

Introduzione alle caratteristiche e all'impatto ambientale del campo petrolifero Agip Villafortuna di Trecate

di Roberto CARRARA

Sono ormai trascorsi quasi due anni da quando, il 28 febbraio 1994, il territorio del Parco Naturale del Ticino venne sconvolto dalla pioggia di petrolio eruttato dal pozzo "TR24d" appartenente al campo petrolifero AGIP di Trecate - Villafortuna posto a cavallo fra le regioni Piemonte e Lombardia.

Per l'AGIP la catastrofe ha aperto una voragine in cui sono confluiti fino ad ora 400 miliardi (la previsione supera i 500) per risarcire i danneggiati (agricoltori, cittadini di Trecate e Romentino, amministrazioni pubbliche - quella di Trecate si è recentemente ritirata dalla costituzione come parte civile al processo per la modica somma di due miliardi) e per effettuare la "bonifica". E tuttavia, o forse a causa di questo costo inprevisto che aumenta del 40% il costo globale del progetto, essa non ha rinunciato a completare il proprio programma di sfruttamento del giacimento e preme per l'autorizzazione alla perforazione di nuovi pozzi nei comuni di Galliate e di Cuggiono.

Per l'ambiente del Parco la catastrofe ha sommato alla preesistente aggressione prodotta dalle pratiche agricole della coltivazione del riso, altamente chimicizzate, la contaminazione massiccia dei terreni che ha interessato 15 km² e ancora oggi, a distanza di due anni, è presente su 1500 ettari, la contaminazione delle acque superficiali e della falda idrica, l'avvelenamento della flora e della fauna con idrocarburi piovuti per 36 ore consecutive.

Per la popolazione alla catastrofe si è aggiunta la beffa dell'archiviazione dell'inchiesta condotta dal Tribunale di Novara. Nessun riconoscimento del danno alla salute e all'ambiente prodotto dal crimine ambientale del 1994 e oggi la prospettiva di future devastazioni per la prosecuzione delle attività di sfruttamento del giacimento e per la prevista perforazione di nuovi pozzi.

Dedichiamo pertanto questo dossier alla ricostruzione del disastro ambientale affinché non si affievolisca la memoria e la vigilanza.

La prima parte è dedicata all'illustrazione delle tecniche di sfruttamento dei giacimenti petroliferi e alla struttura di un pozzo di perforazione in terraferma, con i problemi derivanti dalle perforazioni ad elevatissima profondità e i metodi di controllo delle situazioni di emergenza ed in particolare per contrastare le eruzioni (v. capitoli 1. e 2.). La seconda parte presenta il campo petrolifero di Trecate Villafortuna e il progetto di sfruttamento elaborato da Agip, evidenziando come la valutazione dei rischi ambientali e le relative azioni di risposta alle emergenze fosse stata del tutto inadeguata ad affrontare il caso di un'eruzione (v. i capitoli 3. e 4.).

La terza parte descrive la struttura e la conduzione del pozzo di perforazione Trecate 24d (d = deviato), mostrando come non vi fossero previsti i dispositivi più efficaci di controllo delle eruzioni e non siano stati eseguiti i necessari interventi di controllo della

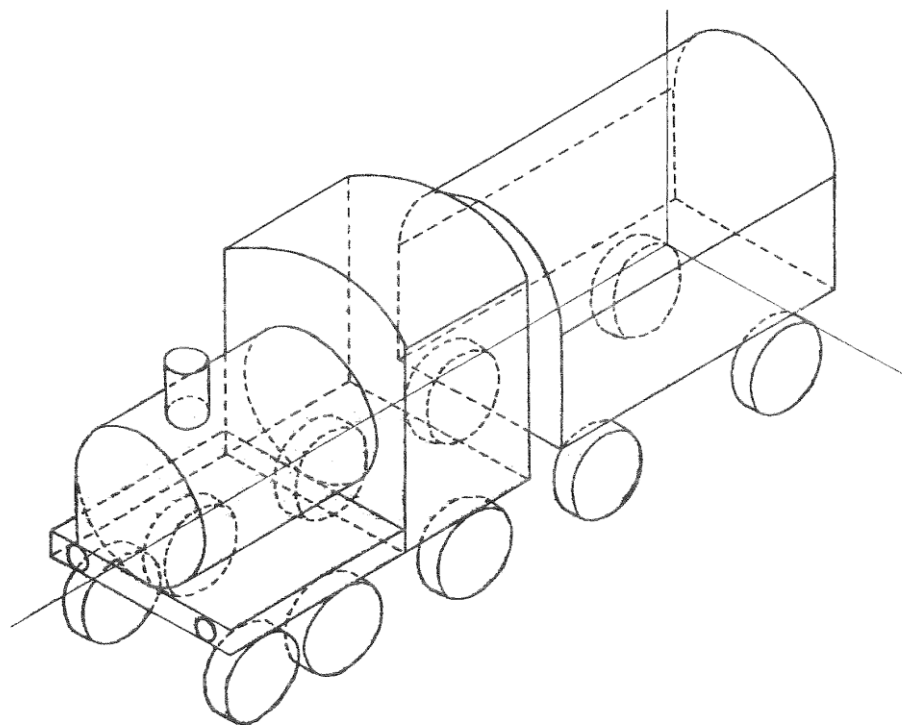
corretta gestione delle operazioni di perforazione (v. capitolo 5.).

La quarta parte presenta le cause e gli effetti dell'eruzione dal pozzo TR 24d, quantificando l'impatto ambientale (v. capitolo 6.). Nell'illustrare le tecniche di sfruttamento di un campo petrolifero, la struttura di un pozzo in terraferma con perforazioni a elevatissima profondità e nel descrivere situazioni di emergenza, in particolare quelle per contrastare le eruzioni, a volte si è dovuto fare ricorso a termini tecnici, anche se si è cercato di utilizzare un linguaggio accessibile ai più, speriamo di esserci riusciti.

Successivamente si esaminano le azioni di risposta al disastro da parte delle istituzioni, delle popolazioni a rischio autoorganizzate e delle associazioni ambientaliste. Ne emerge il quadro di una "vittoria", in quanto chi ha inquinato sta pagando i costi della bonifica,

ma al contempo di una sconfitta perchè non si è ottenuto il riconoscimento del danno ambientale e l'interruzione delle perforazioni di nuovi pozzi da parte dell'Agip.

L'impegno delle popolazioni a rischio non cessa per questo, anzi si estende non solo ai nuovi siti in cui Agip sta per avviare nuove ricerche (in proposito, si vedano in questo dossier le lotte delle popolazioni di Cuggiono-Castelletto e zona in provincia di Milano e quelle di Binago-Como e Vedano Olona-Varese), ma si salda con le lotte delle popolazioni dei territori attraversati dagli oleodotti che rappresentano una mina sempre innescata e che sempre più frequentemente esplose, come mostriamo nell'articolo concernente i rischi insiti in questi impianti nonchè i disastri ambientali derivanti dalle rotture prodotte negli stessi oleodotti (v. capitolo 10.).



I. Cenni sulle tecniche di sfruttamento dei giacimenti petroliferi

di Roberto CARRARA

Nell'industria petrolifera per "campo" si intende un'area nel cui sottosuolo sono presenti, senza interruzioni, uno o più giacimenti di petrolio o di gas.

La coltivazione dei campi petroliferi comprende la perforazione e la messa in produzione dei pozzi necessari a produrre il petrolio e il gas economicamente estraibili dal campo.

Dopo la scoperta di un giacimento, esso deve essere esplorato per determinarne l'estensione e la profondità e il meccanismo di produzione.

Sviluppo e sfruttamento del giacimento procedono simultaneamente.

I pozzi esplorativi, spinti fino al livello produttivo più profondo, servono a determinare il numero dei livelli produttivi del campo e, tramite prove, a stabilire il meccanismo di produzione e di conseguenza il programma di sviluppo più appropriato. All'inizio vengono perforati pozzi marginali per delimitare l'estensione del giacimento e per avere ulteriori indicazioni sul volume di olio e gas recuperabile e sulla distanza che si dovrà tenere tra un pozzo e l'altro.

Il programma di sfruttamento deve raggiungere il migliore compromesso fra due obiettivi contrastanti che sono il minimo costo e il massimo recupero di olio; si tenderà a perforare il minor numero di pozzi necessari a produrre gli idrocarburi recuperabili, a condurre la perforazione, la messa in produzione e attrezzare i pozzi al più basso costo possibile, a sfruttare totalmente il giacimento nel più breve tempo per

ridurre i costi di gestione e di capitale, a far produrre i pozzi al costo minore, a recuperare la maggior quantità di olio e gas.

GLI IMPIANTI DI PERFORAZIONE DI POZZI PER LA RICERCA DI IDROCARBURI IN TERRAFERMA

La tecnica di perforazione di pozzi profondi si basa sulla rotazione di un lungo tubo formato da aste avvitata l'una sull'altra, la prima delle quali porta lo scalpello che scava il foro, di diametri progressivamente decrescenti man mano che il foro si approfondisce. I detriti risultanti dallo scavo vengono portati in superficie tramite un fluido detto "fango di perforazione" che viene iniettato all'interno delle aste e che, fuoriuscito dallo scalpello, risale nell'intercapedine anulare fra la colonna delle aste e le pareti del pozzo (il diametro del foro creato dallo scalpello è maggiore del diametro delle aste). Il fango che raggiunge la superficie viene privato dei detriti passando in un vibrovaglio che trattiene i materiali grossolani e in una vasca di sedimentazione in cui si depositano i materiali leggeri e quindi passa in una vasca di stoccaggio da cui, corretto nella composizione in base alle esigenze, viene riciclato nel pozzo tramite le pompe di iniezione. Il fango è normalmente costituito da una fase liquida (acqua o in particolari casi olio) e da una fase colloidale dispersa che gli impedisce le desiderate caratteristiche di viscosità e densità. Come

agente viscosizzante si usano argille speciali tipo *bentonite*, mentre come agenti di appesantimento si utilizza *barite*. In caso di pozzi profondi ed alte temperature, il fango viene anche additivato con *carbossimetilcellulosa* e *lignosulfonati*, mentre in caso di presenza di gas acidi corrosivi (es. *acido solfidrico*) si aggiungono *alcali*.

La perforazione del pozzo si sviluppa per fasi che sono caratterizzate dal diametro del foro; si inizia la perforazione con un foro di grande diametro (tubo guida) e man mano che si approfondisce si passa a fori di minore diametro. Tale sequenza viene denominata "profilo del pozzo" ed esso viene studiato e deciso prima di iniziare la perforazione.

Una volta perforato il foro di un determinato diametro, lo si riveste con una tubazione metallica (*casing*) che viene cementata alle sue pareti in modo da garantirne la stabilità e il suo isolamento dal resto del pozzo. La cementazione viene eseguita pompando la miscela cementizia all'interno della tubazione e facendola risalire dal fondo nell'intercapedine fra il casing e la parete del pozzo; dato che nel pozzo si trova il fango di perforazione e non volendo la miscelazione fra i due fluidi, prima dell'introduzione dell'agente cementante si introduce un tappo di separazione e un secondo al termine.

Generalmente il diametro delle fasi di un pozzo in un campo petrolifero sono standard; nella fig. 1 è illustrato il profilo tipico di un pozzo con fondo a 6100 metri che si sviluppa in 4 fasi:

- foro da 26" con casing da 20"
- foro da 17" 1/2 con casing da 13" 3/8
- foro da 12" 1/2 con casing da 9" 5/8
- foro da 8" 1/2 con casing da 7".

Una volta terminata la perforazione

con il raggiungimento della formazione obiettivo e il tubaggio dell'ultima colonna di casing, si provvede al completamento del pozzo, che lo rende pronto per la messa in produzione, alla prova di produzione e all'acidificazione.

Il completamento è costituito dal tubaggio (*tubing*) cioè dall'installazione all'interno del casing di rivestimento del pozzo di una tubazione la cui estremità inferiore è resa solidale al casing con un packer, mentre alla sommità sono fissate le valvole per la connessione con la rete di erogazione, disposte a croce (denominata albero di natale), comprendente le saracinesche di sicurezza (facenti parte dei B.O.P Blow Out Preventers).

La prova di produzione consiste nell'erogazione attraverso la serie di attrezzature di superficie, al fine di valutare i principali parametri (portata, pressione, temperatura, composizione della fase liquida e gassosa, caratteristiche minerarie del giacimento) che caratterizzano la produttività del pozzo e di ottimizzare il futuro esercizio sia del pozzo che del giacimento, prima di immetterlo definitivamente in produzione.

L'acidificazione è l'operazione che serve per migliorare le caratteristiche di erogazione del pozzo qualora la prova abbia manifestato valori ritenuti non soddisfacenti; essa consiste nel pompaggio nel pozzo di soluzioni acide (acido cloridrico).

L'impianto di perforazione più diffuso nell'ambito delle ricerche petrolifere è attualmente quello della "rotary" (fig. 4). Il termine "rotary" si riferisce al sistema di trasmissione del moto alla batteria di aste alla cui estremità inferiore è posto lo scalpello. Il moto è

AUTORIZZAZIONI PER LO SVILUPPO DI UN CAMPO PETROLIFERO

Esecuzione dei pozzi

L'autorizzazione è rilasciata da UNMIG (Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e Geotermia) competente per territorio (per l'Italia del Nord è l'ufficio di Bologna) a fronte della presentazione del programma minerario.

Per quanto riguarda l'occupazione dell'area l'autorizzazione è rilasciata dal proprietario o, nel caso non si sia raggiunto un accordo amichevole, è concessa con decreto d'urgenza dal Ministero dell'Industria.

Non sono soggette a concessione edilizia comu-

composto da rotazione e spinta verticale verso il basso. Gli impianti di perforazione rotary richiedono una grande quantità di energia (per i pozzi profondi si tratta di migliaia di cavalli vapore), per l'azionamento della tavola rotary, per la rotazione dello scalpello e della colonna di aste, per le pompe di circolazione del fango, per l'argano di sollevamento della batteria di aste, etc..L'energia viene fornita da motori, collocati in prossimità della torre di perforazione, che normalmente sono a combustione interna o elettrici se è disponibile in loco una rete elettrica.

L'impianto rotary risulta composto essenzialmente dai seguenti elementi:

1. *Organi di sostegno*: torre (tipo mast o derrick) e sottostruttura (piattaforma che costituisce il basamento della torre e il piano di lavoro);

2. *Organi rotanti*: tavola rotary, asta quadra o top drive, batteria di aste, scalpello;

3. *Organi di sospensione*: argano, taglia mobile, taglia fissa, cavo, gancio;

4. *Organi motori*: motori diesel o diesel-elettrici;

5. *Apparecchiature di sicurezza*: Inside B.O.P e Outside B.O.P (Blow Out Preventer);

6. *Circuito del fango*: pompe, vasche, vibrovaglio, testa di iniezione, condotte fisse e mobili, valvolame, manifold;

7. *Sistemi di controllo e allarme*;

8. *Infrastrutture di servizio*.

La capacità di tiro dell'argano, l'altezza della torre, la robustezza della sottostruttura della torre, le caratteristiche di esercizio delle pompe del fango, la potenza dei motori congiunta alla flessibilità di distribuzione della potenza alle varie utenze sono i fattori che determinano la potenzialità di un

impianto di perforazione e quindi la massima profondità che esso può raggiungere.

1. ORGANI DI SOSTEGNO

La torre è una struttura reticolare a forma di tronco di piramide (tipo mast o derrick). Alla sua sommità è posta la *taglia fissa*, un argano che, per mezzo di funi, trasmette il moto verticale e sostiene, tramite gli organi di sospensione, la batteria di aste di perforazione. Ad un'altezza inferiore è posto il *ponte di manovra*.

Vi lavora il pontista che nelle manovre di discesa e di risalita della batteria aggancia e sgancia le aste o le lunghezze (insieme di tre aste avvitate, lungo circa 28 metri). Al ponte di manovra è unita la *rastrelliera* che serve come deposito delle aste o delle lunghezze in posizione verticale.

L'altezza della torre dipende dalla potenzialità dell'impianto di perforazione e dalla altezza delle aste o delle lunghezze; per i pozzi profondi si utilizzano *torri derrick* che raggiungono altezze di 70 metri.

La torre è montata su una sottostruttura, saldamente ancorata al terreno e di dimensioni orizzontali e verticali adeguate ad ospitare il *piano sonda*, le aste o lunghezze nonché le inflangiate della colonna (casing) che costituisce il rivestimento esterno del pozzo entro cui si calano le aste di perforazione. Per migliorare la stabilità della sottostruttura si deve limitarne l'elevazione dal piano campagna; a tal fine le inflangiate e i preventers si collocano interrate in una fossa (*cantina*) sottostante il piano sonda.

2. ORGANI ROTANTI

La tavola rotary è l'elemento che, tramite l'asta motrice (a sezione quadrata

nalte le opere necessarie per la perforazione, sempre che abbiano carattere provvisorio e non siano ubicate nel centro abitato.

Gli eventuali scarichi idrici o depositi di rifiuti solidi sono soggetti alle autorizzazioni previste dalla vigente normativa.

Realizzazione della rete di raccolta del greggio

L'approvazione del tracciato e quindi l'occupazione delle aree è di competenza di UNMIG e del Ministero dell'Industria. Gli attraversamenti (corsi d'acqua, ferrovie, autostrade e strade statali, strade provinciali, strade comunali) devono ricevere l'assenso degli Enti competenti (Uff. Genio Civile, FESS, ANAS, Amm. provinciale, Sindaco).

o esagonale) trasmette il moto rotatorio alla batteria di aste di perforazione. La tavola sostiene inoltre il peso delle aste o del casing durante le manovre o i tubaggi quando il peso non è sostenuto dalla taglia.

Attualmente l'uso dell'asta motrice è stato abbandonato a favore di un dispositivo più rapido denominato *Top Drive* che congloba l'equipaggiamento per la connessione e la rotazione della batteria di aste (*string*) e la circolazione del fango attraverso la *string*. Le

parti essenziali che costituiscono il *Top Drive* sono una testa di iniezione convenzionale (*Standard Swivel*) agganciata alla normale taglia mobile (*Hook-Block*), il *Drilling Motor* e il *Pipehandler*. Il *Drilling Motor* è un potente motore elettrico a corrente continua alloggiato su un carrello scorrevole su due binari verticali. Il *Pipehandler* comprende l'attrezzatura (*Torque Wrench*) per assemblare, connettere e sconnettere le aste che può operare a qualunque altezza della torre di perforazione; esso è in grado di sopportare carichi di 500 t.

La batteria di perforazione (*String*) è l'insieme delle aste (tipo normale e pesante) che trasmettono il movimento rotatorio e la spinta premente allo scalpello; al suo interno scorre il fango iniettato in superficie il quale fuoriesce dallo scalpello e porta in superficie i detriti dello scavo. La parte superiore della batteria è formata da aste normali di perforazione mentre la parte inferiore è formata da aste pesanti. Il tratto superiore serve essenzialmente da organo di sostegno e da albero di trasmissione del moto ed è sottoposto a sforzo di trazione semplice e di torsione. Il tratto inferiore svolge anche la funzione di fornire allo scalpello il

peso necessario per incidere la roccia e pertanto è soggetto, oltre agli sforzi di trazione e torsione, anche agli sforzi di compressione e presso-flessione. Fra le aste normali e le aste pesanti si inserisce a volte una serie di aste di caratteristiche intermedie (*Heavy Waste*) che consentono un passaggio graduale fra la flessibilità delle aste superiori (che sono tese) e la rigidità delle aste inferiori (che sono compresse).

La batteria riceve il moto di rotazione o dall'asta motrice o dal *Top Drive*, ed è sospesa, tramite la testa di iniezione, al gancio della taglia mobile che ne determina il movimento di discesa e risalita. Durante le manovre di introduzione ed estrazione delle aste la batteria è invece sostenuta dalla taglia o dalla tavola rotaria. Quando è fuori dal pozzo la batteria, scomposta nei

suoi elementi, è raccolta nella rastrelliera o distesa sul piazzale del cantiere presso il parco tubi.

Compongono la batteria anche i giunti (*tool joints*), che uniscono fra loro le aste di perforazione onde non rovinarne la filettatura. Infatti le aste vengono avvitate e svitare frequentemente e ciò porta ad un'usura dei filetti che renderebbe necessaria la sostituzione dell'intera asta invece dei soli giunti. Le aste pesanti non richiedono l'uso di giunti in quanto le filettature sono ricavate nel corpo stesso dell'asta e sono resistenti all'usura e al pericolo di rotture.

L'attrezzo che esegue il foro nel terreno è lo scalpello. Esso è posto all'estremità inferiore della batteria, alla quale viene collegato mediante avvitarimento. Gli scalpelli sono di tipo diverso a secondo delle caratteristiche del terreno da perforare; i tipi più comuni sono a lame, a rulli e a diamanti.

La realizzazione di tutte le opere può interessare aree soggette a vincoli, quali il vincolo idrogeologico e forestale, vegetazionale, paesaggistico, di parco nazionale o regionale, militare, aeronautico, archeologico. Per ciascuno di questi casi è necessario richiedere alle Autorità competenti (Corpo Forestale, Giunta Regionale o Comunale, Consorzio del Parco, Comando Militare Territoriale, Direzione Circostrizionale Aeroportuale, Soprintendenza delle Belle Arti) l'autorizzazione ad eseguire le opere.

Realizzazione del Centro Olio

L'autorizzazione è concessa da UNMIG che esamina il progetto sotto gli aspetti ingegneristici e di sicurezza.

te. Negli scalpelli sono ricavati anche gli ugelli dai quali esce il fango di perforazione.

3. ORGANI DI SOSPENSIONE

L'argano è l'elemento base di ogni impianto di perforazione. Le sue funzioni sono: introduzione, estrazione e sostegno della batteria di perforazione e del casing, l'applicazione dei sovratori, il calo nel pozzo degli attrezzi necessari per l'esecuzione di speciali operazioni di registrazione o di intervento, l'avvitamento e lo svitamento dei tubi e delle aste, la trasmissione del moto alla tavola rotary (se non si usa il Top Drive). L'argano è montato vicino al piano sonda ed è collegato ai motori (diesel o elettrici o diesel-elettrici) da cui riceve il moto per mezzo di ruote dentate e di frizioni.

La taglia mobile è la parte dell'impianto che, muovendosi verticalmente, permette l'avanzamento dello scalpello in perforazione e le manovre in pozzo delle aste e dei tubi. Essa è sospesa alla taglia fissa tramite un cavo che le conferisce il movimento.

La taglia fissa è posta alla sommità della torre di perforazione. Essa sostiene il massimo carico applicabile alla taglia mobile oltre al peso di essa e del cavo di sollevamento.

Il complesso *taglia fissa-taglia mobile* funziona come apparecchio riduttore dello sforzo cui è sottoposto l'argano.

Il gancio è costituito da due parti: la parte superiore, cilindrica entro cui è alloggiata una molla che svolge la funzione di smorzamento delle brusche variazioni di tiro e mantiene in leggera tensione le lunghezze di aste durante l'avvitamento (riducendo l'usura dei filetti) e la parte inferiore che comprende il gancio (libero di ruotare

ma con la possibilità di limitare o arrestare la rotazione) e i sostegni per le staffe che sostengono l'elevatore con il quale si manovrano le aste della batteria di perforazione o la colonna di rivestimento. Il gancio può anche essere incorporato nella taglia mobile al fine di ridurre pesi e ingombri.

4. ORGANI MOTORI

Sono utilizzati motori diesel (più economico) o diesel-elettrico (più flessibile).

Le utenze con maggior assorbimento di potenza sono, in ordine, l'argano, le pompe di circolazione del fango, la tavola rotary o il motore del top drive. Esse non funzionano mai contemporaneamente; nel momento in cui si attiva l'argano, le altre due utenze sono escluse e viceversa.

Ancora UNMIG, al termine della costruzione, rilascia l'autorizzazione per l'esercizio dell'impianto. La concessione edilizia per le opere da realizzare è rilasciata dal Sindaco del Comune interessato. Contestualmente all'istanza per la concessione edilizia viene presentata anche la richiesta di autorizzazione per gli scarichi idrici e per le emissioni atmosferiche.

5. APPARECCHIATURE DI SICUREZZA

Sono dispositivi, denominati "B.O.P." (Blow Out Preventers), destinati a prevenire le eruzioni sia quando la batteria di perforazione è calata nel pozzo che a pozzo vuoto; essi si dividono in "inside B.O.P." e "outside B.O.P.". Ciascun dispositivo è disponibile in versioni resistenti a diversi livelli di pressione e normalmente vengono installate versioni più potenti man mano che la perforazione si approfondisce.

5.1 Outside B.O.P.

Sono collegati alla testa pozzo, fissati alle inflangiate dei casing, al di sotto della tavola rotary. Essi sono azionabili sia dal piano sonda che da un luogo esterno onde poter eseguire l'intervento di prevenzione delle eruzioni anche in caso di evacuazione del piano sonda. I comandi devono essere provati periodicamente.

In un pozzo si installano diversi tipi di B.O.P., dei quali i più comuni sono:

a) *Shaffer*

E' una sorta di morsa con due ganasce che scorrono orizzontalmente su guide e sono comandate da pistoni idraulici o manuali. Esistono anche shaffers doppi, costituiti da due ordini sovrapposti di ganasce. Le conformazioni della superficie di contatto delle ganasce possono essere:

- *sagomate* (pipe rams) con un profilo (sul piano orizzontale) semicircolare in modo da abbracciare l'asta che si deve bloccare; tali ganasce funzionano ciascuna solo per un tipo di asta e quindi devono essere sostituite quan-

do la sezione della batteria di aste di perforazione cambia;

- *variabili* (variable rams) che si adattano a diversi tipi di tubi, come un otturatore fotografico;

- *cieche* (blind rams) che hanno un profilo piatto come le comuni morse, e non servono per operare sui tubi ma solo per chiudere il foro libero;

- *cieche trancianti* (blind shear rams) che funzionano come una cesoia in grado di tranciare il corpo delle aste di perforazione e bloccare drasticamente e definitivamente il pozzo.

b) *Cameron*

Differisce dalla shaffer essenzialmente per la forma delle ganasce che presentano, in sezione verticale, un profilo semicircolare il quale permette un migliore contatto e quindi una maggiore chiusura sulle aste rispetto a quelle shaffer che hanno un profilo rettangolare.

Il vantaggio ulteriore è la maggiore resistenza all'usura mentre lo svantaggio è il maggiore peso che rende difficoltosa la sostituzione delle ganasce.

c) *Hydryll*

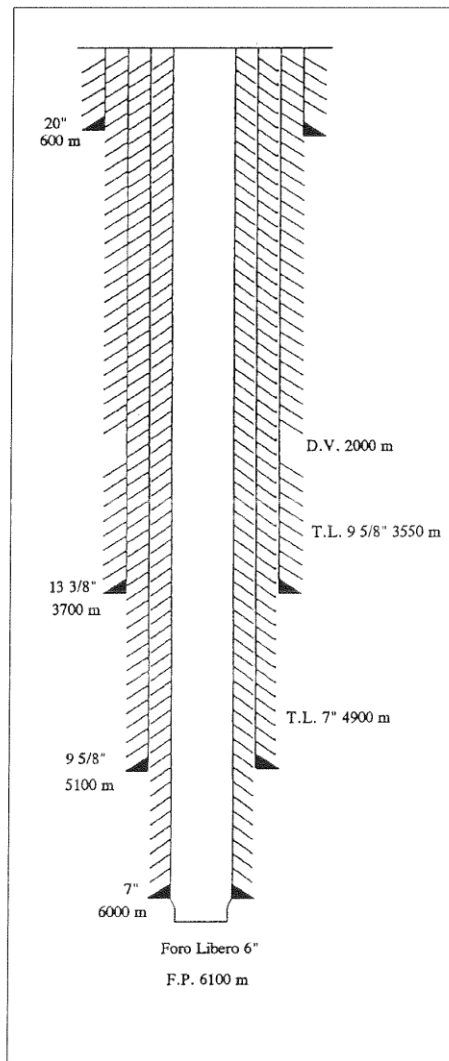
Questa apparecchiatura è sempre presente a testa pozzo in quanto può chiudersi indifferentemente su ogni diametro e tipo di asta ovvero sul foro libero. Essa viene montata al di sopra degli altri outside B.O.P.

L'apparecchiatura è costituita da una corona di segmenti in acciaio rivestiti di gomma che vengono spinti radialmente verso il centro da cunei che scorrono verticalmente verso l'alto. Tramite un'apertura inferiore la pressione dei fluidi presenti nel pozzo agisce sui cunei fornendo loro una spinta ulteriore verso l'alto che contribuisce alla chiusura dell'Hydryll.

Il rivestimento in gomma consente inoltre alle aste di perforazione di ruotare anche con Hydryll chiuso su di loro e di far scorrere le aste e i giunti che le collegano e quindi di eseguire la perforazione o l'estrazione delle aste mantenendo la tenuta della pressione dei fluidi di pozzo.

d) *Valvole di contrasto*

FIGURA I -
Profilo tipico di un pozzo profondo



Sopra la batteria di perforazione vengono inserite due valvole che servono a contrastare la pressione dei fluidi presente all'interno delle aste di perforazione:

- *Upper Kelly Cock valve*: è una valvola del tipo a ciabatta a tenuta monodirezionale (dal basso verso l'alto) ad

azionamento manuale che viene installata sotto la testa di iniezione del fango;

- *Lower Kelly Cock valve*: è una valvola a sfera a passaggio pieno con tenuta bidirezionale ed azionamento manuale che può essere inserita al di sotto dell'asta motrice.

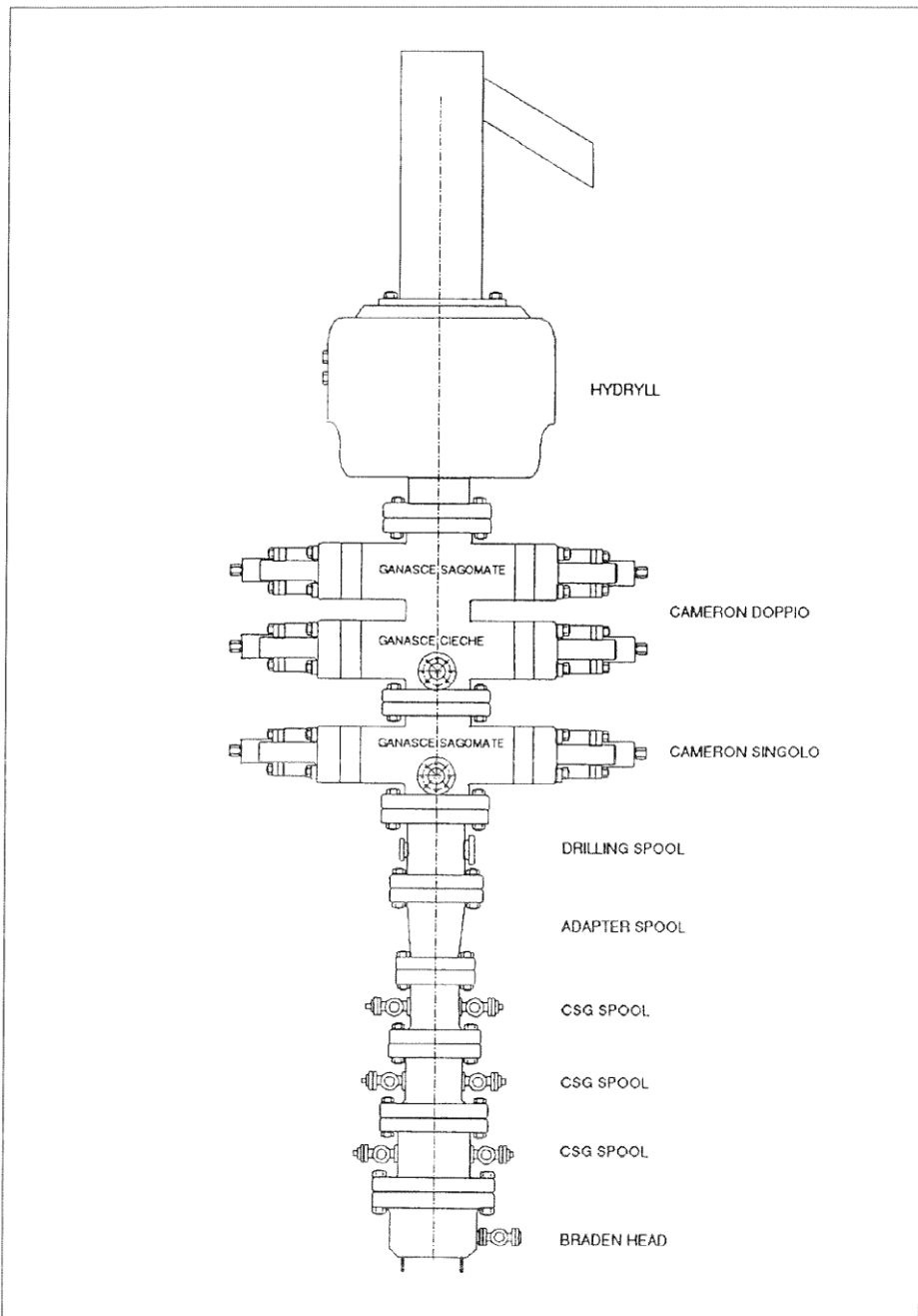


FIGURA 2 -
Dotazione tipica di testa pozzo in fase di perforazione, con le valvole B.O.P.

5.2 Inside B.O.P.

Questi dispositivi sono a disposizione sul piano sonda e sono messi in opera solo in caso di necessità per contrastare un'eruzione in atto.

Gray Float valve: ha la stessa funzione della Upper Kelly Cock,

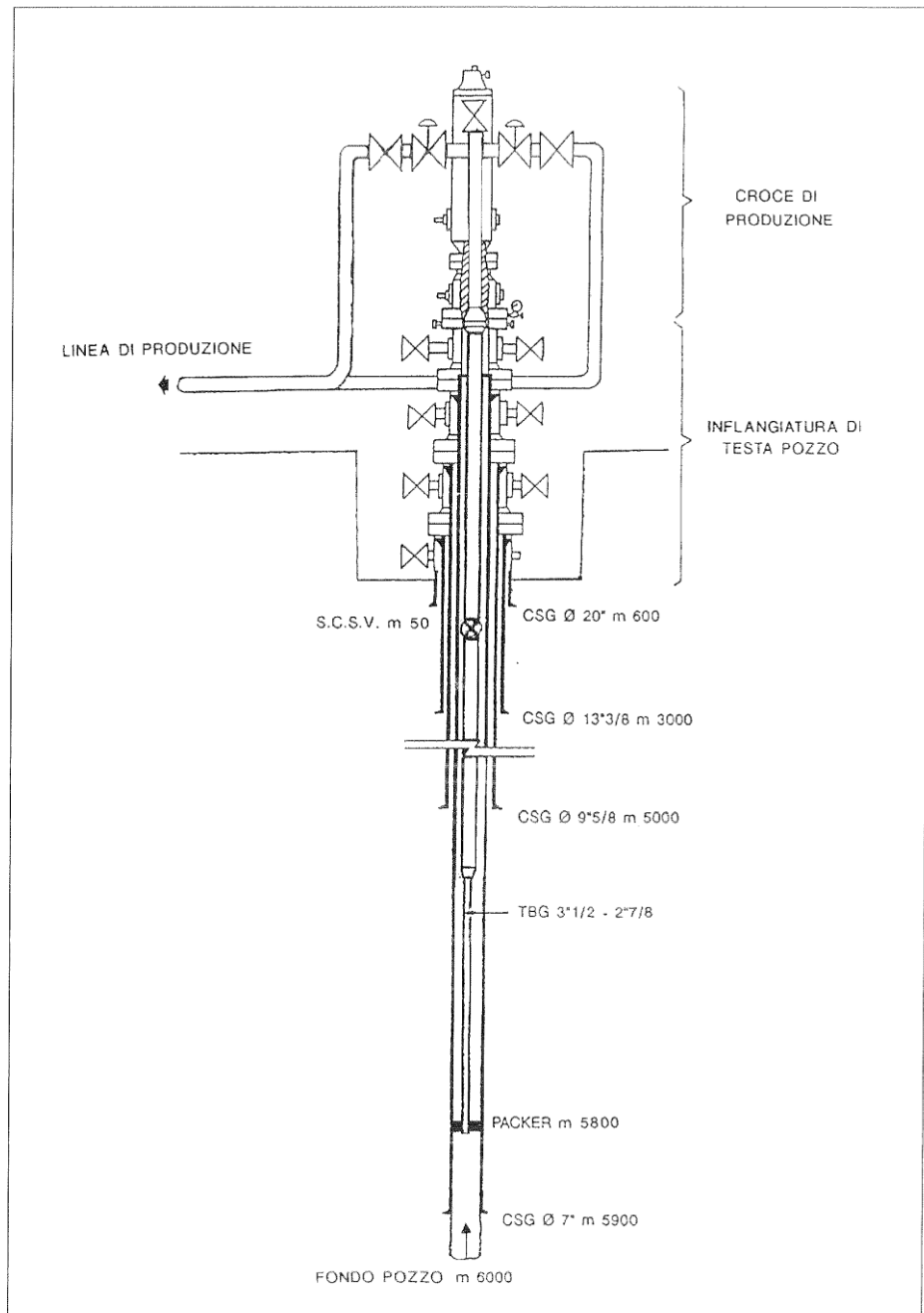
- *Drop-in Check valve*: è una valvola a

sfera a tenuta monodirezionale (dal basso verso l'alto) ad azionamento meccanico.

6. CIRCUITO DEL FANGO

Il fango è costituito da una miscela di acqua e sostanze argillose bentonitiche con additivi anticorrosivi. La

FIGURA 3 -
Schema tipo di
completamento
del pozzo



densità del fango varia a seconda delle fasi di perforazione e delle necessità (contrasto di sovrappressioni, assorbimento degli strati, etc.).

Le funzioni del fango sono:

- a)- *asportare* i detriti della perforazione (cuttings);
- b)- *raffreddare* e lubrificare lo scalp-

- lo prolungandone la durata;
- c)- *contrastare* la pressione dei fluidi sviluppati dagli strati attraversati, tramite la pressione idrostatica dipendente dal peso specifico e dall'altezza della colonna, ed evitare le eruzioni;
- d)- *consolidare* la parete del pozzo

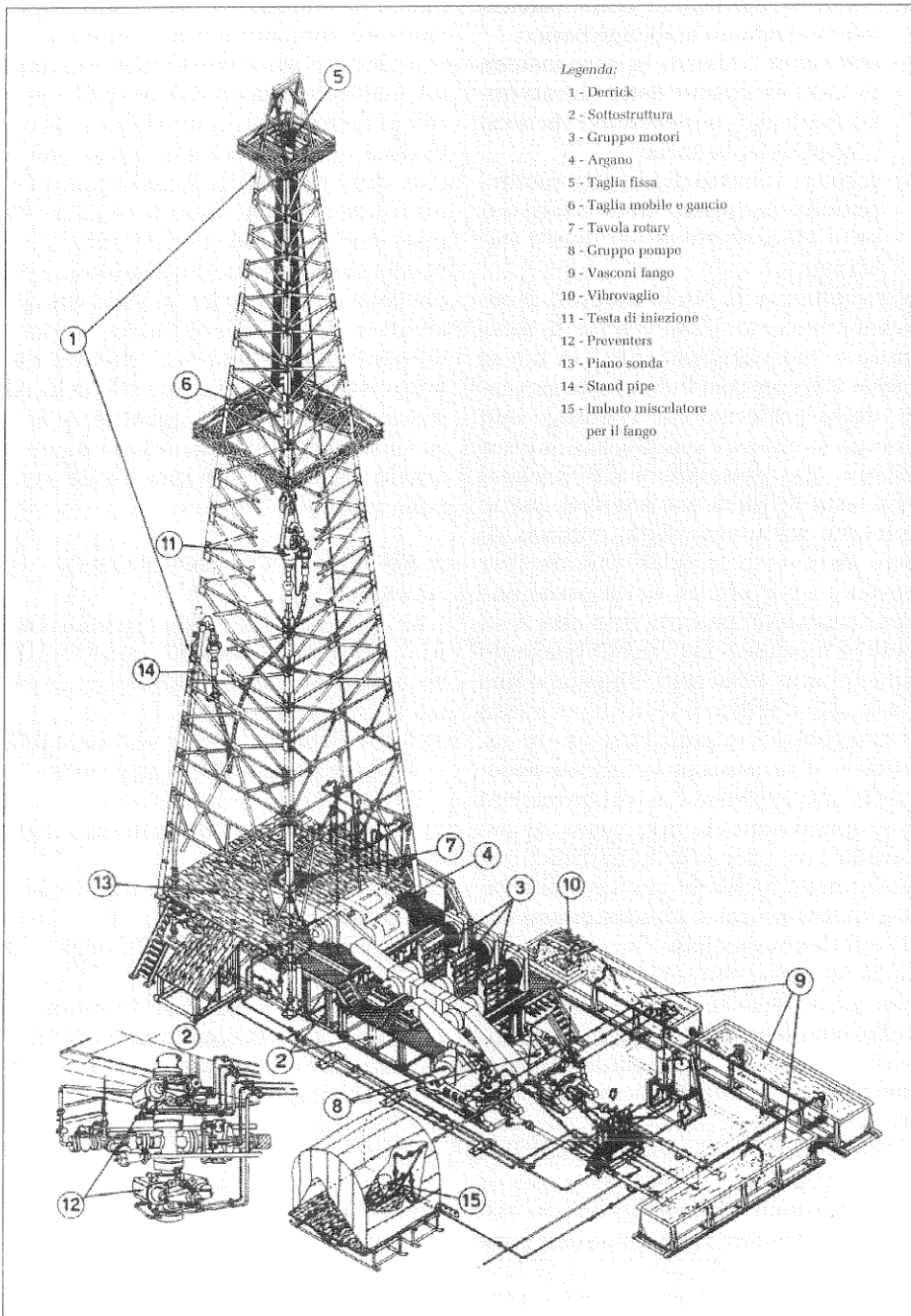


FIGURA. 4 -
Rappresentazione schematica di un impianto di perforazione in terraferma

- e ridurne la permeabilità mediante la formazione di un pannello;
- e)- *ridurre* il logorio degli attrezzi e dell'impianto grazie alla spinta di galleggiamento che sostiene la batteria; più elevato è il peso del fango più forte è la spinta verso l'alto e la riduzione di peso;
 - f)- *evitare* la corrosione della batteria mantenendo un'ambiente basico;
 - g)- *trattenere* i detriti in sospensione in caso di arresto della circolazione del fango, impedendo l'incastro (presa) della batteria;
 - h)- *fornire* informazioni sulle caratteristiche dei terreni attraversati, tramite l'osservazione dei detriti trascinati.

Normalmente il fango compie il seguente percorso: dalle vasche di accumulo e "condizionamento" in cui si forma e si corregge in base alle esigenze della perforazione si spinge con pompe (a pistoni semplice o duplice effetto, alta pressione e alta portata) alla testa di iniezione (swivel) che lo immette all'interno della colonna di aste attraverso le quali scende (per gravità e per effetto della pressione applicata dalle pompe) fino allo scalpello e fuoriesce dagli ugelli risalendo poi a giorno attraverso l'intercapedine fra le aste e il foro o il casing ove esso è stato posto in opera. Arrivato in superficie il fango viene inviato al vibrovaglio che trattiene i detriti grossolani e successivamente alla vasca di decantazione (*decader o desilter*) ove precipitano le sabbie più fini e alla vasca di accumulo e condizionamento da cui rientra in ciclo.

Le pompe possono inviare il fango anche ad altre destinazioni e pertanto sulla mandata delle pompe viene inserito un gruppo di raccordi valvolati denominato "*manifold*" cui sono connesse due linee denominate "*kill line*" e "*choke line*". Attraverso la *kill line* si può pompare il fango nel pozzo ad alta pressione (comunque non in grado di contrastare le elevatissime pressioni prodotte nelle condizioni di eruzione) al fine di mantenere sotto con-

trollo il pozzo quando tende ad entrare in eruzione ed anche, a B.O.P. chiusi, a mantenere il pozzo pieno di fango durante l'estrazione delle aste. La *choke line* serve per lo scarico dei fluidi presenti nell'intercapedine del pozzo, a dispositivi di sicurezza chiusi; la *choke line* (costituita normalmente da almeno due linee, una superiore ed una inferiore, connesse ai tronchetti posti a valle delle sagomate), collega la testa pozzo al *choke manifold* consistente in un sistema di tubazioni e valvole ad alta pressione e con *dusi* regolabili manualmente e idraulicamente al fine di regolare la pressione del fluido per inviarlo, a seconda della sua composizione, alla fiaccola, al degasatore, al vascone dei rifiuti o alle vasche del fango. In fase di estrazione delle aste il circuito del fango è inattivo e si provvede solo ad integrare nel pozzo la quantità di fango di volume e peso corrispondente a quello delle aste che man mano vengono estratte.

7. SISTEMI DI CONTROLLO E DI ALLARME

L'equipaggiamento di un moderno impianto di perforazione comprende strumenti di misura con registrazione dei seguenti parametri:

- a) -Peso della batteria di aste al gancio di sostegno (WOH) e allo scalpello (WOB);
- b) -Sforzo torsionale applicato alla batteria (Torque);
- c) -Numero di giri della tavola rotary (RPM);
- d) -Posizione del gancio (HK High);
- e) -Rop istantanea (ROP ins);
- f) -Numero di colpi delle pompe di circolazione fango (Pump 1, 2, 3);
- g) -Pressione del fango alla testa di iniezione (SPP);
- h) -Peso specifico del fango in uscita (MW Out);
- i) -Peso specifico del fango in entrata (MW In);
- j) -Livello (e quindi volume) del fango nelle vasche di decantazione (Dec), di preparazione (Prep), di

- aspirazione (ASP), e nel trip tank;
- k) -Somma dei volumi di fango nelle vasche;
 - l) -Differenza di volume ingresso/uscita per l'insieme delle vasche (Vol +/-);
 - m) -Portata di fango iniettato (Mud Flw);
 - n) -Volume teorico dell'acciaio costituente la batteria presente nel pozzo (Cmp Vol);
 - o) -Peso teorico del fango presente nel pozzo (Cmp Weight);
 - p) -Numero delle lunghezze inserite nel pozzo (STD Cntr);
 - q) -Concentrazione di gas infiammabili rilasciati dal fango (Gas detector);
 - r) -Concentrazione di acido solfidrico nel gas rilasciato dal fango (H₂S detector).

Gli indicatori e registratori costituiscono la "Mud Logging" e sono gestiti dalla funzione sorveglianza geologica che assiste il perforatore fornendo le informazioni agli operatori del *piano sonda*.

Al piano sonda sono installati, a cura del perforatore, alcuni strumenti di misura e allarme essenziali per la

pronta rilevazione di situazioni anomale e l'immediata risposta ad eventuali eruzioni ed in particolare i misuratori del peso della batteria, del livello del fango nella *vasca trip tank*, della pressione nel pozzo, della presenza di acido solfidrico. I dati sono registrati (*Martin Decker*) per consentire la verifica della corretta esecuzione delle operazioni di perforazione.

La precisione dei rilevamenti e la tempestività delle risposte operative sono essenziali per l'efficacia della azione di contrasto alle eruzioni.

8. INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO

L'equipaggiamento normale di un impianto di perforazione è costituito dalle seguenti installazioni: i silos per il cemento-barite-bentonite, i gruppi elettrogeni per le varie utenze fra cui l'illuminazione del cantiere, il vibrovaglio, le elettropompe per l'acqua e il gasolio, i compressori per l'aria strumentale delle valvole pneumatiche, i serbatoi per l'acqua e il gasolio, il parco dei materiali correttivi del fango, il parco tubi, le baracche officina-geologia-spogliatoio-ristoro etc.

