

IL PETROLIO



LEZIONE 1



Olio di pietra, dal latino *petra* e *oleum*, è un liquido denso, vischioso, dall'odore caratteristico e di colore variante da giallo-bruno a nerastro.

Il petrolio è costituito da una miscela di **idrocarburi** (composti chimici formati esclusivamente da una catena di atomi di carbonio ai quali sono legati atomi di idrogeno). In base alla quantità di atomi di carbonio presenti nella molecola, gli idrocarburi sono liquidi da 5 a 16 atomi di carbonio (olio), in proporzione molto minore, gassosi fino a 4 atomi (gas naturale) e solidi oltre 16 atomi (bitumi e asfalti).

Scopriamo come il petrolio si è formato e come scienza e tecnologia lavorano per trovare soluzioni al problema del previsto esaurimento delle sue riserve (Le sue riserve attuali, stimate attorno a 140 miliardi di tonnellate, 2/3 delle quali localizzate nel Medio Oriente, hanno una durata di circa 40 anni e si sono notevolmente accresciute rispetto al 1970).

Il petrolio è il principale combustibile fossile liquido ed ancora, la principale fonte di energia per tutto il pianeta (è stato denominato **oro nero** per la grande importanza che ha nella società sia nella produzione di energia e per la produzione di altri materiali: plastica, coloranti.). Con i suoi alti e bassi condiziona profondamente la nostra vita.

Infine, il potere calorifico del petrolio oscilla tra 10000 e 11000 kcal/kg.



Il **petrolio** accompagna la storia dell'uomo da secoli; la parola greca "**naphtha**" fu utilizzata inizialmente per indicare il fiammeggiare tipico delle emanazioni petrolifere. Lo usavano i babilonesi, i greci, i persiani, gli aztechi e i latini lo usavano per oliare le ruote dei carri, gli egiziani per fasciare le mummie.

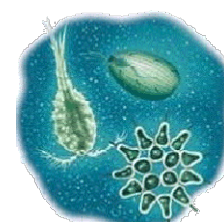
Ma, La moderna industria petrolifera è però nata in America, Il 27 agosto 1859 a Titusville (Pennsylvania), il pioniere nordamericano **Edwin Laurancine Drake**, (dopo mesi di ostinato lavoro) riuscì, con il **primo pozzo petrolifero** tubolare rivestito da tubazioni di acciaio profondo 20 m., a raggiungere una vena petrolifera e a ricavarne un getto della portata di 4 t. al giorno. Era il primo impianto capace di raggiungere il petrolio attraverso la perforazione controllata del terreno.



FORMAZIONE DEL PETROLIO (LA TRAPPOLA PETROLIFERA)

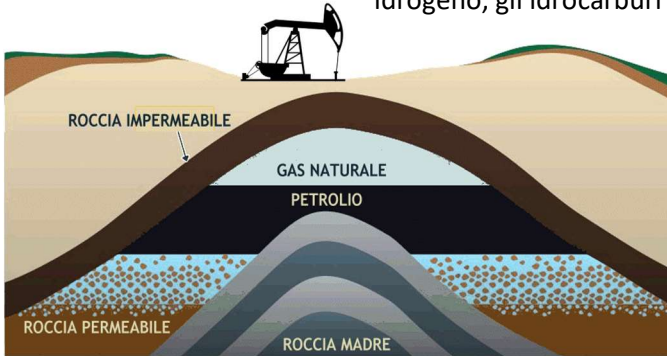
Gli **idrocarburi**, derivano dalla decomposizione in ambiente marino, al di sotto delle coperture sedimentarie, di **organismi animali** e **vegetali** il **plancton**: zooplankton (animale) e fitoplankton (vegetale), che cresce sui fondali oceanici, oppure, in misura minore, di organismi terrestri, poi trasportati in mare dai corsi d'acqua; ciò si verifica in determinate condizioni di temperatura e di pressione e in assenza di aria.

I resti della decomposizione si mescolano con le sabbie finissime e con il limo del fondo del mare, formando sedimenti ricchi di materiali organici (**sapropel** o fango putrefatto).

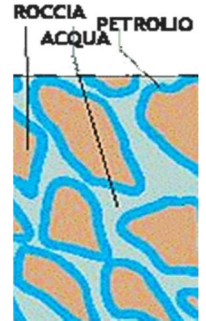




Il fenomeno ebbe inizio molti milioni di anni fa, quando esisteva un'abbondante fauna marina, e continua ancora oggi. I sedimenti depositati sul fondo degli oceani, sprofondano nel fondale marino; a mano a mano che altri sedimenti si accumulano, la pressione su quelli sottostanti aumenta considerevolmente e la temperatura si alza di diverse centinaia di gradi. Il fango e la sabbia si induriscono trasformandosi in argillite e arenaria, il carbonio precipita, le conchiglie si induriscono trasformandosi in calcare, mentre i resti degli organismi morti si trasformano in sostanze più semplici composte da carbonio e idrogeno, gli idrocarburi appunto, costituendo il petrolio greggio e il gas naturale.



Il petrolio ha densità minore dell'acqua salmastra che riempie gli interstizi dell'argillite (**roccia sedimentaria**), della sabbia e delle rocce di carbonati che costituiscono la crosta terrestre (**rocce permeabili**): **tende dunque a risalire** verso la superficie, passando dai microscopici pori dei più grossi sedimenti sovrastanti.



Frequentemente il petrolio e il gas

naturale incontrano uno strato di argillite (**rocce impermeabili**) o di **roccia più compatta**, che impedisce la salita: rimangono dunque bloccati e danno origine a un **giacimento** che viene detto "**trappola**".

Generalmente, la maggiore quantità del petrolio che si forma non incontra impedimenti, e risale lentamente verso la superficie terrestre o il fondale marino, creando giacimenti superficiali; questi giacimenti comprendono anche laghi bituminosi, e **gas naturale** che esce spontaneamente

LEZIONE 2



La Ricerca Petrolifera

I paesi più ricchi di petrolio, sono quelli del **medio oriente** (Iran, Arabia Saudita e Kuwait), le due Americhe, (USA, Messico, Venezuela in particolare, Africa Settentrionale, Algeria, Libia, Russia).

L'esplorazione petrolifera è indirizzata, verso **le aree** in cui si sono verificate le condizioni più favorevoli alla formazione e all'accumulo del petrolio.

Ancora oggi si basa principalmente sempre sul lavoro del **geologo** che deve esaminare la zona e effettuare gli opportuni rilevamenti, con il

progresso tecnologico e le strumentazioni che forniscono ottimi indizi e informazioni per una corretta valutazione finale della zona (tramite la **racers aerea con fotogrammetria** e **l'analisi di campioni di rocce o carote**).

I sistemi di analisi sfruttati sono:

a) Il rilevamento magnetometrico che sfrutta il **magnetismo terrestre**, e viene generalmente eseguito su regioni piuttosto ampie di territorio per rilevare le variazioni del campo magnetico dette anomalie magnetiche.

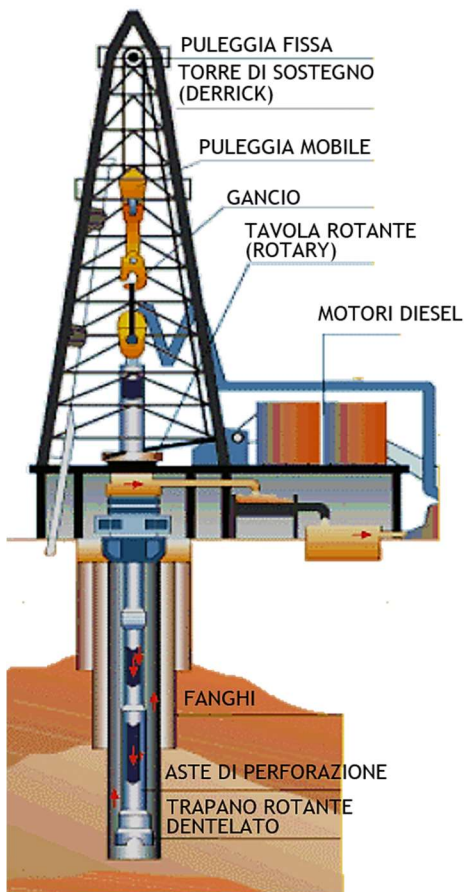
b) Il rilevamento gravimetrico che misura le **variazioni dell'accelerazione di gravità**, ossia le differenze di massa delle rocce nel sottosuolo.

Ma oggi la ricerca si basa **principalmente** sempre sul metodo più **preciso ed utilizzato che rimane:**

c) Il rilevamento sismico a riflessione, che permette di rilevare con alta precisione le caratteristiche e geometrie delle formazioni rocciose sottostanti la superficie terrestre utilizzando vari tipi di **onde sismiche** provocate da **esplosioni sotterranee** che vengono registrate da **geofoni**. L'esplorazione sismica avviene anche nelle zone sottomarine; le onde si propagano nel terreno o in acqua, venendo riflesse in modo diverso a seconda di ciò che incontrano.



ESTRAZIONE DEL PETROLIO



Le compagnie petrolifere, solo dopo che le ricerche hanno individuato la zona dove facilmente si può trovare il petrolio procedono con lo **scavo** di un **pozzo esplorativo**.

Solo un'escavazione su tre dà esito positivo.

Una volta localizzata la riserva di petrolio che si trova in **giacimenti sotterranei**; segue una fase di trivellazione per la creazione dei pozzi.

Un impianto di trivellazione è costituito da una **torre a traliccio di acciaio** alta fino a 40 Mt: la **torre di Derrick** (traduzioni in italiano: albero di carico, torre di sondaggio...).

Al centro della torre gira la **tavola rotante**, azionata da potenti **motori diesel**, che deve sostenere le **aste di perforazione**, con uno **scalpello rotante** (con il sistema Rotary), avvitato all'estremità delle aste ruota su se stesso posto all'estremità inferiore (**trivella**) che scava il terreno.

Così, quando la tavola rotante gira, trascina anche quest'asta, primo elemento di un gruppo di aste di acciaio avvitate l'una all'altra. Lo scalpello, è soggetto a logorarsi in breve tempo. Quando ciò accade si devono riportare tutte le aste alla superficie per sostituirlo.

All'interno delle aste è iniettato un **fango speciale**, che scende fino allo scalpello (**discendente**); poi risale (**ascendente**); all'interno dell'intercapedine tra aste e pareti del pozzo.

Quando la trivella raggiunge la trappola petrolifera, il **petrolio**, per effetto della **pressione** a cui è sottoposto risale lungo il pozzo rivestito da tubazioni di acciaio, e **affiora con violenza in superficie**.

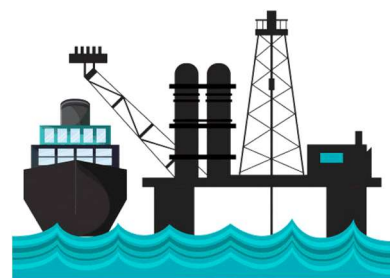
LA PIATTAFORMA PETROLIFERA *off-shore* (fuori costa)

Viene utilizzata, sia per l'esplorazione di aree marine, ove sono locati potenziali **giacimenti di idrocarburi** che, per la perforazione di pozzi petroliferi, nel caso sia stata provata l'esistenza del giacimento. Una volta terminato il pozzo, la **piattaforma** può essere usata per estrarre idrocarburi dallo stesso, oppure può essere spostata in un'altra località per eseguire una nuova perforazione.

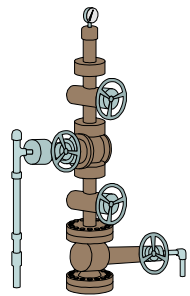
Se il giacimento di petrolio si trova in zone sottomarine, la perforazione avviene sistemando le **trivelle** e le **apparecchiature** su **piattaforme**, che possono essere:

1. **Appoggiate sul fondo** per mezzo di strutture metalliche (profondità non superiore a 10 m)
2. **Galleggianti** per profondità maggiori; piattaforme di questo tipo raggiungono profondità di oltre 6500 m sotto la superficie dell'oceano.

Ancorata al di sopra del giacimento, la piattaforma petrolifera galleggia sulla superficie del mare grazie a gigantesche basi piene d'aria. I pozzi in mare aperto contribuiscono alla produzione mondiale annua di petrolio superiore al 25% circa.



La coltivazione del giacimento Che vuol dire?



Un tempo si recuperava solo il petrolio che usciva dal sottosuolo **spontaneamente**, invece oggi si procede al **recupero secondario**, cioè **ripulire tutto il giacimento**.

Per permettere al pozzo di fornire petrolio a **flusso continuo** e a pressione non troppo elevata, si predispone un insieme di **tubi** in acciaio e **valvole** di regolarizzazione che per il loro aspetto prendono il nome di **“albero di natale”**.

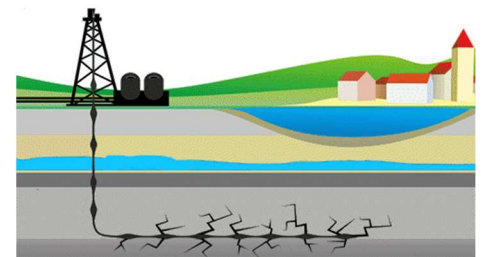
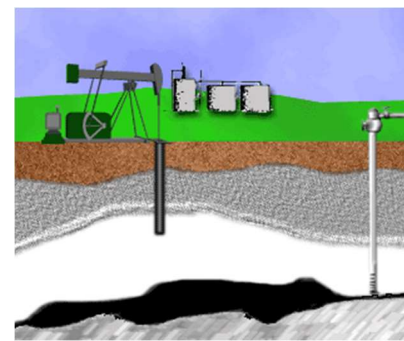
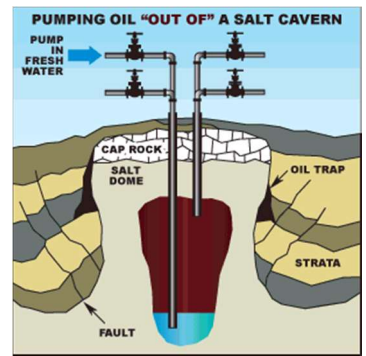
POMPAGGIO

Mano a mano che si estrae greggio dal giacimento, la pressione diminuisce, quindi la quantità di petrolio che sale in superficie si riduce; a questo punto per continuare l'estrazione è **necessario** ricorrere all'azione di una **pompa aspirante** mediante i sistemi di **gas injection** oppure di **water injection** che consistono nel **pompaggio** sotto terra di gas o acqua, allo scopo di **spingere verso l'alto** il greggio rimasto nella roccia spugnosa e ormai privo di pressione.

Il greggio estratto viene quindi stivato nei **serbatoi di**

raccolta e avviato mediante **oleodotti** alle raffinerie o ai depositi costieri.

ATTENZIONE: La nuova tecnica della fratturazione idraulica (fracking), utilizzata negli Stati Uniti e in Canada, per **estrarre** gas naturale e petrolio più facilmente dalle rocce presenti nel sottosuolo con l'utilizzo in di acqua in pressione per fratturare le rocce (shale gas) è piuttosto **controversa**. E' causa di preoccupazioni per i rischi di contaminazione chimica delle acque sotterranee e dell'aria e per la possibilità che ci sia una correlazione tra il **fracking** e il verificarsi di scosse di varia entità.



LEZIONE 2



Il trasporto del greggio il raffineria

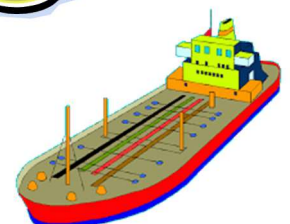
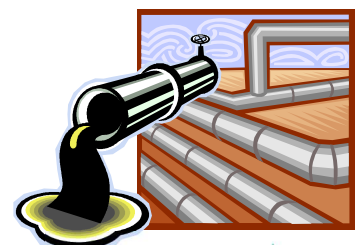
Il **petrolio greggio** estratto, **non può essere utilizzato così come viene estratto**, si deve **distillare** (raffinare) per essere trasformato nei prodotti comunemente usati deve essere innanzitutto trasportato nei luoghi dove sorgono gli impianti di distillazione (**le raffinerie**).

Il trasporto avviene tramite **oleodotti**, **autocisterne**, treni con **vagoni cisterna** e **navi cisterna** (petroliere). Tappe intermedie sono costituite da depositi portuali o costieri,

dotati di **serbatoi di stoccaggio**.

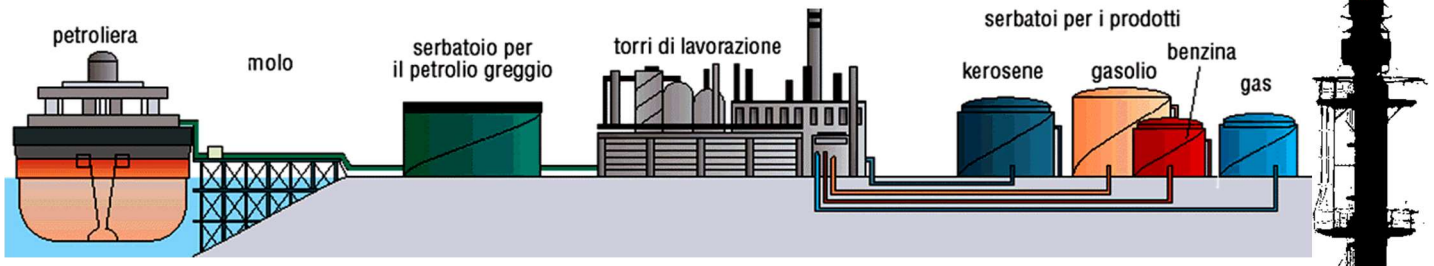
1. Per mezzo di oleodotti (pipe-line), lunghi segmenti di tubazioni (dal diametro variabile fino ad un metro), saldati l'uno all'altro attraverso i quali il greggio viene spinto a pressione. Possono essere **appoggiati al terreno**, oppure **interrati** o **sottomarini**, lunghe anche centinaia di chilometri poiché è necessario che l'oleodotto attraversi deserti, paludi, montagne, corsi d'acqua o zone densamente popolate, fino a raggiungere le coste dove il petrolio viene caricato sulle petroliere o direttamente a destinazione.

2. Per mezzo di navi cisterne, più comunemente chiamate **petroliere**, sono navi cisterna di **grande stazza** che provvedono a trasportare il greggio per migliaia di chilometri. Si calcola che in tutto il mondo, lavorando e trasportando petrolio, ne finiscano in mare 1.500.000 tonnellate all'anno.



Tutte le navi dovrebbero essere equipaggiate di sofisticati sistemi di **prevenzione degli incidenti** e di sistemi di ripulitura delle cisterne per permettere di raccogliere i residui e da un **doppio scafo metallico** a protezione del petrolio trasportato.

LA RAFFINERIA



Una **raffineria** è un impianto di trasformazione, in cui sono fabbricati **prodotti** commerciabili partendo dal **petrolio greggio**. Il petrolio deve, essere prima **raffinato** e poi trasformato per ottenere i prodotti derivati (sostanze gassose, liquide e semisolidi adatte a vari impieghi, principalmente come carburanti). **La raffineria di petrolio è un** impianto di grandi dimensioni diviso in tre blocchi distinti.

- a) **Cisterne per lo stoccaggio del greggio;**
- b) **Torri di distillazione per le diverse lavorazioni;**
- c) **Cisterne per lo stoccaggio dei prodotti.**

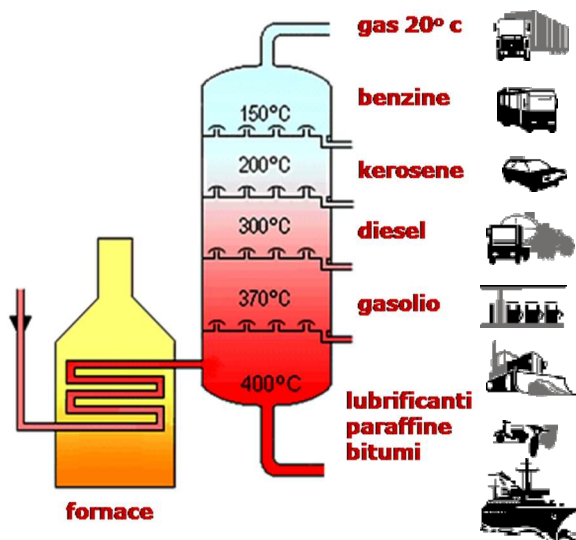
Queste tre parti sono collegate da **fasci di tubi** che permettono una lavorazione a ciclo continuo.



La distillazione frazionata del petrolio "Topping"

Il petrolio, **prima di poter essere lavorato**, viene fatto **decantare** e separato dall'acqua, dai sali e dalla sabbia che sono eventualmente presenti in sospensione (**dessalaggio**).

Per ottenere prodotti finiti dal petrolio, è necessario **separare** la **miscela di idrocarburi** contenuta nel greggio.



Il petrolio greggio viene introdotto in un **forno** e portato alla temperatura di circa **400°C** che cambia il suo stato fisico da **liquido** in **vapore**.

I vapori di petrolio entrano dalla parte inferiore della **colonna di frazionamento**, o **torre di raffinazione** (alta 40/ 50 m, larga 6,50).

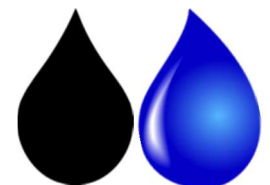
Nella torre di raffinazione i **gas riscaldati** a **350/400**, passano attraverso una serie di **piatti forati**, e **salendo, trovano temperature inferiori e si raffreddano**.

Ogni **sezione** fa condensare il **vapore** a temperature diverse. Più è alta la temperatura e più grande è la molecola di idrocarburo che può essere condensata.

Alle diverse temperature **si condensano**, ritornando allo **stato liquido**. Ricadendo si depositano sui piatti, dando così luogo alla separazione delle diverse frazioni **di idrocarburi**:

- 1) **Idrocarburi leggeri** - dai 20 ai 100 °C.
- 2) **Idrocarburi più semplici** - 50 - 220° C
- 3) **Idrocarburi medi** - 180 - 360° C -
- 4) **Oli pesanti** - oltre 360° C

La raffinazione prevede dapprima una semplice distillazione che **separa i componenti del petrolio grezzo** sfruttandone le caratteristiche chimico-fisiche, ottenendo così delle frazioni distinte dalle **più leggere alle più pesanti**:



1) **DISTILLATI LEGGERI:** I "gassosi" (idrogeno, metano, etano, butano, propano) detti **gas di raffineria** GPL, le benzine leggere e la **Virgin-nafta** (per fare le materie plastiche), sono distillati a temperature intorno a 200°. Impiegati come combustibili per automobili e per le materie plastiche.

2) **DISTILLATI INTERMEDI:** che comprendono:

a) **Il cherosene**, si ottiene dopo le gasolina e prima degli oli, distillato intorno ai 175-275 C°: è impiegato come combustibile per i motori a reazione degli aerei e per il riscaldamento delle case.

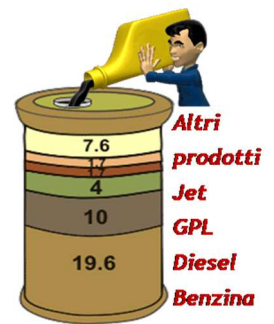
b) **Il gasolio** è impropriamente detto nafta. Distillati a temperature che vanno dai 250 ai 350 C° per motori diesel e per riscaldare le case.

c) **La nafta**, Si usava come combustibile per il riscaldamento. Ora invece è vietato dalla legge antismog, veniva usato come combustibile per motori Diesel e impianti speciali.

3) **DISTILLATI PESANTI:** si superano i 340 C°, oli pesanti che sono usati per produrre **oli lubrificanti, paraffine e bitumi**.

Dopo la distillazione frazionata (detta **primaria**), gli oli leggeri, vengono sottoposti a una **seconda distillazione**, dove subiscono i seguenti che consentono di produrre **benzine** con caratteristiche rispondenti alle **esigenze del mercato**, poiché solo le frazioni pesanti e i residui possono essere immessi sul mercato direttamente (i bitumi vengono utilizzati per fare l'asfalto).

Frazione	Temperatura	Utilizzo
Gas Distilleria C ₁ - C ₄	20/100°	Combustibile (GPL)
Benzine legg. C ₆ Benzine pes. C ₁₂	60/100° 100/150°	Motori a ciclo otto, Materie plastiche
Kerosene C ₁₂ Kerosene C ₁₈	120/150° 150/300°	Motori a reazione, jet
Gasolio (olio per bruciatori, nafte) sopra C ₁₈	250/350°	Riscaldamento, centrali elettriche, motori diesel
Oli lubrificanti da C ₁₈	da 300°	Usi vari
Paraffine Cere C ₂₀	da 300°	Candele ecc ...
Bitumi	250/350°	Asfalto



Seconda distillazione

CRACKING o **piroscissione**: consente di **spezzare le molecole** degli idrocarburi più **pesanti** contenuti nel greggio per formare molecole più leggere, che genereranno per distillazione **più benzine**. Quindi si trasformano le molecole pesanti in benzine semplici.

Questo procedimento che viene fatto nelle torri dette di "cracking", permette di trasformare prodotti poco pregiati in benzine e gasoli

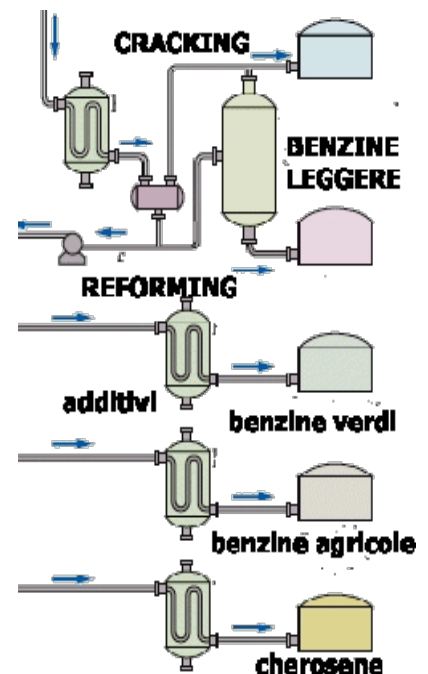
REFORMING CATALITICO: consente per esempio di aumentare il numero di **ottani** di una benzina, migliorandone le qualità come carburante, gli oli e le benzine leggere, si trasformano in **super carburanti**; nelle benzine vengono migliorate le prestazioni mediante l'aggiunta di **"additivi"** come quelli di tipo **antidetonante** e per **benzine verdi, agricole, avio** ecc.

Questo sistema consente anche di estrarre **idrogeno** dalle molecole di idrocarburi più complessi: metano, metanolo, benzina, ammoniaca ...,

"DESOLFORAZIONE" o "idro desolfurazione" consiste nel desolfurare le benzine, cioè si **riduce quasi totalmente** il contenuto di **zolfo**.

Attualmente, la produzione di petrolio copre circa il 37% dei consumi mondiali di energia (una percentuale che, se si considera anche il gas, sale al 61%).

L'unità di misura del **petrolio** è il **BARILE**.



Un **barile** contiene **convenzionalmente 159 litri** di greggio, pari a circa 135 chili.

CARBURANTI E BIOCARBURANTI

I **combustibili**, come la **benzina** e la **miscela** alcol-benzina, costituiscono i **carburanti** per i **motori a benzina**, mentre il **gasolio** è il carburante dei motori più noti come **motori diesel**.

Fino al 1992, le auto avevano ancora il carburatore, usavano benzine super, col piombo. Oggi, la **benzina senza piombo** (o **benzina verde**) è il tipo di benzina più prodotto e più diffuso.

I **biocarburanti** sono prodotti **agricoli** in grado di sostituire la benzina e il diesel, consentono di ridurre del **70%** le **emissioni di gas serra** dal trasporto privato e diminuire l'importazione di petrolio dall'estero, i più importanti sono: il **BIOETANOLO** – il **BIODIESEL** - e **E85 (etanolo E-85)**

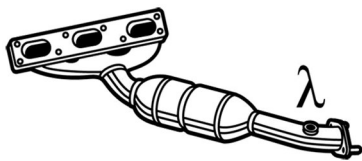
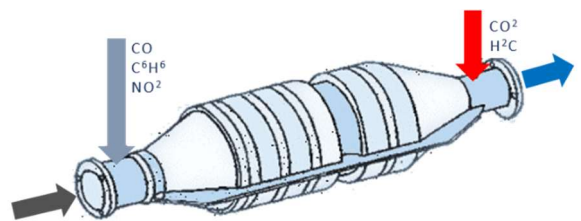


La marmitta catalitica

Le auto prodotte a partire dal 1994, secondo le direttive della Comunità europea (Euro 4, 5, 6...) utilizzano delle speciali marmitte catalitiche, che per mezzo di **dispositivi** incorporati nel sistema di scarico di un'automobile (catalizzatori) **riducono** la quantità di **sostanze inquinanti**.

Il loro mancato utilizzo rende la benzina verde più pericolosa e nociva della benzina al piombo.

Il dispositivo che viene installato nel primo tratto del sistema di scarico, e' in grado di portare a valori bassissimi la quantità di sostanze inquinanti, trasformando le sostanze nocive (**monossido di carbonio**, **benzene**, **biossido di azoto**) in **anidride carbonica** e **vapore acqueo** (presenti nell'aria).



All'interno di questo tipo di marmitta la **sonda lambda**: un sensore del livello di O₂, elemento attivo nella depurazione dei gas di scarico e il catalizzatore che contiene particelle di metalli rari o altro, al contatto con le quali i gas di scarecrow nocivi subiscono una trasformazione chimica, per diventare non-inquinanti.
