

Dott. Ing. REMO CONTINI

CAPO SERVIZIO TECNICO RICERCHE PETROLIFERE A. G. I. P.

SULLA RICERCA DEI GIACIMENTI DI PETROLIO

(Estratto dal volume « Atti del Congresso Nazionale Combustibili »
Roma, 3-4 maggio 1939-XVII)

Stabilimento Tipo - Litografico
VITTORIO FERRI
Via delle Coppelle 15-16-a
ROMA 1940-XVIII

Il vasto campo tecnico-scientifico che abbraccia il tema affidatomi non può, naturalmente, trovare qui sede del suo pieno svolgimento, che dovrà, quindi, essere necessariamente contenuto entro limiti ristretti se pur sufficienti per illustrare, nel miglior modo possibile, le direttive che di norma si seguono nella ricerca dei giacimenti petroliferi.

Ad un breve cenno sulla genesi del petrolio seguirà una concisa esposizione sulla prospezione petrolifera, per chiudere, poi, con l'argomento della perforazione del sottosuolo che costituisce la fase conclusiva delle ricerche petrolifere.

* * *

I moderni studi sulla composizione chimica dei petroli grezzi hanno portato un notevole contributo a favore dell'ipotesi sulla loro origine organica. Partendo da determinate sostanze organiche sono stati ottenuti dei prodotti costituiti da idrocarburi liquidi del tutto simili, nelle loro caratteristiche chimico-fisiche, ai petroli naturali. Accanto a questi importanti dati esiste una serie di argomenti di ordine geologico che conduce alla medesima conclusione; perciò, senza entrare in merito alle indagini di laboratorio che hanno concorso all'affermazione della teoria organica dal punto di vista qualitativo, esamineremo rapidamente le condizioni che hanno potuto presiedere alla formazione del petrolio, nelle quantità che si manifestano in natura.

E' noto che da alcuni giacimenti petroliferi sono state estratte enormi quantità di olio grezzo. Da dove proviene e come ha potuto accumularsi la materia prima dalla quale questi petroli hanno tratto origine?

Nelle zone continentali le condizioni favorevoli alla bituminizzazione delle sostanze organiche sono difficilmente realizzabili, nè sembra che in queste aree la vita organica possa avere raggiunto, in qualche epoca geologica, una densità tale da fornire quella enorme massa di materia prima necessaria alla formazione di cospicui giacimenti petroliferi.

Ma se la biosfera terrestre è molto sottile, nei suoi confronti, quella marina è assai più sviluppata. Mentre, infatti, sulla terra gli organismi vivono tutti alla superficie, negli oceani la vita è consentita fino alle profondità batiali e con una intensità tale da dar luogo a fenomeni imponenti, quali persino la colorazione speciale di certi mari.

I microrganismi marini formano a volte delle vere correnti di materia vivente. Sulla costa atlantica dell'America del Nord le « diatomee » invadono il mare su estensioni di migliaia di chilometri quadrati, dando luogo a cosiddette « epidemie stagionali » (1). Altri esempi si potrebbero citare a questo proposito per dare una idea di quella immensa officina di vita che è il mare. Basterà del resto ricordare il ruolo che hanno avuto questi microrganismi nella costituzione della crosta terrestre e riferirsi alle potenti formazioni di marne e calcari organogeni per rendersi un più giusto conto della straordinaria esuberanza di vita che ha regnato nei mari fin dalle più remote epoche geologiche.

La maggior parte degli autori è d'accordo nel ritenere che il materiale organico necessario alla formazione del petrolio s'identifica con il plankton marino o microfauna e microflora marina.

Le successive trasformazioni di questa sostanza consterebbero di due fasi: una biochimica e una geochimica. Durante la prima fase la trasformazione della materia organica sarebbe avvenuta sotto l'influenza di particolari batteri anaerobi, fuori del contatto dell'aria, con formazione di un deposito sapropelitico. Nella seconda sarebbero intervenuti dei fenomeni di decomposizione di questa sostanza sotto l'influenza della pressione e della temperatura, dando origine alle rocce bituminose e, quindi, al petrolio.

Le trasformazioni di queste sostanze organiche non sono, però, generalizzate a tutto il mezzo marino, ma avrebbero luogo solamente in particolari condizioni topografiche favorevoli al processo di bituminizzazione. Queste condizioni sembrano verificarsi in special modo nelle fasce rivierasche e sulle linee di spiaggia di formazioni lagunari o di mari poco profondi.

Se osserviamo la distribuzione dei giacimenti petroliferi in relazione alle grandi linee strutturali della crosta terrestre, si è colpiti

(1) GEORGES MACOVEI: *Les gisements de Pétrole*. Ed. Masson et C.ie, Paris, 1938.

dalla loro stretta relazione alle zone di piegamento; per cui, riferendo questo fenomeno alla teoria organica della genesi del petrolio, si ritiene che allorquando le geosinclinali vennero sottoposte alle spinte orogenetiche e si prepararono in esse le nuove configurazioni paleogeografiche, ebbero contemporaneamente origine ai bordi di queste, in particolari condizioni topografiche e di sedimentazione ed attraverso un processo di diagenesi, le facies petrolifere.

Dall'esame dei vari tipi di giacimenti petroliferi sinora individuati nel sottosuolo risulta che la loro esistenza è strettamente legata ad una serie di fattori indispensabili per la formazione e l'accumulo degli idrocarburi, quali:

— la presenza di rocce madri, di rocce di immagazzinamento o rocce serbatoi di rocce impermeabili e la presenza di pieghe, duomi, faglie ed altri determinati fenomeni tettonici.

La litologia e la tettonica dei giacimenti di petrolio hanno per oggetto lo studio dei sopradetti fattori.

Le rocce madri del petrolio sono quelle in cui si sono depositate e successivamente trasformate le sostanze organiche da cui hanno avuto origine gli idrocarburi. Le rocce madri comprendono tutte le rocce sedimentarie depositatesi in bacini marini, lagunari e lacustri, in tutte le età geologiche, dal Paleozoico fino ai tempi attuali.

Soltanto raramente il petrolio può trovarsi in connessione con la roccia madre; ove questo si verifici, il giacimento viene denominato « primario ».

Il caso più generale, invece, è quello del giacimento secondario, originato dalla migrazione del petrolio dal primario per la presenza di varie forze, tra cui la pressione delle rocce di copertura, le forze orogenetiche e quella di gravità.

A causa del fenomeno di migrazione, gli idrocarburi si spostano seguendo le vie di minima resistenza per arrestarsi ed accumularsi nuovamente in giacimenti secondari dove esistono rocce porose (conglomerati, arenarie, sabbie, rocce compatte, con fratture, ecc.) atte a fungere da serbatoio e rocce impermeabili (argille) capaci di assicurare la conservazione, in posto, degli idrocarburi.

Dal punto di vista tettonico, si distinguono giacimenti ad anticlinali a piega normale più o meno regolari, a strutture asimmetriche, a pieghe-faglie, a struttura cupoliforme determinata da intrusioni di sale (diapiri), a struttura monoclinale.

Esistono, inoltre, importanti giacimenti di petrolio anche in regioni tabulari, in cui cioè gli strati hanno un andamento pressochè orizzontale.

* * *

Da quanto sopra esposto risulta evidente che la ricerca del petrolio è strettamente legata alla conoscenza delle condizioni geologiche che hanno presieduto alla sua genesi e alla conservazione nel sottosuolo, per cui essa è affidata, in primo luogo, alla Geologia.

E', peraltro, necessario osservare che l'investigazione geologica in un campo di ricerca così esteso non può iniziarsi a caso. Essa è sempre determinata da sintomi superficiali che tradiscono la presenza di idrocarburi nel sottosuolo, come le emanazioni di idrocarburi liquidi, di gas, di bitume e di acque salate, ove però queste ultime risultino legate alle genesi del petrolio (presenza di jodio e bromo ed assenza di solfati).

Il problema essenziale posto al Geologo è quello di studiare la natura e la composizione del sottosuolo di una determinata regione, indicando se e dove esistono condizioni strutturali favorevoli ad adunamenti petroliferi, la cui presenza è in generale avvalorata da manifestazioni superficiali.

Per ciò l'indagine geologica comprende specialmente la determinazione della serie stratigrafica con ricerche di petrografia e studio dei fossili (paleontologia) e il riconoscimento della tettonica della regione.

Il Geologo parte, dunque, dai dati che gli sono forniti dalle osservazioni superficiali e compie una lunga serie di analisi di questi elementi positivi, costruiti in principal luogo dalle misure degli strati e dai campioni dei terreni superficiali o da quelli ricavati da piccoli scavi a mano o da sondette geologiche; indi passa alla classificazione di questi elementi in relazione alla loro natura petrografica e paleontologica.

Compiuto così un minuzioso lavoro d'analisi, il Geologo si sforzerà di riallacciare questi dati essenzialmente discontinui, dando luogo ad un lavoro di interpretazione per rendere coerente il quale egli tenterà di costruire delle sintesi paleogeografiche e strutturali.

Queste sintesi non comportano, in effetti, elementi certi all'infuori dei dati tangibili di superficie, e il loro valore dipende dalla capacità e dall'esperienza di chi le concepisce. E' sulle conclusioni degli

studi sopra accennati che il Geologo si basa per la scelta delle località da perforare.

Riguardo alla scelta dei punti da perforare non si possono dare indicazioni dettagliate poichè ciò dipende dalle condizioni locali. Quando si è in presenza di strutture cupoliformi presunte petrolifere si eviterà di ubicare la sonda sia nella parte apicale della cupola, che in generale costituisce la zona dei gas, sia nella parte più bassa ove si raccolgono le acque salate; ma si cercherà di colpire, invece, la zona intermedia in cui ha sede il petrolio.

In presenza, invece, di strutture a carattere diapirico, si dovrà anzitutto provvedere alla delimitazione, mediante sondaggi, della forma e dell'estensione della massa diapira, per procedere poi alla individuazione degli strati presunti petroliferi in corrispondenza dei fianchi del sollevamento stesso.

Quando le strutture geologiche siano coperte di formazioni uniformi, come avviene nelle zone di pianura, in aiuto al Geologo interviene la Geofisica. Questa, però, non è fine a sè stessa, ma concorre alla determinazione preventiva di quegli elementi di continuità che mancano alla Geologia.

* * *

I metodi geofisici applicati nella prospezione del petrolio sono basati sulle diverse proprietà fisiche dei terreni costituenti la litosfera. Quelli gravimetrici, magnetici, geotermici, radioattivi utilizzano proprietà di immediato rilievo; i metodi sismici ed elettrici richiedono, invece, l'eccitamento dei terreni stessi, rispettivamente, con esplosioni e con correnti elettriche.

Gli idrocarburi impregnando le rocce, cosiddette serbatoio, conferiscono loro effettivamente alcune proprie caratteristiche, non, però, in misura sufficiente, in genere, per poter applicare la ricerca diretta dalla superficie. La ricerca degli idrocarburi viene, quindi, fatta in modo indiretto, nel senso che invece di ricercare gli idrocarburi si ricercano le strutture alle quali essi possano trovarsi associati.

Spetta, pertanto, al Geologo di indicare a quali strutture gli idrocarburi possono essere associati, i probabili spessori, la natura dei terreni di copertura e tutte le indicazioni che valgano a facilitare il compito geofisico. In definitiva, è il Geologo che deve porre i termini del problema di ricerca al Geofisico.

Sulla base di queste indicazioni, il Geofisico deve studiare il metodo o i metodi più convenienti da applicarsi per la ricerca nel caso specifico; compito questo che richiede una esatta conoscenza delle possibilità offerte dai vari metodi, accoppiata ad una lunga esperienza. Quando è possibile, conviene applicare più metodi in modo da pervenire, con lo studio comparativo dei risultati ottenuti con i vari metodi, alla soluzione più prossima alla reale.

I metodi geofisici che hanno avuto maggiore applicazione in questi ultimi anni, nel campo delle ricerche petrolifere, sono i metodi gravimetrici ed i sismici; i metodi magnetici, elettrici, geotermici, radioattivi e chimici hanno avuto applicazione in misura molto più ridotta e, generalmente, come metodi sussidiari e di completamento ai metodi gravimetrici e sismici.

I metodi gravimetrici servono per rilevare la distribuzione del valore della gravità sulla superficie della terra. In ogni punto della superficie terrestre ogni massa del cosmo esercita la sua influenza, in virtù della legge universale della gravitazione. E' possibile, però, ottenere solo l'effetto dovuto all'azione delle masse eterogenee sconosciute del sottosuolo, eliminando le influenze delle altre masse.

Dalla conoscenza di tale effetto si può risalire alla sua causa; determinare, cioè, in posizione e forma la massa a densità in eccesso od in difetto rispetto al mezzo circostante. Lo studio interpretativo rappresenta la parte più delicata della ricerca geofisica, perchè spesso un effetto potrebbe essere giustificato come prodotto da più cause; perciò, richiede particolare accuratezza e capacità, da parte del Geofisico. Questa difficoltà può essere, almeno nella maggior parte dei casi, superata sia controllando il rilievo gravimetrico con altri rilievi geofisici, sia limitando il numero delle soluzioni possibili a quelle geologicamente più attendibili.

Il metodo gravimetrico ha permesso di ottenere ottimi risultati nella individuazione di duomi salini e si è prestato molto bene anche per individuare anticlinali, pieghe, faglie o altre strutture che spesso sono risultate collegate a giacimenti petroliferi.

I metodi sismici sono basati sulle diverse velocità delle onde elastiche nei terreni interessati da un'esplosione. Essi consistono essenzialmente nel computare i tempi decorrenti dall'istante di un'esplosione, all'uopo provocata in un foro da mina situato nel terreno, agli

istanti in cui le onde elastiche, dopo essersi propagate con diverse velocità nel sottosuolo, pervengono a dei ricevitori di tali onde (sismografi, accelerometri) posti sul terreno a varie distanze dal punto di esplosione.

Il metodo sismico può essere a rifrazione o a riflessione: il primo ha avuto ottima applicazione nella ricerca dei duomi salini nel Texas; però, non è più praticamente applicabile quando le strutture che interessa ricercare si trovino a profondità superiori ai 1500 metri.

Il metodo per riflessione è entrato nella pratica solo da pochi anni, ma ha già avuto un grandissimo sviluppo nell'America del Nord, tanto da essere ora il metodo di gran lunga preferito, rispetto agli altri. Col metodo a riflessione, esclusi i non numerosi casi dove esso non è applicabile, si ottengono risultati molto precisi per quanto riguarda la forma delle strutture, e si possono interessare profondità di oltre 4.000 metri.

Il metodo magnetico, come il gravimetrico, si fonda su proprietà di immediato rilievo dei complessi del sottosuolo. Tali proprietà sono la permeabilità e la suscettività magnetica. Infatti, un corpo a suscettività magnetica diversa da quella del terreno nel quale è immerso sottoposto al campo magnetico terrestre, determina, in superficie, una anomalia magnetica che rilevata permette di risalire, in genere, alla determinazione di detto corpo.

Il metodo magnetico non ha avuto grandi successi nelle ricerche petrolifere, ed in genere il suo impiego è limitato a studi regionali in appoggio al metodo gravimetrico.

* * *

Ove, in una determinata regione, l'indagine geologica, sussidiata eventualmente da rilievi geofisici, sia pervenuta alla raccolta di elementi geopetroliferi positivi, si dovrà passare all'ultima fase della ricerca propriamente detta, consistente nella perforazione del sottosuolo per l'effettivo accertamento dell'esistenza o meno dei giacimenti petroliferi di valore economico.

Agli effetti della ricerca, la tecnica della perforazione del sottosuolo ha il compito di esplorare le formazioni dei terreni attraversati mediante il regolare prelievamento di campioni, di accertare le manifestazioni di idrocarburi liquidi e gassosi determinandone la loro entità, ed, in caso di risultato positivo, di consentire lo sfruttamento del giacimento individuato.

Anche nella fase della perforazione è necessaria l'assistenza del Geologo per il continuo esame dei campioni dei terreni che man mano vengono perforati, onde stabilire la natura geologica dei terreni stessi, sia mediante studi petrografici, sia mediante studi paleontologici e controllare, così, le ipotesi preventivamente formulate dal Geologo stesso che hanno condotto alla scelta dell'ubicazione del sondaggio; ed, infine, per rilevare quegli altri caratteri peculiari dei terreni petroliferi (porosità, imbibizione, ecc.) che potrebbero far sospettare d'essere in presenza di importanti manifestazioni di petrolio.

I giacimenti petroliferi si possono presentare con manifestazioni di carattere eruttivo quando la pressione del giacimento stesso consente la fuoruscita spontanea degli idrocarburi liquidi e gassosi; oppure con manifestazioni a carattere non eruttivo, nel qual caso l'estrazione del petrolio deve essere fatta con mezzi meccanici.

Senza rifarci alla storia della perforazione, accenneremo ai due sistemi fondamentali: quello a secco e quello a circolazione idraulica.

Nel primo l'avanzamento è ottenuto a mezzo di un utensile tagliente (scalpello) azionato da moto alternativo verticale mediante bilanciere. L'armatura del foro, costituita da tubi in acciaio trafilato deve seguire progressivamente l'avanzamento dello scalpello, mentre i detriti vengono portati frequentemente a giorno con appositi mezzi meccanici. Il sistema a secco presenta caratteristiche di grande lentezza, di elevato costo e di limitata potenzialità, poichè consente di raggiungere, al massimo, profondità sino a 1200 metri.

Il sistema idraulico è, oggi, pressochè universalmente adottato e parlando di sistema idraulico intendiamo riferirci al rotary, essendo l'idraulico a percussione quasi completamente in disuso.

Il sistema rotary consiste nel perforare il terreno con la rotazione di un apposito utensile tagliente, in generale sagomato a coda di pesce, collegato alla superficie da una serie di tubi (aste di perforazione) di adeguata resistenza, che vengono trascinati nella rotazione da una coppia di ingranaggi conici.

Durante la rotazione dello scalpello, ha luogo una corrente di fango, provocata da apposite pompe, che dall'estremità superiore delle aste scende sino al fondo del foro, per risalire poi alla superficie, all'esterno delle aste stesse.

L'adozione della circolazione di fango ha il duplice scopo di asportare con continuità i detriti di perforazione migliorando gli

avanzamenti, e di intonacare le pareti del foro per evitare franamenti, consentendo, in tal modo, di eseguire l'armamento del foro a grandi intervalli di profondità.

In definitiva, le caratteristiche del rotary sono: sicurezza di lavoro, notevole velocità di avanzamento, costo basso di perforazione ed elevata potenzialità. Quest'ultima caratteristica ha avuto notevole sviluppo col progredire della tecnica nella costruzione meccanica degli apparecchi e delle relative attrezzature. Vediamo infatti che mentre sino a tutto il 1927 era possibile raggiungere la profondità massima di 2.000 metri circa, nel 1931 già si superavano i 3.000 metri, per arrivare attualmente alla profondità di circa 5.000 metri.

La perfetta condotta del sondaggio e la possibilità di raggiungere notevoli profondità, esige la risoluzione, da parte dei tecnici del sondaggio, di molti e difficili problemi che investono numerose branche dell'Ingegneria, e richiede, inoltre, una vasta esperienza specifica.

Tra le operazioni più importanti e più delicate della tecnica delle perforazioni, merita di essere citata l'operazione di cementazione, che ha lo scopo di impedire l'inondazione dei giacimenti petroliferi da parte delle falde acquifere, le quali possono pregiudicare l'integrità dei giacimenti stessi.

Grazie alla caratteristica di potenzialità degli impianti rotary è possibile, oggi, spingere l'esplorazione del sottosuolo a grandissima profondità e realizzare, quindi, lo sfruttamento di giacimenti profondi, come avviene in California, dove un pozzo della profondità di 15.000 piedi è entrato in produzione con una portata giornaliera di migliaia di barili di petrolio.

La ricerca di giacimenti di petrolio in Italia si può dire che abbia avuto il suo effettivo inizio soltanto dopo l'avvento del Governo Fascista, che ha provveduto, sin dal 1926, alla costituzione dell'A.G.I.P., affidandole tra l'altro tale arduo incarico.

Le ricerche, tuttora in corso, sono state estese anche alle Colonie: in Libia nella gefara Tripolina e nell'Eritrea nell'Isola Grande Dahlach (Massaua).

* * *

Le ricerche petrolifere richiedono tempo e mezzi finanziari rilevanti e la storia del petrolio di tutte le regioni del mondo sta a dimostrare come soltanto perseverando e potenziando i mezzi di stu-

dio e di lavoro si possa riuscire, attraverso tempo, spese e fatica, ad individuare giacimenti cospicui anche se dappprincipio i risultati non sono eccessivamente brillanti.

Per quanto si riferisce all'Italia, se a tutt'oggi, fatta eccezione di un importante giacimento di gas scoperto in località Podenzano della provincia di Piacenza, non si sono avuti risultati positivi agli effetti della determinazione di accumuli di petrolio d'importanza industriale, si sono, però, raccolti, con gli studi e le opere sinora eseguite importanti elementi geopetroliferi che inducono a persistere nella prosecuzione delle opere di ricerche necessarie per la risoluzione definitiva del problema petrolifero italiano.

NOTE. — Sulla relazione hanno parlato il Presidente del Convegno, S. E. il Consigliere Nazionale Prof. Ing. Umberto Puppini - Presidente dell'AGIP - ed il Geologo Prof. Michele Gortani della R. Università di Bologna, nei seguenti termini:

PUPPINI: Avete ascoltato la molto interessante relazione dell'Ing. Contini, il quale ha prospettato chiaramente l'importanza e la natura del problema delle ricerche di petrolio. Se noi in Italia sinora non abbiamo avuto i nostri sforzi coronati dal successo, col ritrovamento di giacimenti di petrolio d'importanza industriale, non per questo abbiamo perduto le nostre speranze: tutt'altro, anzi abbiamo ampliato il campo d'azione, perchè all'Italia, come territorio di ricerche, abbiamo aggiunto l'A.O.I. e la Libia; ed io mi lusingo che la grande attività di studiosi e di tecnici che con passione lavorano attorno a questo problema sia in definitiva, presto, auguriamocelo, coronata dal successo.

GORTANI: La sintesi dell'Ing. Contini sui concetti geologici della ricerca petrolifera è stata tanto esatta quanto chiara, ed io come Geologo mi debbo felicitare con lui. Opportunamente egli ha accennato anche alle teorie naftogenetiche, benchè nei paesi ricchi di petrolio e nei Congressi internazionali del petrolio esse vengano oggi lasciate quasi al margine delle discussioni. Ma se questo può valere per le regioni in cui alle manifestazioni superficiali corrispondono ricchi orizzonti ormai ben noti e bene individuati, non è così per i paesi come il nostro dove la ricerca dei giacimenti è ancora il problema principe, e l'indagine deve pertanto essere guidata da ben fondate ipotesi di lavoro. La discussione sull'origine del petrolio ha oggi per noi importanza fondamentale, in quanto è la ricerca e l'esplorazione delle rocce madri che può portare i geologi italiani a risolvere il grande quesito della presenza e della ubicazione di giacimenti petroliferi d'importanza industriale nel nostro Paese. Questo è il convincimento a cui anni ormai numerosi di appassionata ricerca ci hanno condotti. Siamo tutti concordi con l'ing. Contini nel considerare che le indagini finora eseguite hanno adunato un materiale imponente di osservazioni, sul quale si imposteranno le future ricerche e nel ritenere che, se i risultati pratici sono stati finora modesti, non perciò debbono affievolirsi le nostre speranze nè rallentarsi le nostre ricerche.

I risultati, sorprendenti per gli stessi geologi, ottenuti dalla A.Ca.I e dell'A.I.P.A. ci incorano a bene sperare e rendono più fiducioso l'augurio che l'A.G.I.P. riesca con uguale successo nel compito arduo ma affascinante che le è stato affidato.