



Exploración



c u a d e r n o s

Soberanía Petrolera

Exploración

c u a d e r n o

Soberanía Petrolera

Contenido

- ▶ ¿Cómo se descubre el petróleo en Venezuela?
- ▶ ¿Qué es la exploración petrolera?
- ▶ La ciencia de la exploración
- ▶ Etapas de la exploración
- ▶ Otras técnicas de exploración
- ▶ Plan Siembra Petrolera 2010-2030:
metas de exploración
- ▶ Glosario
- ▶ Bibliografía



¿Cómo se descubre el petróleo en Venezuela?

En Venezuela, mucho antes de la colonización española, los aborígenes utilizaban una extraña sustancia de olor peculiar y de color negro, que servía como medicamento para tratar ciertas enfermedades. Igualmente, era útil como combustible y se usaba en algunos casos para impermeabilizar; esta sustancia brotaba naturalmente hacia la superficie de la tierra creando pozos que llamaban menes. Con el paso del tiempo, tres siglos aproximadamente, esos menes despertaron la curiosidad de expedicionarios y científicos en la época de la conquista.

El Mene fueron también las primeras referencias para ubicar los sitios más convenientes en los cuales realizar las improvisadas perforaciones, ya que no existían para el momento recursos de investigación, que permitieran identificar las acumulaciones subterráneas de petróleo.

El 18 de mayo de 1875 ocurre un terremoto en la región fronteriza entre Venezuela y Colombia, específicamente en el estado Táchira; este movimiento de tierra produjo el aumento del flujo de un mene de petróleo en una hacienda cafetalera llamada La Alquitrana. El propietario de la hacienda, Manuel Antonio Pulido, junto a otros seis hacendados de la región, decidieron explotar esa sustancia con fines comerciales. Es así, cuando el 12 de octubre de 1878, se constituyó una empresa con el nombre de Petrolia del Táchira, la cual dio comienzo a la historia industrial del petróleo venezolano.

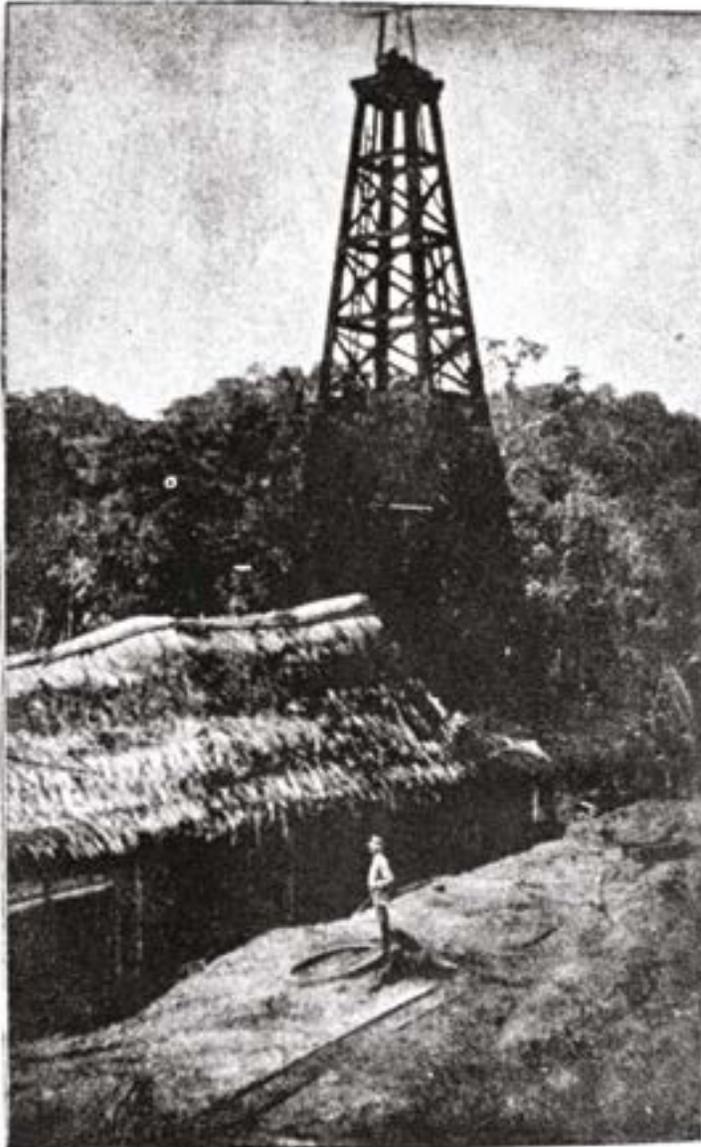


◀ Texto

Texto ▶



The Colon Development Co. Ltd.



A principios del siglo XX, para el año 1911 y hasta el 1916, en Venezuela se lleva a cabo el primer gran esfuerzo exploratorio realizado en la parte norte del país, desde la Península de Paria hasta la Sierra de Perijá. Entre las consecuencias derivadas de ese trabajo de exploración, destaca la perforación, en 1914, del pozo Zumaque 1, ubicado en la costa oriental del Lago de Maracaibo. Este pozo es el responsable del inicio de la era de producción comercial de petróleo en el país. Cabe destacar, que durante los primeros años de la industria petrolera, predominaron compañías de origen inglés, holandés y norteamericanas en la realización de la exploración petrolera de Venezuela.

◀ Texto

¿Qué es la exploración petrolera?

Consiste en la realización de los estudios pertinentes para buscar y localizar los posibles yacimientos petrolíferos o lo que es igual, las acumulaciones de hidrocarburos en volúmenes comerciales existentes en el subsuelo, mediante investigaciones y operaciones necesarias basadas en estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos, sismográficos y de perforación, que permiten a los especialistas seleccionar el lugar que consideren más idóneo para perforar un pozo exploratorio. Todo esto enmarcado en leyes ambientales y territoriales que garantizan el total respeto al entorno y al Planeta.

La Exploración es vital dentro de la industria petrolera, pues de ella depende el hallazgo de hidrocarburos líquidos y gaseosos en el subsuelo.

Cuadrilla cerrando válvula en control de fuga. ►



▲ Texto





La ciencia de la exploración

La exploración petrolera normalmente cumple tres etapas principales: luego del proceso de investigación de tipo geológico; con el apoyo de fotografías satelitales; de la elaboración de mapas geológicos; la determinación de las condiciones de existencia de un posible sistema petrolífero, se identifican áreas de interés donde se pueden presentar condiciones favorables para la exploración y detección de posibles trampas, pasando luego a la última etapa, que no es otra que la perforación de un pozo exploratorio

que verificaría en definitiva la presencia o no de hidrocarburos comercialmente extraíbles del subsuelo.

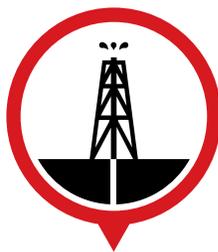
El resultado puede ser un pozo seco, una acumulación de hidrocarburos sin valor comercial, o un yacimiento que justifica las inversiones adicionales para su desarrollo y explotación. Así, el llamado pozo exploratorio, determina con absoluta certeza el éxito o el fracaso del esfuerzo realizado.

La exploración petrolera es una operación compleja, muy costosa, que se lleva a cabo en medio de grandes dificultades y sin mayores garantías de que resulte exitosa. Su gran mérito radica en haber reducido considerablemente la relación entre los pozos que resultan secos y en los que descubren yacimientos comerciales.

Cadena de valor del petróleo



Exploración
Sísmica



Exploración
Perforatoria



Producción



Refinación



Transporte



Comercialización

Aguas arriba

Aguas abajo

Etapas de la exploración

1.- Identificación de áreas de interés

Esta identificación comienza con una fase preliminar que se inicia con la exploración en una región virgen o desconocida, en la que se utilizan métodos directos e indirectos como la geología de superficie (muestras de rocas) y geología de campo, reconocimiento aéreo, fotos aéreas, mapas topográficos a diferentes escalas, imágenes de radar, métodos magnéticos y gravimétrico. En cuanto a métodos científicos, la geoquímica y geofísica, juegan un papel fundamental para identificar áreas con posibilidades de existencia de hidrocarburos en el subsuelo.

- Geología de superficie:

La existencia de petróleo en el subsuelo está relacionada con un conjunto de eventos geológicos sincrónicos y unos tipos de rocas particulares, yacientes dentro de la columna litológica de la corteza terrestre. Para analizar esta posibilidad se recurre en principio a la geología de superficie. Esta parte de la Geología ha contribuido no sólo en la prospección petrolera sino que también al desarrollo de la industria minera, la construcción de obras civiles de pequeña y gran envergadura a y hasta en la industria militar, entre otros. En las primeras etapas de la exploración, los geólogos basaban sus investigaciones en las rocas que podían observar fácilmente en la superficie, en los análisis de laboratorio de las muestras que acumulaban y en los datos que obtenían después de recorrer territorios muy extensos,





▲ Ingeniera Geóloga midiendo rumbo y dirección de un estrato rocoso.

tomando nota de los afloramientos en las faldas de las montañas, desfiladeros, lechos secos, bordes de ríos y otros accidentes topográficos. Los tipos de rocas, su composición, características, la inclinación y dirección de los estratos, la determinación de sus edades por los restos fósiles que contienen, muestras de fluidos hidrocarburíferos en menes, emanaciones gasíferas, etc, suministran información valiosa que permite dibujar mapas del subsuelo de la región explorada y predecir el arreglo geológico de los cuerpos arenosos sepultados a grandes profundidades, donde existen probabilidades de encontrar algún tipo de hidrocarburo.

◀ Texto

Geólogos escalando una pared de esquistos. ▶

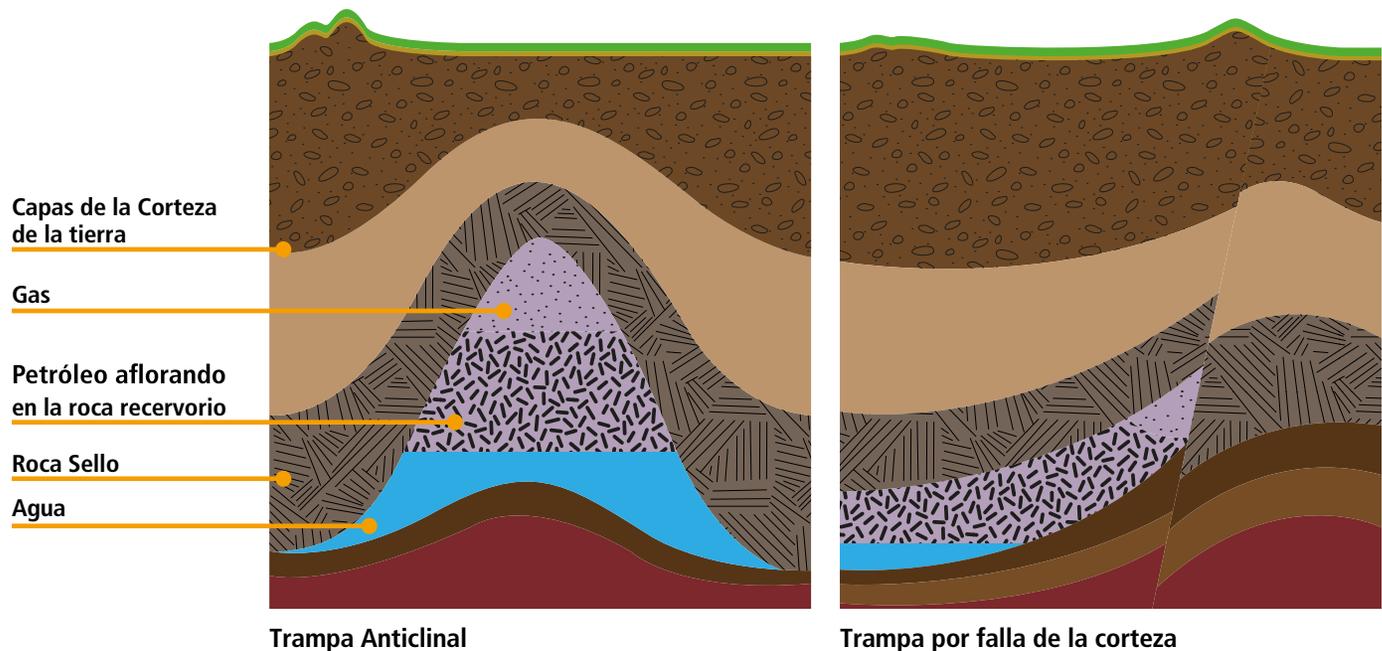
2.- Detección de Trampas:

Una vez identificada y restringida el área de interés, se procede a detectar las trampas o estructuras que pudieran contener petróleo. Para esta fase se utilizan métodos geofísicos de alta tecnología como la sísmica bidimensional (2D) y tridimensional (3D) y métodos avanzados de visualización e interpretación de datos. En esta etapa se definen, en forma detallada las trampas de hidrocarburos (denominadas prospectos) y se jerarquizan según las reservas estimadas y su potencial valor económico.

- La corteza y las trampas:

La corteza terrestre puede definirse como la piel del planeta. La elevación de las rocas sedimentarias en forma de arco en el interior de la tierra, se conoce como pliegue anticlinal. Cuando un anticlinal está constituido por capas de rocas porosas y permeables,





▲ Tipos de trampas de petróleo.

alternadas con capas de rocas impermeables sellantes, conforma un arreglo estratigráfico en el cual pueden quedar atrapados los hidrocarburos que se movilizan desde regiones más profundas de la corteza hacia las rocas más superficiales de la tierra. Al entrar en las trampas, los líquidos y gases ocupan los poros de la roca sedimentaria y no pueden continuar su desplazamiento porque se lo impide la roca impermeable que cubre el anticlinal. Se forma así un yacimiento de hidrocarburos. Durante varios años la búsqueda de anticlinales

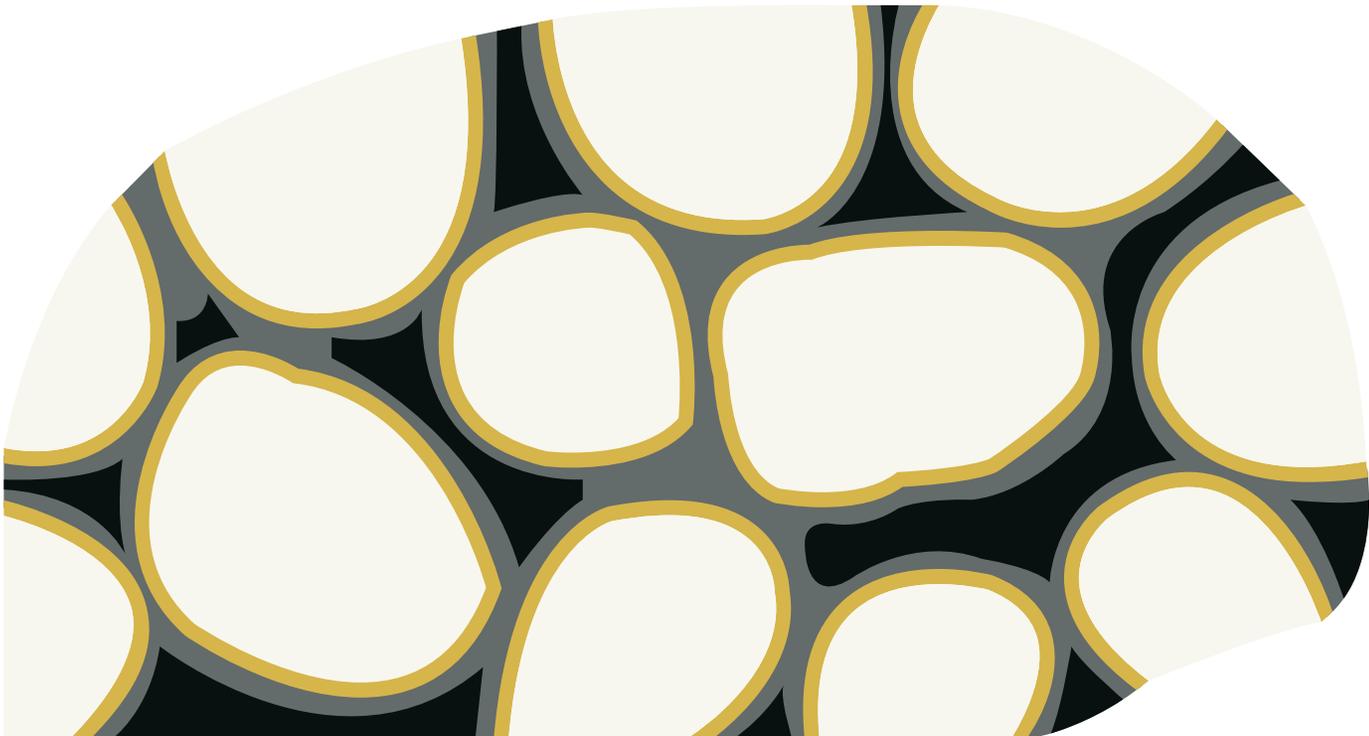
fue la base de la exploración petrolera y contribuyó al descubrimiento de campos muy importantes. Aunque la forma anticlinal que adquieren muchas secuencias de rocas sedimentarias, gracias a esfuerzos compresivos propios de nuestro dinámico planeta, es una de las estructuras más llamativas y más buscadas por los geólogos exploradores de la industria petrolera, éstas no son las únicas trampas de hidrocarburos. Existen innumerables combinaciones de rocas sedimentarias permeables con rocas sedimentarias impermeables, que al

estar en contacto con cuerpos rocosos ígneos o metamórficos forman trampas petrolíferas excelentes, amén de las trampas que hacen las fallas geológicas al atravesar sendas secuencias de rocas sedimentarias y detener el desplazamiento del petróleo logrando concentrarlo en los predios de sus planos de Fallamiento. Todos estos elementos se suman a las trampas petrolíferas producidas por los domos de sal, diapiros de barro y demás elementos.

3. - Verificación de la acumulación de yacimientos

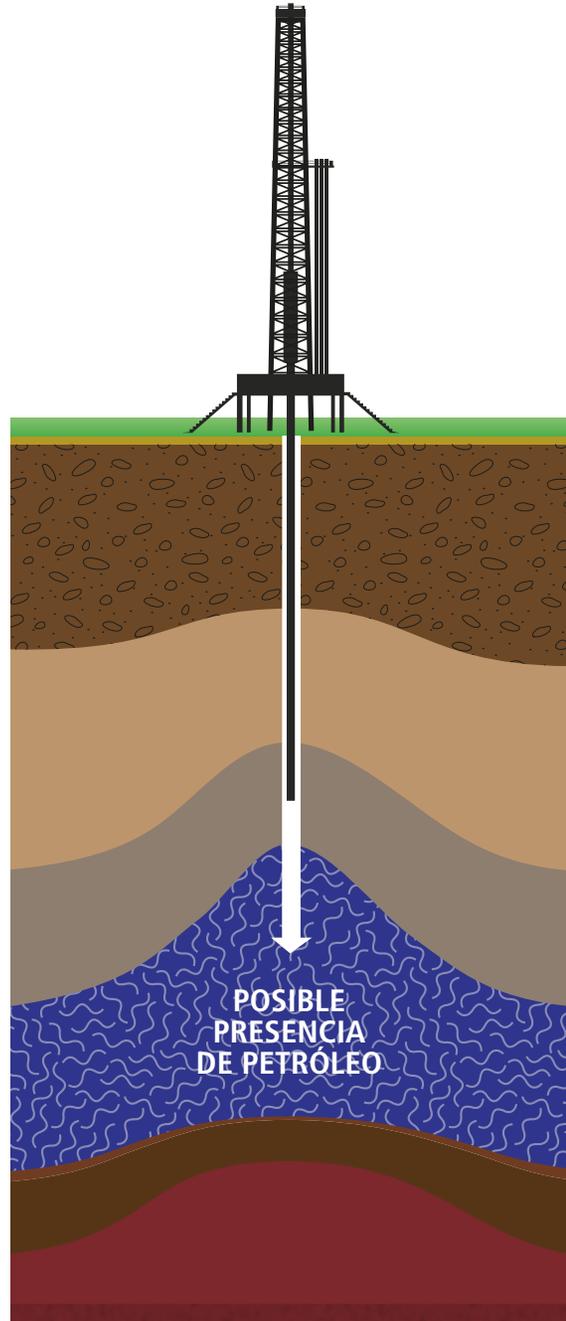
Cuando se han identificado la zonas de interés, se procede a perforar los pozos exploratorios, único medio seguro de comprobar si realmente hay petróleo. Durante esta etapa, el geólogo extrae la información de los ripios, que no son otra cosa que los fragmentos de roca cortados por la mecha

Gráfico aumentado de rocas porosas. El petróleo ocupa los espacios negros entre los granos de las rocas y en el mismo espacio también hay ciertas cantidades de agua.



y transportados a la superficie por los fluidos de perforación, detectando estratos que pueden ser potenciales yacimientos. La perforación exploratoria es una operación muy costosa y de alto riesgo, tanto por la interpretación geológica, la pericia y el tiempo requerido, como por los riesgos operacionales que implica. Estadísticamente, de cada diez pozos exploratorios que se perforan en el mundo, solo tres resultan descubridores de Yacimientos. La perforación exploratoria es una operación muy costosa y de alto riesgo, tanto por la interpretación geológica, la pericia y el tiempo requerido, como por los riesgos operacionales que implica. Estadísticamente, de cada diez pozos exploratorios que se perforan en el mundo, solo tres resultan descubridores de yacimientos.

Pozo de exploración. ▶



Otras técnicas de exploración

- Fotografía aérea:

constituye una herramienta fundamental para el trabajo de los geólogos. Con la incorporación de imágenes tomadas por aviones en vuelo bajo e imágenes tomadas y transmitidas por satélites artificiales o sensores remotos, estas ayudan a construir los mapas geológicos, en los que se identifican características de un área determinada, tales como vegetación, topografía, corrientes de agua, tipo de roca, fallas geológicas, entre otras. Esta información da una idea de aquellas zonas que tienen condiciones propicias, para la presencia de rocas sedimentarias con condiciones de yacimiento sepultadas en el subsuelo.

- Geología de subsuelo:

permite el conocimiento sistemático del subsuelo poniendo en práctica métodos, equipos e instrumentos, que ayudan al estudio de las rocas en cualquier punto de interés, desde la superficie hasta la profundidad total en cada pozo que se perfora.

Estudios del subsuelo ►

GEOLOGÍA DE SUPERFICIE SENSORES REMOTOS

Imagen satelital

1



Aerogravimetría
y fotografía aérea
trabajo de campo

2



3 Toma de muestras superficiales
y ubicación con GPS



Técnicas más importantes en la geología del subsuelo

Análisis de muestras:

Se toman pequeños fragmentos de roca que corta la mecha cuando se perfora un pozo. Estos fragmentos son transportados hasta la superficie por el lodo que se utiliza en la perforación y se analizan continuamente tanto por el geólogo del pozo como en el laboratorio. Dichas muestras aportan información de interés, debido a que permiten identificar el tipo y características de las rocas, sus edades y ambientes en que se formaron, mediante el análisis de los fósiles que contienen e igualmente y no menos importante, permiten conocer la existencia de hidrocarburos.

Ingenieros geólogos estudiando un núcleo de pozo. ▼



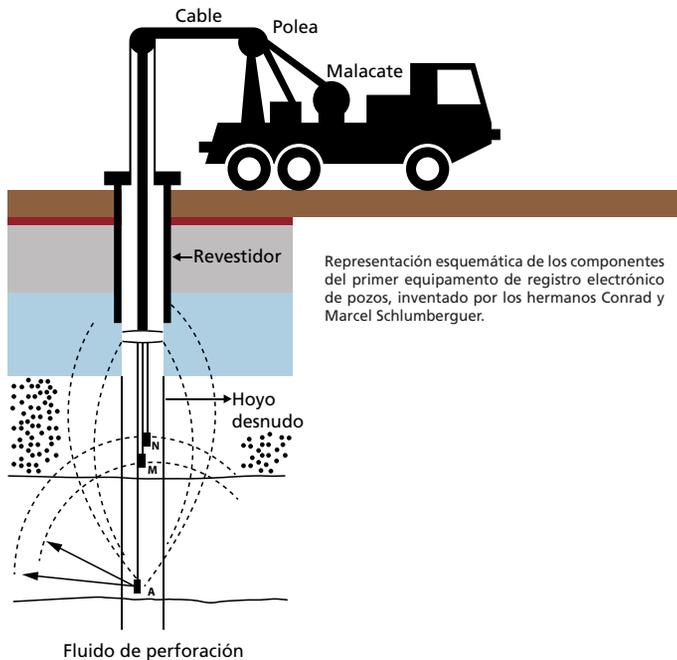
Extracción de núcleos:

Para esta práctica, se utiliza un equipo especial, el cual permite traer secciones cilíndricas intactas de rocas que pueden ser observadas y analizadas directamente en la superficie. La dirección, inclinación, porosidad, permeabilidad, contenido de hidrocarburos y edades de las rocas son alguno de los datos que pueden obtenerse de dichos núcleos.

Método eléctrico

Los científicos han desarrollado muchos métodos para estudiar las propiedades de la tierra, uno bastante exitoso es el de inducir corrientes eléctricas, alternas o directas en la tierra para medir las propiedades físicas de las rocas.

El método de los registros o perfiles eléctricos de pozos desarrollado por los hermanos Schlumberger en el año 1929, consiste en introducir una sonda con tres electrodos en el pozo, uno de los cuales transmite corriente a la pared del hoyo. Los electrodos cuelgan a distinta profundidad de un solo cable, que a la vez que sube y baja va registrando las medidas de profundidad y las características de las formaciones que determinan la porosidad y resistividad de las rocas. Si los poros de la roca contienen agua salada la resistividad será baja, si contienen agua dulce será alta; pero si estuvieran llenos de petróleo ¡será altísima!



Representación esquemática de los componentes del primer equipo de registro electrónico de pozos, inventado por los hermanos Conrad y Marcel Schlumberger.

Método eléctrico de exploración. ▲

Método magnético

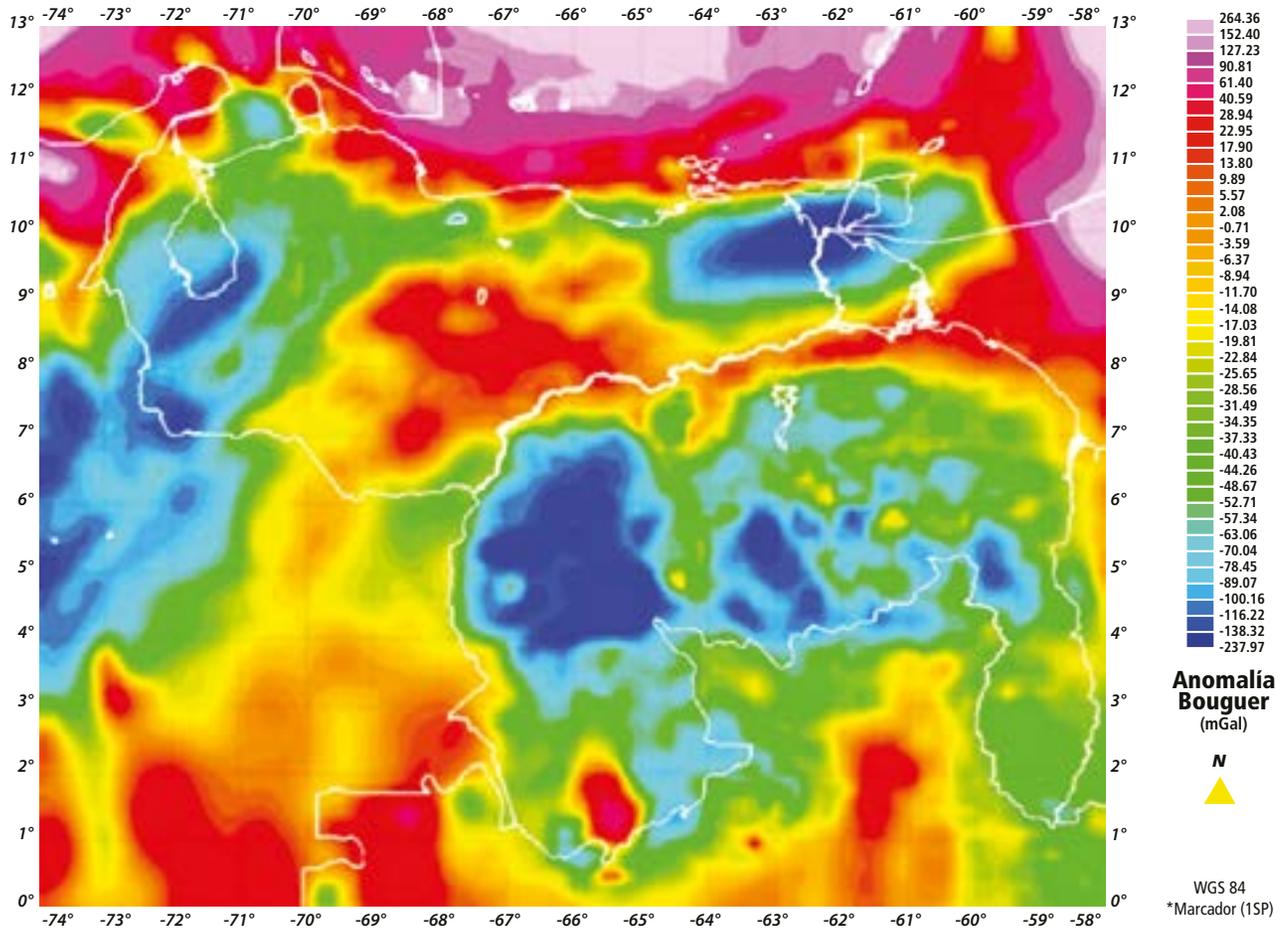
Cosiste en la localización de cuencas sedimentarias cuya base o basamento son rocas ígneas y/o metamórficas, las cuales poseen un alto contenido de minerales magnéticos, principalmente hierro, cobalto y níquel. Estas cuencas se comportan como un potente imán, permitiendo a través de las lecturas que registra un aparato llamado magnetómetro, la identificación de posibles zonas prospectivas; el magnetómetro puede ser operado en tierra o desde un avión provisto con equipos especiales de navegación. Anteriormente el instrumento utilizado en la exploración magnética era la balanza de inclinación.

Perfiles de Pozos

Se utilizan sondas especialmente equipadas. Este procedimiento es de alta tecnología y se basa en la medición de propiedades físicas de las rocas como: la conducción de la electricidad, el contenido de material radioactivo y la capacidad de transmisión del sonido. Estas mediciones son relacionadas luego con otras propiedades y características, que son de interés para la evaluación de las rocas, como depósitos comerciales de hidrocarburos.

Método gravimétrico

Los estudios gravimétricos se refieren a las mediciones realizadas para la determinación de las densidades comparativas características de cada roca, todo basado en la fuerza de gravedad. Estos estudios se llevan a cabo sobre extensas superficies de terreno siguiendo un patrón determinado, tomando en cuenta la densidad de las rocas y su fuerza de gravedad intrínseca, mientras más denso y pesado es el objeto mayor fuerza de gravedad ejercerá. Inicialmente, estas mediciones se hacían con instrumentos conocidos como balanza de torsión y péndulo. Actualmente, el método gravimétrico consiste en la medición muy precisa del contraste entre la atracción de la gravedad en distintos puntos del subsuelo, y por consiguiente, permite registrar variaciones en los niveles de gravedad directamente asociados con las densidades de las rocas y de los materiales.



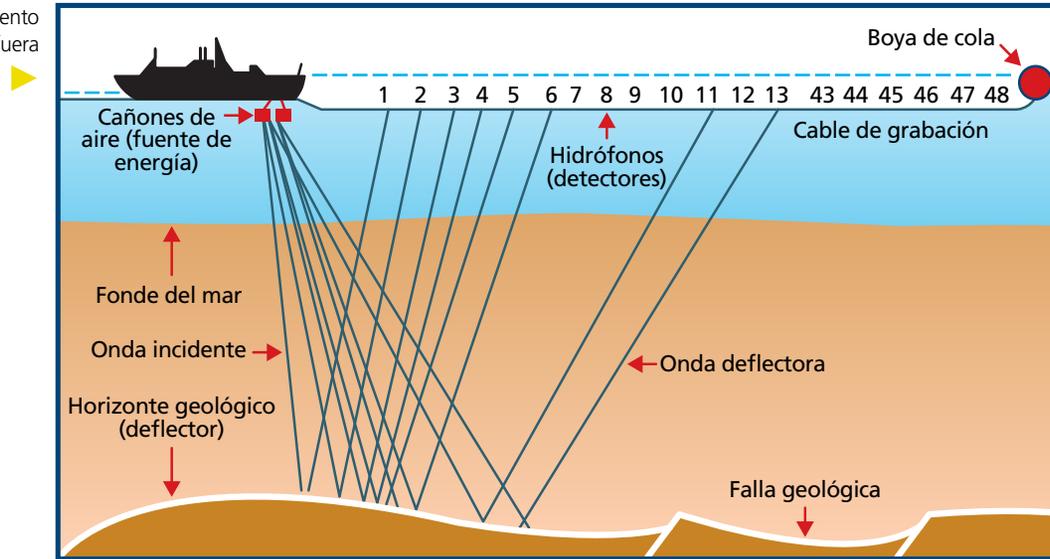
Mapa de anomalías gravimétricas de Venezuela. ▲

Método sísmico

Se refiere a la medición del tiempo que toman, en atravesar los diferentes estratos, las ondas acústicas generadas en la superficie por fuentes de perturbación creadas por el humano, ya sea con la utilización de explosivos o de

aparatos que producen vibraciones continuas dirigidas al subsuelo. Los instrumentos de medición utilizados se denominan sismógrafos y geófonos. Inicialmente se usaban solamente cargas de dinamita como fuente generadora de las ondas acústicas. En la actualidad se emplean cañones de aire comprimido y camiones vibradores.

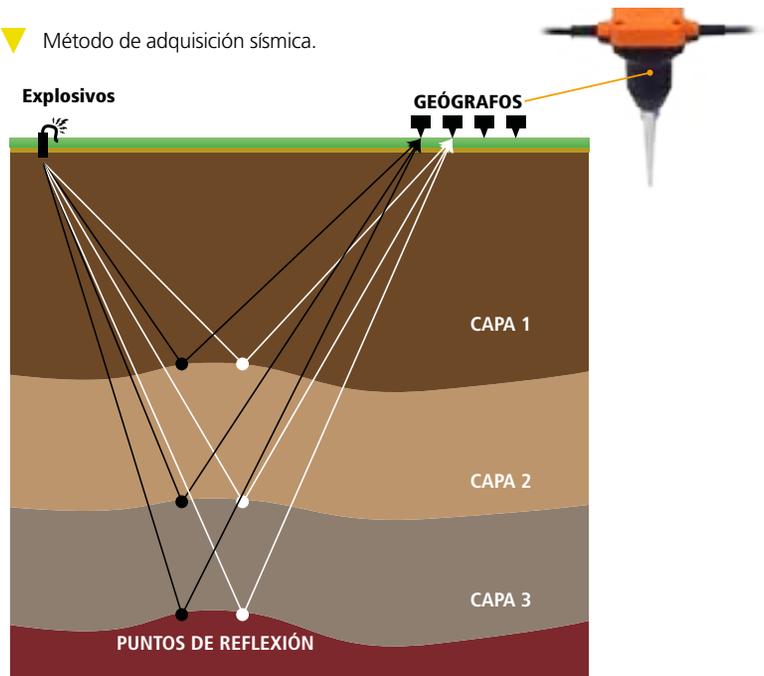
Esquema de un levantamiento sísmico costafuera



Camion vibrador de ondas sísmicas.



Método de adquisición sísmica.



Plan Siembra Petrolera 2010-2030: Metas de exploración

Los objetivos estratégicos del Plan Siembra Petrolera 2010-2030, están focalizados en ejecutar una cantidad importante de proyectos que redundarán en la consolidación de Venezuela como suplidor seguro y confiable de hidrocarburos, así como eje principal dentro del proceso de integración energética de América Latina y el Caribe, sobre la base de sus vastas reservas de hidrocarburos, estimadas por el orden de los 312 millardos de barriles.

Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana. Promover acciones inmediatas y mediatas que permitan rescatar el equilibrio de la tierra y apuntalar los procesos económicos productivos del ser humano, sobre la base del respeto de los ciclos de la Tierra y de sus procesos regenerativos, mediante el establecimiento de una relación distinta de los humanos con la naturaleza.

Y por último pero no por ello menos importante, satisfacer nuestras necesidades actuales sin poner en riesgo, ni amenazar, las generaciones futuras.

La actividad llevada a cabo por los proyectos de estudios exploratorios, se concentra en la revisión, identificación y maduración de nuevas oportunidades, para incorporar y actualizar la base de recursos de exploración, con el fin de proveer los volúmenes de hidrocarburos requeridos, para cubrir las necesidades energéticas del país y de los socios comerciales en el resto del mundo.

El plan estratégico de Exploración y Producción, enmarcado en el Plan Siembra Petrolera, estima que para el año 2020, PDVSA esté produciendo unos 7.5 millones de barriles/día.

Glosario

Afloramientos: Rocas del subsuelo que aparecen en la superficie de la Tierra debido a la erosión o por movimientos de la corteza terrestre.

Alambique: Aparato para vaporizar mezclas de líquidos por medio de calor, separar los más volátiles, enfriarlos y luego volverlos a licuar.

Barril: Unidad de volumen utilizada en la industria petrolera desde sus orígenes y que equivale a 42 galones o 159 litros en el sistema métrico decimal.

Cabezal: Parte superior de un pozo. Es el árbol de navidad en un pozo productor o la tubería de revestimiento conductora en un pozo en perforación.

Cálculo de Reservas por Obsolescencia o Desuso: Provisión estimada de pérdida por obsolescencia, con base en el tiempo sin movimientos de los materiales y su indicador de uso.

Fallamiento: fallamiento es lo mismo que ruptura. El fallamiento se produce cuando se aplican fuerzas tan grandes que las rocas se rompen. Los fallamientos son fenómenos súbitos y ocurren a lo largo de planos llamados planos de falla o fallas.

Foraminíferos: Animales unicelulares, usualmente microscópicos que segregan caparazón calcáreo.

Fósil: Restos de animales y plantas que suelen encontrarse en rocas de origen antiguo. El estudio de los fósiles y de la vida en tiempos antiguos recibe el nombre de Paleontología.

Geofísica: Es el estudio de la estructura del globo terrestre en su conjunto y de los movimientos que le afectan. En la industria petrolera es el conjunto de técnicas y metodologías utilizadas para delinear la forma y posición de las rocas por debajo de la superficie hasta grandes profundidades. Con estos estudios, basados en varias propiedades de las rocas, se identifican sitios favorables para que haya ocurrido acumulación de hidrocarburos.

Geología: Ciencia que estudia los materiales que componen el globo terrestre, su naturaleza, su situación y las causas que la han determinado. Tiene amplia aplicación en la industria petrolera en la exploración, durante la perforación y en la etapa de producción.

Hidrocarburos: Compuestos formados por la combinación de los elementos carbono





e hidrógeno. Es un grupo grande de químicos orgánicos que ocurren en la naturaleza como gases, líquidos y sólidos. Son los componentes principales del gas natural, petróleo y bitumen.

Hueco desnudo: Es el hueco perforado por la mecha en su condición original sin tubería revestidora.

Litología: Parte de la geología dedicada al estudio de las rocas; básicamente su estructura y composición.

Lutita: Roca sedimentaria con tamaño de grano muy fino, impermeable y moldeable, que se forma por la compactación de la arcilla.

Porosidad: Volumen de las rocas ocupado por espacios vacíos entre los granos minerales, Es en estos espacios donde se acumula petróleo, gas y/o agua.

Pozo: En petróleo es un orificio cilíndrico que se perfora en la tierra para penetrar hasta un yacimiento de hidrocarburos.

Pozo exploratorio: Primer pozo que se perfora con el propósito de encontrar petróleo o gas en un lugar considerado favorable para la existencia de hidrocarburos.

Pozo de desarrollo: El primer pozo que se perfora en un yacimiento para encontrar gas o petróleo se denomina pozo exploratorio. Si éste es exitoso, se perforan pozos de avanzada para determinar el tamaño del yacimiento. Por último, se perforan pozos de desarrollo cuyo número depende del esquema recomendado para dicho yacimiento.

Rocas ígneas: Rocas que se forman por enfriamiento y solidificación de la masa líquida ardiente (magma) que existe en el interior de la Tierra y brota ocasionalmente de los volcanes.

Rocas metamórficas: Son el resultado de la alteración de rocas ígneas o sedimentarias que experimentan cambios notables en sus características físicas y químicas por la acción del calor, presión, agentes químicos o una combinación de ellos.

Rocas permeables: Son rocas por donde pasan los fluidos, usualmente a través de sistemas de poros.

Rocas porosas: Son rocas sedimentarias que presentan poros o pequeños huecos entre y/o dentro de sus componentes.

Rocas sedimentarias: Son constituidas

por depósitos de partículas minerales y orgánicas. Generalmente se forman en el lecho de ríos, mares, lagos y otros cuerpos de agua.

Satélites artificiales: Objetos fabricados por el hombre que se colocan en órbita alrededor de la Tierra para cumplir funciones de investigación y comunicación.

Sonda: Instrumento que se utiliza para medir la velocidad, presión, temperatura o dirección de una corriente fluida, equipado con diversas herramientas para investigar sitios inaccesibles con el propósito de obtener información de interés.

Yacimiento: Acumulación de hidrocarburos en el interior de la tierra que se forma cuando las rocas en el subsuelo presentan condiciones adecuadas para que estos compuestos químicos queden atrapados. Existen yacimientos de petróleo, gas y bitumen o combinación de ellos.



Bibliografía

Barberii, Efraín **El Pozo Ilustrado**. Ediciones del Fondo Editorial del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (FONCIED). PDVSA Caracas, cuarta Edición, 1998, 671 pp.

Qué es el Petróleo: LAGOVEN 1985, Centro de información y Adiestramiento de Petróleos de Venezuela y sus filiales, CEPET PDVSA.

La industria venezolana de los hidrocarburos, Caracas 1982, 2 volúmenes.

Martines Aníbal R. **Diccionario del Petróleo Venezolano**, Caracas, Editorial CEC, Los Libros del Nacional, 1997, 157 pp.

Bernard Mommer, **El Mito de la Orimulsión**, Caracas, Fondo Editorial Darío Ramírez.

Salas Guillermo José: **Petróleo**, Caracas, Monte Ávila Editores, 1969.

www.bnv.bib.ve: **Servidor Temático Petrolero y Sociedad**

www.pdvsa.com



La Colección **Cuadernos de Soberanía Petrolera** es un aporte de PDVSA Socialista al conocimiento de nuestra principal industria nacional. Esta riqueza la utilizamos para el desarrollo social, la educación, la salud, la vivienda, el urbanismo, el desarrollo, económico, la agricultura, la producción de alimentos para darle al pueblo venezolano la mayor suma de felicidad posible. Es una invitación a ejercer, como su nombre lo indica, la Plena Soberanía Petrolera.

Plataforma Cardón IV.

