

Geología del petróleo

Definición

- Geología del petróleo es la aplicación de la geología a la exploración y explotación de yacimientos del petróleo y gas
- La geología del petróleo es la aplicación de los conocimientos geológicos en la Exploración y explotación de depósitos de petróleo y gas natural, etimológicamente proviene de Petro = Piedra , Oleo = Aceite.
 - Objetivos
 - Localizar yacimientos
 - Economizar
 - Describir la geología en tres dimensiones
 - Evaluar los recursos petroleros

historia

- Fenicios, calafateaban las naves
- babilonios y asirios combustible
- Motor de combustión interna, petróleo y gas
- Industria petrolera: un financiero, asesor científico (Prof. Silliman), un perforador y un superintendente (Coronel Edwin Drake) 1859.
 - 23 m de profundidad, 20 barriles al día
 - Teoría del anticlinal
- Primera guerra mundial, ciencia geológica en la exploración petrolera

- Años 20 geofísica y loguéo de pozos
- Segunda guerra, fotografías, demanda de combustible mas geofísica
- Geoquímica
- Computadoras y estadística

Petróleo. Condicionantes

- Debe existir una roca permeable
- La presencia de una roca impermeable, que evite la fuga del aceite y gas hacia la superficie.
- El yacimiento debe comportarse como una trampa,
- Debe existir material orgánico suficiente y necesario para convertirse en petróleo por el efecto de la presión y temperatura que predomine en el yacimiento

Petróleo. Definición

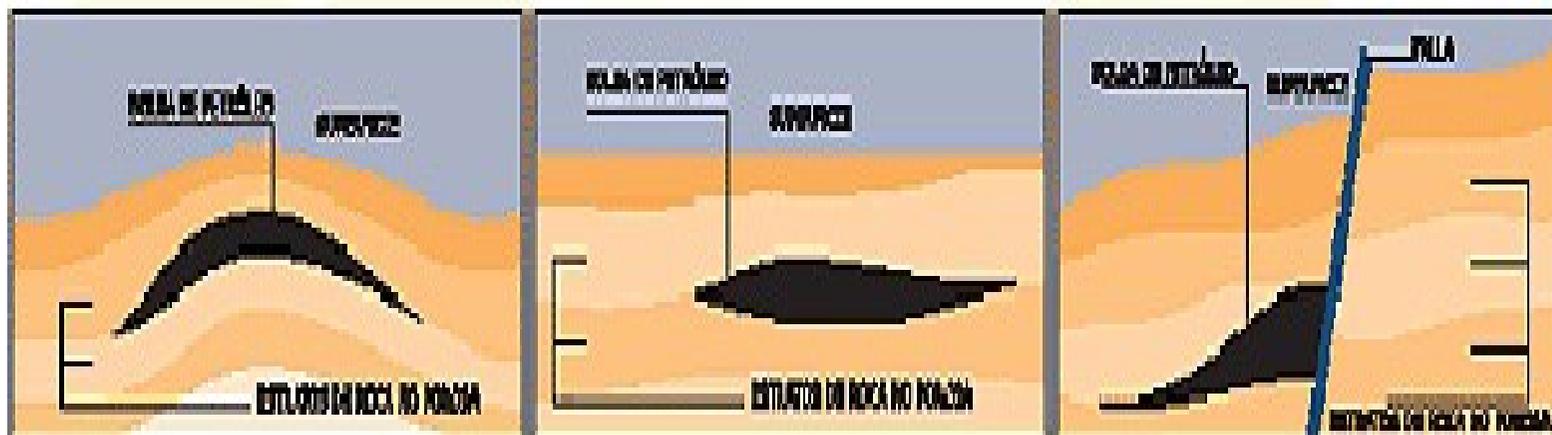
- La palabra petróleo proviene del latín "petroleum", que significa "aceite de piedra". Es una mezcla de hidrocarburos que se encuentran en fase sólida, líquida y gaseosa, que reciben su nombre por estar constituidos principalmente por átomos de carbón e hidrógeno, que también incluyen en algunas de sus moléculas porciones pequeñas de otros elementos como el nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales. su color varía entre ámbar y negro
- El petróleo es una sustancia combustible, líquida a temperatura y presión normales

Petróleo. Origen

Factores para su formación:

- Ausencia de aire
- Restos de plantas y animales (sobre todo, plancton marino)
- Gran presión de las capas de tierra
- Altas temperaturas
- Acción de bacterias

- Estratigráficos: En forma de cuña alargada que se inserta entre dos estratos.
- Anticlinal: En un repliegue del subsuelo, que almacena el petróleo en el arqueamiento del terreno.
- Falla: Cuando el terreno se fractura, los estratos que antes coincidían se separan. Si el estrato que contenía petróleo encuentra entonces una roca no porosa, se forma la bolsa



PETRÓLEO Y GAS

- Manifestaciones superficiales
- Subsuelo

MANIFESTACIONES SUPERFICIALES

Se clasifica en:

- Manifestaciones directas: son producidos por la aparición en los afloramientos pueden ser:
 - Activos o vivos
 - Muertos o fósiles
- Manifestaciones indirectas son las manifestaciones en superficie de los hidrocarburos, si ser visibles

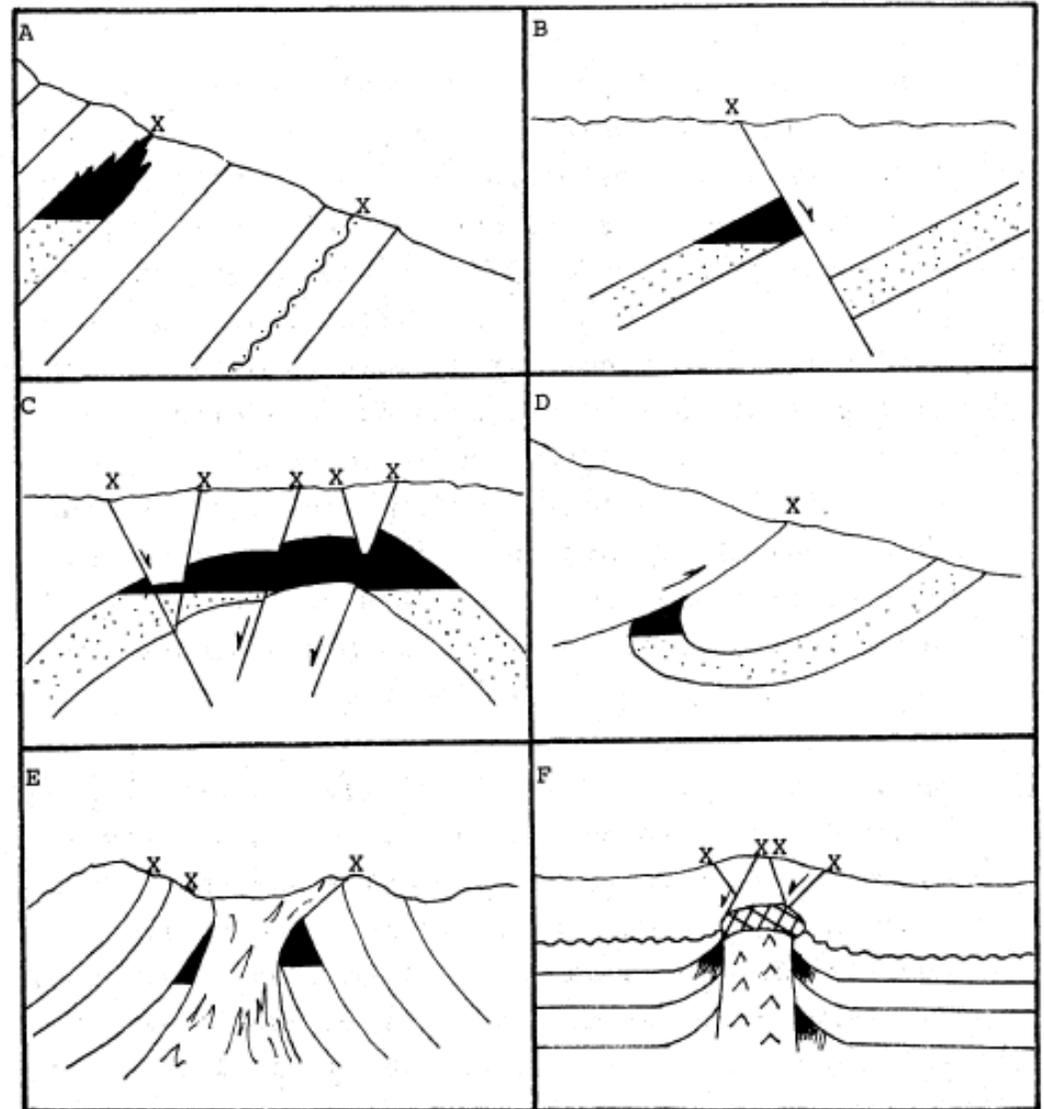
DIRECTAS ACTIVAS O VIVAS

- Son las que muestran una circulación subterránea activa, donde intervienen el aceite vivo, el gas y agua
 - Chapopoterías
 - Lagos de asfalto
 - Escapes de gas
 - Volcanes de lodo

CHAPOPOTERAS

- Son filtraciones de petróleo o asfalto líquido a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias, donde el escape es lento indica un yacimiento

- A - Chapopotera en el afloramiento del yacimiento por discordancia.
B - Chapopotera en una falla normal.
C - Chapopotera arriba de un anticlinal afallado.
D - Chapopotera en una falla inversa.
E - Chapopoteras asociadas a diapirismo.
F - Chapopoteras en un tapón de sal y fallas asociadas.



Chapopoteras



LAGOS DE ASFALTO

- Chapopoterías asociadas a manantiales, donde se observa aceite en el agua
- Petróleo de base parafínica: ligeros fluidos se evaporan en la superficie
- Petróleo de base Nafténica: mas densos difícil evaporación

Lagos de Asfalto



ESCAPES DE GAS

- Son mas frecuentes de las chapopoteras, en climas áridos es difícil si no tienen aguas, en climas húmedos por medio de burbujas
- Olor a gasolina, ruido y flama
- Snifers en el fondo del mar

Escapes de Gas



VOLCANES DE LODO

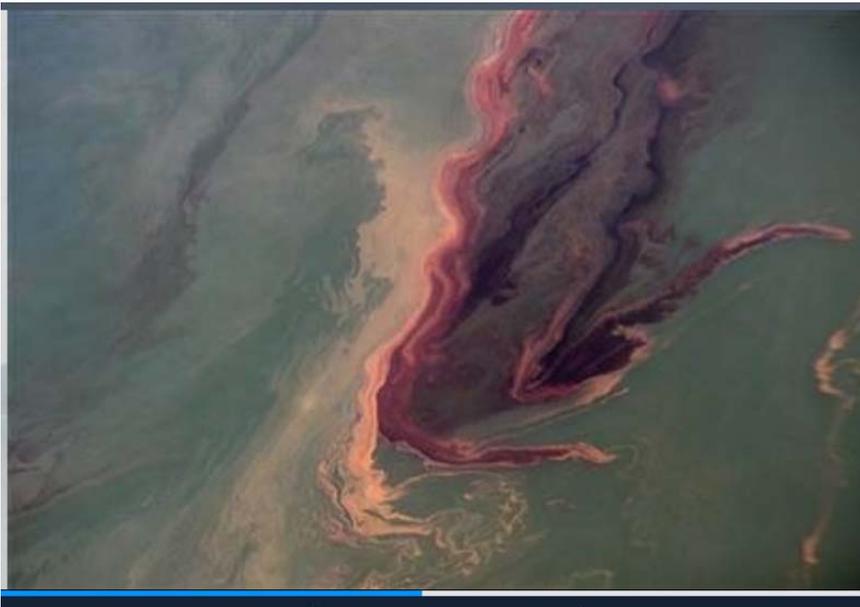
- Acumulación de gas en subsuelo, diapirismo de arcilla inyectada por el gas a alta presión
- Están agrupados, con cráter y conos adventicios
- Brota gas metano

Volcanes de lodo

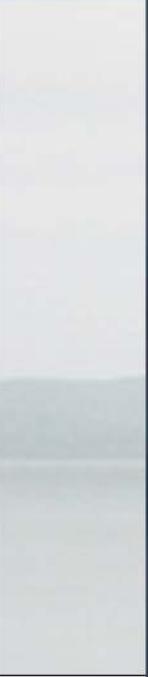


Manifestaciones en el mar

Slicks: manifestaciones de crudo en el mar



Manchas de aceite: manifestación en la superficie del mar



A composite image with a dark blue background. At the top, the text "Manchas de aceite: manifestación en la superficie del mar" is written in yellow. Below the text are four smaller images showing different views of oil slicks on the water's surface. The top-left image shows a person in a white boat looking at a large, multi-colored slick. The bottom-left image shows a red boat's edge near a slick. The top-right image shows a single, circular slick. The bottom-right image shows a large, textured slick. To the right of the composite image is a vertical grey bar.

DIRECTAS FÓSILES O MUERTAS

- Son las trazas de hidrocarburo en la roca
- Sólidos raro líquidos
- Sólidos: se impregnan en la arena
- Líquidos cavidades calcáreas, geodas y restos fósiles

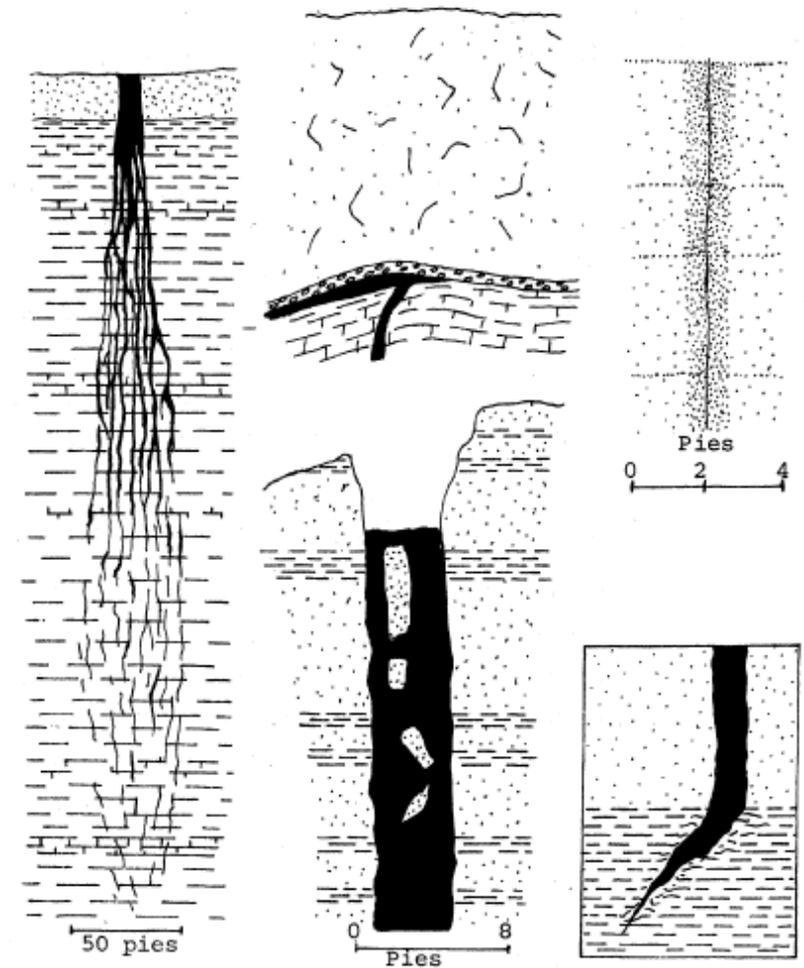


Figura 2 Diques de aceite sólido y rellenos de vetas.
(Tomado de Levorsen, 1960)

ARENAS ASFÁLTICAS

- Yacimientos fósiles , arenas impregnadas con aceite pesado
- Athabasca, Canadá 900 billones de barriles
- Inyección de vapor y alta temperatura 50%



ACEITE MUERTO

- Compuesto solido de colo café oscuro a negro, con fractura concoidal
- Grahamita, albertita, gilsonita
- La fracción mas pesada del petróleo, no es explotable
- No indica necesariamente yacimiento explotable

Aceite Muerto



Gilsonita



Grahamita



Albertita

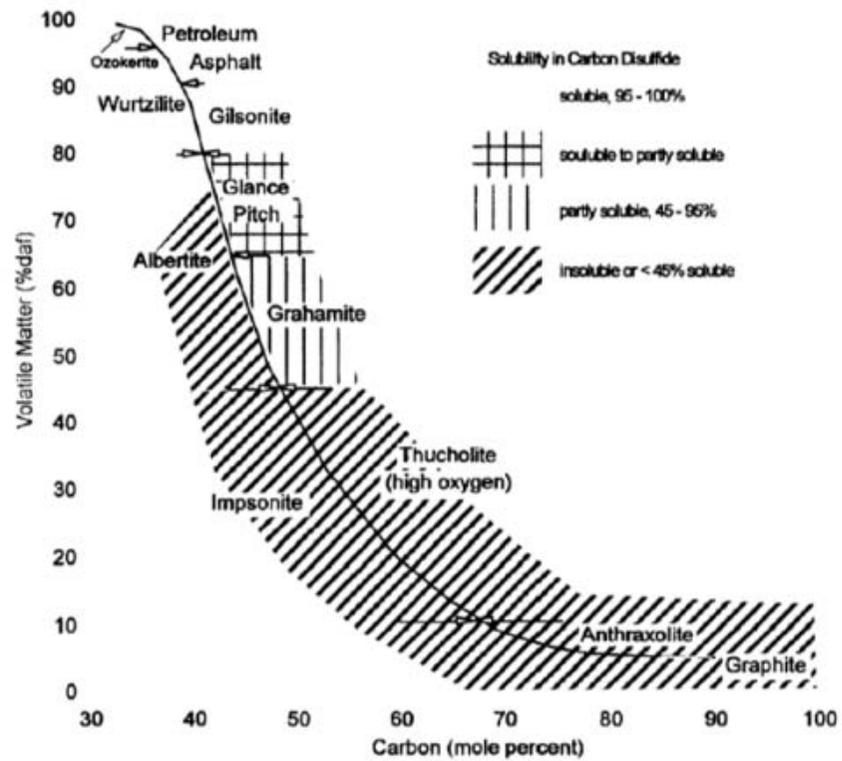
Chapopote



La gilsonita es un asfalto natural o asphaltita; es una resina de hidrocarburos natural, similar en apariencia al carbón ó asfalto duro,

Grahamita: Mineral de color negro, variedad del asfalto. Mezcla de varios hidrocarburos sólidos que dan como resultado una masa bituminosa y opaca.

La Albertita es un tipo de asfalto en la Formación Albert que se encuentra en el Condado de Albert, Nuevo Brunswick. Es un tipo de hidrocarburo sólido. Es una variedad negra y lustrosa profunda, y es menos soluble en trementina que el tipo habitual de asfalto



Fuente. Quick, 1998.

MANIFESTACIONES INDIRECTAS

- NO SON DE HIDROCARBUROS

ACIDO SULFÚRICO

- Asociado al petróleo
- Sulfuro de hidrogeno, sulfurosas y azufre
- Lignito esquistos bituminosos ect

FORMACIONES DE YESO

- Blanco en superficie café en profundidad
- Contiene minerales sulfurosos y aragonito
- Bacterias sobre el petróleo

Formación de algaritas

- Sustancias orgánicas amarillentas
- Sobre los volcanes del lodo
- Acción bacteriana sobre las parafinas y gases de los hidrocarburos

Bacterias vivientes

- Prospección geomicrobiológica
- Su relación con los yacimientos

Materia organica o pirita

- Roca madre
- Medio reductor

MANIFESTACIONES SUPERFICIALES

MANIFESTACIONES DIRECTAS

ACTIVAS O
VIVAS

Chapopoterías

Lagos de asfalto

Escapes de gas

Volcanes de lodo

MUERTAS O
FÓSILES

Areniscas y lutitas
bituminosas

Aceite muerto (gilsonita,
grahamita, albertita y
Chapopote)

MANIFESTACIONES INDIRECTAS

Ácido sulfúrico

Yeso pulverulento

Formación de Algaritas

Bacterias vivientes
(Geomicrobiología)

Roca Generadora (rica
en materia orgánica o
pirita)

MANIFESTACIONES EN EL SUBSUELO

- Aceite vivo o gas
- Pruebas de producción

ASPECTOS A CONSIDERAR

1. Características de la roca almacenadora
2. Tipos de fluidos en el subsuelo
3. Mecánica del yacimiento

Composición Química del petróleo

- Petróleo crudo: mezcla compleja de productos fundamentales constituidos de hidrocarburos.
 - Líquido oscuro con viscosidad entre 5 y 3000 centistock 1 cSt = 1 mm²/s
 - Líquido: gases y líquidos
 - Sólido y semi-sólido: arenas aceitosas y material bituminoso
 - Mezcla: 83-86% C, 10-14% N, 0.001-0.1% metales(vanadio, sodio, calcio y cobre), 0.1% que incluye gases incondensables, tales como CH₄, C₂H₆ y H₂S.
 - Amplio rango de temperaturas de ebullición

Caracterización del crudo

- Valor del crudo: costos

a. Densidad:

- [Petróleo crudo ligero](#), con una API mayor de 31,1° (menor de 870 kg/m³)
- Petróleo crudo medio o intermedio, con una API entre 22,3 y 31,1° (de 870 a 920 kg/m³)
- [Petróleo crudo pesado](#), con una API entre 22,3° y 10° (de 920 a 1000 kg/m³)
- Petróleo extra pesado, con una API menor de 10,0° (más de 1000 kg/m³)

b. Residuo de carbón: cantidad de asfalto crudo y a la calidad de base lubricante que puede ser recuperado

c. Viscosidad cinemática: viscosidad/ densidad, necesidad de fluidificación

d. Contenido de azufre: desulfuración de destilados, ácidos y dulces.

d. Contenido de nitrógeno: contenido de nitrógeno es superior al 0.25% en peso, el crudo requerirá un procesamiento especial

f.Presion de vapor de Reid: la proporción de hidrocarburos ligeros, inferiores o butano y por tanto, de la necesidad de estabilización

g.Contenido de agua y sedimentos: Indica las necesidades de deshidratación y problemas de ensuciamiento. Se denomina BS&W y se expresa como porcentaje en volumen

h.Contenido de sales: Da idea de la necesidad de desalado y de los problemas de corrosión asociados. Se suele expresar en PPTB, es decir, en libras por mil barriles.

i. Curva TBP (True Boiling Point) proporciona una indicación de la cantidad (rendimiento) de los productos presentes en el petróleo crudo

SARA

Saturados(S): Corresponde a la suma de los hidrocarburos parafínicos y cicloparafínicos

Aromáticos (A): Son todos aquellos hidrocarburos que en su estructura tiene por lo menos un anillo bencénico.

Resinas (R): Son hidrocarburos de naturaleza aromática, cuya estructura tiene entre 4 a 87 anillos bencénicos,

Asfaltenos (A): Son las estructuras de hidrocarburos más complejas y de mayor peso molecular presentes en el crudo

GENERALIDADES

Clasificación de los depósitos

- **Yacimiento:** es la acumulación de gas o aceite de la misma composición, comprendida en los mismos límites y sometida a un mismo sistema de presión.
- **Campo:** comprende distintos yacimientos relacionados con una determinada condición geológica.
- **Provincia** comprende varios campos localizados en una provincia geológica-petrolera, en la cual los yacimientos se formaron y se presentan en condiciones regionales similares

DEPOSITOS ORGANICOS MODERNOS

- Humus: materia orgánica descompuesta y en descomposición, fresca, que ocurre principalmente en la parte superior del perfil de los suelos.
- Turba: masa densa de restos de plantas, los cuales se acumulan en aguas pantanosas y regiones margosas. Las condiciones anaeróbicas impiden la completa descomposición del material orgánico.
- Sapropel se refiere a material orgánico el cual se acumula bajo el agua en cuencas marinas a profundas, lagos y lagunas. La materia orgánica es principalmente derivada de fitoplancton el cual vive en los niveles superiores del agua, pero los fragmentos de plantas más grandes pueden ser un importante constituyente.

DEPOSITOS OROGANICOS ANTIGUOS

- Aquellos formados a través de crecimientos orgánicos in situ, como turba y humus
- aquellos cuya materia orgánica ha sido transportada o depositada en suspensión, como los sapropels.

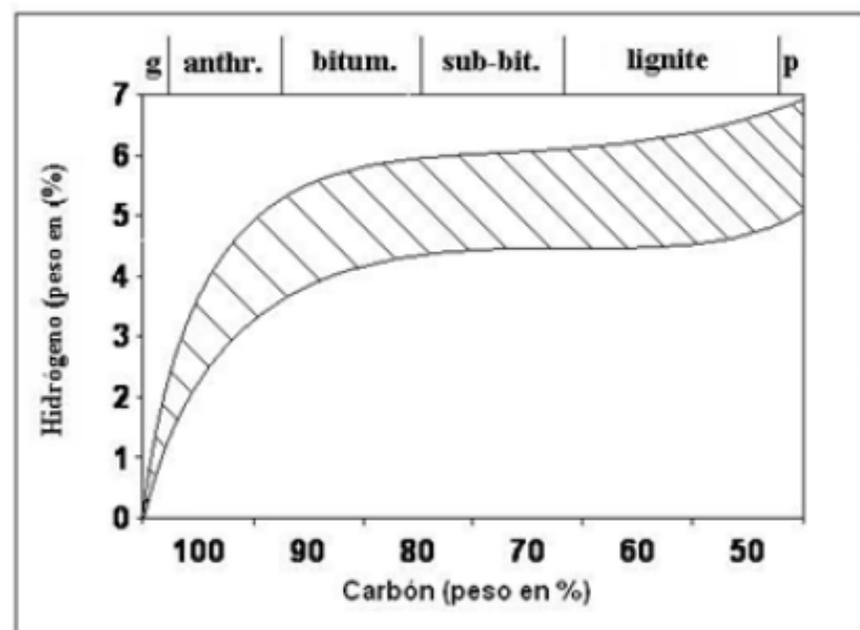
CARBONES Y LAS SERIES DE CARBON

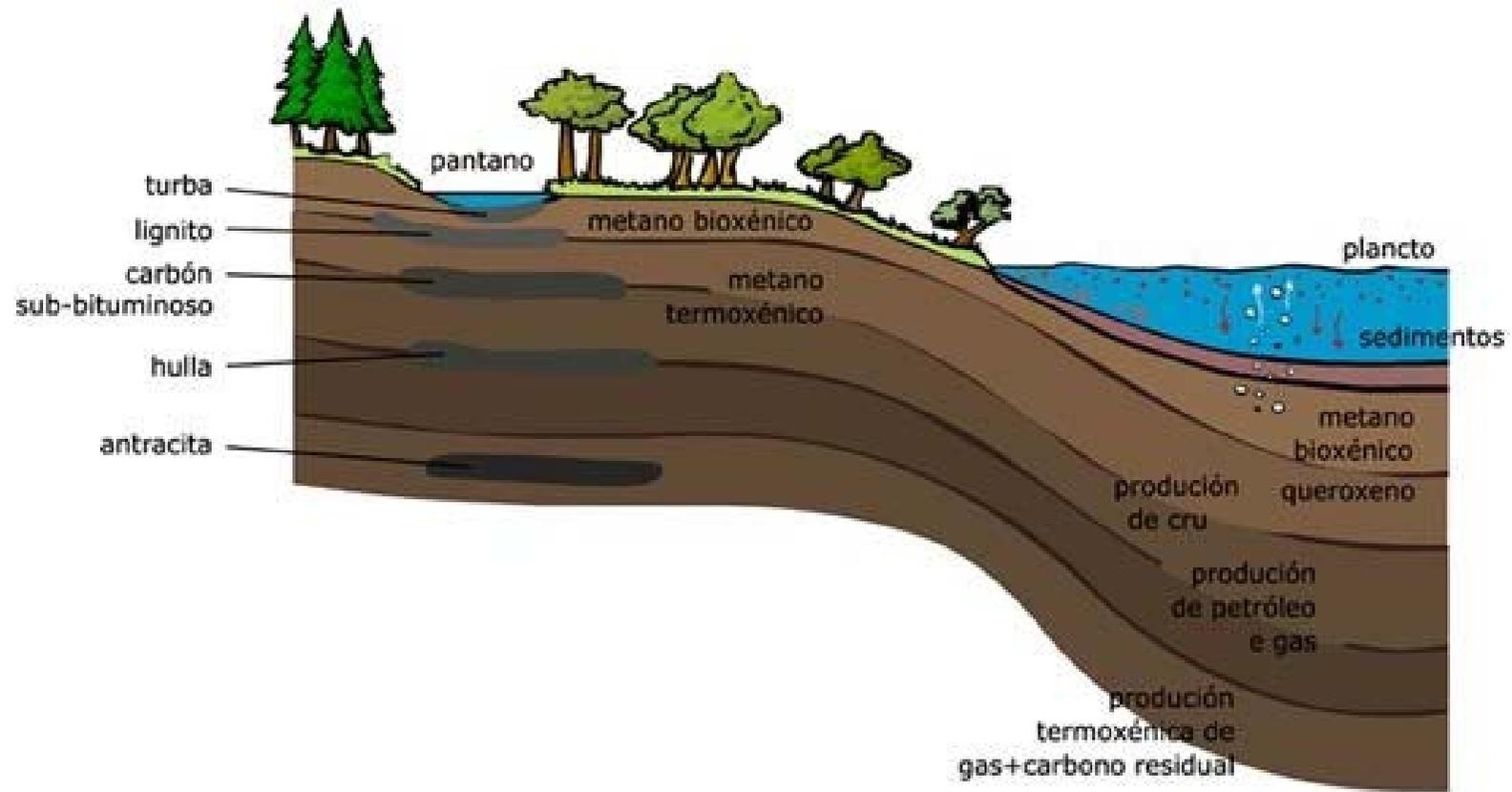
- carbones **húmicos**, formados de la acumulación *in situ* de materiales de plantas leñosas;
- carbones **sapropélicos** son aquellos formados por algas, esporas y pequeños fragmentos de plantas

Etapas del rango	Contenido de carbón (%) en cenizas	Contenido de volátiles	Valor calorífico (kJ/g)	Reflectancia de vitrinita en aceite
Turba	<50	>50		
Lignito	60	50	15-26	0.3
Carbón sub-bituminoso	75	45	25-30	0.5
Carbón bituminoso	85	35	31-35	1.0
Semi-antracita	87	25	30-34	1.5
Antracita	90	10	30-33	2.5
Grafito	>95	<5		

Tabla 7.1. Etapas del rango del carbón con valores aproximados de varios parámetros usados para estimar el rango.

Fig. 7.1. Gráfico mostrando amplia relación el contenido de hidrógeno y carbono del carbón, conforme incrementa el rango.





Régimen de explotación

- 1. propiedad privada del subsuelo (estados Unidos)
- 2. régimen de concesión: cuando son propiedad del estado
- 3. propiedad de los recursos por la nación
 - Dirige la exploración, controla la explotación y administra los recursos

Edad de los yacimientos

- Rocas almacenadoras mas ricas terciario, cretácico, jurásico y paleozoico
- Precámbricas- metamorfismo
- Pleistoceno poca deformación y poca compactación

Composición del petróleo

- Mezcla compleja que puede existir en los tres estados

Volumen del petróleo acumulado

- Capacidad de génesis
- Volumen de sedimentos-madre
- Características físicas y volumen de la roca almacén
- Dimensiones y características de las trampas
- Comportamiento dinámico
- Evolución geológica regional

Exploración petrolífera-papel de la geología

- 1 de cada 11.89 descubrió petróleo o gas
- 1 de cada 14.1 descubrió yacimiento E (menos de 0.15 millones de metros cúbicos)
- 1 de cada 158 descubrió yacimientos tipo c (1.56 a 4 millones de metros cúbicos)
- 1 de cada 706 descubrió un yacimiento de clase A o gran campo (masd e 8 millones)

Problema geológico

- Observación perfecta como sea posible
- Razonamiento deductivo (muchos parámetros) comparación

Geología tiende a

- Localizar los emplazamientos favorables para la acumulación
- Reconocer en el curso del sondeo la presencia de hidrocarburos

METAS DE LA GEOLOGÍA DE SUPERFICIE

- Reconocer la presencia y determinar la naturaleza de las facies favorables para la génesis y acumulación de hidrocarburos y fijar su posición en la serie sedimentaria (estratigrafía)
- Desvelar y localizar trampas (estudios estructurales)

Búsqueda estratigráfica

- Naturaleza y potencia de los terrenos sedimentarios, correlación
- Muestras: petrografía, petrofísica geoquímica y fósiles
- Potencia teodolito, calicatas, perforaciones superficiales

Estudios estructurales

- Mapa geológico detallado (1/10,000 y 1/100,000)
- Fotografías aéreas
- Mapa estructural
- Si no hay indicios superficiales no prospectar
- geoquímica

Exploración geofísica

- Gravimetría
- Magnético
- sísmico

Geología del subsuelo

- Control geológico de los sondeos: Velocidad de avance, Fluorescencia del lodo, porcentaje de sal etc
- Interpretación de los datos

Series y facies petrolíferas

- **Facies:** volumen de terreno o roca, que por su misma asociación físico-química, petrográfica y paleontológica, resultantes de una sedimentación en condiciones geográficas, tectónicas, físico-químicas y biológicas determinadas que sean responsables de las condiciones para la existencia de un yacimiento.
- **Serie:** conjunto de facies que contiene un arreglo geológico petrolífero
- **Provincia petrolífera:** conjunto sedimentario
 - Para génesis
 - Para circulación
 - Para protección de agentes reductores
 - Para acumulación.

- Rocas –madre: facies con las condiciones necesarias para la génesis de hidrocarburos
- Rocas-almacén: facies favorables para la circulación y acumulación de los hidrocarburos quedando asegurada su protección
- Rocas-cobertura: rocas que permiten proteger las rocas almacén
- Presencia de trampa

Grandes tipos de series detríticas, arcillosos-arenosas y carbonatadas

- Series arcillosas-arenosas
 - Sedimentación detrítica
 - No calizas
 - Silúrico devónica- Sahara
 - Carboníferas –Apalaches
 - Cretácicas terciarias california-golfo de mexico-venezuela

- Series carbonatadas
 - Precipitación química y bioquímica
 - Series cámbrico ordovícicas-tejas, Oklahoma
 - Devónicas –Canadá

LAS ROCAS-MADRE

- Sedimentos ricos en materia orgánica, protegidos de la oxidación y transformados en hidrocarburos
 - Sedimentos marinos francos, ricos en plancton
 - Sedimentos paralicos o deltaicos, ricos en plancton y restos vegetales
 - Localmente, sedimentos ricos en lignito
 - mas raros, ciertos sedimentos lacustres

Rocas de textura fina, formadas en un medio reductor, con condiciones de batimetría y salinidad muy específicas

Consideraciones de la roca -madre

- Textura fina
- Depositada en un medio reductor
 - Pirita
 - Ausencia de fósiles no pelágicos (foraminíferos, algas planctónicas
 - Ausencia de animales excavadores bentónicos
- De color oscuro gris o marrón
 - Peoducto de los productos pesados del petroleo

parentesis

COMO SE FORMO EL PETRÓLEO Y EL YACIMIENTO

- La paleoatmósfera terrestre, al estar conformada por grandes cantidades de CO₂, permitió el desarrollo de organismos que utilizaron este gas como fuente de energía y como molécula básica para construir compuestos más complejos, *tales como lípidos o ácidos grasos (triglicéridos, glicerol, ácido graso)*.
- Los seres vivos al morir y descomponerse liberan los compuestos orgánicos al ambiente, y al ser incorporados a los sedimentos en condiciones físico-químicas favorables (ambiente anóxico) se convertirán en hidrocarburos líquidos y gaseosos, que conforma el "kerógeno" es la materia prima fundamental para la generación de hidrocarburos líquidos y gaseosos, como tal no existiría.

El "kerógeno" es la materia prima fundamental para la generación de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Existen 2 tipos:

LACUSTRINO	• MAYOR CANTIDAD DE HIDROGENO
MARINO	• MENOR CANTIDAD DE HIDROGENO
TERRESTRE	• MAYORES PORCENTAJES DE HIDROGENO Y OXIGENO

ETAPAS EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Diagénesis:

- La materia orgánica comienza a perder H₂O y CO₂ y se inicia el fenómeno de policondensación (paso previo a la formación del Kerógeno). Este tiene lugar en sedimentos recientes muy cerca de la superficie. Se forma CH₄ e hidrocarburos de bajo peso molecular.

Catagénesis

- Etapa crítica, el kerógeno comienza a generar hidrocarburos en cantidades apreciables. Gobierna la temperatura, estando su inicio alrededor de los 700 - 800 °C. Al final ocurren cambios en los hidrocarburos generados. Los cambios de temperatura provocan craqueo térmico (disociación por calentamiento a temperaturas y presiones elevadas, (5000 y 50 atm), produciendo petróleos condensados y gas húmedo.

Metagénesis

- Es la última etapa, aquí el producto fundamental de dicha transformación es el gas metano. Este indica que en esta etapa ya se ha transformado todo el kerógeno, queda un residuo estéril de alto peso molecular incapaz de generar otro hidrocarburo que no sea CH₄.

TEORIAS SOBRE EL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

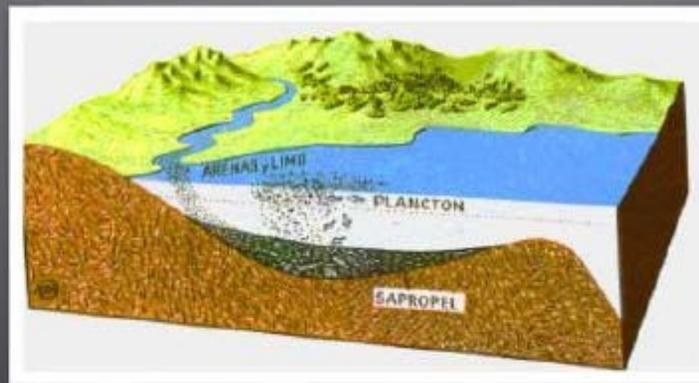
Teoría Inorgánica:

- Explica el origen de estos hidrocarburo gracias a la combinación de elementos químicos como el carbono y el hidrógeno sometidos a altas temperaturas y presiones, ubicados en capas muy profundas de la tierra.

Teoría Orgánica:

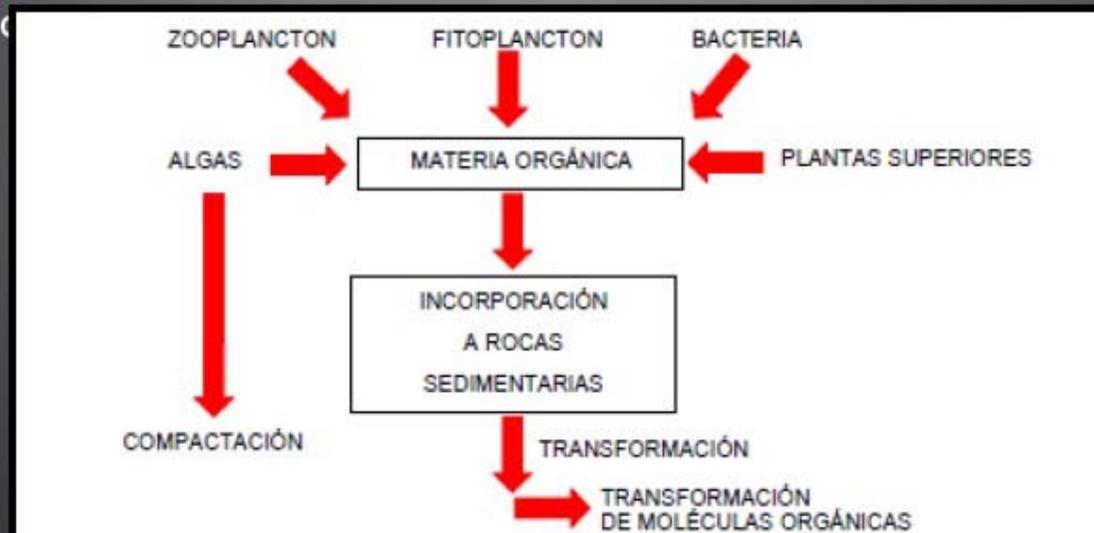
- Según esta teoría, el petróleo y el gas natural se han formado por la transformación de la materia orgánica vegetal y animal, cuya estructura molecular ha sufrido alteraciones por efecto de altas temperaturas, acción de bacterias y microorganismos, altas presiones en el subsuelo y otros agentes a lo largo de millones de años.

El petróleo tiene como fuente fundamental de origen a la materia orgánica acumulada en rocas sedimentarias (lutitas y calizas.)



ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

Esta materia orgánica, a través del tiempo geológico y como respuesta a cambios de presión y temperatura, comenzará a generar hidrocarburos líquidos y gaseosos, que tendrán características diferentes, de acuerdo a la materia orgánica que sirvió como precursor.



CLASIFICACION DE DIVERSOS TIPOS DE HIDROCARBUROS SEGÚN SU ORIGEN



ROCA GENERADORA

Roca madre, que puede ser activa, e indica que un volumen continuo de materia orgánica está creando petróleo, por medio de ambos factores, la actividad biológica y la temperatura en un tiempo específico.

La roca madre está determinada por el mapeo de facie orgánica (cantidad, calidad y madurez termal) considerándose activa, inactiva o agotada, en base a los datos de la geoquímica orgánica mostrados como registros geoquímicos.

Las rocas madres pueden ser

inmaduras, cuando su ubicación en el corte geológico está por encima de la ventana de petróleo en la cual no se generan hidrocarburos líquidos o se generan hidrocarburos líquidos altamente pesados y sulfurados.

Maduras, cuando se ubican dentro de la ventana de hidrocarburo líquido o del gaseoso.

Sobremaduras,

cuando se encuentran por debajo de la ventana de gas, por lo que ya han generado todos los hidrocarburos cesando la misma.

Problemas con el estudio de la roca-madre

- Geoquímicos: naturaleza y evolución
- Sedimentológicos: medio y condiciones de depósito
- Paleontológicos: por qué vías y de qué épocas han migrado los hidrocarburos
- Físicos: circulación de los fluidos

Facies rocas-almacén

- Importancia
 - Su extensión
 - Características físicas
 - pay zone pay sand
- Definición:
 - Toda roca con huecos, con la condición de que estén unidos entre si es capaz de guardar y dejar circular hidrocarburos y de constituir una posible orca almacén

Características generales

- Porosidad: condiciona el volumen
- Permeabilidad: desplazamiento de fluidos

porosidad

- Porcentaje de volumen de los huecos, en relación al volumen total de la roca
 - Porosidad total: volumen total de los huecos
 - Porosidad efectiva o útil: el volumen de los huecos unidos entre si
- Porosidad en los almacenes: 5-40%, mas común 10 y 20 %

Despreciable	Entre 0 y 5%
Pobre	Entre 5 y 10 %
Media	Entre 10 y 15%
Buena	Entre 15 y 20%
Muy buena	Superior a 25%

Permeabilidad

- Es la capacidad de una roca de dejar circular fluidos, se mide en Darcys
- 1 darcy, es cuando 1 cm³ de fluido, de viscosidad 1 centipoise, pasa en 1 segundo en una muestra de roca de sección 1 cm² y 1 cm de longitud bajo una presión de 1 atm. Mili darcy
- Dos tipos
 - Permeabilidad horizontal: corresponde a un flujo de los fluidos paralelo a la estratificación
 - Permeabilidad vertical: corresponde a un flujo perpendicular a la estratificación, vertical mayor a la horizontal

Medidas directas

- Diagrama eléctrico
- Nuclear
- sonico

Apreciación y medidas aproximadas

- Examen de la textura de la roca, naturaleza, dimensiones y densidad de los poros- tabla empírica
- Durante la perforación
 - La velocidad de la perforación: aumento = mas poros
 - Perdida de lodo: muy permeable
 - Variaciones de volumen y salinidad del lodo: agua dulce o agua salada
 - Mala recuperación de ripios: poco coherente o fisurada

Otras características de los almacenes

- Relaciones permeabilidad porosidad
- Características primarias y secundarias
 - Primaria: durante la sedimentación
 - Secundaria: durante la diagenesis

Tipos de rocas almacén

- Detriticas: arenas y areniscas
- Calcareas calizas
- Evaporitas, silexitas, rocas volcánicas y metamórficas

Rocas y arenas calcareas

- Son resultado de la acumulación de elementos arrancados a rocas preexistentes por la erosión, sedimentados in situ o transportados a distancias variables por agentes diversos, cementados o no des pues de su deposición.
 - Factores granulométricos (tamaño de grano, forma de los granos)
 - Factores mineralógicos (presencia de arcillas o cemento)

Tamaño de grano

- La porosidad de un conjunto de esferas de diámetro uniforme, sea cual sea el valor absoluto de su diámetro, es constante e igual a 26% en las agrupaciones mas compactas.
- Permeabilidad, dimensiones, tamaño de los agujeros
- $K=b.d^2.e^{-a\theta}$
- K: permeabilidad de darcy, d: diámetro medio en mm, θ : desviación standart, a y b: constantes

- Cuanto mayor son los poros mayor es el volumen de agua retenida con relación al volumen del petróleo
- Mas finos los poros mas cantidad de petróleo se tendrá, por la fuerza de capilaridad.

Clasificación de los granos

- Se alcanza un máximo de porosidad cuando se alcanza una clasificación uniforme. Se añaden elementos de diferentes tamaños y cambia la porosidad.
- La permeabilidad en un sistema de dos componentes será la mas baja cuando se encuentren proporciones iguales de ambos componentes
- La permeabilidad esta ligada al diámetro medio de los granos

Forma de los granos

- La porosidad y la permeabilidad aumenta o disminuyen, según el estado de su compactación
- La porosidad es tanto mas elevada, cuanto mas angulosos sean los granos
- Permeabilidad orientación de los granos, redondeamiento

Naturaleza mineralógica de los componentes

- Arcillas y cuarzo
- Minerales arcillosos puede
 - a. Absorber iones o cambiarlos con las soluciones que están en contacto con ellos, lo que trae como resultado, modificaciones de sus propiedades fisicoquímicas
 - b. Absorber moléculas de agua entre sus planos reticulares, aumentando de volumen.
 - c. Absorber y retener ciertas moléculas orgánicas

- Los minerales arcillosos
 - a. Por su tamaño, afectan las propiedades capilares y la retención de los fluidos
 - b. La capacidad de absorción de los minerales arcillosos limita el drenaje y recuperación
 - c. Aumento de tamaño durante la explotación

Cemento en las areniscas

- Almacenes detríticos : cuarzo en cemento
- El cemento puede ser
 - Siliceo: granos de cuarzo muy raro opalo y calcedonia

Origen:

Deposición de sílice en solución

Deposición a partir de aguas cautivas, expulsadas por sedimentos arcillosos

Disolución parcial de granos de cuarzo en sus puntos de contacto, por presión debida al recubrimiento.

Descomposición de los feldespatos presentes

b. carbonato

- En forma de calcita pero a veces como dolomita

Origen:

circulación de aguas cargadas de carbonatos, disolución de restos fósiles y precipitación entre otras. dolomita precipitaría después del cuarzo y antes de la calcita.

C. arcillosos

- Minerales arcillosos repartidos entre los granos de cuarzo, o en lenticiones
- Origen detrítico o de neoformación

d. Otros minerales

- Baritina, anhidrita, pirita etc.

Efecto de los cementos

- en areniscas disminuye la permeabilidad
- en cuarcitas alta cementación, mas disponibilidad a la fracturación
- crea barrera y posibles trampas

compactación

- Ordenación compacta
- Medios agitados
- No afecta directamente la porosidad
- cementacion

Orientación de los granos

- Forma alargada o no
- Mas importante en las arcillas

Resumen rocas detríticas

- Arenas de grano fino, limpias no cementadas
- Granulometría influye en sus propiedades capilares
- Naturaleza de los fluidos

Rocas carbonatadas: Calizas y Dolomitas

- Comprender todas las rocas sedimentarias constituidas en su mayor parte por minerales carbonatados, los dos principales son calcita y dolomita
- Procesos de formación:
 - Precipitación química: debido a las condiciones del medio, calizas finas y compactas, dolomías de textura fina y calizas oolíticas
 - Precipitación bioquímica: debido a los organismos vivos en condiciones del medio, calizas bioclásticas, calizas biohermales.
 - Destrucción de calizas preexistentes: a corta distancia de la fuente
 - Modificación mineralógica: contemporáneas a la sedimentación o más tardías, provocadas por la circulación de agua

- Fenómenos de disolución o precipitación: durante la diagénesis o posterior a ella, varia la composición del cemento.

Porosidad y permeabilidad

- Cementación- porosidad, permeabilidad

Poros en la carbonatadas

1. Comportamiento similar a las dendríticas
2. Agujeros entre los cristales y planos de clivaje
3. Agujeros a lo largo de los planos de estratificación
4. Agujeros en la estructura de los esqueletos
coquinas

Porosidad y permeabilidad secundaria

Categorías de los poros

- Aberturas y huecos de disolución relacionados con la circulación de agua
- Huecos intergranulares producidos por modificación mineralógica
- Fracturas o fisuras

almacenes

- A. almacenes producidos por fenómenos de disolución de calizas.
Antiguas superficies emergidas
- B. Almacenes formados por modificaciones mineralógicas
 - A. Dolomias primarias, precipitación química en una posición estratigráfica definida, grano fino. Porosidad nula
 - B. Dolomias diageneticas: caliza a dolomita, lechos o lentejones estratificación dudosa. Grano fino- porosidad pequeña.
 - C. Dolomias epigeneticas: transformación de caliza ya litificada. Porosidad y permeabilidad importante.

C. Almacenes debido a fisuración o fracturación:

- a. rocas que poseen una porosidad intergranular o de matriz despreciable. Fisuración = permeabilidad y porosidad
- b. Rocas que poseen una porosidad intergranular. Permeabilidad

Naturaleza de la fisuras

Pueden ser:

- a. Efectivas y abiertas con separación neta entre los lados
- b. Potenciales: dos lados en contacto si dejar agujero, separadas por proceso de fracturación
- c. Cubiertas parcialmente por depósitos secundarios que tapizan los lados de la fisura
- d. Cubiertas por depósitos secundarios

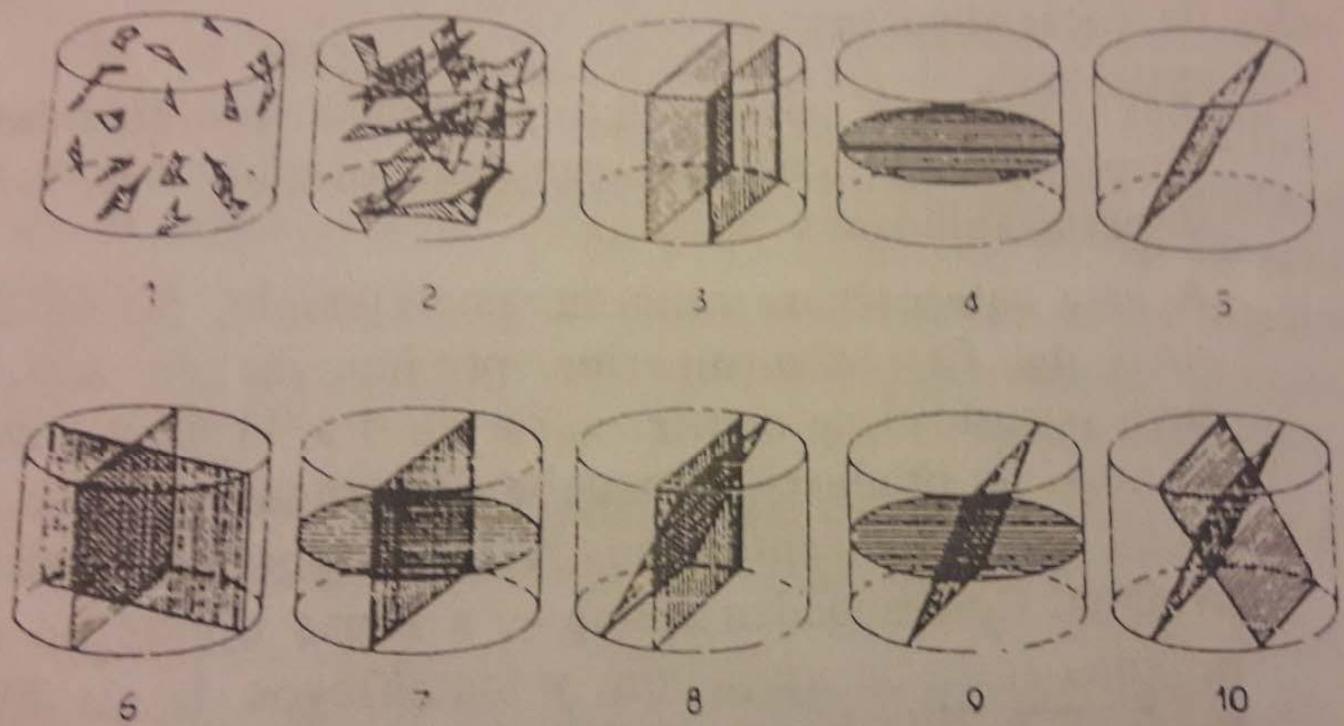


Fig. II-7. Esquemas que muestran la diversidad de orientación de las fisuras en las rocas. (Base de una clasificación de las fisuras en los testigos de sondeo)

- | | | | | |
|---|----------------------|--|----|------------------------------------|
| 1 | dispersas | | 7 | secantes verticales y horizontales |
| 2 | dispersas y secantes | | 8 | secantes verticales e inclinadas |
| 3 | verticales | } pueden ser
} simples o
} múltiples | 9 | secantes horizontales e inclinadas |
| 4 | horizontales | | 10 | secantes diversamente inclinadas |
| 5 | inclinadas | | | |
| 6 | secantes verticales | | | |

Tipos de fisuras

- Regulares y continuas
- Irregulares y discontinuas
- Rectilíneas o tortuosas

Origen de las fracturas

- Pliegues
- fallas

Otros factores de fracturamiento

- a. La descompresión:
- b. Fisuración contemporánea con el final de la diagénesis
 - a. Expulsión de agua
 - b. Modificación composición mineral

Identificación y reconocimiento de los almacenes fisurados

- Perdida de lodo en la perforación
- Fisuras rellenas
- Poca recuperación de ripios
- Resuperacion es buena
- Productividad de los almacenes fisurados

Otros tipos de rocas almacén

- Cap rock de los domos de sal
 - Complejo petrográfico que se encuentra en la parte superior de los domos de sal
 - Compuesta por carbonatos y sulfatos
 - 3 zonas
 - En la base anhidrita
 - En el techo zona de calcita, complejo brechoideo
 - Entre las dos zalcita, anhidrita. Azufre, barita, sulfatos etc.

Las rocas silíceas

- Cherts, arcillas silisificadas. Fracturación secundaria

Rocas metamórficas

- Metamórficas fracturadas o alteradas, cubiertas por terrenos sedimentarios

Rocas volcánicas

- Rocas intrusivas que han metamorfozados parcialmente los terrenos sedimentarios vecinos y producido zonas porosas
- Rocas efusivas intercaladas en terrenos sedimentarios y alteradas en sus bordes

Hojas de trabajo

- Caracterice la facie de roca-madre (litología, características mineralógicas, estructurales y características físicas)
- Caracterice la facie de roca-almacén
 - Donde espera encontrar las fisuras en pliegues
 - Donde espera encontrar las fisuras en fallas
 - Cual es la diferencia entre ambas
 - Realice diagramas comparativos
 - Cual, según su criterio representa el mejor almacén
- Haga un cuadro comparativo entre las facie de roca-almacén y roca – madre.

Las rocas de cobertura

- Horizonte impermeable que detendrá la migración de los fluidos, protegerá el petróleo y gas de los agentes atmosféricos destructores
- Cap rock, seal

Tipos de roca de cobertura

- Sin porosidad de fractura, resistente a la fracturación plástica
 - a. arcillas: tamaño de grano, naturaleza de los minerales arcillosos
 - b. Rocas carbonatadas: caliza arcillosos o margas
 - c. Evaporitas: anhidrita, asociadas a almacenes carbonatados

Potencia de las coberturas

- Tectonica tranquila, delgado espesor
- Tectonica fuerte, una cobertura potente

Trampas petrolíferas

- Definición: toda anomalía geológica cuyo origen sea tectónico (pliegue anticlinal, flexión, falla) estratigráfico (acuñamiento arrecife) que da al techo del almacén, comprendido en su sentido más amplio de zona, donde la porosidad y permeabilidad desaparecen, una forma cóncava hacia la base, puede constituir una trampa.

Nocion de cierre

Cierre de una trampa: forma precisa, valor medido

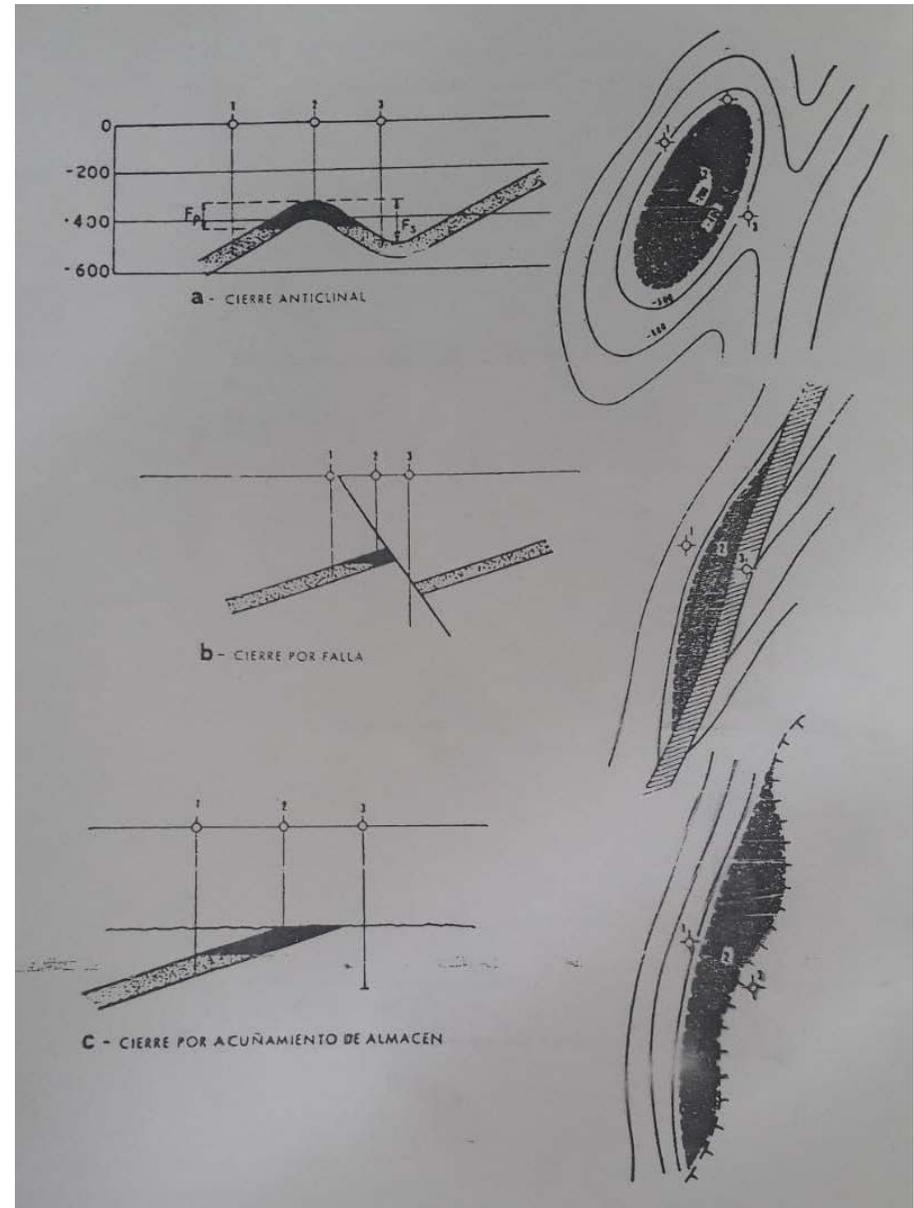
Numero, espesores, calidad de los almacenes, saturación en fluidos, presión etc. Define el volumen de hidrocarburos

Cierre estructural: independiente de la presencia de petróleo o gas

Cierre practico: altura de petróleo o gas, volumen impregnado por hidrocarburos

Cierre estructural

- Definición: mapa estructural de la trampa, es igual al desnivel entre el punto mas alto de la trampa, su techo y la curva de nivel mas baja que se cierra alrededor de el



Cierre practico

- Oil column, gas column
- Es igual al desnivel entre el techo del almacén y la superficie de separación agua petróleo, petróleo gas. Corresponde a la altura máxima de la zona impregnada, susceptible de ser atravesada por un sondeo implantado en el techo de la trampa

*salvo en ciertos casos en régimen de hidrodinámico activo, donde las superficies de contacto están inclinadas, el cierre practico es igual al cierre estructural.

Hoja de trabajo

- Mencione las facies petrolíferas
- Resuma cada una de ellas
- Cual de ellas es mas importante en la extracción de petróleo
- Que es cap rock
- Defina importancia de las facies en función del tiempo o etapa de extracción
- Cual es la diferencia entre petróleo en calizas y petróleo en detríticos
- Cual representa una mayor dificultad y porque
- Cual es la razón de la existencia de mayores reservas de petróleo en calizas y detríticas
- Cuales son las características de las rocas almacén
- Cuales son las características de la roca trampa
- Cuales son las características de la roca madre

PROSPECCIÓN RECONOCIMIENTO Y MÉTODOS DE ESTUDIO (TRAMPAS)

- detríticas:
 - Son imposibles de ver en la superficie
 - Su existencia solo se puede suponer
- Reconstrucción exacta y detallada, de las condiciones y medios de depositación, paleogeografía y topografía antigua
- Sísmica a detalle
- Geología del subsuelo

- Carbonatos

- Diferencias

- Naturaleza de la roca almacén

- Naturaleza de las formaciones impermeables encajantes

- Por la morfología de los cuerpos carbonatados que forman las trampas

- Modo de depositación

- Categorías de anomalías de sedimentación que conducen a trampas
 - Variación de la permeabilidad original
 - Desarrollo local de un almacén

Variación de la permeabilidad

- Se producen por el desarrollo, bajo un espesor en general pequeño y sobre una superficie reducida, de una formación calcárea porosa interestratificada en un conjunto impermeable, que pasa lateralmente a una formación también impermeable, calcárea o no

Trampa formada por contracciones arrecifales

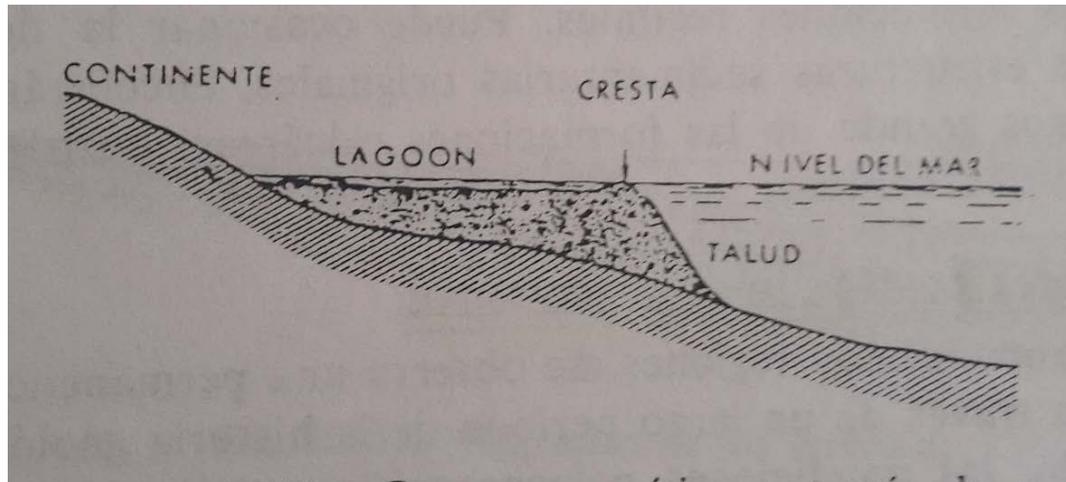
- arrecife: conjunto de rocas sedimentarias, grande o pequeño, compuesto por restos de organismos de tipo colonial, que vivían cerca o bajo la superficie de las aguas, principalmente marinas.
- Se desarrollan en forma de cerro o alineación irregular
- Ausencia de estratificación definida

Arrecifes actuales y fosiles

- Arrecifes flanqueantes situados en el mismo litoral o a my poca distancia de el
- Arrecifes de barrera: mas lejos del litoral, limite de la plataforma continental
- Atolones: contracciones arrecifales en anillo mas o menos regular

Estructura de los arrecifes. Complejo recifal

- Crestas calcárea: construida mas o menos paralelamente al borde del continente, que aísla del mar un lagoon poco profundo.



- Cresta arrecifal: formada por acumulación de esqueletos de los organismos constructores, en posición viviente
- Lagoon : deposito de calza biohermal o bioclástica en capas regulares
 - Evaporitas
 - Terrigenos
 - Manglares= lignito

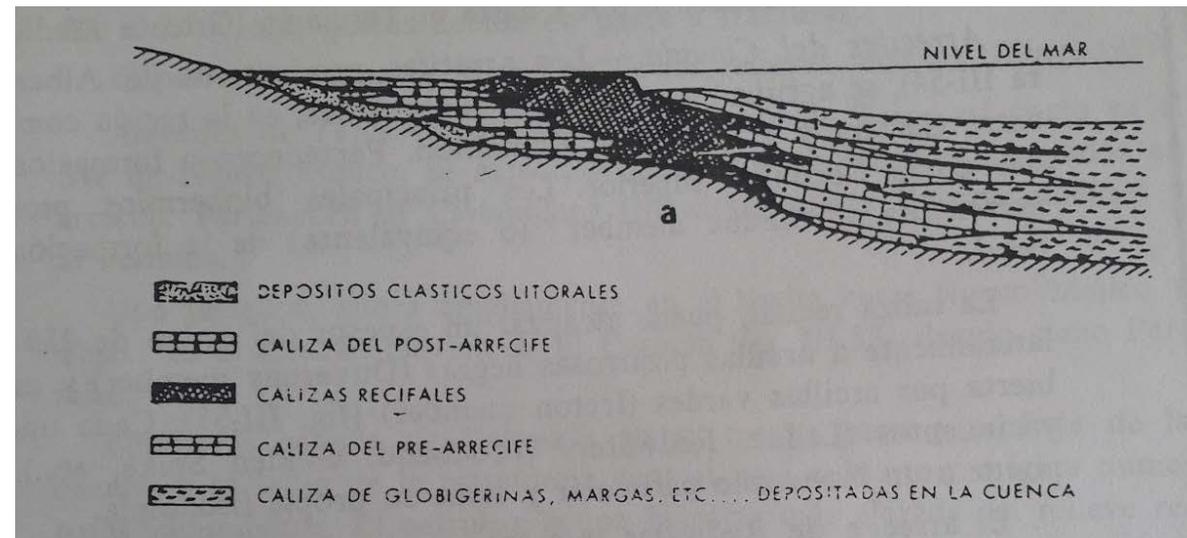
Complejo arrecifal

- Sedimentos normales de cuenca.
 - Facies limosas,
 - arcillas calcáreas
- El pre arrecife
 - Calizas clásticas
 - Granulometría crece de la cuenca al arrecife
 - Bloques deslizados y sluping

- Arrecife:
 - Estratificación ausente
 - Muro arrecifal
 - Contacto con pre arrecife gradual o abrupto
 - pelágicos
- Post arrecife:
 - Sedimentos de laguna
 - Capas calcareas (calizas finas oolíticas)
 - Evaporitas
 - Estratificación regular
 - Calizas y evaporitas interestratificadas con depósitos terrígenos
 - No pelágicos

Arrecifes transgresivos y regresivos

- Arrecife transgresivo
 - Cuando su desplazamiento correspondiente a un avance marino transgresivo, lo lleva cada vez mas cerca de la línea de costa
 - El arrecife sobre sedimentos post arrecife



- Arrecife regresivo cuando en relación con su movimiento de retraso marino o de levantamiento lento del fondo, el arrecife se desplaza hacia la cuenca

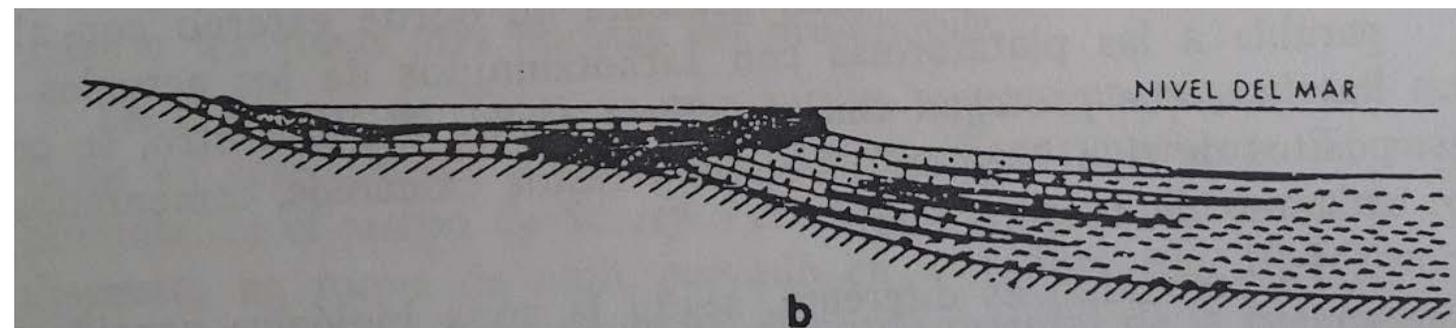


Fig. III-53. Migración de los arrecifes.

- a) Arrecife transgresivo.
- b) Arrecife regresivo.

(Según Henson, Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.,
vol. 34, feb. 1950, p. 229, fig. 13.)

Interés petrolífero

- Calizas biohermales:
 - Porosidad
 - Distribución complicada
- Los arrecifes calcáreos
 - Trampas de tipo anticlinal
 - Compactación diferencial
- Contemporáneamente con la sedimentación
- Posición estructural alta en relaciona la cuenca