

GRUPPO
MONTEDISON

SELM
Società Energia Montedison

CONCESSIONE "C. C4. ME"

RELAZIONE TECNICA A COMMENTO DELLA "PRODUZIONE PILOTA"

STATO DEI LAVORI E PROGRAMMA DEI FUTURI LAVORI
ESPLORATIVI/DI ACCERTAMENTO E SVILUPPO



CONCESSIONE "C. C4. ME"

RELAZIONE TECNICA A COMMENTO DELLA "PRODUZIONE PILOTA"

STATO DEI LAVORI E PROGRAMMA DEI FUTURI LAVORI
ESPLORATIVI/DI ACCERTAMENTO E SVILUPPO

1.	PREMESSA	Pag.	2
2.	RIASSUNTO E COMMENTI SUI RISULTATI DELLA PRODUZIONE PILOTA	"	4
3.	SITUAZIONE GEOMINERARIA		
3.1	Generalità	"	11
3.2	Sintesi dei risultati dei pozzi	"	12
3.3	Geologia del reservoir	"	14
3.4	Accertamento e prospetti esplora- tivi	"	17
4.	RISULTATI DELLA "PRODUZIONE PILOTA"	"	23
4.1	Pozzo Mila 6 D - Prove di produ- zione Settembre 1985	"	23
4.2	Produzione pilota: comportamen- to del pozzo Mila 6 D	"	24
4.3	Pozzo Mila 4 - Prova di produzio- ne Novembre 1985	"	27
4.4	Produzione pilota: comportamen- to produttivo del pozzo Mila 4 side-track	"	27
5.	PROGRAMMA DEGLI STUDI E LAVORI DI E- SPLOSAZIONE/ACCERTAMENTO E SVILUPPO	"	34

1. PREMESSA

L'istanza di concessione relativa alla scoperta di MILA è stata presentata nel Dicembre 1981, dopo aver perforato nell'area 6 pozzi (v.si fig. 1).

Quattro di questi pozzi erano risultati mineralizzati ad olio con spessore del "pay" variabile (valore massimo al pozzo Mila 6: 276 m.), mentre due pozzi (Mila 2 e 3) erano risultati sterili in quanto avevano raggiunto l'obiettivo a Nord di una linea paleotettonica delimitante in tale direzione lo sviluppo delle facies biohermali che costituivano verso Sud il reservoir mineralizzato.

Da notare che tre dei quattro pozzi mineralizzati erano stati adeguatamente provati:

- il Mila 4 ha erogato in prova 15.600 bbls di olio anidro e 21.500 bbls con 50% di "water cut" (dopo un'acidificazione che ha intaccato l'equilibrio dell'acquifero)
- il Mila 5 in diversi tests fra 3501 e 3577 m. T.R. (oltre 2.400 bbls di olio anidro)
- ed il Mila 6D 63.000 bbls di olio anidro nel corso di una prova di 16 giorni.

Sulla base di tali risultati e di una stima delle riserve era stato presentato un programma di sviluppo che prevedeva l'installazione di una piattaforma in corrispondenza dell'ubicazione del pozzo Mila 6D, la perforazione di 5 pozzi, il tie-back del 6D, una rete di raccolta per i pozzi 4 e 5 ed un'evacuazione degli idrocarburi via sea-line.

La concessione "C.C4.ME" è stata attribuita con D.I. 2 giugno 1982.

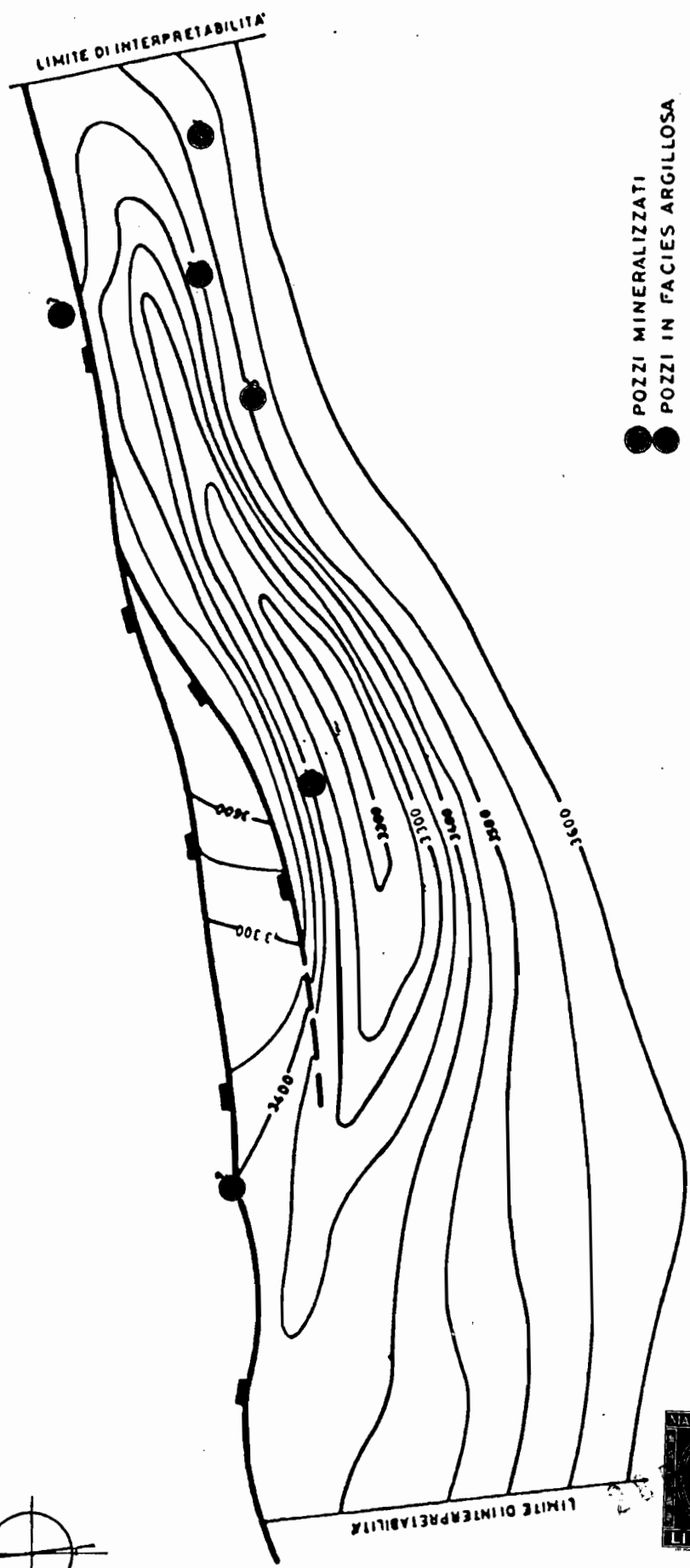
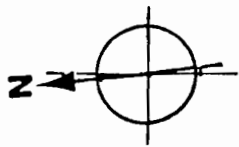
Nel successivo periodo compreso fra il 23.10.83 - 20.5.85 veniva successivamente deciso di perforare lungo l'asse della struttura nella zona compresa fra i pozzi mineralizzati Mila 6D-Mila 1, alcuni pozzi di sviluppo a partire da una "template" installata in corrispondenza dell'ubicazione del pozzo Mila 6D.

L'esito di tali pozzi è stato particolarmente deludente in quanto solo la seconda deviazione del pozzo Mila 8 incontrava il reservoir mineralizzato, mentre sia il Mila 7 (e le sue deviazioni) che il Mila 9 risultavano praticamente sterili avendo incontrato la Fmz. Noto - Unità Mila in facies di alternanze di argille e calcari.

Questi risultati mettevano quindi in evidenza che le variazioni di facies non avvengono, come assunto in precedenza, solo sui fianchi dell'asse di paleoalto ma anche lungo lo stesso asse.

Si era in presenza di conseguenza di pannelli mineralizzati di estensione relativamente limitata in un modello "a barriera" discontinuo in cui la definizione con i mezzi geofisici delle zone favorevoli incontrava purtroppo difficoltà rilevanti.

La nuova situazione conduceva ad una revisione della stima dell'olio "in posto" (la cui entità veniva stimata, per un'area mineralizzata di 1 kmq., in 18 milioni di bbls) e conseguentemente alla decisione di proseguire in un approccio graduale allo sviluppo, che si è esplicitato nella richiesta di autorizzazione ad una "produzione pilota".



- POZZI MINERALIZZATI
- POZZI IN FACIES ARGILLOSA
- EQUIDISTANZA CURVE 50 m



SETTORE IDROCARBURI	
CAMPO DI MILA	
SCHEMA STRUTTURALE ALLEGATO ALL'ISTANZA DI CONCESSIONE	
Scala	
Data	DICEMBRE 81
Autore	
Dis. n.	
nr. Dis.	Fig. 1

2. RIASSUNTO E COMMENTI SUI RISULTATI DELLA PRODUZIONE PILOTA

A seguito dei risultati acquisiti, come sopra indicati, veniva presentata istanza di sospensione e di modifica del programma di lavoro approvato con D.I. 2.6.1982 nonché di autorizzazione a procedere ad una "produzione pilota" dai pozzi Mila 6 D e Mila 4; questo come fase transitoria per una più completa conoscenza del campo e conseguentemente per una più razionale definizione dei programmi.

L'istanza veniva accolta con D.I. datato 31.7.1985.

La produzione pilota iniziava al pozzo Mila 6 D il 27 dicembre 1985, ed al pozzo Mila 4 (dopo aver effettuato un "side track") in data 3.4.1986.

Per poter effettuare il periodo di produzione pilota è stato realizzato il seguente progetto (fig. 3):

- riattivazione dei pozzi Mila 4 e 6 D con completamento con teste di pozzo sottomarine
- collegamento dei due pozzi con condotte sottomarine ad una boa ancorata al fondo del mare ed una profondità di ca. 67 metri
- collegamento della boa ad una petroliera ("Acqua Blu") con le funzioni di:
 - separazione del gas dal petrolio
 - separazione dell'acqua dal petrolio
 - stoccaggio del petrolio.

Per entrambi i pozzi il sistema di collegamento prevedeva due flow-lines sottomarine separate che univano le teste pozzo ad una boa di ormeggio alla quale era collegata l'"Acqua Blu".

Le lunghezze complessive delle flow-lines, misurate dalle teste pozzo alla boa, erano di 1315 mt per il Mila 4 S.T. e di 1424 mt per il Mila 6 D.

Esse avevano un diametro interno di 3".

Dalla boa di ormeggio i fluidi venivano trasmessi, tramite due linee separate in Coflexip, al choke manifold posto a poppa della petroliera.

Le linee avevano una lunghezza complessiva di 150 mt. ed un diametro interno di 3".



Al choke manifold era predisposto il sistema di registrazione delle pressioni di superficie.

I fluidi dei due pozzi, sempre attraverso linee di superficie separate tra loro, venivano quindi inviati al sistema di misura delle produzioni.

L'olio prodotto (Mila 4 S.T./Mila 6 D 317.826 STBO) è stato inviato alla Raffineria SELM di Priolo.

Per quanto riguarda l'efficienza e la sicurezza del sistema di produzione adottato si deve notare:

- aspetti di ordine ecologico

Il gas associato al grezzo di Mila (totalmente privo di prodotti solforosi e di componenti nocivi per l'ambiente) è stato combusto in un bruciatore protetto da un camino di altezza di ca. 5 m. installato sulla petroliera predetta in modo tale da non renderne visibile la fiamma.

L'emissione dei gas combusti nell'atmosfera è avvenuta nel pieno rispetto delle norme vigenti.

Per quanto riguarda la fase acquosa associata all'olio prodotto, il progetto ha assicurato l'assenza di contaminazione del mare con sostanze oleose, in quanto i quantitativi di acqua di giacimento prodotti sono stati trasferiti in raffineria a terra per mezzo di navi spola.

Si è potuto constatare per tutta la durata della produzione pilota la totale assenza di fenomeni di inquinamento.

- validità del sistema ed aspetti di ordine tecnico

Nel corso delle prove di produzione il sistema adottato ha evidenziato i seguenti punti critici:

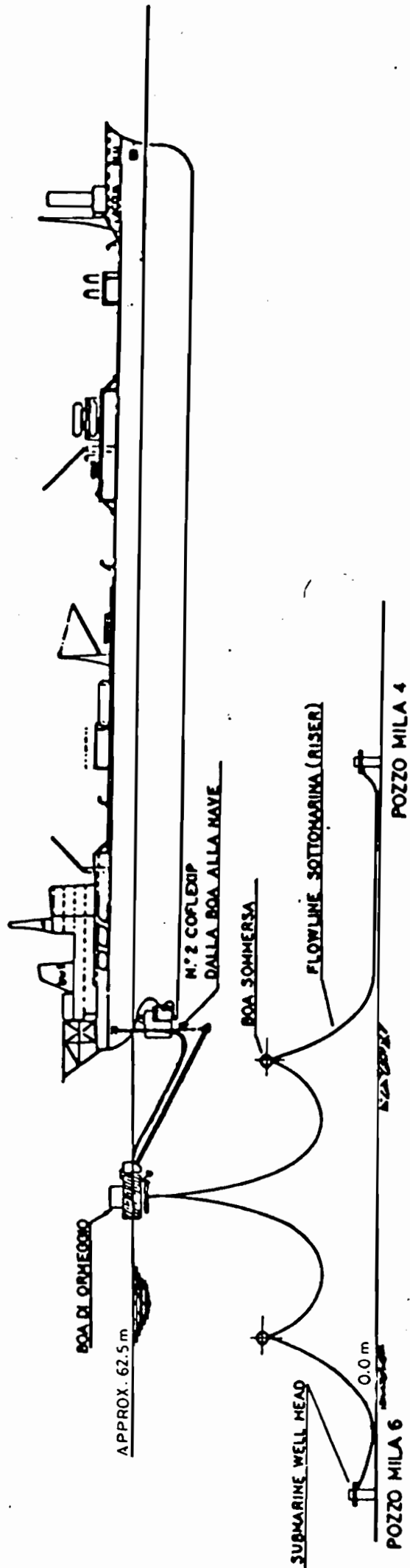
a) scarsa resistenza a fatica per effetto delle correnti marine, in prossimità della boa, degli ombelicali a sezione rettangolare, installati per il controllo idraulico dei pozzi.

Una volta sostituito questo tipo di ombelicale con un tipo di forma circolare questi problemi sono stati eliminati.

b) sfregamento degli ombelicali contro le catene di ormeggio della boa nelle condizioni critiche di corrente. Questo inconveniente è stato superato distanziando opportunamente gli ombelicali dalle catene.

CAMPO MILA

SCHEMA DELLE LINEE DI COLLEGAMENTO CON LE TESTE POZZO SOTTOMARINE



SITUAZIONE LINEE SOTTOMARINE IN COFLEXIP	DIAMETRO INCHES	LUNGHEZZA METRI
FLOWLINE DALLA TESTA POZZO DI MILA 4 S.T. ALLA BOA DI ORMEGGIO	3	1315
FLOWLINE DALLA TESTA POZZO DI MILA 6 D ALLA BOA DI ORMEGGIO	3	1424
FLOWLINE DALLA BOA DI ORMEGGIO AL CHOKE MANIFOLD (N° 2 LINEE)	3	150

Fig. 2

La fermata della produzione per questi inconvenienti è stata pari ad un totale di gg. 20 su un totale di 385 giorni pari ad un'incidenza del 5,5%.

In definitiva si può ritenere che il sistema adottato dalla SELM è stato riscontrato valido ed adeguato agli obiettivi di una produzione di media durata e per un grezzo di buone caratteristiche che non necessiti di fluxante e/o pompamento artificiale dei pozzi.

Per quanto riguarda i risultati dal punto di vista minerario della produzione pilota essi sono stati esposti in dettaglio, unitamente a quelli delle precedenti prove e D.S.T. nello specifico rapporto inoltrato alle Autorità Minerarie in data 6.10.1987.

I risultati principali si possono così riassumere:

- Produzione del periodo:

Pozzo MILA 4 S.T.

Periodo : dal 3/4/1986 al 31/1/1987

Produzione : Olio : 104.379 STBO (+ 56.162 STB durante precedenti prove)

Gas : 5.784.000 Smc

Acqua: 170.000 Bl

Pozzo MILA 6 D

Periodo : dal 27/12/1985 al 31/1/1987

Produzione : Olio : 213.447 STBO (+ 80.911 STB durante precedenti prove)

Gas : 6.265.000 Smc

Acqua: 21.000 Bl

- Comportamento produttivo del pozzo MILA 4 S.T.

- Il pozzo MILA 4 S.T. nella prima fase ha erogato con una portata che si è stabilizzata sui 600 bbls/giorno; successivamente tale portata si è progressivamente ridotta con un aumento del "water cut" fino al 70% (la pressione in testa scendeva nel contempo da 2200 a 1380 psi).

Successivamente ad una fase di chiusura il pozzo riprendeva spontaneamente l'erogazione con una portata di 460 bbls/giorno che tuttavia andava riducendosi successivamente, stabilizzandosi attorno ai 150 bbls/giorno con un "water cut" di circa l'80%.

Il comportamento produttivo, caratterizzato da un rapido declino della pressione di testa e dall'aumento del GOR, nel periodo che va dall'inizio della produzione alla metà di ottobre 1986, è tipico di un giacimento di olio con gas in soluzione, con pressione di strato iniziale prossima alla pressione di bolla (analisi PVT), la cui energia è fornita principalmente dal gas in soluzione.

La fase finale, da metà Ottobre 1986 a Gennaio 1987, è caratterizzata invece da portata di olio, GOR e pressione di testa pressochè costanti.

In questa fase, ormai ridotto notevolmente il contenuto di gas, si manifesta l'attività dell'acquifero (water drive).

La presenza di acqua si è manifestata fin dall'inizio ed è attribuibile in parte a coning (il fondo pozzo è molto vicino alla tavola d'acqua originaria) ed in parte al reale innalzamento dell'acquifero in seguito all'estrazione dell'olio.

Infatti il periodo di chiusura del pozzo, di circa 2 mesi (da metà Giugno a metà Agosto 1986), non è servito a ridurre apprezzabilmente il water-cut che, alla ripresa della produzione, si è manifestato quasi con gli stessi valori precedenti la chiusura, nonostante le portate più ridotte.

- Comportamento produttivo del pozzo MILA 6 D

- Il pozzo MILA 6 D ha erogato olio anidro per circa 6 mesi con portate variabili fra 900 e 1700 bbls/giorno; al manifestarsi del "water cut" la portata è stata ridotta a 650 bbls/g.: ma questa riduzione non ha avuto effetti poichè la portata dell'acqua è progressivamente aumentata con contemporanea riduzione della percentuale dell'olio (la pressione di testa scendeva dai 2030 psi iniziali a meno di 300 psi).

Il periodo di chiusura effettuato dopo aver superato il 50% di "water cut", per verificare se si potesse ristabilire un equilibrio olio/acqua, non dava successivamente risultati a seguito di un autocolmatamento del pozzo.

Anche il MILA 6 D si è comportato come un giacimento con energia dovuta a gas in soluzione.

Il GOR è aumentato meno rapidamente che a MILA 4 perchè il valore di gas in soluzione è minore.

Anche nel MILA 6 D si nota una fase finale con pressione, portate e GOR stabilizzati, probabilmente anche in questo pozzo a causa del water drive.

La produzione di acqua nel MILA 6 D si è manifestata più tardi rispetto al MILA 4 probabilmente perchè le portate iniziali di olio sono state più contenute ed anche per la maggiore distanza dal contatto olio/acqua originario.

- Osservazioni

- Sembra innanzitutto che i due pozzi (MILA 4 S.T. e 6 D) abbiano prodotto da due accumuli separati, con caratteristiche diverse: il GOR nei due pozzi è sempre stato molto differente: nel MILA 4 S.T. mai inferiore a 1200 e con punta a 3200, nel MILA 6 D generalmente inferiore a 1000 SCF/STB.

Inoltre anche se i gradienti di pressione dei due pozzi sono paralleli fra loro ed hanno un valore di $0.055 \text{ kg/cm}^2/\text{mt}$ (valore perfettamente in accordo con la densità dell'olio, alle condizioni di giacimento, valutata dall'analisi della P.V.T. condotta al pozzo MILA 6 D) il pozzo MILA 6 D mostra un differente valore di pressione (maggiore di ca. 2 kg/cm^2) rispetto al MILA 4 S.T. Ciò è spiegabile solo ammettendo che i due pozzi drenino due accumuli fra loro compartimentati e con differenti regimi idraulici.



- I risultati della produzione pilota si devono considerare deludenti non solo sotto il profilo produttivo (si è prodotto 1/3 di quanto previsto e con una capacità per pozzo notevolmente inferiore ai valori ipotizzati) ma anche sotto il profilo delle riserve.

In effetti si ritiene che la rapida prevalenza della acqua sia derivata non tanto da fenomeni di "coning", quanto da un rapido innalzamento della tavola d'acqua connesso ad un'entità delle riserve notevolmente inferiore a quanto previsto; una frammentazione delle aree mineralizzate in diversi "pools" isolati di estensione molto limitata e valori molto ridotti della porosità utile ne sono l'origine.

- Una verifica di tale situazione è stata effettuata per il "pool" del pozzo MILA 6 D che sulla base delle interpretazioni conseguenti ai risultati preliminari alla produzione pilota forniva, nel relativo pannello, valori di olio in posto (v. si fig. 3):
 - di 2,00 MM STBO da una stima effettuata mediante il calcolo del "pore volume" (volume minimo drenato) o di 3,9 MM STBO da una stima effettuata tramite le pressioni dinamiche di testa
 - e di 3,8 MM STBO da un tentativo di stima mediante un calcolo di material balance.

Estrapolando il diagramma delle pressioni dinamiche di testa plottate verso la produzione cumulativa di olio si è notato che ad una pressione dinamica di testa pari a 500 psi (ipotizzata come pressione di abbandono) si sarebbe dovuta avere una produzione cumulativa di 300.000 STB: in effetti al pozzo MILA 6 D si è prodotta un'entità di olio pari a 295.000 bbls (che rappresenterebbe un valore del 10% circa rispetto ai valori di olio "in posto" sopra citati).

- Questa situazione e quella analoga del pozzo MILA 4 ST. hanno quindi messo in luce i limiti delle mineralizzazioni finora riscontrate sulla concessione "C.C4"; nell'area più intensamente investigata rimarrebbe non drenato e quindi passibile di produzione (v. si fig. 4) il pannello riscontrato mineralizzato ai pozzi MILA 1 e 5 (questo ultimo temporaneamente abbandonato con un "corrosion cup" di protezione).

L'ubicazione di tale pannello, intermedia fra quelle dei pannelli di MILA 6D e MILA 4 ST., non lascia tuttavia adito, anche se non si può escludere, ad ipotesi di un comportamento produttivo sostanzialmente differente.

Da tener presenti, tra l'altro, gli aspetti economici: nella presente situazione un sistema analogo a quello utilizzato dalla SELM per la produzione pilota di Mila, costerebbe per installazione/affitto apparecchiature ed allacciamento alle teste di pozzo sottomarine/personale attorno ai 35.000 \$/giorno e sarebbero quindi necessarie produzioni minime, per giustificarne i costi, di almeno 2000 BOPD per un valore del grezzo di 18 \$/bbl e di almeno 1400 bbls/g per un valore del grezzo di 25 \$/bbl, situazione questa ipotetica e non attuale.

1 - STIMA MEDIANTE IL CALCOLO DEL "PORE VOLUME"
(VOLUME MINIMO DRENATO DAL POZZO MILA - 6 D)

Il calcolo è stato effettuato sulle scorte dei risultati forniti dal test condotto dal 12/9 al 20/9/85.

L'olio in posto risulta pari a circa 2,0 Mil. STBO. Tale valore è ritenere pessimistico.

Detto valore viene stimato dalla pendenza del diagramma lineare delle pressioni dinamiche di fondo.

La relazione utilizzata è la seguente:

$$V_p = \frac{q_h \cdot A}{c_t \cdot m^*} = - \frac{0,23395 \cdot q_o \cdot B_o}{c_t \cdot m^*}$$

da cui $V_p = 4,42$ Mil. RBO pari a 2,03 Mil. STBO.

Sono da considerarsi parametri critici del metodo il valore m^* , che deve corrispondere ad un regime semi-permanente franco (raggiungimento di tutti i bordi ed assenza totale di water-drive), e la compressibilità totale del sistema, c_t , di incerta determinazione in presenza di gas nel reservoir.

3 - TENTATIVO DI STIMA MEDIANTE UN CALCOLO
DI MATERIAL BALANCE, IN ASSENZA DI WATER DRIVE

Il calcolo è stato effettuato dopo una produzione di 230.000 STBO (compresi 80.638 STBO prodotti in prova).

La pressione statica di fondo non disponibile, è stata ipotizzata in base ad una estrapolazione dei dati ottenuti durante la prova di produzione condotta nel settembre 1985 (BHSP = 4000 paia).

Il calcolo ha fornito un volume di olio in posto pari a 3,8 Mil. STBO.

Relazione utilizzata:

$$N = \frac{N_p [B_o + B_g(R_p - R_g)]}{(B_o - B_{o1}) + B_g(R_{s1} - R_g)}$$

Costituiscono parametri critici della relazione, il valore della pressione statica al fondo ed i risultati non certi delle analisi PVT.

2 - TENTATIVO DI STIMA DEL "PORE - VOLUME"
TRAMITE LE PRESSIONI DINAMICHE DI TESTA

Tale tentativo, ritenuto il meno attendibile, è stato effettuato utilizzando la pendenza lineare delle pressioni dinamiche rilevate a testa pozzo durante la fase iniziale della produzione dall'1/1 al 16/1/86.

Tale approccio fornisce un volume di olio in posto pari a 3,9 Mil. STBO.

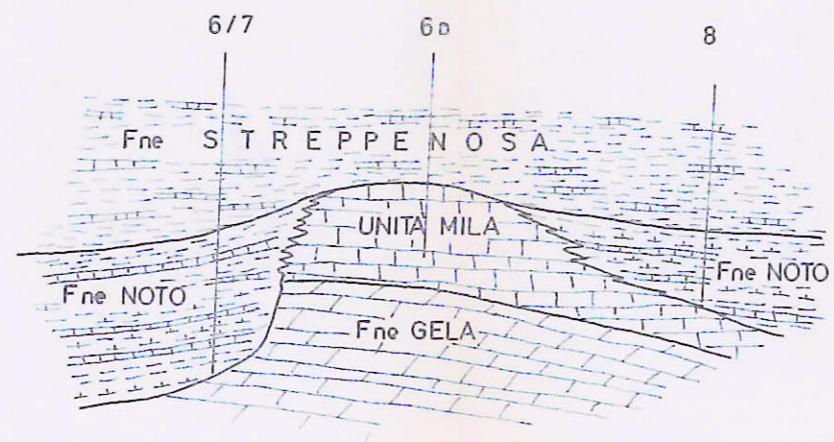
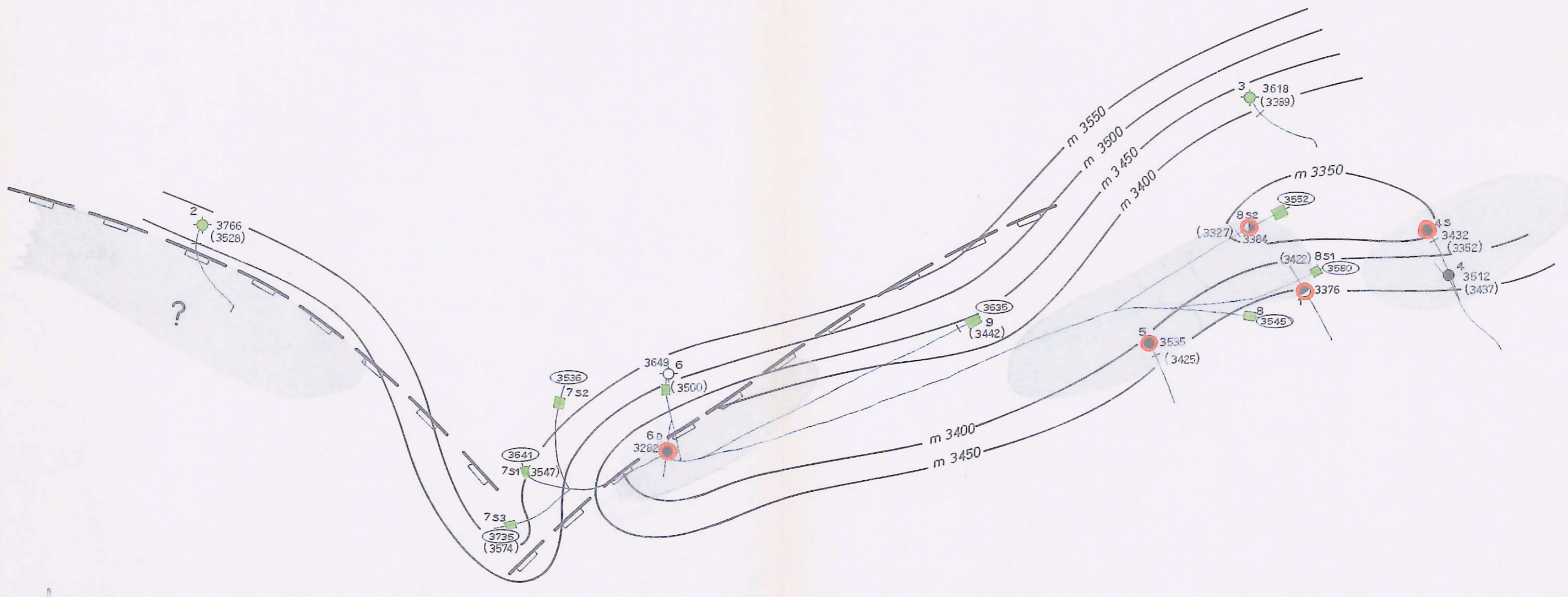
La relazione impiegata ed i parametri critici sono gli stessi indicati al punto uno, con l'ulteriore alea dell'utilizzo di valori di pressione dinamici a testa pozzo, in sostituzione di quelli di fondo, non disponibili.



CAMPO MILA

TOP FORMAZIONE NOTO E DISTRIBUZIONE DELLA FACIES UNITA' MILA SULLA BASE DEI RISULTATI DEI POZZI

Scala 1:10'000



- FONDO POZZO
- TOP NOTO
- 3512 TOP MILA
- (3528) TOP NOTO
- FONDO POZZO
- DISTRIBUZIONE AREALE DELL' UNITA' MILA
- UNITA' MILA IN FACIES ARGILLOSA



SEZIONE SCHEMATICA

FIGURA 4

3. SITUAZIONE GEOMINERARIA

3.1 Generalità

Il giacimento di Mila, situato a circa 5 km al largo della costa Sud della Sicilia, fu scoperto con la perforazione del pozzo Mila 1.

Sul campo furono perforati successivamente altri pozzi dei quali il 4, 4S, 5 e 6D risultarono mineralizzati e produttivi; il pozzo 8 D₂ incontrò il serbatoio in facies poco favorevole (compatto) mentre gli altri non incontrarono il serbatoio rappresentato dall'unità Mila ma la sua facies bacinale rappresentata dai calcari marnosi ed argille della Formazione Noto.

Si ricorda che il pozzo di scoperta Mila 1 aveva in contratto una serie simile, ma più potente, di quelle dei pozzi di Ragusa e che la serie di copertura è rappresentata dalle Fmt. Noto/Strèppenosa, costituita da alternanze di argilla grigio scuro o nerastra e calcari marrone scuro nerastri tipo MDST, argillosi talvolta finemente detritici (età Trias sup.; ambiente euxinico con forte apporto terrigeno torbiditico).

Il reservoir è costituito dall'unità "Mila" (eteropica della parte basale della Fmz. Noto) costituita da calcari algali beige grigiastri, talora leggermente magnesiaci, a volte maculati con evidente ricristallizzazione e tracce di porosità primaria; localmente presenti calcari grigio scuri nerastri ad aspetto breccioide con elementi chiari arrotondati (età Trias sup. - ambiente: intertidale-subtidale - talus).

L'unità "Mila" appoggia sulla formazione "Gela" (dolomia beige, biancastra e avana, da dura a medio dura, ad aspetto saccaroide, ben ricristallizzata di età Trias sup. - ambiente: recifale) che tuttavia nell'area investigata dai pozzi è risultata sterile e satura ad acqua salata.

3.2 Sintesi dei risultati dei pozzi

Al pozzo Mila 1 al top della serie carbonatica a metri 3479 si ebbero blow-outs di gas e gasolina e dopo aver raggiunto la profondità finale di 3640 metri furono effettuati diversi tests i cui risultati permisero di provare l'esistenza di una mineralizzazione a gas ed a olio nei carbonati del Trias.

Mentre i successivi pozzi Mila 2 e 3 incontravano facies argillose in compartimenti abbassati da faglie, la zona mineralizzata al pozzo Mila 1 veniva successivamente incontrata al pozzo Mila 4, ubicato circa 400 m. ad Est del Mila 1 - con il proposito principale di individuare il trend dei carbonati massivi del Mila 1, la cui natura di "bioherma" veniva progressivamente confermata dai risultati dei successivi studi.

Il base alle indicazioni del pozzo Mila 4 veniva quindi ubicato il pozzo Mila 5, 400 m. circa a W-SW del pozzo Mila 1, dove il top dei carbonati massivi è chiaramente mineralizzato ad olio a partire da 3550 m.; in taluni intervalli è presente oltre ad una diffusa porosità secondaria da fratturazione e microfratturazione anche una discreta porosità di matrice.

Veniva successivamente ubicato il pozzo Mila 6, circa 1,5 km a Ovest del Mila 1, il quale, dopo essere stato ripreso in deviazione verso Sud a partire da 2771 m., incontrava il top dei carbonati massivi a 3282 m. s.l.m. ovvero 91 m. più alto che al pozzo Mila 1 (v.si fig. 5).

La serie carbonatica veniva attraversata fino a metri 3589 senza incontrare il piano d'acqua (spessore lordo del pay 276 m.).

Sulla base delle informazioni dei 4 pozzi sopracitati venivano definiti i seguenti contatti:

- contatto gas/olio a m 3325 s.l.m. circa
- contatto olio/acqua a m 3600 s.l.m. circa.

I risultati dei lavori svolti consentivano in conclusione di definire la presenza di una "pay zone" ad olio, provata con i pozzi Mila 1, 4, 5 e 6 D e la presenza nella "pay zone" di intervalli con discre



te porosità e permeabilità, variabili tuttavia sia in funzione della posizione dei pozzi nell'ambito della struttura reefoide sia dell'importanza dei fenomeni secondari di fratturazione.

Successivamente al conferimento della concessione venivano programmati 3/4 pozzi, che, unitamente al pozzo n. 6D, avrebbero dovuto consentire una messa in produzione del campo da una piattaforma.

Due avrebbero dovuto raggiungere l'obiettivo in deviazione verso Est, nella zona compresa fra i pozzi produttivi Mila 1 e Mila 6D; uno - il Mila 7 - verso Ovest.

Nonostante il pozzo n. 7 sia stato ubicato a distanza prudenziale dal n. 6 (400 m circa), si è ottenuto un risultato negativo a causa di una brusca variazione di facies, alla quale si sono sovrapposte ulteriori complicazioni di natura tettonica.

A breve distanza dal pozzo n. 6D (che pure era il pozzo che presentava il massimo sviluppo verticale di reservoir mineralizzato) è venuta quindi a mancare la continuità del reservoir che, sia pur allungato su una fascia ristretta, era lecito supporre più esteso ed omogeneo.

Veniva quindi deciso di abbandonare la perforazione nel settore occidentale del campo per perforare il pozzo Mila 8 in vicinanza del pozzo Mila 1 che, seppure non interessato da prove di produzione, era mineralizzato su uno spessore di 224 m. Anche questo pozzo non rinveniva il serbatoio e la perforazione veniva interrotta alla profondità (verticale s.l.m.) di m 3545 quando ormai non c'erano più possibilità di un'eventuale messa in produzione (si ricorda che la tavola d'acqua del campo è ubicata a 3600 m s.l.m.).

Veniva quindi effettuata una deviazione e perforato il pozzo Mila 8 sidetrack 1, un po' più a Nord-Est, purtroppo con lo stesso risultato, per cui la perforazione veniva sospesa a 3580 m (profondità verticale s.l.m.) senza aver incontrato il serbatoio.

Si decideva quindi di effettuare una seconda deviazione più a Nord e finalmente il pozzo Mila 8 side

track 2 incontrava il reservoir a profondità molto simile a quella del pozzo Mila 1: nel reservoir so no state effettuate diverse prove, anche dopo acidificazione, che hanno fornito tuttavia, a causa della bassa permeabilità, erogazioni di grezzo insufficienti a classificare tale pozzo come un vali do produttore.

3.3 Geologia del reservoir (Unità Mila)

Il serbatoio è costituito principalmente da costruzioni algali calcareo-micritiche impostatesi, durante la deposizione della serie che costituisce la Fmz. Noto (della quale l'Unità Mila rappresenta una variazione laterale di facies), su un paleoalto del basamento dolomitico della Fmz. Gela.

Dal punto di vista sedimentario gli studi petrofisici hanno individuato nell'Unità Mila tre facies principali:

- 1) una facies conglomeratica
- 2) una facies laminare algale/stromatolitica
- 3) una facies cripto algale.

La sequenza 1) è stata interpretata come una facies più profonda con sedimenti deposti alla base di aree reefoidali (talus);
 la 2) come una facies intermedia dove letti algali trattenevano sedimenti micritici dando luogo a sedimenti di aspetto laminare;
 la 3) come una facies più alta, in zona intertidale o debolmente subtidale dove localmente si formarono edifici (domi) algali con spessori unitari di un metro o più e zone talvolta esposte e carsificate.

Lateralmente questa Unità sfuma in sedimenti più basinali della Fmz. Noto comprendenti argilliti sapropelitiche ed intercalazioni di calcari marnosi laminari ed argilliti. Le argilliti sono state interpretate come sedimenti di bacino asfittico con periodiche immissioni di fanghi calcarei (adesso talvolta dolomitizzati) rimossi dalla vicina piattaforma.

Nel suo insieme l'intervallo carbonatico che costituisce la zona produttiva del giacimento di Mila rappresenta in effetti una "build up" di carattere reefoide algale che appoggia sulle dolomie della Fmz. Gela.

I carbonati "massivi" di questa sequenza presentano non solo rapide variazioni laterali di facies ad intercalazioni molto sottili di argille e calcari sui fianchi dell'asse di paleoalto ma anche lungo l'asse, ove si alternano zone a facies tipicamente reefoidi di caratteristiche favorevoli, come verificato dai pozzi Mila 1 e 6.D, a zone in facies di "alternanza" a produttività molto scarsa. Tali variazioni non sono risultate purtroppo a tutt'oggi identificabili con i mezzi geofisici in quanto il top dei carbonati, che rappresentano il reservoir produttivo, non dà origine ad una riflessione sufficientemente continua.

L'ultimo orizzonte sismico attendibile finora identificato (fig. 6) corrisponde ad un'intercalazione di calcari della parte basale della Formazione Streppenosa; tale orizzonte presenta, come noto, un aspetto di monoclinale relativamente tranquilla, delimitata verso Nord da un sistema di faglie trascorrenti; ma dalle informazioni che emergono principalmente dai risultati dei pozzi si evidenzia che la tettonica che ha interessato i terreni sottostanti è stata molto intensa e che oltre alle dislocazioni presenti in senso E-W sono presenti importanti movimenti tettonici a componente meridiana; queste dislocazioni che appartengono ad una tettonica anziana si aggiungono alle variazioni di facies nel rendere complessa la definizione delle zone mineralizzate.

Per quanto riguarda le caratteristiche petrofisiche del reservoir si è notata la presenza di una porosità di matrice molto scarsa (tranne che nella serie basale e nelle dolomie), di una vacuolarità apparentemente non comunicante ma sicuramente connessa nelle zone tettonizzate e di importante fratturazione e micro-fratturazione che deve contribuire in forma determinante alla produttività non trascurabile dei pozzi.

La fratturazione sembra essere sia subverticale che suborizzontale, forse connessa quest'ultima alle

differenti caratteristiche di rigidità legate sia a fenomeni tettonici che diagenetici così come il carsismo.

Per quanto riguarda l'estensione dei carbonati del m.bo Mila, e quindi del reservoir, sulle basi dell'insieme dei dati raccolti, sia di natura geofisica che, e principalmente, dei pozzi, essa si può oggi schematizzare come segue:

- il giacimento, orientato grosso modo in senso E-W, si conferma rappresentato da una zona di alto impostata su un disturbo tettonico del basamento costituito dalle dolomie della Fmz. Gela;
- il "reservoir" formato dai calcari algali (v. si fig. 4) dell'Unità Mila che rappresenta una variazione di facies della Fmz. Noto, è in pratica costituito da "isole calcaree fratturate permeabili" immerse in una formazione globalmente impermeabile; il giacimento risulta così frazionato in più "pools" dei quali sicuramente tre sono stati individuati dai pozzi, mentre altri sono deducibili da informazioni combinate di dati di pozzo ed interpretazione sismica (es. area Sud del pozzo Mila 2);
- pools provati sono da ritenere quelli perforati dal pozzo Mila 6D, Mila 5 - Mila 1 - 8s2 e quello interessato dai pozzi Mila 4 e 4 S.T.
Sui due pools del pozzo Mila 6s e dei pozzi Mila 4 e 4 S.T. sono state condotte lunghe prove di produzione delle quali sono stati allegati i risultati;
- il quadro risultante è quindi molto più complesso di quelli precedentemente elaborati, pur se ne mantiene le linee generali; faglie trascorrenti e faglie trasversali rendono frammentario il panorama, che è contraddistinto da una notevole paleo-compartmentazione che comporta effetti sedimentari dominanti;
- nell'ambito dell'area della "struttura" che si può considerare più investigata (compresa fra i pozzi Mila 6 e Mila 4) il solo pool di Mila 1/Mila 5 risulta non "drenato" e solo per tale pannello si potrebbe avanzare l'ipotesi di un futuro



sviluppo, che tuttavia, come in precedenza accen-
nato, appare condizionato da fattori tecnici (qua-
li una migliore definizione della sua estensione
e quindi delle sue potenziali riserve) e da fat-
tori economici.

3.4 Accertamento e prospetti esplorativi

Per quanto riguarda l'accertamento dell'estensione
dei diversi pools nell'ambito della "struttura" di
Mila si deve sottolineare che la loro definizione
rimane indeterminata ad Ovest del pozzo Mila 6.

In effetti in tale zona è stato perforato solo il
pozzo Mila 2 del quale si devono ricordare alcuni
risultati particolari.

Questo pozzo ha incontrato un inaspettato ispessi-
mento della Fmz. Streppenosa (sono stati infatti
perforati 1167 m contro i 719 m del pozzo Mila 1)
che dall'esame delle caratteristiche geologiche del
la serie attraversata e dall'analisi dei logs elet-
trici eseguiti si deve attribuire ad un fenomeno di
ripetizione (un "reperere" calcareo, perforato una pri-
ma volta tra m 3015 e m 3041, è stato nuovamente
incontrato tra m 3331 e m 3358).

Tale ripetizione (confermata dai dati dell'HDT e da
gli studi palinologici) deriva dalla presenza di
una faglia diretta, sub-verticale, con rigetto di
oltre 300 m ed abbassamento verso Nord (il fenome-
no dell'attraversamento del piano di faglia si ri-
collega alla notevole componente di deviazione del
pozzo Mila 2 verso Nord-Ovest).

Il pozzo Mila 2 è quindi passato da un blocco rial-
zato ad uno ribassato (verso Nord), perforando una
zona della formazione già perforata in precedenza.
L'avanzamento del pozzo, proseguendo nel blocco ri-
bassato, ha fornito come risultato che l'obiettivo
Fmz. Taormina è stato incontrato a profondità mol-
to maggiore di quella prevista risultando inevita-
bilmente saturato da acqua salata (v.si fig. 7).

Da notare che nella formazione Noto del compartim-
ento ribassato è presente una zona dolomitico-cal-
careo caratterizzata da un aspetto intensamente

brecciato con facies riferibili ad una zona di "fore reef" o comunque prossimale ad una piattaforma carbonatica che si deve estendere sia in senso laterale che in senso verticale in vicinanza del pozzo.

Si ritiene molto probabile che ciò rispecchi la presenza verso Sud-Sud Est di una serie carbonatica (Unità "Mila") con scarpata immergente verso Nord-Nord Ovest.

Una perforazione ubicata poche centinaia di metri a Sud del pozzo Mila 2 potrebbe quindi incontrare, sul pannello rialzato, facies favorevoli ed inoltre (considerando il rigetto della faglia e la W.T. dei pozzi Mila) possibili mineralizzazioni anche al top della Fmz. Gela.

Nell'area situata a Sud del pozzo Mila 2 nel blocco rialzato dalla faglia la formazione dolomitica si potrebbe in effetti trovare ad una quota di circa -3490 m s.l.m. e quindi oltre 100 m più alta della tavola d'acqua identificata nei pozzi mineralizzati.

Da notare che le velocità medie sono nell'area del pozzo Mila 2 sensibilmente inferiori rispetto a quelle dell'area orientale della struttura di Mila (fenomeno connesso ad un incremento di spessore delle serie superficiali) e ciò potrebbe comportare per tutto il pannello Ovest, a parità di tempi, un innalzamento sostanziale.

Qualora un pozzo Mila 2 Sud fornisse risultati di interesse potrà essere valorizzata tutta la parte Ovest dell'asse di Mila, fino al grande sistema delle "faglie di Comiso"; si nota che l'asse di Mila ad Ovest del pozzo Mila 6 assume una direzione vicariante WNW-ESE in luogo di ENE-WSW e non si può escludere che tale parte della struttura possa avere avuto una diversa evoluzione geologica.

Per quanto riguarda gli ulteriori prospetti di natura esplorativa esistenti nell'ambito della concessione, si deve segnalare che nella sua parte Nord-orientale è stata messa in evidenza dai lavori finora svolti una zona di potenziale interesse per la presenza di una possibile struttura (prospetto Irma - v.si fig. 8).

In quest'area la serie stratigrafica prevista dovrebbe essere:

- fino a m 100 ca. Miocene: Marne e marne arenacee della Fmz. Tellaro.
- da m 100 a m 1000 ca. Mio-Oligocene: Calcareniti della Fmz. Ragusa.
- da m 1000 a m 1450 ca. Eocene-Creta sup.: Calcari con selce della Fmz. Amerillo.
- da m 1450 a m 1650 ca. Creta inf.: Marne calcaree della Fmz. Hybla.
- da m 1650 a m 1900 ca. Creta inf. e Giura sup. : Calcari marnosi e calcari della Fmz. Chiaramonte.
- da m 1900 a m 2150 ca. Giura medio: Calcari e marne con intercalazioni vulcanitiche della Fmz. Bucchero.
- da m 2150 a m 2350 ca. Giura inferiore : Calcari della Fmz. Modica.
- da m 2350 a m 2850 ca. Lias-Trias sup.: Argille fogliettate verdastre e nerastre bituminose con intercalazioni carbonatiche della Fmz. Streppenosa.
- da m 2850 a m 3200 ca. Calcari + dolomitici intercalati con argille nerastre della Fmz. Noto: Serie obiettivo. Per variazioni laterali di facies, rispetto alle intercalazioni argillose/calcaree, si possono sviluppare corpi carbonatici consistenti in build-up algali con laminiti, conglomerati interformazionali e domi algali (Membro Mila). Questi nell'area possono mostrare spessori tali da costituire un reservoir economicamente sfruttabile.

da m 3200 a T.D.

Fmz. Gela: Dolomie triassiche, costituenti un possibile secondo obiettivo del sondaggio.

L'obiettivo, rappresentato dai carbonati rinvenuti mineralizzati ai pozzi Mila e Irminio, dovrebbe quindi essere incontrato circa 400 m più alto che a Mila e 600 m più basso che all'Irminio.

Il prospecto è ubicato su un asse di importanza regionale, in posizione equidistante fra il giacimento di Mila situato 7 km ad WSW ed i pozzi Irminio 1/2; dista dalla linea di costa 1,3 km circa; profondità del fondale 12 m.

La zona di alto presenta caratteristiche simili a quelle delle strutture già perforate nella zona: tettonica complessa, chiusura verso N contro faglia; ultimo orizzonte sismico attendibile il "rosso", presenza del "body" non provata.

Il costo di un eventuale pozzo (previsto in 8-9 miliardi di lire) potrebbe essere più contenuto qualora fosse possibile (situazione da verificare sul terreno) ubicare il pozzo in terraferma in prossimità della costa e raggiungere l'obiettivo in deviazione.

La struttura sembra avere dimensioni lievemente inferiori o dello stesso ordine di grandezza di quella di Mila e di Irminio e presa singolarmente presenta da un punto di vista esplorativo un interesse più che discreto; ma le sue prospettive devono essere inquadrare in un contesto più ampio facendo riferimento ai risultati conseguiti nell'area (in caso di successo si hanno buone probabilità di essere in presenza di un giacimento non facile come il Mila).

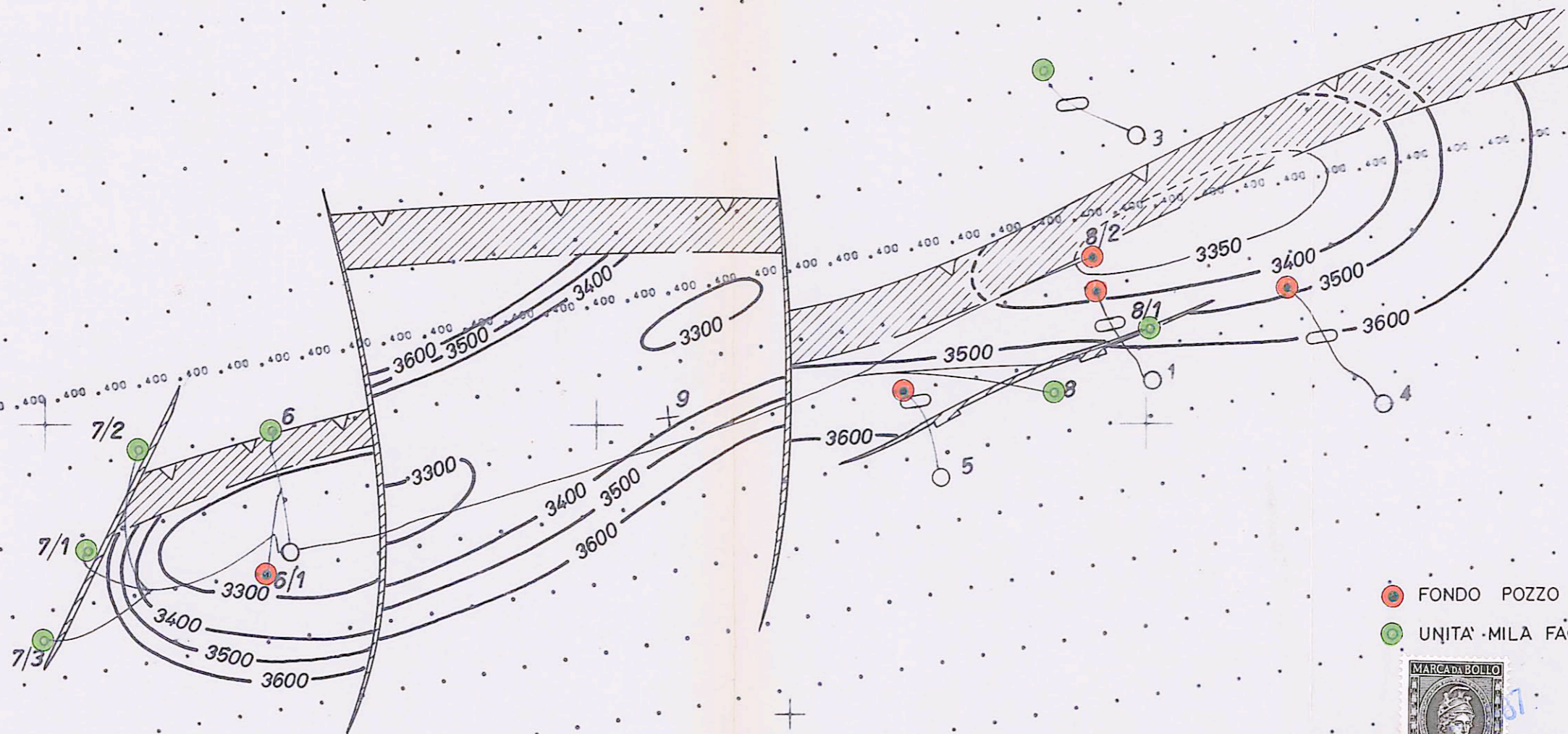
Da notare tuttavia che qualora si potesse perforare in deviato dalla terraferma e si effettuasse un ritrovamento, i problemi relativi alla produzione di questa struttura potrebbero essere affrontati in modo diverso, con investimenti sostanzialmente più ridotti di quanto necessario in off-shore.



Per una decisione in merito alla perforazione di questo pozzo appare tuttavia indispensabile effettuare alcuni complementi di sismica "shallow water" per cercare di meglio definire il punto di ubicazione ed integrare i risultati dell'area con quelli delle prospezioni sismiche 3D registrate ad Ovest su Mila e 2D registrate in terraferma sul permesso Donnalucata.

DATI SALIENTI DEI POZZI

<u>POZZO</u>	<u>INIZIO PERFORAZIONE</u>	<u>FINE PERFORAZIONE</u>	<u>PROFONDITA' FINALE PERFORATA</u>	<u>TVD ssl</u>	<u>ESITO</u>
MILA 1	29/11/1977	06/04/1978	m 3640	m 3610	PRODUTTIVO/ABBANDONATO
MILA 2	05/07/1978	31/10/1978	m 3880	m 3856	STERILE
MILA 3	02/12/1978	20/02/1979	m 3675	m 3638	MANIFEST. GAS E OLIO
MILA 4	10/04/1979	15/08/1979	m 3686	m 3643	PRODUTTIVO
MILA 4 S.T.	29/11/1985	06/01/1986	m 3669	m 3560	PRODUTTIVO/COMPLETATO
MILA 5	04/10/1979	28/12/1979	m 3675	m 3654	PRODUTTIVO/CORR. CUP
MILA 6	17/03/1981	27/05/1981	m 3675	m 3654	STERILE
MILA 6 D	11/06/1981	26/08/1981	m 3589	m 3536	PRODUTTIVO/COMPLETATO
MILA 7 / 71	22/10/1983	13/03/1984	m 3730	m 3641	STERILE
MILA 72	26/03/1984	17/04/1984	m 3657	m 3536	STERILE
MILA 73	20/04/1984	16/06/1984	m 3830	m 3735	STERILE
MILA 8	29/06/1984	17/09/1984	m 3902	m 3545	NON PRODUTTIVO
MILA 8 S 1	27/09/1984	21/11/1984	m 4029	m 3580	STERILE
MILA 8 S 2	25/11/1984	18/01/1985	m 3979	m 3553	PRODUTTIVO/ABBANDONATO
MILA 9	07/02/1985	07/05/1985	m 3789	m 3633	STERILE



- FONDO POZZO MINERALIZZATO
- UNITA' MILA FACIES ARGILLOSA



 GRUPPO MONTEDISON SELM Società Energia Montedison SETTORE IDROCARBURI	CONCESSIONE	FIGURA
	C. C4. ME	5
CARTA DELLE ISOBATE DEL TOP DEL RESERVOIR CARBONATICO DI MILA		
EQUIDISTANZA CURVE 100 m	D.P.= L.M.	DATA: MARZO 1985
SCALA 1: 10000	DISEGNO N°: Gf/D 446s	



MILA 1

MILA 3

Line D 254

FIGURA 6

37 250 300 350 400 450 500 535

TWT
000
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500

000
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500



UNITA MILA

TOP STREPPENOSA

ORIZZONTE ROSSO

TOP TAORMINA

SEZIONE GEOLOGICA

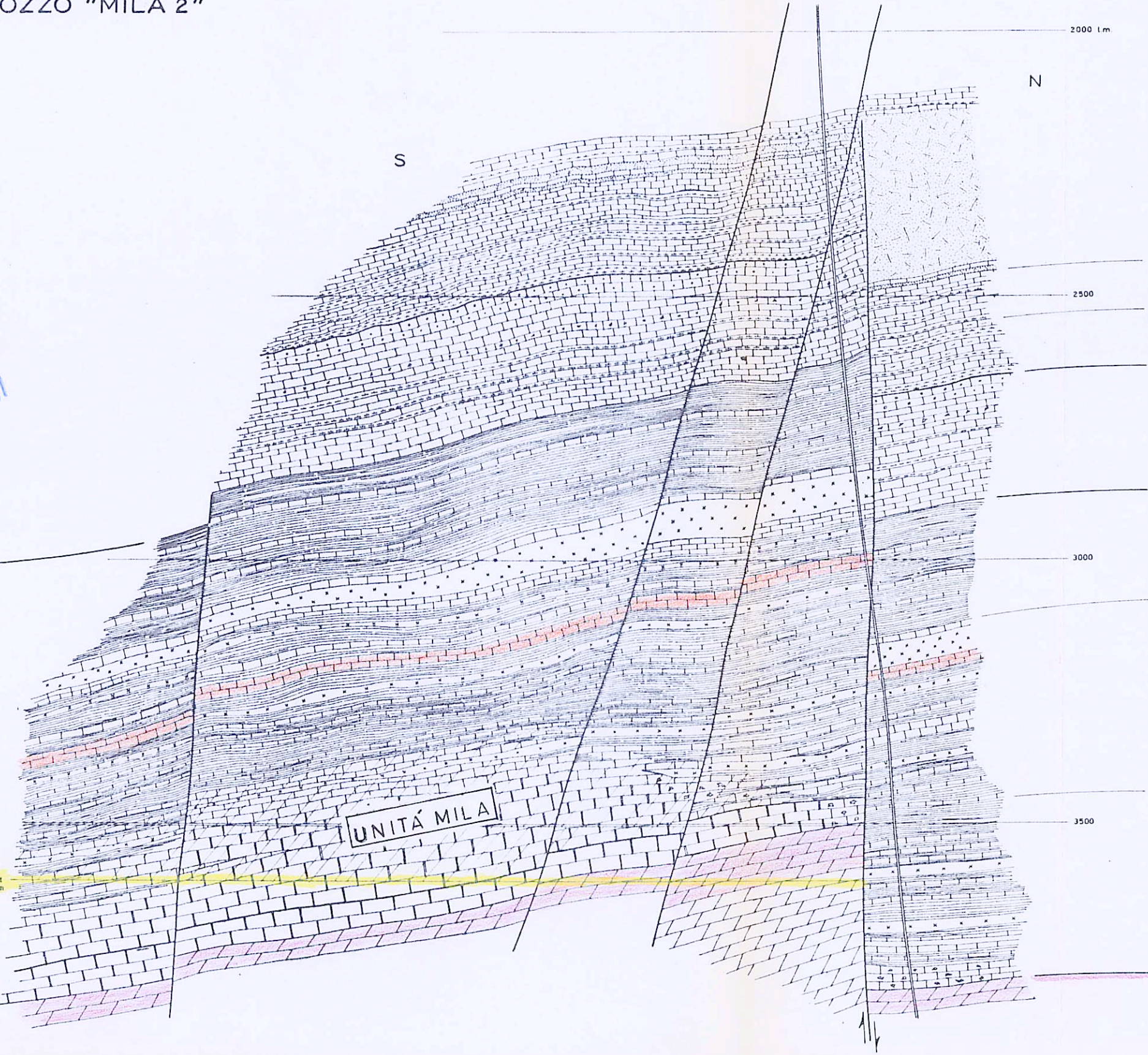
POZZO "MILA 2"

MILA 2

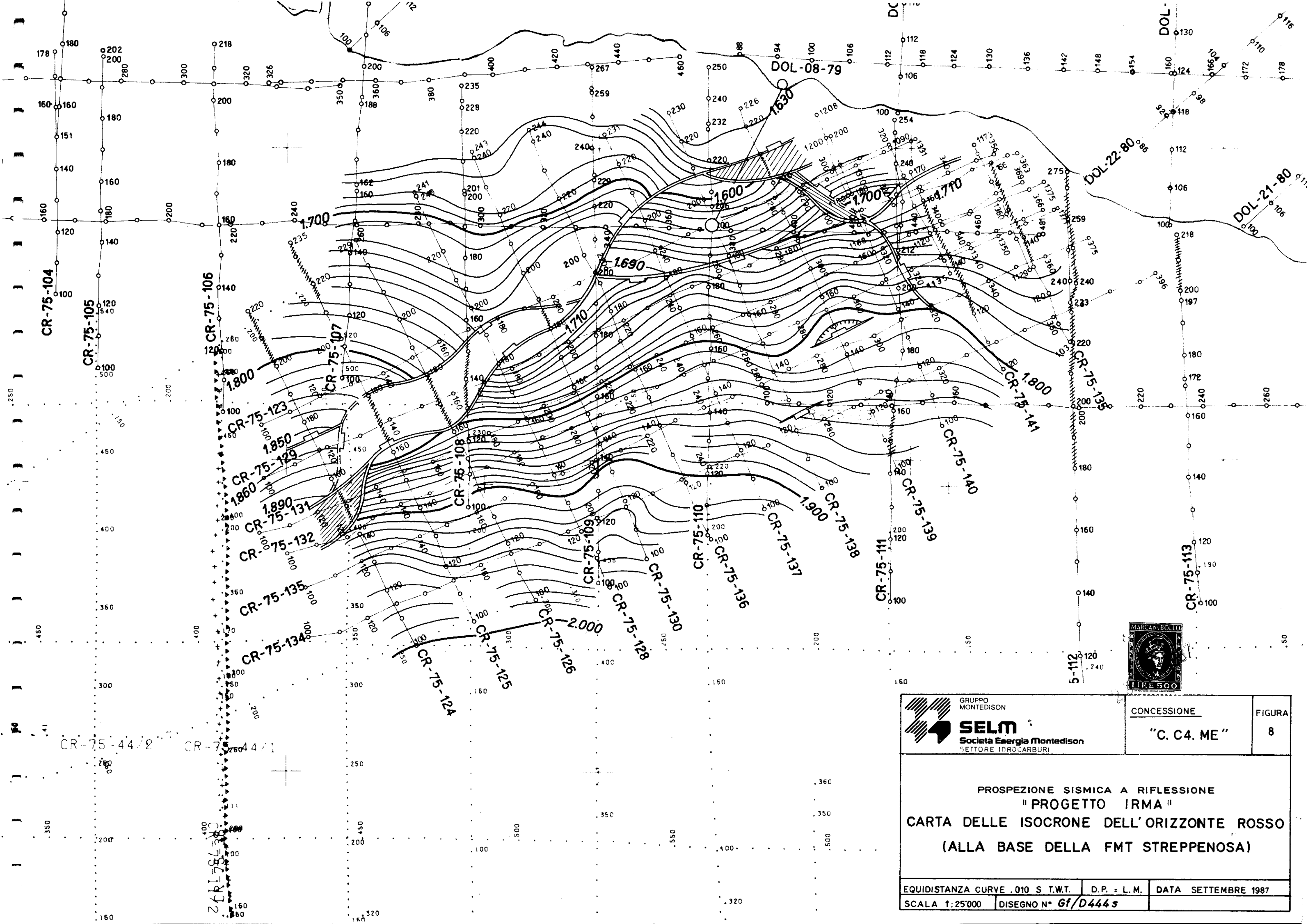



Fmz. "Strepennosa"
Membro Calcareo
"MILA" — Membro Argilloso

Oil/Water
contact
- 3609 m



E T A'		P I A N I		E P O C H E		P E R I O D I		F O R M A Z I O N I	
CARNICO	NORICO	RETICO	HETTANGIANO	DOMERIANO	TOARCHIABACCIANO	BATHONIANO			
		L I A S		G I U R A S S I C O		D O G G E R			
		"Strepennosa"		"Villagonia"		"Giar dini"			
Dotomia Principale									



 GRUPPO MONTEDISON SELM Società Energia Montedison SETTORE IDROCARBURI	CONCESSIONE	FIGURA
	"C. C. 4. ME"	8
PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE "PROGETTO IRMA" CARTA DELLE ISOCRONE DELL'ORIZZONTE ROSSO (ALLA BASE DELLA FMT STREPPENOSA)		
EQUIDISTANZA CURVE .010 S T.W.T.	D.P. = L.M.	DATA SETTEMBRE 1987
SCALA 1:25'000	DISEGNO N° Gf/D444s	

4. RISULTATI DELLA "PRODUZIONE PILOTA"

(Sommario della relazione del "Settembre 87")

I risultati delle perforazioni sopra menzionate e dei numerosi studi geominerari effettuati avevano quindi indicato che il giacimento di Mila è molto più complesso di quanto inizialmente previsto, riportando a valori critici o quanto meno non ben quantificabili alcuni parametri fondamentali per un equilibrio tecnico-economico del progetto.

Per tali motivi SELM ha chiesto ed ottenuto in data 31 Luglio 1985 di poter effettuare un periodo di "produzione pilota" di un anno da eseguirsi con la riattivazione di due pozzi (MILA 6 e MILA 4) con completamento sottomarino ed il loro collegamento con condotta ad un sistema di produzione su "flottante", unico mezzo per acquisire maggiori informazioni sul giacimento e definirne il progetto di sviluppo definitivo più appropriato.

I risultati acquisiti nel corso delle operazioni condotte a tal fine a partire dal settembre 1985 si possono riassumere come sotto esposto:

4.1 Pozzo MILA 6 D - Prova di produzione Settembre 1985

Il pozzo denominato MILA 6 D. aveva incontrato il top strutturale del reservoir (calcari del membro Mila - Formazione Noto-Trias superiore) alla profondità di 3313 m RT (3284 m VDSS).

La "produzione pilota" è stata preceduta da una prova di produzione eseguita a partire dal 12/9/85, il cui scopo principale era quello di confermare i dati precedentemente ottenuti e decidere quindi di completare il pozzo.

Tale prova ha interessato l'intervallo in foro tubato compreso fra 3454-3463 m RT (3416-3425 m VDSS); si è effettuata un'erogazione di 86 ore e 30 minuti nel corso della quale sono stati prodotti 6541 BBLS di olio con una portata media di 2000 STBOPD. Durante la prova è stata riscontrata produzione di acqua rilevabile solo al ministill (B.S.W.).

All'inizio di tale Production-Test è stata misurata una pressione iniziale di 5229 psia (367.6 kg/cm²a) alla quota della sonda elettronica HP (3424 m VDSS)

ed è stato possibile stimare la potenzialità del pozzo, attraverso il Productivity Index ottenendo il valore 3.9 STBOPD/PSI.

I risultati conseguiti hanno quindi portato alla decisione di procedere con la "produzione pilota".

4.2 Produzione pilota: comportamento del pozzo MILA 6 D

- Al pozzo MILA 6 D (completato con tubing da 3½" e packer fissato nel casing da 7" alla profondità di 3400 m RT) è stato messo in produzione l'intervallo mineralizzato ad olio perforato in colonna 7" da m 3454 a m 3463 RT (3416-3425 m s.l.m.). Tale intervallo era stato provato sia durante il DST 7 (settembre 81) sia durante il production test condotto nel settembre 85.
- Il MILA 6 D è entrato in produzione il 27/12/85 e complessivamente, dall'inizio della produzione sino alla chiusura definitiva del pozzo, avvenuta il 31/1/87, sono stati prodotti 213.447 BBLS di olio e 6.265.000 Smc di gas. Il gas è stato bruciato. Aggiungendo gli 80.911 BBLS di olio prodotti nel corso delle 8 prove precedenti condotte si raggiunge un totale di 294.358 BBLS di olio.

Il comportamento produttivo del pozzo MILA 6 D si può analizzare individuando quattro periodi principali (v.si fig. 9-10):

1° periodo: compreso dall'inizio della produzione (27/12/85) fino al 28/2/86.

Esso è caratterizzato da produzione di olio anidro: infatti l'acqua è presente come B.S.W. con valori di salinità estremamente variabili tra di loro fra un minimo di 33 gr/l NaCl (acqua di mare) a valori prossimi a 140 gr/l NaCl riscontrati verso la fine di gennaio 86.

La portata di olio si è mantenuta attorno agli 850+900 STBOPD ed anche il rapporto gas/olio è calato proporzionalmente da 1100 a 900 SCF/STBO verso la fine di febbraio.



La pressione di testa pozzo in erogazione è calata in modo lineare passando da 2030 psig a 1700 psig.

2° periodo: compreso tra la fine di febbraio ed il 10/6/86.

La produzione di olio è stata aumentata rispetto al periodo precedente a step crescenti passando da valori minimi dell'ordine di 1200 STBOPD a valori massimi nella prima settimana di giugno con punte fino a 1700 STBOPD (6/6/86).

Il GOR è andato aumentando in modo parallelo passando da 950+1000 SCF/STBO fino ai 1150 SCF/STBO nei primi di giugno.

La pressione di erogazione a testa pozzo è diminuita con "trend" lineare passando da un massimo di 1700 psig ad un minimo di 1250 psig (10/6/86).

Durante tale periodo non è stata registrata apprezzabile produzione di acqua.

3° periodo: compreso dall'11/6/86 alla fine di agosto.

Tale periodo coincide con l'inizio della produzione di acqua al pozzo MILA 6 D.

Il water-cut è rapidamente aumentato raggiungendo alla fine di giugno un valore del 26%. Si è mantenuto sufficientemente stabilizzato attorno al 18+22% fino alla fine di luglio e si è nuovamente impennato in agosto raggiungendo un valore finale del 56%. Il valore costante della salinità dell'acqua prodotta (NaCl = 70 gr/l) e gli elevati quantitativi prodotti hanno portato alla conclusione che si trattava di acqua di formazione.

La portata di olio, al momento della venuta di acqua, è stata ridotta sensibilmente passando da ca. 1600 STBOPD (15/6) a 650 STBOPD. Tale valore medio si è mantenuto per tutto il mese di luglio 86 ma a partire dal mese di agosto esso si è ridotto drasticamente fino a 250 STBOPD.

Il GOR, partito da valori molto alti (max 1500 SCF/STBO, al 23/6/86) è andato, a seguito della riduzione di portate di olio, via via smorzandosi fino ad un valore medio di 950+1000 SCF/STBO.

Esso è aumentato nuovamente, nonostante la riduzione progressiva della produzione di olio, fino al valore massimo di 1150 SCF/STBO, riscontrato alla fine di agosto.

La pressione di testa pozzo è diminuita progressivamente passando da 1250 psig fino a 300 psig.

4° periodo: compreso fra l'inizio di settembre ed il 31.1.87 (fine produzione).

A causa dell'incremento del water-cut (max 56%) e della progressiva riduzione della portata di olio è stata decisa la chiusura del pozzo (5/9/86) con obiettivo principale quello di abbattere il "coning" che si era innescato.

Il periodo di chiusura si è protratto per un mese, fino al 5 ottobre ed in tale periodo la pressione di testa è andata aumentando fino a raggiungere il valore massimo di 630 psig.

L'aumento è imputabile alla presenza di gas che, liberandosi dall'olio, si è accumulato per gravità nella parte alta del la string di produzione.

Il giorno 6/10/86 il pozzo MILA 6 D è stato riaperto senza avere alcuna produzione causa autocolmatamento di acqua di formazione.

Il pozzo è rimasto aperto fino al 10 gennaio 1987 senza alcuna produzione ed il 31/1/87 è stato definitivamente chiuso.

4.3 Pozzo MILA 4 - Prova di produzione Novembre 85

Prima dell'esecuzione del "side track" e della successiva produzione pilota, il pozzo MILA 4 è stato ripreso nell'ottobre 85 per eseguire un work-over al lo scopo di isolare l'acqua manifestatasi dopo una precedente operazione di acidificazione, pompando nell'acquifero del metasilicato di sodio; tale sostanza, in presenza di acqua, ha la proprietà di solidificare tappando così le vie preferenziali di arrivo dell'acqua.

Dopo il work-over è stata condotta una prova di produzione in foro scoperto \emptyset 6" a partire dal 3/11/85. L'intervallo provato è stato di 3564-3613 m RTMD (3532-3578 m VDSS).

Tale prova ha avuto un'erogazione di lunga durata (412 ore): sono stati prodotti in totale 7.543 BBLS di olio con 26.170 MSCF di gas e 20.538 BBLS di acqua di formazione (NaCl max = 76 gr/l).

L'elevato quantitativo di acqua prodotta ha evidenziato l'esito negativo del tentativo di isolamento dell'acquifero.

La pressione di strato riscontrata all'inizio della prova di produzione è stata di 5192 psia (365 kg/cm² a) alla quota della sonda HP (3520 m VDSS).

Non è stato possibile valutare il P.I. per mancanza di dati di fondo e per valori incerti della portata di olio, soprattutto quando ad essa è associata produzione di acqua ma la produttività del pozzo, espressa come productivity index (P.I.), è stata valutata in base ai risultati del D.S.T. n. 6 in 1,1 STBOPD/psi.

4.4 Produzione pilota - Comportamento produttivo del pozzo MILA 4 side-track (v.si fig. 11-12)

Poichè la prova di produzione eseguita all'inizio del novembre 85 al pozzo MILA 4, subito dopo il work-over, è stata caratterizzata da elevata produzione di acqua salata (Wp = 20.538 BBLS con NaCl max = 76 gr/l), è stato deciso di eseguire un side-track.

Obiettivo principale è stato quello di raggiungere il reservoir in un punto strutturalmente più alto nel tentativo di ottenere produzione di olio anidro.



POZZO : MILA 6 DIREZIONATO
 ANDAMENTO DELLA PORTATA DI OLIO E DEL GOR

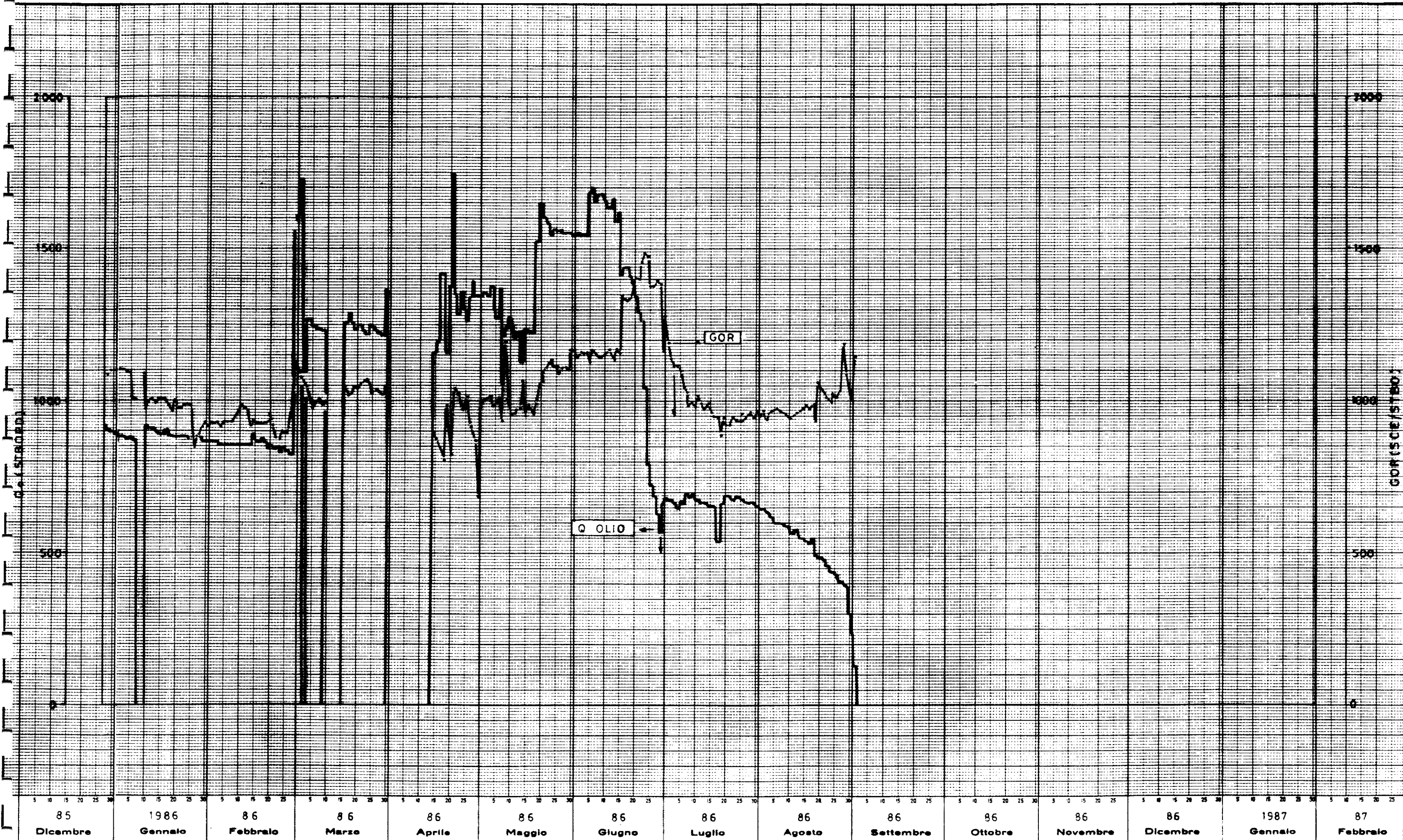


FIG. 9



POZZO : MILA 6 DIREZIONATO

ANDAMENTO WATER CUT, SALINITA', CUMULATIVA ACQUA PRODOTTA

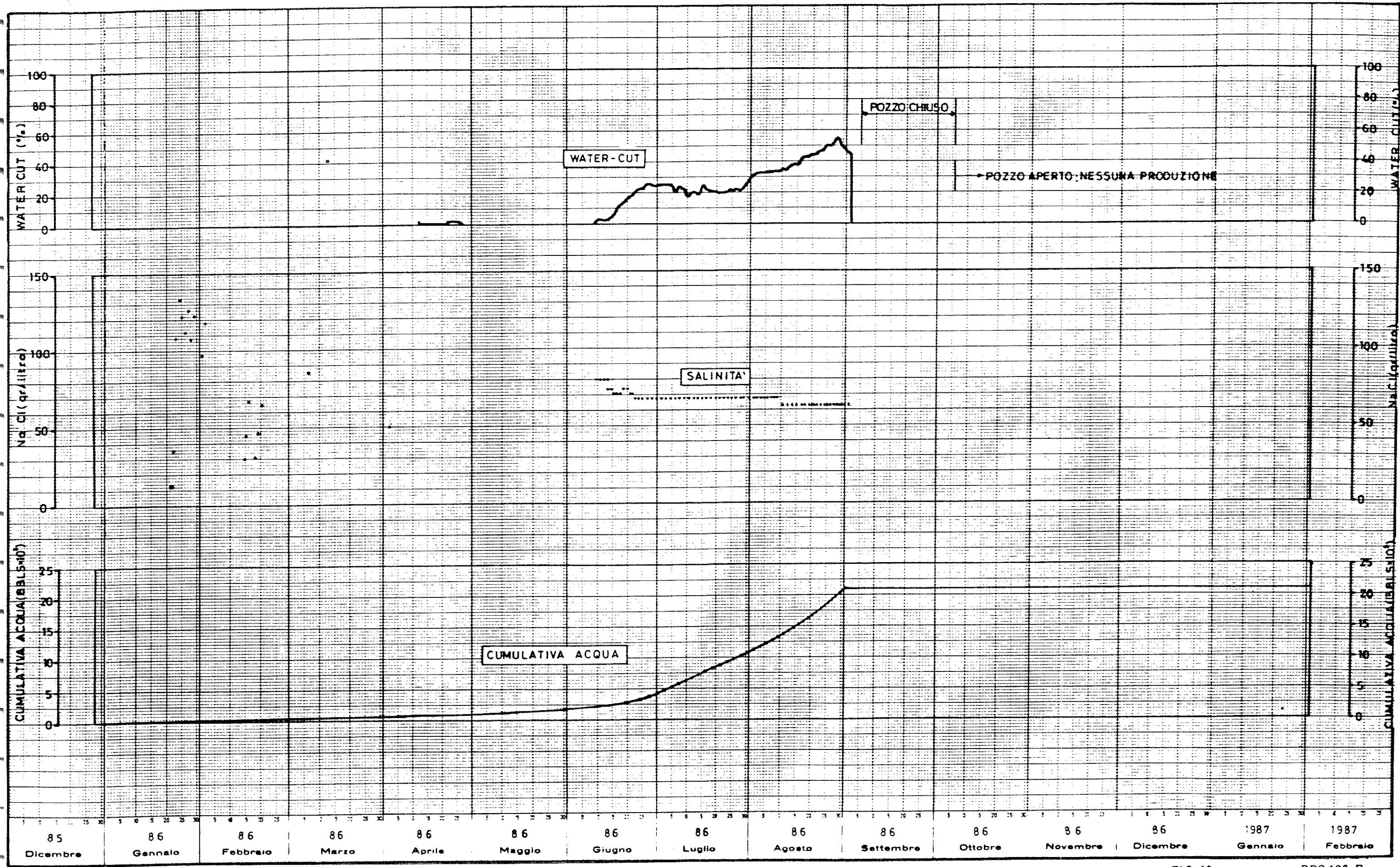


FIG. 10

Tale operazione è stata condotta nel periodo compreso fra il 29/11/85 ed il 6/1/86 utilizzando la drill ship "Conception" della Global Marine.

Essa si è sviluppata secondo le seguenti fasi principali:

- 1) Posizionamento di un Bridge-Plug nella colonna da 7" alla profondità di 3536 m RT.
- 2) Esecuzione di una "finestratura" nel casing da 95/8" dalla profondità di 2715 m RT fino a 2739 m RT.
- 3) Perforazione in direzione Nord-Nord/Ovest fino al raggiungimento del nuovo fondo pozzo (T.D. = 3669 m RT).

Il top strutturale è stato incontrato a 3512.5 m RT corrispondenti a 3434 m VDSS.

Rispetto al top strutturale del MILA 4, incontrato a 3544 m RT (3512 m VDSS), il pozzo MILA 4 S.T. è pertanto più alto di 78 m (in verticale).

- 4) Tubaggio di un liner da 7" con scarpa posta alla profondità di 3519 m RT (3439 m VDSS).

Dopo il side-track sono state effettuate alcune prove di strato in foro scoperto (\emptyset 6") nel periodo compreso fra il 15/1/86 ed il 21/2/86 per valutare la potenzialità del pozzo, soprattutto ai fini della sua messa in produzione.

Tali prove di strato (DST 1 + 7) hanno fornito una produzione complessiva di olio anidro (38.6° API) di 11.570 STBO.

Solo nella DST n° 7 è stato possibile caratterizzare la produttività del pozzo attraverso il productivity-index, che è stato valutato in 11.5 STBOPD/PSI.

Durante le prove non è stata riscontrata produzione di acqua di formazione.

I risultati conseguiti hanno quindi portato alla decisione di completare il pozzo MILA 4 S.T. per la produzione pilota, della quale si riportano i risultati essenziali:

- Il pozzo è stato completato con tubing da 3½" e packer fissato nella colonna da 7" alla profondità di 3464.7 m RT.



- E' stato messo in produzione l'intervallo in foro scoperto (\emptyset 6") compreso fra la scarpa casing da 7", posta a 3519 m RT (3440 m s.l.m.) ed il fondo pozzo posto a 3669 m RT (3560 m s.l.m.).
- Il pozzo è entrato in produzione il 3/4/86 ed i fluidi prodotti (olio, acqua e gas) sono stati inviati alla petroliera "Acqua Blu".
- Complessivamente, dall'inizio della produzione fino alla chiusura del pozzo (31/1/87), sono stati prodotti 104.379 BBLs di olio e 5.784.000 Smc di gas. Il gas è stato bruciato. Aggiungendo i 56.162 BBLs di olio, prodotti durante le prove di produzione dei pozzi MILA 4 e MILA 4 S.T. si raggiunge un totale di 160.541 BBLs di olio.

Per maggior chiarezza il comportamento produttivo del pozzo si può analizzare individuando cinque periodi principali:

1° periodo: compreso fra l'inizio della produzione (3/4/86) fino al 15/6/86.

Esso è caratterizzato da una portata di olio estremamente variabile che è passata da un valore massimo di 2740 STBOPD, registrato il 26/4/86, fino al minimo di circa 500 STBOPD alla metà di maggio.

Alla fine la portata di olio si era stabilizzata attorno ad un valore medio di 600 STBOPD.

Parallelamente anche il rapporto gas/olio (GOR) ha avuto delle sensibili oscillazioni con punte superiori a 3200 SCF/STBO dopo appena una settimana dall'inizio della produzione. Il valore minimo di 1120 SCF/STBO è stato riscontrato il 15/5/86. Alla fine esso era nuovamente risalito a valori elevati (oltre 2500 SCF/STBO).

Fin dall'inizio il pozzo ha evidenziato produzione di acqua.

In una prima fase (dal 3/4 al 27/4/86) il water-cut si è mantenuto basso (2% - 4%) e gli elevati valori di salinità, fi

no a 118-120 gr/l, indicavano come il pozzo fosse ancora in fase di spurgo; a tal proposito si ricorda che durante le prove condotte al MILA 4 S.T. erano stati assorbiti 2800 BBLs di salamoia (NaCl = 140 gr/l).

Da aprile in poi il water-cut è andato via via crescendo raggiungendo un valore del 70% con salinità dell'acqua compresa fra 72 e 85 gr/l NaCl.

La pressione di testa (WHP) è andata via via decrescendo fino ad un valore finale di 1380 psig.

2° periodo: compreso fra il 15/6 ed il 14/8/86.

Nei primi 23 giorni il pozzo è stato chiuso a causa di un sensibile aumento del water-cut, con punta max del 70% (14/6).

Il 9/7/86 il pozzo è stato riaperto e si registrava produzione di sola acqua (WC = 100%) con salinità, espressa come NaCl = 82 gr/l.

Il 18/7/86 è stato eseguito un tentativo di ripristino della produzione di olio iniettando 300 BBLs di gasolio con esito negativo.

3° periodo: compreso tra il 14/8 ed il 31/10/86.

Il pozzo ha ricominciato a produrre spontaneamente olio, con una portata iniziale di 460 STBOPD che è andata via via diminuendo fino a raggiungere i 140 + 150 STBOPD. Tale valore si è mantenuto sufficientemente stabilizzato fino alla fine.

Il rapporto gas/olio (GOR) è stato molto variabile; è stato mediamente superiore ai 3200 SCF/STBO ma poi è andato diminuendo fino a raggiungere un valore di 1500 SCF/STBO.



1987

POZZO MILA 4- SIDE TRACK ANDAMENTO DELLA PORTATA DI OLIO DEL GOR E PRODUZIONE CUMULATIVA DI OLIO

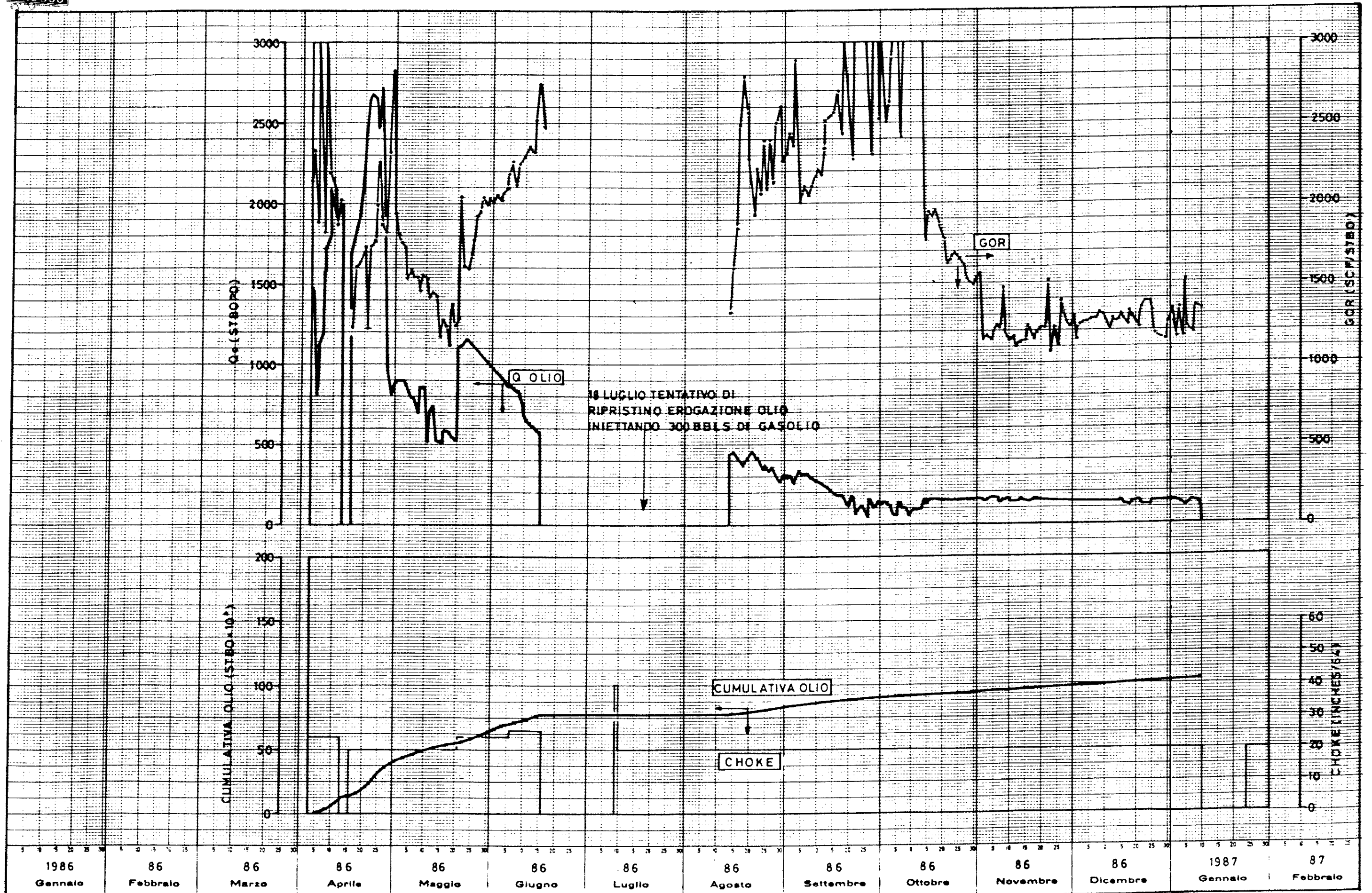


FIG. 11

PRO 138-C



POZZO MILA 4 - SIDE TRACK

ANDAMENTO WATER-CUT, SALINITA', CUMULATIVA ACQUA
PRODOTTA

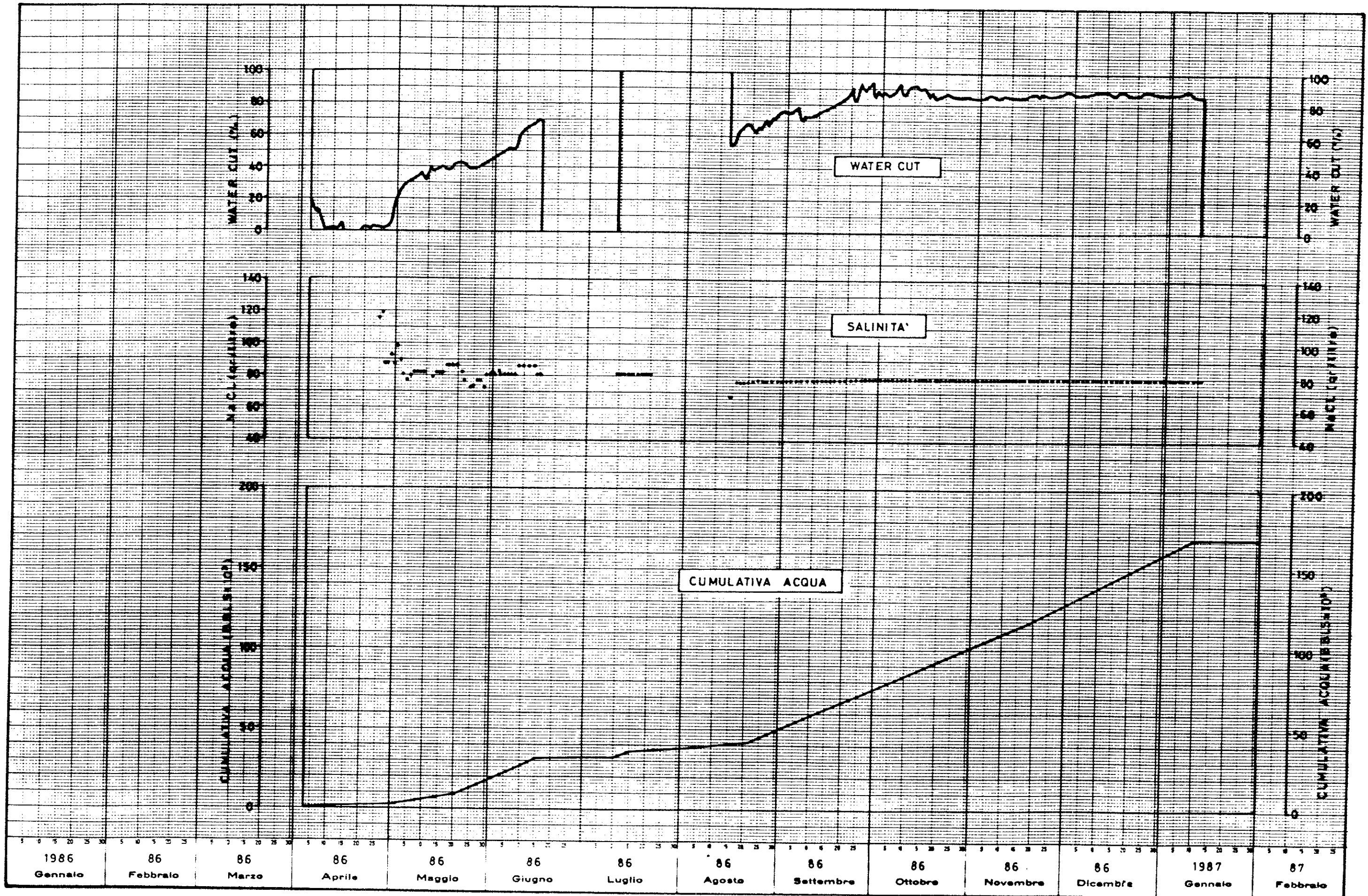


FIG.12

PRO138-D

Dall'inizio di tale periodo fino al 20/9 il water-cut è aumentato dal 52% fino a 86% circa. Tale valore si è mantenuto, al pari della portata di olio, sufficientemente costante fino alla fine.

L'acqua prodotta è sicuramente imputabile ad acqua di formazione con valore di salinità rigorosamente stabilizzato a 78 gr/l NaCl.

La WHP ha avuto sempre un "trend" decrescente passando da un valore iniziale di 1630 a 750 psig.

4° periodo: compreso tra l'1/11/86 ed il 10/1/87.

Tale periodo è caratterizzato da una estrema stabilizzazione di tutti i parametri erogativi. In particolare la portata di olio si è mantenuta attorno ad un valore di 140+150 STBOPD.

La corrispondente produzione di gas è definita da un GOR medio 1200+1300 SCF/STBO.

Il water-cut si è mantenuto su un valore di 84+86%, mentre la salinità della acqua prodotta è stata rigorosamente pari a 78 gr/l NaCl.

La pressione di testa da dicembre in poi ha oscillato attorno ad un valore medio di 670 psig.

5° periodo: compreso tra l'11/1/87 ed il 31/1/87 (fine produzione).

Il pozzo è stato chiuso dall'11/1/87 fino al 24/1/87 causa mal funzionamento del circuito idraulico ed i successivi tentativi di rimettere il pozzo in produzione hanno dato esito negativo.

Comportamento produttivo

Pozzo MILA 4 S.T.

	<u>1° Periodo</u>	<u>2° Periodo</u>	<u>3° Periodo</u>	<u>4° Periodo</u>	<u>5° Periodo</u>
Portata olio	2740-600 STBOPD	Pozzo chiuso	460-150 STBOPD	140-150 STBOP	Pozzo chiuso
GOR	3200-2500 SCF/STB		3200 SCF/STBOPD	1200-1300 STBOPD	Vani tentativi di
Water cut	3% - 70%		52% - 86%	86%	rimetterlo in pro
Pressione di testa	2250-1380 psi		1630-750 psi	670 psi	duzione

Pozzo MILA 6 D

	<u>1° Periodo</u>	<u>2° Periodo</u>	<u>3° Periodo</u>	<u>4° Periodo</u>
Portata olio	850-900 STBOPD	1200-1700 STBOPD	1600-650-250 STBOPD	Pozzo chiuso
GOR	1100-900 SCF/STB	950-1150 SCF/STB	1500-950-1150 SCF/STB	Vani tentativi di
Water cut	assente	dal 15/4 2-3%	2 - 3% - 26% - 56%	rimetterlo in pro
Pressione di testa	2030-1700 psi	1700-1250 psi	1250-300 psi	duzione



87

Note di commento sull'interpretazione delle prove

- Si deve notare che nel corso della produzione pilota ef fettuata ai pozzi MILA 4 e MILA 6 i misuratori elettron nici di pressione e temperatura al fondo (DPTT) hanno cessato di funzionare nelle fasi iniziali dell'avviam ento impedendo così il monitoraggio "in continuo" dei parametri di fondo.

Gli strumenti non vennero rimpiazzati in quanto tale o perazione avrebbe comportato l'integrale scompletament o dei pozzi stessi.

Si è proceduto pertanto alla produzione operando in ri ferimento ai risultati ottenuti nel corso delle ultime prove effettuate; una particolare cura è stata dedicat a alla scelta del D_p iniziale di produzione, seguendo un'ottica di rispetto, sia nei confronti della salvag uardia della capacità produttiva dei pozzi stessi, che della prevenzione del richiamo d'acqua di strato (water coning).

Si ricorda che il pozzo MILA 4 durante la prova di pro duzione del Febbraio 1986 fornì una portata di olio di 1430 BPD con Δp del 2%; in fase di produzione il pozz o venne avviato con portata dell'ordine di 2700 BPD, cui corrisponde un Δp al fondo del 3,8%.

Altrettanto medesto fu il Δp applicato al pozzo MILA 6 che nella prova del Settembre 1985 fornì una portata di olio pari a 2000 BPD ($D_p = 9,8\%$) e venne poi avviat o alla produzione con portata $q_0 = 850$ BPD, cui corris pondeva un D_p pari al 4,2%.

- I valori di D_p adottati sono da considerarsi conservat ivi, come precedentemn ete accennato, anche ai fini di un richiamo dell'acqua di strato per "water coning", so prattutto se si tiene conto che il "bottom" della zona produttiva al pozzo MILA 4 (foro scoperto) dista circa 60 m dalla posizione della tavola d'acqua (m 3620 VDSS), mentre il "bottom" dell'intervallo produttivo al MILA 6 (tubato con colonna da 7") risulta a 3425 m VDSS e quin di ben 195 m al di sopra della tavola d'acqua.

Stato dei pozzi e delle flow-lines

Sia al pozzo MILA 4 S.T. che al MILA 6 D sono state chiuse le valvole di testa pozzo e le valvole di sicurezza entro i tubing.

Le flow-lines sono state spazzate con salamoia ed appoggiate sul fondo mare; il terminale è stato flangiato.

Parallelamente alle flow-lines insistono anche gli ombelicali intercettati alle estremità.

5. PROGRAMMA DEGLI STUDI E LAVORI DI ESPLORAZIONE, ACCERTAMENTO E SVILUPPO

Appare evidente, dopo l'esito dei pozzi di accertamento/ sviluppo perforati nella zona e della produzione pilota, che l'area del giacimento di Mila compresa fra i pozzi Mi la 6 e Mila 1 è molto frammentaria e con accumuli di idrocarburi di dimensioni molto limitate, che non consentono l'attuazione di un piano di sviluppo come quello originale che prevedeva investimenti di entità rilevante.

Le prospettive minerarie dell'area della concessione si concentrano ora, dopo i risultati acquisiti, su tre zone particolari:

- una nell'ambito dell'area già investigata, rappresentata dal trend Mila 6 - Mila 1, dove rimane qualche residua possibilità, subordinata ad un riesame della situazione, nel pannello riscontrato mineralizzato ai pozzi Mila 1/Mila 5, che appare isolato sia dal pannello del Mila 6 che del Mila 4 (v.si fig. 4).

Il pozzo Mila 5 è "temporaneamente sospeso" e protetto da una "corrosion cup".

Si ritiene che ai fini di una migliore valutazione di tale zona, si potrebbe cercare di ottenere quelle informazioni, che sono finora mancate, sul reale andamento del top del reservoir mediante ritrattamento della sismica 3D registrata nel 1980 (la prima in Italia); e sperienze analoghe recentemente condotte sulla sismica 3D di Vega hanno dimostrato che, avendo la relativa tecnologia subito un netto miglioramento nel corso degli ultimi 2-3 anni, si possono ottenere dai dati a suo tempo opportunamente registrati risultati nettamente migliori di quelli del precedente trattamento; ci si riferisce in particolare all'impiego della tecnologia "one step migration" messa a punto ultimamente, che consente una migrazione ottimale dei dati.

L'interesse di una ripresa del Mila 5 (qualora avvalorato dai risultati di tali studi) per mettere in produzione il pannello Mila 5/Mila 1 con un sistema flottante (sistema che da un punto di vista tecnico si è dimostrato valido ed affidabile) non potrà, se a suo tempo debitamente autorizzato, non collegarsi ad analisi di tipo economico, che saranno evidentemente funzione dell'andamento del valore del grezzo.

- Nel quadro della rielaborazione sopra indicata, nonché di tutta la situazione stratigrafico/strutturale, a questo possibile programma di sviluppo si dovrebbe affiancare un programma di accertamento relativo alla zona situata a Sud del pozzo Mila 2 (v.si fig. 13).

Come segnalato esistono in tale area sulla base dei risultati di tale pozzo le premesse per una mineralizzazione nei carbonati della "Mila Unit" e, considerando la situazione tettonica, anche del top della sottostante formazione "Taormina".

Prima di prendere una decisione su un'eventuale perforazione in questa zona, considerate le difficoltà dell'interpretazione relativamente agli obiettivi proposti, potrebbe essere necessario, dopo aver riprocessato secondo le tecniche più attuali la sismica 3D in precedenza registrata, eseguire un breve complemento di sismica di dettaglio.

- Per quanto riguarda gli aspetti esplorativi è stata individuata, come già indicato, una possibile struttura, definita progetto Irma, in prossimità della costa lungo l'asse strutturale Mila-Irminio (v.si fig. 8 e 13).

Come noto l'asse di Irminio presenta problemi di natura stratigrafica simili a quelli caratteristici di Mila (sulla relativa struttura sono tuttora in corso lavori di accertamento - pozzo Irminio 3 riscontrato mineralizzato con olio a 33°API: ai DST 600-1400 bbl/g con $\Delta p = 1\%$, prove prolungate in programma - al fine di individuare zone preferenziali a caratteristiche di reservoir e quindi di produttività più favorevoli).

Irma è una struttura per alcuni aspetti (definizione di un orizzonte sismico valido in corrispondenza del top del potenziale reservoir) ancora in via di definizione e si ritiene che una sua eventuale perforazione (possibilmente in deviazione dalla terraferma) debba essere subordinata ad una sua conferma mediante l'esecuzione di un programma complementare di sismica "shallow water".

Si ritiene quindi che, se le premesse a base del primo programma di lavori non sono più valide, esistano pur tuttavia alcune prospettive, difficili ma non trascurabili, per una valorizzazione di ulteriori "riserve"; è tuttavia necessario sviluppare un nuovo programma sia di acquisizione di informazioni sismiche (riprocessing e nuove li-

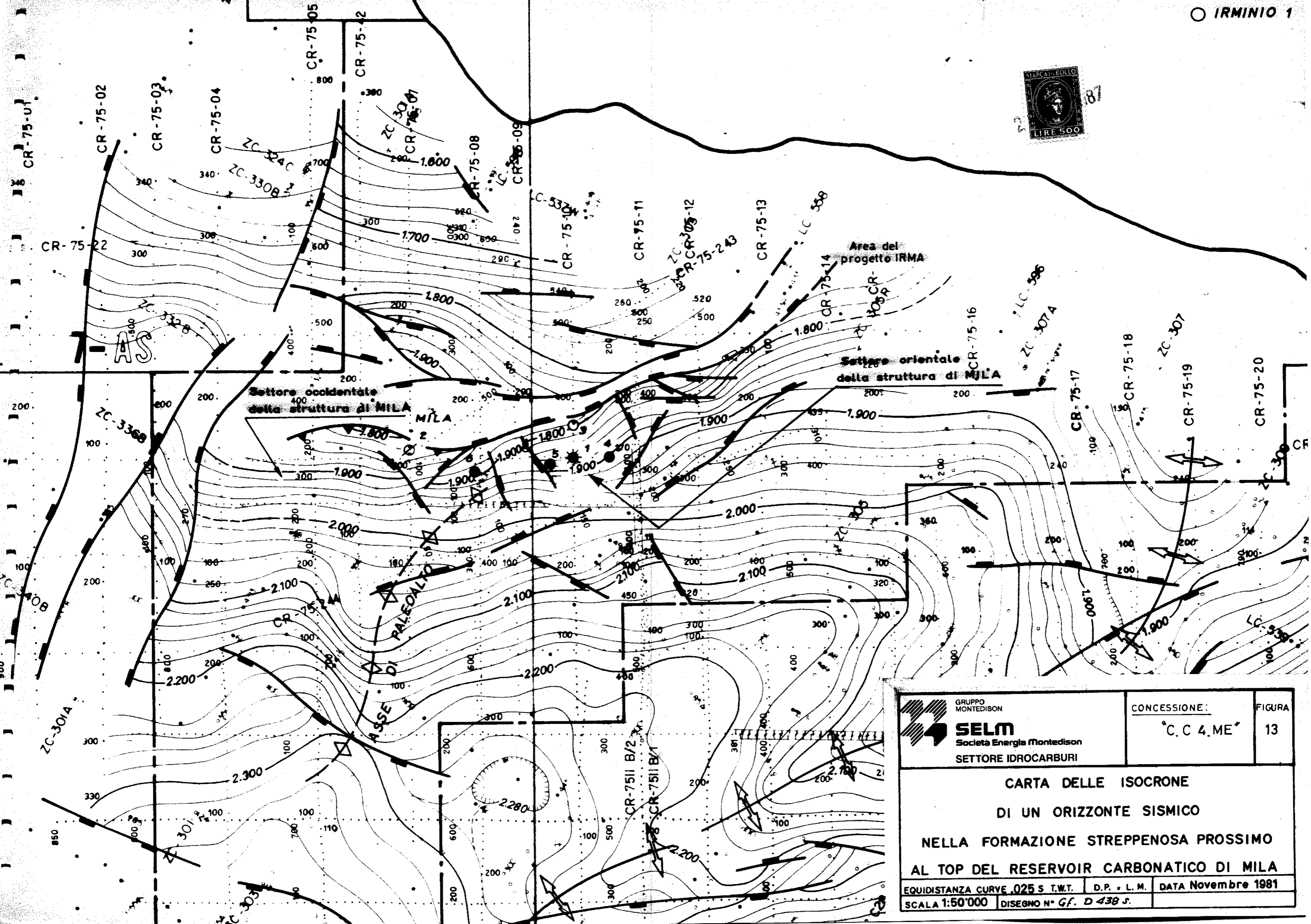



87

37.

nee) che di rielaborazione dei vecchi e nuovi dati geomi
nerari, al fine di disporre degli elementi indispensabi-
li per una migliore conoscenza della situazione ed in par
ticolare:

- per poter valutare, sotto il profilo tecnico/economico,
l'interesse del pannello Mila 5 - Mila 1
- e per accertare l'opportunità di perforare un pozzo Mi
la 2 Sud e/o di esplorare la struttura di Irma.



 GRUPPO MONTEDISON SELM Società Energia Montedison SETTORE IDROCARBURI	CONCESSIONE:	FIGURA
	"C.C.4.ME"	13
CARTA DELLE ISOCRONE DI UN ORIZZONTE SISMICO NELLA FORMAZIONE STREPPENOSA PROSSIMO AL TOP DEL RESERVOIR CARBONATICO DI MILA		
EQUIDISTANZA CURVE 025 S.T.W.T.	D.P. - L.M.	DATA Novembre 1981
SCALA 1:50'000	DISEGNO N° Gf. D 438 J.	