

Conoscere il petrolio

Che cos'è

Il petrolio è un combustibile fossile, così come il carbone e il gas naturale. Tali combustibili sono prodotti da resti di piante e animali morti centinaia di milioni di anni fa, quando l'uomo non era ancora comparso sulla Terra. Quelle piante e quegli animali, esattamente come accade oggi, hanno accumulato l'energia proveniente dal Sole e, dopo la loro morte, sono rimasti sepolti per milioni di anni fino a trasformarsi in petrolio e carbone. Le piante e gli animali preistorici ci restituiscono oggi, sotto forma di calore ed energia elettrica, l'energia solare accumulata in passato. Dai combustibili fossili, in particolare dal petrolio, proviene la maggior parte dell'energia che utilizziamo attualmente. Si tratta però di una fonte di energia non rinnovabile e quindi destinata ad esaurirsi in periodi di tempo più o meno lunghi.

Più precisamente, il petrolio è una miscela naturale di idrocarburi liquidi e altre sostanze di origine fossile, contenuta in rocce sedimentarie e associata a idrocarburi gassosi e solidi (bitumi) in quantità minori.

Tutte le molecole degli idrocarburi esistenti sono costituite da due soli tipi di atomi: atomi di carbonio e atomi di idrogeno. In base alla quantità di atomi di carbonio presenti nella molecola, gli idrocarburi sono gassosi (fino a 4 atomi), liquidi (da 5 a 16 atomi) e solidi (oltre 16 atomi).

Gli idrocarburi costituiscono un'ampia categoria di sostanze, dal momento che il carbonio ha molte possibilità di legarsi ad altri atomi di carbonio e idrogeno in catene aperte (lineari o ramificate), chiuse (ad anelli, gli idrocarburi ciclici come il benzene ne hanno uno solo) o miste (con parti aperte e parti ad anello).

Esistono migliaia di idrocarburi con una diversa struttura molecolare, ma la stessa composizione chimica. Vi sono idrocarburi con legami semplici (gli alcani o idrocarburi saturi, come il metano), doppi (gli alcheni, come il propilene) o tripli (gli alchini, come l'acetilene).

Trattando a caldo e in assenza d'aria gli idrocarburi più pesanti (questo processo è chiamato cracking), è possibile romperne i legami e ottenere molecole più leggere e versatili con le quali si compone l'infinita gamma dei prodotti petrolchimici.

Origine del petrolio

Gli ambienti più favorevoli alla formazione di idrocarburi sono le aree con scarsa circolazione sui fondali e continui apporti di detriti da parte dei fiumi (antichi mari o laghi), bacini sedimentari dove la crosta terrestre si abbassa in modo graduale o accelerato in seguito a processi geologici naturali.

Qui vivono numerosi organismi, che dopo la morte si depositano sul fondo e vengono continuamente ricoperti da detriti (terrosi e minerali). Gli strati di fango ricchi di sostanza organica (**roccia madre**) sprofondano lentamente sotto il peso di nuovi sedimenti. A determinate profondità e temperature la materia organica "matura", trasformandosi prima in "**kerogene**" (intorno ai 1000 metri e 50 gradi centigradi) e poi in idrocarburi veri e propri. La durata del processo varia da 10 a 100 milioni di anni a seconda che le temperature siano più o meno alte.

Se la sostanza organica è abbondante, si possono avere notevoli giacimenti di carbone e metano. Se il kerogene non matura, ma lo si trova concentrato a percentuali superiori all'8%, è possibile produrre petrolio liquido riscaldandolo artificialmente. Alle profondità maggiori si producono metano e idrocarburi leggeri. A diversi chilometri dalla superficie e con temperature tra i 150 e i 200 gradi centigradi, il kerogene si trasforma in carbonio puro cristallizzato (grafite).

I giacimenti di petrolio

Una volta formato, il petrolio viene "strizzato" fuori dalla roccia-madre (compresa dagli strati sovrastanti) muovendosi prima attraverso le sue micro-fratture (**migrazione primaria**) e poi nei canalini delle rocce permeabili adiacenti (**migrazione secondaria**). In certi casi, gli idrocarburi possono raggiungere la superficie terrestre e disperdersi. In altri, la loro migrazione viene bloccata da rocce impermeabili. In questo caso gli idrocarburi sono in trappola e si accumulano. Un accumulo di idrocarburi di dimensioni tali da essere economicamente sfruttabile si chiama **giacimento**.

Una **trappola** è composta da due elementi: in basso, una **roccia serbatoio** (*reservoir*), contiene il petrolio, e in alto,

una **roccia di copertura** lo trattiene. Le rocce di copertura hanno forma convessa verso l'alto e sono impermeabili per meglio trattenere gli idrocarburi. Al contrario, le rocce serbatoio devono essere permeabili e porose come spugne per permettere agli idrocarburi di muoversi al loro interno e, quindi, di venire estratti con facilità. Le dimensioni di un giacimento dipendono dalla quantità di riserve originarie: dagli oltre 11 miliardi di tonnellate del giacimento di Ghawar (Arabia Saudita) a qualche centinaio per i giacimenti più piccoli.

A cosa serve

Dal petrolio si possono ottenere molti prodotti, da alcuni dei più diffusi **combustibili** (la benzina, il gasolio e altre sostanze dette derivati del petrolio) a molte delle **materie plastiche** utilizzate dall'uomo.

Gli idrocarburi semplici di cui è composto il petrolio sono, infatti, la materia prima essenziale per produrre materie plastiche che danno una risposta alle molteplici esigenze di materiali plastici con caratteristiche specifiche: resistenza, plasticità, durezza, elasticità, biodegradabilità, indeformabilità, aderenza, impermeabilità, malleabilità, ecc.

I quattro idrocarburi più usati sono l'etilene, il propilene, il butadiene e il benzene. La loro molecola li rende particolarmente adatti a ricomporsi in lunghe catene organizzate. La complessità delle sostanze petrolchimiche viene ricostruita con numerosi passaggi e diversi percorsi produttivi attraverso i quali si giunge a un'infinita varietà di prodotti. L'**etilene** è la sostanza di partenza più utilizzata al mondo (5 milioni di tonnellate all'anno). Da solo viene usato per far maturare la frutta più rapidamente e per produrre detersivi con poca schiuma.

Mediante polimerizzazione, si ottiene il **polietilene** (PE), presente in numerosi imballaggi, oggetti stampati e rivestimenti. Combinando l'etilene con acqua si ottiene l'**alcol etilico**, un solvente per profumi, cosmetici, pitture, saponi, coloranti, fibre tessili e materie plastiche.

Combinandolo con il benzene, si ottiene il **polistirolo** (PS), usato come isolante in edilizia, nonché materia prima per imballaggi delicati e giocattoli.

Combinandolo con il cloro si ottiene il **polivinilcloruro** (PVC), anch'esso molto utilizzato nel settore edile e per realizzare tessuti impermeabili.

Il **propilene** è il punto di partenza per numerose sostanze chimiche, tra cui l'isoprene, la glicerina e l'acetone.

Combinando tra loro più molecole di propilene si ottiene il **polipropilene** (PP), ideale per imballaggi e altri manufatti resistenti. Il **butadiene** viene usato soprattutto nella preparazione di gomme sintetiche, succedanei del cuoio e come solvente.

Infine il **benzene**, dal quale si ricavano importanti prodotti intermedi come il fenolo, l'anilina, lo stirene e il clorobenzene, utilizzati per coloranti, fibre, resine, materie plastiche, gomme sintetiche, prodotti farmaceutici, insetticidi, detersivi, fibre tessili.

I derivati del petrolio sono poi utilizzati come combustibili nelle centrali termoelettriche per la produzione di energia elettrica e in impianti di riscaldamento domestico e di produzione di acqua calda.

Le riserve

Nel 2012 la produzione di petrolio ha coperto il 31,4% dei consumi mondiali di energia (una percentuale che, se si considera anche il gas, sale al 52,7%). Le riserve di questa fonte non sono uniformemente distribuite nel mondo, ma concentrate in alcuni Paesi: il solo Medio Oriente ne possiede il 48%, Centro e Sud America circa il 20% (il 18% delle riserve mondiali di petrolio si trova in Venezuela), il Nord America il 13%, la Russia e l'Asia centrale il 7%, l'Africa l'8%, l'Asia Pacifica il 3%, mentre l'Europa detiene solo l'1% delle riserve mondiali di petrolio. Confrontando i livelli annuali di produzione del petrolio con quelli relativi alle riserve attualmente accertate si scopre che, mentre il Medio Oriente produce poco rispetto alle sue potenzialità, Stati Uniti ed Europa Occidentale sfruttano le loro riserve a un ritmo elevato. Le nazioni che consumano più petrolio sono, infatti, quelle che meno ne possiedono. L'Europa, ad esempio, consuma ogni anno il 17% della produzione mondiale. Questo significa che, mantenendo l'attuale livello di produzione e in assenza di nuove scoperte, Europa e America del Nord termineranno le loro riserve nel giro di pochi anni e dovranno

utilizzare solo il petrolio importato. A livello mondiale, le riserve finora accertate si esauriranno tra circa 52 anni, se saranno mantenuti invariati gli attuali consumi annuali.

L'era del petrolio, probabilmente, è destinata a durare ancora diversi anni, ma si prevede che il livello dei consumi energetici mondiali possa crescere in futuro, (crescerà, infatti, la popolazione mondiale e il consumo di energia pro capite), riducendo le riserve di petrolio a un ritmo più veloce di quello attuale.

La possibilità di impedire nuove crisi petrolifere ed energetiche (ovvero una situazione in cui c'è poco petrolio disponibile nei mercati a fronte di una domanda sempre più elevata che porta il suo prezzo a salire rapidamente) dipenderà in futuro dalla capacità dell'industria petrolifera di trovare nuovi giacimenti, ma soprattutto dalla capacità dell'uomo di utilizzare al meglio il petrolio attualmente disponibile e sviluppare fonti di energia alternative, possibilmente rinnovabili.

(Fonte dei dati: eni, World Oil & Gas Review 2014)

Un po' di storia

Per migliaia d'anni, la caccia e la raccolta di vegetali sono state le principali risorse dell'uomo che si è limitato a consumare energia, non essendo in grado di produrla.

Diventato agricoltore, circa 7000 anni fa, l'uomo ha finalmente imparato a produrre energia: si tratta di energia alimentare, muscolare (dell'uomo stesso e degli animali che lo aiutavano), eolica e idrica (dei mulini a vento e ad acqua). Si sono sviluppati così l'artigianato, il trasporto, il commercio e, per sostenere la conseguente crescita economica, è iniziato lo sfruttamento di una nuova fonte di lavoro: la schiavitù.

Risale a questo punto della storia il primo incontro tra l'uomo e il petrolio. Raramente, infatti, il famoso "oro nero" affiora spontaneamente in superficie: 5000 anni fa, gli egizi ne scoprirono le virtù terapeutiche utilizzandolo per curare reumatismi e disturbi circolatori, oltre che per favorire il processo di conservazione dei cadaveri (mummificazione).

D'altra parte, Persiani e Romani impiegarono il petrolio per l'illuminazione e la costruzione di armi incendiarie.

Per molti secoli, gli utilizzi di petrolio sono rimasti episodici e di scarsa importanza economica.

Nel XVII secolo l'Inghilterra, in crisi energetica a causa dell'eccessivo utilizzo di legname come combustibile, ne accresce il prezzo a dismisura. E' a questo punto che si scoprono le potenzialità energetiche del carbone fossile, che l'Inghilterra stessa possedeva in gran quantità.

La "Rivoluzione Industriale" comincia proprio a partire dal 1709, anno in cui Abraham Darby utilizza per la prima volta il carbone fossile al posto del carbone da legna. In poco più di un secolo, questa risorsa diventa la fonte di energia più utilizzata e nuove tecnologie ne rendono più facile l'estrazione.

La storia accelera. A partire dalla seconda metà dell'Ottocento, gli uomini cominciano a sfruttare anche nuove risorse: il petrolio, il metano, l'energia idroelettrica e l'energia atomica.

La scoperta di nuove risorse energetiche va di pari passo con la crescita della popolazione e lo sviluppo economico. Per migliaia di anni l'uomo visse di caccia e raccolta di prodotti della terra, utilizzando quasi unicamente l'energia muscolare: in questo modo, la Terra poteva garantire il sostentamento di non più di 20 milioni di persone. Con la nascita dell'agricoltura e la scoperta di nuove fonti energetiche, la popolazione crebbe rapidamente. Ci sono voluti ben 16 secoli per arrivare a mezzo miliardo di abitanti, e soltanto due (1600 - 1830) per raggiungere il primo miliardo. Attualmente siamo circa 7 miliardi. Gli idrocarburi insieme con la diffusione dell'elettronica hanno contribuito in maniera determinante allo sviluppo della civiltà umana nel XX secolo e così sarà anche nel XXI. C'è però un inevitabile rovescio della medaglia: la grande produzione di inquinamento e rifiuti, e il crescente divario nella disponibilità di materie prime ed energia tra il Nord e il Sud del mondo. Solo nell'ultima parte di questo secolo l'uomo ha cominciato a prendersi cura della salute del Pianeta, cercando di minimizzare l'impatto provocato dalla sua presenza sulla Terra. Per quanto riguarda, invece, il divario tra Nord e Sud, i Governi dei Paesi del mondo dovranno impegnarsi molto e a fondo, poiché è un problema di non facile risoluzione.

Distribuzione dei giacimenti

Nell'analizzare l'elenco dei maggiori produttori di idrocarburi nel mondo, appaiono subito evidenti le differenze tra i vari Paesi. Occorre però tenere presente che la produzione è influenzata da una vasta serie di fattori, tra i quali la

potenzialità delle riserve è soltanto uno dei principali: fattori di ordine tecnico rendono più o meno difficile l'estrazione anche se in presenza di grandi riserve i fattori economici possono far aumentare la produzione in funzione delle richieste. Ad esempio la produzione degli USA è molto elevata rispetto alle riserve stimate, mentre nel Medio Oriente, che ha riserve enormi, il rapporto produzione/riserve è molto basso. Non si deve quindi confondere la produzione con l'entità delle riserve: i Paesi maggiori produttori non sono necessariamente quelli con le maggiori riserve. Il 48% delle riserve di petrolio è localizzato nel Medio Oriente. Il Venezuela è il Paese che detiene le maggiori riserve di petrolio, pari al 18% delle riserve mondiali; seguono l'Arabia Saudita, il Canada, l'Iran, l'Iraq, il Kuwait, gli Emirati Arabi Uniti, la Russia, la Libia e la Nigeria. La maggior parte delle riserve di gas si trova invece in Russia, che detiene il 24% delle riserve mondiali, seguita dall'Iran e Qatar che insieme ne possiedono il 29%.

Giganti nel mondo

I giacimenti vengono classificati in base alle loro dimensioni e alla quantità di idrocarburi che contengono: milioni di barili (per l'olio) o di miliardi di m³ (per il gas), secondo una classificazione dell'API (American Petroleum Institute). Fino ad oggi, in tutto il mondo sono stati scoperti 2 giacimenti megagiant, 40 supergiant e 330 giant. Il giacimento più grande è il megagiant di Ghawar in Arabia Saudita (83 miliardi di barili), seguito da Greater Burgan in Kuwait (70 miliardi di barili) e da Costanero Bolivar in Venezuela. Dei 20 giacimenti ad olio e gas più grandi del mondo, 15 sono in Medio Oriente (6 in Arabia Saudita, 4 in Iran, 3 in Iraq, 1 in Kuwait, 1 in Abu Dhabi), 2 in Russia, 1 in Sudamerica (Venezuela) e 2 in Nordamerica (1 in USA-Alaska, 1 in Messico). Dei 20 giacimenti a gas più importanti, 12 sono nei Paesi dell'ex Unione Sovietica, 7 in Medio Oriente e 1 in Nord Africa (Algeria).

I bacini petroliferi nel mondo

La distribuzione dei principali bacini petroliferi nel mondo non è uniforme, ma non è nemmeno casuale e dipende dalle particolari condizioni geologiche necessarie alla formazione di grandi giacimenti e dalle difficoltà di esplorazione e di ricerca in aree isolate e poco conosciute come le zone caratterizzate da condizioni ambientali particolarmente severe (le vaste aree della Siberia, le aree di foresta pluviale del Sudamerica e aree offshore profonde). I bacini petroliferi più importanti presentano caratteristiche geologiche molto diverse tra loro ma con elementi comuni. In base alle considerazioni sopra esposte, i primi luoghi dove andare alla ricerca di idrocarburi sono le aree in cui siano presenti sedimenti marini di mare poco profondo ricchi di sostanza organica, sviluppatasi in ambienti anossici, che costituiscono le rocce madri ideali per gli idrocarburi. Queste condizioni si trovano in bacini ai margini di aree continentali stabili (i cosiddetti cratoni), dove sedimenti detritici provenienti dalle terre emerse formano potenti e spessi depositi di materiale permeabile (roccia serbatoio) ricoperti da depositi marini fini (roccia di copertura). Per questo molti dei bacini più produttivi si trovano lungo i bordi dei continenti: nei bacini nordamericani del Texas e della Louisiana, nel bacino del Golfo del Messico, nei bacini messicani di Tampico- Misantra e Sureste, nei bacini centroafricani del delta del Niger e del Congo Basin e nell'enorme bacino della Siberia Occidentale. Situazioni simili con bacini più allungati e stretti si formano anche nelle fosse che bordano aree di subduzione. In queste zone le deformazioni tettoniche possono creare efficaci trappole strutturali, come nei bacini di venezuelani ai margini della catena andina o nel bacino di Sumatra. Regioni favorevoli alla formazione di riserve importanti sono anche i bacini profondi a rapida sedimentazione come in Europa nella piccola provincia del Bacino Renano o nei Graben del Mare del Nord, che rappresentano le riserve più importanti dell'Europa Occidentale. Anche l'importante bacino della Sirte, in Libia, ha un'origine simile. Ma è nelle aree di collisione continentale, che porta alla formazione di catene montuose, che si realizzano in genere le situazioni più favorevoli alla formazione di numerose e importanti trappole strutturali. In queste zone i giacimenti sono spesso molto numerosi e di grande volume: gli enormi bacini petroliferi mediorientali, i più estesi e importanti del mondo seguono l'andamento delle catene montuose nate dalla collisione tra placca euroasiatica e placca arabica. Anche il grande bacino del Volga e degli Urali si trova in zona di sutura continentale, ma appartiene ad un ciclo orogenetico più antico. La collisione tra placca africana e placca europea nell'area mediterranea ha creato numerose catene montuose, tra cui i Pirenei, le Alpi e le catene Nordafricane. In corrispondenza di queste aree, in particolare nei bacini di accumulo sul fronte delle catene troviamo i maggiori bacini petroliferi mediterranei, come il bacino Sahariano, ma anche le maggiori provincie petrolifere italiane (come quelle della Pianura Padana, dell'Adriatico, della Sicilia Sud-orientale e del Canale di Sicilia). Importanti

giacimenti si trovano anche, diffusi in tutto il mondo, in aree dove la presenza di livelli di rocce evaporitiche ha portato alla formazione di diapiri salini come per esempio in molti giacimenti dell'Europa Centrale e nell'area circostante il Golfo del Messico.

Gli idrocarburi in Italia

La storia geologica del nostro Paese è molto complessa e ha dato alla penisola un assetto strutturale e sedimentario complicato e assai poco "tranquillo". Questo non ha favorito la formazione di grandi ed estesi bacini petroliferi ma ha creato localmente situazioni favorevoli alla formazione di numerose provincie petrolifere di una certa importanza, anche se di non grande estensione.

Il nostro Paese può, dal punto di vista tettonico, essere suddiviso in 4 "distretti", tutti legati alla presenza delle catene alpina e appenninica:

- un "bacino di retroarco", area poco deformata costituita dal Mar Tirreno;
- un'area di catena, che costituisce un grande "arco" che va dalle Alpi agli Appennini, fino a costruire l'ossatura della Calabria e della Sicilia;
- un area di "avanfossa", un bacino depresso e poco deformato che si trova al fronte delle catene montuose che avanzano sul cosiddetto "avampaese", rappresentata dal margine adriatico e ionico e dal Canale di Sicilia;
- un "avampaese", zona non ancora deformata verso la quale avanzano le catene montuose in formazione, costituita dalla Pianura Padana, dal Mare Adriatico, dalla Sicilia Sud-orientale e dal Canale di Sicilia.

Le provincie petrolifere più importanti del nostro Paese sono l'Alto Adriatico e la Pianura Padana (gas e olio), il Bacino di Pescara (olio e gas), l'Adriatico meridionale (olio e gas), l'Appennino meridionale (olio), la Fossa Bradanica in Puglia (gas e olio), l'off-shore calabro (gas), la Sicilia centrale (gas), il Bacino Pelagico (olio).

I giacimenti ad olio più importanti sono quelli della Val d'Agri (Potenza) e di Villafortuna-Trecate (Novara). La Val d'Agri è la provincia con i maggiori giacimenti ad olio d'Italia. Gli idrocarburi si trovano in pieghe anticlinali nei calcari mesozoici della Piattaforma Apula, coperti dalle falde dell'Appennino Campano-Lucano. La sua presenza è stata rivelata dalle manifestazioni superficiali di olio e gas di Tramutola, sfuggiti da trappole più profonde a seguito delle deformazioni tettoniche della catena appenninica. Nei giacimenti di Villafortuna-Trecate, gli idrocarburi si trovano in rocce carbonatiche mesozoiche fratturate a causa di deformazioni alpine sepolte sotto la Pianura Padana, con uno dei giacimenti di idrocarburi liquidi più profondo al mondo (6.200 m).

La distribuzione delle principali provincie petrolifere italiane rispecchia in modo sorprendente la situazione geologica: il confronto tra una carta strutturale del nostro Paese con la carta dei principali giacimenti mostra, infatti, che il 40% dei giacimenti si trova in aree di catena (come i giacimenti dell'Appennino meridionale e della Sicilia centrale), mentre il restante 60% si trova nelle avanfosse e nell'avampaese. I giacimenti dell'alto Adriatico e della Pianura Padana sono chiusi tra il fronte delle Alpi e il fronte degli Appennini che avanzano uno verso l'altro, il bacino di Pescara e il bacino dell'Adriatico meridionale sono chiusi tra gli Appennini e le Dinaridi a E, i giacimenti dell'off-shore calabro, della Sicilia Sud-Orientale e del Canale di Sicilia. Da un semplice confronto tra le due carte, risulta quindi evidentissimo il controllo esercitato dall'assetto geologico e strutturale di una regione sulla distribuzione e sull'importanza delle riserve di idrocarburi che possiamo sperare di trovarvi.