

Ecología para todos

Hidrocarburos en la provincia de La Pampa

Año 2- Nº 2
Marzo de 2010
ISSN 1852-3900



SUBSECRETARÍA DE ECOLOGÍA



GOBERNADOR
Cr. Oscar Mario JORGE

VICE-GOBERNADOR
Cr. Luis Alberto CAMPO

SECRETARIO GRAL. DE LA GOBERNACIÓN
Dn. Raúl ORTIZ

SUBSECRETARIO DE ECOLOGÍA
Dr. Darío MARIANI

COMITÉ EDITOR:
Dr. Darío MARIANI
Lic. Fabián TITTARELLI
Lic. M. Virginia SARAVIA

El origen del petróleo ha sido, por mucho tiempo, tema de investigación. Se sabe que la formación de petróleo esta asociada al desarrollo de rocas sedimentarias, depositadas en ambientes marinos o próximos al mar, y que es el resultado de procesos de descomposición de organismos de origen vegetal y animal que en tiempos remotos quedaron incorporados en esos depósitos.

Se sabe también que en otros tiempos, los árabes y los hebreos empleaban el petróleo con fines medicinales. En México los antiguos pobladores tenían conocimiento de esta sustancia, pues fue empleada de diversas formas, entre las cuales se cuenta la reparación de embarcaciones para la navegación por los ríos, haciendo uso de sus propiedades impermeabilizantes.

En la actualidad, el hombre acepta "naturalmente" la disponibilidad de petróleo y gas y los beneficios que de ellos resultan, sin tener demasiado conocimiento de la complejidad política, económica e histórica de esta industria particular y diferente a las demás.

Muchos de los objetos que rodean nuestra vida cotidiana son artificiales, y tienen un origen común porque derivan del petróleo y del gas como materia prima.


La vida sin el petróleo no sería la que conocemos. Del crudo obtenemos nafta y gas oil para nuestros autos, combustible para barcos y aviones. Lo usamos para generar electricidad, obtener energía para fábricas, hospitales, oficinas y diversos lubricantes para maquinarias y vehículos.

Sin duda el petróleo ha transformado la vida de las personas y la economía de las naciones. Su descubrimiento creó riqueza, modernidad, pueblos industriales prósperos y nuevos empleos, motivando el crecimiento de las industrias mencionadas.

La gente desea tener mejor nivel de vida, pero no a costa de un daño permanente al medio ambiente que la rodea. El uso de todos los combustibles fósiles, incluso el petróleo, dependerá no sólo de las decisiones técnicas, políticas y económicas, sino cada vez más de las consideraciones ambientales y en este sentido la biotecnología se proyecta como una alternativa efectiva, a los problemas de contaminación.

Estamos convencidos de que una buena Educación Ambiental, resulta fundamental para que los ciudadanos tomemos conciencia sobre el medio en que vivimos. El conocimiento hará que exista una mayor motivación y deseo de trabajar en defensa de la naturaleza, ejerciendo un papel activo y aportando iniciativas en la búsqueda de soluciones a problemas actuales concretos o preventivos.

De aquí la importancia de promover, desde los primeros niveles educativos, la toma de conciencia sobre el Medio Ambiente en su conjunto.



Dr. Darío Mariani
Subsecretario de Ecología

ECOLOGÍA PARA TODOS
es una publicación de la
Subsecretaría de Ecología
de la provincia de La Pampa.

Año 2- Nº2

ISSN: 1852-3900

STAFF

DIRECTOR: Darío Mariani

COORDINACIÓN: Virginia Saravia

DISEÑO: Ana Cuenya

Ilustraciones: José Luengo

IMPRESIÓN:

EDITORIA LyM SRL

Martínez de Hoz 454

General Acha- La Pampa.

www.ecologialapampa.gov.ar

Avda. Luro 700

Santa Rosa- La Pampa- Argentina

Tel: (02954) 428006

E-mail: ecopam@lapampa.gov.ar

Indice

¿Qué son el petróleo y el gas natural?	3
La Industria del Petróleo y el gas	4
Un poco de historia	6
El Dominio del Subsuelo	8
¿Qué condiciones son necesarias para la existencia de yacimientos de petróleo y gas?	10
Cuenca Sedimentaria	
Reservorio	
La Exploración	14
Reservas Petroleras	
Reservas Comprobadas o Probadas	
Reservas Probables	
Reservas en la Argentina y en el mundo	
Perforación de un Pozo	18
El Factor humano en el Trabajo	
Producción	20
La Producción de petróleo en el mar	
¿Cómo se transportan los hidrocarburos?	22
El Petróleo Crudo ¿qué utiliza para su transporte?	
Y el Gas... ¿cómo se transporta?	
La Refinación (Separación)	26
Siglo XXI. Concepto de Desarrollo Sustentable	28
El futuro del petróleo	
Los nuevos desafíos	
Remediación de la contaminación con hidrocarburos	30

¿Qué son el petróleo y el gas natural?

El petróleo al igual que el gas natural, constituyen combustibles fósiles.

Hace millones de años innumerables plantas y animales microscópicos llamados fitoplancton y zooplancton, flotaban en las aguas superficiales de los antiguos mares. Al morir estos organismos, sus restos se depositaron en el lecho marino donde, junto con el barro y el limo, fueron transformándose, a lo largo de las eras, en capas sedimentarias ricas en materia orgánica.

La continua acumulación de nuevos sedimentos enterraba las capas orgánicas a miles de metros de profundidad, comprimiéndolas para formar una roca, que se convertiría en la fuente del petróleo. Al ir aumentando la profundidad, aumentaba también la temperatura.

En tales condiciones y a lo largo de los siglos, el material orgánico original fue descomponiéndose en sustancias más simples, llamadas hidrocarburos, o sea compuestos de hidrógeno y carbono.

En cuanto al gas natural, está constituido preponderantemente por metano (CH_4), que es el más simple de los hidrocarburos, pues contiene un solo átomo de carbono. En menos proporción puede contener hidrocarburos de hasta 4 átomos de carbono y además, anhídrido carbónico e impurezas como sulfuro de hidrógeno (SH_2).

A veces, estos hidrocarburos se encuentran concentrados en acumulaciones que pueden detectarse y explotarse.

El petróleo es una mezcla de sustancias químicas orgánicas, derivadas principalmente de los restos de plantas y animales microscópicos que vivían en el mar hace millones de años. Fue necesario que se dieran condiciones especiales y pasara muchísimo tiempo para que estos restos sufrieran complejos cambios químicos y se transformaran en petróleo y gas.

La exploración en busca de petróleo comenzó hace más de cien años, cuando se perforó cerca de afloramientos petrolíferos, que indicaban que había petróleo bajo la superficie. Hoy en día, se emplean técnicas avanzadas, como los estudios sísmicos y las imágenes tomadas desde satélites.

Poderosas computadoras ayudan a los geólogos a interpretar sus descubrimientos. Sin embargo, después de todas estas complicadas operaciones previas, sólo la perforación puede confirmar la presencia de petróleo subterráneo.

La Industria del petróleo y el gas

El hombre moderno acepta como natural la continua disponibilidad de petróleo y gas, y los beneficios que de ellos resultan, sin estar al tanto de la complejidad política, económica e histórica de esta industria tan particular y diferente de las demás. Ella se caracteriza por ser la mayor industria extractiva, lo que implica la remoción de estos recursos no renovables en amplia escala y porque exige importantes inversiones de capital.

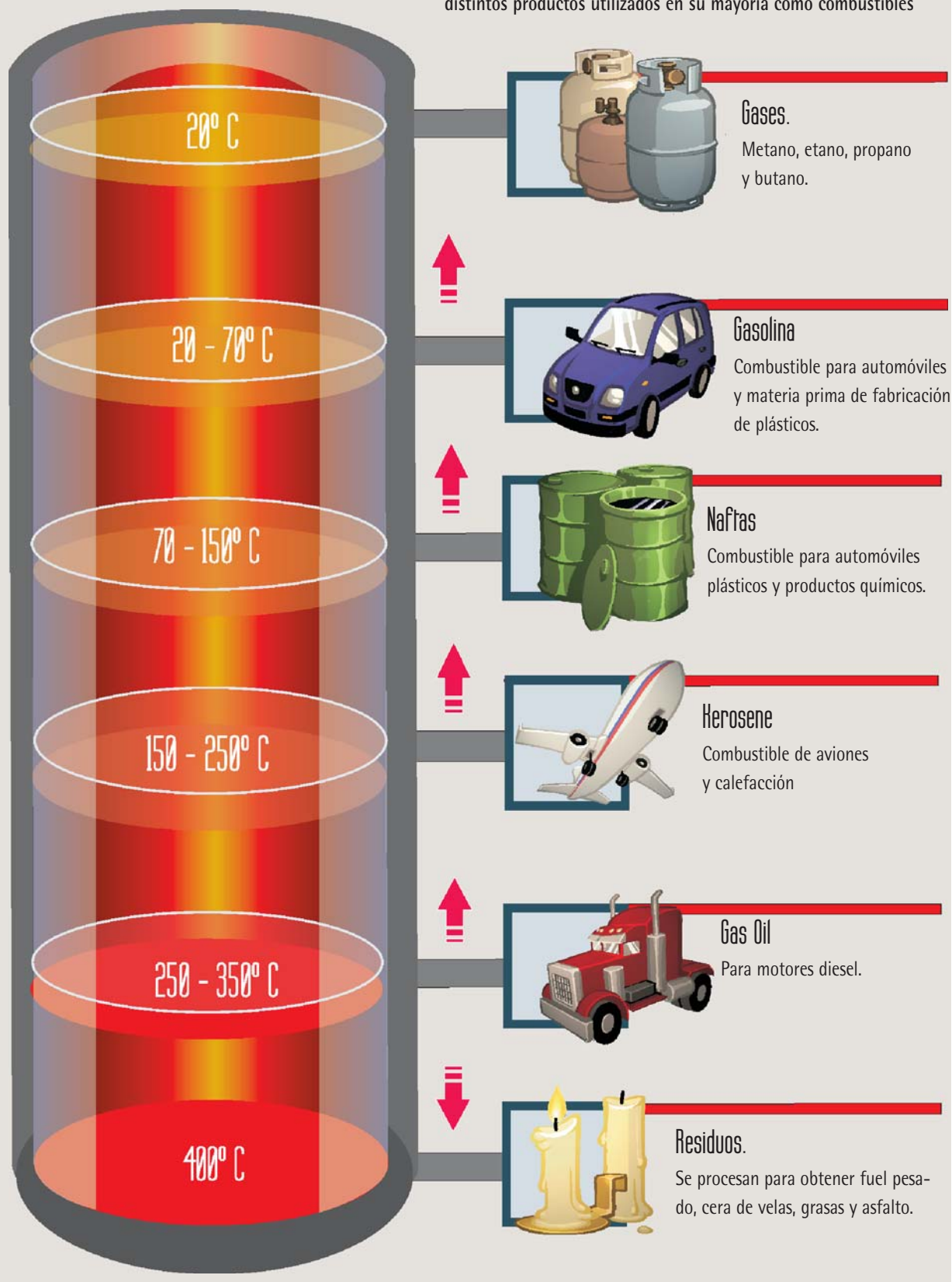
Hoy es innegable que gran parte de los objetos que nos rodean son artificiales y tienen un origen común: derivan del gas y del petróleo como materias primas, es decir son productos petroquímicos.

Esta industria petroquímica trajo productos que no existían con anterioridad, tales como el polietileno, el polipropileno, fibras sintéticas como el nylon y el poliéster, los acrílicos, colorantes, adhesivos, pinturas, fármacos, etc. La agricultura se benefició con otros productos derivados del petróleo y del gas, principalmente fertilizantes nitrogenados (como la urea) y componentes de herbicidas e insecticidas.



Torre de destilación:

Cuando el crudo se calienta se obtienen a diferentes temperaturas, distintos productos utilizados en su mayoría como combustibles



Un poco de historia

A lo largo de la historia de la humanidad se han ido produciendo ciclos de reemplazo de una fuente de energía por otra. Durante siglos, la única fuente de energía del hombre fue la de sus músculos, particularmente mano de obra esclava, la fuerza de los animales (caballos, bueyes, camellos) y mucho más limitadamente la del viento y del agua, a través de molinos. La leña y el carbón se usaron para calefacción y cocción de alimentos.

Hasta la Revolución Industrial prevaleció la economía agraria y el crecimiento económico dependió de tres factores: capital, tierra y trabajo, los tres clásicos factores de producción. Con ella, el carbón y el vapor pasan a ser los aceleradores de las industrias textil y siderúrgica. A los factores tradicionales de capital y trabajo se añaden otros dos: tecnología y energía.

Sobre finales de 1850 se consolidó el desarrollo del ferrocarril, y la movilización de capitales y de la siderurgia promovida por este nuevo transporte, afianzó definitivamente a la Revolución Industrial y el creciente empleo de la energía. El vapor producido por el carbón movió en forma generalizada ferrocarriles y barcos entre 1850 y 1910.

Al final de este período hicieron su aparición la electricidad (generada a partir del carbón) y el petróleo para

otros usos, además del de la iluminación. De esta manera fue dándose un paulatino reemplazo del carbón, primero por el petróleo y posteriormente por el gas natural, debido a menores costos, más versatilidad en el manejo y transporte y a una combustión más limpia que reduce –en cierto sentido– la contaminación ambiental.

Dentro de estos ciclos de reemplazo de una energía por otra, el conocimiento y utilización del petróleo y del gas por el hombre, es tan antiguo como su historia. Dada la dificultad que tenían los pueblos primitivos para llegar a sus yacimientos subterráneos, sólo los advertían cuando se filtraban a la superficie a través de fallas o fracturas en los terrenos que los cubrían. Este lento escape, sumado a la exposición al aire y al sol, hace que el petróleo pierda sus componentes más livianos y así se degrade en un material viscoso y espeso que fue conocido con distintos nombres en distintas épocas y países.

Lo que hoy se llama brea o betún fue llamado "mumia" por los egipcios, "stercus daemonis" por los exploradores españoles de América, etc. La Biblia también habla de la pez con la que se impermeabilizó la cuna de Moisés cuando, recién nacido, fue encomendado a las aguas del Nilo. Aún hoy los habitantes de las orillas de este río, hacen igual uso de este alquitrán.



> La línea de tiempo muestra el reemplazo de una fuente de energía por otra.

Pero la real utilización del petróleo y del gas, en la industria y en el transporte, comienza cuando se puede acceder a los yacimientos, mediante pozos hechos por el hombre y hay además un mercado que los demanda. Sólo en la segunda parte del siglo XIX se dieron estas condiciones, en especial en los Estados Unidos y en Rusia.

Con el correr del tiempo, al volverse el petróleo un componente base de la economía en épocas de paz y estratégico en la guerra, los gobiernos fueron tomando posiciones dominantes en la industria, con resultados diversos. Cuando la marina inglesa decidió pasar de quemar carbón al petróleo, el gobierno británico tomó el control de la compañía Anglo-Persian. Hasta entonces otro hidrocarburo, el carbón mineral, había sido el combustible que impulsaba a las máquinas a vapor que equipaban a locomotoras, barcos y a las industrias, y también era la fuente de muchos productos químicos. La carboquímica fue la base de la industria química de fines del siglo XIX y principios del XX hasta su desplazamiento por la petroquímica.

La iluminación se basaba en aceites vegetales, animales (de ballena) y en gas manufacturado a partir del carbón.

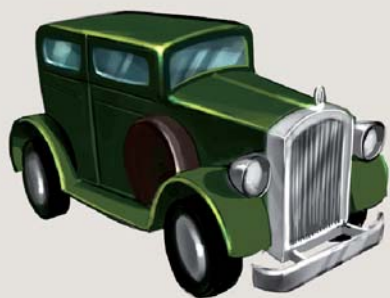
La historia del petróleo se caracteriza por variaciones bruscas de su precio, debido a veces a razones políticas

y otras a desequilibrios entre la oferta y la demanda.

En 1960, con el objetivo de estabilizar el mercado del crudo y mejorar la participación de los países productores en la renta generada por su explotación, se creó en Bagdad (Irak) la OPEP –Organización de Países Exportadores de Petróleo–, integrada inicialmente por Venezuela, Irán, Irak, Kuwait y Arabia Saudita, cuya efectividad en lograr sus propósitos fue variable en el tiempo.

En tanto el gas natural, recién a partir de la década del '60, se convirtió en un combustible de significación, debido a la dificultad que existía –hasta ese momento– para almacenarlo y transportarlo. En 1930 se comenzaron a construir algunos ductos de acero para su transporte terrestre, y desde 1964 el gas natural líquido empezó a ser transportado en embarcaciones especiales, creando una atractiva alternativa al transporte por cañerías cuando las condiciones así lo requerían. A diferencia del petróleo, el gas no tiene un mercado único: sus precios se regulan en diferentes mercados regionales.

Actualmente está proyectado el Gran Gasoducto del Sur, entre la Argentina, Brasil y Venezuela, el cual se estima que podrá tener entre 8 y 15 mil kilómetros y demandará una inversión de 10.000 millones de dólares (www.Clarin.com.ar).



El Dominio del Subsuelo

En el continente americano coexisten dos tradiciones institucionales distintas, vinculadas al legado británico e ibérico respectivamente, como respuestas a este interrogante, de fundamental importancia para el desarrollo económico de cualquier país: la propiedad privada de los recursos del subsuelo, en el caso de los Estados Unidos de Norteamérica y la propiedad estatal de los mismos en América Latina (IAPG, 2001).

En este contexto latinoamericano, la Argentina adoptó, un régimen dominial-regalista, por el cual el recurso pertenece al estado pero puede ser explotado por el sector privado mediante el pago de una regalía, que consiste generalmente en un porcentaje de la producción bruta de hidrocarburos.

Pozo petrolero y depósitos
de petróleo crudo



foto: Cristian Buiss

¿Qué condiciones son necesarias para la existencia de yacimientos de petróleo y gas?

Cuenca Sedimentaria

La existencia de una cuenca sedimentaria es quizá la primera condición que debe cumplirse, para la existencia de un yacimiento de hidrocarburos.

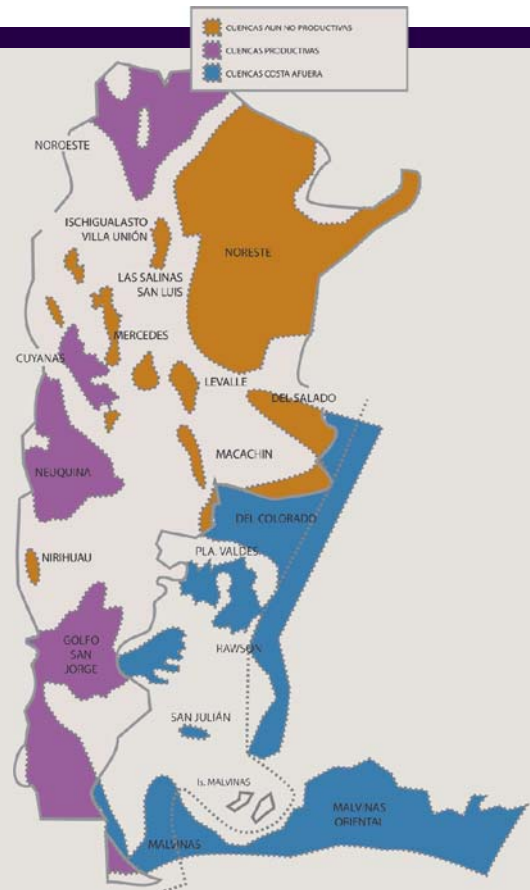
Una cuenca sedimentaria es una cubeta rellena de sedimentos, únicas rocas donde se pueden generar los hidrocarburos y donde en general se acumulan (existen algunos casos donde las acumulaciones de petróleo y gas se dan en rocas graníticas). El tamaño de estas cubetas puede llegar a decenas de miles de km², con un espesor en general de miles de metros (hasta 6.000 o 7.000) (IAPG, 2001).

Estas cubetas sedimentarias se encuentran rodeadas por zonas llamadas de basamento, es decir formadas por rocas viejas y duras donde no se depositaron sedimentos y son, por consiguiente, estériles.

Ejemplos de cuencas en la Argentina son las del Golfo de San Jorge, la Neuquina, la Cuyana, la del Noroeste y la Austral.

Para que el proceso de formación del petróleo tuviera lugar, fue necesario que transcurriera mucho tiempo (millones de años). Por eso se dice que el petróleo es un **Recurso No Renovable**, pues el tiempo que tarda en formarse es enorme comparado con la duración de la civilización humana.

A veces el petróleo llega a la superficie de la tierra, formando manantiales como los que se pueden ver en el sur de la provincia de Mendoza, y también en Neuquén, Salta y Jujuy.



Cuando el escape es de gas, en ocasiones se inflama dando origen a los llamados fuegos perpetuos, venerados por algunos pueblos en la antigüedad.

Otras veces, los hidrocarburos no pueden alcanzar la superficie, pues se encuentran con una barrera de arcilla u otro material que les impide continuar. De este modo empiezan a acumularse en un lugar bajo el suelo, dando origen a un yacimiento.



Cuenca sedimentaria

Reservorio

Algunos suelen creer que el petróleo se encuentra bajo la tierra en grandes "cavernas" o "bolsones", pero esta idea no es acertada. En realidad el petróleo se encuentra "embebido" en cierto tipo de rocas, a las que se denominan reservorios.

Un reservorio es una roca que tiene espacios vacíos dentro de sí, denominados poros, que son capaces de contener petróleo o gas del mismo modo que una esponja contiene agua.

A modo de ejemplo podemos compararlo con un manto de arena, donde los poros son los espacios que hay entre los granos. La capacidad de los poros de contener distintos tipos de fluidos puede observarse en cualquier playa, donde es fácil distinguir entre la arena "seca" y la arena "mojada". Esta última tiene sus poros llenos (o mejor dicho saturados) de agua, mientras que en la arena "seca" están llenos de aire. En un yacimiento, los poros del reservorio están saturados con petróleo o gas.

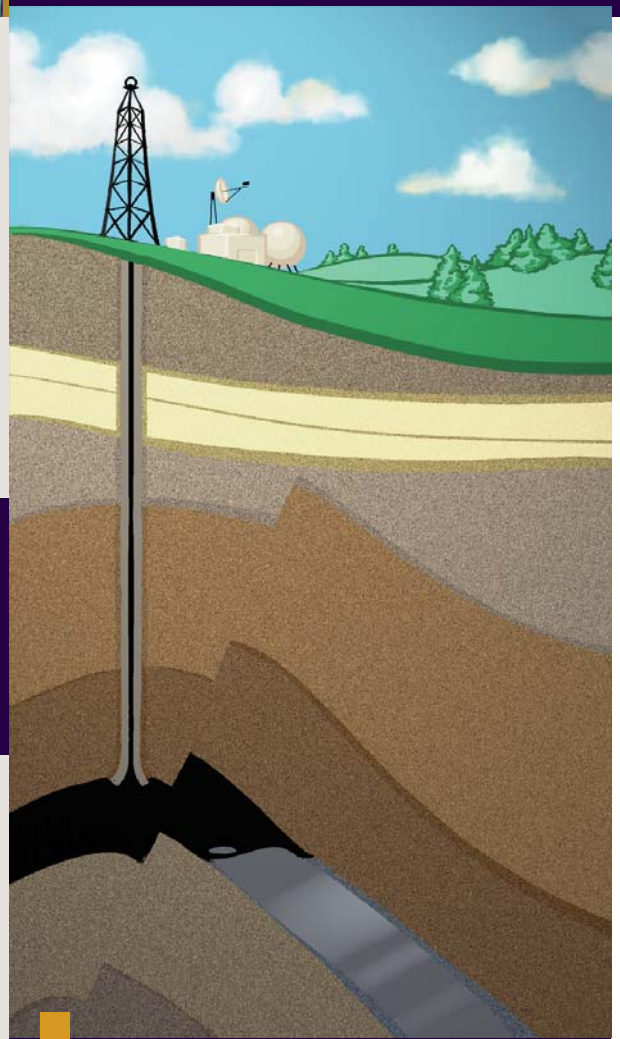


Ilustración de una perforación petrolera que llega hasta el reservorio de petróleo.



Equipo para la determinación de sísmica, utilizado en la fase exploratoria de la actividad petrolera.

foto: Cristian Buss



fotos: Cristian Buss

La exploración

El término se utiliza en la industria petrolera para designar la búsqueda de petróleo o gas. Es la fase anterior al descubrimiento.

Desde fines del siglo XIX, con los primeros exploradores, hasta la actualidad se han ido desarrollando nuevas y muy complejas tecnologías, pero pese al avance en la materia, no se ha logrado aún hallar un método que permita en forma indirecta definir la presencia de los hidrocarburos. Por eso, para comprobar su existencia, se debe recurrir a la perforación de pozos exploratorios.

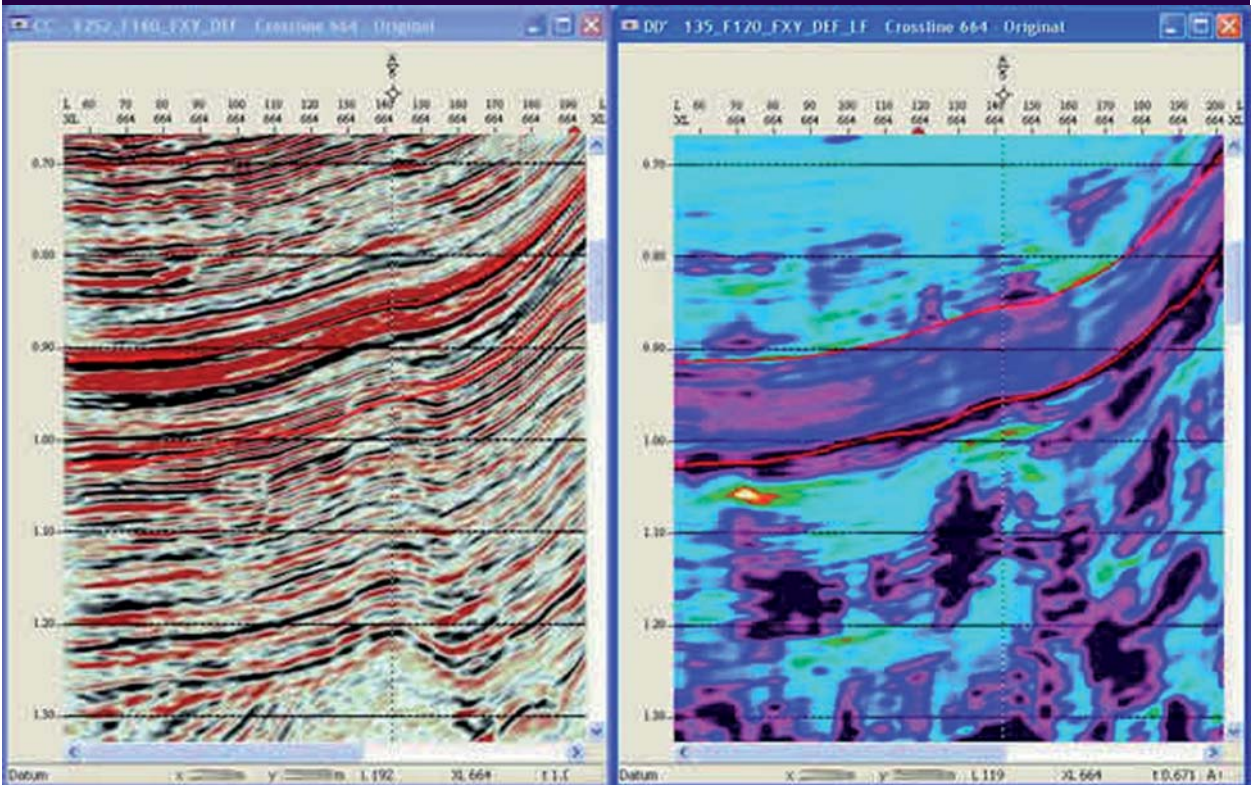
En la exploración petrolera participan geólogos, geofísicos y especialistas en ciencias de la tierra.

Una de las herramientas más utilizadas por los exploradores son los mapas. Hay mapas de afloramientos (que muestran las rocas que hay en la superficie), mapas topográficos (que indican las elevaciones y los bajos del terreno con curvas que unen puntos de igual altitud) y los mapas de subsuelo. Estos son quizás los más importantes, porque muestran la geometría y la posición de una capa de roca en el subsuelo y se generan con la ayuda de una técnica básica en la exploración de hidrocarburos: la sísmica (IAPG, 2001).



La sísmica consiste en emitir ondas de sonido

en la superficie del terreno (con explosivos enterrados en el suelo o con camiones vibradores en el caso de exploración en tierra o con cañones de aire en el mar, en el caso de exploración en cuencas marinas), las que se transmiten a través de las capas del subsuelo y son reflejadas nuevamente hacia la superficie, cada vez que haya un cambio importante en el tipo de roca. Las ondas recibidas en superficie se miden por el tiempo que tardan en llegar, de lo que se infiere la posición en profundidad y la geometría de las distintas capas.



Imágenes del subsuelo, obtenidas a través de una sísmica.

El producto final es una "imagen" del subsuelo. La adquisición de líneas sísmicas puede realizarse con un grillado 2D, es decir en dos dimensiones o con grillado 3D, en tres dimensiones. La ventaja de la sísmica en 3D radica en la enorme cantidad de información que proporciona con relación a la 2D, con la cual se reducen al máximo las incertidumbres, con respecto a la geometría y la posición de las capas en el subsuelo. La desventaja son los costos (el costo de un kilómetro de sísmica 3D es tres o cuatro veces superior al de un kilómetro lineal de sísmica 2D).

Si la exploración ha sido exitosa y se ha efectuado un descubrimiento de un pozo, se inician los trabajos de delimitación del yacimiento descubierto con la perforación de otros nuevos, para efectuar luego la evaluación de las reservas. Esto significa que desde el descubrimiento de un nuevo yacimiento, hasta su total desarrollo, pueden ser necesarios varios años de trabajos adicionales, en los que deben invertirse grandes sumas de dinero.

A partir de la exploración comienza la relación entre el hombre y la tierra o su ambiente y el tan difícil equilibrio, que permite que el hombre se abastezca y no dañe su entorno.

Entre los especialistas que participan en todas las etapas de la industria, desde la búsqueda de los hidrocarburos hasta su consumo, se encuentran los que se dedican al estudio y protección de la naturaleza, a los efectos de conocer el impacto que pueden provocar las actividades en la región donde se localizan los trabajos, y la forma de evitarlos o de minimizar el riesgo. En la provincia de La Pampa esta tarea está a cargo de la Subsecretaría de Ecología.



foto. Darío Maniani

Impacto ambiental implica cualquier alteración, positiva o negativa, de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio, causada por la actividad humana que, directa o indirectamente, puedan afectar el aire, el agua, el suelo, el clima, el paisaje y los seres vivos, entre ellos el hombre, sus condiciones de vida y sus propiedades culturales. Cuando el cambio que se produce en el ambiente provoca un desequilibrio en el ecosistema, se habla de contaminación (El Cuaderno, Ed. N° 36, 2006).



Equipo interventor: se utiliza para poner en producción el pozo, luego de ser perforado.

Se entiende por reservas de petróleo y gas de un yacimiento, el volumen de hidrocarburos que será posible extraer del mismo, en condiciones rentables, a lo largo de su vida útil.

Reservas Petroleras

De acuerdo al grado de certeza que se tenga sobre la existencia del yacimiento y su volumen comercialmente recuperable, las reservas pueden agruparse en:

- **Reservas Comprobadas o Probadas:** volúmenes de hidrocarburos recuperables de un yacimiento, de una cuenca, de una provincia o de un país con la tecnología disponible y las condiciones económicas actuales.
- **Reservas Probables:** reservas cuya presencia en una zona determinada están claramente demostradas pero que las condiciones técnicas y económicas actuales impiden extraerlas, ya sea por el alto costo de extracción o por la poca fluidez de los petróleos.



foto: Cristian Buss

Pozo Productor de petróleo y gas.

Según un estudio realizado por el Departamento Técnico del Instituto Argentino de Energía "General Mosconi" y publicado en su sitio Web (www.iae.org.ar), se señala que en nuestro país hay una importante retracción en las reservas de petróleo y gas. El informe –elaborado a partir de datos publicados por la Secretaría de Energía de la Nación– pretende mostrar la disminución en la perforación de pozos exploratorios, y cómo esto ha influido negativamente en las reservas comprobadas de hidrocarburos.

El Instituto General Mosconi determinó que "la exploración de hidrocarburos en el país, y en consecuencia la incorporación de reservas, han disminuido notablemente durante los últimos años y para esa afirmación realizó un historial de la cantidad de pozos exploratorios en las últimas tres décadas. Se observa que la cantidad de perforaciones alcanza un valor máximo en el año 1995, para luego disminuir casi constantemente durante los diez años posteriores, hasta volver a un nivel promedio de alrededor de 54 pozos durante los últimos tres años" (La Mañana de Neuquén, 13/10/09)

Pozo surgente,
en el cual el petróleo surge
espontáneamente,
impulsado por el gas
del reservorio.



foto: Cristian Buss



foto: Dario Mariani

Sobre el fondo de la foto, en color blanco, se puede observar un separador de gas y petróleo.



foto: Dario Mariani

Tanque sobreelevado de petróleo, utilizado en lugares donde todavía no existe un oleoducto, y el petróleo es transportado mediante camiones tanque.

Las conclusiones más relevantes del informe señalan que:

- Las reservas comprobadas de petróleo y gas natural han disminuido en 2008 en un 3,7 y un 9,8 % respectivamente en relación al año anterior. En consecuencia, éstas han caído en un 34 % respecto a diez años atrás, y se encuentran en el punto más bajo de los últimos 30 años.
- Se está perforando la menor cantidad de pozos de exploración de los últimos 30 años.
- Las reservas netas incorporadas por década de hidrocarburos, que surgen de la diferencia entre las reservas incorporadas en la década y la producción acumulada en el mismo período, son considerablemente menores que en las décadas anteriores.

RESERVAS NETAS INCORPORADAS	
	[Mm ³ equivalentes de petróleo]
80's	51.307
90's	78.112
00's	43.995

- Como resultado de esta baja performance, Argentina se encamina a perder el autoabastecimiento energético en el corto plazo (www.iae.org.ar)

El último gran descubrimiento de petróleo fue "El Trapial", en 1991, en la cuenca Neuquina. En gas hay que remontarse a "Loma de la Lata", también en la misma provincia, hacia 1978. Luego, las nuevas reservas incorporadas siempre han entrado en dosis modestas. Mientras tanto, la demanda de petróleo y gas se mantiene en niveles elevados porque no hay energía de reemplazo (nuclear, hidroeléctrica o biomasa) (La Mañana de Neuquén, 13/10/09).



Vista satelital de una porción del Área Petrolera ubicada en la zona de 25 de Mayo - La Pampa- Argentina.

Reservas

en la Argentina y en el mundo

La formación de hidrocarburos demanda millones de años y la humanidad se encargará de consumirlos tan sólo en trescientos años, por lo que se los considera recursos no renovables –como hemos señalado anteriormente-. Es por ello que la continua búsqueda de nuevas reservas hace avanzar rápidamente la tecnología que, en forma económica, permite explorar nuevas fronteras geológicas y tecnológicas, tanto en la tierra como bajo aguas cada vez más profundas y hasta hace poco tiempo inaccesible.

El avance de nuevas tecnologías impulsa el desarrollo de operaciones sofisticadas para el hallazgo de hidrocarburos en áreas que, en su momento, habían sido dejadas de lado por el alto grado de incertidumbre en cuanto a la existencia de petróleo y/o gas.

Según estudios realizados, se presume que las reservas en el ámbito de la provincia de La Pampa tendrían un horizonte productivo de 18 años (www.lapampa.gov.ar).

Perforación de un pozo

La única forma de verificar la existencia de petróleo en el subsuelo, aún después de haber realizado la etapa exploratoria, es perforar un pozo en el lugar. Hoy en día la perforación de pozos para petróleo o gas se realiza en tierra o desde la superficie del agua, ya sea en pantanos, lagos o mar, requiriendo en cada caso de distinto equipo, apoyo y tecnologías. Antes del inicio de la perforación de un pozo para petróleo o gas, se debe proceder a programarlo. Una vez completados los trabajos es necesario reacondicionar el emplazamiento del equipo, dejando el lugar limpio de despojos y contaminantes.

.....
Equipo perforador, uno de los más
modernos del país.
.....

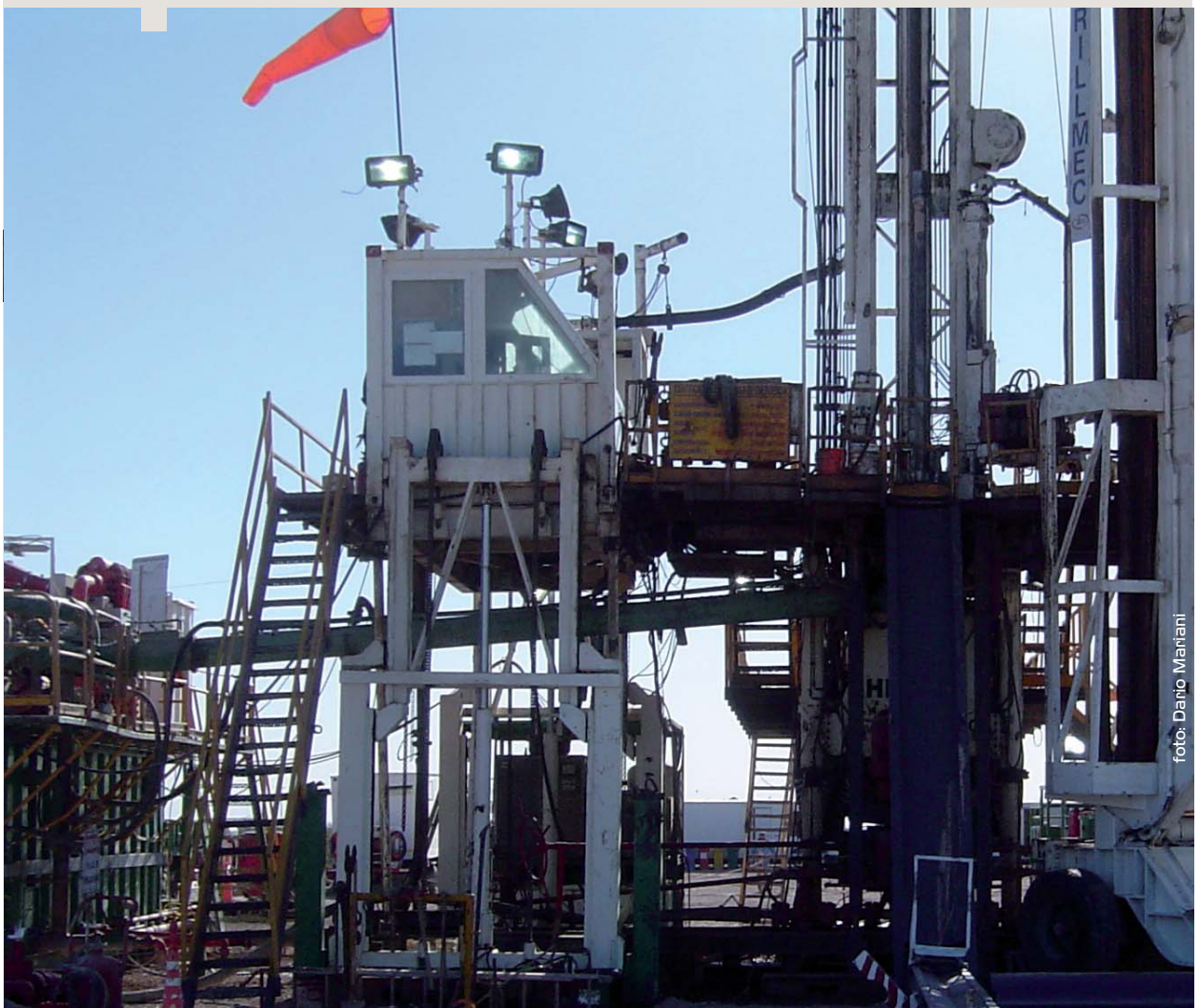


foto: Dario Mariani

El factor humano en el trabajo

Detrás de cada equipo que perfora, termina o repara un pozo, existe un conjunto de personas con distintas especialidades: ingenieros, geólogos, técnicos, obreros especializados, etc.

La suma del personal directo e indirecto involucrado en la perforación de un pozo, cuando se trata de perforación en tierra en pozos de desarrollo, llega a tener entre 90 y 100 personas; en la medida en que aumente la complejidad del trabajo, como por ejemplo en los pozos exploratorios profundos, pozos costa afuera, la cantidad de personal requerido puede llegar a duplicarse.

Un equipo perforador, de terminación o de reparación, opera las 24 hs del día, los 365 días del año, con personal que trabaja en turnos de 8 horas. Cuando el trabajo es en tierra, normalmente retorna periódicamente a su casa o al campamento. En cambio cuando el trabajo es en el mar, también se realizan turnos rotativos, pero en este caso el personal permanece a bordo por períodos que van de 14 a 28 días.



Tanque de almacenamiento
de petróleo crudo.



Cartelera indicativa sobre
normas de seguridad,
cuidados y prohibiciones.



fotos: Christian Buss

Equipos de sísmica.

Producción

Una vez perforado el pozo y puesto en producción comienza una nueva etapa denominada "explotación" que conlleva todo un sistema de complejas instalaciones para la producción de hidrocarburos.

La Provincia de La Pampa conjuntamente con las provincias de Neuquén, Mendoza y Río Negro cubre la superficie de la Cuenca Neuquina. Nuestra provincia es la que menos proporción superficial registra de la cuenca, y su producción es proporcional a esta limitación.

La Cuenca Neuquina produce anualmente 16.915.674 m³ de petróleo lo que representa el 50,40% de la producción nacional.

La provincia de La Pampa ha incrementado la producción de hidrocarburos en los últimos años, como consecuencia de una política acorde a la importancia de tan valioso recurso.

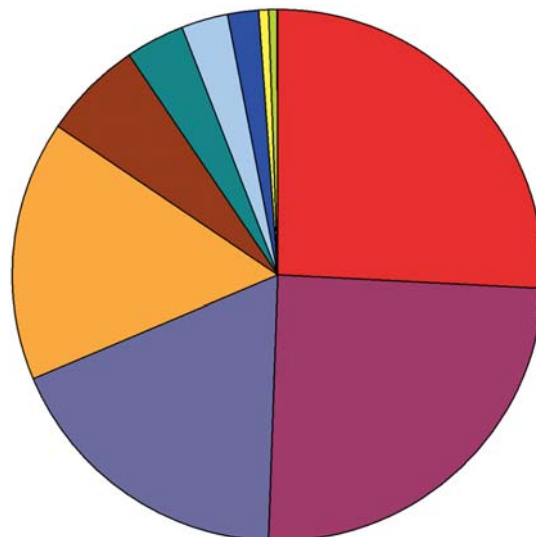
Mayores inversiones y el desarrollo de nuevos conceptos técnicos han permitido revertir la curva declinatoria, que caracterizó la producción del último decenio. Más importante aún es el hecho que se incrementaron las reservas alentando un horizonte productivo de 18 años. Todo esto ha llevado a la provincia de La Pampa a posicionarse como la sexta en producción de petróleo con el 3,6% de participación con respecto a la producción total de la República Argentina.

(www.produccion.lapampa.gov.ar)

Equipo separador gas-petróleo.
 Todos los caños amarillos son
 de gas y los negros de petróleo.



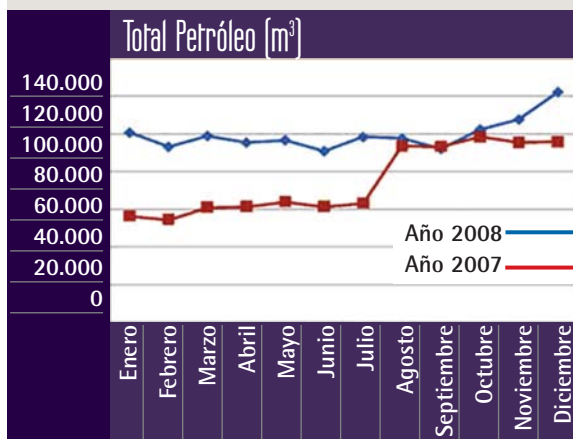
foto: Dario Mariani



tierra del fuego	2,77
chubut	25,71
formosa	0,36
Jujuy	0,06
La Pampa	3,6
Mendoza	15,9
Estado Nacional	0,73
Neuquén	24,8
Río Negro	6,1
Salta	1,97
Santa Cruz	18,03

Mientras en las provincias patagónicas –integrantes de la Cuenca Neuquina– la extracción de petróleo está en baja, y en algunos casos disminuyó hasta en un 50%, la Secretaría de Energía de Nación señaló que en La Pampa, aumentó un 24% en lo que va del año. En el 2008, por ejemplo, se incrementó un 15% el total de producción. Actualmente se está produciendo más de 100.000 metros cúbicos mensuales, y el año pasado se produjeron 1,2 millones de metros cúbicos (La Arena, 2009).

La producción del año 2007 y 2008 tuvo un importante incremento lo cual se puede apreciar en el siguiente gráfico (www.produccion.lapampa.gov.ar)



En este sentido el Director de Hidrocarburos y Biocombustibles de La Pampa, Jorge Amigone dijo que “cada vez se incorporan nuevas áreas a lo que es la extracción directa. En 2008, por ejemplo, incrementamos un 15% el total de producción. Actualmente estamos produciendo más de 100.000 metros cúbicos mensuales, y el año pasado (N.R: en alusión a 2007) totalizamos 1,2 millones de metros cúbicos” (La Arena, 2009).

En el 2009 el promedio mensual de producción de petróleo de nuestra provincia es de 122.000 m³ y de 37.000 m³ de gas, según datos de la Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería del Gobierno de La Pampa.

La Producción de Petróleo en el mar

Se estima que casi un tercio del petróleo del mundo procede de yacimientos submarinos, y en particular del Mar del Norte, el Golfo Pérsico y el Golfo de México, donde se construyó en 1947 una de las primeras plataformas marinas, en sólo siete metros de agua. Gracias a los grandes avances de la ingeniería, es posible construir plataformas más altas que la mayoría de los rascacielos del mundo y anclarlas al fondo del mar, en una lámina de agua de más de 400 metros de profundidad. Estas plataformas contienen miles de toneladas de equipos y pueden alojar a cientos de personas que trabajan en turnos, para que el petróleo se extraiga, almacene y bombee a tierra firme sin interrupciones.



Plataforma petrolera marítima, con la que se extrae petróleo del fondo del mar.

¿Cómo se transportan los hidrocarburos?

Dentro de un yacimiento los hidrocarburos se van transportando hacia los sitios de acondicionamiento, para luego transportarse a las zonas de venta, siguiendo así su camino hacia las refinerías, para ser por último distribuidos para su consumo.

En este camino que recorren los hidrocarburos la primera parte se da en los yacimientos donde estos se extraen. A partir de este momento los hidrocarburos son conducidos en superficie, mediante líneas de conducción, gasoductos o camiones especiales hasta las Baterías de Almacenamiento de producción bruta (conjunto de tanques donde se colecta la producción, para ser luego bombeada a la plata de tratamiento) (PAMPETROL, 2008).

Antes del ingreso, a los tanques de las baterías de almacenamiento los hidrocarburos son separados (Separación Primaria de petróleo-gas). Es transportado a las Plantas de Tratamiento de Gas, para ser llevado a condiciones de venta, en tanto el petróleo crudo, se almacena en los tanques de la batería para ser bombeado luego a ductos de mayor porte, que lo transportarán a las plantas de tratamiento, donde será separada el agua que contenga y se tratará para lograr la condición de venta.

1 Construcción de un oleoducto.

2 Tramo de oleoducto aún sin tapar.

3 Tanques de almacenamiento de petróleo crudo (verticales) y de gas (horizontales).

4 Maniobra de carga desde un depósito sobreelevado de petróleo crudo, a un camión tanque.

1

2



foto: Danto Mariani

El Petróleo crudo

¿qué utiliza para su transporte?

El petróleo crudo se transporta a la refinería por oleoductos, camiones cisterna o buques tanque, para transformarlo en productos que, a su vez, pasan a los centros de distribución o a los consumidores finales.

Oleoductos

La manera más práctica de transportar petróleo por tierra es bombeándolo por oleoductos. Los oleoductos para el crudo generalmente son de gran diámetro (a veces de más de un metro); a lo largo de su recorrido y a intervalos regulares hay estaciones de bombeo, que hacen que el petróleo avance continuamente a unos cinco kilómetros por hora. La construcción de un oleoducto que puede tener que cruzar montañas, ríos o desiertos, constituye una gran tarea de ingeniería, que por lo general es realizada conjuntamente por varias empresas, que contribuyen a la enorme inversión del capital necesario.

Buques Tanque

En los albores de la industria, el petróleo crudo generalmente se refinaba cerca del lugar de producción. A medida que aumentaba la demanda de una variedad de productos, sin embargo, se hizo más conveniente transportar el petróleo crudo a refinerías situadas en los países consumidores. Al principio el hidrocarburo

era transportado en barriles de madera, en buques cargueros (de aquí que la unidad de medida sea el "barril", que equivale a 159 litros). Después Marcos Samuel, el fundador de Shell Transport and Trading, adoptó la idea de construir buques que eran, en realidad, tanques flotantes. Así nacieron los buques petroleros.

Camión cisterna

Para llevar los combustibles desde las plantas de despacho hasta las estaciones de servicio, se utilizan camiones cisterna, especialmente diseñados y equipados con las últimas tecnologías.

Los modernos camiones pueden transportar aproximadamente 40.000 litros de combustible, contando además con dispositivos electrónicos que miden permanentemente la carga recibida, en tránsito y despachada. Utilizan un sistema de carga ventral -esto es, el líquido ingresa por la parte inferior del tanque-. De esta manera no se genera electricidad estática y se recuperan los gases que se encuentran dentro del receptor, evitando que sean liberados a la atmósfera.

En la Argentina hay más de dos mil camiones cisterna en operación. La mayoría de las empresas están renovando sus flotas, adecuándolas a las crecientes exigencias de seguridad y protección ambiental.



3

foto: Dario Mariani



4

foto: Dario Mariani



foto: Darío Mariani

Batería gas petróleo, conocida comunmente como "satélite" de ingreso a batería.

Y el gas... ¿Cómo se transporta?

El transporte de gas se realiza a través de gasoductos, que conducen el gas natural desde un yacimiento de gas a plantas separadoras y fraccionadoras.



foto: Cristian Basso

Gasoducto en superficie.

Las características de los diferentes sistemas de transporte y distribución varían según las circunstancias locales y/o la naturaleza del producto a trasladar y comercializar. Los transportes más conocidos son los DUCTOS (gasoductos y oleoductos), y los camiones cisternas, que constituyen una parte importante de la extensa red de transporte y distribución del petróleo y del gas y sus derivados.



foto: Cristian Basso

Válvulas "by pass" en cañería de gas.



La Refinación (Separación)

El petróleo es una mezcla de líquidos y gases disueltos en ellos, no muy útiles en su estado crudo.

La función principal de una refinería consiste en obtener de los crudos a su disposición, las cantidades adecuadas de naftas, gas licuado, kerosene, gas oil, lubricantes, fuel oil, parafinas, asfaltos y demás productos, en la forma más económica posible.

Dentro de una refinería, el petróleo crudo se transforma por procesos físicos y químicos en una amplia gama de productos útiles. Hay más de 900 refinерías en funcionamiento en todo el mundo y más de un cuarto de ellas se encuentran en Estados Unidos.

Algunas de las refinерías o destilerías que existen en nuestro país son:

Destilería de petróleo,
lugar donde el petróleo
crudo es transformado
por procesos físico-químicos
en una amplia gama de productos.

- Destilería Campo Duran en la provincia de Salta.
- Destilería La Plata y Destilería Bahía Blanca -ambas- en la provincia de Buenos Aires.
- Destilería Lujan de Cuyo en la provincia de Mendoza.
- Destilería Cutral-Co en la provincia de Neuquén.
- Destilería San Lorenzo en la provincia de Santa Fe.

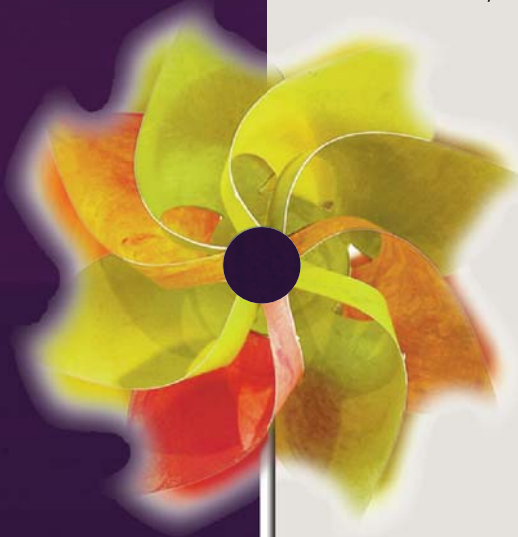
Siglo XXI.

Concepto de Desarrollo Sustentable

El nuevo milenio encontró al hombre en la búsqueda de fuentes de energías renovables, no contaminantes y capaces de proveer un "desarrollo sustentable", entre ellas la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, oceánica, todas de uso -en general- restringido, a las que se agrega la biomasa.

El concepto de "Desarrollo Sustentable", instalado a partir del Informe realizado por la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo en el año 1987, fue definido como *"aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"*. Este término ha dado origen, a través de los años, a varias interpretaciones, de mayor o menor amplitud, que fueron incorporándole las distintas dimensiones que componen el bienestar de las personas, tales como la sustentabilidad ecológica, económica, social, política, cultural, etc.

"...aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".



El futuro del petróleo

El petróleo es la mayor fuente de energía del mundo y satisface casi la mitad total de la demanda de energía primaria.

Se estima que en la actualidad, a nivel mundial, los combustibles fósiles –carbón, petróleo y gas– aportan un 63% de la producción eléctrica. La Energía hidroeléctrica representa casi un 20%, la nuclear el 17%, la geotérmica el 0,3%, mientras que la solar, eólica (molinos de viento) y biomasa (vegetales convertidos en leña) contribuyen en conjunto con menos del 1% del total (www.cnea.gov.ar).

Tres cuartas partes de las reservas petroleras de nuestro planeta se encuentran en los países de la OPEP y dos tercios de esa cantidad están situadas en cuatro países solamente: Irán, Irak, Arabia Saudita y Kuwait. Podría esperarse que se diera prioridad a la producción de petróleo del Medio Oriente, ya que éste es abundante y relativamente barato de explotar. Sin embargo, como resultado de factores económicos, políticos y estratégicos, la búsqueda de petróleo se ha extendido a lejanos lugares del globo, en tierra firme y cada vez más, en el mar, donde su extracción es, a la vez, difícil y costosa.

La prevalencia del petróleo en la generación de electricidad, abre además un interrogante: qué sucederá cuando se registre la escasez mundial de este combustible si, como se piensa, ocurrirá dentro de poco más de medio siglo, de continuar el consumo actual.

Se presume que la demanda aumentará poco en los países desarrollados, debido a las medidas de conservación energética y de mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía, así como el uso de fuentes alternativas de energía. Los hogares con buena aislación necesitan menos calefacción, y los automóviles modernos utilizan más eficientemente su combustible. Por otra parte, en los países en desarrollo, es probable que la demanda aumente con la mayor industrialización y el crecimiento demográfico, especialmente en las zonas urbanas. A medida que la gente tenga más dinero, habrá más automóviles en las rutas y aumentará la demanda de petróleo, que sigue siendo la principal fuente de combustible para el transporte.

A principios de la década de 1970, se temía que el petróleo del mundo estuviera acabándose. Esta opinión ha perdido fuerza y ahora se cree que, con la tecnología actual, habrá suficiente petróleo durante gran parte del siglo XXI.

El debate público se concentra ahora en el medio ambiente y se oye cada vez más la expresión "crecimiento sostenible". La gente desea tener mejor nivel de vida, pero no a costa de un daño permanente al medio que nos rodea. El uso de todos los combustibles fósiles, incluso el petróleo, dependerá no sólo de las decisiones técnicas, políticas y económicas, sino, cada vez más, de las consideraciones ambientales.



Los nuevos desafíos

Paneles colectores de energía solar.

Desde las entidades vinculadas a la protección del medioambiente se insiste en la necesidad de potenciar el uso de las energías alternativas, que no se agotan y son más "limpias".

El anhídrido carbónico remanente de los procesos de combustión de los derivados del petróleo y los temores que genera la energía nuclear, proveen algunas de las razones.

Se calcula que si se reemplazara la electricidad producida actualmente por todas las Centrales Nucleares del mundo (alrededor de 435) por plantas alimentadas a carbón, se agregarían a la atmósfera 2.600.000.000 de toneladas de CO₂ por año. Si actuáramos a la inversa cerrando todas las plantas a carbón, calculen cuánta contaminación se evitaría (www.cnea.gov.ar).

La energía solar tiene –en nuestro país– una aplicación incipiente, restringida a zonas rurales alejadas de los tendidos de redes de distribución pública. Se

comenzó la instalación de este sistema, como fuente de calefacción de viviendas individuales, para el calentamiento de agua y electrificación de pequeños establecimientos, como escuelas, sin llegar a aplicaciones a gran escala.

En tanto, la energía eólica tuvo en la última década un crecimiento importante. A fines de 1990, la potencia instalada era casi inexistente, mientras que siete años después la generación superaba los 12 mil kW. El gran salto se registró durante el 2001, cuando se incorporaron 11.760 kW, lo que llevó el total instalado a los 26.560 kW actuales.

La región patagónica presenta condiciones ideales para la producción de este recurso. Lo demuestran las instalaciones de los molinos generadores en Santa Cruz, Chubut, Neuquén, La Pampa y sur de la provincia de Buenos Aires.

En nuestra provincia se puede apreciar el parque



Parque eólico en España.

eólico instalado a 15 km de la ciudad de General Acha, en un terreno de 10 hectáreas, a 330 metros sobre el nivel del mar, propiedad de la Cooperativa de Servicios Públicos de General Acha (COSEGA), quien fue la autora del emprendimiento. Allí se encuentran: "El Pampero" y "El Huracán", dos aerogeneradores fabricados en Dinamarca, e inaugurados el 21 de diciembre de 2002 y el 14 de febrero de 2004 respectivamente. Tienen 49 metros de altura, y tres paletas de 26 metros de largo. Fueron bautizados así por los escolares de dicha ciudad y generan aproximadamente 0,9 Mw cada uno. Demandan un mínimo mantenimiento a través de controles preventivos cada 6 meses, y tienen una vida útil estimada de 20 años.

La energía generada allí ingresa directamente al transformador de la Administración Provincial de Energía en dicha ciudad.

El parque eólico permite abastecer el 25% de la demanda energética de la localidad. Este hecho se constituye como un paso más, hacia el desarrollo de fuentes de energía limpia.

"El viento es un recurso inagotable que nos permite generar energía no contaminante, de costo cero. Si todas las cooperativas eléctricas de la provincia concretaran proyectos similares, el sueño del autoabastecimiento no sonaría descabellado en La Pampa", señaló Roberto Zamora, Presidente de la COSEGA (www.eco2site.com).

La energía eólica es una de las opciones energéticas limpias más competitivas que existen en la actualidad, y su desarrollo es vertiginoso en todo el mundo. Su crecimiento global en los últimos 5 años ha estado en un promedio de más del 32%, muy por encima del resto de las fuentes energéticas. En España, uno de los países que más han apostado a este desarrollo, se producen aproximadamente 10.000 Mw por este medio, constituyendo un 10 % del total de la energía producida en ese país (www.elEconomista.es).

En definitiva, el desafío para cada uno de nosotros, será reemplazar en un futuro próximo las energías convencionales por estas renovables, y más limpias.

Remediación de la contaminación con hidrocarburos



foto: Danilo Mahiani

Arbusto cubierto por un "spray" de hidrocarburos, producto de un derrame de petróleo.

La biorremediación surge como una rama de la biotecnología, que busca resolver los problemas de contaminación, mediante el uso de seres vivos (microorganismos y plantas)

Derrame de petróleo sobre camino auxiliar.



Urb. B. Bus

Cuando la contaminación ya se ha producido, es necesario restaurar el ecosistema contaminado, para lo que se pueden utilizar diversas estrategias. En los últimos años se ha desarrollado una rama de la ingeniería llamada "Ingeniería de la Remediación", surgida de la necesidad de desarrollar técnicas y tecnologías para la recuperación ambiental, de sitios degradados por la actividad humana.

Actualmente esta disciplina sigue en constante evolución, a la luz de normativas ambientales, esfuerzos de investigación, actividades de las diferentes ONG, organismos gubernamentales, entre otros.

Como hemos venido desarrollando a lo largo de esta publicación, el crecimiento de la población y el avance de las actividades industriales a partir del siglo XIX, trajeron aparejados serios problemas de contaminación ambiental. Desde entonces, los países generan más desperdicios, muchos de ellos no biodegradables o que se degradan muy lentamente en la naturaleza, lo que provoca una acumulación en el ambiente sin tener un destino seguro o un tratamiento adecuado.

Es así como en lugares donde no existe control sobre la emisión y el tratamiento de los desechos, es factible encontrar una amplia gama de contaminantes.

Habitualmente, los casos de contaminación que reciben mayor atención en la prensa, son los derrames de petróleo. Pero, en el mundo constantemente están sucediendo acontecimientos de impacto negativo sobre el medio ambiente, incluso en el entorno directo, generados por un gran abanico de agentes contaminantes que son liberados al ambiente.

En las últimas décadas, entre las técnicas empleadas para contrarrestar los efectos de los contaminantes, se comenzó a utilizar una práctica llamada biorremediación. El término fue acuñado a principios de la década de los '80, y proviene del concepto de remediación, que hace referencia a la aplicación de estrategias físico-químicas para evitar el daño y la contaminación en suelos. Los científicos se dieron cuenta que era posible aplicar estrategias de remediación que fuesen biológicas, basadas esencialmente en la capacidad de los microorganismos de degradar en forma natural ciertos compuestos contaminantes.

La biorremediación surge como una rama de la biotecnología, que busca resolver los problemas de contaminación, mediante el uso de seres vivos (microorganismos y plantas), capaces de degradar compuestos que provocan desequilibrio en el medio ambiente, ya sea suelo, sedimento, fango o mar.

Los contaminantes no degradables

Son aquellos materiales que no se descomponen, o que lo hacen muy lentamente en el medio natural. Es decir, que los procesos de tratamientos naturales que degradan estas sustancias, no pueden nivelarse con la tasa de productos elaborados por el hombre que entran al ambiente. Se incluyen en esta clase de contaminantes, las latas de aluminio, algunos detergentes, plásticos, vidrios, y algunos metales pesados como el plomo, el mercurio y el cadmio, entre otros.

Los contaminantes biodegradables

Son aquellos para los cuales existen mecanismos eficientes de tratamiento natural, es decir que la naturaleza por sí misma los descompone, dispersa o recicla rápidamente. Se incluyen en esta categoría la mayoría de los compuestos orgánicos naturales. Además existen compuestos sintéticos que pueden ser degradados naturalmente por organismos que están en el ambiente. Sin embargo, su composición química hace que el ritmo de degradación natural sea demasiado lento en comparación con el ritmo de acumulación en el ambiente, por lo que podrían considerarse no biodegradables.

Derrame en puente de producción
de un pozo petrolero.



Foto: Darío Mariani



Foto: Steven Bues

Limpieza manual de un derrame de petróleo
en zona de arbustos nativos.

Derrame de petróleo en tanque provisorio
de ensayo de un pozo nuevo.



Foto: Darío Mariani

Tipos de biorremediación

En los procesos de biorremediación, se emplean mezclas de ciertos microorganismos o plantas, capaces de degradar o acumular sustancias contaminantes, tales como metales pesados y compuestos orgánicos derivados de petróleo o sintéticos.

Básicamente, los procesos de biorremediación pueden ser de tres tipos:

- enzimática
- microbiana
- fitorremediación

Degradación enzimática

Este tipo de degradación consiste en el empleo de enzimas en el sitio contaminado con el fin de degradar las sustancias nocivas. Las enzimas son verdaderos aceleradores de las reacciones de degradación, de naturaleza proteica, y se obtienen en cantidades industriales a partir de microorganismos (bacterias y hongos) que las producen naturalmente, o por microorganismos modificados genéticamente que son comercializados por las empresas biotecnológicas.

Por ejemplo, existe un amplio número de industrias de procesamiento de alimentos que producen residuos que necesariamente deben ser posteriormente tratados. En estos casos, se aplican grupos de enzimas que rompen polímeros complejos para luego terminar de degradarlos con el uso de microorganismos. Un ejemplo lo constituyen las enzimas lipasas (que degradan lípidos), que se usan junto a cultivos bacterianos, para eliminar los depósitos de grasa de las paredes de las tuberías que transportan los efluentes.

Remoción manual
de suelo contaminado
con hidrocarburos.



Foto: Cristian Buis

Remediación microbiana

En este tipo de remediación se usan microorganismos directamente en el foco de la contaminación. Los microorganismos utilizados en biorremediación pueden ser los ya existentes (autóctonos), en el sitio contaminado o pueden provenir de otros ecosistemas, en cuyo caso deben ser agregados o inoculados.

La gran diversidad de microorganismos existentes ofrece muchos recursos para limpiar el medio ambiente y, en la actualidad, esta área está siendo objeto de intensa investigación.

Existen, por ejemplo, bacterias y hongos que pueden degradar con relativa facilidad petróleo y sus derivados, benceno, tolueno, acetona, pesticidas, herbicidas, éteres, alcoholes simples, entre otros. Los metales pesados como uranio, cadmio y mercurio no son biodegradables, pero las bacterias pueden concentrarlos de tal manera de aislarlos, para que sean eliminados más fácilmente.

Remediación con plantas (fitorremediación)

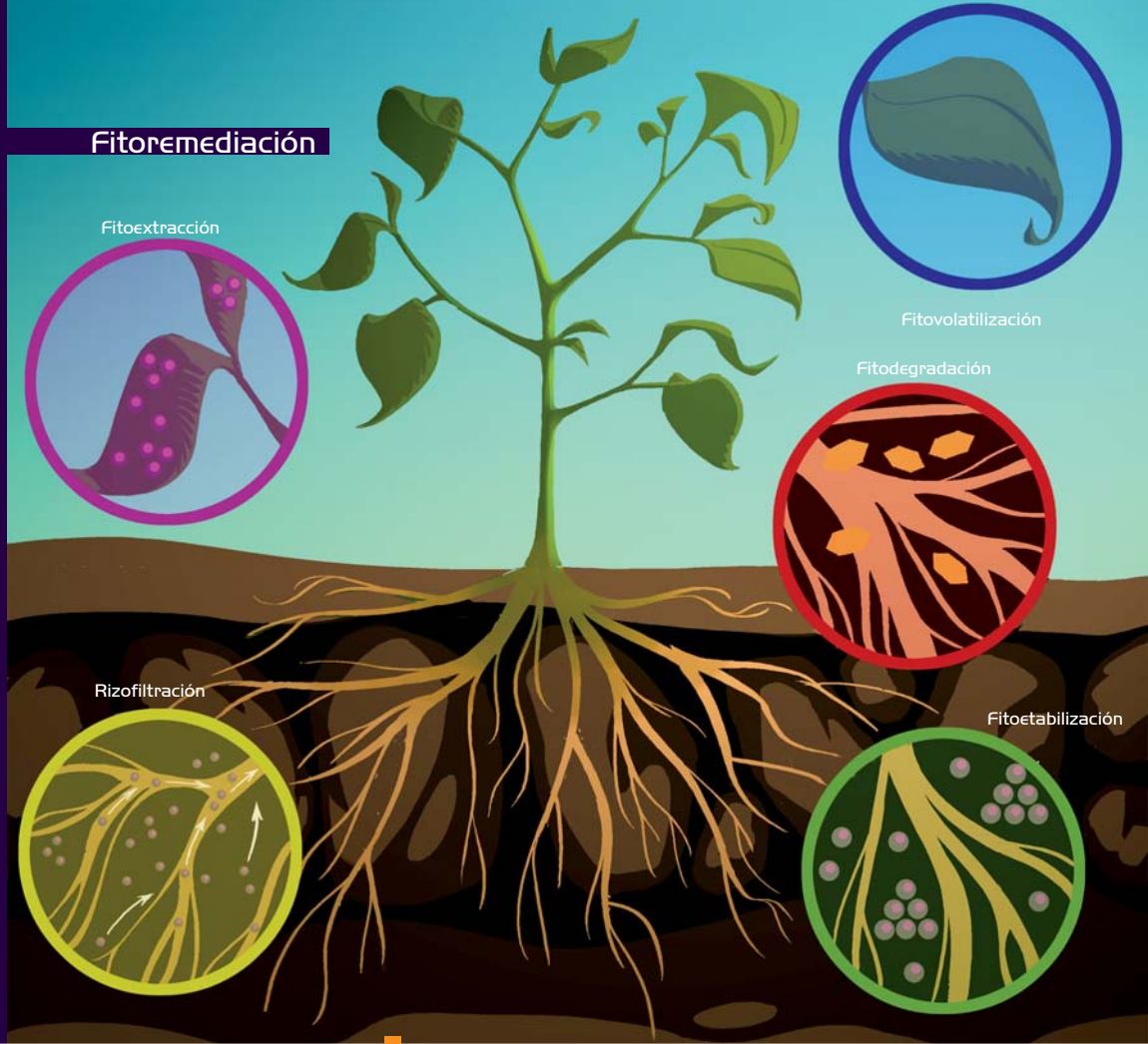
La fitorremediación es el uso de plantas para limpiar ambientes contaminados. Aunque se encuentra en desarrollo, constituye una estrategia muy interesante, debido a la capacidad que tienen algunas especies vegetales de absorber, acumular y/o tolerar altas concentraciones de contaminantes como metales pesados, compuestos orgánicos y radioactivos.

Se conocen alrededor de 400 especies de plantas con capacidad para hiperacumular selectivamente alguna sustancia. En la mayoría de los casos, no se trata de especies raras, sino de cultivos conocidos. Así, el girasol (*Helianthus Annuus*) es capaz de absorber en grandes cantidades el uranio depositado en el suelo. Los álamos (género *Populus*) absorben selectivamente níquel, cadmio y zinc. También la pequeña planta *Arabidopsis thaliana* de gran utilidad para los biólogos es capaz de hiperacumular cobre y zinc. Otras



Solución conteniendo bacterias para la biorremediación.

Fitoremediación



Absorción del contaminante por la planta.

Hojas de Alfalfa (*Medicago Sativa*), una de las especies fitoremediadoras.



plantas comunes que se han ensayado con éxito, como posibles especies fitoremediadoras en el futuro inmediato son la alfalfa, la mostaza, el tomate, la calabaza, el esparto, el sauce y el bambú. Incluso existen especies vegetales capaces de eliminar la alta salinidad del suelo, gracias a su capacidad para acumular el cloruro de sodio.

En general, hay plantas que convierten los productos que extraen del suelo a componentes inocuos, o volátiles. Pero cuando se plantea realizar un esquema de fitoremediación de un cuerpo de agua, o un área de tierra contaminada, se siembra la planta con capacidad (natural o adquirida por ingeniería genética) de extraer el contaminante particular, y luego de un periodo de tiempo determinado, se cosecha la biomasa y se incinera o se le da otro curso dependiendo del contaminante. De esta forma, los contaminantes acumulados en las plantas, no se transmiten a través de las redes alimentarias a otros organismos.

Es importante aclarar que la utilización de plantas en los procesos de fitoremediación, deben ser planificados y controlados. De esta forma, los productos contaminantes que ellas acumulan, se transforman en sustancias no nocivas que vuelven al ambiente, o se acumulan en las plantas que se desechan, de forma tal que no pasan a la cadena alimentaria y, en consecuencia, no perjudican a otros organismos que puedan alimentarse de estos vegetales.



Foto: Dario Mamiani

Celdas de Tratamiento

En el caso de la remediación microbiana, los microorganismos no actúan "intencionalmente" en beneficio del hombre, sino que incorporan las sustancias del entorno como el resto de los seres vivos, lo que les permite nutrirse y sobrevivir. La utilidad de los microorganismos, es producto del aprovechamiento que el hombre hace de ellos en beneficio propio. Incluso cuando las bacterias se transforman mediante técnicas de ingeniería genética para que actúen como descontaminantes o para emplear las enzimas que producen con ese fin, las bacterias no hacen más que cumplir con sus funciones vitales. Lo mismo ocurre con las plantas que pueden incorporar productos contaminantes y convertirlos en productos inocuos.

Posibles especies fitorremediadoras en el futuro inmediato son la alfalfa, la mostaza, el tomate, la calabaza, el esparto, el sauce y el bambú.



Foto: Dario Mamiani

Carga de microorganismos en camión tanque.

Remediación de suelos contaminados en la zona petrolera pampeana.



Foto Darío Maniani

1

Traslado de los suelos contaminados con hidrocarburos desde el repositorio donde son almacenados en forma provisoria.



Foto Darío Maniani

2

Disposición del suelo contaminado en el terreno donde va a ser tratado por biorremediación.



Foto Darío Maniani

5

Carga y dilución de la solución conteniendo microorganismos en el camión tanque que va a esparcirlos sobre el suelo contaminado.



Foto Cristian Buss

6

Riego de la solución conteniendo microorganismos, y mezcla con el suelo contaminado con hidrocarburos.

En nuestra provincia, desde el año 2006 a la actualidad se han tratado alrededor de 30.000 metros cúbicos de suelos contaminados a través de la metodología de biorremediación.



Foto Darío Mariani

3

Riego con la solución de microorganismos
y mezcla del contenido de las
celdas de tratamiento.



Foto Darío Mariani

4

Aspecto del suelo al inicio del tratamiento.



Foto Darío Mariani

7

Aspecto del suelo luego
de tres meses de tratamiento.



Foto Dario Mariani

Repositorio de suelos contaminados

En la actividad petrolera desarrollada en la provincia, como en toda actividad industrial que se lleva adelante en un territorio extenso, se producen incidentes que afectan la superficie del suelo, y a veces también a la vegetación próxima. Generalmente consisten en derrames de petróleo, de agua salada, o más corrientemente de una mezcla de ambos.

Cuando un derrame de petróleo se produce en territorio pampeano, por más pequeño que sea, la empresa responsable, es decir, quien tiene a cargo la explotación del área, debe comunicarlo a la Autoridad de Aplicación de la Ley Ambiental Provincial que es la Subsecretaría de Ecología.

Conocida la situación, la empresa toma inmediatamente las medidas conducentes al aislamiento del lugar, para evitar los efectos adversos relacionados con la dispersión de las sustancias contaminantes, como por ejemplo la afectación a las napas de agua subyacentes.

Posteriormente, el suelo contaminado es transportado a un lugar confinado donde se deposita en condiciones de seguridad, hasta que se procede a su descontaminación. Al mismo tiempo, si ha resultado afectada la flora circundante, se realizan lavados de la misma con soluciones de algún tensioactivo apropiado, que facilite su eliminación de la superficie de los vegetales.

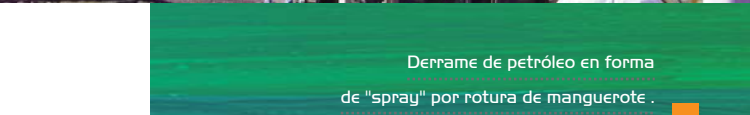
Desde hace algunos años, la biorremediación es el procedimiento que utiliza la provincia de La Pampa para el tratamiento de suelos contaminados. Esta metodología brinda soluciones de fondo a los problemas de contaminación causados por la actividad petrolera, ya que emplea microorganismos que se alimentan de los componentes del petróleo, transformándolo finalmente en dióxido de carbono y agua, en un período que oscila entre tres y quince meses aproximadamente.



Instalaciones luego de un incendio.



Foto Cristian Bluss



Derrame de petróleo en forma de "spray" por rotura de manguerote .

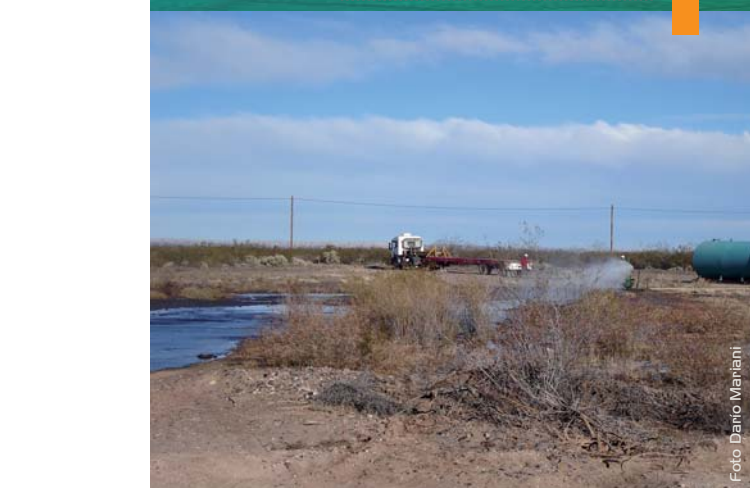


Foto Dario Mariani

La operación consiste en mezclar bien el suelo contaminado, y regarlo primeramente con una suspensión acuosa de estas bacterias, tarea que puede efectuarse con un camión regador y una máquina motoniveladora. Este proceso se repite periódicamente, hasta que el suelo acuse un contenido de hidrocarburos totales de petróleo inferior al 2 %. Por debajo de este nivel, se considera que las bacterias que contiene normalmente el suelo, pueden descontaminar sin ayuda la pequeña cantidad de hidrocarburos que ha quedado sin descomponer, y luego del correspondiente análisis, se declara liberado ese suelo para otros usos.

Además de las tareas de remediación efectuadas ante este tipo de incidentes, la Subsecretaría de Ecología controla periódicamente la calidad de las aguas subterráneas de la zona petrolera, para observar y prevenir posibles contaminaciones con petróleo o agua salada. Hasta el momento no se han registrado contaminaciones de este tipo, gracias al accionar de los técnicos del organismo, que se abocan diariamente a la tarea preventiva de todo tipo de acciones que puedan causar daño al ambiente.

En síntesis, se trabaja para generar una mayor conciencia ecológica buscando fomentar en cada uno de nosotros, un comportamiento amigable con el medioambiente, para que todos podamos tener una mejor calidad de vida. Uno de los principales desafíos que se ha propuesto la Subsecretaría de Ecología es precisamente extender esa toma de conciencia a todos los pampeanos.



Foto Darío Mariani

Celda de tratamiento ya homogeneizada y regada con la solución de bacterias.



Foto Darío Mariani

Muestras de hidrocarburos

Celdas de tratamiento antes del proceso.



Foto Darío Mariani

Fuentes Consultadas

Diario La Arena, 28 de Mayo de 2009.
Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG), 2001,
"El abecé del Petróleo y del Gas".
La Mañana de Neuquén, 13 de Octubre de 2009.
PAMPETROL, 2008. "Manual Teórico de Inspecciones".

Sitios Web:

www.clarin.com.ar (10-12-2005)

www.energia.gov.ar

www.lapampa.gov.ar

www.iae.org.ar

www.cnea.gov.ar

www.elEconomista.es

www.porquebiotecnologia.com.ar

El Cuaderno, Edición Nº 36, 2006.

www.eco2site.com

Agradecimientos

PAMPETROL SAPEM

Sr. Cristian Buss

Lic. Hugo Correa

Inspección de Hidrocarburos
de la Provincia de La Pampa.

Subsecretaría de Hidrocarburos
y Minería.



La Subsecretaría de Ecología tiene por objetivo organizar, coordinar y fiscalizar la política integral de planificación, ordenamiento y protección ambiental, que regule las actividades degradantes del ambiente, tales como las que en forma directa o indirecta contaminen o deterioren el aire, el agua, el suelo, o incidan sobre la flora y la fauna.

Intervenir en coordinación con los organismos provinciales competentes en cuestiones referidas a la evaluación, manejo, conservación y utilización racional de los recursos naturales, tendientes a lograr el aprovechamiento sustentable de los mismos, la conservación de la flora y fauna silvestres, el mejoramiento del ambiente y la calidad de vida de la población.

Preservar, proteger y administrar las áreas declaradas reservas, parques provinciales y cualquier otro espacio sujeto a un régimen legal, en beneficio del equilibrio ecológico y la protección de la biodiversidad.

www.ecologialapampa.gov.ar

Avda. Luro 700- Santa Rosa- La Pampa.

Tel: (02954) 428006.

E-mail: ecopam@lapampa.gov.ar



SUBSECRETARÍA DE ECOLOGÍA

