

Oil & Gas Industry Operations and Markets

Duke University



January 1, 2025

lUCAS GONZALEZ

**El fascinante viaje del petróleo y el gas: Desde su origen hasta su consumo**

**Los Cimientos: Origen y Formación**

Comencemos nuestro recorrido comprendiendo el origen de estos valiosos recursos. La **formación de petróleo y gas natural** se asemeja al proceso de cocinar tocino: ambos implican la liberación de **hidrocarburos**, cadenas de hidrógeno y carbono. La analogía es sorprendentemente precisa: al igual que el calor descompone la proteína y las células del tocino, la presión y la temperatura transforman la materia orgánica en petróleo y gas.

En lugar del tocino, la materia prima para el petróleo y el gas son organismos marinos microscópicos llamados **plancton**. Estos diminutos seres, base de la cadena alimentaria marina, se acumulan en el fondo del océano junto con sedimentos. Con el tiempo, esta mezcla se entierra bajo más capas, aumentando la presión y la temperatura. Este proceso, similar a "cocinar" la materia orgánica, libera el petróleo y el gas que contiene.

**El Sistema de Hidrocarburos: Un Laberinto Geológico**

Para que la extracción de petróleo y gas sea rentable, se requiere una gran cantidad acumulada en el subsuelo. Este proceso ocurre dentro de un **sistema de hidrocarburos**, un conjunto de elementos geológicos que actúan en conjunto:

* **Roca Madre:** La fuente original de materia orgánica, rica en restos de plancton.
* **Maduración Térmica:** El calor generado por el entierro profundo descompone la materia orgánica y libera hidrocarburos.
* **Camino de Migración:** Las rutas que toman el petróleo y el gas al escapar de la roca madre.
* **Roca Reservorio:** Actúa como una "esponja", almacenando grandes cantidades de petróleo y gas en sus poros.
* **Roca Sello:** Una capa impermeable que impide que los hidrocarburos escapen a la superficie.
* **Trampa Geológica:** Una estructura que bloquea la migración lateral, forzando al petróleo y gas a acumularse.

La coexistencia y la relación adecuada entre estos elementos es un fenómeno geológico relativamente raro. Sin embargo, durante millones de años, estos sistemas se han formado repetidamente, creando las vastas reservas de petróleo y gas que explotamos hoy en día.

**Las Rocas Reservorio: Albergando la Riqueza Subterránea**

Las **rocas reservorio**, donde se acumula el petróleo y el gas, son clave para la extracción rentable. Estas rocas deben tener una alta **porosidad**, es decir, un gran porcentaje de espacio vacío para almacenar los fluidos. Además, necesitan una alta **permeabilidad**, que permita a los fluidos moverse fácilmente a través de la roca.

Existen tres tipos principales de roca reservorio:

* **Arenisca:** Formada por granos de arena, es una roca reservorio convencional con alta porosidad y permeabilidad.
* **Caliza:** Compuesta principalmente de material fósil, también es convencional, con buena porosidad y permeabilidad.
* **Esquisto:** Formada por limo y arcilla, tiene una alta porosidad pero baja permeabilidad, lo que la convierte en una roca reservorio no convencional.

El **esquisto** es particularmente interesante porque también actúa como **roca madre**, liberando el petróleo y el gas que almacena en sus poros. La extracción de hidrocarburos del esquisto ha sido posible gracias a tecnologías como la perforación horizontal y la fracturación hidráulica.

**En Busca del Tesoro: Exploración**

Encontrar yacimientos de petróleo y gas es una tarea que requiere ingenio y tecnología avanzada. Los geólogos dependen de la **geofísica** para obtener imágenes indirectas del subsuelo.

* Los **satélites** detectan anomalías gravitacionales y magnéticas, sugiriendo posibles áreas con estructuras geológicas que podrían albergar hidrocarburos.
* La **prospección sísmica** utiliza ondas de energía para crear imágenes detalladas del subsuelo. En el mar, se utilizan barcos equipados con cañones de aire comprimido, mientras que en tierra se emplean camiones con placas vibratorias. Las ondas reflejadas en las diferentes capas de roca se registran mediante sensores (geófonos en tierra o hidrófonos en el mar) y se procesan para generar imágenes sísmicas.

La interpretación de estas imágenes sísmicas, combinada con datos de pozos existentes y estudios geológicos de superficie, permite a los geólogos construir un modelo detallado del subsuelo y **identificar posibles yacimientos de petróleo y gas**.

**La Carrera por los Recursos: Derechos Mineros y Arrendamientos**

Una vez identificado un prospecto prometedor, la siguiente etapa es asegurar los **derechos mineros**, es decir, los derechos de propiedad que permiten la explotación del subsuelo. En los Estados Unidos, a diferencia de la mayoría de los países, los derechos mineros generalmente pertenecen a propietarios privados. Las empresas petroleras deben localizar a estos propietarios y negociar **arrendamientos mineros** para acceder a los recursos.

El **arrendamiento minero** otorga a la empresa el derecho a extraer y vender los hidrocarburos a cambio de:

* **Bonificación:** Un pago inicial al propietario de los derechos mineros.
* **Regalías:** Un porcentaje de los ingresos por ventas de petróleo y gas, generalmente entre el 12% y el 13%.
* **Plazo Principal:** El período de tiempo durante el cual el arrendamiento está en vigor para la exploración.
* **Alquileres Diferidos:** Pagos al propietario si la empresa pospone la perforación durante el plazo principal.
* **Plazo Secundario:** Una extensión del arrendamiento si se descubre petróleo o gas.

**Perforando las Profundidades: Un Proceso Complejo**

La **perforación de un pozo** es una operación compleja y costosa. Se utilizan equipos de perforación especializados, tanto en tierra como en mar, que incluyen:

* Una **torre de perforación** con un sistema de poleas para bajar y levantar la **barra de perforación**.
* Una **broca** en el extremo de la barra de perforación para penetrar la roca.
* Un **motor** para girar la barra de perforación y la broca.
* Un sistema de **circulación de lodo**, que lubrica la broca, transporta los fragmentos de roca a la superficie y evita fugas de fluidos a alta presión.

El proceso de perforación implica varias etapas:

* **Preparación del sitio:** Nivelación del terreno, construcción de un estanque para el lodo y colocación de la **carcasa conductora**.
* **Perforación y revestimiento:** Se perfora hasta alcanzar el yacimiento objetivo, instalando **carcasas** de acero y **cementándolas** en su lugar para aislar el pozo de la roca circundante.
* **Perforación direccional:** Se utiliza para alcanzar zonas del yacimiento de difícil acceso, permitiendo perforar horizontalmente a través de la roca.
* **Fracturación hidráulica (fracking):** Se inyecta una mezcla de agua, arena y productos químicos a alta presión para fracturar la roca del yacimiento y mejorar la permeabilidad.

**Producción, Transporte y Refinación: El Camino hacia el Consumidor**

Una vez que el pozo está terminado y se inicia la producción, el petróleo y el gas deben ser transportados, almacenados y procesados antes de llegar al consumidor final.

**El Petróleo: Del Pozo a la Refinería**

La producción de petróleo implica bombear el crudo a la superficie. Si la presión del yacimiento es baja, se utilizan bombas o balancines. Luego, el crudo pasa por un proceso de separación para eliminar el gas, el agua y otras impurezas.

El **transporte de petróleo crudo** se realiza principalmente a través de:

* **Oleoductos:** Los oleoductos de **transmisión** transportan grandes volúmenes de crudo desde los pozos hasta las refinerías o terminales de exportación.

**Buques Tanqueros:** Se utilizan para transportar el crudo a través de los océanos.

El **almacenamiento de petróleo crudo** se realiza en:

* **Tanques de Superficie:** Ubicados en refinerías y terminales de almacenamiento.
* **Cavernas Subterráneas:** Cúpulas de sal ahuecadas o minas abandonadas, como la **Reserva Estratégica de Petróleo de Estados Unidos**.

La **refinación del petróleo crudo** es un proceso complejo que separa los diferentes hidrocarburos y los convierte en productos utilizables. La **destilación fraccionada** es el proceso principal, que separa los hidrocarburos en función de su punto de ebullición. Otros procesos incluyen el **craqueo**, la **reformación** y la **coquización**, que modifican la estructura molecular de los hidrocarburos para obtener productos más valiosos.

**El Gas Natural: Un Combustible Versátil**

El **gas natural**, principalmente metano, es un combustible versátil que se utiliza para generar electricidad, calefacción, cocción y en la industria.

El **transporte de gas natural** se realiza principalmente a través de:

* **Gasoductos:** Redes de tuberías que transportan el gas a alta presión desde los pozos hasta los consumidores. Las **estaciones compresoras** se utilizan para mantener la presión a lo largo del gasoducto.

El **almacenamiento de gas natural** se realiza en:

* **Tanques de Superficie:** Para volúmenes relativamente pequeños.
* **Almacenamiento Subterráneo:** En yacimientos de gas agotados, acuíferos de agua salada y cúpulas de sal.

El **gas natural licuado (GNL)** es una forma de gas natural que se ha enfriado a -161°C, lo que reduce su volumen 600 veces. El GNL se transporta en barcos especiales con tanques criogénicos y se regasifica en las terminales de destino para su distribución.

**Recursos vs. Reservas: El Potencial Energético**

La industria del petróleo y gas se basa en la evaluación de **recursos** y **reservas**, que representan el potencial energético disponible.

* **Recursos:** La cantidad total de petróleo y gas que se estima que existe en el subsuelo, incluyendo las cantidades que no son económicamente viables para extraer.
* **Reservas:** La fracción de los recursos que se considera económicamente viable para producir con la tecnología actual.

Las reservas se clasifican en:

* **Probadas:** Las que tienen una alta certeza de existir y son económicamente recuperables.
* **Probables:** Aquellas que tienen una probabilidad razonable de existir y ser recuperables.
* **Posibles:** Las que tienen una menor probabilidad de existir y ser recuperables.

La **clasificación de reservas** es crucial para determinar el valor de una empresa petrolera y gasística y su potencial de producción futura.

**El Futuro de la Energía: Recursos No Convencionales**

La creciente demanda de energía y la disminución de las reservas convencionales han impulsado la exploración y producción de **recursos no convencionales**, como:

* **Petróleo de Esquisto:** Petróleo atrapado en formaciones de esquisto, que requiere la fracturación hidráulica para su extracción.
* **Petróleo Pesado:** Un petróleo viscoso y denso que es difícil de extraer y refinar.
* **Gas de Arenas Compactas:** Gas atrapado en rocas con baja permeabilidad, que también requiere la fracturación hidráulica para su producción.
* **Metano del Lecho de Carbón:** Metano absorbido en capas de carbón, que se libera al perforar pozos.
* **Hidratos de Metano:** Metano congelado en el fondo del mar, un recurso potencialmente enorme pero aún no explotable a gran escala.

Estos **recursos no convencionales** representan una oportunidad para extender la disponibilidad de petróleo y gas durante muchas décadas. Sin embargo, su explotación plantea desafíos técnicos, económicos y ambientales.

**Conclusión**

El viaje del petróleo y el gas desde su origen en antiguas criaturas marinas hasta su uso en nuestras vidas modernas es un proceso fascinante que involucra una compleja interacción de geología, tecnología, economía y política. Si bien la era de los combustibles fósiles enfrenta desafíos, la industria del petróleo y gas continúa innovando para satisfacer la demanda energética global, explorando nuevas fronteras y desarrollando tecnologías para acceder a recursos no convencionales.