

APVE
EXPLO
1601

1601 EXPL0

2

D. BONGIORNI

**LA RICERCA DI IDROCARBURI NEGLI ALTI STRUTTURALI MESOZOICI DELLA
PIANURA PADANA: L'ESEMPIO DI GAGGIANO**

*THE HYDROCARBON EXPLORATION IN THE MESOZOIC STRUCTURAL HIGHS
OF PO VALLEY: THE EXAMPLE OF GAGGIANO*

Estratto da
Atti Ticinensi di Scienze della Terra
Vol. 31 - 1987

LA RICERCA DI IDROCARBURI NEGLI ALTI STRUTTURALI MESOZOICI DELLA PIANURA PADANA: L'ESEMPIO DI GAGGIANO

THE HYDROCARBON EXPLORATION IN THE MESOZOIC STRUCTURAL HIGHS OF PO VALLEY: THE EXAMPLE OF GAGGIANO

D. BONGIORNI (1)

RIASSUNTO

La ricerca di idrocarburi nei carbonati mesozoici del bacino padano è iniziata negli anni '70; essa può essere suddivisa in due fasi.

La prima fase, mirata all'esplorazione di strutture sovrascorse, geneticamente legate all'Orogenesi Alpina, ha condotto alla scoperta dei giacimenti di Malossa, Canonica d'Adda, S. Bartolomeo, Seregna e Cavone.

A partire dal 1982 la ricerca ha affrontato con buoni risultati l'esplorazione degli alti strutturali mesozoici, originati dalla tettonica distensiva del Liassico.

Un esempio di questo tipo di ricerca, che presuppone l'impiego di tecniche e metodologie di interpretazione molto sofisticate, è rappresentato dal giacimento di Gaggiano (Milano). Il pozzo di scoperta ha attraversato una serie mesozoica estremamente rastremata e lacunosa rappresentata a livello del Giurassico da pochi metri di calcari pelagici, cui soggiacciono i Calcari di Meride eq., la Carniola di Bovegno e la Fm. del Servino nel Trias.

L'olio di tipo leggero (35,8° API), è contenuto in livelli dolomitici porosi al top dei Calcari di Meride eq.; la stessa formazione costituisce la roccia madre degli idrocarburi.

ABSTRACT

The hydrocarbon research in the mesozoic carbonates of the Po Valley Basin began in the 70's; it can be subdivided into two stages.

The first stage aimed at the exploration of the overthrust structures genetically related to the Alpine Orogenesis, led to the discovery of the oil field of Malossa, Canonica d'Adda, S. Bartolomeo, Seregna and Cavone.

Starting from 1982, the exploration of mesozoic structural highs originating from the liassic rifting has been successful.

An example of this kind of research, which requires the use of highly sophisticated techniques and interpretation methods, is represented by the Gaggiano oil field (Milano). The well Gaggiano 1 came across a mesozoic

series with hiatuses and taperings, represented at the Jurassic level by few metres of pelagic limestone, under which lie the Meride eq. Limestones, the Carniola di Bovegno Fm. and the Servino Fm.

Light oil (35,8° API) is contained in porous dolomitic layers at the top of Meride eq. Limestones; the same formation can be accounted for the hydrocarbon source-rock.

PAROLE CHIAVE: *bacino padano, mesozoico, idrocarburi.*

KEY WORDS: Po valley basin, mesozoic, hydrocarbons.

STORIA DELLA RICERCA PETROLIFERA NEL MESOZOICO PADANO

La ricerca di idrocarburi nelle successioni sedimentarie carbonatiche mesozoiche della Pianura Padana si è sviluppata praticamente a partire dagli anni '70, parallelamente sia allo sviluppo e al perfezionamento delle metodologie e attrezzature per la prospezione sismica, sia allo studio dei modelli geologici, sia infine alla evoluzione delle tecnologie di perforazione.

Prima di allora la ricerca era essenzialmente orientata all'individuazione di trappole poco profonde (fino a 3000 m circa) (AGIP, 1959) poiché la tecnologia dei mezzi di indagine non permetteva di ottenere risultati attendibili nella definizione di strutture più profonde. Infatti gli obiettivi mesozoici del bacino padano si trovano generalmente a notevoli profondità e addirittura in alcuni casi

(1) AGIP S.p.A., S. Donato Milanese.

non sono ancora raggiungibili con pozzi, essendo situati ad oltre 10.000 metri di profondità.

L'individuazione e la definizione delle strutture nelle serie mesozoiche profonde fu resa possibile dall'introduzione, verso la metà degli anni 60, del sistema digitale nell'acquisizione ed elaborazione dei dati sismici (fig. 1).

Dopo una breve sperimentazione delle nuove metodologie l'AGIP diede inizio ad un rilievo sismico ex novo della Pianura Padana, più esteso e dettagliato del precedente (fig. 2), che permise di evidenziare strutture a livello delle successioni mesozoiche.

Il primo pozzo profondo con obiettivo mesozoico fu Valle Salimbene 1 (Pavia) (fig. 3); venne perforato nel 1971-72 e raggiunse la profondità di 6011 m. La ricerca proseguì quindi nell'area ad Est di Milano dove nel 1973 si arrivò alla scoperta del giacimento di Malossa (fig. 4), mineralizzato a gas-condensato e olio nelle formazioni Zandobbio e Dolomia Principale in sequenza, a circa 5400 m di profondità (BONGIORNI *et. al.*, ERICO *et. al.*, 1979; VAGHI *et. al.*, 1979).

In questa stessa area furono successivamente rinvenuti i campi di Seregna (1975), Canonica d'Adda (1978) e S. Bartolomeo (1980). Nello stesso periodo nell'area modenese venne scoperto il giacimento di Cavone (1973), mineralizzato ad olio a livello dei Calcari grigi di Noriglio, a circa 3000 m di profondità.

Le scoperte menzionate sono inquadrabili in una prima fase della ricerca profonda, mirata all'esplorazione di situazioni strutturali caratterizzate da strutture anticlinali delimitate da faglie inverse e sovrascorrimenti geneticamente legate alle fasi dell'Orogenesi Alpina e quindi di età per lo più oligomiocenica (fig. 5).

Il rinvenimento, avvenuto nel 1982, del giacimento ad olio leggero di Gaggiano (Milano) in una situazione strutturale diversa, ha dato avvio alla seconda fase della ricerca profonda in Pianura Padana: quella proiettata all'individuazione ed esplorazione di pa-

leoalti strutturali di età retico-liassica (fig. 6). In tali situazioni la presenza di estese lacune e di serie talora estremamente condensate nei termini triassico superiori e giurassico-cretacei ha reso possibile l'esplorazione delle serie medio-triassiche, caratterizzate dalla presenza sia di buone rocce madri (Calcari di Meride e Calcari di Perledo-Varenna) che di buoni reservoirs (formazioni dolomitiche noriche e ladiniche). Questo tema di ricerca si è sviluppato essenzialmente nel bacino ad Ovest di Milano dove i paleoalti strutturali risultano relativamente meno profondi (4500 ÷ 6000 m).

Negli ultimi anni questa fase dell'esplorazione profonda si è ulteriormente accentuata a seguito anche del continuo miglioramento delle tecniche di acquisizione e processing dei dati sismici (sensibilizzazione degli strumenti, rilievi «3D») e di metodologie interpretative supportate dall'impostazione di modelli geologici verificati con interpretazioni geofisiche basate sulla più rigida osservanza dei principi fisici. I risultati recenti di queste campagne sono le scoperte dei giacimenti di Villa Fortuna e di Trecate nell'area di Novara (fig. 4). La definizione dei nuovi giacimenti è in corso e molti altri dati emergeranno con l'esecuzione dei pozzi «out posts» e della prima fase di produzione del greggio.

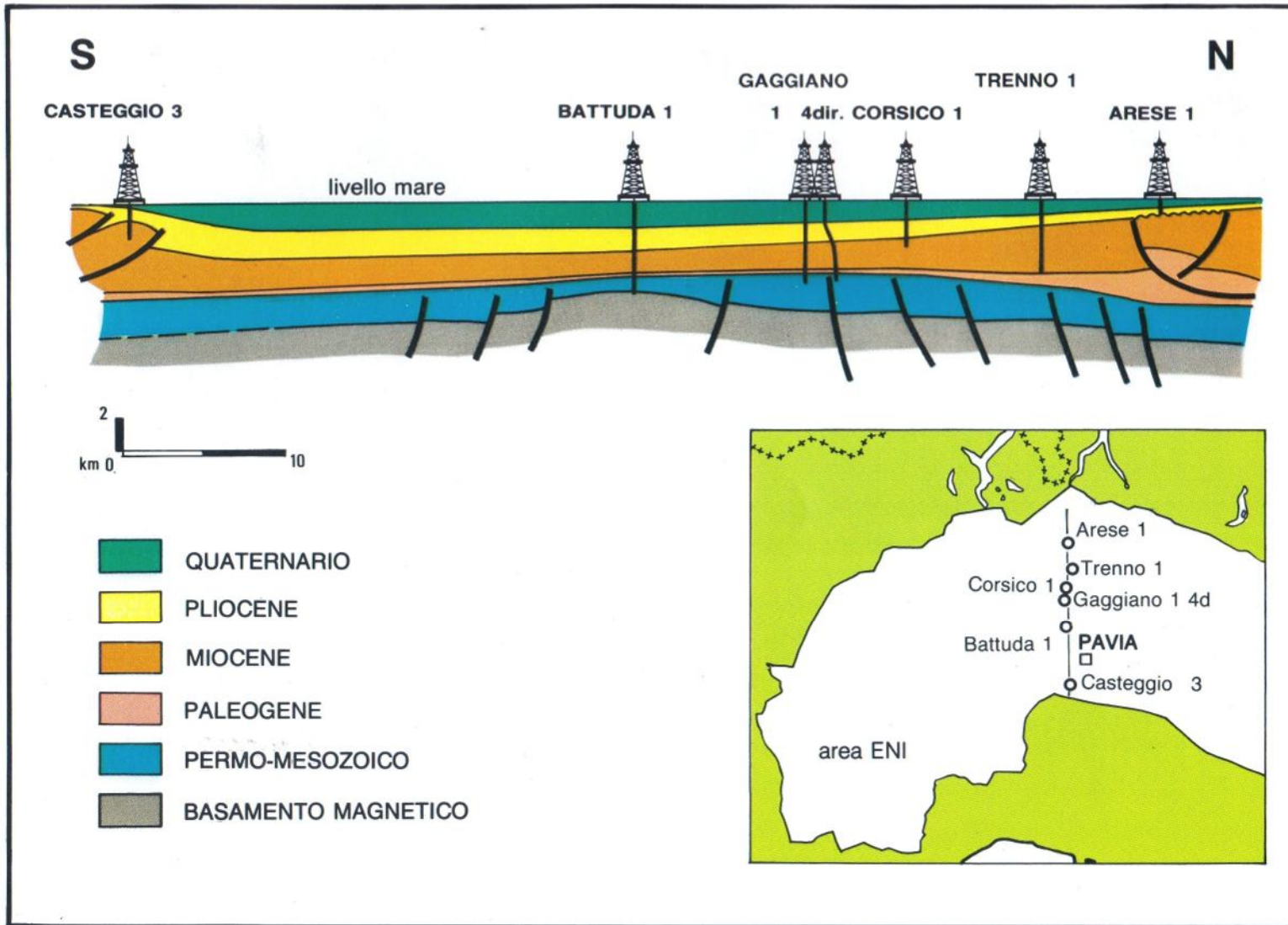
Allo stato attuale risulta meglio conosciuto il giacimento di Gaggiano.

L'ALTO STRUTTURALE DI GAGGIANO: INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

La perforazione di Gaggiano 1 nel 1982 (15 km a SO di Milano fig. 3) ha dato un notevole impulso all'esplorazione dell'area padana occidentale in seguito al ritrovamento di olio nel Trias medio. L'interpretazione geologica di dati stratigrafico-strutturali e geofisici hanno permesso di inquadrare paleogeograficamente l'area nel settore occidentale del Bacino Lombardo di cui condivide negli aspetti generali l'evoluzione stratigrafica e tettonica permo-mesozoica, ricostruibile a grandi linee in base ai dati di su-

TAV. 1: Sezione geologica attraverso la Pianura Padana.

Po Valley basin: geological cross section.



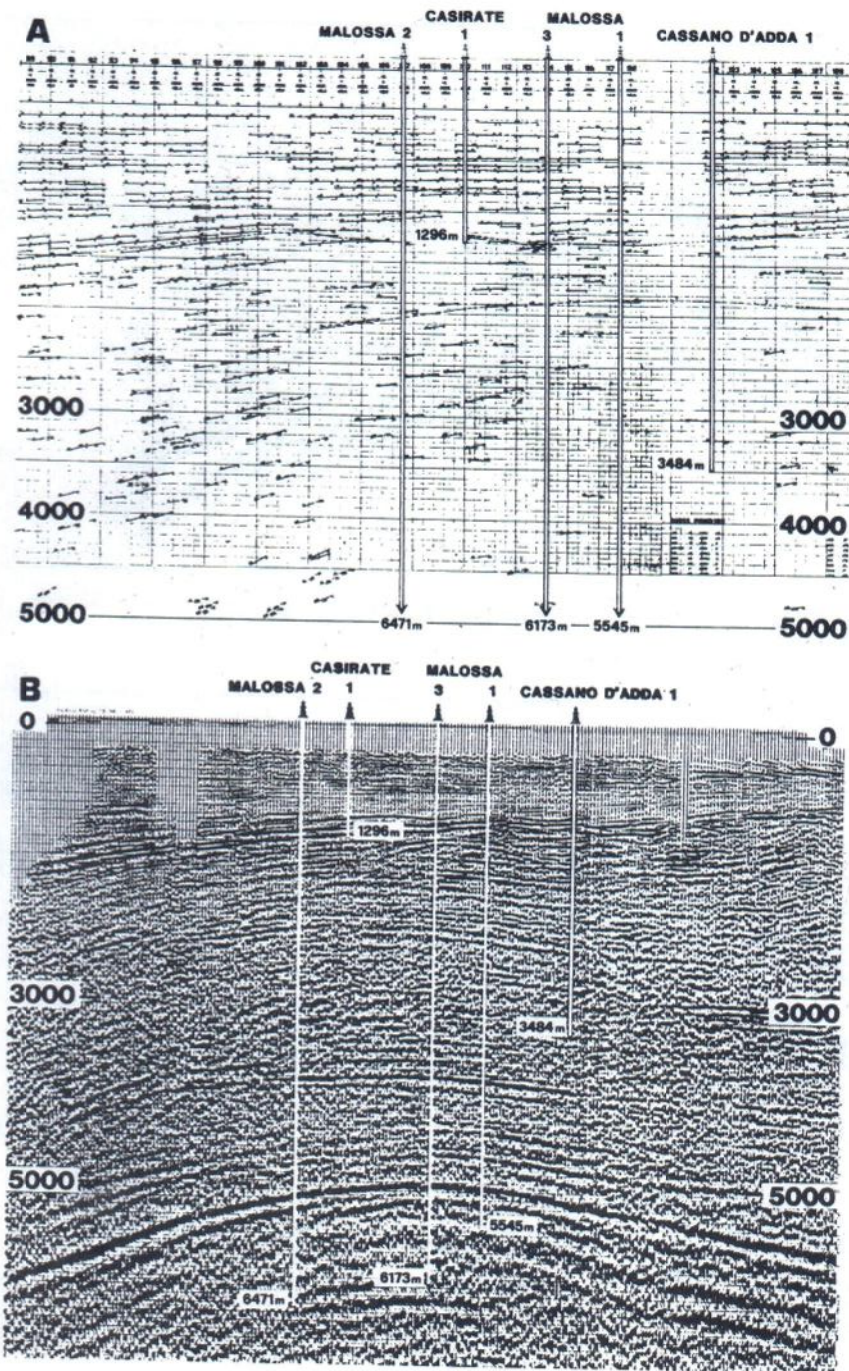
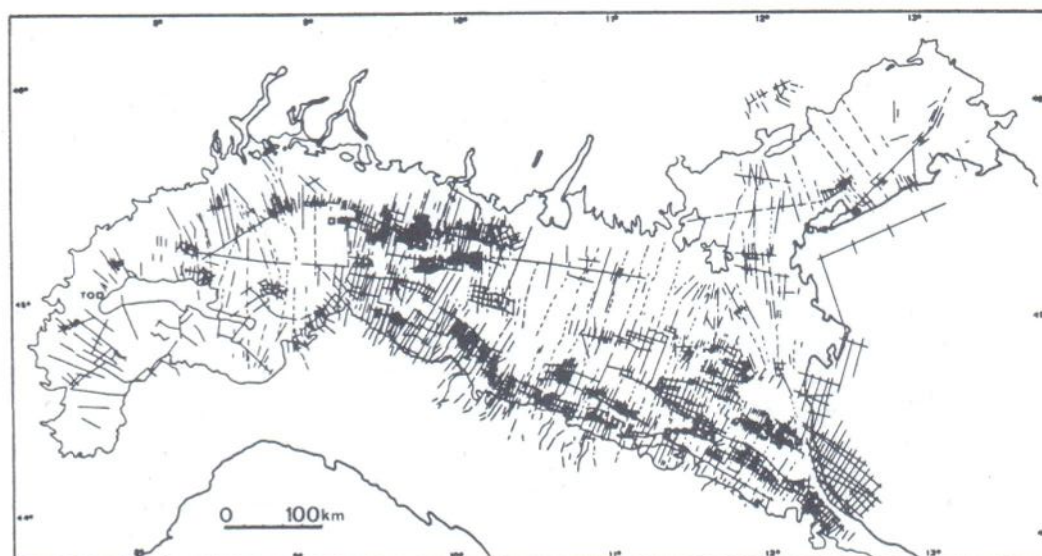
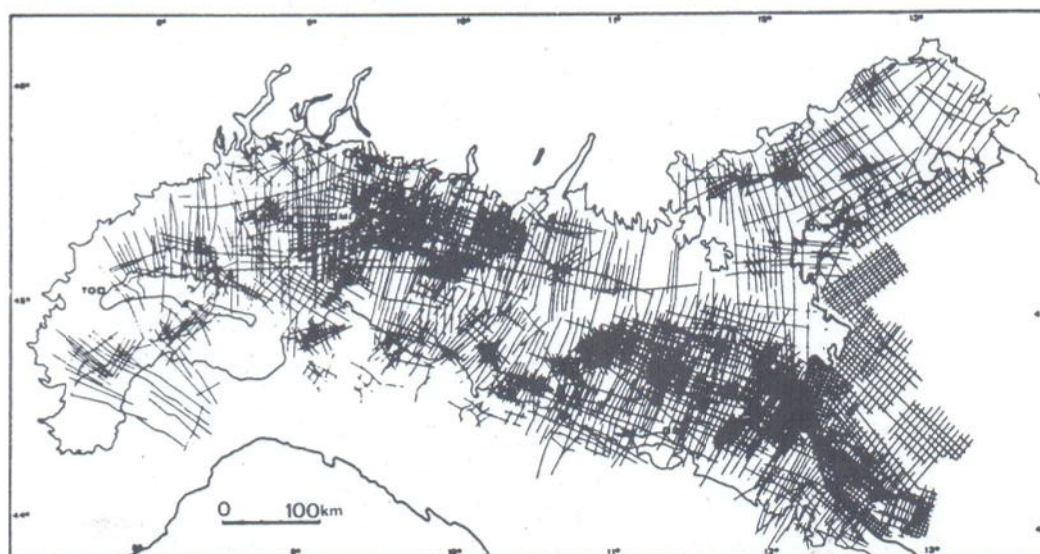


Fig. 1: Confronto tra la stessa linea sismica rilevata in analogico (A-rilevo del 1957) e in digitale (B-rilevo del 1973). Area di Malossa.

Comparison between a seismic line surveyed by analogic system (A-survey of 1957) and the same line surveyed by digital system (B-survey of 1973). Malossa area.



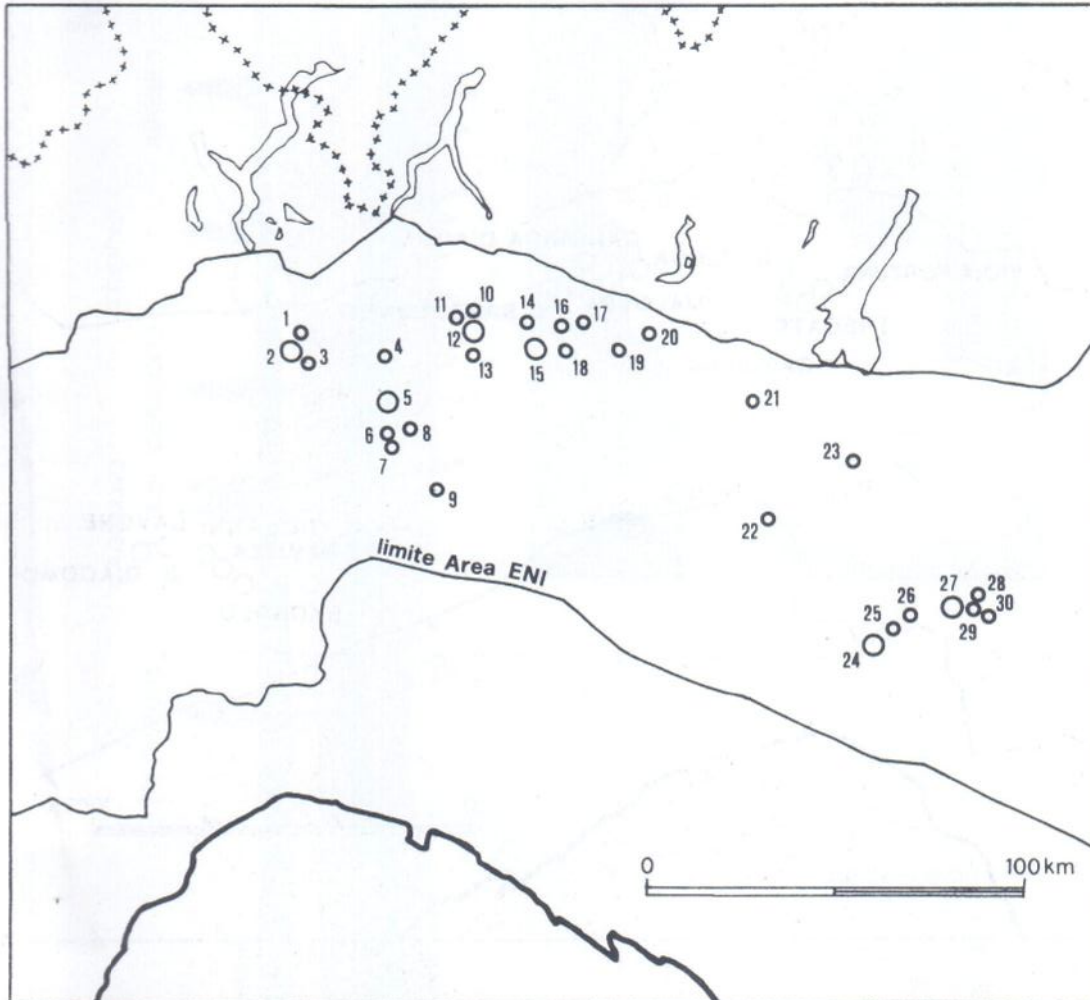
A - Periodo 1945 - 1967: circa 20000 km. di linee sismiche.



B - Periodo 1968 - 1981: circa 33000 km. di linee sismiche.

Fig. 2: Pianura Padana: confronto tra l'estensione del vecchio rilievo sismico a riflessione analogico (A) e l'estensione del rilievo acquisito dopo l'applicazione del sistema digitale (B).

Po Valley: comparison between the extent of old analogic seismic survey (A) and the extent of new digital seismic survey (B).



- | | | |
|---------------------|--------------------|-----------------|
| 1 TURBIGO 1 | 11 MONZA 1 | 21 MALPAGA 1 |
| 2 VILLAFORTUNA | 12 SEREGNA | 22 SOLAROLO 1 |
| 3 TRECATE 1 | 13 POBBIANO 1 | 23 RODIGO 1 |
| 4 SETTIMO MIL. 1 | 14 CANONICA D'A. 1 | 24 BAGNOLO P. |
| 5 GAGGIANO | 15 MALOSSA | 25 RAVIZZA 1 |
| 6 CERRO 1 | 16 BRIGNANO 1 | 26 S.GIOVANNI 1 |
| 7 BATTUDA 1 | 17 MARTINENGO 1 | 27 CAVONE |
| 8 LACCHIARELLA 2 | 18 S.BARTOLOMEO | 28 CONCORDIA 1 |
| 9 VALLE SALIMBENE 1 | 19 BELVEDERE 1 | 29 S.GIACOMO 1 |
| 10 CONCOREZZO 1 | 20 CHIARI 1 | 30 BIGNARDI 1 |

Fig. 3: Pozzi profondi con obiettivo nel Mesozoico perforati in Pianura Padana dopo il 1972.

Deep wells drilled in Po Valley after 1972 (mesozoic target).

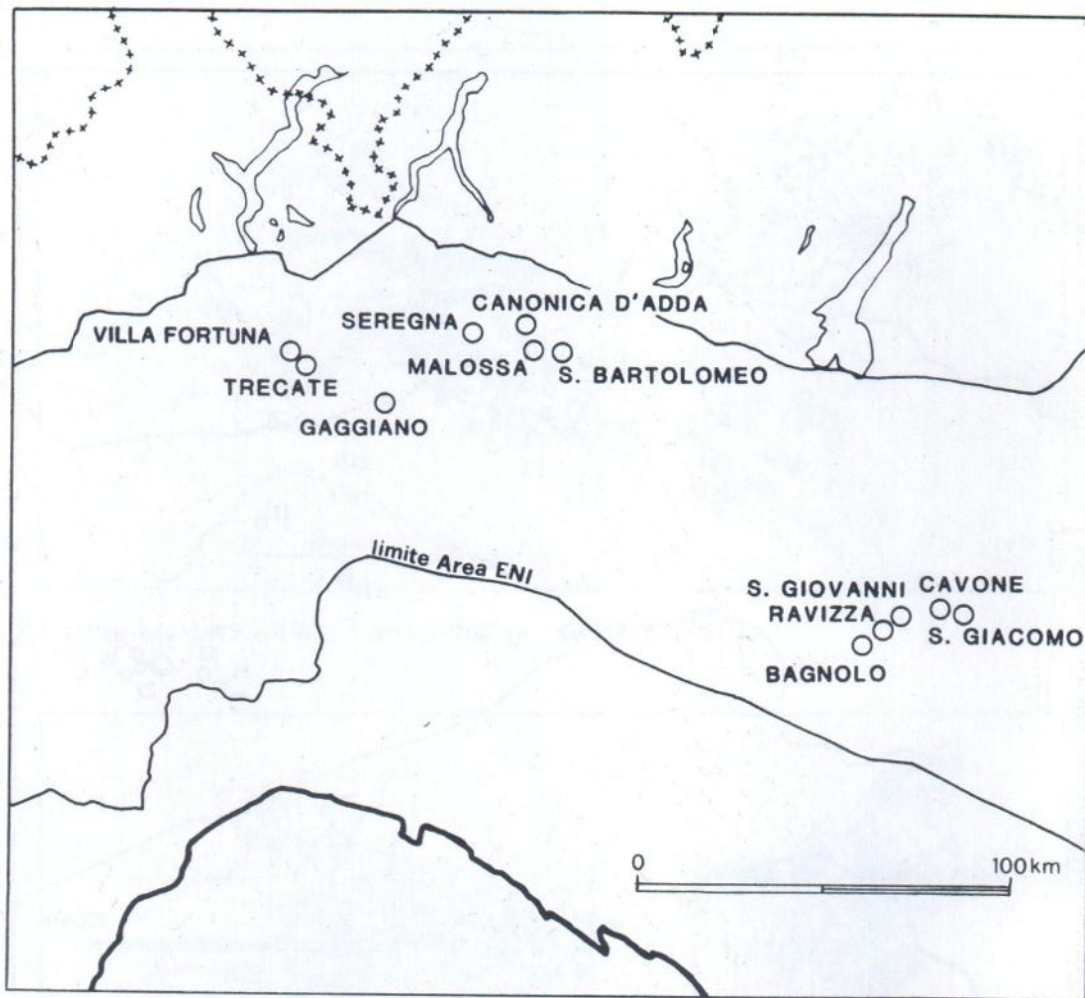


Fig. 4: Giacimenti ad olio nei carbonati mesozoici della Pianura Padana.

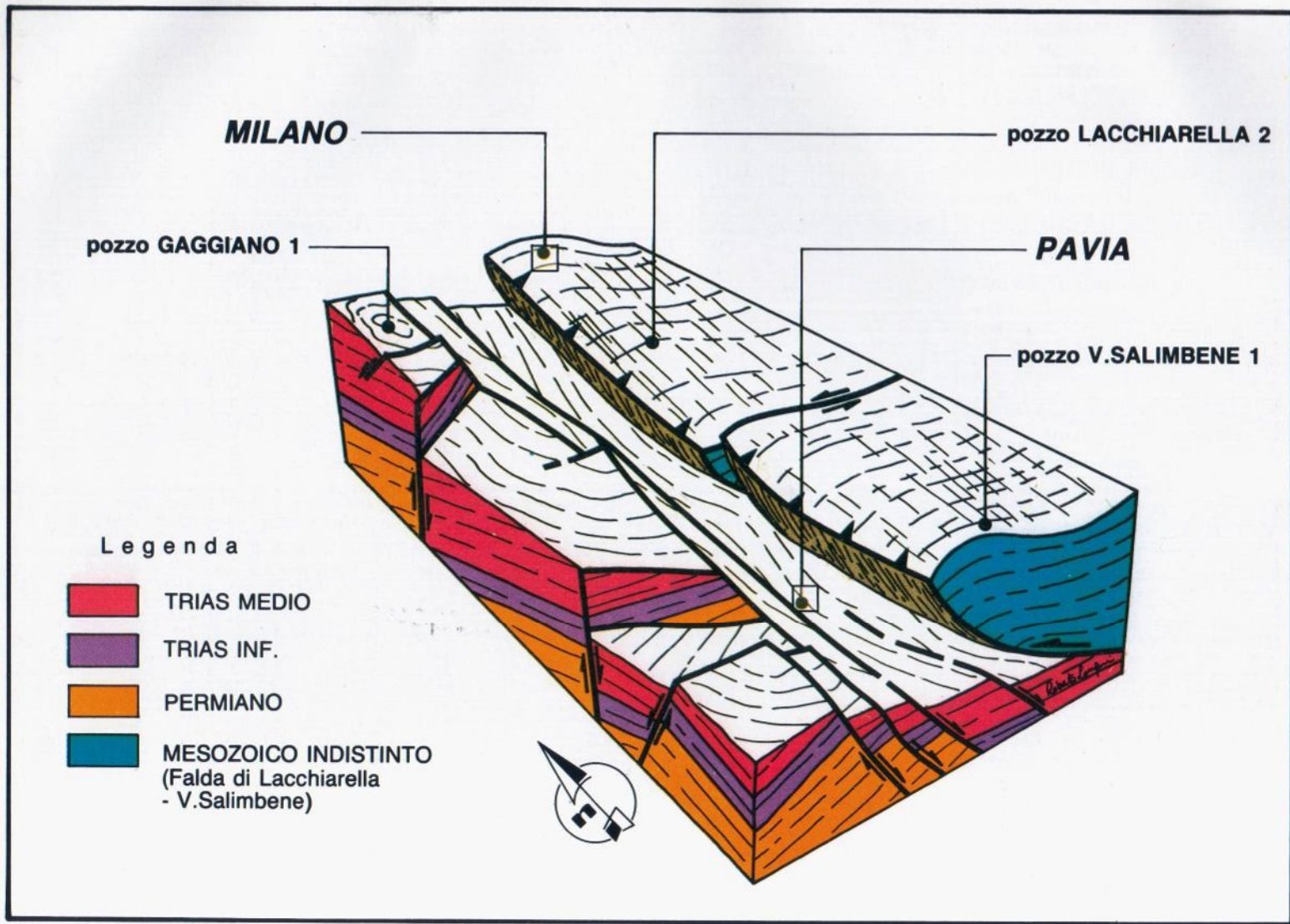
Oil-fields of Po Valley (mesozoic carbonate reservoirs).

perficie. In particolare gli aspetti geologici evidenziati dai pozzi sembrano essere riconducibili a quelli noti nell'area compresa tra i Laghi di Lugano e Maggiore, in corrispondenza di un antico elemento strutturale noto nella letteratura geologica come «Soglia dell'Arbostora» (KALIN e TRUMPY, 1977).

Nell'area prealpina la serie sedimentaria comincia con diffusi ma discontinui lembi conglomeratici («Conglomerato basale») di età carbonifera o eopermiana simili a quelli riscontrati nel pozzo Battuda 1 (Pavia), la cui analisi non consente di definire un preciso quadro paleogeografico della regione al tempo della deposizione.

TAV. 2: Rappresentazione schematica dell'assetto strutturale del Mesozoico nell'area compresa tra Milano e Pavia.

Schematic representation of the structural framework of the Mesozoic in the area between Milano and Pavia.



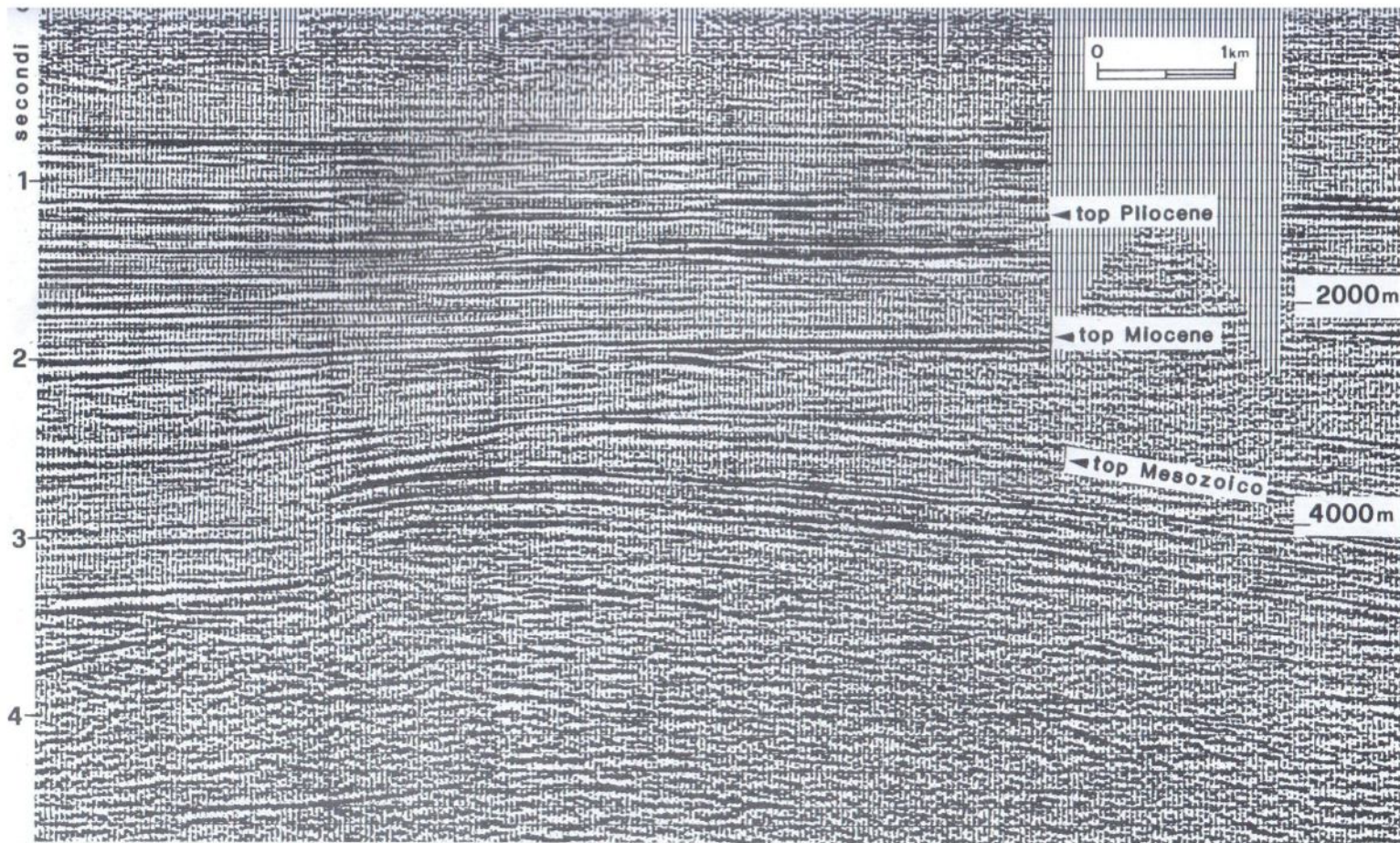


Fig. 5: Sezione sismica in situazione strutturale tipo Malossa (prima fase della ricerca).

Seismic section in structural setting of Malossa type (first period of the exploration).

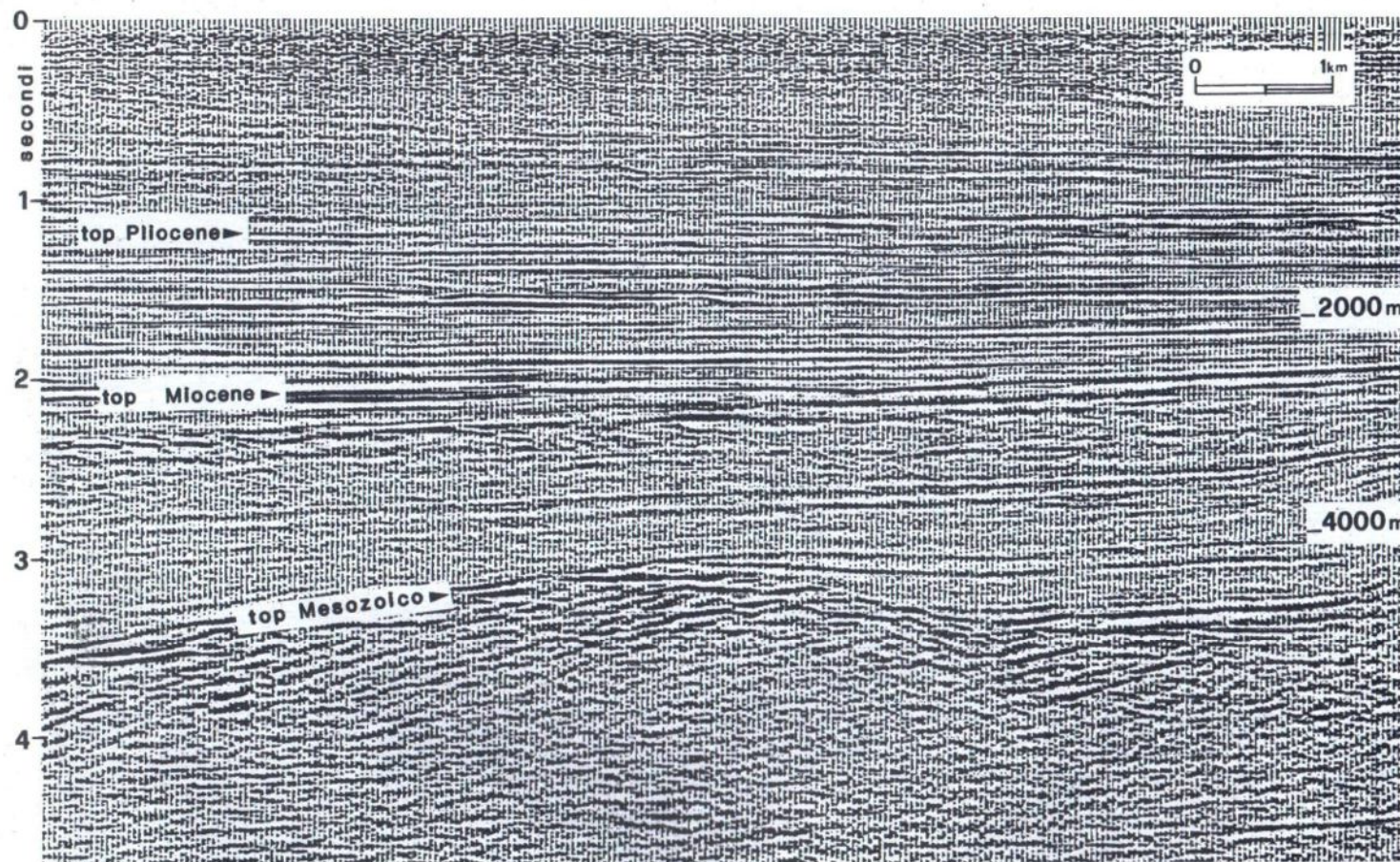


Fig. 6: Sezione sismica in situazione strutturale tipo Gaggiano (seconda fase della ricerca).

Seismic section in structural setting of Gaggiano type (second period of the exploration).

Nel Permiano inferiore il settore occidentale del Bacino Lombardo è caratterizzato da un'intensa attività vulcanica che origina la «Serie Vulcanica di Piambello» la cui estensione verso sud è testimoniata dai dati aeromagnetici e confermata dai sondaggi dell'AGIP. Nel Permiano superiore segue un periodo di emersione generalizzata con sedimentazione continentale (Verrucano Lombardo).

Con l'inizio del Triassico inferiore l'area viene raggiunta dalla trasgressione marina proveniente da est che determina una sedimentazione a carattere transizionale con alternanza di episodi continentali e sublitorali (F.m del Servino).

A partire dal Triassico medio la sedimentazione sembra essere controllata da un trend strutturale diretto N-S che determina l'instaurarsi di due tipi di sedimentazione, l'una di piattaforma carbonatica (Dolomia di S. Salvatore), l'altra di bacino euxinico (Calcarei di Meride, Calcarei di Perledo-Varenna).

Successivamente la fase regressiva del Carnico determina una paleogeografia complessa con aree in cui permane per tutto il periodo un ambiente di piattaforma carbonatica alternate ad aree di mare poco profondo e asfittico e, in corrispondenza della parte meridionale del bacino padano, ad aree emerse in erosione.

Nel Norico-Retico tutto il bacino viene occupato dalla piattaforma tidale della Dolomia Principale.

Al limite Retico-Lias inferiore, in coincidenza con l'inizio del rifting giurassico, ulteriori movimenti tettonici lungo i trends N-S già individuatisi nel Trias medio sbloccano il Mesozoico del Bacino Lombardo occidentale originando una serie di piccoli e relativi horsts e grabens. Si determinano quindi aree di alto relativo con erosione spinta dei termini triassici, ricoperti talora da pochi metri di sedimenti pelagici liassici.

Tale situazione sembra perdurare, per lo meno nell'area di Battuda-Gaggiano, sino al Cretaceo inferiore del quale mancano sedimenti, mentre nel Cretaceo superiore la deposizione generalizzata della Scaglia fossilizza la paleogeografia e la paleotettonica retico-liassica.

A partire dal Paleogene tutta l'area è caratterizzata da una forte subsidenza e nel bacino si accumula una potente serie terrigena.

Durante le fasi parossistiche dell'Orogenesi Alpina l'area di Battuda-Gaggiano sembra rimanere sostanzialmente indenne dai fenomeni compressivi che invece provocano ampi sovrascorrimenti e raccorciamenti nelle serie terziarie e mesozoiche sulle Prealpi e nel bacino padano ad est di Milano (tav. 1).

IL GIACIMENTO DI GAGGIANO

La scoperta di olio nei livelli dolomitici della F.ne dei Calcarei di Meride eq. nel pozzo Gaggiano 1 ha sottolineato l'interesse della ricerca petrolifera nelle situazioni di alto strutturale mesozoico nell'area ad Ovest di Milano.

Stratigrafia

Il pozzo ha incontrato la seguente successione litostratigrafica (fig. 7):

- | | |
|---------------------|--|
| Da p.c. a m 355: | OLOCENE.
Alluvioni: sabbie e ghiaie con intercalazioni argillose. |
| Da m 355 a m 1785: | PLEISTOCENE-PLIOCENE MEDIO.
Sabbie quarzose da fini a grossolane con livelli di argille (F.ne Sabbie di Asti). |
| Da m 1785 a m 2438: | PLIOCENE MEDIO-INFERIORE.
Sabbie quarzose a grana media con intercalazioni di argille e locali livelli conglomeratici (F.ne Sabbie di Desana). |
| Da m 2438 a m 2517: | PLIOCENE INFERIORE.
Argille siltoso-sabbiose (F.ne Argille del Santerno). |
| Da m 2517 a m 2685: | MESSINIANO.
Sabbie quarzose fini con intercalazioni di argille e livelli conglomeratici (F.ne Sartirana). |
| Da m 2685 a m 2800: | MESSINIANO.
Argille siltose con intercalazioni marnose (F.ne Argille a Colombacci). |
| Da m 2800 a m 2940: | MESSINIANO.
Banchi di gesso con intercalazioni di argille e marne (F.ne Gessoso-Solfifera). |
| Da m 2940 a m 4282: | TORTONIANO-OLIGOCENE.
Marne siltose con intercalazioni di argille, silt e livelletti di arenarie fini (F.ne Marne di Gallare). |
| Da m 4282 a m 4417: | EOCENE MEDIO - SENONIANO SUPERIORE.
Mudstone fossiliferi selciferi compatti passanti a mudstone/wackestone argillosi con intercalazioni marnose (F.ne Scaglia). |

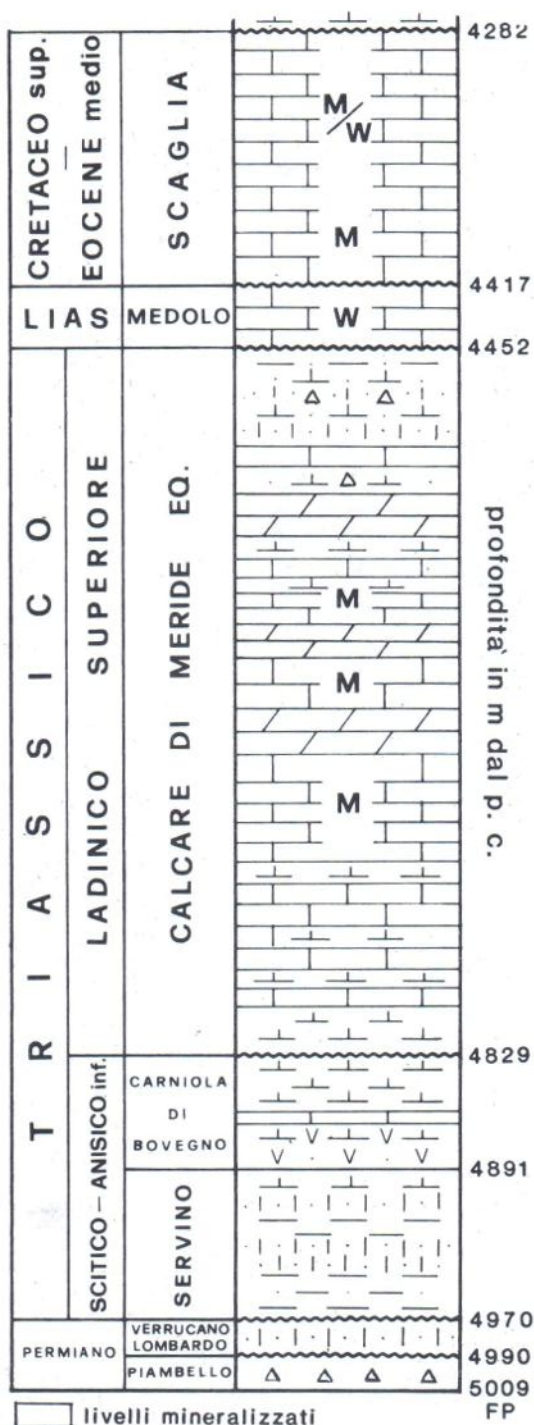


Fig. 7: Gaggiano I: litostratigrafia mesozoica.

Mesozoic lithostratigraphy.

- Da m 4417 a m 4452: LIAS MEDIO-INFERIORE.
Wackestone fossiliferi rossastrati a tessitura nodulare, compatti (F.ne Medolo).
- Da m 4452 a m 4829: LADINICO SUPERIORE.
Mudstone fossiliferi scuri, compatti, argillosi, con sostanza organica diffusa e intercalazioni di marne nere, passanti verso l'alto a dolomia nocciola a grana medio-fine con buona porosità intercrystallina. Al top successione di arenarie e argille tufacee (F.ne Calcari di Meride eq.).
- Da m 4829 a m 4891: ANISICO INFERIORE-SCITICO?
Argille rosse con sottili intercalazioni di siltite quarzosa passanti a marne carboniose con intercalazioni di mudstone argillosi (F.ne Carniola di Bovegno).
- Da m 4891 a m 4970: SCITICO.
Argille rosse con intercalazioni di arenarie litiche (F.ne Servino).
- Da m 4970 a m 4990: PERMIANO SUPERIORE.
Argille rosse ed arenarie (F.ne Verrucano Lombardo).
- Da m 4990 a m 5009: PERMIANO INFERIORE.
Argille tufacee varicolori (Serie Vulcanica di Piambello).

L'analisi di questa successione mette in risalto la presenza nel Mesozoico di estese lacune stratigrafiche la cui interpretazione in molti casi è problematica, in mancanza di elementi oggettivi per una precisa attribuzione a mancata sedimentazione della serie, piuttosto che ad erosione in tempi successivi.

Partendo dal basso, la successione triassica di Gaggiano è caratterizzata da rastremazioni e lacune e si presenta quindi incompleta rispetto a quella affiorante. Tuttavia è ancora possibile riconoscere i primi due dei tre grandi cicli sedimentari in cui è suddivisibile il periodo (Scitico — Anisico inferiore, Anisico superiore — Carnico, Norico-Retico), sebbene essi siano separati da ampie lacune contrassegnate da importanti fasi di smantellamento ed erosione in corrispondenza dei periodi di massima attività della «Fascia Mobile Meridionale» (BRUSCA *et al.*, 1981).

Legata al ciclo Scitico-Anisico inferiore è la deposizione dei litotipi transizionali delle Formazioni Servino e Carniola di Bovegno, sopra i quali giacciono, separati da una lacuna che presumibilmente occupa l'Anisico superiore e il Ladinico inferiore, i mudstone fossiliferi euxinici (Calcari di Meride eq.) del secondo ciclo triassico (Anisico superiore

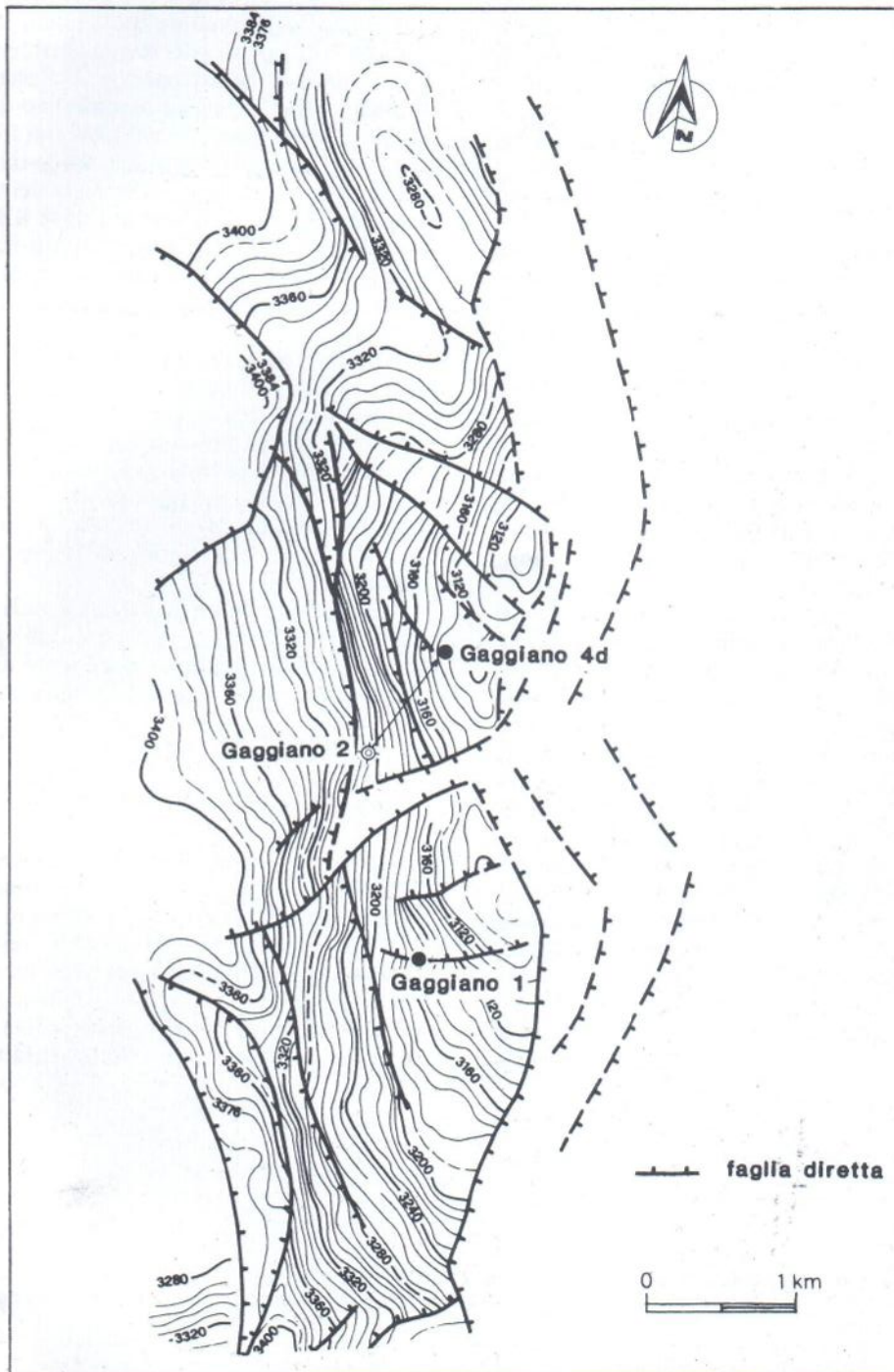


Fig. 8: Mappa isocrone del top Servino.

Top Servino isochrone map.

-Carnico). A Gaggiano è evidente la completa mancanza del Triassico superiore e quindi dei prodotti del ciclo sedimentario Norico-Retico; tuttavia è da notare che mentre l'assenza del Norico può essere imputato anche ad erosione, la mancanza del Carnico sembra rappresentare un fatto comune a tutti i pozzi che hanno raggiunto il Trias medio nell'area padana lombarda.

Ciò sembra confermare l'esistenza della citata «Fascia Mobile Meridionale», un lineamento strutturale già postulato in base a dati di superficie tra i quali spicca la presenza nell'area prealpina di apparati deltizi di età carnica (Arenarie di Val Sabbia) di chiara provenienza meridionale (ASSERETO e CASATI, 1965); lo studio litologico sottolinea inoltre l'origine vulcanoclastica delle Arenarie di Val Sabbia evidenziando una intensa attività vulcanica ad evoluzione acido-basica in corrispondenza della fascia emersa al limite Ladinico-Carnico.

In tal contesto d'altra parte, i prodotti degli eventi vulcanici ladinico-carnici presenti in affioramento sotto forma di sottili orizzonti tufacei (JADOUL e ROSSI, 1982) sono correlabili con i coevi livelli tufacei riscontrati a Gaggiano nella parte alta dei Calcari di Meride eq. e non sarebbe illogico spiegare il notevole spessore (circa 50 m) di questi ultimi con una maggior vicinanza delle zone vulcaniche attive: infatti i livelli di Gaggiano (peraltro perfettamente correlabili con simili prodotti rinvenuti nel sondaggio di Battuda) sono rappresentati prevalentemente da tufiti e argille e arenarie tufacee derivanti dal rimaneggiamento dei prodotti vulcanici primari.

Un'ulteriore prova dell'instabilità strutturale al passaggio Ladinico-Carnico è testimo-

niata da limitate lacune che in base ai dati sismici quasi sicuramente interessano la parte alta dei Calcari di Meride eq. influenzando tra l'altro le caratteristiche e l'estensione areale dei livelli dolomitici obiettivo della ricerca. Parte a questa instabilità, ma forse soprattutto alla fase tettonica retico-liassica è imputabile l'accennata mancanza dei termini triassico superiori nel pozzo, dove il Ladinico si trova a diretto contatto con il sovrastante Liassico da cui è separato da una netta discordanza angolare (vedi sezione sismica di fig. 11).

Concludendo l'analisi del Mesozoico di Gaggiano si può peraltro notare come anche la serie giurassica-cretacea sia caratterizzata da un'estesa lacuna che comprende tutta la serie dal Lias superiore al Senoniano inferiore, mentre il Lias medio-inferiore è a sua volta rappresentato da un Medolo estremamente rastremato (35 metri) in facies «Rosso Ammonitico».

La deposizione della Scaglia chiude la successione carbonatica: a partire dall'Oligocene un accentuato aumento del tasso di subsidenza determina l'accumulo di una spessa serie clastica.

Tettonica

La perforazione dei pozzi Gaggiano 2 e 4 dir (1983) ha evidenziato la complessità strutturale del Mesozoico nell'area in esame.

L'interpretazione dell'assetto tettonico-strutturale di Gaggiano nei suoi lineamenti fondamentali è stata resa possibile dall'interpretazione di un rilievo sismico «3D» (Tridimensionale) (SALVADOR, 1984). Infatti la ri-

TAV. 3: Gaggiano 1

Carota di fondo nel Calcare di Meride eq. (livello mineralizzato inferiore).

m. 4599 - 4601: Mudstones argillosi grigio scuri con laminazioni parallele e intercalazioni di marne nere carboniose.

m. 4601 - 4603,5: Packstone - wackestones fossiliferi a lamellibranchi e calcari ricristallizzati.

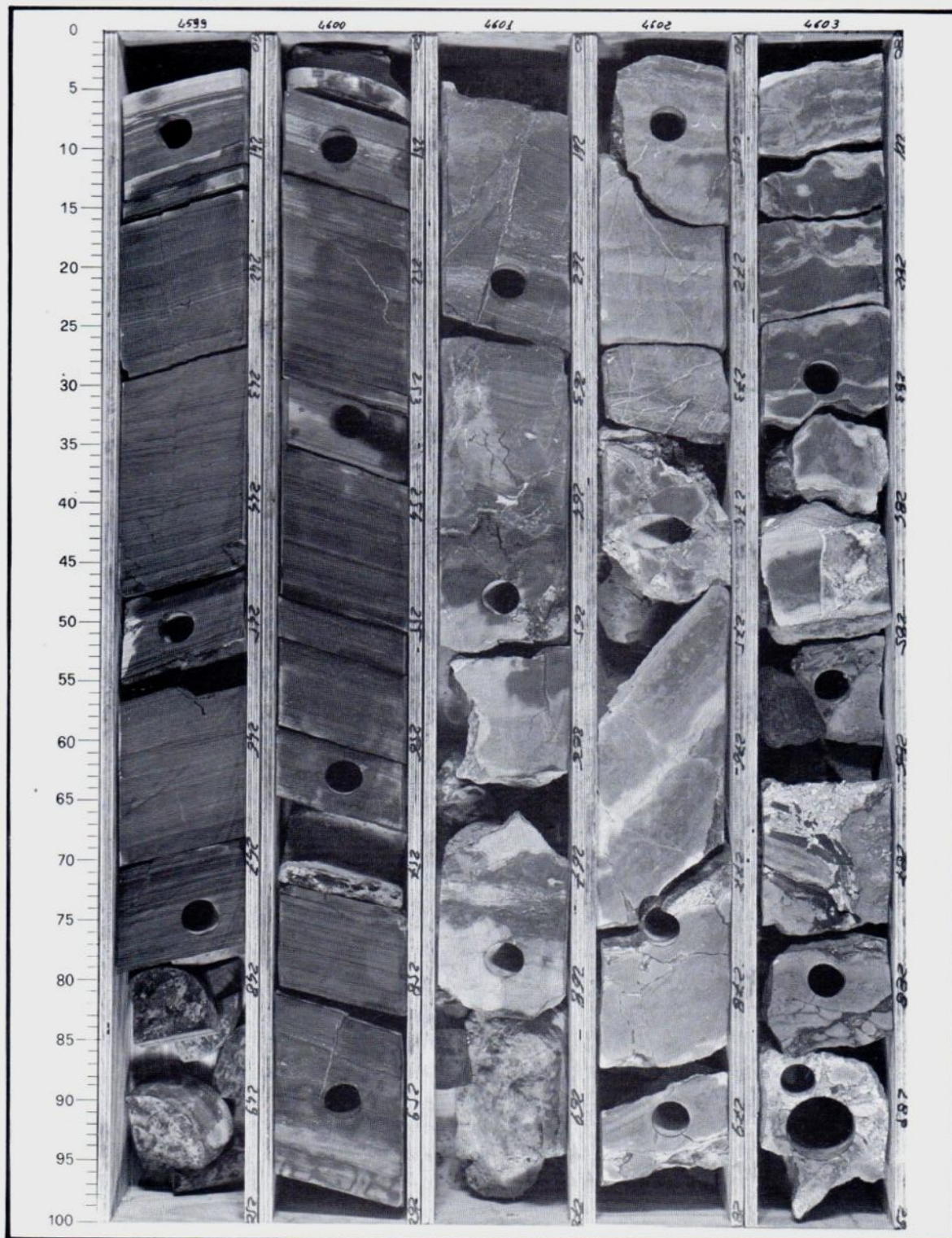
m. 4603,5 - 4604: Dolomie brecciate con ottima porosità intercrystallina.

Core in the Meride eq. Limestones (lower oil bearing horizon)

m. 4599 - 4601: Dark-grey laminated argillaceous mudstones with intercalations of black marls.

m. 4601 - 4603,5: Fossiliferous packstone - wackestones and recrystallized limestones.

m. 4603,5 - 4604: Brecciated dolomite with very good intercrystalline porosity.



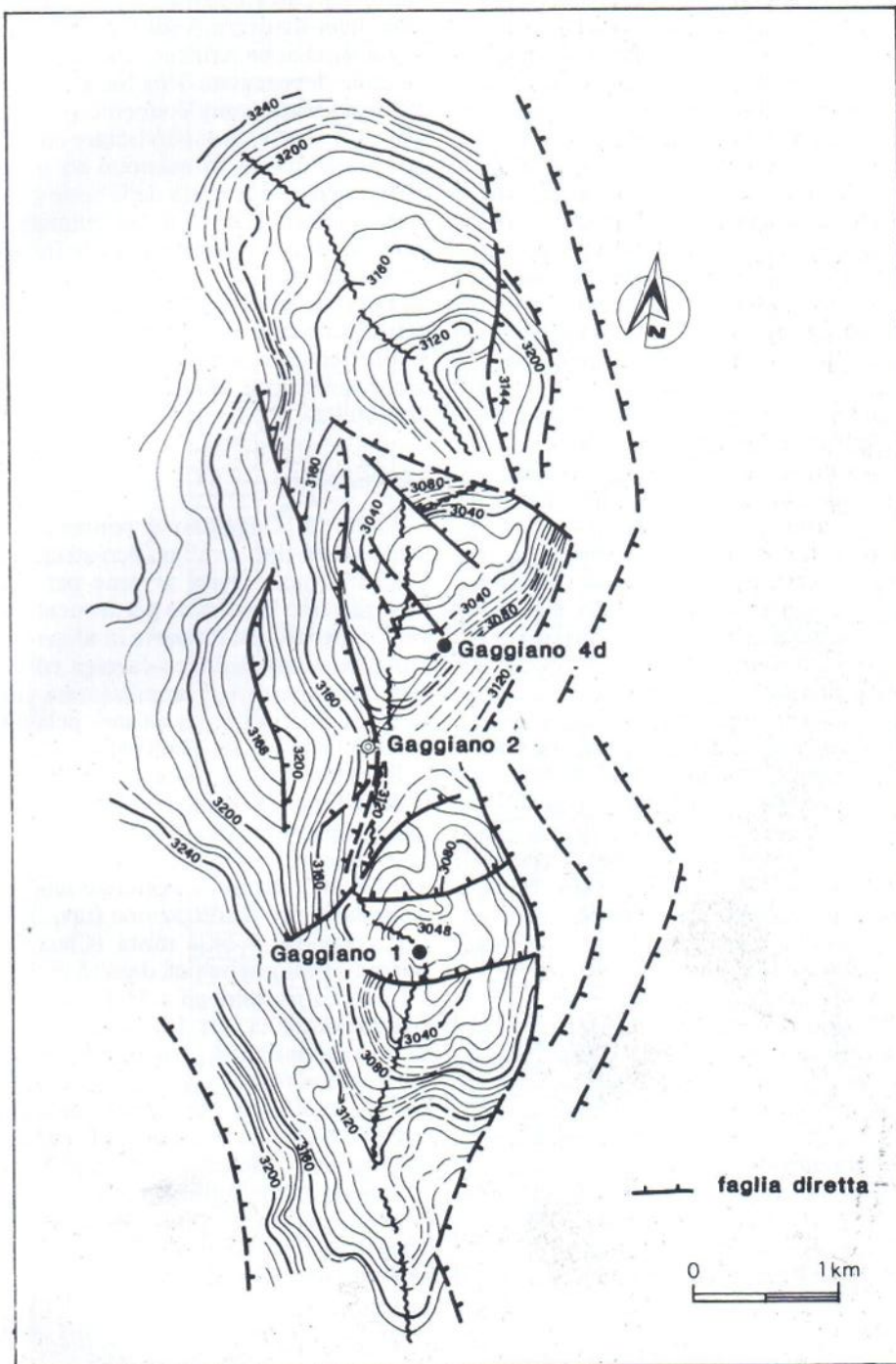


Fig. 9: Mappa isocrone di un orizzonte nei Calcari di Meride eq.

Meride eq. Limestones isochrone map.

costruzione basata sulla tecnica «2D» si è rivelata molto complessa a causa della difficoltà di discriminare ed eliminare la moltitudine di disturbi e riflessioni non giacenti sul piano della sezione sismica, sia in fase di elaborazione che di interpretazione dei dati. Per affrontare questa problematica si è adottata, per la prima volta in terraferma, la tecnica «3D»: questa tecnica è stata studiata in modo che, dopo il processing 3D dei dati, possa essere effettuata una ricostruzione dell'andamento tridimensionale degli orizzonti, avendo eliminato l'effetto degli eventi falsi (disturbi, diffrazioni) dalla sezione sismica verticale.

Utilizzando quindi questa sofisticata metodologia nell'area di Gaggiano è stato possibile stilare le mappe di alcuni orizzonti profondi e quindi ricostruire dettagliatamente l'assetto strutturale del Mesozoico.

Il confronto tra le mappe isocrone di fig. 8, 9, 10 (Top Servino, orizzonte nei Calcari di Meride eq., Top Scaglia) evidenzia chiaramente l'importanza della tettonica distensiva liassica, che ha originato l'edificio del paleoalto di Gaggiano.

L'analisi della mappa dell'orizzonte nei Calcari di Meride eq. e della sezione sismica di fig. 11 sottolinea l'andamento della struttura che nell'insieme presenta un asse positivo allungato in direzione N-S, parallelamente al principale trend di faglie dirette. Queste faglie sono presenti soprattutto nel lato orientale della struttura dove danno forma ad una gradinata che fa sprofondare rapidamente la serie triassico-giurassica verso Est, dove si apre il Bacino Lombardo centrale. Trasversale al precedente è un secondo trend di faglie a direzione ruotante da E-O a NE-SO responsabile della suddivisione della struttura in una serie di blocchi più o meno rilevati, la cui delimitazione è fondamentale per la ricerca petrolifera.

Osservando la sezione sismica (fig. 11) è evidente anche la netta discordanza angolare esistente tra il Medolo e la serie triassica, responsabile della troncatura ed erosione di

parte del Calcare di Meride eq. sul lato orientale della struttura (vedi fig. 9).

La situazione strutturale descritta è sigillata dalla deposizione della Scaglia la cui mappa si presenta completamente priva di faglie (fig. 10). Tuttavia si può notare come l'andamento di questa formazione sia influenzato dall'assetto strutturale della serie giurassico-triassica sottostante, il cui culmine viene a coincidere con l'asse anticlinale formato dalla Scaglia stessa.

Del tutto assente nell'area di Gaggiano è la tettonica compressiva di età alpina: la spessa coltre terziaria si presenta infatti in successione pressoché continua e tettonicamente tranquilla.

Dati minerari

L'olio di Gaggiano è contenuto in una trappola di tipo stratigrafico-strutturale. La chiusura verso Ovest avviene per pendenza mentre verso Est risulta per troncatura dei livelli mineralizzati da parte di almeno due discordanze: una ladinico-carnica ed una liassica. La copertura è rappresentata sia dai litotipi triassici che dai calcari pelagici compatti del Lias (F.ne Medolo).

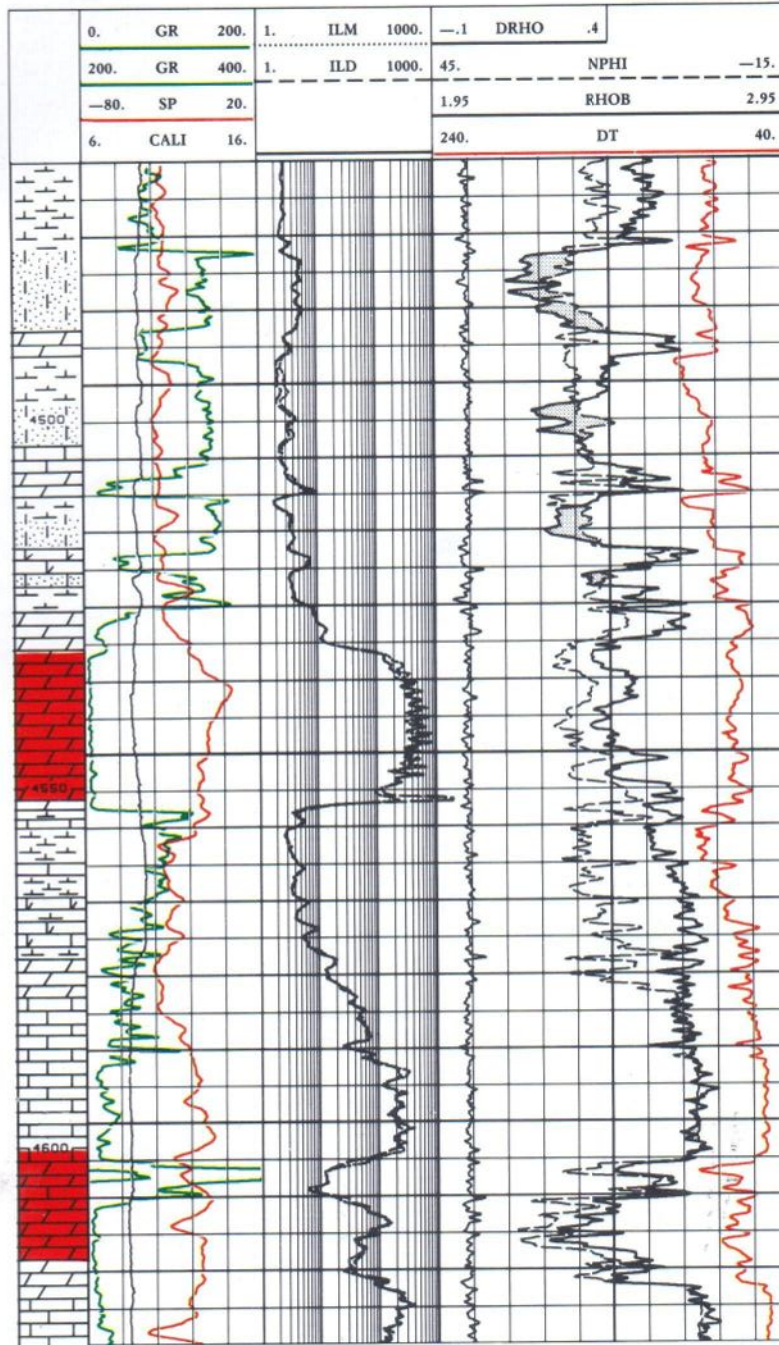
Il reservoir è costituito dai livelli dolomitici della F.ne Calcari di Meride eq. caratterizzati localmente da un'ottima porosità primaria con valori compresi tra 10% e 20% e oltre, cui localmente si aggiunge una porosità secondaria per fratturazione (tav. 3-4).

Il greggio è a base mista (Classificazione Bureau of Mines) ha una densità di 0.846 kg/l a 15°C, corrispondenti a 35.8° API, ed è povero di zolfo (0.87%). Dal giacimento assieme all'olio viene estratto anche gas metano.

La roccia madre degli idrocarburi di Gaggiano è costituita dalla porzione calcarea e calcareo-marnosa della stessa F.ne Calcari di Meride eq. Le analisi isotopiche e gascromatografiche indicano infatti una chiara correlazione tra la composizione dell'olio di Gaggiano e quella degli idrocarburi estratti dai campioni della formazione.

TAV. 4: Calcari di Meride eq.: logs della parte mineralizzata.

Meride eq. Limesones: logs of the oil bearing section.



 OLIO

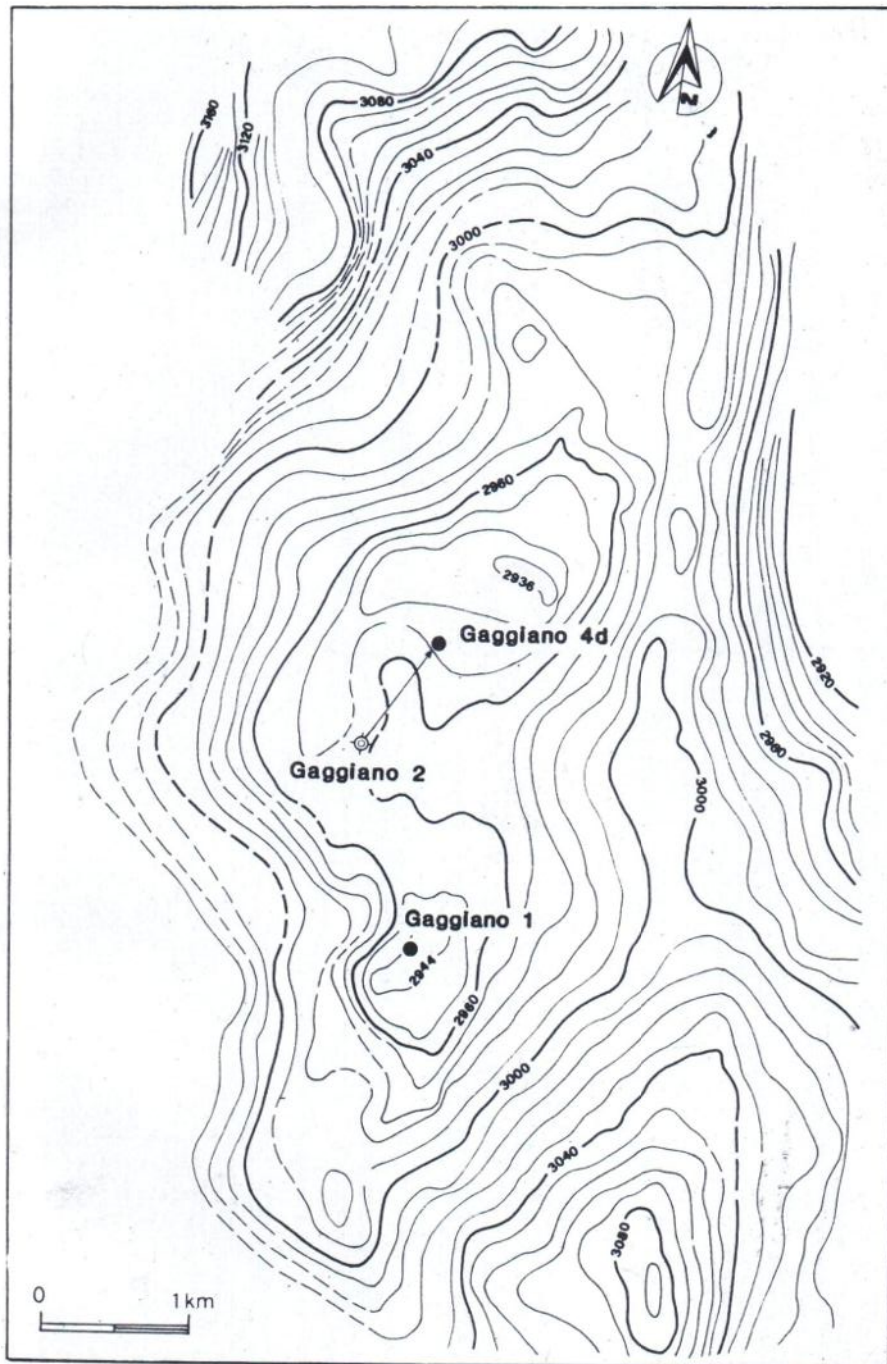


Fig. 10: Mappa isocrone del top Scaglia.

Top Scaglia isochrone map.

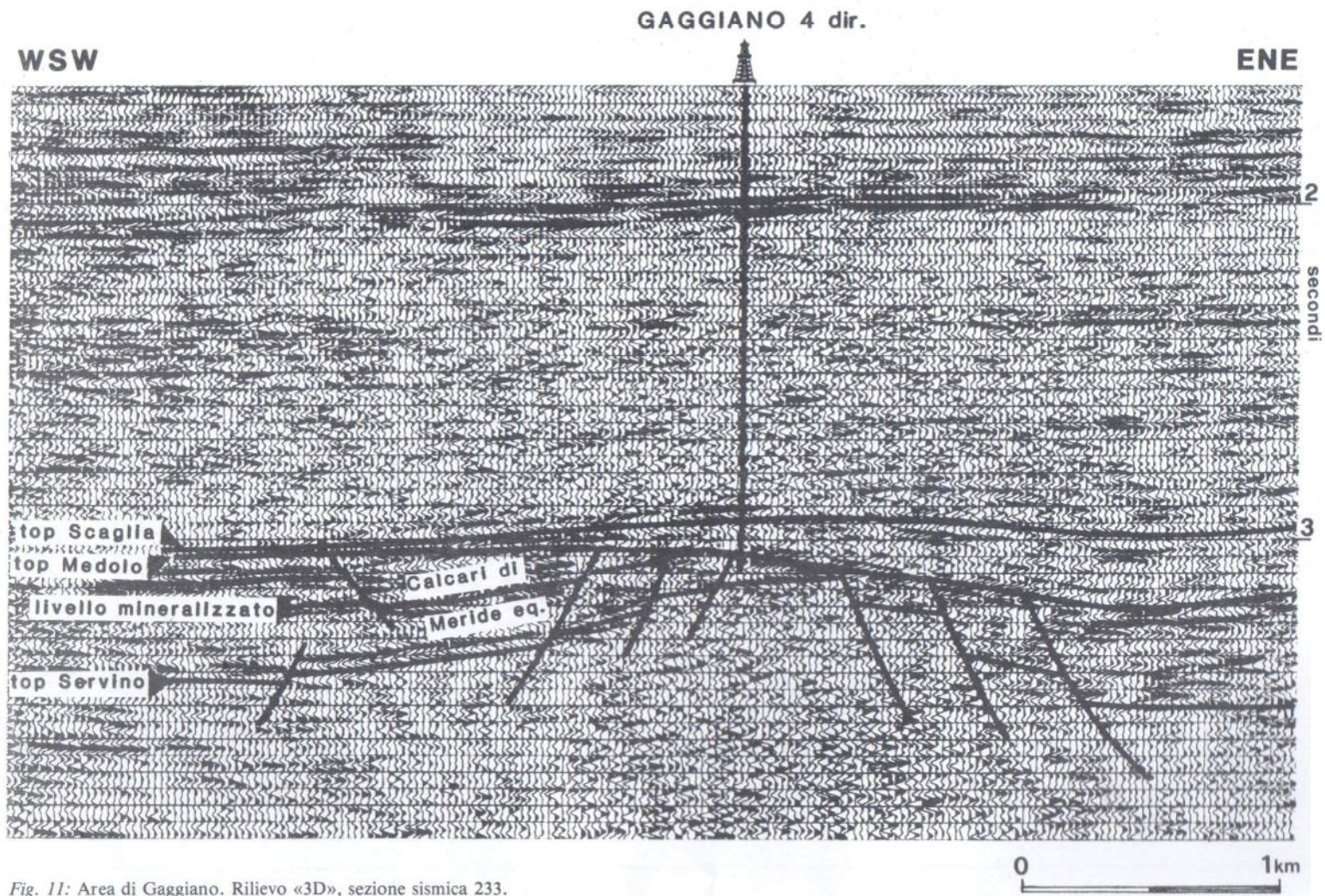


Fig. 11: Area di Gaggiano. Rilievo «3D», sezione sismica 233.

Gaggiano area. «3D» survey, seismic section 233.

Studi geochimici eseguiti su campionamenti di superficie e sulle carote ed i cuttings prelevati durante i sondaggi hanno evidenziato le buone caratteristiche naftogeniche dei Calcari di Meride eq.: concentrazione generalmente adeguata di materia organica, kerogene di buona qualità, spessori non esigui, ottime potenzialità genetiche e livelli di maturazione sufficientemente avanzati, anche se nel complesso la formazione sembra essere all'inizio della «oil generative window» (AGIP, 1984a; AGIP 1984b; CHIARAMONTE e NOVELLI, 1985).

BIBLIOGRAFIA

- AGIP (1959) - *Campi gassiferi Padani*. Atti Convegno Giacimenti Gassiferi dell'Europa Occidentale. Acc. naz. Lincei, **2**, 45-497.
- AGIP (1984a) - *Origine del petrolio nella Pianura Padana occidentale e pedepennino settentrionale*. Relazione interna. S. Donato Milanese.
- AGIP (1984b) - *Studio naftogenico del Mesozoico Italiano*. Relazione interna S. Donato Milanese.
- A.A.V.V. (1987) - *Well evaluation conference - Italia 87* a cura di Schlumberger Italiana S.p.A..
- ANELLI L., CAPPELLI V., CASSANO E. & FICHERA R. (1986) - *Pianura Padana, interpretazione integrata di dati e geologici*. 73° Congresso Società Geologica Italiana, 27 pp., 35 ff.
- ASSERETO R. & CASATI P. (1965) - *Revisione della stratigrafia permotriassica della Val Camonica meridionale (Lombardia)*. Riv. It. Pal. Strat., **71**, 999-1097, 1 tav., 30 ff.
- BONGIORNI D., CRICO V. & FENATI D. (1977) - *Geophysical and Drilling problems in the exploration of deeper structures in the Po Basin*. The tenth World Energy Conference, Istanbul.
- BRUSCA C., GAETANI M., JADOUL F. & VIEL G. (1981) - *Paleogeografia e metallogenesi del Triassico sudalpino*. Mem. Soc. Geol. It., **22**, 65-82, 5 ff.
- CASATI P. (1978) - *Tettonismo e sedimentazione nel settore occidentale delle Alpi Meridionali durante il tardo Paleozoico, il Triassico e il Giurassico*. Riv. It. Pal. Strat., **84**, 313-326, 6 ff.
- CHIARAMONTE M.A. & NOVELLI L. (1985) - *Organic matter maturity in northern Italy: some determinant agents*. Proceeding of the 12th International Meeting on Organic Geochemistry.
- DE LUCHI L., MARSCHALL R. & WERNER H. (1987) - *3D seismic survey of the Gaggiano Oil field with Quaternary encoding dual source vibroseis technique*. 57th Annual Meeting S.E.G., New Orleans.
- ERRICO G., GROPPI G., SAVELLI S. & VAGHI G.C. (1979) - *Malossa field, deep discovery in Po Valley*. In: Giant Oil and Gas Fields of the decade 1968-1978, A.A.P.G. Memoir **30**, 525-538, 14 ff.
- GROPPI G. & PIERI M. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain Italy*. C.N.R., Pubblicazione n. 414 del Progetto Finalizzato Geodinamica, 13, pp., 7 tav., 10 ff.
- JADOUL F. & ROSSI P.M. (1982) - *Evoluzione paleogeografico-strutturale e vulcanismo triassico nella Lombardia centro-occidentale*. In CASTELLARIN A. and VAI G.B. (Ed.): Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. Guida Geol. Reg. S.G.I., 143-155, 3 ff.
- KALIN O. & TRUMPY D.M. (1977) - *Sedimentation and Paleotektonik in der westlichen Südalpen: zur triadisch - Jurassischen Geschichte des Monte Nudo-Beckens*. Ecl. Geol. Helv., **70**, 295-350, 11 tav. 5 ff.
- LUCCHETTI L. et al. (1969) - *Pianura Padana Veneta* in: ENI (Ed.), Enciclopedia del Petrolio e del Gas naturale, **6**, 358-439, 2 tabb., 48 ff., Roma.
- SALVADOR L. (1984) - *Integrated approach of design, acquisition and processing for optimum land 3D seismic*. Boll. Geofis. Teor. e Appl., **26**, 177-209, 27 ff.
- VAGHI G.C., TORRICELLI L., PULGA M., GIACCA D., CHIERICI G.L. & BILGERI D. (1979) - *Production in the very deep Malossa Field, Italy*. 10th World Petroleum Congress. Bucarest.

Finito di stampare il 28 aprile 1988.