

Atterriamo con l'elicottero nel deserto. Il caldo è torrido. Arrivano gli ultimi strumenti con cui esplorare il sottosuolo. Poiché solo in casi particolari otteniamo dai rilievi sismici indicazioni precise sull'esistenza di un giacimento, utilizzeremo diverse tecniche integrate tra loro, per cercare le trappole in cui si possono essere accumulati gli idrocarburi.

Le ricerche geologiche ci forniranno dati sulle rocce sedimentarie, le sole in cui si possono formare e intrappolare idrocarburi. Le ricerche geofisiche ci indicheranno la presenza di trappole. Su scala regionale analizzeremo le anomalie del campo magnetico (magnetometria) e dell'attrazione di gravità (gravimetria); per avere dati più precisi studieremo il sottosuolo con la sismica a riflessione. Valutate le potenziali riserve di idrocarburi contenute nelle trappole e le probabilità di successo, potremo ubicare e perforare il pozzo esplorativo. Solo allora sapremo se abbiamo trovato un nuovo giacimento.



ANALISI GEOLOGICHE

La **fotogeologia**, con foto aeree o da satellite, fornisce una mappa delle rocce di superficie e permette lo studio geologico dell'area.

La **geochimica** descrive le caratteristiche fisico-chimiche delle rocce madri.

La **micropaleontologia** studia i microfossili presenti nelle rocce e permette di risalire all'età di deposizione delle rocce.

La **petrografia** studia le rocce per determinare composizione, caratteristiche e ambiente di deposizione.

SISMICA A RIFLESSIONE

E' la tecnica di analisi geofisica più usata. Fornisce **le informazioni più dettagliate**. Nel sottosuolo vengono inviate **onde sismiche** che **si propagano** in profondità attraverso gli strati di roccia e ritornano poi in superficie dove sono registrate dai geofoni.



Sismica a riflessione (1)

Le onde sismiche sono generate, a terra, da masse vibranti o da piccole cariche di esplosivo (solo nelle zone disabitate), e, in mare, dall'espansione rapida di aria compressa.

Sismica a riflessione (3)

I **geofoni** sono sensori che sentono le **vibrazioni** del suolo o dell'acqua. I tempi di arrivo delle riflessioni vengono registrati lungo una linea o in un'area, spostando progressivamente vibratore e geofoni.



Il **costo di ricerca** su un'area di 1 000 km² può variare da 1,5 milioni di dollari (in mare) a 9 milioni di dollari (a terra).

Sismica a riflessione (2)

Le superfici di contatto tra rocce con diversa densità e quindi diversa velocità di propagazione, si comportano come specchi che **riflettono** verso la superficie le **onde sismiche** (elastiche).

ANALISI DEI TRACCIATI

I geofoni raccolgono ogni genere di segnale, riflessioni, interferenze. Con l'aiuto dei computer le registrazioni delle analisi vengono ripulite e convertite in **sezioni sismiche** che mostrano l'andamento strutturale degli strati di roccia fino a oltre 8000 metri di profondità. Interpretando **linee sismiche** affiancate o volumi, si può ottenere una **mappa** strutturale del sottosuolo.

VALUTARE I RISULTATI

I giacimenti di idrocarburi si possono trovare solo nei **bacini sedimentari**, in **trappole** in cui rocce porose e permeabili forniscono il reservoir (giacimento), e rocce impermeabili, la copertura. Con le ricerche si individuano le trappole, ma normalmente non si può sapere se contengono anche idrocarburi. A causa di questa incertezza, circa il 70% dei pozzi esplorativi risulta sterile.

CONSEGNE

- Analizza l'immagine centrale e i testi sulla sismica a riflessione, poi spiega questa tecnica con parole tue in pochi minuti.
- Individua e sottolinea le sei parole-chiave di questa pagina. Quindi scrivi una loro breve definizione in una sola riga.

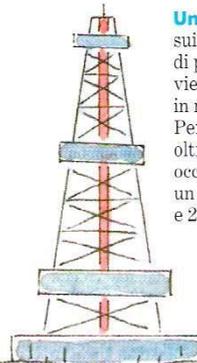
LA PERFORAZIONE

18

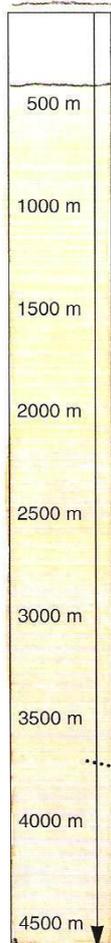
Siamo un gruppo di tecnici al lavoro in un pozzo esplorativo. Abbiamo già perforato un chilometro di roccia sedimentaria. Lo scalpello funziona come una punta di trapano: ruota e sbriciola roccia giorno e notte. Da due giorni la roccia è più dura e utilizziamo uno scalpello con punte al carbonio, in pratica diamanti artificiali. Oggi abbiamo fatto nuove analisi sugli ultimi strati di roccia perforati. Domani faremo un nuovo carotaggio. Dovremo sostituire lo scalpello con una punta adatta per prelevare dal fondo del pozzo un cilindro di roccia. Esaminandone le caratteristiche vedremo se vi sono idrocarburi: una prova di produzione dirà poi quanti e di che qualità. Tutti sperano di trovare un buon giacimento che ripaghi gli alti costi di questa impresa, come tre anni fa con quel pozzo nel deserto sceso a 5000 metri. Dopo mesi ... finalmente il petrolio. E quanto. E che festa!

IL POZZO ESPLORATIVO

Perforare un pozzo è un'operazione complessa e costosa. Il meccanismo di base è però semplice: uno **scalpello ruotante** perfora la roccia e scende sempre più in profondità. Il movimento è trasmesso da **aste cave**, aggiunte via via che lo scalpello avanza e azionate in superficie da una piastra rotante.



Un pozzo sui 1.000 metri di profondità viene realizzato in meno di un mese. Per profondità oltre i 5.000 metri occorrono anche un anno di **lavoro** e 20 milioni di **dollari**



LO SCALPELLO

È un utensile con tre **rulli conici dentati** realizzati con materiali durissimi. Viene fissato all'estremità inferiore delle aste di perforazione. **Frantuma la roccia** grazie al suo peso e alla rotazione delle aste.

IL FANGO

Nel pozzo circola una corrente di fango in pressione che lubrifica e raffredda lo scalpello, e trasporta in superficie i detriti di roccia frantumata. L'esame dei detriti fornisce informazioni sugli strati di roccia perforati. Il fango che fuoriesce dal pozzo viene continuamente filtrato, depurato

e riutilizzato. Per esigenze di perforazione (diverso tipo di roccia, velocità dello scalpello), talvolta il fango viene sostituito con un altro di diverse caratteristiche. Il fango "vecchio" e i prodotti della separazione vengono trattati e resi inerti (non contaminanti) prima di essere smaltiti in apposite discariche.

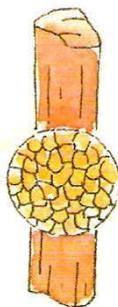
IL RIVESTIMENTO

Il diametro del foro passa dai 70 cm iniziali a 10 cm circa. Dopo i carotaggi il foro viene rivestito con **tubi di acciaio** cementati alla roccia, che lo isolano e impediscono frane o fughe di idrocarburi.



I CAROTAGGI

Durante la perforazione del pozzo si prelevano, quando richiesto, dei lunghi **cilindri di roccia** (carote). Il carotaggio rallenta i tempi di perforazione, ma permette osservazioni più accurate rispetto a quelle fatte analizzando i detriti. Inoltre in tutto il foro vengono eseguite, attraverso **sonde dotate di sensori**, delle **registrazioni elettriche e radioattive** (log) per rilevare la presenza e le caratteristiche dei fluidi (petrolio, gas, acqua) contenuti nei diversi strati di rocce.



LE PROVE DI PRODUZIONE

Anche se si è trovato il petrolio e il gas, non si può essere certi che si tratti di un vero giacimento. Così dal pozzo si fanno uscire limitate quantità di idrocarburi per accertarne la **qualità**. Occorre anche valutare la **quantità**

estraibile, e se essa sia sufficiente per ripagare il costo delle attrezzature e della perforazione dei pozzi necessari per estrarre gli idrocarburi (produzione). Si perforano altri pozzi (detti di "delimitazione") per valutare le dimensioni del giacimento,

CONSEGNE

- Spiega a voce, in pochi minuti, la successione di attività da svolgere per realizzare un pozzo esplorativo.
- Sottolinea tutte le notizie relative alle analisi che vengono fatte sui campioni di roccia prelevati durante la perforazione.

Sei arrivato in elicottero sulla piattaforma. Da una settimana nel Mare del Nord, il tempo è pessimo e la nave coi rifornimenti non può lasciare il porto norvegese. Le onde superano i dieci metri, ma la piattaforma è a trenta metri e quassù si opera senza badare al clima. Il personale del primo turno ha finito il lavoro e ora va in mensa; poi il meritato riposo e un buon film in sala cinema.

Quando si perforava il pozzo qui eravamo 100 persone; ora siamo solo in venti, con turni ogni due settimane.

La produzione di petrolio deve essere continua, per cui vi è sempre qualcuno che lavora: chi in sala controllo, chi all'impianto d'estrazione, chi nella squadra di sommozzatori. Tutto deve funzionare per bene.

Ci rivediamo a terra fra quindici giorni!



ATTIVITÀ OFF-SHORE

Vi sono diversi tipi di piattaforme marine. Questa **piattaforma è fissa** sostenuta da tralici fissati al fondale con palificazioni. L'estrazione di petrolio da pozzi off-shore copre 1/5 della produzione mondiale, ma è destinata ad aumentare nei prossimi anni.

FIACCOLA

Il gas estratto viene utilizzato per produrre energia elettrica sulla piattaforma. Quello in eccesso, se non c'è un gasdotto, viene bruciato o reiniettato nel giacimento.

PRODUTTIVITÀ

Un buon pozzo produce qualche migliaio di **barili di petrolio** al giorno (500 - 1000 t al giorno) o qualche centinaio di migliaia di **metri cubi di gas**. La percentuale media del recupero è il **30%** per il **petrolio** liquido e il **90%** per il **gas** naturale. La vita media di un giacimento è di 20-30 anni.

POZZI DI PRODUZIONE

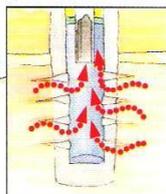
Una volta delimitata l'area del giacimento, se ci si trova in mare, i pozzi vengono perforati da un'unica piattaforma (da 12 a oltre 40). Sotto il fondo del mare vengono deviati in modo da raggiungere obiettivi molto distanti (dell'ordine di km) e quindi drenare in modo efficiente il giacimento. In superficie i pozzi sono distanti tra loro 2-2,5 m.

RISPETTO DELL'AMBIENTE

Tutti i rifiuti (fluidi e solidi) provenienti dal pozzo vengono collocati in appositi contenitori e successivamente smaltiti secondo le leggi vigenti per evitare di contaminare l'ambiente circostante.

STOCCAGGIO

Se la piattaforma non è collegata con un oleodotto alla terraferma, il petrolio viene pompato attraverso un condotto, fino alla **boa di carico** per la **petroliera**.



RISALITA

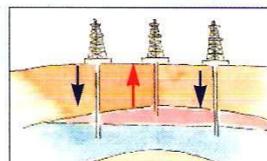
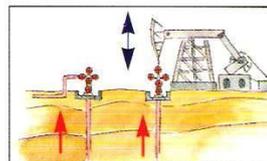
Nel pozzo in produzione il tubo d'acciaio viene **forato** all'altezza del giacimento. Così gli idrocarburi dalla roccia serbatoio entrano nel pozzo e raggiungono la superficie attraverso una condotta con **valvola** di regolazione.

IMPIANTI SOTTOMARINI

Se il fondale supera i 400 metri si realizzano impianti sottomarini in cui le teste dei pozzi e i comandi sono installati sul fondale.

RECUPERO PRIMARIO

Quando il pozzo mette in comunicazione il giacimento con la superficie esterna, il **petrolio risale spontaneamente** spinto dalla pressione dell'acqua e del gas. Ma via via questa spinta si riduce. **Non più del 30%** del petrolio può essere estratto in questo modo.



RECUPERO MIGLIORATO

Il petrolio estraibile aumenta del 10-15% se si mantiene alta la **pressione** nel giacimento: si inietta acqua, o il gas già estratto, attraverso dei pozzi laterali.

RECUPERO ASSISTITO

Il petrolio estraibile può aumentare ancora del 10-15% iniettando emulsioni o vapori o solventi che **"staccano" il petrolio dalla roccia**. Questi sistemi sono ancora sperimentali.

CONSEGNE

- A. Ricerca e sottolinea in blu tutti i dati relativi alle piattaforme off-shore, e in rosso le informazioni sull'estrazione del petrolio.
- B. Spiega con tue parole le diverse tecniche utilizzate per recuperare da un pozzo il maggior quantitativo di petrolio.

Spatavolta il tuo lavoro consiste nell'eseguire controlli tecnici e ambientali all'interno di questo Campo Petrolifero. Il Campo è in produzione da due anni, e si prevede che potrà produrre greggio per una ventina di anni ancora. Qui avviene il primo trattamento del greggio: si separa il petrolio dal gas, e si eliminano l'acqua, la sabbia, i sali, lo zolfo e tutte le altre impurità presenti.

Tutti gli impianti sono sotto controllo, per avere la massima garanzia che l'ambiente attorno sia ben protetto. Sono state installate molte protezioni automatiche e con l'aiuto dei computer puoi sorvegliare incessantemente il buon funzionamento di ogni fase del trattamento.

1 IL PETROLIO

Il greggio appena estratto dal sottosuolo non può essere immesso negli oleodotti prima di avere tolto alcune **impurità**. Il **petrolio** ha sempre del **gas** disciolto e spesso è miscelato ad **acqua**. Il gas, una volta separato dal petrolio, può essere immesso in un gasdotto o stoccato in un serbatoio.

3 ELIMINARE ACQUA E SALE

L'acqua mescolata al greggio in piccolissime gocce (emulsione) va eliminata con sostanze **disemulsionanti**. Il greggio subisce anche un processo di **dissalazione**, per eliminare i sali (specie cloruro di sodio) presenti nell'acqua.

4 ELIMINARE ZOLFO E ANIDRIDE CARBONICA

Quando il gas è acido occorre eliminare con sostanze assorbenti:

- l'**anidride carbonica** (CO_2), che diminuisce il potere calorifico del gas e corrode le tubazioni (decarbonatazione);
- l'**idrogeno solforato** (H_2S), una sostanza altamente corrosiva e tossica (desolfurazione). Anche il **petrolio**, normalmente, viene sottoposto a un trattamento di **desolfurazione**.

5 STOCCAGGIO

Nel campo petrolifero il greggio viene immagazzinato nei **serbatoi** di stoccaggio dotati di impianti di **raffreddamento** e **antincendio**. Ogni serbatoio ha un **bacino di contenimento** che, in caso di rottura raccoglie il greggio fuoriuscito.

1 IL GAS

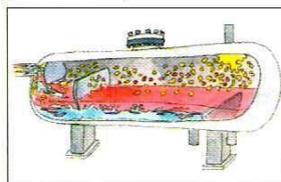
Il gas appena estratto da un giacimento non può essere subito immesso nei gasdotti perché contiene delle **impurità da eliminare**. Inoltre spesso è miscelato ad **acqua**.

3 ELIMINARE L'ACQUA

Nel gas si deve eliminare la **sabbia** e l'**acqua** contenuta. Raffreddandosi, l'acqua può determinare la formazione di cristalli di ghiaccio (idrati) che ostruiscono le tubazioni. L'acqua viene eliminata nel separatore, ma anche con trattamenti di **riscaldamento** e di **disidratazione**, che eliminano il vapore acqueo presente.

2 SEPARATORI

I **separatori** separano il petrolio dal gas naturale e dall'acqua salata, sfruttando la diversa densità dei tre fluidi. Spesso l'acqua estratta insieme agli idrocarburi viene di nuovo iniettata dentro il giacimento per tenerlo in pressione.

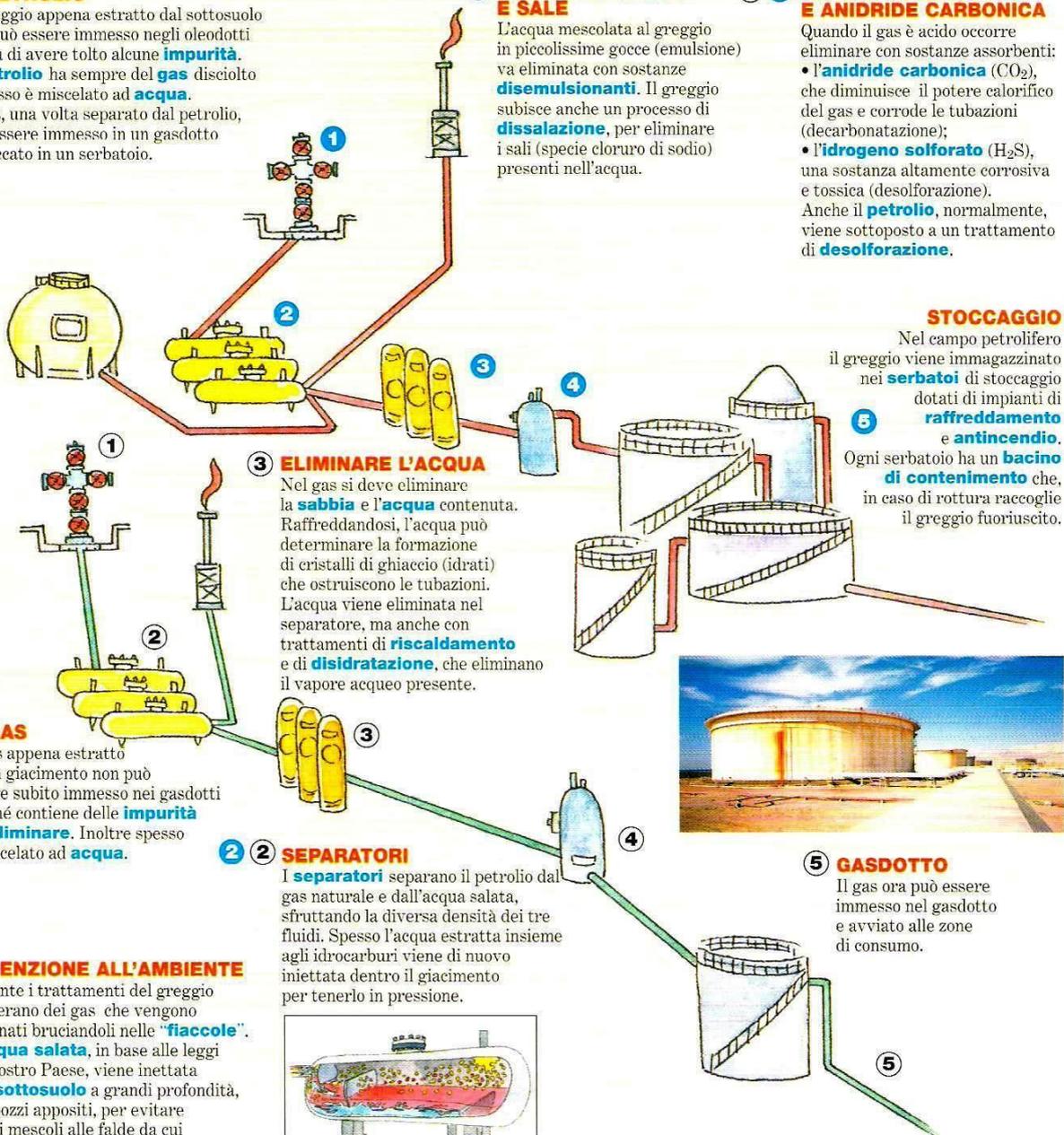


ATTENZIONE ALL'AMBIENTE

Durante i trattamenti del greggio si liberano dei gas che vengono eliminati bruciandoli nelle **"fiaccole"**. L'**acqua salata**, in base alle leggi del nostro Paese, viene iniettata **nel sottosuolo** a grandi profondità, con pozzi appositi, per evitare che si mescoli alle falde da cui viene estratta l'acqua per gli usi industriali, agricoli e civili.

CONSEGNE

- Elenca sul quaderno, in due colonne parallele, le fasi di trattamento di petrolio e gas, sintetizzando ogni fase in un titolo.
- Descrivi a voce i successivi interventi fatti sul petrolio e sul gas, esplicitando i trattamenti analoghi e differenti.



5 GASDOTTO

Il gas ora può essere immesso nel gasdotto e avviato alle zone di consumo.

Da ormai tre mesi il petrolio sgorga dai pozzi. Tutto funziona al meglio. Il controllo ambientale è accurato. Dal campo di produzione, dopo i primi trattamenti e lo stoccaggio nelle cisterne, inviamo il greggio alla destinazione finale: le raffinerie e le industrie petrolchimiche.

Il campo di produzione e le petroliere alla fonda nel porto sono collegati con tubazioni di 15 chilometri. Funziona a pieno ritmo anche un oleodotto con una portata di 5 tonnellate di greggio all'ora. Più a Nord abbiamo anche un pozzo di produzione gas. Una volta depurato, il gas va trasportato fino ai luoghi di utilizzo. E' stato costruito un gasdotto sottomarino per collegarci con la costa che abbiamo di fronte. Ma possiamo anche usare le navi metaniere. Prima, però, occorre liquefare il gas comprimendolo nei serbatoi.

GLI OLEODOTTI

Il trasporto del petrolio dal campo di produzione fino alle raffinerie e agli stabilimenti petrolchimici, avviene tramite oleodotti **interrati** o posti sui **fondali marini**.

Per controllare il funzionamento degli oleodotti si utilizzano dei **robot** (chiamati "maiali intelligenti") i quali, immessi nelle tubazioni, segnalano anomalie e guasti.



I GASDOTTI

Il gasdotto è il sistema **ottimale** per trasportare il gas naturale. In partenza il metano viene **compressato** per trasportarne maggiori quantità.

LIQUEFARE IL METANO

Per trasportare il gas a grandi distanze si usano speciali navi, dette **metaniere**. In questo caso occorre liquefare il gas con temperature molto basse (-168°) e mantenerlo liquido a pressioni elevate.

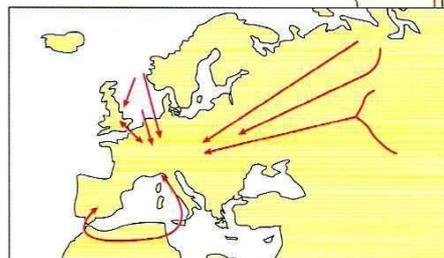
LE PETROLIERE

Per trasportare il petrolio a grandi distanze si usano **navi cisterna**, dette petroliere. Una petroliera, quando non trasporta petrolio, viaggia piena di acqua salata per poter galleggiare. Giunta a destinazione è ormeggiata a una **boa** di carico o di scarico collegata con tubi alla terraferma.



CONSEGNE

- Riconosci sull'immagine tutti i percorsi degli idrocarburi, poi segna in rosso le vie del petrolio e in verde le vie del gas.
- Spiega a voce in pochi minuti quali sono i modi migliori per trasportare petrolio e gas naturale dai pozzi alle destinazioni.



LA RETE MEDITERRANEA

L'Europa importa il 51,8% del gas e il 71,3% del petrolio consumato. Il metano arriva in Italia lungo **tre gasdotti**: dall'Olanda, dalla Russia e dall'Algeria. Il **Transmed** è il gasdotto che collega Algeria e Italia attraverso il Mediterraneo; attualmente è in fase di raddoppio. In **Italia** la rete di metanodotti si estende per 26.000 km.

LA DIFESA DELL'AMBIENTE

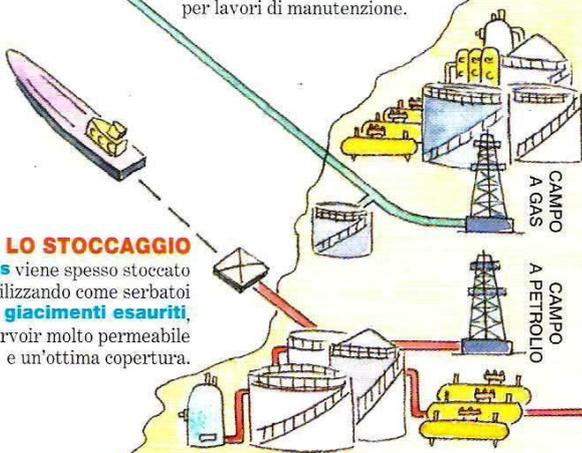
La difesa dell'ambiente è un problema prioritario. Oleodotti, metanodotti e petroliere sono dotati di sempre migliori **sistemi di sicurezza**.

In caso di **incidente**, con fuoriuscita di petrolio in mare, intervengono navi che isolano il greggio e poi lo **recuperano**. A terra, al termine degli scavi per la posa dell'oleodotto o del metanodotto, il **terreno** viene **ricollocato al suo posto** e restituito all'uso precedente.

Le paline gialle che vediamo in campagna indicano il tracciato del metanodotto a chi dovrà eseguire in seguito scavi per lavori di manutenzione.

LO STOCCAGGIO

Il gas viene spesso stoccato utilizzando come serbatoi **giacimenti esauriti**, con reservoir molto permeabile e un'ottima copertura.



Salve, sono ancora il petrolio. Greggio. Ormai sappiamo chi sono e da dove vengo. Ma, dove vado a finire? Direi ovunque; guardati in giro! Mi vedi? Essendo una miscela di tanti idrocarburi, per essere usato al meglio mi devo separare nei componenti leggerissimi (gas), leggeri (benzine, gasoli) e pesanti (oli combustibili). Per questo mi sottopongo, in una raffineria, a una distillazione frazionata.

I prodotti ottenuti vengono ulteriormente trattati e purificati per essere impiegati in tantissime attività produttive. Parte di me diventa carburante per vetture o aerei, combustibile per industrie, centrali termoelettriche, impianti di riscaldamento, cucine a gas... Ma sono anche la materia prima di un'ampia varietà di prodotti: plastiche, gomme, profumi, fertilizzanti, tessuti, vernici...

UN MONDO DI PETROLIO

I prodotti ricavati dal petrolio sono utilizzati nel campo **energetico** (combustibili) e **petrolchimico** (materia di base). Asfalti e bitumi sono usati per asfaltare strade o impermeabilizzare.



LA RAFFINERIA

Una raffineria è composta da **impianti** per lavorare gli idrocarburi, **una centrale termoelettrica**, per produrre vapore ed energia elettrica, **sale di controllo e comando** degli impianti.

LA SICUREZZA

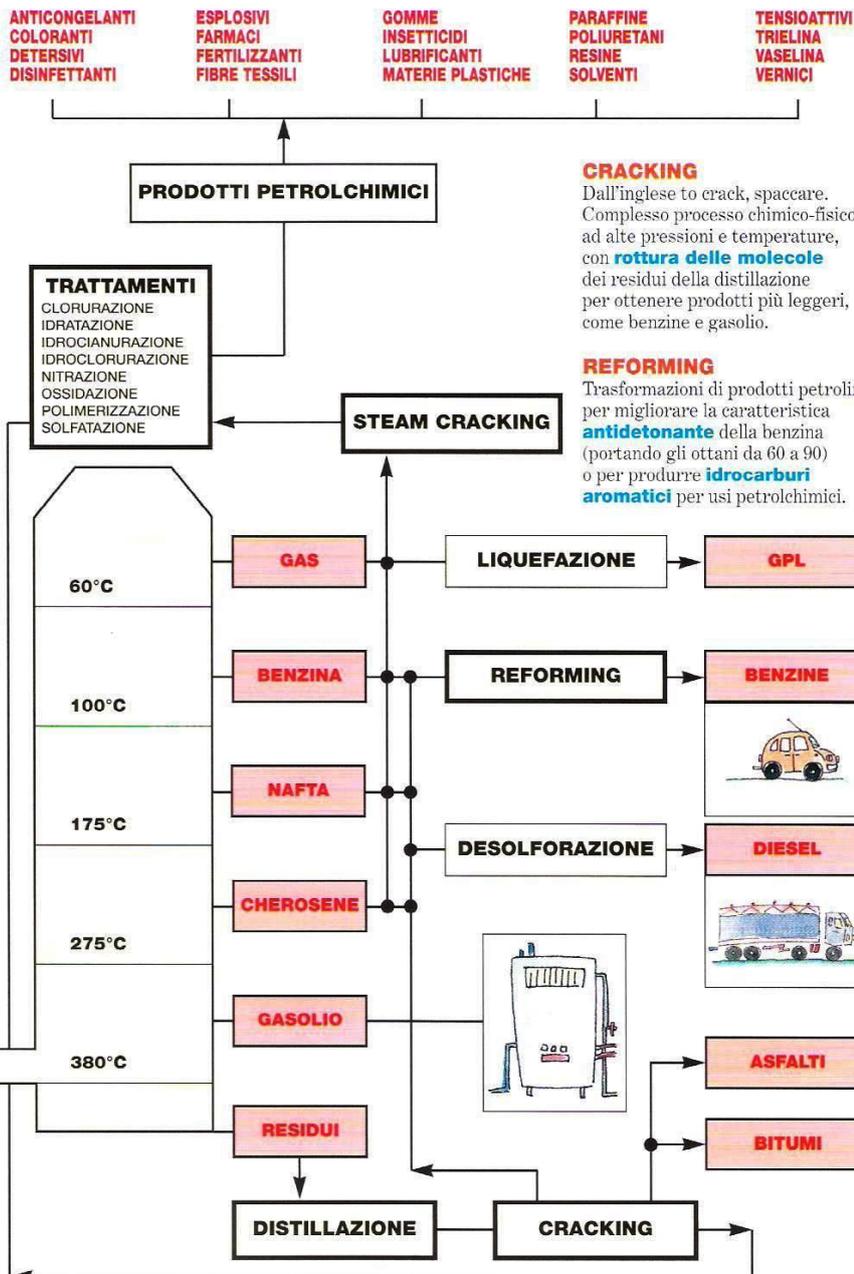
I prodotti petroliferi sono altamente infiammabili. Le raffinerie sono dotate di moderni impianti **antincendio** e di sicurezza.

DISTILLAZIONE FRAZIONATA

Il petrolio è un miscuglio di idrocarburi: dal gas metano ai solidi bituminosi. Per scomporlo nei suoi componenti lo **si scalda** a 380° e lo si immette nella colonna di distillazione frazionata. Qui, sfruttando il diverso punto di ebollizione, **si separano e si raccolgono** i sottoprodotti alle diverse altezze della colonna.

L'AMBIENTE

Speciali **depuratori** filtrano i gas delle combustioni nei grandi forni. **Tetti galleggianti** impediscono la fuoriuscita di prodotti volatili dai serbatoi. Le **acque** utilizzate nelle lavorazioni sono sempre **trattate** in uscita.



CRACKING

Dall'inglese to crack, spaccare. Complesso processo chimico-fisico, ad alte pressioni e temperature, con **rottura delle molecole** dei residui della distillazione per ottenere prodotti più leggeri, come benzine e gasolio.

REFORMING

Trasformazioni di prodotti petroliferi per migliorare la caratteristica **antidettonante** della benzina (portando gli ottani da 60 a 90) o per produrre **idrocarburi aromatici** per usi petrolchimici.

CONSEGNE

- Spiega a voce attraverso quali trattamenti si arriva ai seguenti prodotti: asfalti, GPL (gas di petrolio liquefatto), fibre tessili, vernici.
- Dopo avere svolto un'indagine con varie modalità, scrivi l'elenco dettagliato di prodotti derivati dal petrolio.