación de sustancias disueltas o de restos orgánicos. El tamaño del grano puede depender de la distancia que los granos han recorrido antes de ser depositados o de los niveles de energía del medio.⁸

3.2.1. Clasificación de las rocas sedimentarias

Existen varias maneras de clasificar a las rocas sedimentarias; los tres elementos de juicio esenciales son su origen, composición y estructura. Considerando que el criterio genético tiene mayor importancia se distinguen las **rocas clásticas** y las rocas de origen químico y biológico o no clásticas.

Rocas clásticas

- Rocas no consolidadas: son los **sedimentos** actuales y rocas antiguas que han permanecido sueltas como las arenas o gravas. Los métodos de estudio de los depósitos actuales tienen valor para los sedimentos no consolidados antiguos apoyándose en sus **facies**, los **fósiles**, granulometría y asociaciones de **minerales** pesados.
- Rocas consolidadas coherentes: se distinguen según la dimensión de sus componentes en **conglomerados**, **areniscas** y **arcillas**.
 - a) Conglomerados: contienen al menos un 10% de componentes gruesos unidos por una matriz más fina. Los geólogos designan con el nombre de **brecha** un conglomerado que encierra fragmentos angulosos.
 - b) Areniscas: formadas por elementos de tamaño pequeño unidos por un cemento de naturaleza variable que condiciona su **porosidad**, dureza, densidad y resistencia a los agentes de **erosión**. Según la naturaleza de su cemento se pueden distinguir en areniscas silíceas, areniscas calcáreas, areniscas ferruginosas y areniscas bituminosas.
 - c) Rocas arcillosas: están constituidas por minerales del grupo de la arcilla, a los cuales puede agregarse **carbonato**, yeso, pirita y óxidos de hierro. Estos últimos elementos y las materias orgánicas son responsables de la coloración. Las rocas arcillosas pueden ser continentales, lagunares o marinas y depositadas a diferentes profundidades, pero siempre son formaciones de aguas relativamente tranquilas.

Diametro			Roca no consolidada		Roca consolidada	
mm	micras	Φ				
4.096		-12	Grava	CONGLOMERADOS		
256		-8				
64		-6				
4		-2				
2		-1	Arena muy gruesa	ARENISCAS		
1		0	Arena gruesa			
0,5	500	1	Arena media			
0,25	250	2	Arena fina			
0,125	125	3	Arena muy fina	LIMOLITAS		
0,062	62	4	Limo grueso			
0,031	31	5	Limo medio			
0,016	16	6	Limo fino			
0,008	8	7	Limo muy fino	ARCILLITAS		
0,004	4	8	Arcilla			

Figura 3.2 Clases granulométricas, correspondientes a los nombres de las rocas no consolidadas y rocas consolidadas, Φ es \log_2 del diámetro en mm.*¹⁰

Rocas de origen químico y biológico o no clásticas

- a) Rocas silíceas: formada principalmente por **cuarzo**, calcedonia y ópalo, son rocas duras que rayan el acero y el vidrio; contienen restos orgánicos. Se pueden dividir en origen orgánico y origen químico.
- b) Rocas carbonatadas: son muy abundantes, en general las rocas dependen de la existencia de la vida y la presencia de calcita es excepcional. Se dividirán en rocas calcáreas y rocas dolomíticas.
- c) Rocas salinas: provienen de un depósito consecutivo a la evaporación, sin embargo el yeso puede cristalizar en el interior de lodos submarinos donde su concentración en aguas es suficiente. Las más importantes son el yeso y la anhidrita, seguida de la sal gema (cloruro de sodio), la sal de potasio (cloruro de potasio o silvina y la sal de magnesio).

Capítulo 4. Formación del petróleo

4.1. Kerógeno

Tissot definió tres fases principales en la evolución de la materia orgánica debido al sepultamiento.

- **Diagénesis:** esta fase se da en el subsuelo somero a presiones y temperaturas normales, de igual forma incluye la degradación biogenética adicionada con reacciones bacterianas. El **metano**, el bióxido de carbono y el agua son emitidos por la materia orgánica dejando un término de **hidrocarburo** complejo llamado kerógeno. El resultado final de la diagénesis y de esta materia orgánica es la reducción de oxígeno, dejando el hidrógeno.
- **Catagénesis:** esta fase se da en el subsuelo profundo conforme el sepultamiento de los **sedimentos** continúa y la presión y temperatura aumenta. El **petróleo** se libera del kerógeno durante esta fase, primero el aceite y posteriormente el **gas**.
- **Metagénesis:** ocurre a altas temperaturas y altas presiones muy cercano al **metamorfismo**. Los últimos **hidrocarburos**, generalmente el metano es expulsado. En este punto la **porosidad** y la **permeabilidad** son despreciables.¹

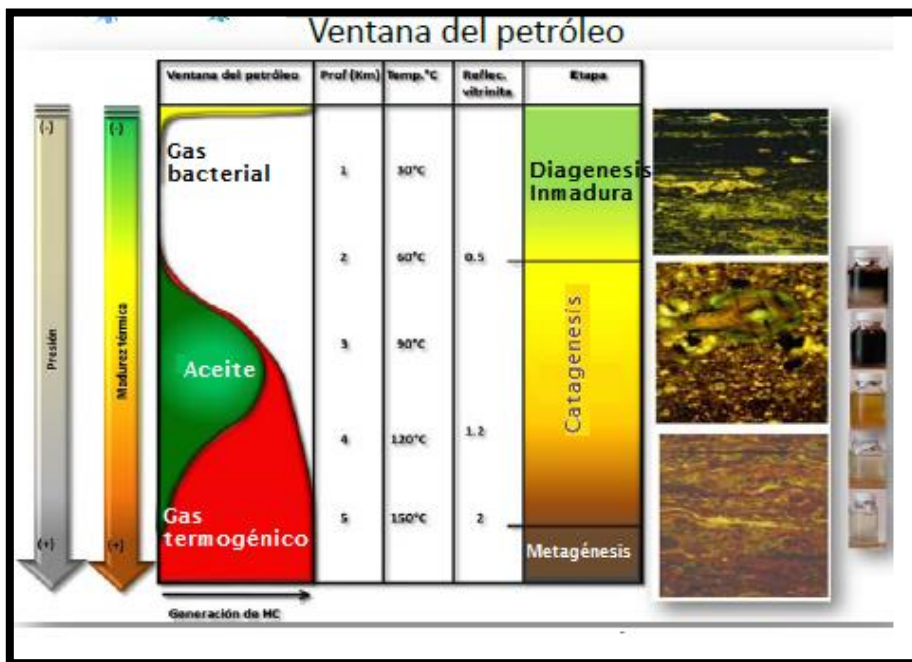


Figura 4.1. Correlación entre la generación de hidrocarburo, temperatura y otros parámetros ⁹

El kerógeno es un hidrocarburo sólido diseminado en muchas **lutitas** capaz de generar aceite y gas.

Tipos de kerógeno

- Tipo I: su origen es esencialmente de algas. Tiene una mayor producción de hidrógeno en comparación con el oxígeno y que otros tipos de kerógeno. Se generan en lutitas **bituminosas** antiguas.
- Tipo II: o sapropélico, la materia orgánica original del kerógeno tipo II se encuentra en algas, pero también contiene material derivado de zooplancton y fitoplancton.
- Tipo III: o húmico, se produce por la lignina de las plantas leñosas que crecen en la tierra. Este material húmico se sepulta como turba sometiéndose a **diagénesis** para formar carbón. El kerógeno tipo III tiende a generar **gas** y muy poco o nada de aceite.

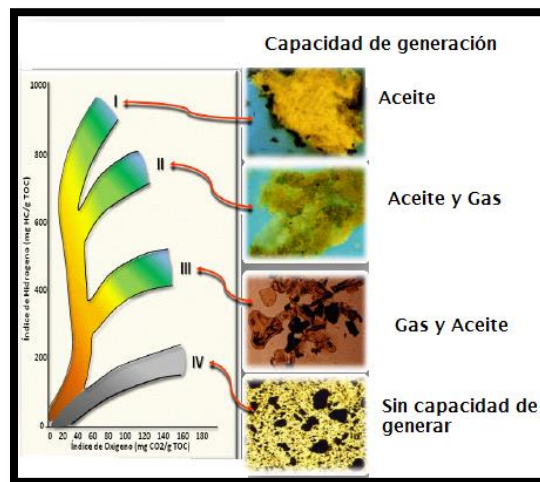


Figura 4.2. Se muestra la maduración de los tipos de kerógeno de acuerdo al índice de hidrógeno y el índice de oxígeno⁹

Los tres tipos de kerógeno muestran la importancia de identificar la materia orgánica en la **roca generadora** para evaluar con exactitud el potencial de la generación de **hidrocarburos**.²

4.1.1. Maduración del kerógeno

Durante la fase de la catagénesis, el kerógeno madura y proporciona el aceite y el **gas**. Es vital establecer el nivel de maduración del kerógeno en la **roca generadora** de un área sujeta a la exploración del **petróleo**. Cuando el kerógeno no madura no se genera el petróleo, conforme incrementa su maduración en primera instancia el aceite es expulsado y después el gas, cuando el kerógeno se sobre madura no se genera ni el aceite ni el gas. La fig.4.2., muestra la maduración de los diferentes tipos de kerógeno que puede ser

medida por varias técnicas. El grado depende de la temperatura, el tiempo y la posible presión.

La generación del petróleo ocurre entre los 60° y 120° C y la generación del gas entre los 120° y 225° C, pasando los 225° C el kerógeno es inerte dado que los **hidrocarburos** ya fueron expulsados solo quedan restos de carbón o grafito.² Fig. 4.3.

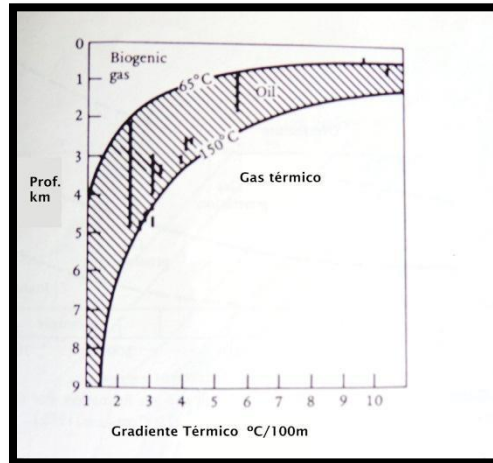


Figura 4.3. Profundidad vs Gradiente térmico⁵

4.2. Gas

Componentes gaseosos se encuentran en los **sedimentos** de forma disuelta, dependiendo de la abundancia, temperatura y presión, ya sea en fase gaseosa o en fase sólida (**hidratos**). Generalmente el **metano** es el único gas producido en sedimentos y en suficientes cantidades para iniciar la formación de cualquier fase ya sea de vapor o como hidratos.

La distribución y composición isotópica de estos gases refleja el impacto combinado de reacciones **diagenéticas** y procesos de transporte de sedimentos. El orden en que los gases se acumulan corresponde al cambio de energía libre que puede ser obtenida por una combinación en la reducción de la materia orgánica con varias fuentes de oxígeno.

El mecanismo dominante para la producción de metano en sedimentos recientes, a bajas temperaturas, es probablemente por la reducción de CO₂ a consecuencia de las bacterias. El metano puede difundirse hacia arriba donde puede ser oxidado por las bacterias en una de las zonas suprayacentes. Si suficiente metano se acumula, una fase gaseosa se puede formar. Una proporción de gas rico en metano puede escapar de los sedimentos, llevando consigo fracciones significativas de gases como nitrógeno, oxígeno, metano, etano, etc. Este proceso es común en sedimentos de aguas someras, pero de igual forma existe evidencia de que existe una fase gaseosa en sedimentos de aguas profundas.¹

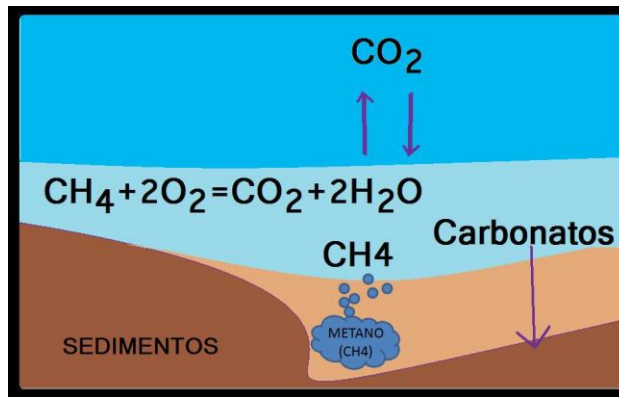


Figura 4. 4. Composición química del metano*⁸

El segundo mecanismo para la producción de gas se puede volver importante cuando la temperatura incrementa alrededor de 50° C, un proceso termal como este se asocia con la maduración de **hidrocarburos**. Si se conoce la producción de estos gases, es necesario que su distribución en los sedimentos sea modelada.

Las burbujas de metano pueden migrar desde la profundidad hasta la superficie mientras que el **gradiente geotérmico** intersecta el límite del cambio de fase, en este punto el hidrato se vuelve estable.

4.3. Origen del petróleo

Cualquier teoría de la generación del **petróleo** debe plantear dos observaciones, la geológica y la química.

- Factores geológicos
 - Las acumulaciones mayores de **hidrocarburos** principalmente se encuentran en las **rocas sedimentarias**.
 - Muchos ejemplos de acumulación de hidrocarburos en **yacimientos de areniscas y limolitas** se debe a que esta acumulación se encuentra delimitada por una **roca impermeable**.
 - La acumulación comercial de hidrocarburos se ha encontrado en el **basamento**.
 - Los primeros trazadores de hidrocarburos se han encontrado en **rocas ígneas y metamórficas**. La acumulación en basamentos, siempre será por un **flujo** de continuidad lateral con las rocas sedimentarias.
 - Los trazadores de hidrocarburos se encuentran en meteoritos pétreos.
- Factores químicos:

- El petróleo crudo más antiguo difiere de los hidrocarburos formados recientemente, dado que los antiguos contienen más del 50 % de hidrocarburos ligeros que es raro o ausentes en sedimentos modernos.
- El petróleo más antiguo muestra algunas afinidades con los hidrocarburos orgánicos modernos, por ejemplo contienen ciertas moléculas complejas como ocurre en la degradación de la materia orgánica.
- La correlación que ocurren entre la **roca generadora** y el **yacimiento de aceite** se puede llevar a cabo usando cromatografía de gas.¹

Existen dos teorías tratando de explicar el origen del petróleo, una es la teoría inorgánica o mineral y la teoría orgánica.

La teoría inorgánica fue elaborada por químicos postulando que el petróleo y el gas asociado se forman mediante procesos inorgánicos reproducidos en laboratorio. A continuación se nombran las teorías más importantes:¹³

- Teorías de los metales alcalinos o Berthlot (1886)
- Teoría de los metales alcalinos modificada por Bysson (1891)
- Teorías de los carburos metálicos o de Mendeleiev (1897-1899)
- Teorías de las emanaciones volcánicas (1900)
- Teoría postulada por Sabatier y Senders (1902)
- Teoría del origen cósmico (1903)
- Teoría por procesos subterráneos de emanación o destilación por Gaedicke (1904)
- Teoría de la caliza, el yeso y el agua (1904)

La teoría orgánica postula que el petróleo es producto de la descomposición de organismos vegetales y animales sometidos a altas temperaturas y presiones en determinados periodos de tiempo geológico. Ésta teoría se basa en que la producción de hidrocarburos se forma a partir de organismos vivos. A continuación se mencionan las teorías más importantes:¹³

- Haquet Nuremberg (1790)
- Waksman (1933)
- Skinner (1952)
- Davis y Squires (1953)
- Craig (1953)
- Francis (1954)

4.3.1. Preservación de la materia orgánica

La preservación comienza con el depósito de restos de plantas o el cadáver de cualquier animal. La cantidad de materia orgánica enterrada en **sedimentos** está relacionada con el radio de depósito y con su destrucción. Generalmente, la materia orgánica se destruye en la superficie terrestre y una cantidad menor se preserva. El depósito de sedimentos ricos en materia orgánica es favorable por su alto contenido de polímeros y monómeros, derivados directa o indirectamente de la parte orgánica de los organismos y preservación de ésta. Es difícil determinar su preservación, es por esto que los ambientes marinos y continentales deben analizarse por separado.¹

Las condiciones favorables para la preservación de materia orgánica se debe a la cantidad de ésta, la velocidad de sedimentación, condiciones anóxicas, geográficas y climáticas. Varios métodos pueden ser usados para correlacionar al petróleo con la roca generadora y determinar los tipos de organismos, así mismo el ambiente de depósito.¹

La pirolisis es un método que caracteriza el potencial generador de la materia orgánica asociada a las rocas generadoras, los resultados permiten: caracterizar el tipo de materia orgánica y evaluar su madurez térmica, determinar el contenido de carbono orgánico total y calcular el contenido de hidrocarburos libres.

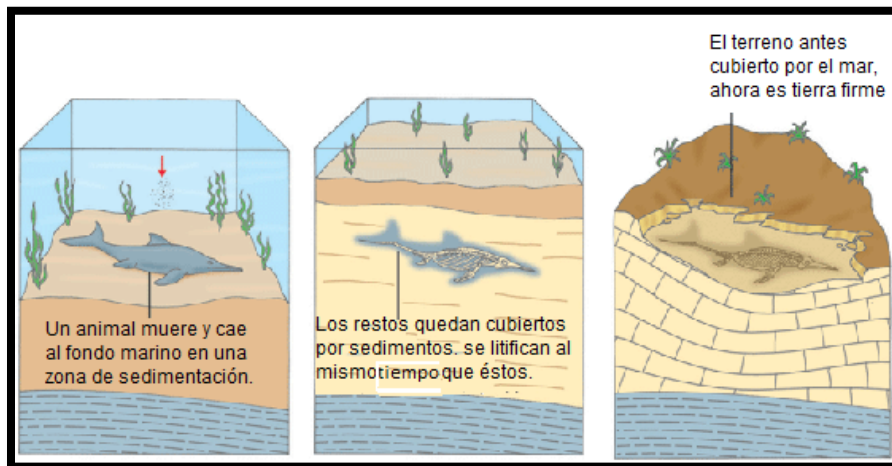


Figura 5.5. Proceso del depósito de los sedimentos y materia orgánica*⁹

Capítulo 5. Tectónica

5.1. Placas Tectónicas

Antes de establecer la teoría de las **placas tectónicas** a finales de los años 60's muchos geólogos habían relacionado las **facies** sedimentarias con ambientes tectónicos. En muchos de estos estudios, la **sedimentación** geosinclinal fue considerada como los límites de antiguos geosinclinales y cinturones **orogénicos**, con una pequeña referencia a cualquier otro **sedimento** moderno en cual la acumulación de **rocas** es similar a la de la actualidad. Dewey y Bird (1970) mostraron cómo muchos rasgos sedimentarios y tectónicos de antiguos geosinclinales y cinturones orogénicos pueden ser explicados por la comparación de nuevos márgenes continentales y placas; también muestran donde existe una similitud en la acumulación de los sedimentos actuales.²

En 1968, se dio a conocer la teoría de **tectónica de placas**, la cual incluye los conceptos de **deriva continental** y expansión de fondo oceánico. Esta teoría explica los movimientos de la capa externa de la tierra a través de mecanismos de subducción y la expansión del fondo oceánico, los cuales generan las principales características geológicas de la tierra como lo son las montañas, continentes entre otros. Esta teoría es la base de la mayoría de los procesos geológicos; de igual forma definen las facies sedimentarias.¹⁰

La **litósfera** está rota en fragmentos conocidos como placas, su grosor varía dependiendo si se encuentra en el océano (100km) o en el continente (de 100 a 150km). Se reconocen siete placas principales:

- Norteamericana
- Sudamericana
- Pacífico
- Africana
- Euroasiática
- Australiana
- Antártica

Las placas litosféricas se mueven en relación con los demás a una velocidad lenta y continua, produciendo **pliegues** o **fallas**. Este movimiento es impulsado por la distribución desigual del calor en el interior de la tierra.¹⁰

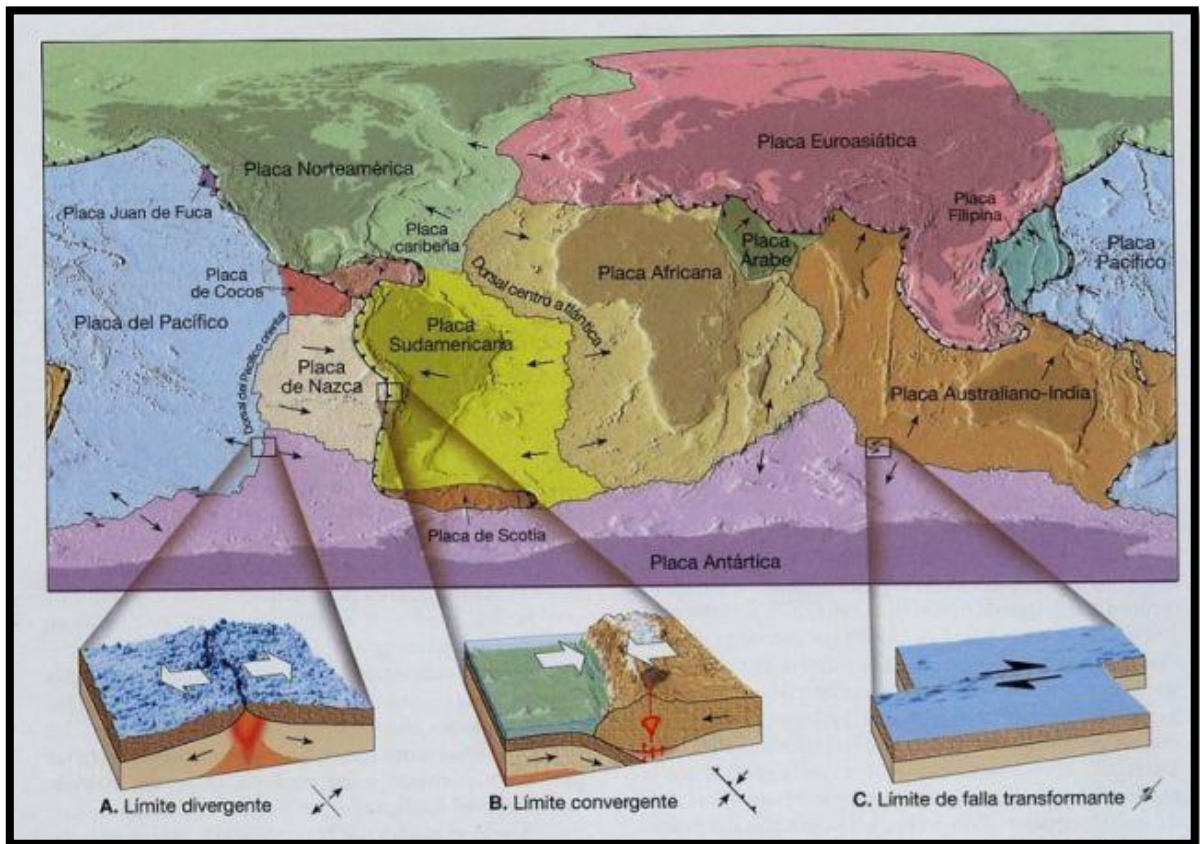


Figura 5.1. Mosaico de las placas rígidas que constituyen la tierra¹⁰

5.2. Límite de placas

Los límites de placa se establecieron representando las localidades de los terremotos. Las placas tienen tres tipos distintos de bordes, que se diferencian en función del tipo de movimiento que presentan.¹⁰

- Límite divergente
- Límite convergente
- Límite de falla transformante

Capítulo 6. Sistema petrolero

6.1. Sistema petrolero

El sistema petrolero es usado para integrar la migración del petróleo con la evolución térmica y tectónica de los **basamentos** sedimentarios. Esto involucra consideraciones como la distancia de la migración secundaria del petróleo y modelos matemáticos del tiempo así como la cantidad del **petróleo** que puede ser generado con los basamentos sedimentarios dados.

Se ha definido como la generación dinámica del petróleo concentrándose en sistemas físicos y químicos funcionales en el tiempo y espacio geológico. Demaison y Huizinga (1991,1994) clasificaron el sistema petrolero de acuerdo al factor económico, al tipo de migración y al tipo de trampa¹.

Los elementos clave que definen la existencia de un sistema petrolero son las rocas generadoras, almacenadoras, sello, trampa, migración y el sepultamiento necesario para la generación térmica de **hidrocarburos**. Elementos que deben compartir las apropiadas relaciones espacio-temporales (sincronía) para permitir que los hidrocarburos se acumulen y se preserven.¹¹

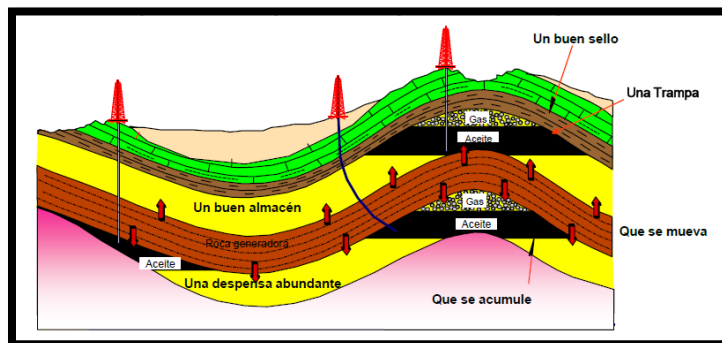


Figura 6.1. Sistema Petrolero⁹

6.2. Roca almacén

Consiste básicamente en una roca que sea capaz de almacenar hidrocarburos, la cual debe de poseer las siguientes características:

- Ser porosas
- Ser permeables
- Tener continuidad lateral y vertical

6.3. Roca generadora

Es todo aquel cuerpo de **roca** que permita la conservación temporal y posterior transformación de materia orgánica en **hidrocarburos**. La roca generadora debe de ser

enterrada a una profundidad suficiente para que la materia orgánica contenida pueda madurar hasta convertirse en aceite y/o **gas**, además de que se encuentre en una **cuenca** sedimentaria que sufra procesos de subsidencia.¹¹

La roca generadora generalmente contiene 1500 ppm de carbón orgánico pero sólo produce un porcentaje pequeño de hidrocarburos; entre el 1% y el 3% la roca es de color negro o hasta en un 20% y con 0.5% el color de la roca es verde o gris.¹

- Ambiente marino

Una condición importante para conservar la materia orgánica es la presencia de la estratificación dentro del agua en donde la **sedimentación** ocurre. Demaison y Moore reconocieron cuatro escenarios principales para la formación de **sedimentos** ricos en materia orgánica dentro de ambientes anóxicos.¹ Fig 6.2.

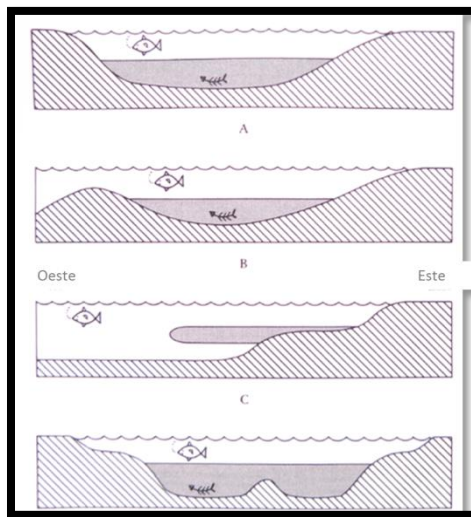


Figura 6.2. Ambientes anóxicos favorables para la preservación de la materia orgánica¹

- El primer escenario muestra un lago de agua fresca, en donde la **estratificación** es inducida por efectos térmicos de agua caliente y fría en la superficie, el agua más densa tiende a bajar. Tormentas esporádicas simulan la circulación de agua y causan una mortalidad masiva de la vida en el lago a través de la falta de oxígeno, mejorando la cantidad orgánica depositada en una capa del lago.
- El depósito de materia orgánica y su preservación en ambientes anóxicos ocurre en **cuencas**. El agua entra de manera restringida. En climas áridos la evaporación del agua causa que el nivel del agua descienda y la salinidad incrementa. En este caso la densidad de capas se debe a las diferencias de salinidad. Condiciones anóxicas similares son desarrolladas.
- Se presenta una situación favorable para el depósito y preservación de materia orgánica debido al sumergimiento de agua rica en nutrientes y fosfatos. Se presenta una deficiencia de oxígeno entre los 200 y 1500m (fig6.3.). Este depósito

probablemente se debió a un incremento de la temperatura global. Por consecuente el tipo de roca generadora, comúnmente se generan un ciclo de discordancias en la secuencia estratigráfica.

- D) Todos los eventos anóxicos han sido los responsables del depósito de sedimentos ricos en materia orgánica. Este mecanismo se ha propuesto para explicar las **lutitas negras** en el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior que se generaron en muchas partes del mundo.

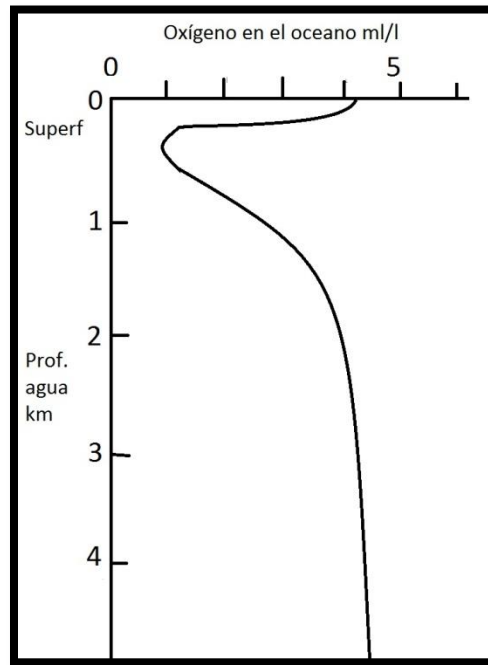


Figura 6.3. Variación del oxígeno contenido en el océano contra la profundidad¹

- Ambiente continental

A diferencia de los ambientes marinos para la preservación de la materia orgánica, el oxígeno es constante. Las variables importantes son el agua y el número de días de generación, que está en función de la temperatura y la luz solar. Por lo que la productividad orgánica en zonas polares es baja. En zonas superficiales, cualquier sedimento con o sin materia orgánica, es poco probable que ésta se preserve; es necesario que se genere por encima de los 25°C.¹

6.4. Roca sello

Para que una **trampa** tenga una buena integridad debe de tener una roca sello efectiva por encima. Cualquier **roca** puede funcionar como sello siempre y cuando sea impermeable. Las roca sello por lo general tendrán **poros** y pueden estar saturadas por **petróleo**, pero no deben permitir la migración vertical del petróleo hacia la trampa. Las **lutitas** son los sellos más comunes, sin embargo las **evaporitas** son las más efectivas. Las

lutitas por lo general son porosas, pero debido al fino tamaño de granos que poseen tienen fuerzas capilares demasiado altas que evitan el **flujo** de fluidos.¹

6.5. Migración del petróleo

Se tiene evidencia de varias observaciones que muestran que el aceite y el **gas** generalmente no se encuentran en la **roca** donde fueron encontrados, sino que debieron de haber migrado a hacia otro lugar. Esta teoría se demuestra por las siguientes observaciones:

1. La materia orgánica se destruye fácilmente por la oxidación en los **poros**. Por tanto debe haber invadido la roca almacén considerando la profundidad del depósito y el incremento de temperatura.¹
2. El aceite y el gas a menudo se producen en poros y **fracturas** que debe haberse formado después del depósito y litificación de la **roca almacén**.¹
3. El aceite y el gas se encuentran atrapados en el punto más alto (estructural y estratigráficamente) de la unidad de roca permeable, la cual implica una migración vertical y lateral.
4. Aceite, gas y agua se encuentran en los poros dentro del **yacimiento** limitada por la **roca sello** de acuerdo a sus densidades relativas. Esta **estratificación** implica de que los fluidos estuvieron y podrán moverse libremente de manera vertical y lateral dentro del yacimiento¹.

Los puntos anteriores llevan a la conclusión que los **hidrocarburos** son capaces de migrar dentro de la **roca almacén** a una profundidad considerable después del depósito.

Se hace una distinción muy importante entre la migración primaria y secundaria.

- Migración primaria se entiende como la emigración de **hidrocarburos** de la roca generadora (**lutita** negra y **arcillas**) dentro de capas permeables (roca sello) generalmente areniscas, carbonatos y limolitas.
- Migración secundaria se refiere al movimiento subsecuente del aceite y el gas dentro del **yacimiento** y la roca almacén. Ésta ocurre cuando el petróleo ya es identificado como aceite y gas, aunque el gas debe de estar disuelto en el aceite su solubilidad en agua congénita es despreciable. La migración secundaria se da por diferencia de densidad de cada fluido y en respuesta a la diferencia de presión.¹

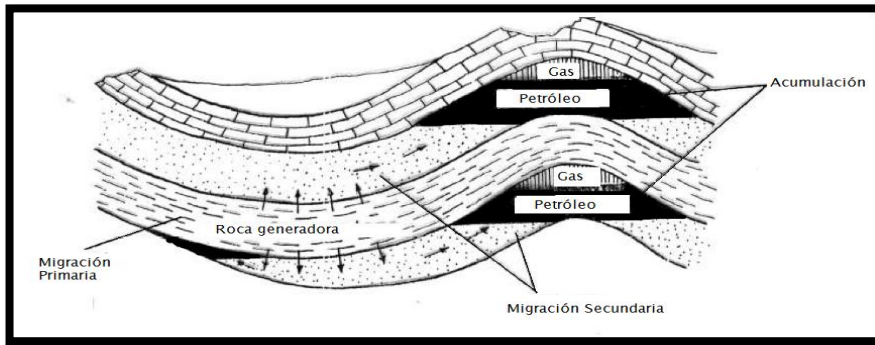


Figura 6.4. Migración del petróleo¹¹

La relación entre la **porosidad** de la **arcilla**, la **permeabilidad**, pérdida de agua, la **compactación** y la migración de hidrocarburos es importante y debe de ser apropiada. Muchas curvas de sedimentos arcillosos se muestran en la fig. 6.5 que muestra la expulsión del agua por compactación que ocurre a partir de los 2km de sepultamiento. La expulsión del agua en los poros por compactación es mínima debajo de esta profundidad. Tomando en cuenta que un gradiente geotérmico promedio es de 25° C/km la generación del aceite empieza por debajo de la profundidad a la cual la mayoría del agua de los poros ha sido expulsada.¹

Otros factores que se deben considerar son las temperaturas y presiones normales y los diferentes tipos de agua presentes en las arcillas.

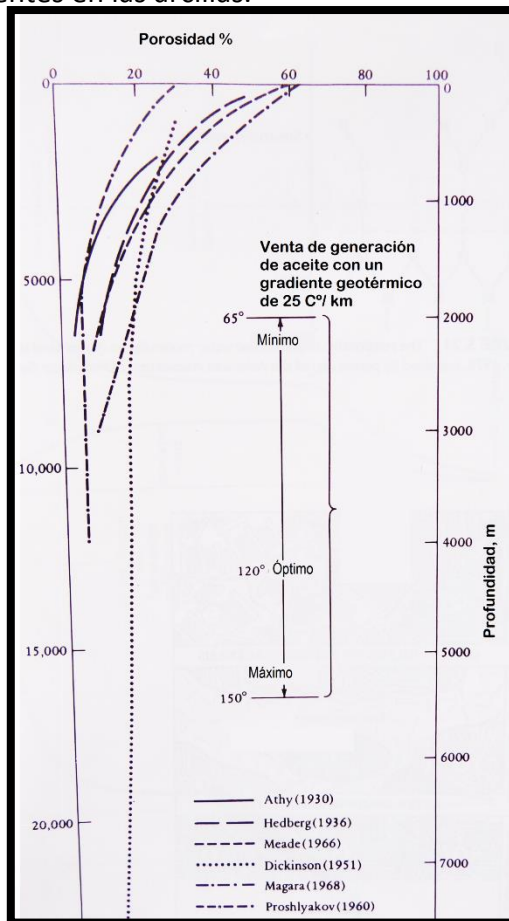


Figura 6.5. Curva de compactación propuesta por diferentes autores. Muestra una pequeña pérdida de agua en la ventana de generación de hidrocarburos.¹

6.5.1. Distancia de la migración del petróleo

Para medir la distancia entre la acumulación de petróleo y la **roca generadora** más cercana es a través de métodos físicos. En zonas donde el aceite es atrapado en arenas lenticulares rodeadas por **lutitas**, la distancia de migración debió de haber sido corta. El aceite que se genera en **trampas** sin una roca generadora adyacente obvia produce una migración lateral extensa. La correlación entre la roca generadora y el aceite del **yacimiento** puede determinarse usando cromatografía de gas¹.

Se generó un método geo químico para calcular las distancia de migración desarrollado por Larter et al. (1996), este está basado en variaciones de huellas regionales y funciona de manera independiente a la maduración del petróleo.¹

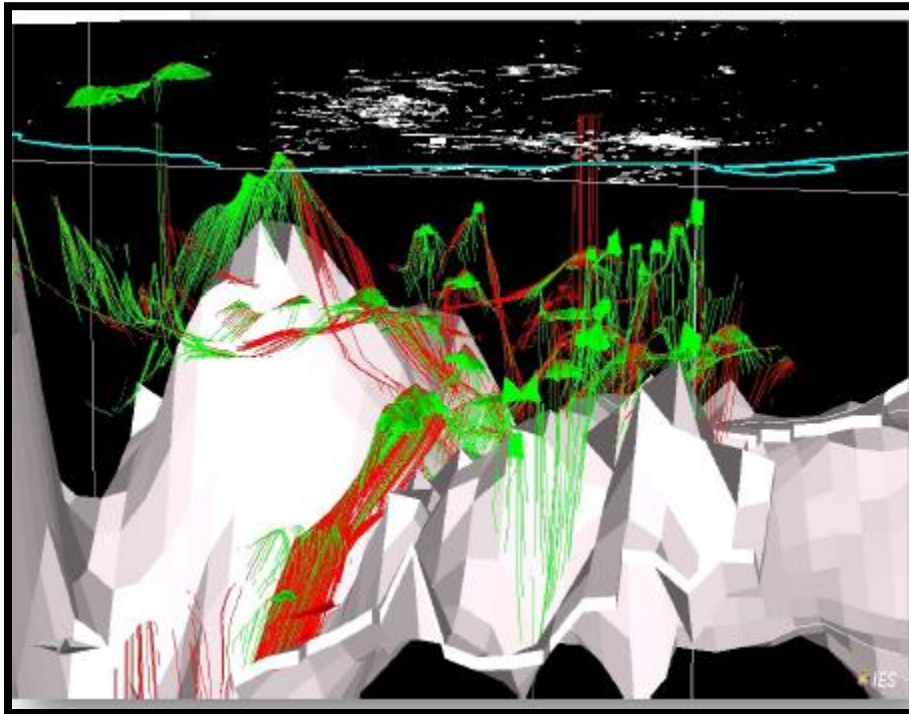


Figura 6.6. Ruta de migración, muestra el escenario de distribución de áreas con mayor factibilidad de contener hidrocarburos⁹

6.6. Trampas petroleras

El término de **trampas** fue aplicado por primera vez por Orton (1889) como la acumulación de hidrocarburos o de **recursos minerales**; se define como cualquier existencia de **petróleo** o **gas** que podrían estar atrapados en la cima de los **pliegues** o arcos que se encuentran en lo más alto del terreno.

Muchos términos son usados para describir los parámetros de una trampa, los cuales se muestran en la fig. 6.7. Una trampa petrolera debe de contener aceite, gas o agua o los tres. El contacto agua-aceite es el nivel más profundo para producir aceite, del mismo modo el contacto gas-aceite o gas-agua es el límite menor para producir gas. Una evaluación exacta de estas superficies es fundamental antes que las **reservas** de un campo sean calculadas ya que el conocimiento de éstas es uno de los objetivos principales tanto en pruebas como en registros de **pozos**.¹

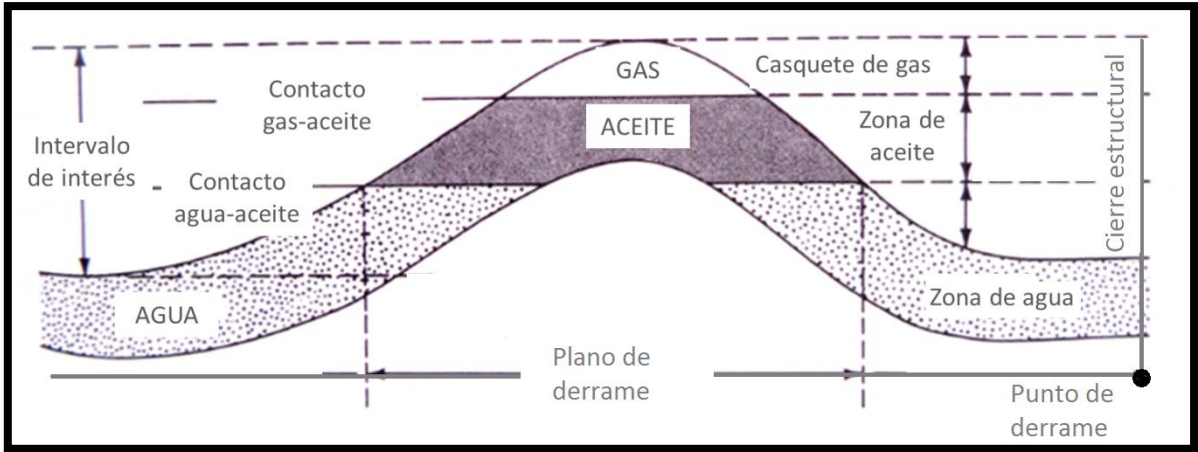
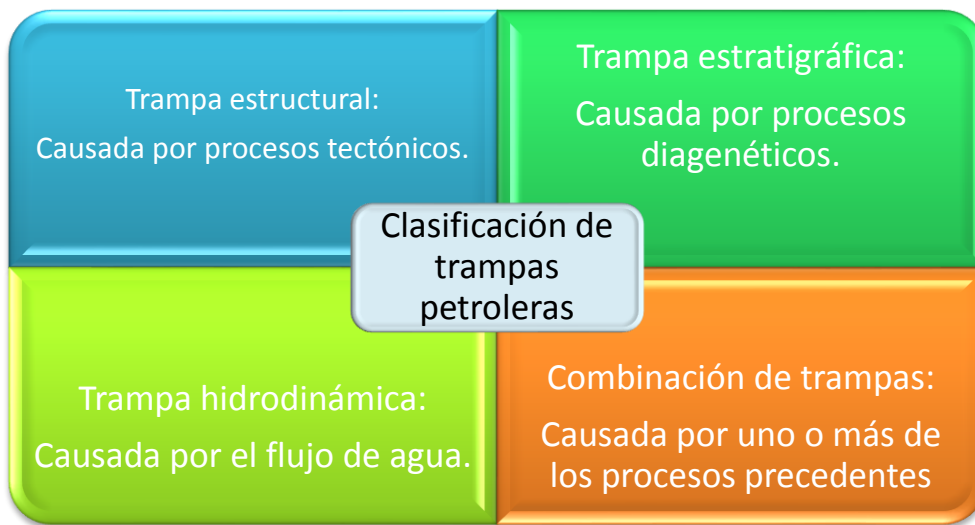


Figura 6.7. Sección transversal de un anticlinal¹

En casos donde el aceite y el gas se encuentren en la misma trampa, el gas se encuentra por arriba el aceite debido a que el gas tiene una menor densidad a la del aceite. Si la trampa contiene aceite y/o gas es necesario conocer de la química de ambos, el nivel de maduración en la roca generadora así como la presión y temperatura del yacimiento.¹

6.6.1. Clasificación de las trampas petroleras

La mayoría de las trampas se clasifican de acuerdo a su geometría, sin embargo existen diversos autores que utilizan a la roca sello como parámetro para realizar la clasificación de estas. Los dos principales grupos de trampas son las estratigráficas y estructurales; el tercer grupo es una combinación de ambos.¹



Las **trampas estructurales** son aquellas en la cual su geometría se formó por procesos tectónicos después del depósito de las capas.

Las **trampas estratigráficas** son aquellas en la cual su geometría se formó por cambios en la **litología**. La variación de la litología puede ser en el proceso de depósito o después de éste.

La combinación de trampas se refiere a cuando los campos de aceite y petróleo no sólo son estratigráficos o estructurales pero si a cuando existe una combinación de dos o más de estos procesos.

6.7. Modelado del sistema petrolero

Es útil e importante poder evaluar la cantidad de petróleo que ha sido generado en la **roca sedimentaria**, sin embargo, esta evaluación es muy difícil en un área virgen que no cuenta con los datos necesarios. En un **yacimiento** maduro se cuenta con gran cantidad de datos y el modelado es considerablemente más fácil.

El volumen de la **roca generadora** puede ser calculado mediante un **mapa de isopacas**. Una roca generadora refleja su riqueza en materia orgánica mediante el Carbono Orgánico Total (COT), expresándose en términos de porcentaje en peso de carbono orgánico. La cantidad promedio de materia orgánica debe de ser estimado por análisis geoquímicos a partir de muestras de **núcleos** de roca, extrapolándolos de registros geofísicos. El potencial genético de la formación es la cantidad de petróleo que el **kerógeno** puede generar y está contenido a nivel estratigráfico dentro de la cuenca sedimentaria. Los estudios para estimar el volumen de **petróleo** muestran que el radio de transformación de la materia orgánica necesita extenderse 0.1 para la generación significativa de aceite.

El concepto de sistema petrolero es viejo, pero de igual forma común ya que facilita el modelado geológico para determinar cuanta cantidad de petróleo se generó y donde puede ser localizado. Este sistema integra historia sedimentológica y estructural de **basamento**, junto con características del petróleo en términos de maduración de la roca generadora, volumen y calidad.

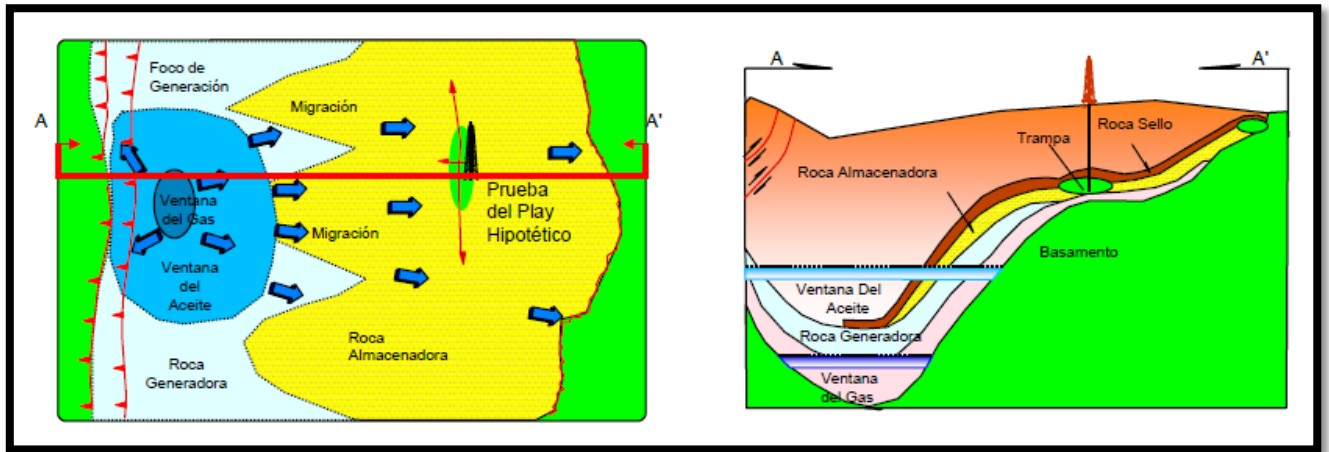


Figura 6.8. Modelado del sistema petrolero⁹

Capítulo 7. Yacimientos

7.1. La naturaleza de los yacimientos de petróleo

Los **yacimientos** de petróleo contienen **gas** y agua, o aceite y agua, el petróleo generalmente se encuentra en las partes centrales de los **poros** y el agua alrededor de los granos en contacto. Esta agua es aparentemente inmóvil, y en el volumen poroso la saturación de **agua irreductible** es del 20 al 40% comúnmente.

Los yacimientos consisten de rocas porosas y permeables, **rocas sedimentarias**, algunas rocas son volcánicas y otras **ígneas** en donde los poros y fisuras están llenos con agua y aceite, agua o gas y aceite agua.

Los fluidos y los sólidos se encuentran a temperaturas muy elevadas, dependiendo de la profundidad y del **gradiente geotérmico**. Los gradientes geotérmicos tienen un rango muy amplio, entre 25 y 40°C/km, así que la temperatura en un yacimiento a una profundidad de 2000m normalmente sería entre 65° y 95°C. Incluso los fluidos y sólidos se encuentran a altas presiones, dependiendo de la profundidad y el gradiente de presión debido al peso del material suprayacente. Las presiones en los yacimientos son mayores a la presión hidrostática por la baja densidad del aceite.

La acumulación está limitada por un material de grano fino en la parte superior como **mudstone**, para ser más precisos por un material de poros pequeños. La inyección de la **presión capilar**, para que el aceite o el gas penetre la **roca sello**, deben de ser mayor que la presión del fluido en el yacimiento. La acumulación comúnmente está limitada por el material poroso y la unidad de roca en el yacimiento, por el contacto agua-aceite o aceite-gas en el cual todos los poros del cuerpo rocoso están saturados por el agua de la formación, también puede ser limitado lateralmente por una **falla** la cual debería de servir como barrera para una **migración** futura tomando en cuenta que el grano fino en el plano de la falla puede traer material con poros pequeños a través de la falla. Dentro del yacimiento en estos espacios porosos existe agua y petróleo.

El petróleo fluye hacia el pozo gracias a la **permeabilidad efectiva** de la roca y el gradiente de energía inducido por el pozo. La **permeabilidad relativa** y efectiva decrece conforme la saturación de agua aumenta, pero la permeabilidad relativa del gas y del aceite puede estar cerca de la unidad cuando la saturación de agua irreductible es baja. La mayor parte de la producción de aceite y gas se realiza un bajo volumen de agua.

Se dice que el yacimiento tiene expansión por empuje de agua la cual es la fuerza principal que reemplaza el volumen de aceite producido. La energía del yacimiento debe de ser mantenida por inyección de agua por debajo del contacto agua-aceite o por inyección de gas en el casquete de gas. Aproximadamente dos tercios del aceite residual en el

yacimiento no pueden ser producidos por métodos convencionales. Se ha tenido éxito en la recuperación de aceite con solventes.

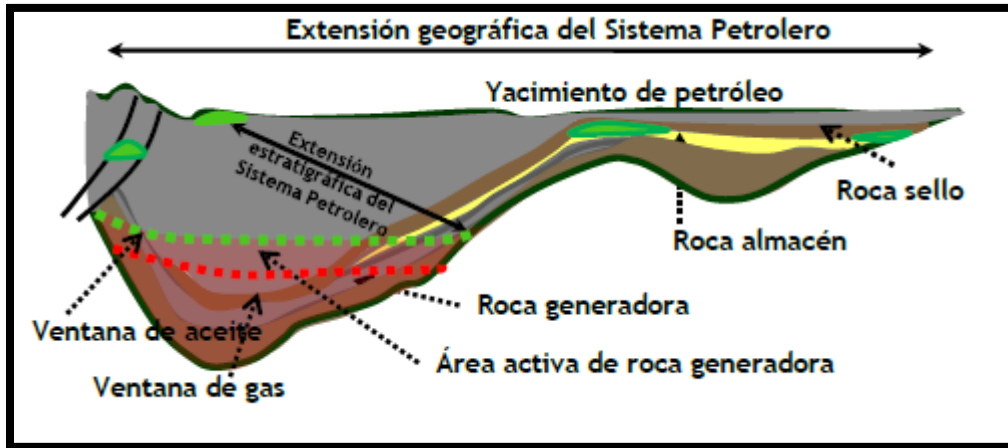


Figura 7.1 Yacimiento⁹

7.2. Porosidad

Definición y clasificación

Los espacios porosos o vugulos que posee la roca generalmente son llenados de **agua congénita** pero también contienen aceite o gas dentro del yacimiento. La porosidad también se puede expresar como espacio anular.

$$Porosidad(\%) = \frac{\text{volumen de espacios vacíos}}{\text{total de volumen de la roca}} \times 100$$

La porosidad se simboliza por la letra griega Φ y se clasifica de la siguiente manera:

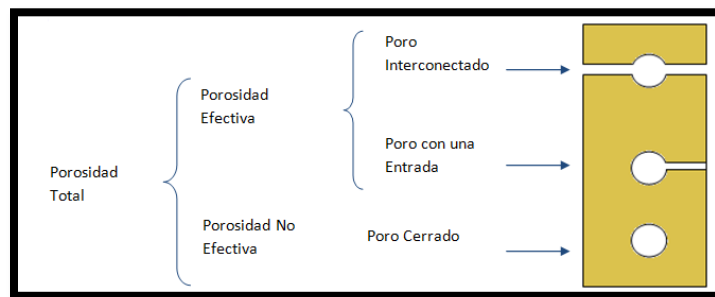


Figura 7.2. Tipos de poros¹

El radio total de la porosidad efectiva es muy importante y está directamente relacionado con la **permeabilidad** de la roca. El tamaño y la geometría de los poros y el diámetro y la tortuosidad de la garganta que conecta unos poros con otros afectan la productividad del yacimiento.

Existen dos tipos de porosidades que se definen de acuerdo a su tiempo de formación:

- Porosidad primaria: es aquella que se forma cuando los **sedimentos** se depositan. Esto a su vez se subdivide en intergranular e intragranular. En la primera inicialmente los poros se presentan en todos los sedimentos, ésta se presenta en muchos yacimientos formados por **areniscas**. La segunda se encuentra en yacimientos carbonatados debido a la ausencia de **compactación** y **cementación**.
- Porosidad secundaria: es la que se genera en la roca después del depósito. Generalmente se crea por solución, muchos **minerales** pueden ser lixiviados de la **roca**, por tanto, la solución induce a la porosidad que es más común en yacimientos carbonatados. La porosidad secundaria también se genera por la cementación.

La porosidad por **fractura** es una de las principales a considerar, es muy importante porque incrementa la capacidad de almacenamiento de un yacimiento e incluso porque mejora la permeabilidad. Las fracturas deben de ser detectadas ya sea por registros geofísicos, por la sismica, o la historia de producción de un **pozo**.

7.3. Permeabilidad

Principios fundamentales

El segundo requerimiento esencial que debe de tener la **roca almacenadora** es la permeabilidad. La **porosidad** por sí sola no es suficiente, los poros deben de estar conectados. La permeabilidad es la capacidad de que los fluidos pasen a través del material poroso. Quien estudió la permeabilidad a través de los gastos fue Darcy (1856), posteriormente Muskat y Botset desarrollaron su trabajo y formularon la Ley de Darcy¹:

$$Q = \frac{k(P_1 - P_2)A}{\mu L}$$

La unidad de la permeabilidad es el Darcy. Se define como la permeabilidad que permite a un fluido de un centipoise (cP) fluir con una velocidad de 1cm/s a una presión de 1atm/cm. Debido a que la mayoría de los **yacimientos** tienen permeabilidades menores a la de un Darcy comúnmente se usa el miliDarcy (md) dentro de un rango de 5 a 500md. La permeabilidad es representada por la letra *k*.

Interpretación de los datos de permeabilidad

El gasto de flujo depende del área permeable y la **viscosidad**. El gas del yacimiento debe ser capaz de fluir a gastos comerciales con permeabilidades de bajos milidarcys, en cambio el aceite necesita permeabilidades mínimas de alrededor de diez milidarcys.

Por esta razón la permeabilidad se mide en el laboratorio usando gas inerte en vez de líquido¹.

El efecto Klinkenberg es necesario para recalcular la permeabilidad de la roca, medido en el laboratorio al aire con un gas de alta densidad. Para esta corrección, en un determinado medio poroso, es necesario disminuir la presión promedio de tener una permeabilidad alta en la **roca** o aumentar la presión promedio para una baja permeabilidad de la roca.

Cuando un solo fluido satura por completo el espacio poroso hace referencia a la **permeabilidad absoluta** o específica. La **permeabilidad efectiva** se refiere a la saturación menor al 100%. Los términos K_w , K_g y K_o se usan para referirse a la permeabilidad efectiva del agua, gas y aceite respectivamente, sin embargo la suma de éstas siempre es menor a 1. La **permeabilidad relativa** tiene un rango de $0.0 < K_r < 1.0$ por tanto para el aceite será: $K_{ro} = K_o/K$; para el gas $K_{rg} = K_g/K$; para el agua $K_w = K_w/K$.

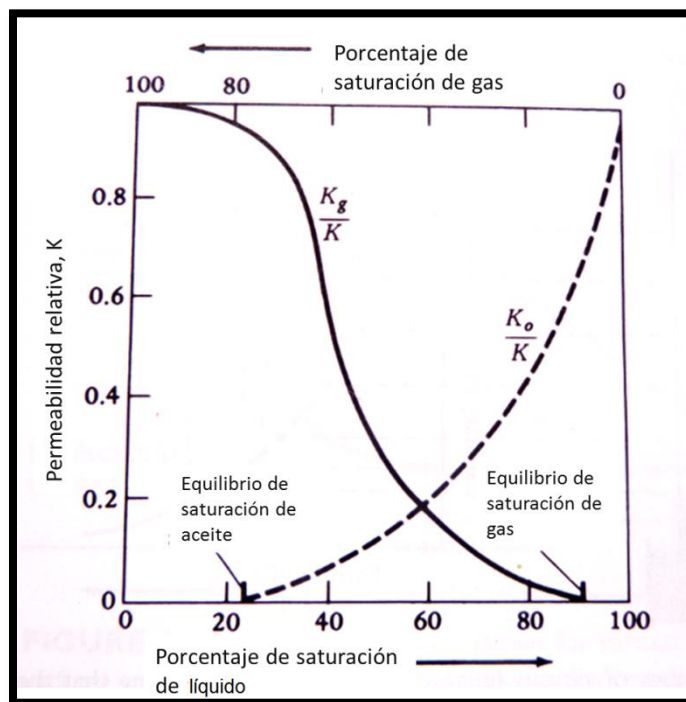


Figura 7.3. Curvas de la permeabilidad relativa del aceite y el gas a diferentes saturaciones de líquido

La fig 7.3., muestra la relación de la permeabilidad relativa y las diferentes saturaciones. Es necesario considerar las saturaciones relativas de como el aceite y el gas están distribuidas así como la presencia de agua. La mayoría de los yacimientos están mojados por agua, teniendo una película de agua que separa las paredes del poro del aceite. Pocos yacimientos están mojados por aceite, careciendo por

completo de una película de agua congénita en los poros como lo muestra la figura 7.4.

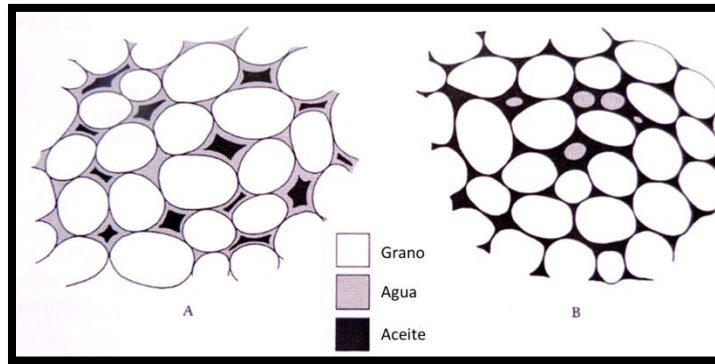


Figura 7.4. Concepto de mojabilidad. (A) Yacimiento mojado por agua (B) Yacimiento mojado por aceite. ¹

7.4. Presión capilar

Es un fenómeno donde el líquido es alzado por un tubo capilar (Fig. 7.5.). La **presión capilar** es la diferencia entre la presión atmosférica y la presión ejercida por la columna de líquido. La presión capilar aumenta cuando el diámetro del tubo capilar disminuye (Fig 7.6.). Trasladado a términos geológicos, la presión capilar de un yacimiento incrementa cuando el tamaño del poro disminuye. Se relaciona con la tensión superficial generada entre dos fluidos. En un sistema poroso mojado por agua el menisco es convexo respecto con el agua al contrario de un sistema mojado por aceite donde es cóncavo (Fig 7.7.)

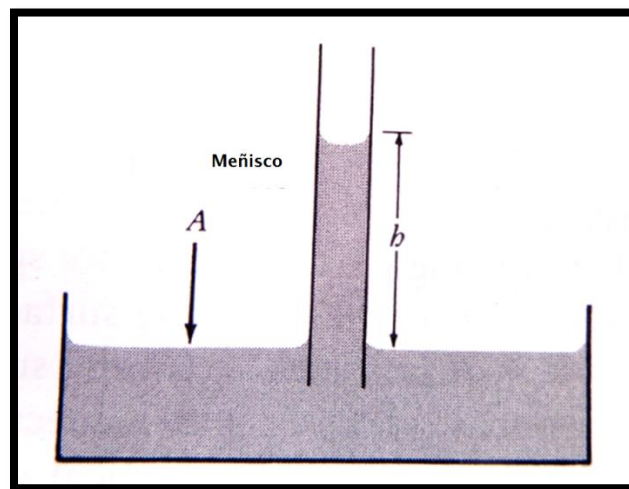


Figura 7.5. Tubo capilar, la presión en A es igual a la presión hidrostática ¹

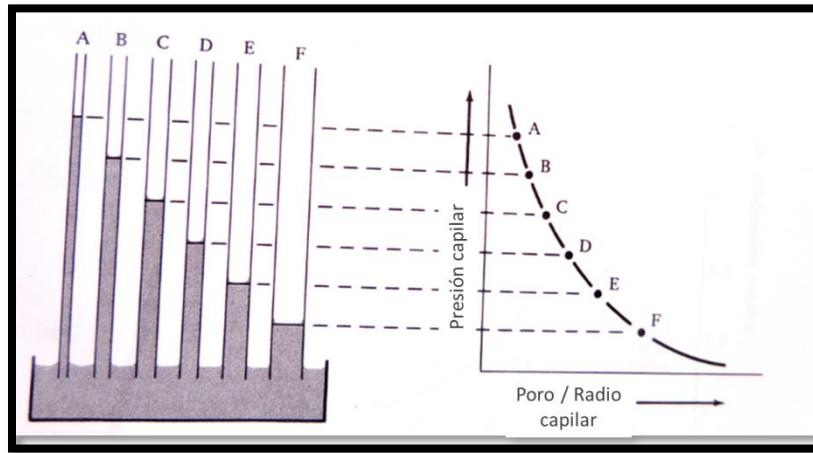


Figura 7.6. Varios tubos capilares con diferentes diámetros muestran que la altura de cada columna de líquido es proporcional al diámetro del tubo ¹

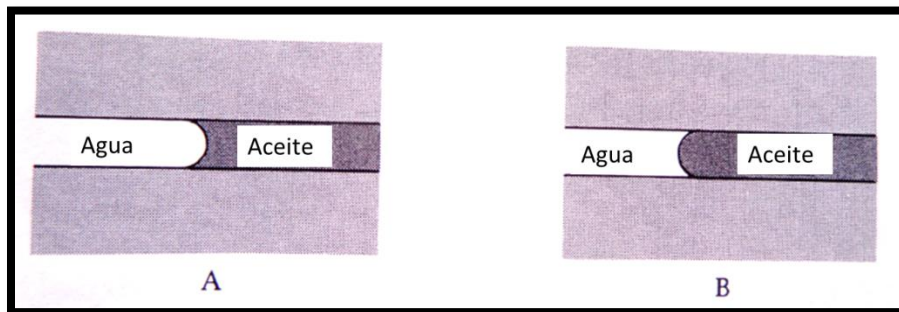


Figura 7.7. Sección transversal del tubo capilar mostrando el menisco (A) yacimiento mojado por aceite (B) yacimiento mojado por agua ¹

7.5. Relación entre la permeabilidad, porosidad y textura

La textura de la **roca almacén** está relacionada con el **sedimento** depositado originalmente, la cual es modificada posteriormente por la **diagénesis**. La diagénesis puede ser insignificante en muchas **areniscas**, pero en **carbonatos** debió de haber suficiente para borrar todos los rastros de las características originales del depósito. ¹

Los parámetros texturales de un sedimento sin consolidar que afectan a la **porosidad** y a la **permeabilidad** son la forma de grano, tamaño de grano, empacamiento, orientación del grano y su clasificación.

7.5.1. Forma de grano

Los dos aspectos que hay que considerar para el tamaño de grano son la redondez y la esfericidad (Fig 7.8.) La redondez describe el grado de angulación de la partícula. La esfericidad describe el grado de en el cual la partícula se aproxima a la forma esférica.

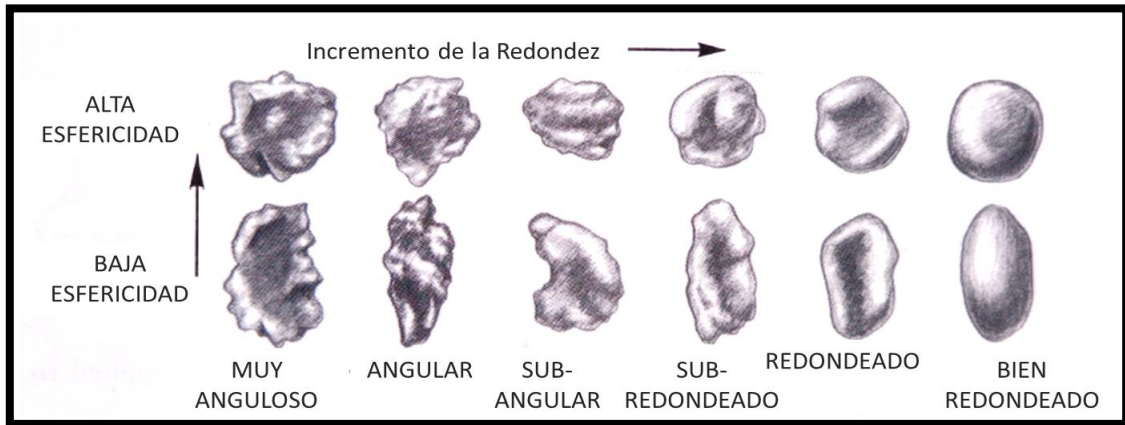


Figura 7.8. Diferencia entre esfericidad y redondez ¹

7.5.2. Tamaño de grano

Teóricamente la **porosidad** es independiente al tamaño de grano; en la práctica las arenas gruesas algunas veces tienen porosidades mayores que las arenas finas o viceversa. La permeabilidad disminuye cuando el tamaño de grano es menor debido a que el diámetro de poro decrece y por ende la **presión capilar** aumenta. Por lo tanto las arenas y las **lutitas** deben tener porosidades del 10%; mientras que con las arenas debe de ser un yacimiento permeable y con las lutitas debe de haber una **roca sello** impermeable. La siguiente tabla muestra las escalas para los tamaños de grano:

	Tamiz de malla estándar de U. S.	Milímetros	Unidades Phi (Φ)	Clase de tamaño Wentworth
GRAVA		4096	-12	
		1024	-10	Bloque
		256	-8	
		64	-6	Canto, Guija
		16	-4	
	5	4	-2	Guijarro
	6	3.36	-1.75	
	7	2.83	-1.5	
	8	2.38	-1.25	Gránulo
	10	2.00	-1.0	
ARENA	12	1.68	-0.75	
	14	1.41	-0.5	
	16	1.19	-0.25	Arena muy gruesa
	18	1.00	0.0	
	20	0.84	0.25	
	25	0.71	0.5	
	30	0.59	0.75	Arena gruesa
	35	0.50	1.0	
	40	0.42	1.25	
	45	0.35	1.5	
	50	0.30	1.75	Arena media
	60	0.25	2.0	
	70	0.210	2.25	
	80	0.177	2.5	
	100	0.149	2.75	Arena fina
	120	0.125	3.0	
	140	0.105	3.25	
	170	0.088	3.5	
200	0.074	3.75	Arena muy fina	
LIMO	230	0.0625	4.0	
	270	0.053	4.25	
	325	0.044	4.5	
		0.037	4.75	Limo grueso
		0.031	5.0	
		0.0156	6.0	Limo medio
		0.0078	7.0	Limo fino
ARCILLA		0.0039	8.0	Limo muy fino
		0.0020	9.0	
		0.00098	10.0	
		0.00049	11.0	
		0.00024	12.0	Arcilla
	0.00012	13.0		
	0.00006	14.0		

Tabla 7.1. Escala de Wentworth clasifica los tamaños de grano.¹⁴

7.5.3. Clasificación del grano

Conforme la clasificación del grano decrece, es decir, mientras los poros sean más grandes, el marco de formación de granos es llenado por partículas más pequeñas; por lo que la permeabilidad decrece con la clasificación de granos por la misma razón. (Fig7.9.)

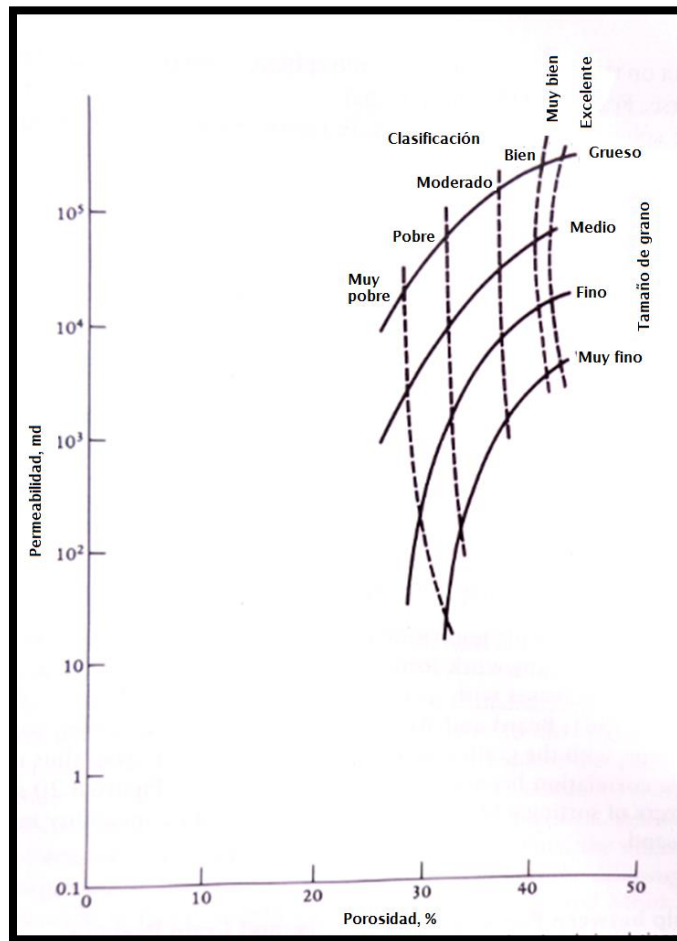


Figura 7.9. Gráfica de la permeabilidad contra la porosidad mostrando la relación del tamaño de grano y su clasificación.¹

7.5.4. Empacamiento

Las dos características importantes para el empacamiento de los **sedimentos** son como los granos están acomodados y orientados. Graton y Fraser (1935) encontraron que esferas de tamaño uniforme tienen seis formas de empacamiento geométrico (Fig7.10.)

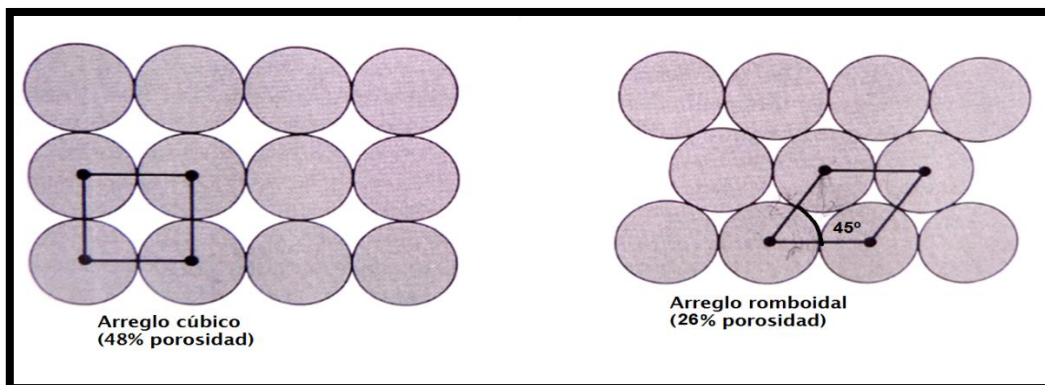


Figura 7.10. Empacamiento de las esferas con diámetro uniforme.¹

El empacamiento es la mayor influencia en la **porosidad** de los sedimentos. Se ha tomado atención particularmente en el empacamiento en el proceso de depósito. Sin embargo, la **compactación** posterior al depósito probablemente causa un rápido ajuste en el empacamiento y la porosidad se pierde durante el sepultamiento temprano.

7.5.5. Proceso de depósito

Varios estudios se han realizado para establecer una manera en el cual el proceso de depósito y el ambiente de depósito pueden afectar las características del yacimiento. Esto se complica debido a que el tamaño de grano y su clasificación no se relacionan solo al ambiente de depósito, pero reflejan las características de la **roca** de la cual fueron derivados.

Atkins y McBride compararon varios valores de porosidad y notaron que el aire atrapado en forma de burbujas junto con el efecto de empacamiento muestra un alto porcentaje de porosidad. No cabe duda que la porosidad y la permeabilidad se reducen rápidamente debido al empacamiento y la compactación temprana durante el depósito.

7.5.6. Orientación de los granos

La mayoría de los sedimentos son estratificados, cada capa se forma por los granos no consolidados, debido a esta estratificación la permeabilidad vertical generalmente se considera menor que la permeabilidad horizontal, la variación en la permeabilidad varía de forma paralela a las capas y en la mayoría de las arenas los granos generalmente muestran un alineamiento preferencial con el plano horizontal. Para las arenas estratificadas la orientación de los granos se alinean de forma paralela a las capas de la roca debido a la gravedad. La fig7.11., muestra que la permeabilidad será mejor de forma paralela a la orientación de los granos, dado que esta orientación se encuentra alineada a la menor resistencia del movimiento del fluido.

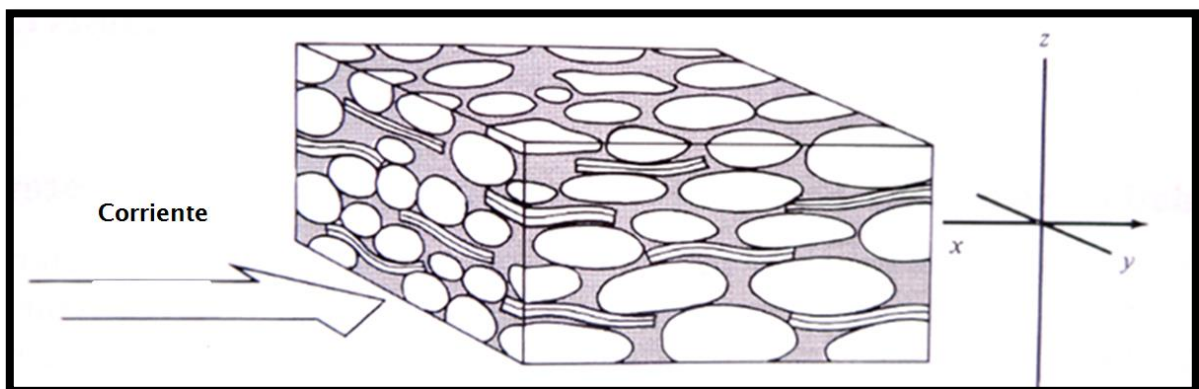


Figura 7.11. El bloque de arenas muestra la orientación de los granos de forma paralela a la corriente. ¹

Los cambios en la permeabilidad vertical están acompañados de variaciones en la porosidad. Por tanto, existe un gran control en la sedimentología sobre la porosidad vertical y lateral así como en la permeabilidad de los yacimientos petroleros (Fig7.12.)

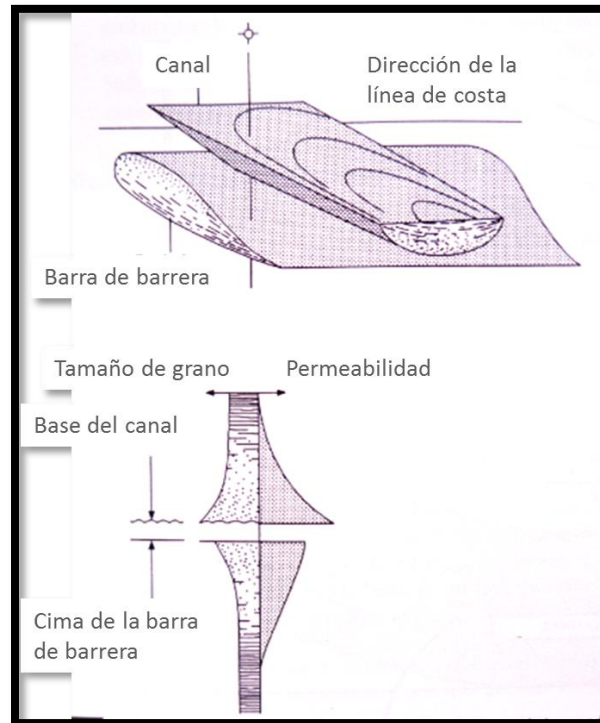


Figura 7.12. Diagrama muestra la variación de la permeabilidad en las arenas. ¹

7.6. Caracterización del yacimiento.

Una vez que la acumulación del **petróleo** ha sido descubierta es esencial caracterizar el yacimiento con la mayor precisión posible para calcular las **reservas** y determinar la forma más efectiva de recuperar cuanta cantidad de petróleo sea posible de forma económicamente rentable.

La caracterización del yacimiento involucra una amplia integración de datos tanto sísmicos, como de registros geofísicos y muestras geológicas. El primer objetivo para caracterizar un yacimiento es generar un modelo geológico que tenga los suficientes datos para poder usarlos y predecir la distribución de la **porosidad**, **permeabilidad** y movimiento de los fluidos a través del campo. El objetivo es generar celdas tridimensionales del campo y colocar valores de porosidad, permeabilidad y **saturación** de aceite en cada una de las celdas del modelado.

Una vez que las reservas han sido calculadas y el método más efectivo para producirlas se ha simulado, las características de producción del campo son probadas para diferentes espaciamentos de pozos, para los flujos de producción y escenarios de recuperación mejorada.

Referencias

1. Selley C. Richard, *Elements of Petroleum Geology*, Londres 1998.
2. Rhodes W. Fairbridge, *The Encyclopedia of Sedimentology*, Pennsylvania
3. Villamar Viguera Manuel, *Apuntes de clase "Caracterización Estática de Yacimientos"*, Facultad de Ingeniería, 2011
4. Selley C. Richard, *Ancient sedimentary environments and their sub-surface diagnosis*, London, 1996.
5. Gabriel Vázquez Castro, *Apuntes de clase " Geología de yacimientos de fluidos", Ambientes transicionales*, Facultad de Ingeniería, 2011
6. Selley C. Richard, *An introduction to sedimentology*, London, 1976
7. Pomero Charles, Fouet Robert, *Les roches sédimentaires*, París, 1979.
8. Price Monica, Walsh Kevin, *Rocas y Minerales*,
9. Morales Gil Carlos, *Apuntes de clase "Temas Selectos de Ingeniería Petrolera", La industria petrolera*, Facultad de Ingeniería, 2012
10. Tarbuk , E.J.; Lutgens, F. K., y Tasa, D., *Ciencias de la Tierra*, 2005
11. Martell Andrade Bernardo, *Apuntes de clase "Petrofísica y Registro de Pozos", Sistema Petrolero*, , Facultad de Ingeniería, 2010
12. R.E. Chapman, *Petroleum Geology*, Nueva York 1983.
13. Juana Elia Escobar Sánchez, *Apuntes de clase "Geología de explotación de petróleo, agua y vapor"*, Facultad de ingeniería, 2009
14. Gabriel Pérez Arias, *"Análisis de la producción, porosidad, permeabilidad y saturación (aceite-agua), en el sector norte del campo Tajín de la cuenta de Chincontepec"*, Facultad de Ingeniería, 2013

* Ilustraciones

1. www.geovirtual.cl
2. Andesmarques.blogspot.com
3. Mandrimasd.org
4. Cursos de geofísica (UNAM)
5. Redes_cepalcala.org
6. ecologiablog.com
7. www.codelcoeduca.cl
8. www.tiempo.com
9. Bachaclas.wordpress.com
10. www.uclm.es

**“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA
PETROLERA”**

GLOSARIO

ÍNDICE	
Abanico aluvial / <i>Alluvial fan</i>	1
Abanico submarino / <i>Deep-sea fan</i>	1
Aceite / <i>Oil</i>	1
Agua congénita/ <i>Connate wáter</i>	1
Aluvión / <i>Alluvium</i>	1
Ambiente anóxico / <i>Anoxic environment</i>	2
Ambiente de depósito / <i>Environment of deposition</i>	2
Ambiente sedimentario / <i>Sedimentary environment</i>	2
Arcilla/ <i>Clay</i>	2
Arenisca / <i>Sandstone</i>	2
Aromáticos / <i>Aromatic</i>	3
Arrecife / <i>Reef</i>	3
Atolón / <i>Atoll</i>	3
Barra / <i>Bar</i>	3
Barra de bahía / <i>Baymouth bar</i>	3
Barra de punta / <i>Point bar</i>	4
Basamento / <i>Basement</i>	4
Bitumen / <i>Bitumen</i>	4
Bloque / <i>Block</i>	4
Bloque de piso / <i>Footwall</i>	4
Bloque de techo / <i>Roof block</i>	4
Brecha / <i>Breccia</i>	4
Cabalgamiento / <i>Thrust</i>	4
Caliza / <i>Limestone</i>	5
Carbonato / <i>Carbonate</i>	5
Carbonización / <i>Carbonization</i>	5
Cementación / <i>Cementation</i>	5
Cizalla / <i>Shear</i>	5
Cizalla pura / <i>Pure shear</i>	6
Cizalla simple / <i>Simple shear</i>	6
Clastos glaciares / <i>Glacial clasts</i>	6
Combustible fósil / <i>Fossil fuel</i>	6
Compactación / <i>Compaction</i>	6

Conglomerado / <i>Conglomerate</i>	6
Corriente de inundación / <i>Flood current</i>	6
Corriente de marea / <i>Tidal current</i>	7
Corriente de turbidez / <i>Turbidity current</i>	7
Corriente litoral / <i>Longshore current</i>	7
Costa / <i>Coast</i>	7
Costa afuera / <i>Offshore</i>	7
Costa de emersión / <i>Emergent coast</i>	8
Costa de inmersión / <i>Submergent coast</i>	8
Cristal / <i>Crystal</i>	8
Cristalización / <i>Crystallization</i>	8
Cuarzo / <i>Quartz</i>	8
Cuenca / <i>Basin</i>	8
Deformación / <i>Deformation</i>	9
Delta / <i>Delta</i>	9
Delta de marea / <i>Tidal delta</i>	9
Deriva continental / <i>Continental drift</i>	9
Deriva litoral o de playa / <i>Beach drift</i>	10
Desembocadura / <i>Mouth</i>	10
Diaclasa / <i>Joint</i>	10
Diaclasa columnar / <i>Columnar joints</i>	10
Diagénesis / <i>Diagenesis</i>	10
Dique / <i>Dike</i>	10
Dique natural / <i>Natural dike</i>	11
Discontinuidad / <i>Discontinuity</i>	11
Discordancia angular / <i>Angular unconformity</i>	11
Discordancia estratigráfica / <i>Unconformity</i>	11
Discordante / <i>Discordant</i>	11
Dolomías / <i>Dolomite</i>	12
Domo salino / <i>Salt dome</i>	12
Duna / <i>Duna</i>	12
Duna parabólica / <i>Parabolic dune</i>	12
Dunas en estrella / <i>Star dune</i>	12
Dunas transversas / <i>Transverse dunes</i>	13
Echado / <i>Dip</i>	13
Época / <i>Epoch</i>	13
Era / <i>Era</i>	13
Erosión / <i>Erosion</i>	13

Escarpe de falla / <i>Fault scarp</i>	13
Esfuerzo / <i>Stress</i>	13
Esfuerzo compresivo / <i>Compressional stress</i>	13
Esfuerzo diferencial / <i>Differential stress</i>	13
Esfuerzo tensional / <i>Tensional stress</i>	14
Espejo de falla / <i>Fault polish</i>	14
Estrangulamiento / <i>Cutoff</i>	14
Estratificación / <i>Stratification</i>	14
Estratificación cruzada / <i>Cross-bedding</i>	14
Estrato / <i>Strata</i>	14
Estrato gradado / <i>Graded bed</i>	14
Estructura sedimentaria / <i>Sedimentary structure</i>	15
Evaporita / <i>Evaporite</i>	15
Facetas triangulares / <i>Triangular facet</i>	15
Facies / <i>Facies</i>	15
Falla / <i>Fault</i>	15
Falla de crecimiento / <i>Fault growth</i>	16
Falla de desplazamiento lateral / <i>Strike-slip fault</i>	16
Falla de desprendimiento / <i>Detachment fault</i>	16
Falla de en dirección del echado / <i>Dip-slip fault</i>	17
Falla inversa / <i>Reverse fault</i>	17
Falla normal / <i>Normal fault</i>	17
Falla transformante / <i>Transform fault</i>	17
Fluido / <i>Fluid</i>	17
Flujo laminar / <i>Laminar flow</i>	17
Flujo turbulento / <i>Turbulent flow</i>	17
Foraminíferos / <i>Foraminifers</i>	18
Forma cristalina / <i>Crystal form</i>	18
Fósil / <i>Fossil</i>	18
Fósil índice o guía / <i>Index fossil</i>	18
Fractura / <i>Fracture</i>	18
Gas húmedo / <i>Wet gas</i>	19
Gas natural / <i>Natural gas</i>	19
Gas seco / <i>Dry gas</i>	19
Geología / <i>Geology</i>	19
Graben / <i>Graben</i>	20
Gradiente / <i>Gradient</i>	20
Gradiente geotérmico / <i>Geothermal gradient</i>	20

Hidrato / <i>Hydrate</i>	20
Horst / <i>Horst</i>	20
Isla barrera / <i>Barrier island</i>	20
Kerógeno / <i>Kerogen</i>	20
Lago pluvial / <i>Pluvial lake</i>	21
Ley de Darcy / <i>Darcy's law</i>	21
Ley de superposición / <i>Law of superposition</i>	21
Límite convergente de placa / <i>Convergent plate boundary</i>	21
Límite divergente de placa / <i>Divergent plate boundary</i>	21
Límite transformante / <i>Transform plate boundary</i>	22
Limolita / <i>Siltstone</i>	22
Línea de costa / <i>Coastline</i>	22
Línea litoral / <i>Shoreline</i>	22
Litificación / <i>Lithification</i>	22
Litoral / <i>Shore</i>	22
Litosfera / <i>Litosphere</i>	23
Llanura abisal / <i>Abyssal plain</i>	23
Llanura aluvial / <i>Alluvium plain</i>	23
Llanura oceánica / <i>Oceanic plateau</i>	23
Llanura salina / <i>Salt flat</i>	23
Lodolita / <i>Mudstone</i>	23
Lutita bituminosa / <i>Oil shale</i>	24
Mapa de isopacas / <i>Isopachous map</i>	24
Margas / <i>Marls</i>	24
Margen continental / <i>Continental margin</i>	24
Margen continental activo / <i>Active continental margin</i>	24
Meandro / <i>Meander</i>	24
Metano / <i>Methane</i>	25
Meteorización / <i>Weathering</i>	25
Micrita / <i>Micrite</i>	25
Miliólidos / <i>Miliolids</i>	25
Mineral / <i>Mineral</i>	25
Mineral índice / <i>Index mineral</i>	25
Mineralogía / <i>Mineralogy</i>	25
Moluscos / <i>Mollusk</i>	26
Núcleo de la tierra / <i>Earth's core</i>	26
Núcleo de roca / <i>Rock core</i>	26
Offlap / <i>Offlap</i>	26

Onlap / <i>Onlap</i>	26
Oolitos / <i>Oolites</i>	27
Orogénesis / <i>Orogenesis</i>	27
Paleontología / <i>Paleontology</i>	27
Pata de perro / <i>Dog-leg</i>	27
Patrón dendrítico / <i>Dendritic pattern</i>	27
Período / <i>Period</i>	27
Permabilidad absoluta / <i>Absolute permeability</i>	28
Permabilidad efectiva / <i>Effective permeability</i>	28
Permabilidad relativa / <i>Relative permeability</i>	28
Petrificación / <i>Petrifaction</i>	28
Petróleo / <i>Petroleum</i>	29
Pizarras / <i>Slate</i>	29
Placa tectónica / <i>Plate tectonics</i>	29
Plano de estratificación / <i>Bedding plane</i>	30
Plano de falla / <i>Fault plane</i>	30
Plataforma continental / <i>continental shelf</i>	30
Plataforma de abrasión / <i>Wave-cut platform</i>	30
Play / <i>Play</i>	30
Playa / <i>Beach</i>	30
Plegamiento / <i>Plication</i>	31
Pliegue / <i>Fold</i>	31
Pliegue anticlinal / <i>Anticline</i>	31
Pliegue en chevron / <i>Chevron fold</i>	31
Pliegue isoclinal / <i>Isoclinal</i>	32
Pliegue monoclinal / <i>Monocline</i>	32
Pliegue Sinclinal / <i>Syncline</i>	32
Pliegue Volcado o acostado / <i>Fold lying</i>	32
Porosidad / <i>Porosity</i>	32
Pozo / <i>Well</i>	33
Pozo artesiano / <i>Artesian well</i>	33
Pozo de desarrollo / <i>Development well</i>	33
Pozo exploratorio / <i>Exploratory well</i>	33
Presión capilar / <i>Capillary pressure</i>	33
Presión de confinamiento / <i>Confining pressure</i>	33
Principio de transgresión temporal / <i>Principle of temporal transgression</i>	33
Provincia geológica / <i>Geological province</i>	34
Recurso mineral / <i>Mineral resource</i>	34

Recurso no renovable / <i>Nonrenewable resource</i>	34
Recurso petrolero / <i>Oil resource</i>	34
Recurso renovable / <i>Renewable resource</i>	34
Regresión / <i>Regression</i>	34
Reserva / <i>Reserve</i>	35
Reserva Posible / <i>Possible reserve</i>	35
Reserva Probable / <i>Probable reserve</i>	35
Reserva Probada / <i>Proved reserve</i>	35
Rizadura / <i>Ripple marks</i>	35
Rocas / <i>Rocks</i>	35
Roca almacén / <i>Reservoir rock</i>	35
Roca clástica / <i>Detrital rock</i>	36
Roca generadora / <i>Source rock</i>	36
Roca ígnea / <i>Igneous rock</i>	36
Roca sedimentaria / <i>Sedimentary rock</i>	36
Roca sello / <i>Seal rock</i>	36
Rumbo / <i>Strike</i>	36
Salinidad / <i>Salinity</i>	36
Sección sísmica / <i>Seismic section</i>	36
Sedimento / <i>Sediment</i>	37
Sedimento terrígeno / <i>Terrigenous sediment</i>	37
Silicato / <i>Silicate</i>	37
Sincronía / <i>Synchoronous</i>	37
Sistema petrolero / <i>Petroleum system</i>	37
Suelo / <i>Soil</i>	39
Talud / <i>Slope</i>	39
Talud continental / <i>Continental slope</i>	39
Tectónica / <i>Tectonics</i>	39
Tensión interfacial / <i>Interfacial tensión</i>	39
Tensión superficial / <i>Surface tensión</i>	39
Textura / <i>Texture</i>	40
Trampa combinada / <i>Combine trap</i>	40
Trampa estratigráfica / <i>Stratigraphic trap</i>	40
Trampa estructural / <i>Structural trap</i>	40
Trampa petrolífera / <i>Oil tramp</i>	40
Transgresión / <i>Transgression</i>	40
Valle de Rift / <i>Rift valley</i>	40
Viscosidad / <i>Viscosity</i>	40

Yacimiento / <i>Reservoir</i>	40
Yacimiento retrogradante / <i>Retrograde reservoir</i>	41
Zona de fractura / <i>Fracture zone</i>	41
Referencias	42
Ilustraciones	42

Abanico aluvial

Depósito de sedimentos en forma de abanico formándose cuando la pendiente de una corriente fluvial disminuye súbitamente.¹

Abanico submarino

Depósito que forma un abanico en la base del talud continental. El sedimento es transportado hasta el abanico por las corrientes de turbidez que circulan por los cañones submarinos.¹

Aceite

Parte del petróleo que existe en fase líquida en los yacimientos y permanece así en condiciones originales de presión y temperatura. Puede contener pequeñas cantidades de sustancias que no son hidrocarburos. Tiene una viscosidad menor o igual a 10,000 centipoises, a la temperatura original del yacimiento, a presión atmosférica, y libre de gas. Se clasifica según su densidad en grados API.⁷

Agua congénita

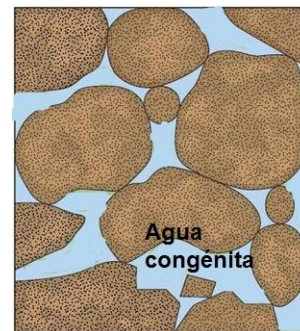
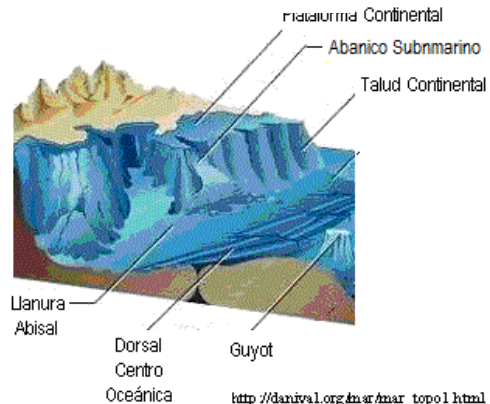
Agua atrapada en la roca al momento que ésta se formó, generalmente el agua contiene muchos minerales disueltos.¹

Aluvi3n

Sedimento sin consolidar y mal clasificado que va de tamaños de gravas a arcillas y característicamente de origen fluvial.⁶

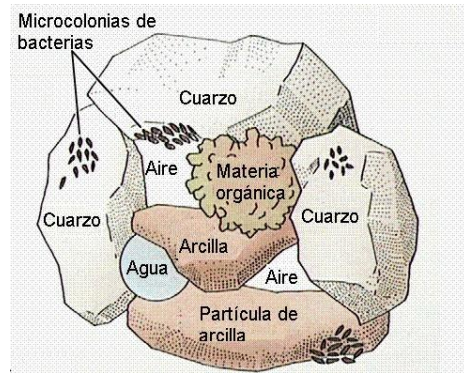


geologia.co/abanico-aluvial



Ambiente anóxico

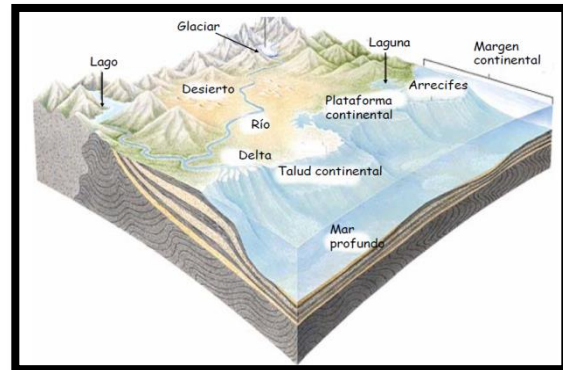
Una ambiente anóxico es aquel que carece de oxígeno. En el medio acuático, la contaminación por sustancias orgánicas favorece un intenso crecimiento bacteriano que consume el oxígeno disuelto en agua.



euita.upv.es

Ambiente de depósito

Lugar geográfico donde se depositan los sedimentos. Cada lugar se caracteriza por una combinación particular de procesos geológicos, físicos, químicos, biológicos y condiciones ambientales.¹

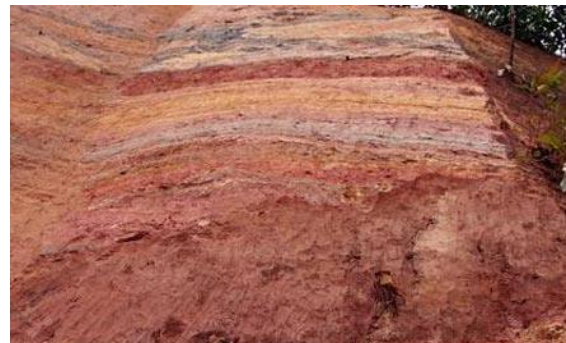


Ambiente sedimentario

Ver ambiente de depósito.

Arcillas

Son sedimentos formados de partículas con tamaño menor a $1/256 \text{ mm}$, originados por la descomposición de silicatos aluminosos de las rocas eruptivas. La arcilla más pura se llama caolín, producto de la desintegración de los feldespatos, pero se mezclan muchas sustancias extrañas formándose así la arcilla con diversas variedades dependientes de su coloración, dureza, estructura y propiedades físicas.⁴



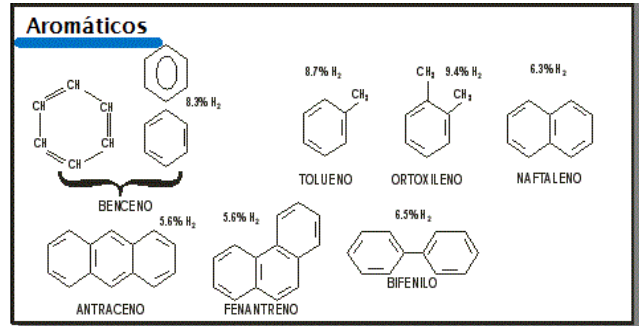
Arenisca

Son rocas formadas de granos con tamaño entre dos milímetros y sesenta y dos micrómetros cementados por una matriz ya sea de calcita, arcilla, sílice, dolomía limonita, u otros.¹



Aromáticos

Componentes orgánicos con moléculas en las cuales los átomos de carbono se encuentran en cadenas cerradas o en anillos insaturados. Por lo general están formados de una gran proporción de carbono más que los componentes alifáticos.¹⁰



lpm.mx



paisajesrias.blogspot.com/2011/01/atolones.html

Arrecife

Estructura creada en un ambiente oceánico cálido, y está formado principalmente por los restos ricos en calcio de los corales, así como las secreciones calcáreas de las algas y las partes duras de otros pequeños organismos.¹

Atolón

Isla en forma de anillo o un conjunto de islas formadas por corales o algas calcáreas alrededor de una laguna central.⁶



es.wikipedia.org

Barra

Término utilizado para los depósitos de arena y grava en el cauce de un río.¹



perezzeledon.net/blog/blog/4?itemid=27

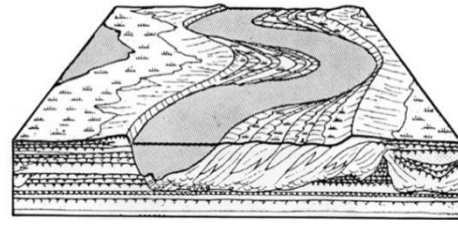
Barra de bahía

Barra de arena que cruza por completo una bahía bloqueándola del cuerpo principal de agua.¹



Barra de punta

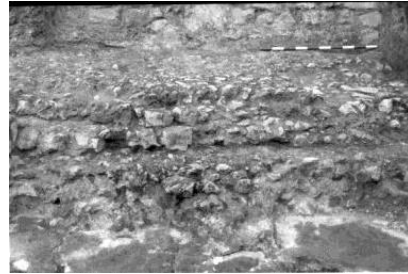
Depósito de arena y grava en forma de cuarto creciente colocada en el interior de un meandro



sepmstrata.org/Appalachian/PoundGap-Point-Barl

Basamento

Base de una secuencia sedimentaria compuesta por rocas cristalinas, ígneas o metamórficas. En la geología del petróleo son las rocas no prospectarles que se encuentran debajo del conjunto estratigráfico prospectable.⁷



lacatedralpolvorienta.blogspot.com

Bitumen

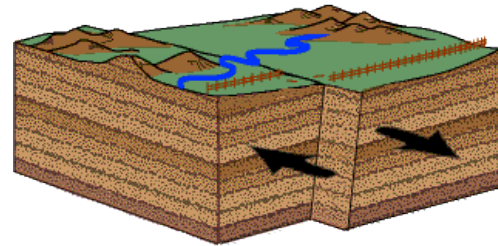
Porción de petróleo soluble que existe en fase semisólida o sólida. En su estado natural generalmente contiene azufre, metales y otros compuestos que no son hidrocarburos. El bitumen tiene una viscosidad mayor de diez mil centipoises a la temperatura original del yacimiento y a la presión atmosférica, además está libre de gas.⁷



en.wikipedia.org

Bloque

Volumen de roca limitado por una o más fallas.¹⁰



windows2universe.org

Bloque de piso

Ver elementos de la falla (p16)

Bloque de techo

Ver elementos de la falla (p16)

Brecha

Roca sedimentaria formada por fragmentos angulosos.¹



petro.uniovi.es/sedimentarias

Cabalgamiento

Ver en página 16 y 32

Caliza

Roca sedimentaria formada por más del 50% de carbonato de calcio. Los tipos de las calizas varían debido a su composición mineralógica, color, estructura, origen, etc.; se pueden distinguir variedades como la silíceo, bituminosa, arenosa, etc. ⁴



ruthla.blogs.uv.es/2011/08/23/africa-recursos-naturales/caliza-3/

Carbonato

Término general para un compuesto químico formado cuando el bióxido de carbono se mezcla en agua combinado con óxidos de calcio, magnesio, potasio, sodio y hierro. Los minerales más comunes de carbonato son la calcita y dolomía. ⁶



pedrasdecorativas.cl

Carbonización

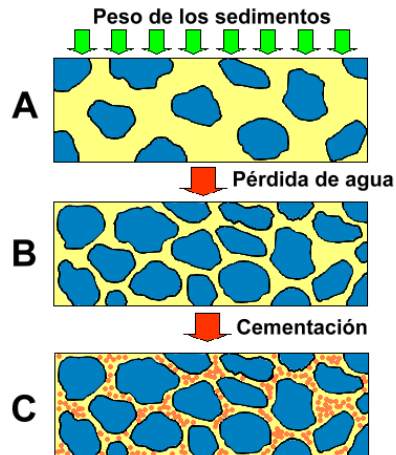
Proceso en el cual existe una acumulación de carbono residual debido a cambios en el material orgánico y a la descomposición. ⁶



es.dreamstime.com

Cementación

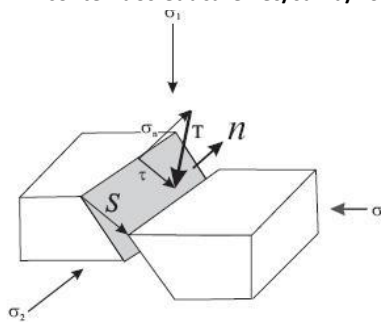
Proceso diagenético mediante el cual se litifican las rocas sedimentarias. Conforme el material precipita, el agua se infiltra a través del sedimento, los poros se van rellenando y los materiales se juntan en una masa sólida. ¹



contenidos.educarex.es/sama/2006/minerales/sedimentarias

Cizalla

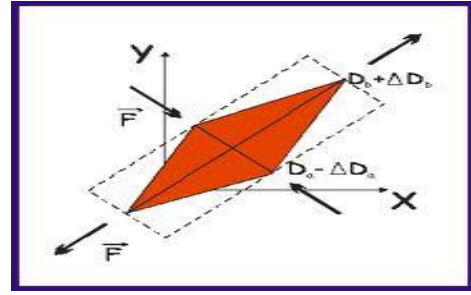
Par de fuerzas que provoca que dos partes adyacentes de un cuerpo se deslicen una con respecto a la otra. ¹



scielo.org.mx/scielo.php?id

Cizalla pura

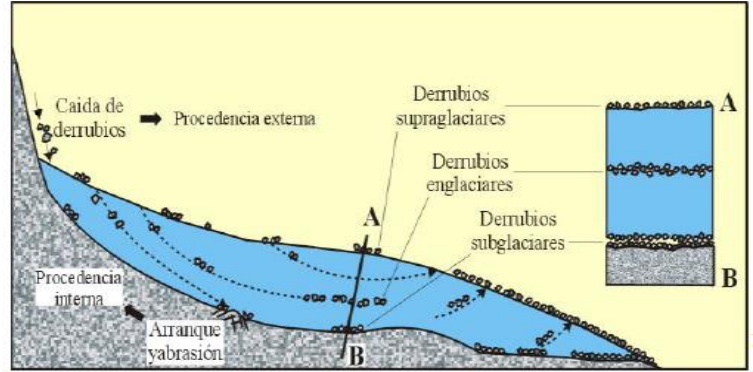
Cizalla que no va acompañada de la rotación del elemento a la que se le aplica.



oceanologia.ens.uabc.mx

Cizalla simple

Tensión causada por movimientos diferenciales en un conjunto de planos paralelos que resultan de la rotación interna de los elementos que la forman.



Clastos glaciares

Término para los sedimentos de origen en glaciar, con características de cómo, dónde o en qué forma se depositaron.¹

Combustible fósil

Término general para designar cualquier hidrocarburo que pueda utilizarse como combustible, entre ellos: el carbón, el petróleo, el gas natural, arenas asfálticas y lutitas bituminosas

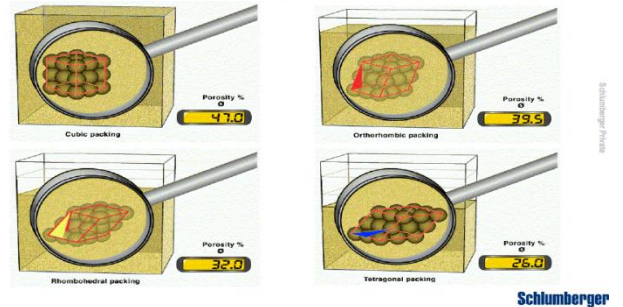


vistaalmar.es/medio-ambiente

Compactación

Tipo de diagénesis en la cual el peso del material suprayacente comprime los sedimentos enterrados a mayor profundidad. Es importante para cualquier tipo de roca.¹

Empaque de los granos y porosidad



Conglomerado

Roca sedimentaria compuesta de granos redondeados del tamaño de la grava de 2mm.¹



Corriente de inundación

Corriente de marea asociada con el incremento en la elevación de la marea.¹

roble.pntic.mec.es/~hotp0039/jaznar/clasifica.htm



pluma-tintero-y.blogdpot.com

Corriente de marea

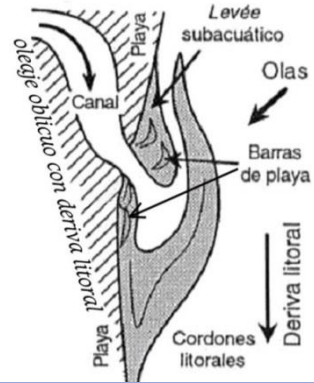
Movimiento horizontal alterno del agua asociada con la subida y la bajada de la marea.¹



fondear.org/infonautic/Mar/El_Mar/Corriente_Marea

Corriente litoral

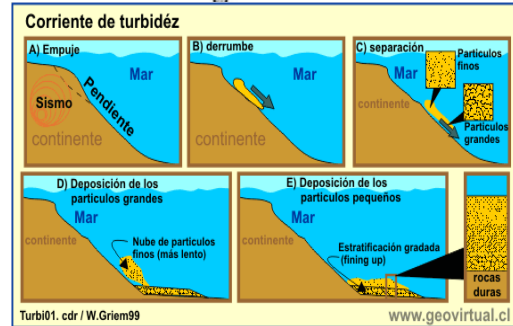
Corriente próxima a la costa que fluye en paralelo a ella.¹



alestuariodelplata.com.ar

Corriente de turbidez

Densa masa de agua cargada de sedimentos creada cuando se ponen en suspensión la arena y el lodo removilizado de la plataforma y el talud continental.¹



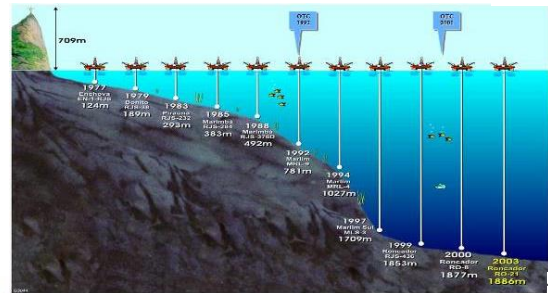
viajes.es/america

Costa

Franja de tierra que se extiende tierra adentro desde la orilla hasta donde pueden encontrarse estructuras relacionadas con el océano.¹

Costa afuera

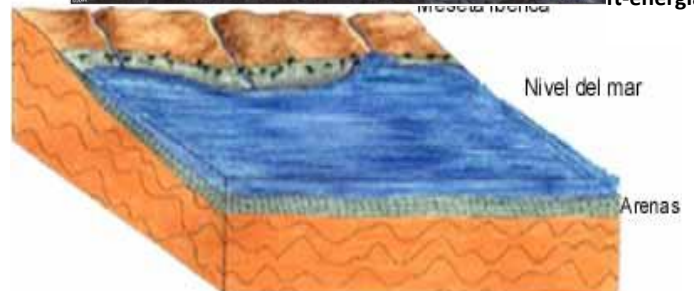
Zona relativamente plana, con una amplitud variable que se extiende desde el margen exterior de la playa hasta el borde de la plataforma continental.¹¹



ft-energia.org

Costa de emersión

Costa donde la tierra, previamente situada debajo del nivel del mar, ha quedado expuesta por levantamiento de la corteza o por una disminución del nivel del mar o por ambas cosas.¹



Costa de inmersión

Costa cuya forma es de gran medida con secuencia del hundimiento parcial de una superficie anterior debida a una elevación del nivel del mar o la subsidencia de la corteza, o ambas cosas.¹

Cristal

Arreglo ordenado de átomos que se expresa en forma de planos llamados caras cristalinas.

Cristalización

La formación y crecimiento de un sólido cristalino a partir de un líquido o un gas.¹



vicente1064.blogspot.com

Cuarzo (SiO₂)

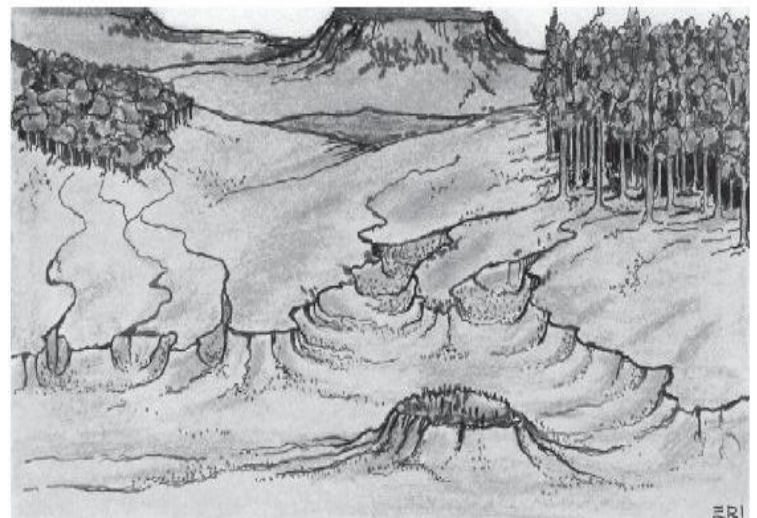
Mineral que forma cristales prismáticos, pueden ser masivos o granulares. El color del cuarzo es variable, generalmente es incoloro o blanco, es un constituyente esencial de granitos, cuarcitas y areniscas.¹²



wikipedia.com

Cuenca

Área de depresión que sirve como área de captación para sedimentos, estrictamente ligado a un espacio de subsidencia. Una cuenca estructural es un área donde los estratos tienden a centrarse en un lugar. La cuenca estructural tiende a tener periodos de hundimiento, así que recibe una mayor secuencia de sedimentos adyacentes al área.⁶



Fuente: Suertegaray *et al.* (2001).

Deformación

Término estructural para describir cualquier cambio de posición, forma o volumen de un material geológico en los procesos de plegamiento, fracturación, cizallamiento, compresión o extensión de las rocas como consecuencia de la actuación de fuerzas naturales.¹

Delta

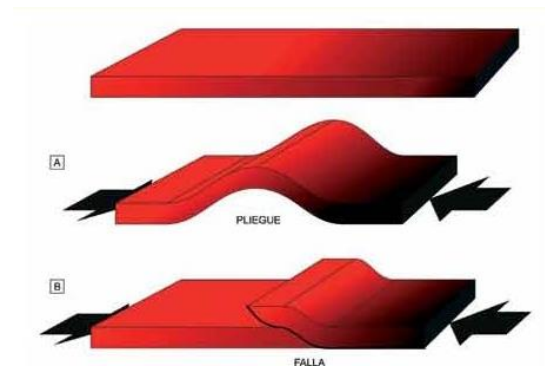
Acumulación de sedimentos que se forma cuando una corriente de agua desemboca en un lago o en un océano. Existen dos tipos principales: lacustre y marino, siendo los más importantes los marinos. El delta consta principalmente de tres sus ambientes deltaicos: planicie deltaica, frente de delta y prodelta¹

Delta de marea

Estructura similar a un delta, producido cuando una corriente de marea de movimiento rápido sale de una bahía estrecha, depositando su carga de sedimentos.¹

Deriva continental

Hipótesis atribuida a Alfred Wegener, según la cual todos los continentes actuales estuvieron agrupados como un único supercontinente, donde hace unos 200 millones de años, el supercontinente empezó a romperse en continentes menores, los cuales fueron “derivando” hasta sus posiciones actuales.¹



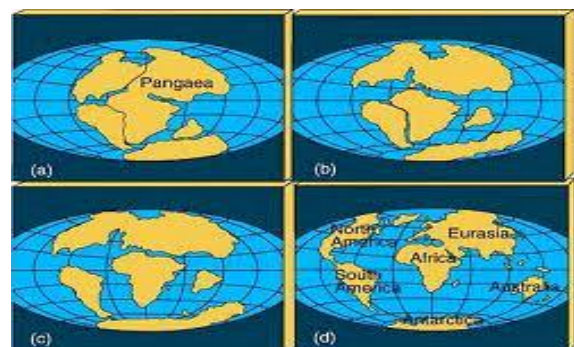
coleccionlalupa.wordpress.com



<http://paganprosperity.blogspot.com/>



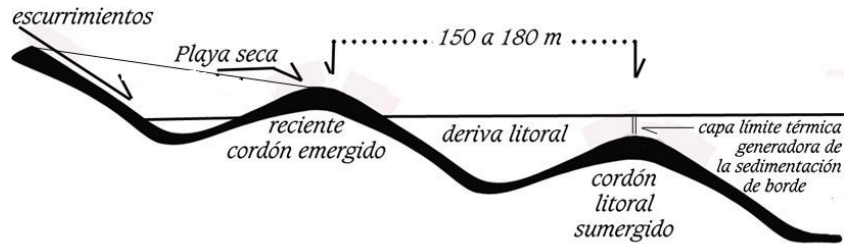
redescepalcala.org



natureduca.com

Deriva litoral o de playa

Transporte de sedimentos que sigue un patrón de zigzag a lo largo de una playa causado por la repentina elevación del agua de las olas que rompen oblicuamente.¹



Por falta de contraste en la escala la pendiente del dibujo aparece muy forzada

bibliotecadigital.ilce.edu.mx

Desembocadura

Corriente abajo donde un río se vacía en otra corriente o cuerpo de agua.¹



.xeologosdelmundu.org/?q=ast/node/522

Diaclasa

Fractura en la roca a lo largo de la cual no ha habido movimiento.¹



es.wikipedia.org/wiki/Diaclasa

Diaclasa columnar

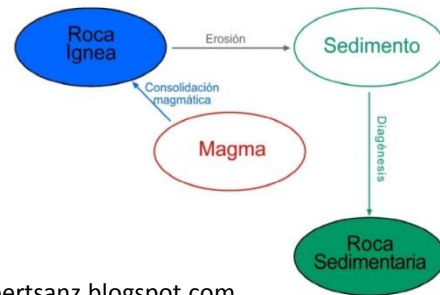
Diaclasas que se forman durante el enfriamiento de una roca fundida, definiendo columnas.¹



.redescepalcala.org/ciencias1/geologia

Diagénesis

Término utilizado para todos los cambios químicos, físicos y biológicos que se producen después de que los sedimentos se depositan y durante la litificación.¹



humbertsanz.blogspot.com

Dique

Barrera construida para impedir que las olas alcancen el área situada detrás del muro. Su propósito es proteger los bienes de la fuerza de las olas.¹



Dique natural

Forma de terreno elevada formada de un aluvión situada en paralelo a alguna corriente y que actúa para limitar sus aguas, excepto durante las inundaciones.¹



miradanatural.es

Discontinuidad

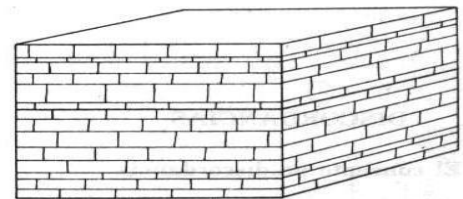
Cambio de una o más de las propiedades físicas y químicas de los materiales que componen la tierra. Limite entre dos materiales diferentes al interior de la tierra, según se ha determinado por el comportamiento de las ondas sísmicas.¹



foro.antesdelfin.com

Discordancia angular

Discontinuidad estratigráfica en la cual los estratos más antiguos tienen una inclinación diferente con respecto a los estratos más jóvenes.¹



DISCORDANCIA ESTRATIGRAFICA

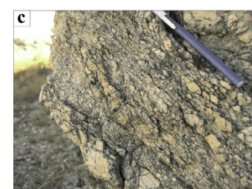
leandor-geomorfologia.blogspot.com

Discordancia estratigráfica

Superficie que representa una ruptura en el registro estratigráfico, causada por erosión y ausencia de depósito.¹

Discordante

Término utilizado para describir plutones que cortan las estructuras de la roca, como los planos de estratificación.¹



Dolomías

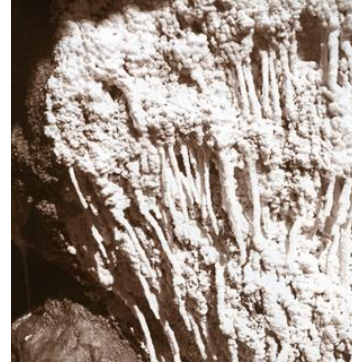
Rocas formadas por carbonato de calcio y magnesio en cantidades mayores al 90%.



.datuopinion.com/dolomia

Domo salino

Un domo estructural en un cuerpo sedimentario resultado del flujo ascendente.⁶



Cerda Joan a., Gómez Antonia, Monzo José, Sánchez Carmen, domo salino de pino

Duna

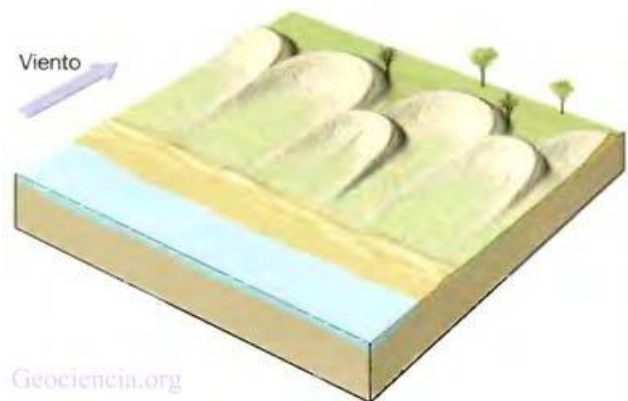
Colina o loma de arena depositada por el viento.¹



revistac4.com

Duna parabólica

Duna arenosa semejante en forma de barján excepto en que sus extremos apuntan en dirección contraria a la que sopla el viento. Estas dunas se forman con frecuencia a lo largo de las costas que tienen fuertes vientos, la abundante vegetación cubre parcialmente la arena.¹

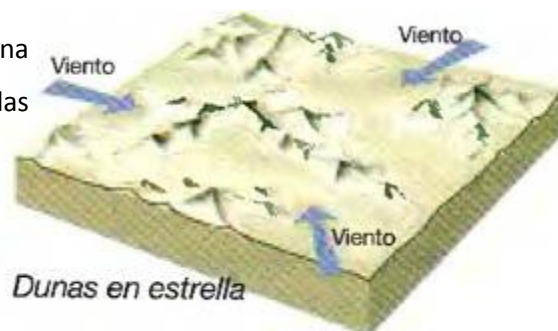


Geociencia.org

geologia.com

Dunas en estrella

Colina bloqueada de arena que exhibe una forma compleja y se desarrolla donde las direcciones del viento son variables.¹

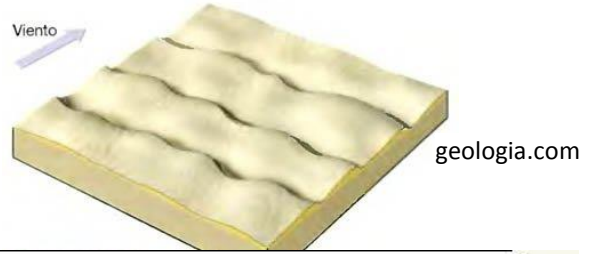


Dunas en estrella

geologia.com

Dunas transversas

Conjunto de largas lomas orientadas en ángulos rectos con respecto al viento predominante; estas dunas se forman donde la vegetación es dispersa y la arena muy abundante.¹



Echado

Ver características de falla (p15)

Época

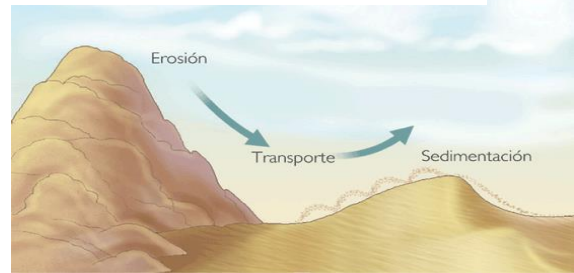
Unidad de la escala de tiempo geológico; es una subdivisión de un periodo.¹

Era ¹	Periodo	Época	Millones años
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,011784
		Pleistoceno	2,588
	Neógeno	Plioceno	5,332
		Mioceno	23,03
	Paleógeno	Oligoceno	33,9 ± 0,1
		Eoceno	55,8 ± 0,2
		Paleoceno	65,5 ± 0,3

Era

División principal en la escala de tiempo geológico las eras se dividen en unidades denominadas periodos.¹

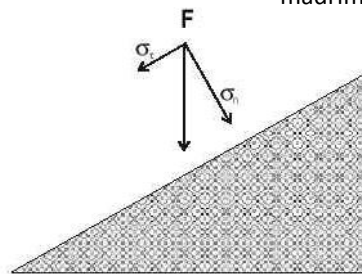
cienciaescolar.net/proyectos/?p=2269



madrimasd.org/blogs/universo/

Erosión

Desgaste de un cuerpo rocoso e incorporación y transporte de material por un agente dinámico, como el agua, el viento, la gravedad y el hielo.¹



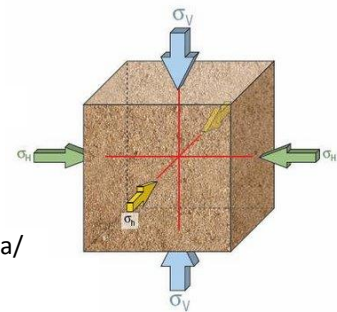
insugeo.org.ar/libros/cg_15

Escarpe de falla

Ver elementos de falla (p15)

Esfuerzo

Fuerza por unidad de área que actúa sobre cualquier superficie dentro de un sólido o fluido.¹



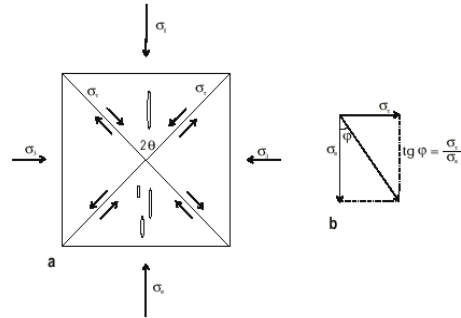
Esfuerzo compresivo

Esfuerzo diferencial que acorta en distancia a un cuerpo rocoso.¹

blog.utp.edu.co/metalografia/

Esfuerzo diferencial

Fuerzas desiguales en direcciones diferentes.¹



insugeo.org.ar/libros/cg_15

Esfuerzo tensional

Tipo de esfuerzo que tiende a separar las partículas de un cuerpo.¹



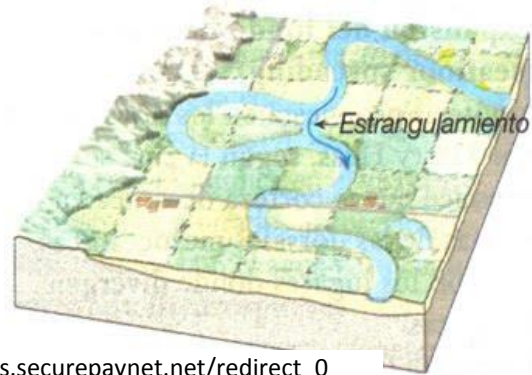
fiq4t2.blogspot.com

Espejo de falla

Ver características de la falla (p16)

Estrangulamiento

Segmento corto de canal creado cuando un río erosiona el angosto cuello de tierra.¹



sites.securepaynet.net/redirect_0

Estratificación

El cambio de rocas sedimentarias en capas como resultado existe un cambio en la textura y el color o el tipo de roca de una capa a la otra.⁶

Estratificación cruzada

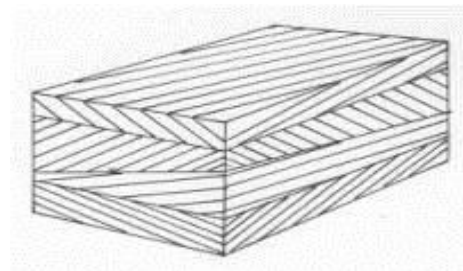
Estructura en la cual capas relativamente finas están inclinadas con respecto a la estratificación principal. Formada por un cambio de dirección de corrientes de aire o agua.¹



flickr.com

Estrato

Capas paralelas de rocas sedimentarias que se distinguen por estar separadas de un nivel superior e inferior de las superficies de estratificación.¹



esbinef.educa.aragon.es

Estrato gradado

Capa de sedimento caracterizada por una disminución de tamaño de grano de base a techo o viceversa.¹



http://www.portabonsai.com/historico

Estructura sedimentaria

Estructura característica de las rocas sedimentarias que se observa en los planos de estratificación, como la estratificación cruzada, dunas, ondulación, producidas al mismo tiempo que el depósito (primaria) o posteriormente (secundaria).¹¹

Evaporita

Roca sedimentaria formada por material depositado a partir de disoluciones por evaporación de agua.¹

Facies

Porción de una litología que posee un conjunto de características que las distingue de otras partes de la misma unidad.¹

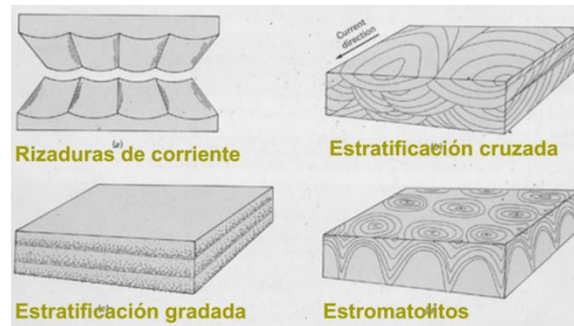
Facetas triangulares Ver características de falla (pp16)

Falla

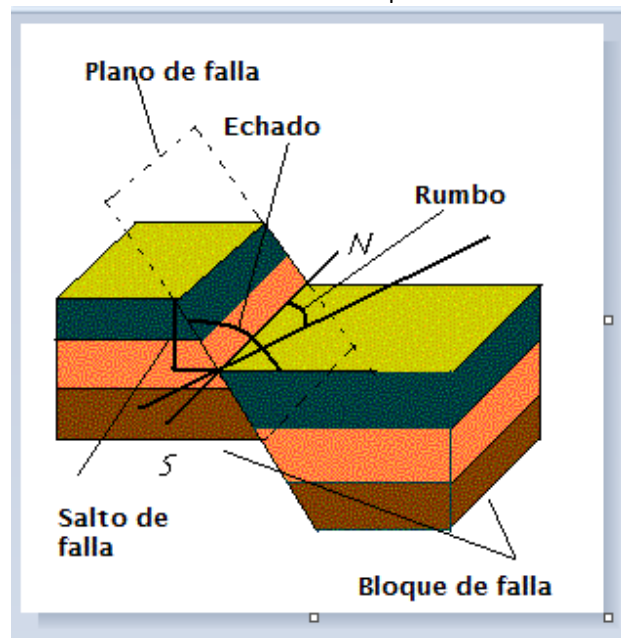
Plano de rotura en una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento.¹

Las siguientes características permiten describir las fallas:

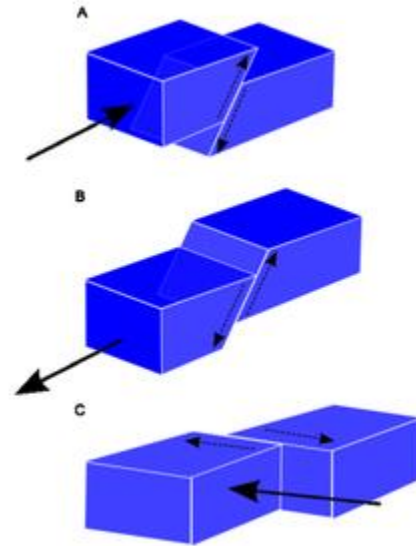
- Rumbo: es la línea de intersección entre un estrato o una falla y una superficie horizontal. El rumbo es siempre perpendicular a la dirección de inclinación.¹
- Echado: ángulo de inclinación de una capa de roca o una falla medida desde la horizontal. La dirección del **buzamiento se determina en ángulo** recto con el rumbo de la capa.
- Salto de falla: Distancia entre un punto dado de uno de los bloques y el correspondiente en el otro, tomada a lo largo del plano de falla.
- Escarpe: Resalte creado por el movimiento a lo largo de una falla. Constituye la superficie expuesta de la falla antes de su modificación por la meteorización y erosión.¹



estratos10.wikispaces.com



- Espejo de falla: es la superficie plana aunque con declive, que se produce a lo largo del escarpe de falla
- Facetas triangulares: son espejos de fallas que muestran el corte producido en una fila montañosa cuando la falla se presenta en forma perpendicular a la dirección de dicha fila montañosa. Tanto la parte hundida como el propio espejo de falla tienen aspecto triangular.



Elementos de una falla

- Plano de falla: superficie a lo largo de la cual se desplazan los bloques que se separan en la falla. Con frecuencia el plano de falla presenta estrías, que se originan por el rozamiento de los dos bloques.
- Bloque de Techo: es el bloque que queda por encima del plano de falla.
- Bloque de piso es el bloque que queda por debajo del plano de falla.

Cabalgamiento

Falla inversa de ángulo pequeño, menor a 45°. ¹

Falla de crecimiento

Similar a la falla normal en la cual existe una superficie de falla con un incremento en el espesor de las unidades litoestratigráficas.

Falla de desplazamiento lateral

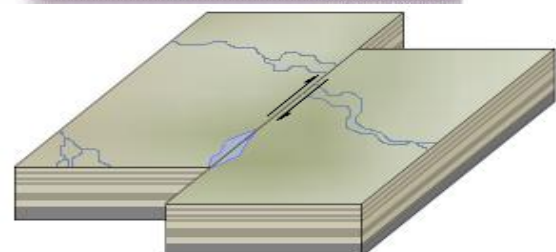
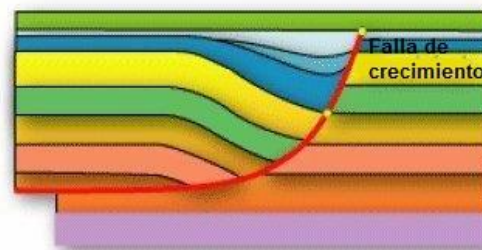
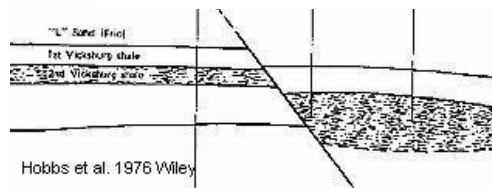
Falla a lo largo de la cual el movimiento es horizontal. ¹

Falla de desprendimiento

Falla casi horizontal que puede extenderse centenares de kilómetros por debajo de la superficie. Este tipo de fallas representa un límite entre las rocas que exhiben deformaciones frágil. ¹



geovirtual2.cl



enciclopedia.us.es

Falla de desplazamiento en dirección del echado

Falla en la cual el movimiento es paralelo al echado de la falla.¹

Falla inversa

Falla en la cual el material situado encima del plano de falla asciende en relación con el material situado debajo.¹

Falla normal

Falla en la cual la roca situada por encima del plano de falla se ha movido hacia abajo en relación con la roca situada por debajo.¹

Falla transformante

Gran falla de desplazamiento horizontal que atraviesa la litósfera y acomoda el movimiento entre dos placas.¹

Fluido

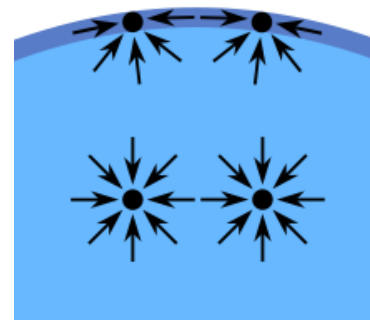
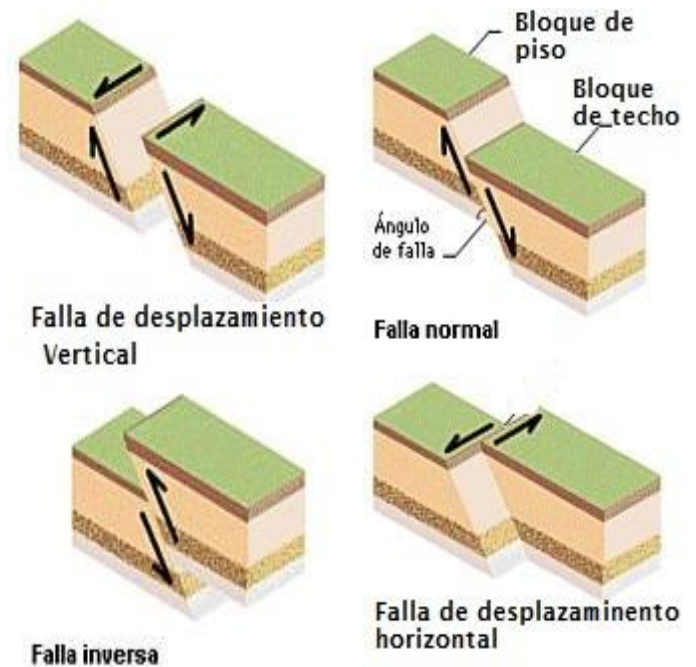
Sustancia incapaz de soportar fuerzas de cizalla para mantener el equilibrio, ésta es la propiedad que la distingue de los sólidos.

Flujo laminar

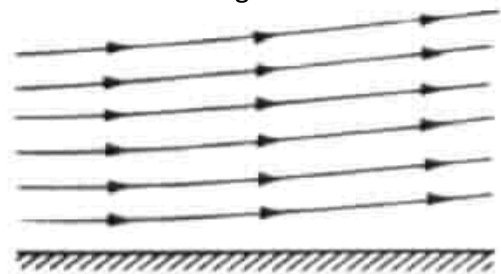
Movimiento de las partículas de agua que siguen trayectorias en línea recta y son paralelas al cauce.¹

Flujo turbulento

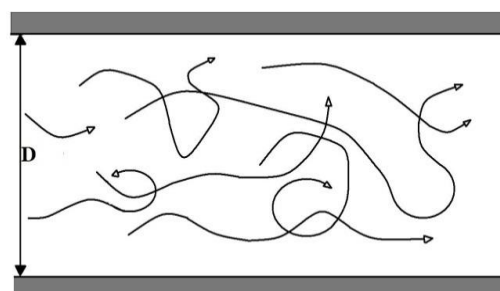
Movimiento del agua de una manera errática a menudo caracterizada por remolinos y turbulencias. La mayor parte de los flujos de corriente son de ese tipo.¹



es.wikibooks.org

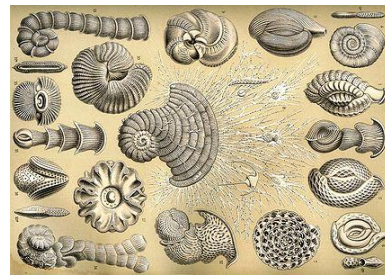


Flujo Laminar
espeleogenesis.blogspot.com



Foraminíferos

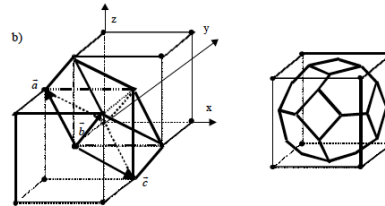
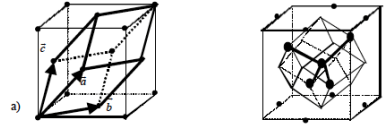
Protozoarios unicelulares marinos, que usualmente su concha se compone de carbonato de calcio; algunas forman una concha llamada test.⁶



es.wikipedia.org

Forma cristalina

Su aspecto externo de un mineral, es determinado por la disposición interna de sus átomos.¹



Fósil

Restos o huellas de organismos conservados desde el pasado geológico.¹



textoscientificos.com

Fósil índice o guía

Fósil que se asocia con un lapso de tiempo geológico específico y con cierta distancia tanto vertical como horizontal.¹

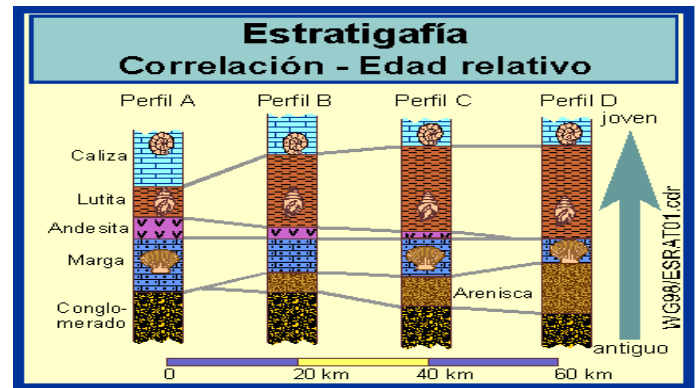
www.minas.upm.es

Fractura

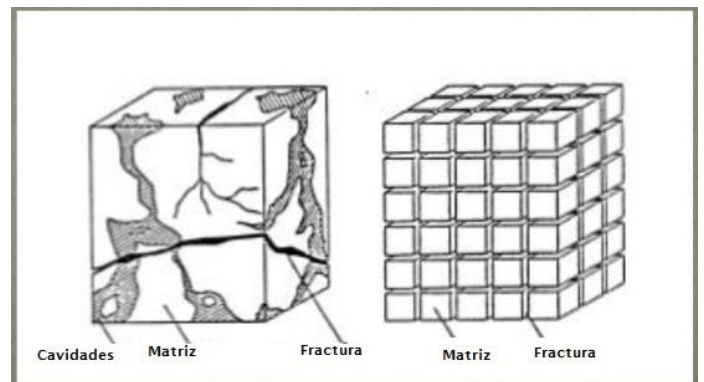
Una fractura es un plano de ruptura de la roca. En general la formación de fracturas es causada por los siguientes procesos geológicos:

- Por movimientos y deformaciones (epirogénesis y orogénesis).
- Por contracción y disecación de los sedimentos.
- Por liberación de tensión, cuando por el proceso de levantamiento y erosión la roca se acerca otra vez a la superficie o por tensiones paralelas a la superficie.

En rocas sedimentarias la mayoría de las fracturas están, prácticamente perpendiculares a la estratificación o paralelas a la superficie.⁴



geovirtual.cl



Gas húmedo

Este tipo de yacimientos contiene líquido que se obtienen a condiciones superficiales el cual se denomina condensado y el gas del yacimiento, algunas veces se le conoce como gas y condensado. Húmedo se refiere al líquido hidrocarburo que se condensa a condiciones de superficie.

Gas natural

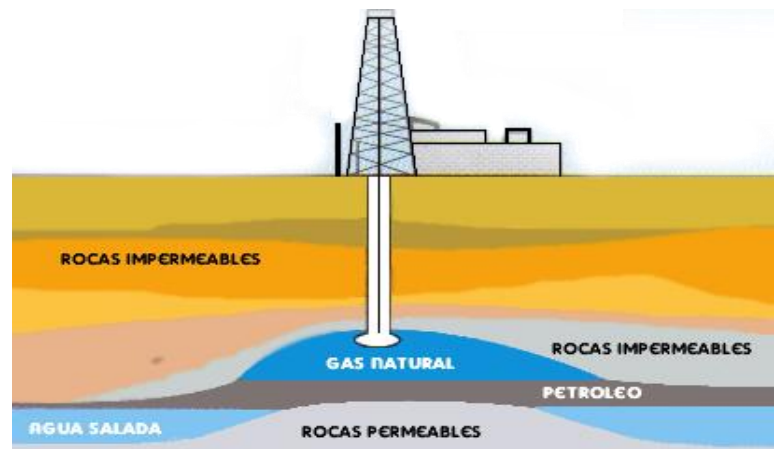
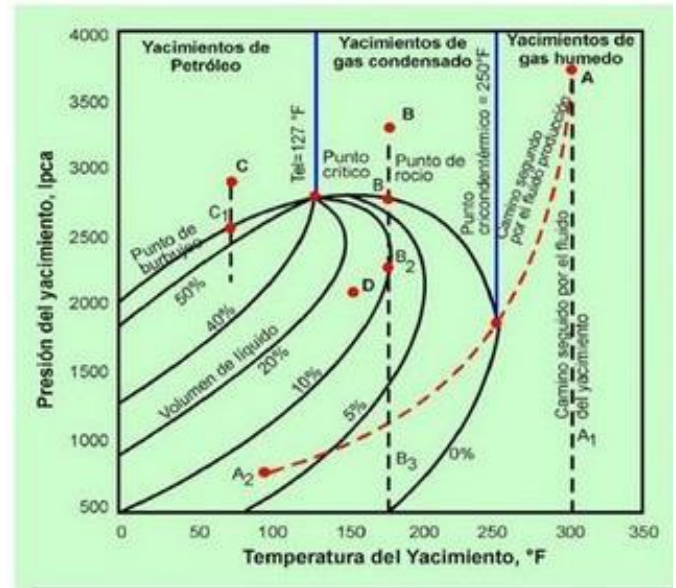
Mezcla de hidrocarburos que existe en los yacimientos en fase gaseosa, o en solución en el aceite, y que a condiciones atmosféricas permanece en fase gaseosa. Este puede incluir algunas impurezas o sustancias que no son hidrocarburos (ácido sulfhídrico, nitrógeno o dióxido de carbono).⁷

Gas seco

El gas no contiene suficientes moléculas de hidrocarburos intermedios para formar hidrocarburos líquidos, a las condiciones de presión y temperatura de superficie. Esta constituido en su mayor parte por metano.

Geología

Estudio de la tierra, su composición interna y externa, su estructura y procesos por el cual se va desarrollando y cambiando. La tierra está en constante cambio, su proceso así como su historia son importantes en la formación y preservación económica de depósitos minerales e hidrocarburos.⁸

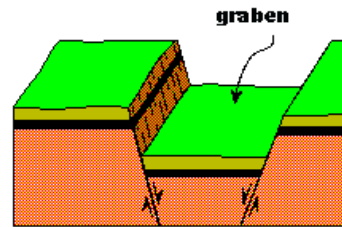


portalciencia.net



Graben

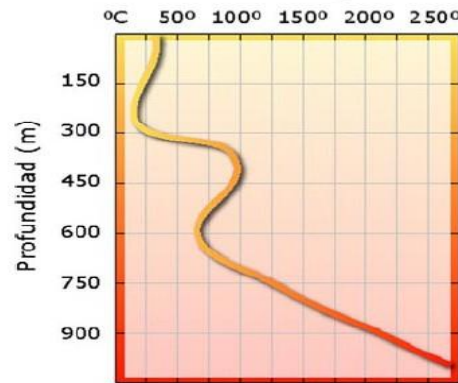
Depresión formada por procesos tectónicos, limitada por fallas de tipo normal.⁷



Gradiente

Pendiente de una corriente de agua; generalmente se expresa como el descenso a lo largo de una distancia fija.¹

Gradiente de temperatura



Gradiente geotérmico

Aumento gradual de la temperatura con respecto a la profundidad en la corteza. La media es de 30 °C por kilómetro en la corteza superior.¹

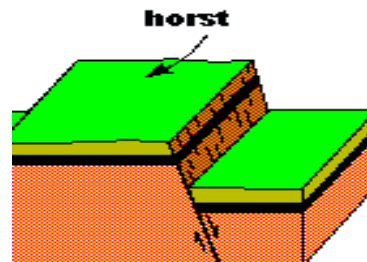
Hidratos

Estructuras de agua y gas sólidas a bajas temperaturas y altas presiones, son cristalinicos formados por moléculas de gas rodeada por las moléculas de agua.¹³



Horst

Bloque alargado y elevado restringido por fallas normales.¹



Isla barrera

Banco bajo y alargado de arena que circula paralelo a la costa.¹



Kerógeno

Materia orgánica insoluble en disolventes orgánicos, dispersa en las rocas sedimentarias que producen hidrocarburos cuando se somete a un incremento de temperatura y presión.⁷



Lago pluvial

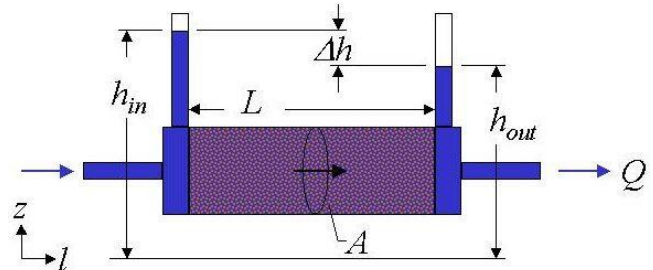
Lago formado durante un período de aumento de lluvias. Esta situación ocurrió en muchas áreas no cubiertas por glaciares durante períodos de avance del hielo.¹



kalipedia.com

Ley de Darcy

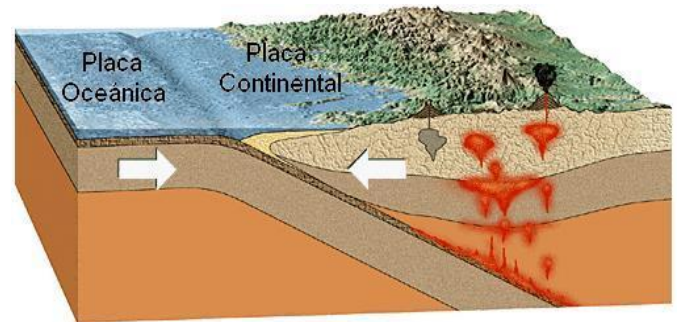
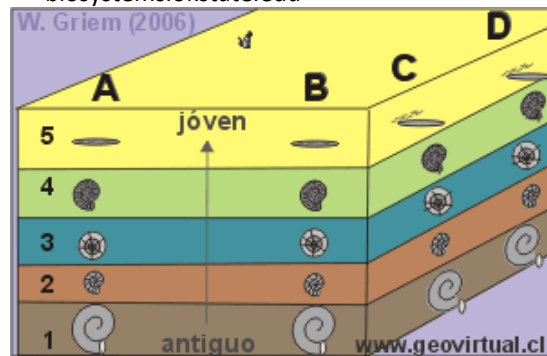
Ecuación que expresa que el caudal de aguas subterráneas, depende del gradiente hidráulico, la conductividad hidráulica y el área de la sección transversal de un acuífero.¹



biosystems.okstate.edu

Ley de superposición

En cualquier secuencia no deformada de rocas sedimentarias, cada estrato es más antiguo que el que tiene por encima y más moderno que el de debajo



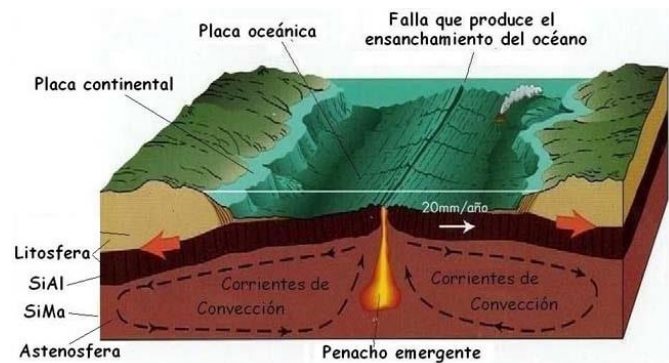
Límite convergente de placa

Límite en el cual dos placas se juntan, forjando que unas de las placas de la litosfera sea empujada por debajo de una placa suprayacente y termine siendo reabsorbida en el manto. Puede implicar la colisión de dos placas continentales para crear un sistema montañoso.¹

Doslourdes.net

Límite divergente de placa

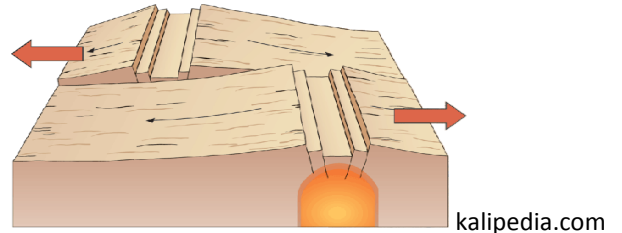
Límite en el cual dos placas se separan, lo que motiva el ascenso de material desde el manto para crear nuevo suelo oceánico.¹



Nota: SiMa (sílice y magnesio): SiAl (sílice y aluminio)

Límite transformante de placa

Borde en el cual dos placas se deslizan una con respecto a la otra sin crear ni destruir la litósfera.¹



Limolita

Roca sedimentaria de grano fino entre 62 y 4 micrómetros que es transportada por acción del agua. Su granulometría está comprendida entre las arenas finas y las arcillas.⁷



Línea de costa

Borde del lado del mar del litoral. Límite del lado de tierra del efecto de las olas de temporal más altas en la costa.¹



Línea litoral

Línea que marca el contacto entre la tierra y el mar. Migra hacia arriba y hacia abajo conforme la marea sube o baja.¹



Litificación

Proceso generalmente de cementación y/o compactación, es la conversión de los sedimentos en rocas.¹



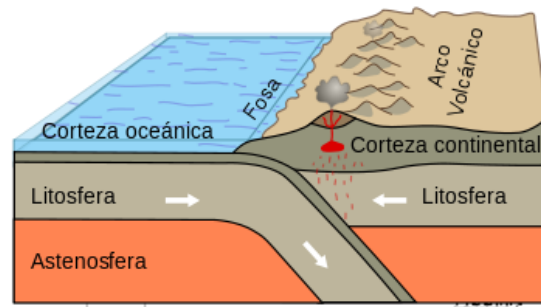
Litoral

Lado marino de la costa, esta zona se extiende desde el nivel más elevado de la acción de las olas durante los temporales hasta el nivel más debajo de la marea.¹



Litósfera

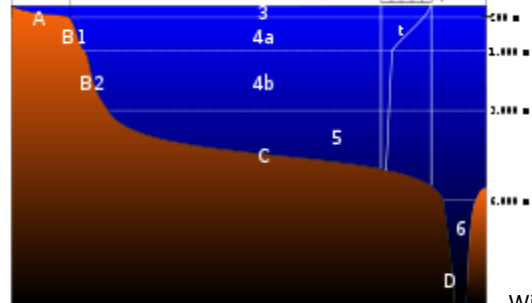
La corteza rígida externa de la roca en la tierra con un grosor de 80 kilómetros por encima de la astenósfera.¹¹



es.wikipedia.org

Llanura abisal

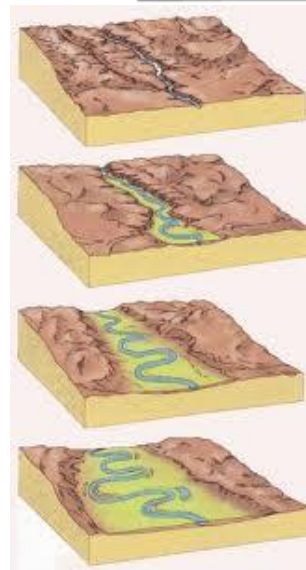
Área plana del fondo oceánico profundo, que normalmente se encuentra al pie de la elevación continental.¹



Wikipedia.org

Llanura aluvial

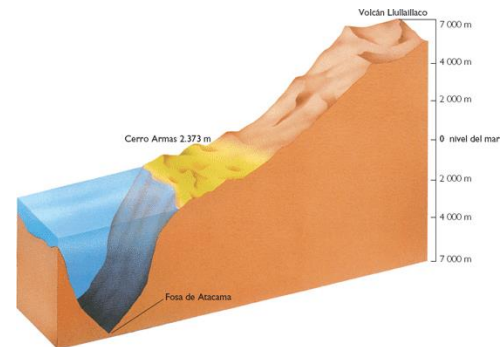
Llanura relativamente plana de pendiente suave que consta de materiales depositados por corrientes de aguas delante del margen de un casquete glaciar.¹



les.rayuela.mostoles.educa.madrid.org

Llanura oceánica

Región extensa del fondo oceánico compuesta de acumulaciones gruesas de lavas almohadilladas y otras rocas máficas.¹



cl.kalipedia.com

Llanura salina

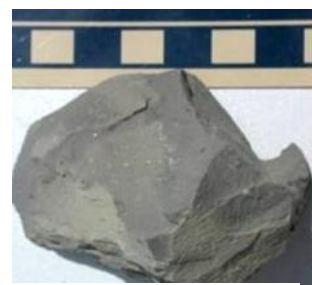
Costra blanca situada en el suelo producida cuando el agua se evapora y precipita los componentes disueltos.¹



costadevenezuela.org

Lodolita

Equivalencia de lodo que se endurece en forma de bloque. Roca sedimentaria de grano fino compuesta de limo y arcilla en forma laminada.¹¹



Geolsoc.org.uk

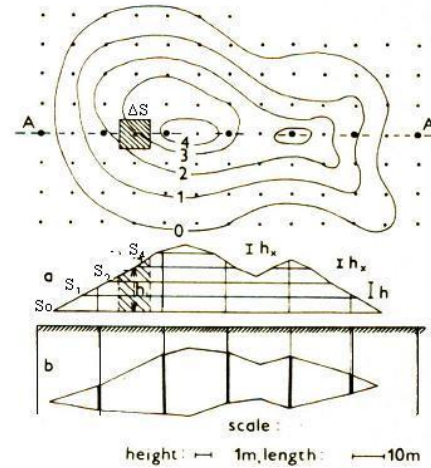
Lutita bituminosa

Es una lutita de color oscuro rica en material orgánico que puede ser calentada para ser usada como un tipo de combustible.⁶



Mapa de isopacas

Mapa que representa el espesor de las unidades sedimentarias.⁶



monografias.com

Margas

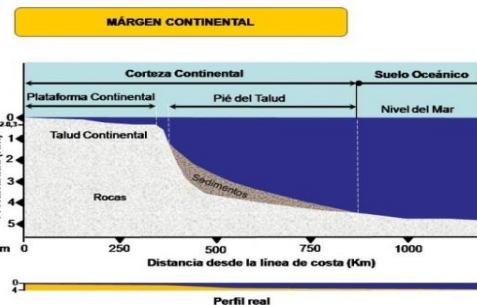
Mezcla de carbonato de calcio y arcillas, contiene entre el 65% y 35% de carbonato de calcio provocando efervescencia con los ácidos.



rsta.pucmm.edu.do

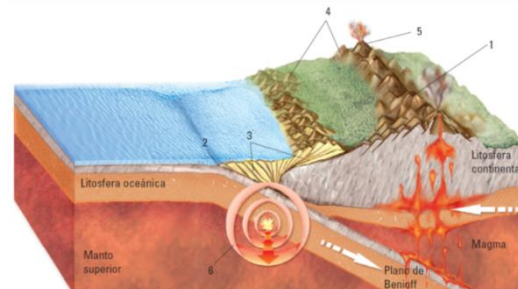
Margen continental

Es el límite entre la línea de costa y el mar profundo, generalmente consiste en una frontera continental, un arrecife o un talud.¹¹



Margen continental activo

Generalmente estrecho y formado por sedimentos deformados. Este tipo de bordes se encuentran donde la litósfera oceánica subduce por debajo del borde de un continente.¹



Wikispaces.com

Meandro

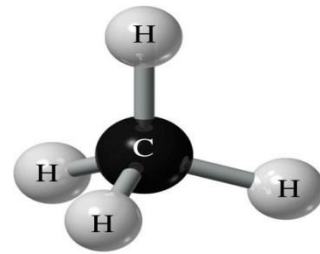
Ondulación en forma de lazo en el curso de una corriente de agua.¹



vicentenovillo.com.

Metano

Es el compuesto orgánico más simple, perteneciente a la familia de los alcanos. Es un gas incoloro, flamable, no tóxico cuya fórmula es CH₄.



scielo.org.ar

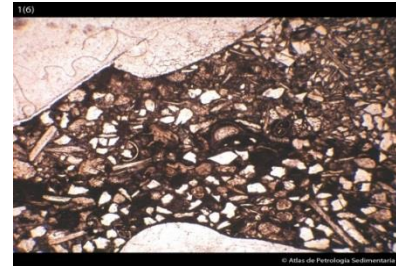
Meteorización

Desintegración física y descomposición química y biológica de la tierra al igual que los materiales de la roca expuestos a agentes atmosféricos produciendo residuos.¹¹



Micrita

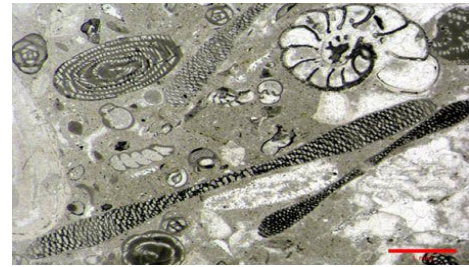
Carbonato de calcio cuyos cristales son de tamaño menor a cinco micrómetros.



ucm.es

Miliólidos

Grupo de foraminíferos. Son más comunes en áreas poco profundas del mar y se diferencian en función del tipo de concha.⁶



ugr.es

Mineral

Material cristalino inorgánico de origen natural con una estructura química definida.¹



Mineral índice

Mineral que es un buen indicador del ambiente metamórfico en el que se formó. Utilizado para distinguir zonas diferentes de metamorfismo regional.¹

Mineralogía

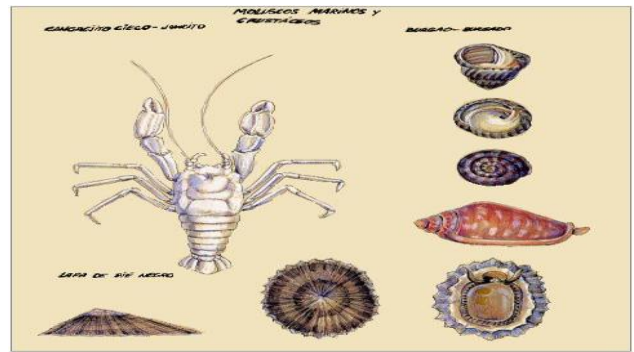
Estudio de minerales.¹

mineral-s.com



Moluscos

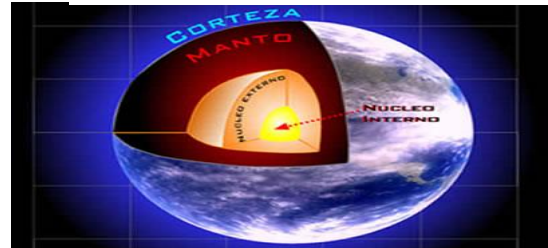
Cualquier invertebrado de la familia phylum mollusca, incluyendo pelecípodos, cefalópodos y quitones. ⁶



colombia.com

Núcleo de la tierra

Parte de la tierra que se encuentra debajo del manto. ⁶



colombia.com

Núcleo de roca

Muestra de roca cilíndrica tomada de una formación durante la perforación, con el fin de determinar su permeabilidad, porosidad, saturación de hidrocarburos y otras propiedades asociadas a la productividad. ⁷



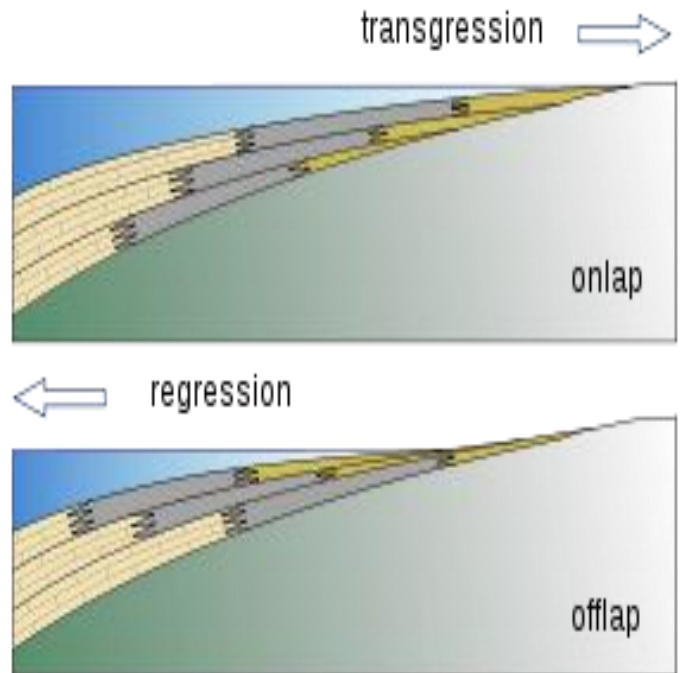
ingenieriadepetroleo.com

Offlap

Secuencia de sedimentos como resultado de una regresión marina y caracterizada por una progresión hacia arriba de sedimentos marinos costa afuera. ⁶

Onlap

Es el resultado de una secuencia de sedimentos de la transgresión marina, cada unidad transgresiva se extiende más allá del punto de referencia de la unidad subyacente. Normalmente la secuencia empieza con un depósito sobre la discordancia erosionada y seguida de una sección vertical. ⁶



Oolitos

Carbonato y partículas de arenas, que miden entre 0.25 y 2mm, compuesta por láminas concéntricas de cristales microscópicos de carbonato de calcio.⁶



es.wikipedia.org

Orogénesis

Los procesos que, en conjunto, tienen como consecuencia la formación de montañas.¹



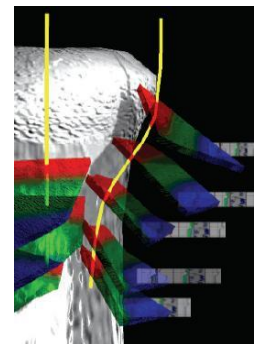
picadillodegallo.blogspot.com

Paleontología

El estudio de forma de vida antigua, su interacción y su evolución.⁶



taringa.net

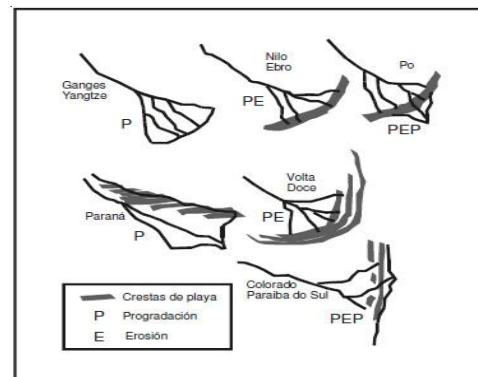


Pata de perro

Un cambio de dirección en el pozo, este tiene un significado geológico al momento de cambiar la litología, por las fallas etc.¹⁰

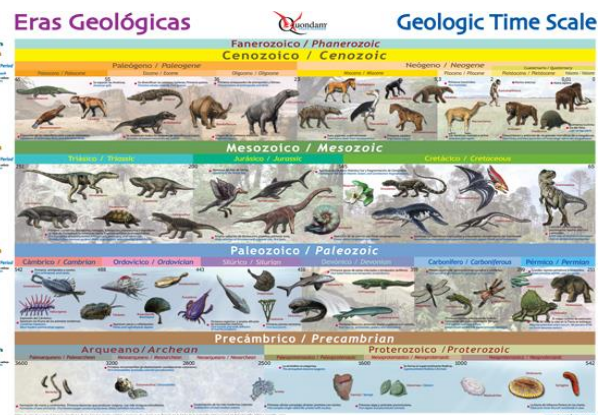
Patrón dendrítico

Sistema de corrientes de agua que sigue el modelo de un árbol ramificado.¹



Período

Unidad básica de la escala de tiempo geológico que es una subdivisión de una era. Los períodos pueden dividirse en unidades más pequeñas denominadas épocas.¹



Permeabilidad absoluta

Capacidad de conducción, cuando únicamente un fluido está presente en los poros.⁷

Permeabilidad efectiva

Es una medida relativa de la capacidad de conducción de un medio poroso para un fluido cuando el medio está saturado con más de un fluido.

Esto implica que la permeabilidad efectiva es una propiedad asociada con cada fluido del yacimiento, por ejemplo, gas, aceite, y agua.

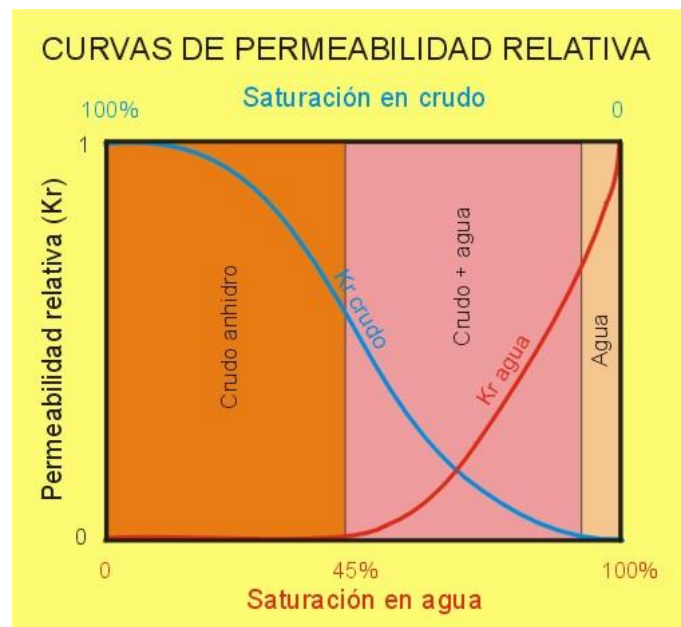
Un principio fundamental es que la suma de las permeabilidades efectivas siempre es menor o igual que la permeabilidad absoluta.⁷

Permeabilidad relativa

Es la capacidad que presenta un fluido, como agua, gas o aceite, para fluir a través de una roca, cuando ésta se encuentra saturada con dos o más fluidos. El valor de la permeabilidad en una roca saturada con dos o más fluidos es distinto al valor de la permeabilidad de la misma roca saturada con un solo fluido.⁷

Petrificación

El proceso de convertir estructuras orgánicas, como un hueso, una concha, o madera en una sustancia pétreo como carbonato de calcio o sílice.⁶



Petróleo

Mezcla de hidrocarburos compuesta de combinaciones de átomos de carbono e hidrógeno y que se encuentra en los espacios porosos de la roca. El petróleo crudo puede contener otros elementos de origen no metálico como azufre, oxígeno y nitrógeno así como trazas de metales como constituyentes menores. Los compuestos que forman el petróleo pueden estar en estado gaseoso, líquido o sólido, dependiendo de su naturaleza y de las condiciones de presión y temperatura existentes.⁷



theprisma.co.uk

Pizarras

Son rocas arcillosas endurecidas, rajadizas formada por multitud de capas delgadas cuya composición y estructura es muy variada pasando por tránsitos insensibles a todas las rocas pelíticas y psammíticas; se componen de arcilla, mica, granillas de cuarzo, calcita feldespatos, etc., y presentan gran variedad de coloraciones y tonos.⁴



cienciasdelatierra2010.blogspot.com

Placas tectónicas

Teoría que explica el comportamiento tectónico de la corteza terrestre en términos de varias placas en movimientos que son formadas por la dinámica terrestre y crean actividad volcánica en la cresta oceánica o forman grandes fosas oceánicas.⁶



geoचना.blogspot.com

Plano de estratificación

Superficie casi plana que separa dos estratos de roca sedimentaria. Cada plano de estratificación marca el final de un depósito y el comienzo de otro con diferentes características.¹

Plano de falla

Ver elementos de una falla (p16)

Plataforma continental

La zona sumergida de suave pendiente del margen continental que se extiende desde la línea litoral hasta el talud continental.¹

Plataforma de abrasión

Escalón o plataforma a lo largo de una costa al nivel del mar, cortada por erosión de las olas.¹

Play

Grupo de prospectos de campo que comparten similitudes geológicas, y donde el yacimiento y la trampa controlan la distribución del aceite y gas.⁷

Playa

Acumulación de sedimentos que se encuentra a lo largo del borde continental del océano o de un lago.¹

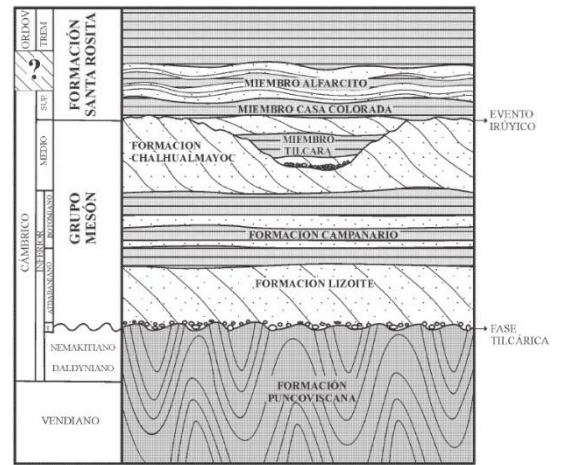
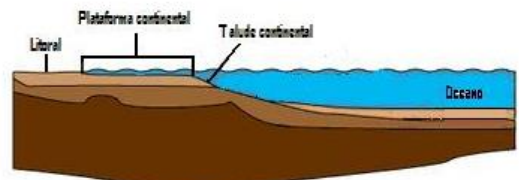
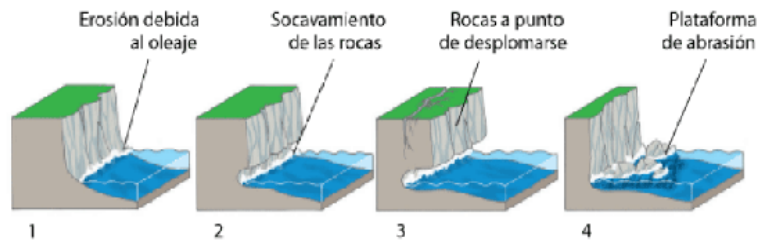


Figura 1: Propuesta de síntesis estratigráfica para el Paleozoico temprano del noroeste argentino. Sólo el tramo inferior de la Formación Santa Rosita es incluido en el diagrama.

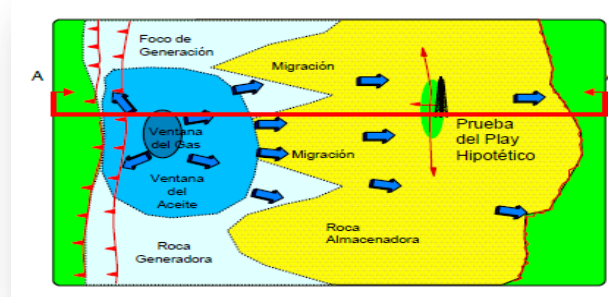
sciELO.org.ar



commons.wikimedia.org



kalipedia.com



es.wikipedia.org

Plegamiento

La mayoría de estos plegamientos responden a presiones sobre la corteza terrestre. Las rocas de la superficie son tan duras y quebradizas que parece improbable que se doblen de manera plástica durante una deformación, y menos que fluyan entre las grietas a la vez que se produce el plegamiento como ocurre en los plegamientos ptigmáticos. El calor es un factor importante en las profundidades del manto terrestre y puede convertir las rocas de friables a dúctiles. La cantidad de tiempo en que las rocas están sometidas a tensión es también importante.²

Pliegue

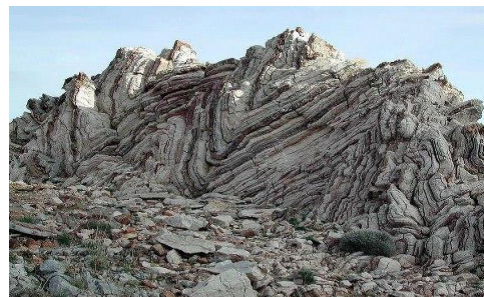
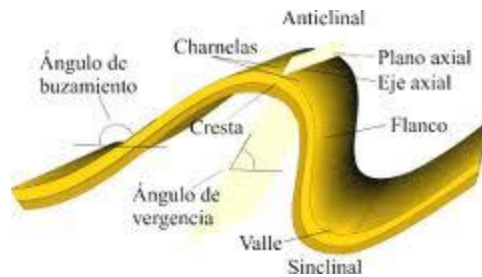
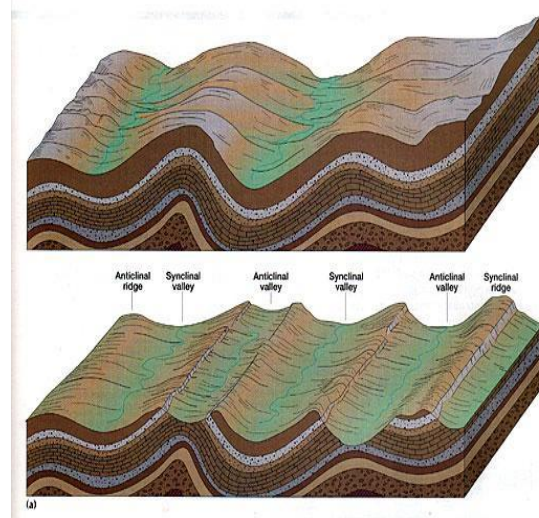
Se miden en términos de longitud de onda (de cresta o de seno a seno) y altura (de cresta a seno). Pueden ser microscópicos o tener longitudes de kilómetros.²

Pliegue anticlinal

Se distingue la charnela, zona donde los estratos cambian de capa y los flancos los cuales divergen. El plano axial viene dado por el plano de simetría del anticlinal, y el eje anticlinal es la línea de intersección del plano axial con la charnela²

Pliegue en chevron

Un pliegue en forma de acordeón con extremidades de igual longitud.



Pliegue isoclinal

Cuando una serie de pliegues sucesivos llegan a presentar sus flancos paralelos, originan una serie isoclinal continua, de estratos con capas uniformes.²



Pliegue monoclinal

Es el que presenta una simple inflexión de los estratos, con cierta frecuencia, estos pliegues degeneran en fallas al producirse un estiramiento y fractura de la rama monoclinal del pliegue.²



Pliegue sinclinal

Los elementos son los mismos, con la diferencia que las capas de los flancos son convergentes²



Pliegue volcados o acostados:

Cuando los pliegues son mas o menos asimétricos, con los planos axiales diversamente inclinados.²



Cabalgamiento

Regiones en el interior de los sistemas montañosos formadas por compresión en las que grandes áreas se han acortado o han engrosado por medio de pliegue; este desplazamiento puede alcanzar varios kilómetros.¹



Porosidad

Relación entre el volumen de poros existentes en una roca con respecto al volumen total de la misma. Es una medida de la capacidad de almacenamiento de la roca.⁷



Ucm.es

Pozo

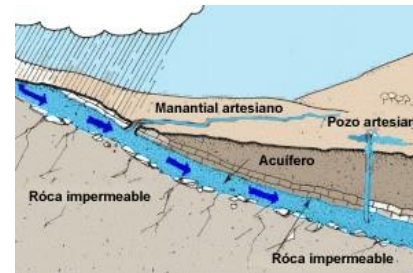
Perforación en la tierra o apertura horadada ya sea en la zona de saturación o para encontrar algún recurso mineral.



enpapelvirtual.blogspot.com

Pozo artesiano

Pozo en el cual el agua surge por encima del nivel en el que se encuentra inicialmente.¹



fao.org

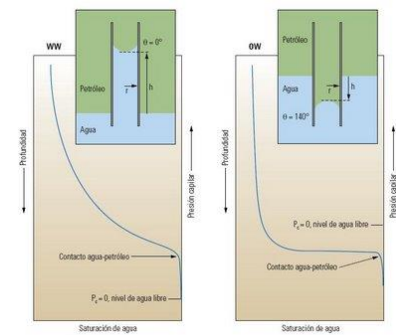
Pozo de desarrollo

Pozo perforado en un área probada con el fin de producir hidrocarburos.⁷



Pozo exploratorio

Pozo que se perfora sin conocimiento detallado de la estructura rocosa subyacente con el fin de encontrar hidrocarburos cuya explotación sea económicamente rentable.⁷

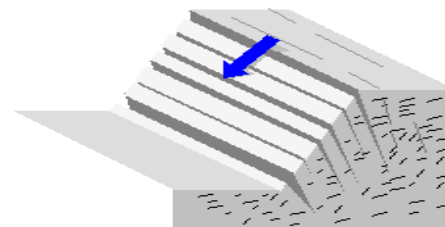


Presión capilar

Fuerza por unidad de área, resultado de fuerzas superficiales a la interfase entre dos fluidos.⁷

Presión de confinamiento

Presión que actúa igual por todas partes.¹



Principio de transgresión temporal

Principio el cual estipula que los sedimentos marinos avancen o retroceden no necesariamente de la edad geológica a través de la extensión lateral.⁶



Provincia geológica

Región de grandes dimensiones caracterizada por una historia geológica y desarrollos similares.⁷

Recurso mineral

Todos los depósitos descubiertos y no descubiertos de un mineral útil que pueda ser extraído ahora o en un momento del futuro.¹

Recurso no renovable

Recurso que se forma o acumula durante lapso tan largo de tiempo que su cantidad total debe considerarse fija.¹

Recurso petrolero

Son todos los volúmenes de hidrocarburos que inicialmente se estiman en el subsuelo, referido a condiciones de superficie, sin embargo desde el punto de vista de explotación se le llama recurso únicamente a la parte potencialmente recuperable de esas cantidades.

Recurso renovable

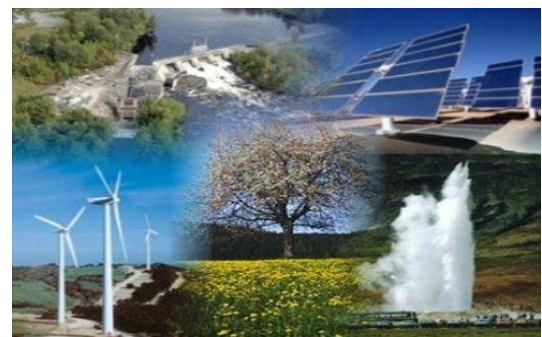
Recursos que son prácticamente inagotables o que pueden volver a reponerse en lapsos de tiempos relativamente cortos.¹

Regresión

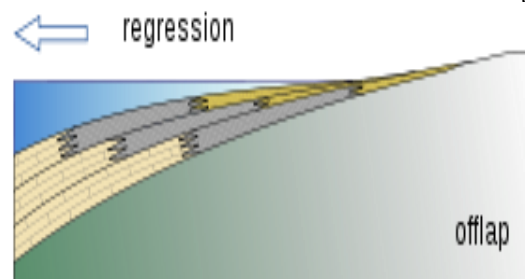
Término que significa que la orilla se ha movido hacia la cuenca marina. La regresión podría ser causada por la aparición tectónica de la tierra, el descenso del nivel del mar o progradación de sedimentos.⁶



tuecologia.mex.tl



demaideco.blogspot.com



Reserva

Depósitos ya identificados a partir de los cuales pueden extraerse minerales beneficiosos.¹

Reserva posible

Volumen de hidrocarburos en donde el análisis de datos geológicos y de ingeniería sugiere que son menos probables de ser comercialmente recuperables que las reservas probables.⁷

Reservas probable

Reservas no probadas cuyo análisis de datos y de ingeniería sugiere que son más tendientes a ser comercialmente recuperables que no serlo.⁷

Reservas probada

Es la reserva probada. Volumen de hidrocarburos o sustancias asociadas a condiciones atmosféricas, la cual se estima a partir de datos geológicos con cierta certidumbre que serán comercialmente recuperables a partir de una fecha dada.⁷

Rizaduras

Pequeñas ondulaciones de arena que se desarrollan en la superficie de una capa de sedimento por acción del agua o el aire en movimiento.¹

Rocas

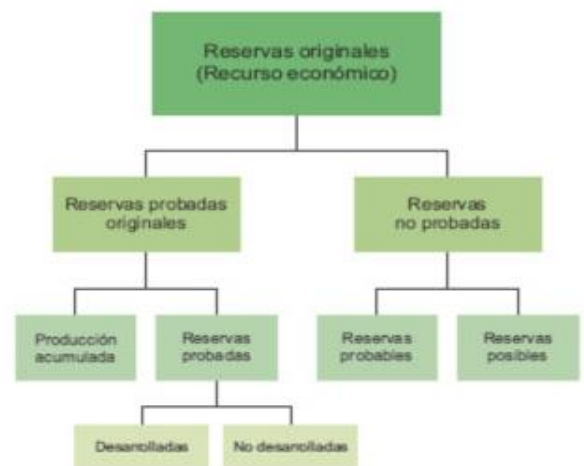
Mezcla consolidada de minerales.¹

Roca almacén

Ver elementos del sistema petrolero (p37)



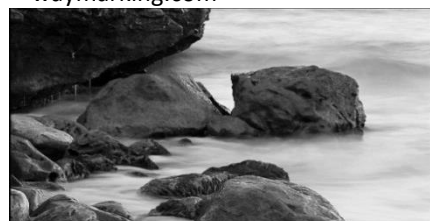
Clasificación de las Reservas



pemex.com/ Reservas de hidrocarburos



waymarking.com



ojodigital.com

Rocas clásticas

Se componen de materiales fragmentarios procedentes de otras rocas. Pueden ser sueltas, como cascajo, grava, tierra vegetal, etc., o cementadas, conglomerados, areniscas, etc., siendo el cemento calizo, silíceo, arcilloso o ferruginoso.⁴

Roca generadora

Ver elementos del sistema petrolero (38p)

Roca ígnea

Roca formada por el enfriamiento y solidificación del magma o lava.⁶

Roca sedimentaria

Roca formada a partir de los productos de meteorización de rocas prexistentes que han sido transportadas, depositadas y litificadas.

Roca sello

Ver elementos del sistema petrolero (p38)

Rumbo

Ver las características de falla. (p15)

Salinidad

Proporción de sales disueltas con respecto al agua pura, normalmente expresada en partes por mil (0/000).¹

Sección sísmica

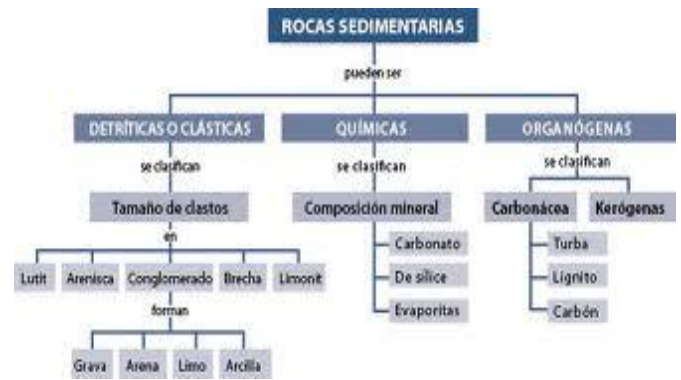
Perfil sísmico que emplea la reflexión de las ondas sísmicas para determinar la distribución de las rocas en el subsuelo.



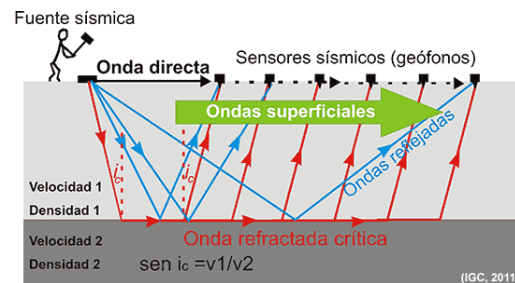
recursos.cnice.mec.es



selarenim.blogspot.com



rinconabstracto.com



Sedimento

Partículas no consolidadas creadas por la meteorización y la erosión de rocas, por precipitación química de soluciones acuosas o por secreciones de organismos y transportadas por el agua, el viento o los glaciares.¹



windows2universe.org

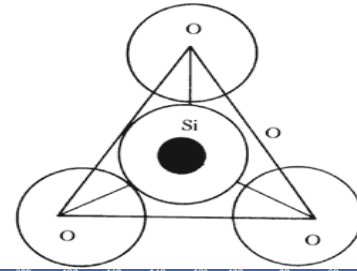


Sedimento terrígeno

Sedimento del fondo marino derivados de la erosión y la meteorización terrestre.¹

Silicato

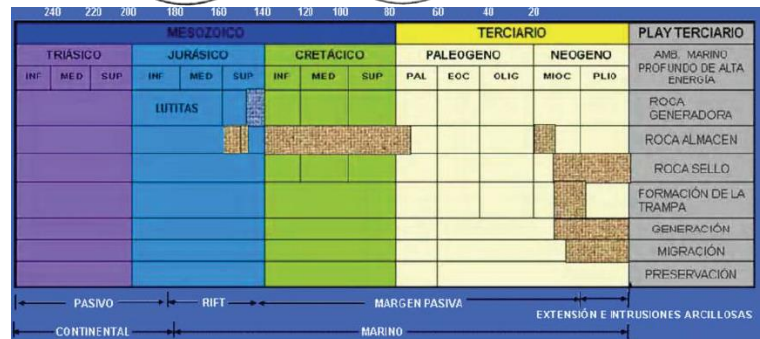
Cualquiera de los numerosos minerales que tienen el tetraedro silicio-oxígeno como su estructura básica.¹



bibliotecadigital.ilce.edu.mx

Sincronía

Unidades de roca con ciertas características indicando que fueron formadas al mismo tiempo, relacionando espacio y tiempo de todos los elementos que permiten la generación y acumulación de hidrocarburos.¹¹

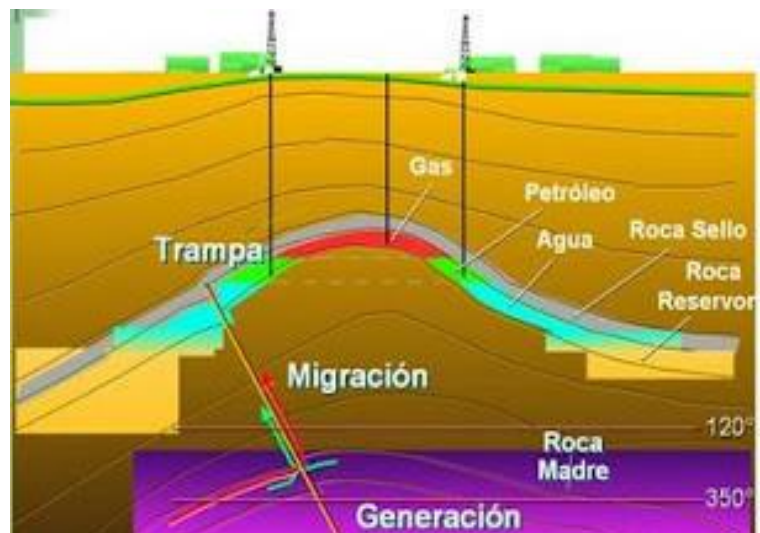


Sistema Petrolero

Sistema natural que incluye todo los elementos y procesos geológicos necesarios para que un yacimiento de aceite y/o gas exista en la naturaleza. Los elementos que lo forman son:

Roca almacén

La porción permeable y porosa de una trampa petrolífera que suministra petróleo y gas.¹



Roca generadora

Aquella roca que debe de contener un porcentaje mayor al 1% de carbono orgánico total y debe de cumplir con las siguientes características geoquímicas: cantidad, calidad y madurez.

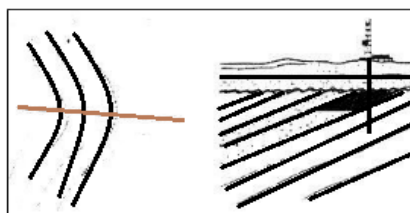
Roca sello

Es aquella roca que por su escasa permeabilidad no permite el paso de petróleo sirviendo como cierre a su migración o desplazamiento.¹



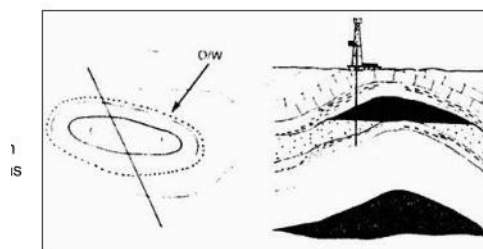
Trampa petrolífera

Estructura geológica que permite que el aceite y/o gas se deposite o acumule en los poros de una roca permeable manteniéndolo atrapado.³



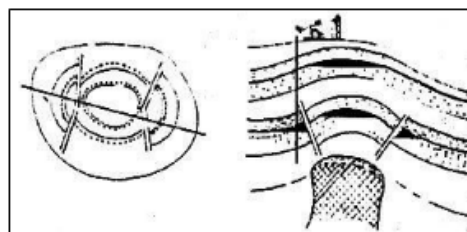
Trampa estratigráfica

Se originan por cambios en el tipo de roca a lo largo de una formación o estrato; su geometría está relacionada con el ambiente sedimentario el cual controla los depósitos.³



Trampas estructurales

Son originadas por procesos tectónicos, gravitacionales y de compactación; las principales trampas estructurales son: pliegues, compresionales, compactacionales y de fallas.³



Trampas combinadas

Son aquellas formadas por elementos estructurales y estratigráficos.³

Suelo

Combinación de materia orgánica y mineral, agua y aire; la parte del regolito que soporta el crecimiento vegetal.¹



igc.cat

Talud

Acumulación de derrubios de roca en la base de un acantilado.¹



pr.kalipedia.com

Talud continental

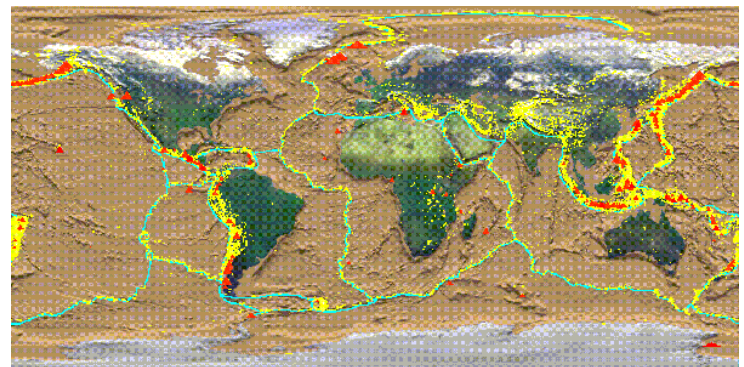
Cuesta empinada que se dirige hacia el fondo oceánico profundo y marca el borde mar adentro de la plataforma continental.¹



members.fortunecity.es

Tectónica

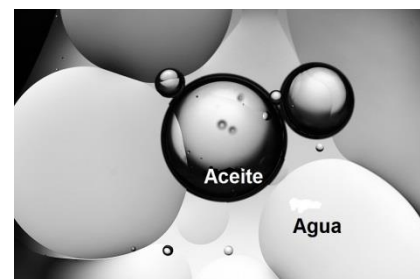
El comportamiento estructural de una región de la corteza terrestre.⁶



pedroelvalle.wordpress.com

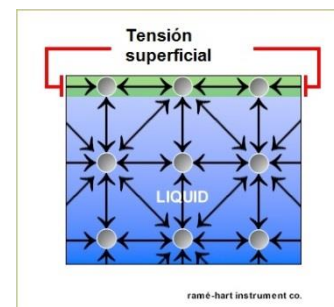
Tensión interfacial

Cuando dos fluidos inmiscibles están en contacto en un tubo capilar o en un fino material poroso, la interface en los dos fluidos actúa cuando una membrana elástica se encuentra en tensión.¹⁰



Tensión superficial

Es el fenómeno en el cual las moléculas del líquido forman fuerzas de atracción intermolecular en la superficie conocidas como fuerzas cohesivas que a su vez crean una película en la superficie.



ramehart.com

Textura

El tamaño, la forma y la distribución de las partículas que colectivamente constituyen una roca.¹

Trampa combinada

Ver elementos del sistema petrolero (p38)

Trampa estratigráfica

Ver elementos del sistema petrolero (p38)

Trampa estructural

Ver elementos del sistema petrolero (p38)

Trampa petrolífera

Ver elementos del sistema petrolero (p38)

Transgresión

Evidencia geológica como resultado del descenso del continente o una elevación del nivel del mar.

Valle de Rift

Valle formado por fallas, usualmente involucrando un bloque de falla central que se mueve hacia abajo en relación al bloque adyacente.⁶

Viscosidad

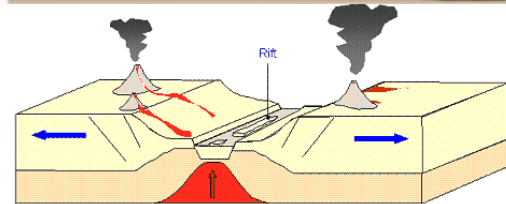
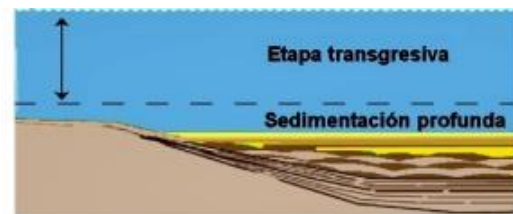
Medida de la resistencia al flujo de un fluido.¹

Yacimiento de hidrocarburos

Porción de trampa geológica que contiene hidrocarburos, que se comporta como un sistema hidráulicamente interconectado, y donde los hidrocarburos se encuentran a temperatura y presión elevadas ocupando los espacios porosos.⁷



bibliocad.com

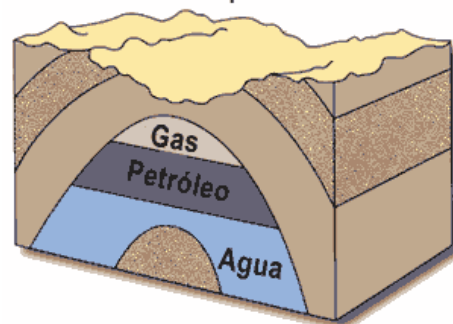


59



es.scribd.com

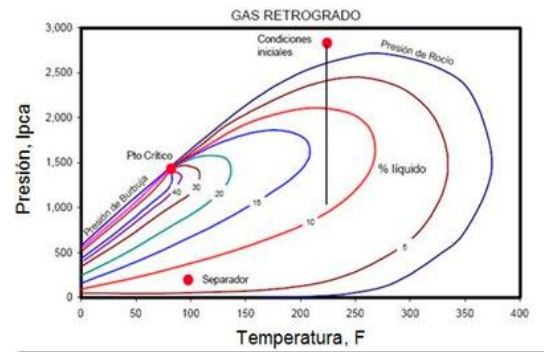
Localización Típica del Petróleo



definicion.de

Yacimiento retrogradante

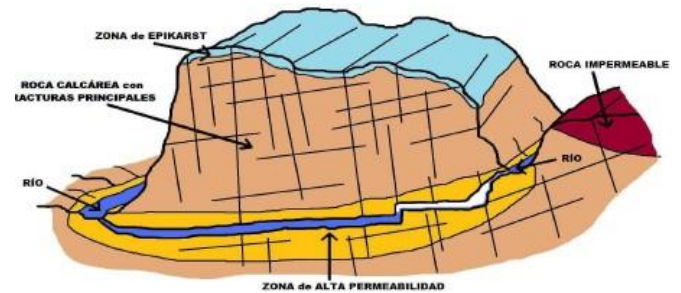
Yacimiento de hidrocarburos en donde inicialmente el fluido se encuentra en un estado gaseoso, conforme la presión se reduce el fluido pasa a estado líquido, tras la reducción de presión adicional, una fase de vapor se forma de nuevo.



Portaldelpetroleo.com

Zona de fractura

Zona recta de topografía irregular en el fondo oceánico profundo que sigue a las fallas transformantes y sus extensiones inactivas.¹



3.bp.blogspot.com

Referencias

- 1.- Tarbuk , E.J.; Luttgens, F. K., y Tasa, D. 2005 “Ciencias de la Tierra” pag. 655-676
- 2.<http://acbconsultores.com/Geologia%20general/Plegamiento/Pliegues.htm>
- 3.<http://www.slideshare.net/shekespeare/trampas>
- 4.- De la Camara San Miguel, M.,1942. “Manual de Geología”
- 5.- SPE, AAPG,WPC, SPEE. “Petroleum Resources Management System” pag. 10-11
- 6.- Levin Harold L., Washington University St. Louis, “The earth trough time”
- 7.- Glosario Pemex
<http://www.pemex.com/files/content/Glosario.pdf>
- 8.- Link, Peter. K. “Basic Petroleum Geology”
- 9.- Manual de Diseño de Perforación de Pozos
- 10.- R.E. Chapman, “Petroleum Geology”, University of Queensland.
11. Mc Graw-Hill, *Dictionary of earth science*, 2003
12. Price Monica, Walsh Kevin, *Rocas y Minerales*,
13. Gerardo Carmona, *Apuntes de clase “Conducción y manejo de hidrocarburos”*, Facultad de Ingeniería 2012.

Ilustraciones

abanhanatureza.blogspot.com/2011/05/la-arenisca.html
acbconsultores.com
agregados.biz
aguassubterraneeas123.wikispaces.com
alestuariodelplata.com.ar
articulo.mercadolibre.com.mx
atmosferis.com
bibliocad.com
bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/ciencias-de-la-tierra/los-volcanes/
bibliotecadigital.ilce.edu.mx
bienesonline.com/mexico/ficha-mina-caolin-pizarra-arcillas-7-hectareas_TEV26937.php
biogeobatalusser.blogspot.com/
biosystems.okstate.edu
blog.utp.edu.co/metalografia/2011/05/29/2-propiedades-mecanicas-de-los-materiales/
blogs.elcomercio.pe
cabildodelanzarote.com
carreteras1.wordpress.com
cenit-del-petroleo.com
Cerde Joan a., gomez Antonia, Monzo Jose, Sanchez Carmen, domo salino de pinoso
cienciaescolar.net/proyectos/?p=2269
cienciasdelatierra2010.blogspot.com
cmc-1bach.wikispaces.com/Unit+2.-+The+Earth
cn2eso09.blogspot.com
coalicionventanasverraco.org
colombia.com
commons.wikimedia.org
costadevenezuela.org
datuopinion.com/dolomia
definicion.de
demaindeco.blogspot.com
domingoguzmanlopez.bligoo.com.ve
elpais.com/fotografia/sociedad/Certamen/Cristalizacion/Granada/elpdiasoc/20090623elp
ep
enpapelvirtual.blogspot.com
es.dreamstime.com
es.scribd.com
es.wikipedia.org

es.wikibooks.org
escoscia.blogspot.com
espeleogenesis.blogspot.com
estratos10.wikispaces.com
esunmomento.es
evita.upv.es
fao.org
fiq4t2.blogspot.com/2008/10/1-fuerzas-y-deformaciones.html
flickr.com
fluidos.eia.edu.co
fondear.org/infonautic/Mar/El_Mar/Corriente_Marea/Corriente_Marea.asp
foro.antesdelfin.com
fte-energia.org
geochena.blogspot.com
geologia.co
ambientes-sedimentarios.html
geovirtual.cl
geovirtual2.cl
guiadeinmersiones.blogspot.com/
humbertsanz.blogspot.com
insugeo.org.ar/libros/
inyge.cl/html/inestabilidades.html
juntadeandalucia.es/medioambiente/web
kalipedia.com
Leandro-geomorfología.blogspot.com
madrimsd.org/blogs/universo/2008/08/15/98822
members.fortunecity.es
mineral-s.com
miradanatural.es
natureduca.com
oceanworld.tamu.edu/resources/oceanography-book/coastalerosion.htm
oceanologia.ens.uabs.mx
ojodigital.com
oldcivilizations.wordpress.com
otcjournal.com
paganprosperity.blogspot.com/
paisajesrias.blogspot.com/2011/01/atolones.html
pedroelvalle.wordpress.com
pemex.com
perzeledon.net/blog/blog/4?itemid=27
petro.uniovi.es
picadillodegallo.blogspot.com
pedrasdecorativas.cl
plata.uda.cl
pluma-tintero-y.blogspot.com
recursos.cnice.mec.es
redes-cepalcala.org
revistac4.com/?p=1437
ridente-udcombustibles.blogspot.com
rinconabstracto.com
roble.pntic.mec.es/~hotp0039/jaznar/clasific
a.htm
rsta.pucmm.edu.do
ruthla.blogs.uv.es/2011/08/23/africa-recursos-naturales/caliza-3/
scielo.org.ar
selarenim.blogspot.com
sepmstrata.org/Appalachian/PoundGap/pag
es/039-Fluvial-Point-Bar.html
sites.securepaynet.net/redirect_0.html
suertegaray et al. 2001
taringa.net/posts/imagenes/
textoscientificos.com
tuecologia.mex.tl
ucm.es
ugr.es
viajes.es
vicente1064.blogspot.com
vicentenovillo.com/page0/home.html
vistaalmar.es
waymarking.com
whotalking.com
windows2universe.org
ww2.minas.upm.es
xeologosdelmundu.org/?q=ast/node/522

“MANUAL DE TERMINOS GEOLOGICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA”

Conclusiones

- ✓ El presente trabajo permite conocer la aplicación de la geología en el área de estudio del petróleo ya que se muestran los procesos geológicos, físicos, químicos y biológicos más relevantes en la formación y preservación de depósitos orgánicos e hidrocarburos.

- ✓ El manual de términos geológicos sirve como un apoyo estudiantil y didáctico para alumnos de estudios a nivel licenciatura tanto de grados avanzados como estudiantes de nuevo ingreso.

- ✓ La utilidad de este trabajo consiste en conocer, reafirmar y perfeccionar terminologías relacionadas con la geología del petróleo así mismo permite integrar estos términos a otros trabajos relacionados a la geología y/o al petróleo.