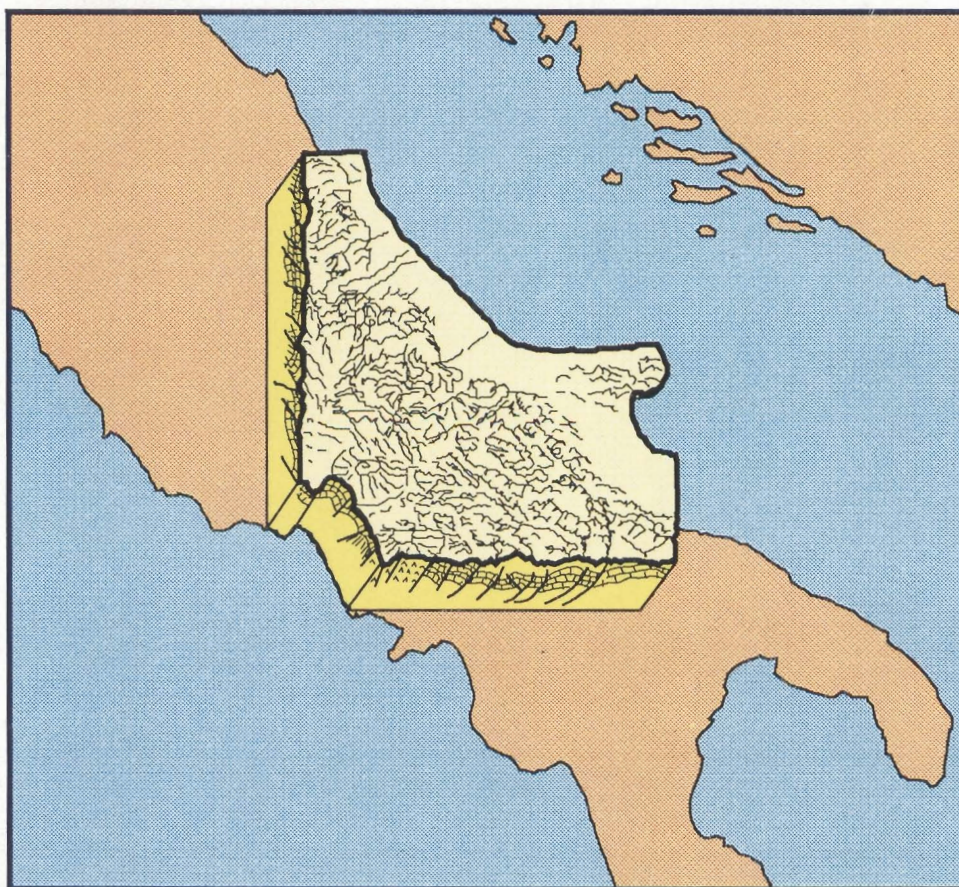




JOINT VENTURE STUDY  
"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION  
OF CENTRAL AND N.SOUTHERN  
APENNINES"

RAPPORTO TECNICO-INTEGRATIVO ALLEGATO  
ALL'ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA  
"DURONIA"





## JOINT VENTURE STUDY "HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF CENTRAL AND N.SOUTHERN APENNINES"

---

Le società LASMO, TEXACO, BRITISH GAS e AMOCO hanno costituito, a partire dal giugno 1992, una Joint Venture avente tra gli obiettivi principali quello di valutare il potenziale petrolifero di un'area di circa 60,000 km<sup>2</sup> compresa fra la Montagna dei Fiori (Ascoli Piceno) a nord, e i Monti Picentini (Avellino) a sud, incluso l'offshore adriatico prospiciente (fig. 1).

La valutazione del potenziale petrolifero dell'area in esame, ed in particolare la verifica dell'estensione nord-occidentale del trend produttivo ad olio dell'Appennino Meridionale (Cerro Falcone, Tempa Rossa, Monte Alpi ecc), e' stata effettuata attraverso un'approfondito studio multidisciplinare (vedi elenco dei principali sottoprogetti in figura 2) che ha coinvolto alcuni tra i migliori specialisti dell'industria petrolifera mondiale.

Uno tra i risultati più importanti conseguiti con questo lavoro consiste nell'aver identificato le tre aree, oggetto delle presenti istanze, con uno studio così approfondito che ha consentito di ridurre notevolmente i tempi necessari per giungere alla ubicazione di un pozzo esplorativo.

Ogni compagnia ha fornito il proprio contributo soprattutto in quelle discipline dove ha acquisito maggiore esperienza e sviluppato tecnologie di avanguardia. La Texaco, ad esempio, nel centro di ricerche di Houston ha prodotto modelli avanzati di maturità termica e geochimica insieme a complesse elaborazioni computerizzate di immagini da satellite. Ci si è avvalsi della vasta esperienza acquisita dalla Amoco nell'attività esplorativa in regimi tettonici compressivi per l'impiego, in particolare, di sofisticate tecniche di acquisizione e trattamento di dati sismici e per lo studio di serbatoi carbonatici fratturati. La British Gas ha fornito, in collaborazione con l'Università di Reading (Inghilterra), metodologie e tecnologie innovative nel campo della sedimentologia dei carbonati. La Lasmo infine, sulla base delle conoscenze geologiche acquisite nell'Appennino meridionale, ha realizzato dettagliate ricostruzioni paleogeografiche e, soprattutto, ha sviluppato un modello geologico-strutturale dell'Appennino centro-meridionale, verificato da numerose sezioni geologiche bilanciate.

Per assicurare al programma di ricerca il massimo rigore scientifico, è stato instaurato un rapporto di collaborazione diretta tra la Joint Venture e le Università

di Pisa, Roma e Reading, rappresentate rispettivamente dal Prof. P. Scandone, dal Prof. M. Parotto e dal Prof. B. Selwood.

Il "Joint Venture Study" ha visto il coinvolgimento circa 50 persone tra tecnici ed esperti nei vari campi dell'esplorazione petrolifera, per un tempo totale paragonabile a circa 10 anni di lavoro/uomo e per una spesa complessiva di 6.4 miliardi di lire (fig.2).

Il presente rapporto tecnico integrativo, allegato all'istanza di permesso denominata Duronia, costituisce un compendio illustrativo dello studio effettuato congiuntamente dalla Lasmo, Texaco, British Gas e Amoco.



# SOTTOPROGETTO

## BANCA DATI

La fase iniziale dello studio è stata principalmente dedicata alla creazione di una banca dati che ha costituito il supporto tecnico di base sul quale è stato impostato il lavoro successivo. Tale "database" è stato continuamente aggiornato e arricchito di nuovi dati durante tutto l'arco di tempo in cui si è svolto lo studio.

La banca dati contiene un notevolissimo numero di informazioni che vanno da una vasta bibliografia, riguardante un'area molto più ampia di quella compresa dallo studio, a numerosi dati sismici, stratigrafici, gravimetrici, magnetometrici e geochimici.

Parte integrante del "database" possono essere inoltre giustamente considerate alcune carte, quali la carta delle facies e la carta tettono-stratigrafica (vedi figure nelle pagine seguenti), realizzate con il supporto scientifico delle Università di Pisa e Roma, che, per i dati geologici di base in esse contenute, sono risultate essere estremamente importanti per l'impostazione scientifica di base della ricerca.



# SOTTOPROGETTO

## GEOLOGIA REGIONALE GEODINAMICA E TETTONICA

Uno studio così vasto, sia per estensione areale che per numero di discipline tecniche e scientifiche prese in considerazione, non poteva non partire da un'approfondito studio regionale della geologia, della geodinamica e dei processi tettonici che hanno portato all'assetto geologico-strutturale così come lo vediamo oggi, di tutta quell'area che è compresa dal Joint Venture Study.

In questo sottoprogetto è stata studiata l'evoluzione geodinamica del prisma di accrezione appenninico, a partire dalla tettonica delle placche per arrivare alla scala del singolo affioramento, che ha permesso di elaborare una sintesi strutturale aggiornata dell'Appennino centro-meridionale.

Nelle pagine seguenti sono riportati, a titolo di esempio, uno schema evolutivo semplificato del sistema a falde di ricoprimento che ha interessato l'unità carbonatica Apula e una carta che rappresenta la distribuzione areale attuale dei domini paleogeografici mesozoici con indicati i principali lineamenti strutturali, soprattutto trascorrenti, che hanno contribuito all'assetto strutturale odierno (si noti la concomitante presenza degli apparati vulcanici recenti e attuali lungo le grandi linee di trascorrenza).



# SOTTOPROGETTO

## CORRELAZIONI DI POZZI

Le correlazioni stratigrafiche fra pozzi forniscono un valido mezzo, sulla base di riscontri oggettivi, per la comprensione dell'andamento dei rapporti tettonici e stratigrafici dei domini geologici presenti nel sottosuolo di una determinata area.

In una prima fase sono stati esaminati tutti i pozzi disponibili perforati all'interno dell'area di studio e sono stati selezionati quelli giudicati più rappresentativi, in particolare quelli che hanno incontrato potenti sezioni di Piattaforma Apula, principale obiettivo della ricerca. Successivamente sono stati tracciati nove transetti (cinque trasversali e quattro longitudinali rispetto alla direttrice appenninica NW-SE), passanti per i 68 pozzi selezionati (fig. 1).

Per ogni pozzo è stata ricostruita, e talvolta reinterpretata sulla base di concetti geologici più moderni, la sequenza stratigrafica di base. Sono state così individuate e correlate le formazioni caratteristiche dei vari domini paleogeografici e quindi delle corrispondenti facies deposizionali, queste ultime evidenziate con differenti colori.

Come datum è stato scelto il tetto del Miocene superiore perchè rappresentativo, nella Piattaforma Apula, dell'ultimo evento in facies di piattaforma prima del suo definitivo annegamento (avanfossa).

Le seguenti figure mostrano due esempi di correlazioni stratigrafiche situate nella parte settentrionale dell'area. La prima (JVS 1) mostra chiaramente la facies bacinale del dominio Umbro-Marchigiano, rappresentata dal colore azzurro, che sovrasta la facies di piattaforma carbonatica più antica (Giurassico-Trias superiore). Nella seconda correlazione (JVS 7) è stata identificata la chiusura verso SE dello stesso dominio Umbro-Marchigiano e la comparsa, a Sud del pozzo Caramanico 1, della Piattaforma Apula.





Fig.1

# LASMO - TEXACO - BRITISH GAS - AMOCO

## STUDIO PER LA VALUTAZIONE DEL POTENZIALE PETROLIFERO DELL'APPENNINO CENTRO-MERIDIONALE

	FASE I Giugno 1992 - Marzo 1993	FASE II Marzo 1993 - Agosto 1993	FASE III Agosto 1993 - Gennaio 1994
<b>Principali Argomenti</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>BANCA DATI GEOLOGICI E GEOFISICI</li> <li>GEOLOGIA REGIONALE, GEODINAMICA E TETTONICA</li> <li>CORRELAZIONI STRATIGRAFICHE DEI POZZI</li> <li>PALEOGEOGRAFIA</li> <li>INTERPRETAZIONE DELLE IMMAGINI DAL SATELLITE E IDENTIFICAZIONE VINCOLI AMBIENTALI</li> <li>GRAVIMETRIA</li> <li>MAGNETOMETRIA</li> <li>GEOCHIMICA</li> <li>GEOLOGIA STRUTTURALE E PROFILI GEO-SISMICI BILANCIATI</li> <li>SEDIMENTOLOGIA DEI CARBONATI</li> <li>QUALITA' DELLA SISMICA A RIFLESSIONE</li> <li>ANALISI DEI RISCHI</li> <li>ESEMPI DI PRODUZIONE DI IDROCARBURI E ANALISI CRITICA DEI POZZI STERILI</li> <li>VALUTAZIONE TECNICA COMPLESSIVA DEL TEMA DI RICERCA</li> <li>ANALISI ECONOMICA</li> <li>CALCOLO DEI VOLUMI PREVISTI</li> <li>STUDI INGEGNERISTICI /PREVISIONI DI PRODUZIONE</li> <li>VALUTAZIONE DEI COSTI DI SVILUPPO E PRODUZIONE</li> <li>MONITORAGGIO DELLE AREE DISPONIBILI PER LE ISTANZE</li> <li>VALUTAZIONE PRE-ISTANZA DELL'IMPATTO AMBIENTALE</li> </ul>			
<b>UNIVERSITA'</b>			
PISA			
ROMA			
READING (UK)			

14.03.94/JVS/A-2

50 ESPERTI  
10 ANNI LAVORO/UOMO  
6.4 MILLIARDI DI LIRE

CONSUNTIVO DELLE RISORSE FINANZIARIE E UMANE UTILIZZATE:

WORKPRI

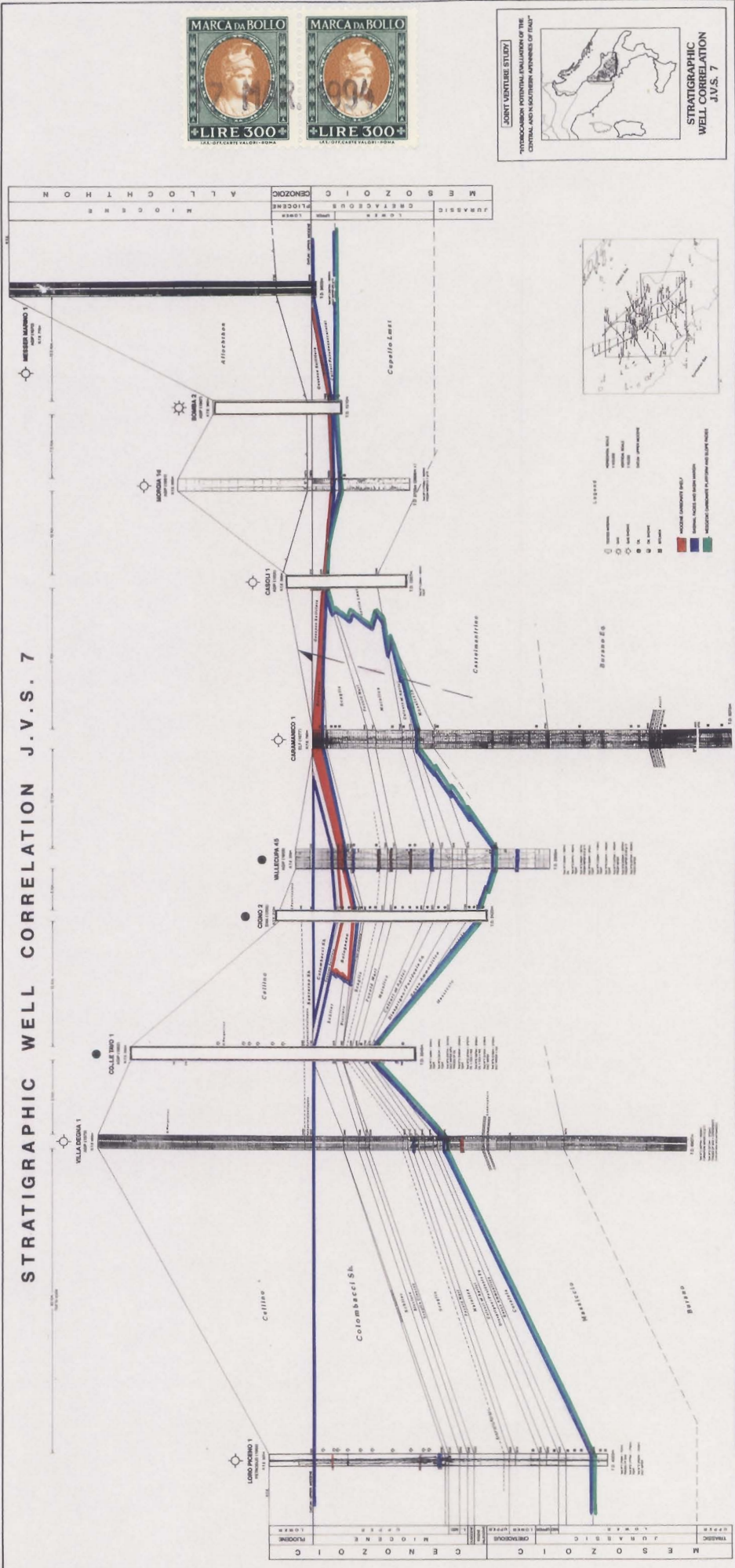
Fig.2







# STRATIGRAPHIC WELL CORRELATION J.V.S. 7



**J.V.S. VENTURE STUDY**

HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE CENTRAL AND SOUTHERN APENNINES OF ITALY

**STRATIGRAPHIC WELL CORRELATION J.V.S. 7**



# SOTTOPROGETTO

## PALEOGEOGRAFIA

Una fase essenziale dello studio è stata la ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica subita, dal Trias superiore all'era attuale, da tutta quell'area caratterizzata da un ambiente di sedimentazione di piattaforma carbonatica o di bacino poco profondo, che oggi è compresa nell'area di studio.

Con la collaborazione degli specialisti delle universita' di Roma e Pisa, sono state elaborate le carte paleogeografiche del Trias superiore (eta' durante la quale si depositava la roccia madre principale), del Giurassico inferiore (eta' durante la quale la piattaforma carbonatica preesistente si frammenta in piattaforme e bacini minori), del Cretacico inferiore e superiore (periodo durante il quale si depositava la roccia serbatoio principale) e del Langhiano (inizio dell'orogenesi appenninica).

Sulla base di queste carte sono stati quindi condotti, con l'aiuto degli esperti di sedimentologia dei carbonati dell'Universita' di Reading (UK), degli studi di dettaglio per il riconoscimento delle singole variazioni di facies, anche di minore importanza, riscontrate nella serie carbonatica mio-cretacica. Tali studi sono stati molto utili per conoscere a fondo, e quindi poter prevedere a scala regionale e locale, l'estensione e la qualita' del "reservoir".

Le figure delle due pagine seguenti mostrano, rispettivamente, la carta paleogeografica del Cretacico superiore e una carta di dettaglio, relativa allo stesso periodo, paragonata alla situazione ambientale/deposizionale esistente oggi nella piattaforma carbonatica delle Bahamas.



# SOTTOPROGETTO

## INTERPRETAZIONE DI IMMAGINI DA SATELLITE E VALUTAZIONE VINCOLI AMBIENTALI

L'integrazione delle informazioni geologiche e geofisiche con l'interpretazione delle immagini da satellite costituisce una fase importante nella valutazione del potenziale petrolifero di una determinata area. Le immagini da satellite rappresentano infatti uno strumento economico, accurato ed essenziale per la valutazione del potenziale petrolifero di un'area.

Il tipo di informazioni che si possono ottenere con l'utilizzo del "Remote Sensing" sono molteplici e vanno dalle più generali, quali l'identificazione dei bacini sedimentari e delle litologie prevalenti, l'individuazione delle manifestazioni di idrocarburi superficiali e la valutazione delle condizioni ambientali, a quelle più specifiche che possono essere la mappatura geologica di dettaglio, l'accurato rilevamento del suolo per la pianificazione di campagne sismiche o di perforazioni, ecc.

Procedendo verso fasi esplorative sempre più di dettaglio, la tecnica dell'interpretazione delle immagini da satellite può essere impiegata usando immagini a sempre più alta risoluzione: dai sensori a piccola scala come il Landsat o SPOT, a quelli a media e grande scala tipo immagini radar o Airborn Scanner.

Le figure delle pagine seguenti rappresentano in sequenza: un mosaico di immagini da satellite dell'area studiata, l'interpretazione dei maggiori lineamenti tettonici della stessa area, la carta dei drenaggi (e quindi delle strutture superficiali) e infine, la carta delle aree protette.





**JOINT VENTURE STUDY**  
**HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION**  
**OF THE CENTRAL AND**  
**N. SOUTHERN APENNINES OF ITALY**



**TECTONO-STRATIGRAPHIC MAP**  
SCALE 1:250,000

**LEGENDA**

**TECTONIC UNITS**

- Pre-Cambrian (grey)
- Permian (light brown)
- Triassic (yellow)
- Lower Jurassic (orange)
- Middle Jurassic (red)
- Upper Jurassic (dark red)
- Cretaceous (brown)
- Tertiary (tan)
- Quaternary (white)

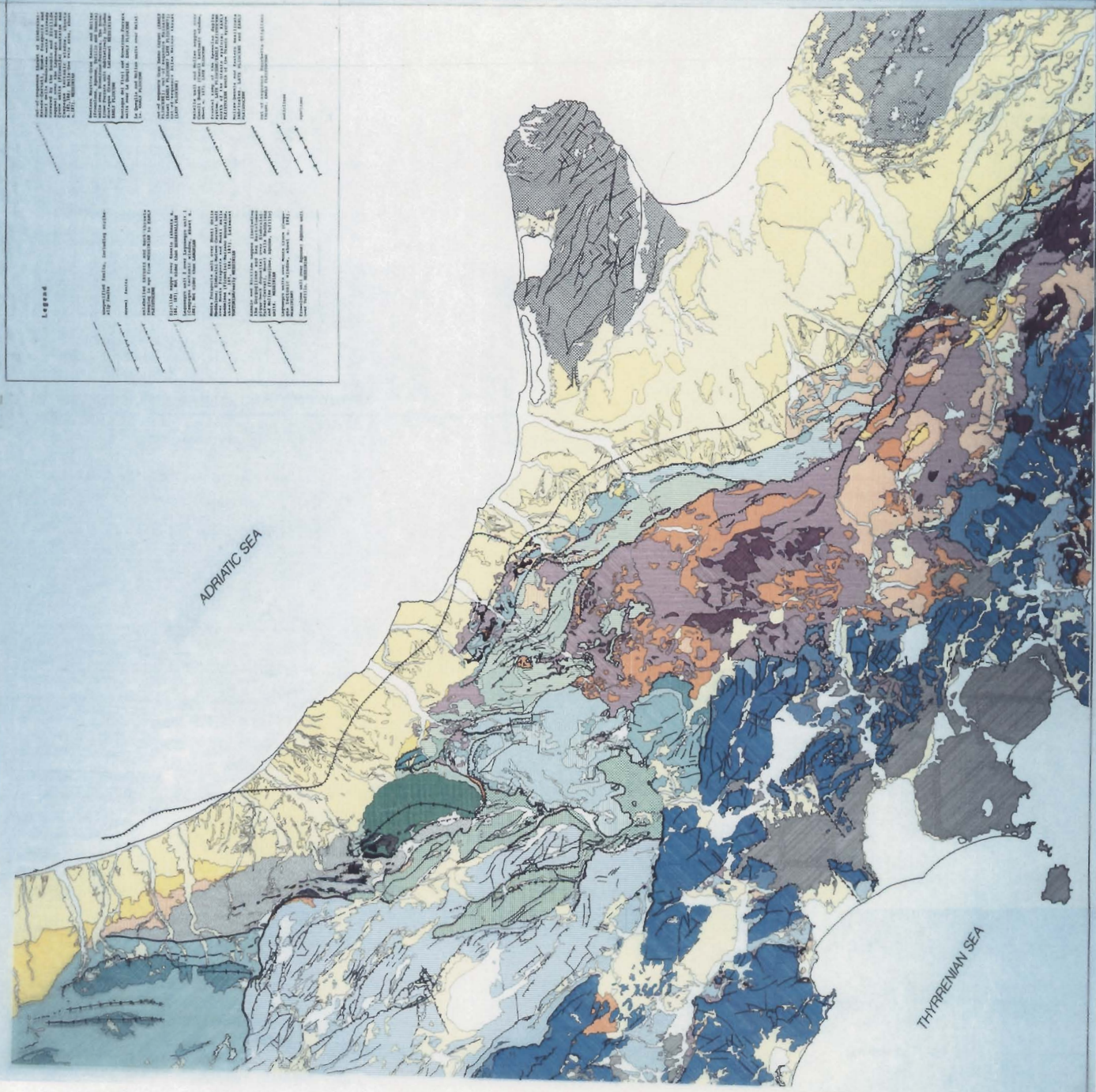
**TECTONIC FEATURES**

- Normal fault (dashed line)
- Reverse fault (solid line)
- Strike-slip fault (dotted line)
- Unconformity (wavy line)
- Discontinuity (dashed line)
- Subduction zone (thick solid line)

**HYDROCARBON POTENTIAL**

- High potential (dark blue)
- Medium potential (medium blue)
- Low potential (light blue)
- Non-potential (white)

**Other symbols:** Well locations, seismic lines, etc.



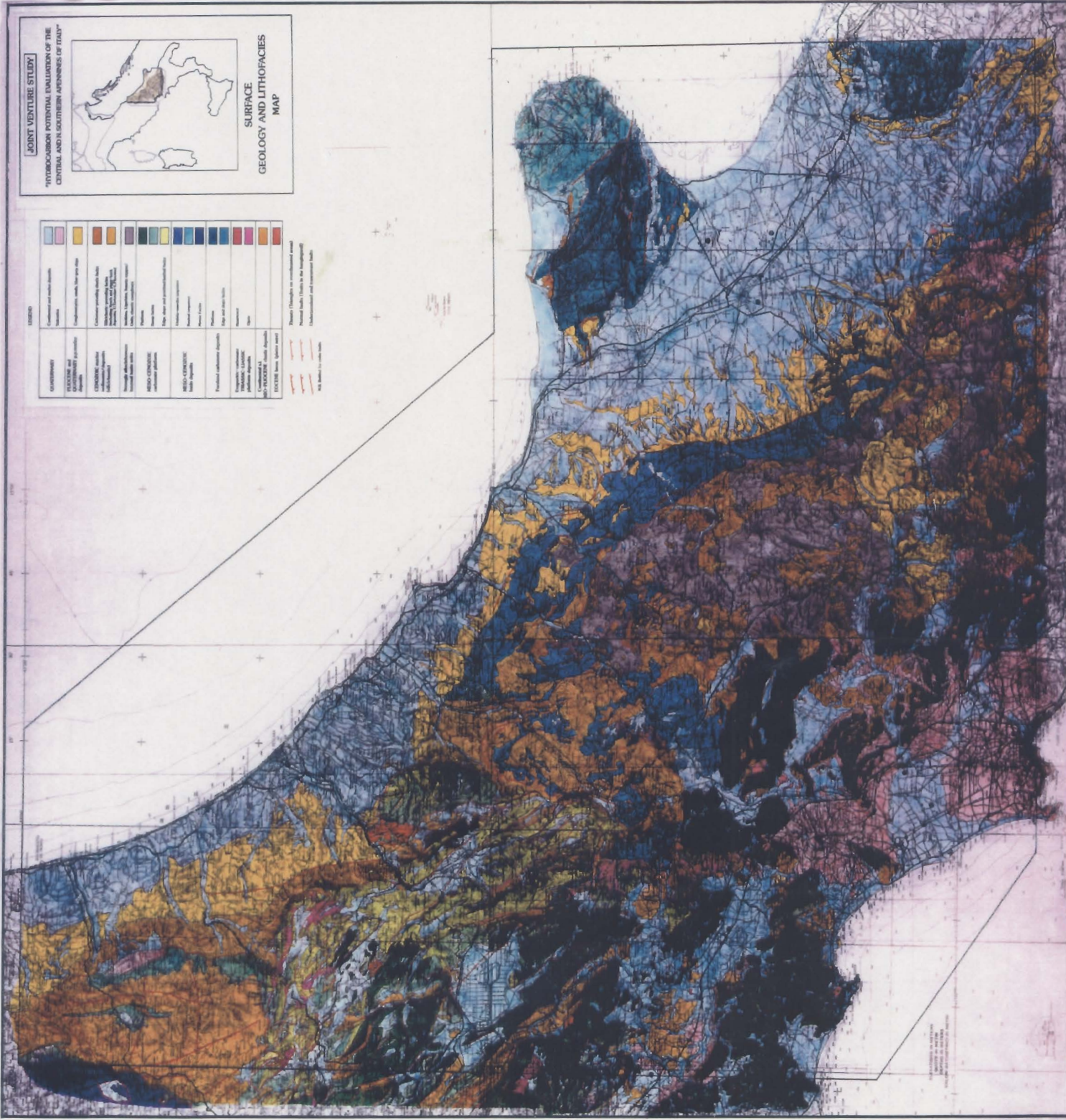
**JOINT VENTURE STUDY**

"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE CENTRAL AND SOUTHERN APENNINES OF ITALY"



**SURFACE GEOLOGY AND LITHOFACIES MAP**

LEGEND	
<b>CLIMATE</b>	Continental and sub-tropical
<b>VEGETATION</b>	Macchia
<b>TOPOGRAPHY</b>	High mountains, low hills
<b>SOILS</b>	Calcareo granulo-arenaceo, calcareo granulo-arenaceo, calcareo granulo-arenaceo, calcareo granulo-arenaceo
<b>SEDIMENTARY ROCKS</b>	Quaternary, Miocene, Pliocene, Pleistocene, Quaternary, Miocene, Pliocene, Pleistocene
<b>IGNEOUS ROCKS</b>	Granite, Gabbro, Basalt, Andesite, Diabase, Gabbro, Basalt, Andesite, Diabase
<b>METAMORPHIC ROCKS</b>	Schist, Gneiss, Amphibolite, Quartzite, Marble, Slate, Schist, Gneiss, Amphibolite, Quartzite, Marble, Slate
<b>TECTONIC</b>	Normal faults, Thrust faults, Strike-slip faults, Unconformities and tectonic beds
<b>TECTONIC</b>	Normal faults, Thrust faults, Strike-slip faults, Unconformities and tectonic beds



# SOTTOPROGETTO

## GEOLOGIA STRUTTURALE

Lungo i tracciati delle correlazioni stratigrafiche, indicate nella figura 1 del presente rapporto e brevemente descritte nel corrispondente capitolo, sono stati costruite 5 sezioni geologiche trasversali SW-NE, e 1 sezione longitudinale, NW-SE. Tali profili, sono stati realizzati, integrando i dati geologici di superficie, giaciture e affioramenti, e di sottosuperficie, linee sismiche e dati di pozzi.

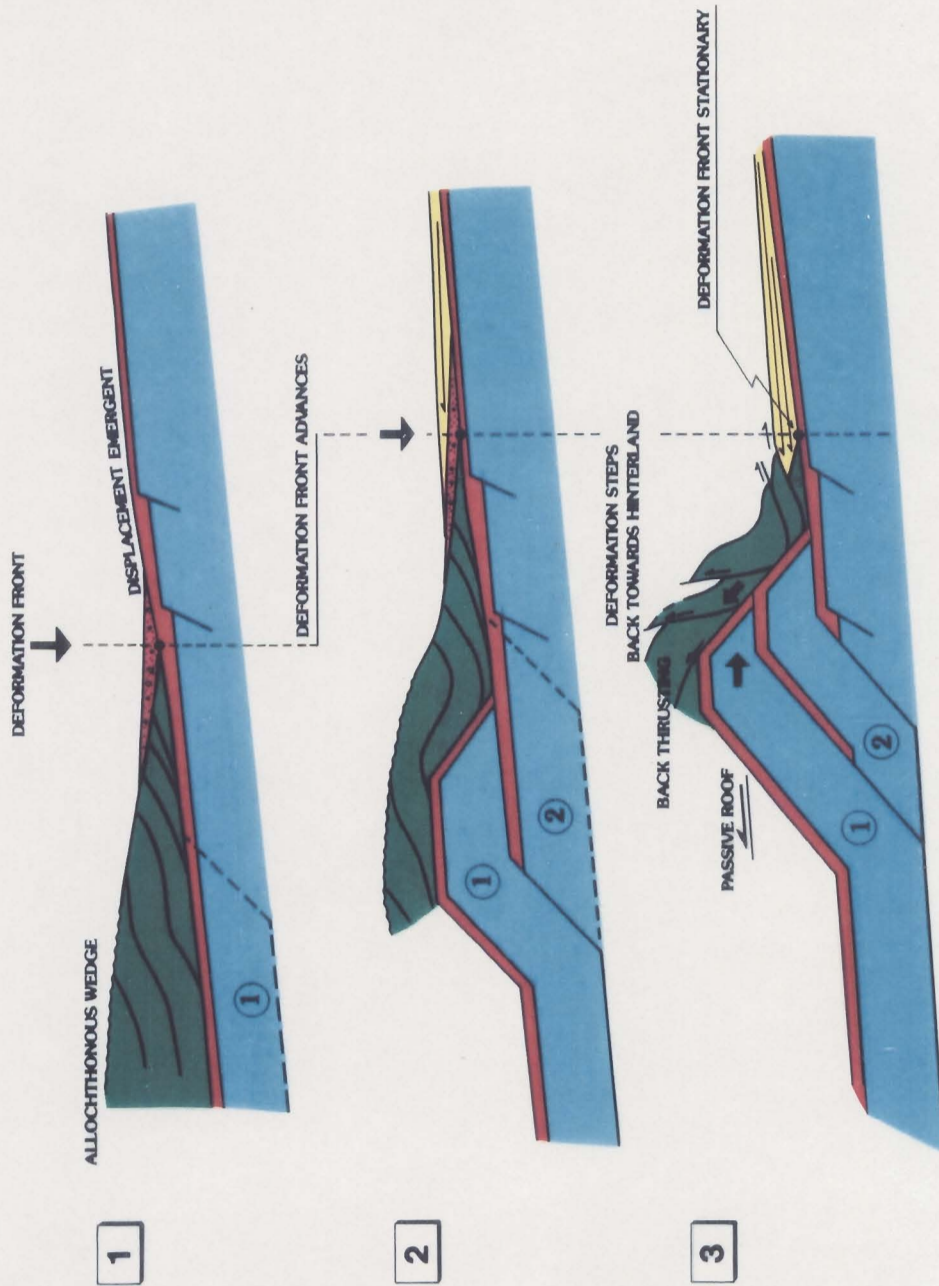
La geometria dei profili geologici è stata verificata con l'impiego di tecniche computerizzate di bilanciamento, ossia, a partire dalla sezione deformata, rappresentativa della situazione attuale, si è tornati, attraverso la ricostruzione di tutte le fasi deformative, alla situazione iniziale, quando la sequenza geologica, che sarebbe stata poi coinvolta nell'orogenesi, giaceva ancora indeformata sul fondo del mare.

Queste tecniche consentono di studiare, oltre alla corretta ricostruzione della geometria della deformazione, l'evoluzione di fattori quali la profondità di seppellimento della roccia madre (dalla fase di generazione ed espulsione degli idrocarburi, alla fase di migrazione e intrappolamento), i processi diagenetici che hanno coinvolto la roccia serbatoio, etc., in corrispondenza di ciascuna fase tettonica.

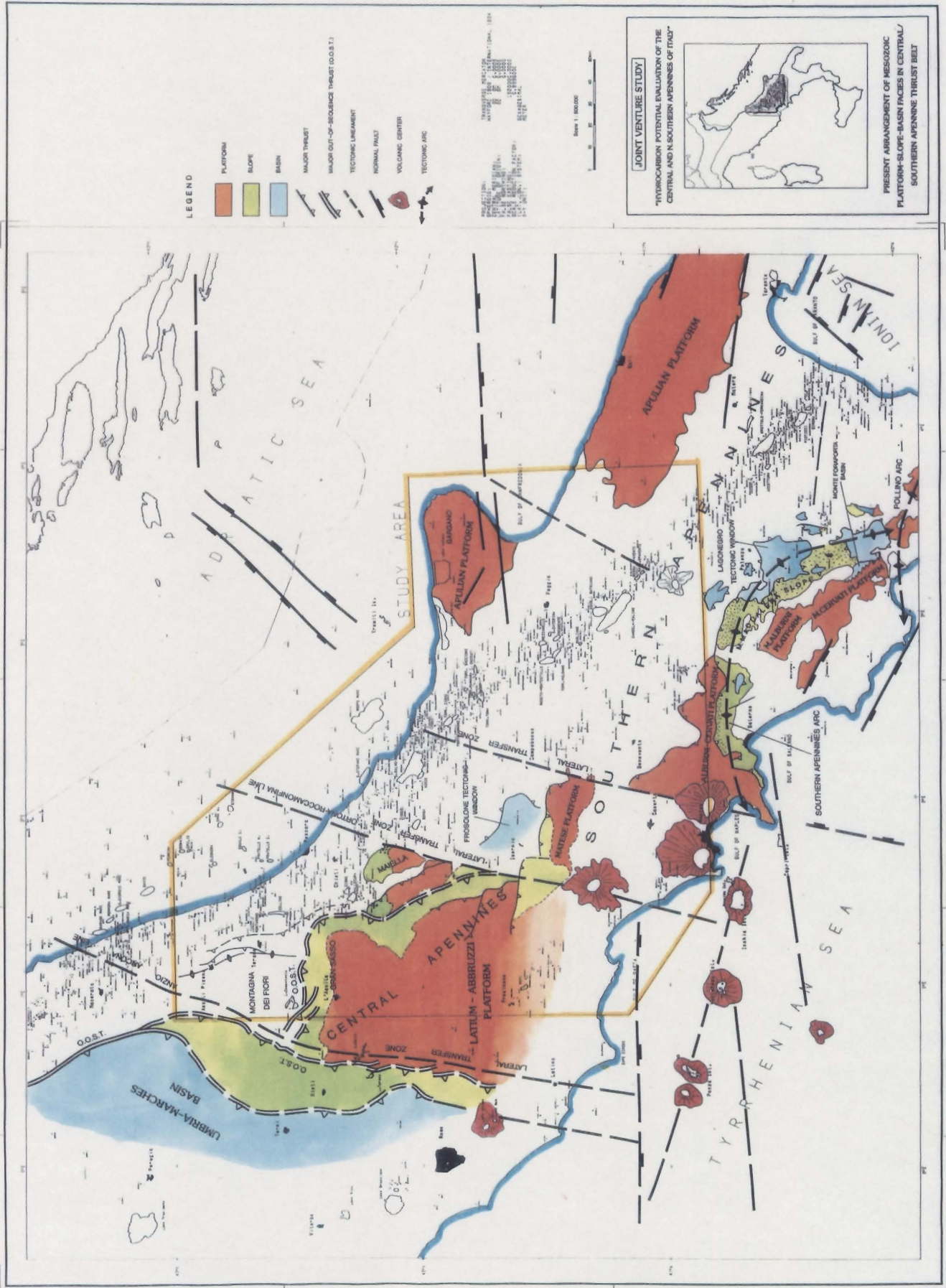
Nelle figure delle pagine seguenti è riportato un profilo geologico schematico dell'Appennino centro-meridionale, con indicato il "petroleum system" ipotizzato, ed un profilo bilanciato attraverso la zona centrale dell'area di studio.



# STRUCTURAL MODEL FOR ACCRETION OF APULIAN PLATFORM







# SOTTOPROGETTO GRAVIMETRIA

Lo studio gravimetrico ha avuto come obiettivo principale l'identificazione, dei piu' importanti andamenti strutturali esistenti nell'area compresa dallo studio. Per l'interpretazione gravimetrica, integrata con i dati aeromagnetici (vedi capitolo successivo), è stata realizzata una carta regionale delle anomalie di Bouguer. I dati immessi al calcolatore sono stati quindi ulteriormente elaborati e, in particolare, è stata analizzata la "signature" gravimetrica dell'area in esame, comparata con quella caratteristica di situazioni strutturali note.

Sono state quindi prodotte varie versioni della carta delle anomalie di Bouguer usando filtraggi a diverse frequenze. La mappa "low pass filter" è stata impiegata principalmente per discriminare il tetto della Piattaforma Apula dal basamento acustico. La mappa "high pass filter" è servita per identificare e isolare, sempre a livello di Piattaforma Apula, le anomalie gravimetriche caratterizzate da una stessa lunghezza d'onda (frequenza) e che possono essere quindi associate alla medesima unità tettonico-strutturale.

Nella pagina seguente è riportata, a titolo di esempio, l'interpretazione della carta delle anomalie (bassa frequenza) nella quale sono evidenziati i lineamenti tettonici piu' importanti che bordano i margini delle diverse strutture, di "alto" e di "basso", identificate in base all'analisi delle variazioni, in alta frequenza, dei "contours" gravimetrici. Tale interpretazione è confermata a grandi linee dal modello gravimetrico elaborato lungo la sezione mostrata nelle pagine seguenti.



# SOTTOPROGETTO

## MAGNETOMETRIA

Lo studio magnetometrico, condotto parallelamente a quello gravimetrico, ha avuto lo scopo principale d'identificare l'andamento strutturale e la profondita' media del basamento magnetico, interpretato, nel nostro caso, con il basamento della Piattaforma Apula. Tale studio, ha consentito inoltre di individuare i corpi magmatici e/o vulcanoclastici intercalati alla normale sequenza sedimentaria meso-cenozoica e quaternaria.

La profondita' del basamento, stimata sulla base dell'indagine magnetometrica, è stata controllata con quella risultante sui profili geologici bilanciati (vedi capitolo geologia strutturale), ottenendo una confortante coincidenza di valori.

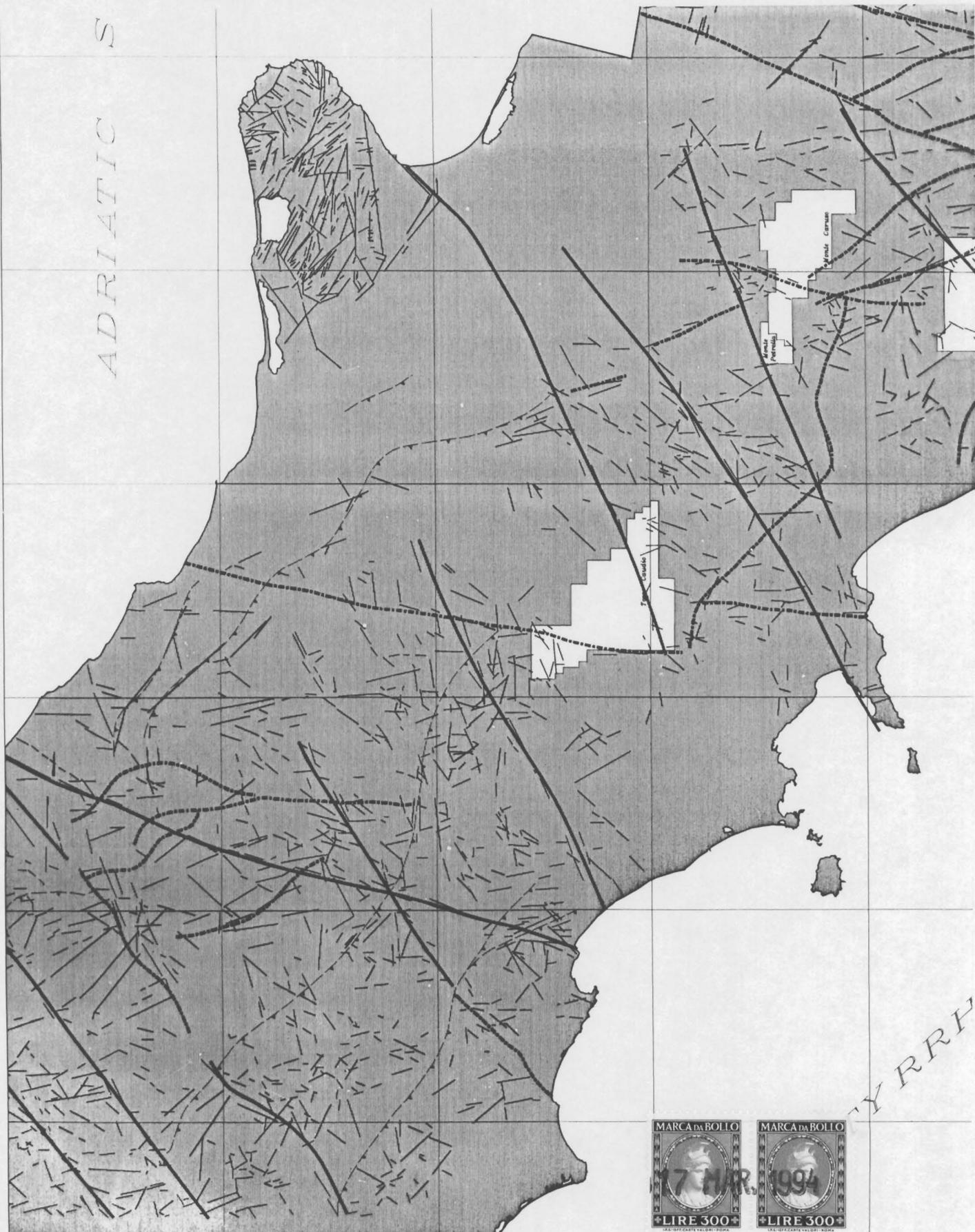
Estrema attenzione è stata usata nella selezione dei valori di densita' e di suscettivita' magnetica, caratteristici dei differenti litotipi e minerali presenti nell'area esaminata, applicati poi alla elaborazione dei modelli gravimetrico e magnetometrico.

Nella pagina seguente è riprodotta, a piccola scala, la carta del Campo Magnetico Totale, una delle carte realizzate nell'ambito del sottoprogetto magnetometria.



000000  
000000  
000000  
400000  
400000  
000000

ADRIATIC S



Y R R R



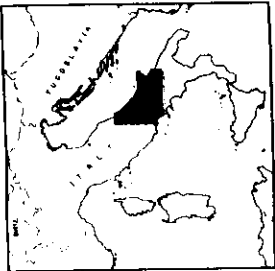


PROJECTION: TRANSVERSE MERCATOR  
 MAPPROXIMATELY 1947  
 MAPPROXIMATELY 1947  
 OF THE  
 ITALY  
 ITALY  
 ITALY



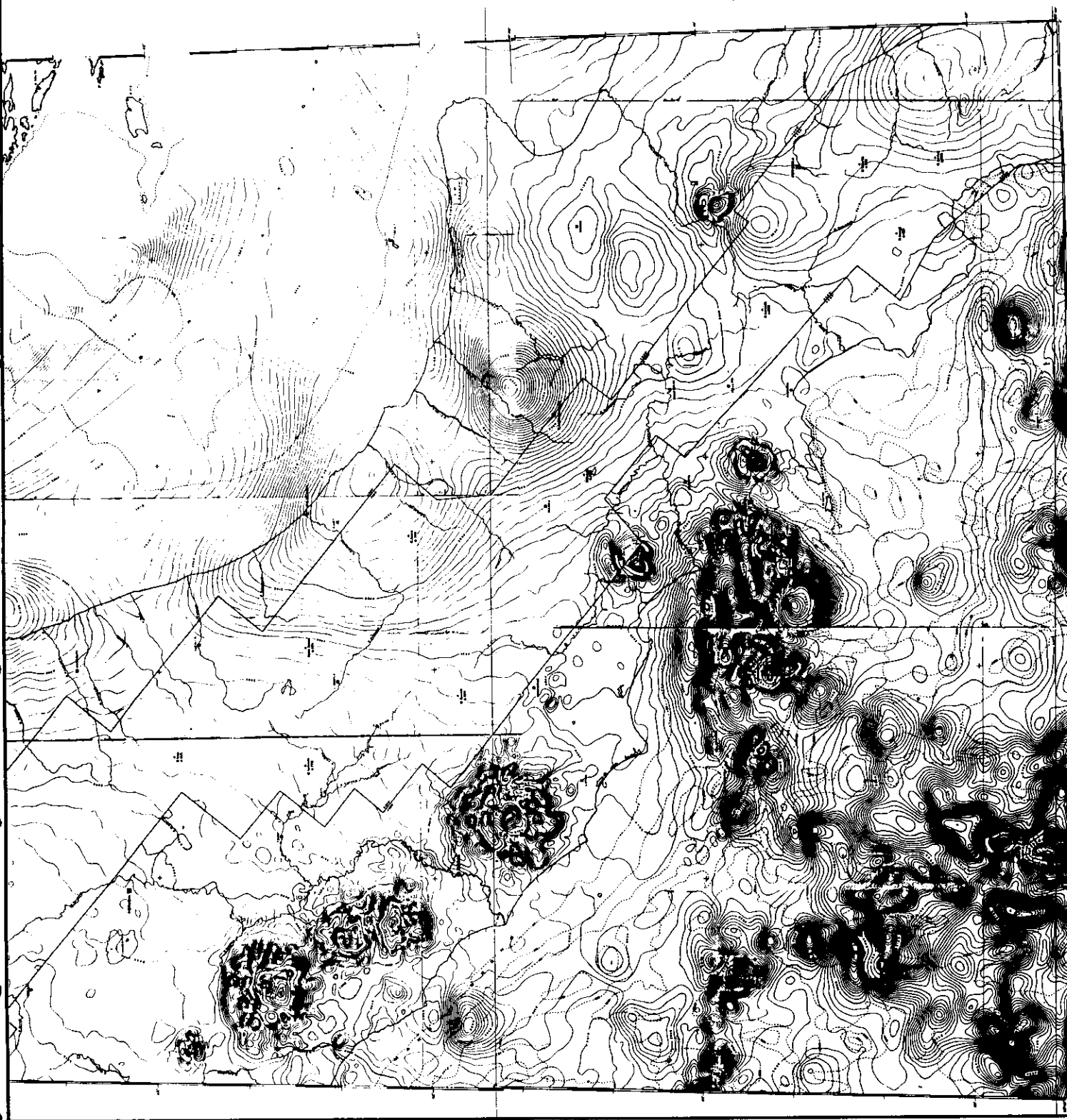
**JOINT VENTURE STUDY**

"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE  
 CENTRAL AND N. SOUTHERN APENNINES OF ITALY"



**TOTAL FIELD  
 MAGNETICS**

CLASSIFIED BY: AUTHORITY: N. A. APPROVAL  
 DATE: 10/11/2000



# SOTTOPROGETTO GEOCHIMICA

Lo studio geochimico nell'area dell'Appennino centro-meridionale, si è basato inizialmente sull'accurata revisione critica di quanto pubblicato in passato riguardo l'origine degli idrocarburi rinvenuti nell'area oggetto dello studio.

Sulla base di quanto emerso dallo studio bibliografico iniziale, è stata pianificata l'esecuzione di due campagne geochimiche, effettuate nel dicembre '92 ed nell'aprile '93, con lo scopo di campionare alcune potenziali rocce madri e manifestazioni superficiali di idrocarburi. I campioni raccolti sono stati sottoposti ad approfondite analisi nei laboratori della Texaco a Houston.

I risultati di queste analisi, integrati con i dati di temperatura a diverse profondità e con il modello geologico elaborato, hanno permesso di effettuare il "modelling" geochimico. Ciò ha consentito di acquisire, dopo oltre un anno di lavoro, una discreta conoscenza riguardo la genesi degli idrocarburi, la loro maturazione ed espulsione, le principali direttrici di migrazione attraverso le quali si sono mobilizzati, ed infine l'età del loro intrappolamento.

Sono state quindi prodotte numerose carte tra le quali quella del gradiente geotermico (vedi figura nella pagina seguente), della possibile distribuzione degli olii biodegradati e del grado di maturità (vedi figura).



# SOTTOPROGETTO

## SEDIMENTOLOGIA DEI CARBONATI

Lo studio dettagliato dei sondaggi esplorativi che hanno attraversato la Piattaforma Apula ha portato alla realizzazione di carte delle isopache delle principali formazioni che costituiscono la piattaforma stessa (Bolognano, Lavello e Cupello, rispettivamente di età miocenica, eocenica e cretacea superiore).

L'analisi sedimentologica dei dati dei logs ha permesso anche di effettuare la ricostruzione della distribuzione delle facies e della storia diagenetica (cioè dei processi chimico-fisici, che hanno agito sulla roccia carbonatica originale, dovuti alle diverse condizioni di pressione e temperatura in cui si sono trovati i sedimenti man mano che venivano seppelliti) delle sequenze di Piattaforma Apula. Per quanto riguarda la distribuzione delle facies sono state realizzate mappe regionali, alla scala 1:250.000, per il Cretacico inferiore, l'Eocene (Lavello Eq.) ed il Miocene medio-inferiore (Bolognano Eq.). Per la diagenesi sono invece state ricostruite mappe del Cretacico inferiore, Cretacico superiore e Miocene medio-inferiore.

Le due figure seguenti mostrano un esempio di carta delle facies e di carta della diagenesi per il Cretacico superiore. La terza figura rappresenta il risultato grafico dell'analisi isotopica delle inclusioni fluide (fluidi interstiziali racchiusi nella roccia carbonatica).

Grazie alla realizzazione di un modello strutturale (vedi capitolo precedente) basato su sezioni bilanciate, è stato possibile ricostruire la posizione originaria dei vari ambienti di deposizione di quella zona di piattaforma carbonatica, di età mesozoica, che oggi chiamiamo Piattaforma Apula.



LEGEND

-  CARBONATE PLATFORM
-  SLOPE
-  BASIN

CENOZOIC AND/OR PALEOGENE BAULTES

PROGETTO: ...  
 DIRETTORE GENERALE: ...  
 DIRETTORE REGIONALE: ...  
 DIRETTORE DISTrettuale: ...  
 DIRETTORE PROVINCIALE: ...  
 DIRETTORE COMUNALE: ...  
 DIRETTORE INTERCOMUNALE: ...  
 DIRETTORE REGIONALE: ...  
 DIRETTORE DISTrettuale: ...  
 DIRETTORE PROVINCIALE: ...  
 DIRETTORE COMUNALE: ...  
 DIRETTORE INTERCOMUNALE: ...

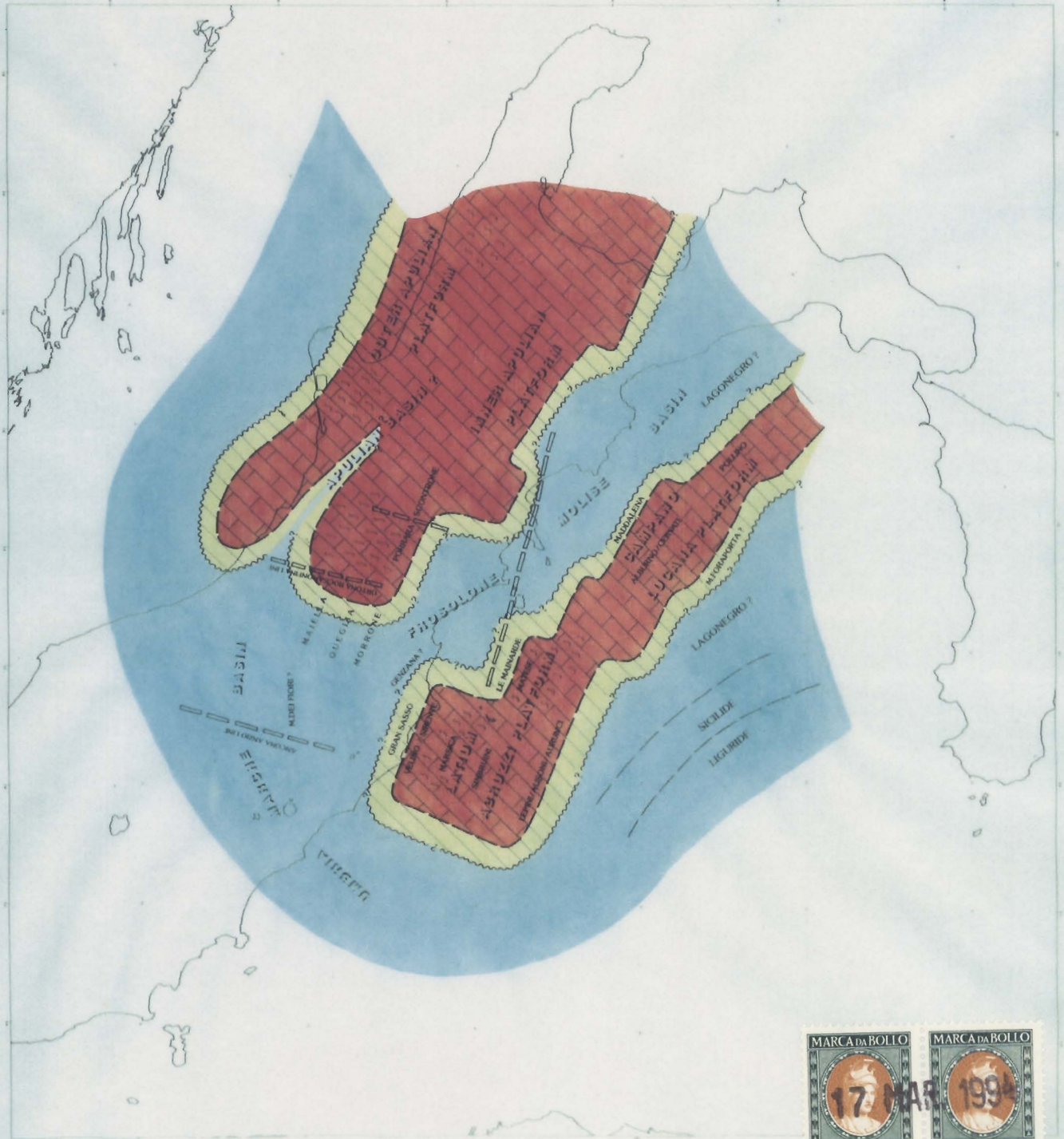
Scale 1:1,000,000

JOINT VENTURE STUDY

"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE CENTRAL AND N. SOUTHERN APENNINES OF ITALY"



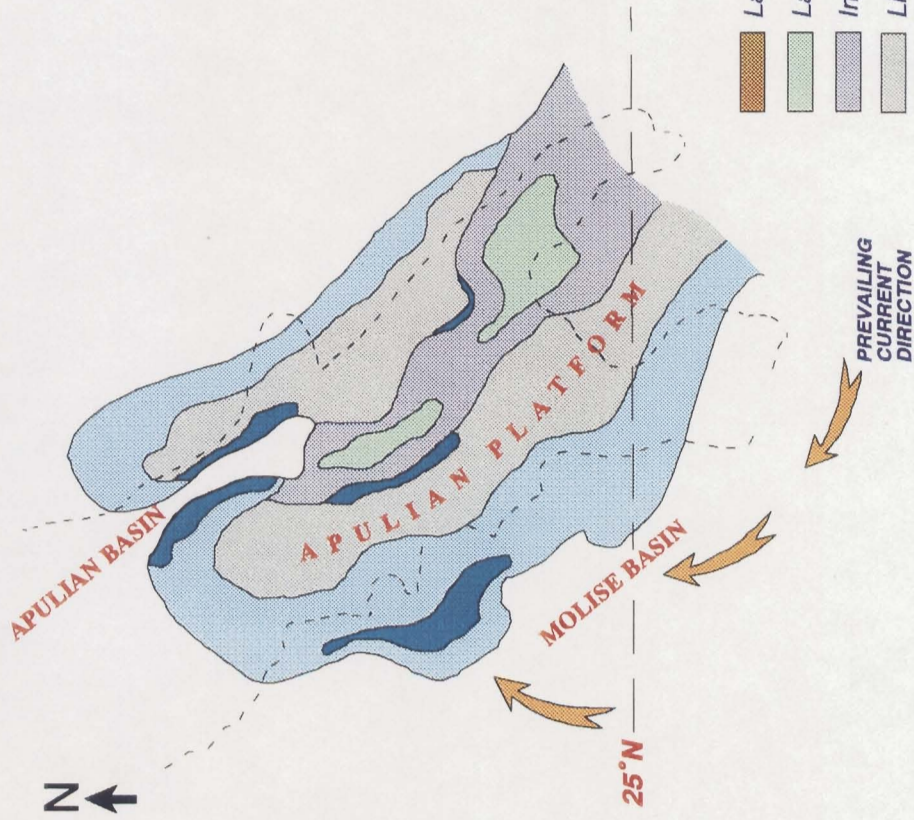
TENTATIVE  
 CAMPANIAN-MAASTRICHTIAN  
 PALAEOGEOGRAPHY



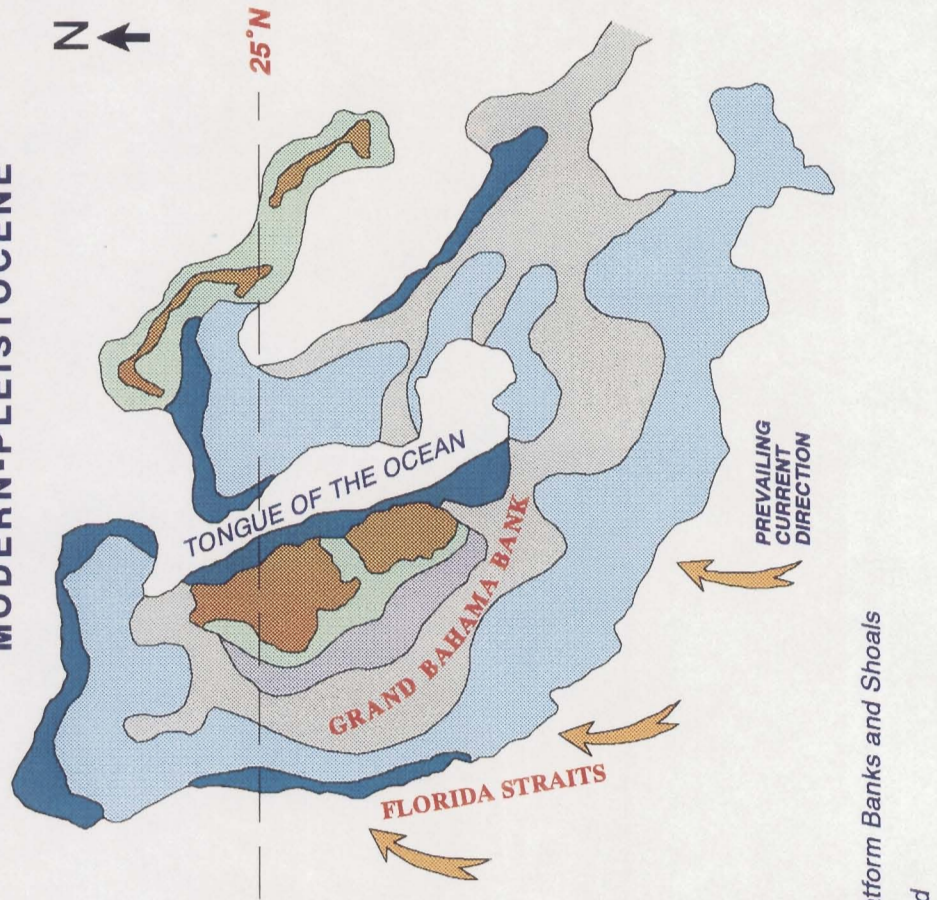


**Italy: THE APULIAN PLATFORM COMPARED TO THE BAHAMA BANKS PALAEOGEOGRAPHY AND FACIES**

**APULIAN PLATFORM  
UPPER CRETACEOUS**



**BAHAMA BANKS  
MODERN-PLEISTOCENE**



# SOTTOPROGETTO

## QUALITA' DELLA SISMICA A RIFLESSIONE

In questo capitolo viene proposto un tema molto importante nell'attività esplorativa in generale, ma soprattutto, nel nostro caso, nella zona dell'Appennino centro-meridionale: la qualità delle linee sismiche.

E' ormai noto infatti che, tranne poche eccezioni, la qualità della sismica registrata in aree tettonicamente complesse, è abbastanza scadente. Questo fatto è, in molte circostanze, responsabile del fallimento di numerosi pozzi esplorativi che, a causa della cattiva qualità della sismica e quindi della conseguente approssimativa interpretazione, sono stati ubicati in posizione errata. Tutto ciò ha comportato il dispendio di grosse risorse economiche oltre ad aver provocato la sottovalutazione di aree altrimenti potenzialmente prospettive.

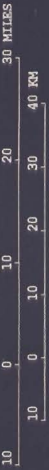
Risulta quindi estremamente importante assicurare il miglioramento della qualità dei dati sismici. In questo ambito i componenti del Joint Venture Study stanno elaborando delle nuove tecniche, basate sull'esperienza acquisita, soprattutto dalla Amoco, nell'attività esplorativa in aree di "catena" in molte parti del mondo. Tali tecniche innovative riguardano sia la parte di acquisizione che la successiva fase di trattamento dei dati.

Le due successive figure costituiscono un esempio di come sia possibile migliorare la qualità delle linee sismiche registrate in aree "difficili". Nella prima figura si può osservare come una sequenza di elaborazione appropriata può rendere interpretabile una linea sismica altrimenti pressochè inutilizzabile. La seconda mostra come un'immagine sismica corretta consenta di valorizzare strutture già condannate da una perforazione ubicata male.





TEXAS REMOTE SENSING LABORATORY



- Drainage/Trail Anomaly
- Drainage High
- Drainage High /
- Drainage Curvature
- Drainage Low
- Drainage Low /
- Foreline
- Cont



Surface Features  
Southern Apennines, Italy





Legend

- EXPLOITATION CONCESSION
- EXPLORATION PERMIT
- APPLICATION
- PROPOSED RELINQUISHMENT
- OPEN ACRESAGE
- PERMIT EXPIRING BY APRIL '04
- NATIONAL PARK
- REGIONAL PARK AND RESERVE
- MARINE NATURAL RESERVE
- PROPOSED ACRESAGE FOR APPLICATION

JOINT VENTURE STUDY

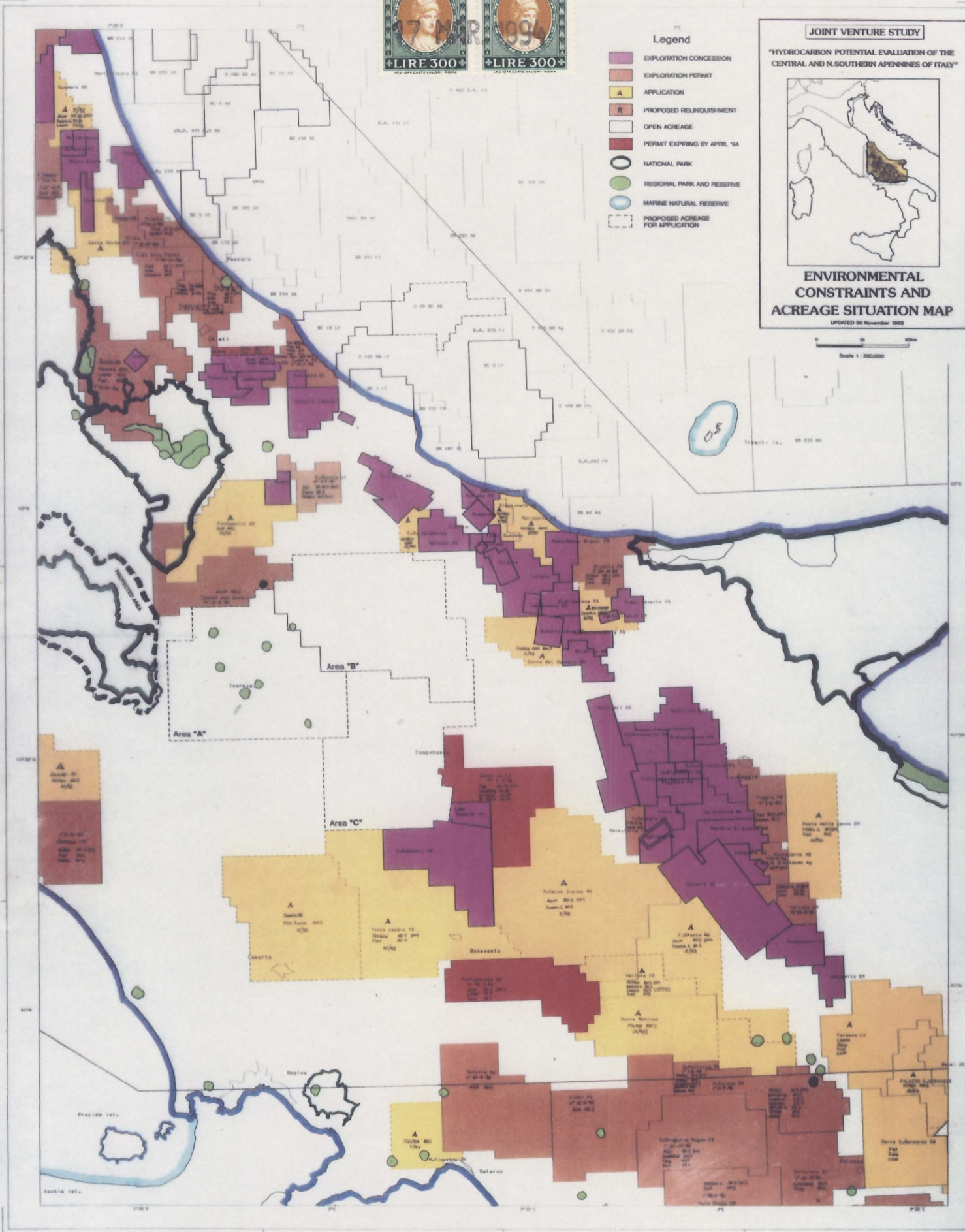
"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE CENTRAL AND N. SOUTHERN APENNINES OF ITALY"



ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS AND ACRESAGE SITUATION MAP

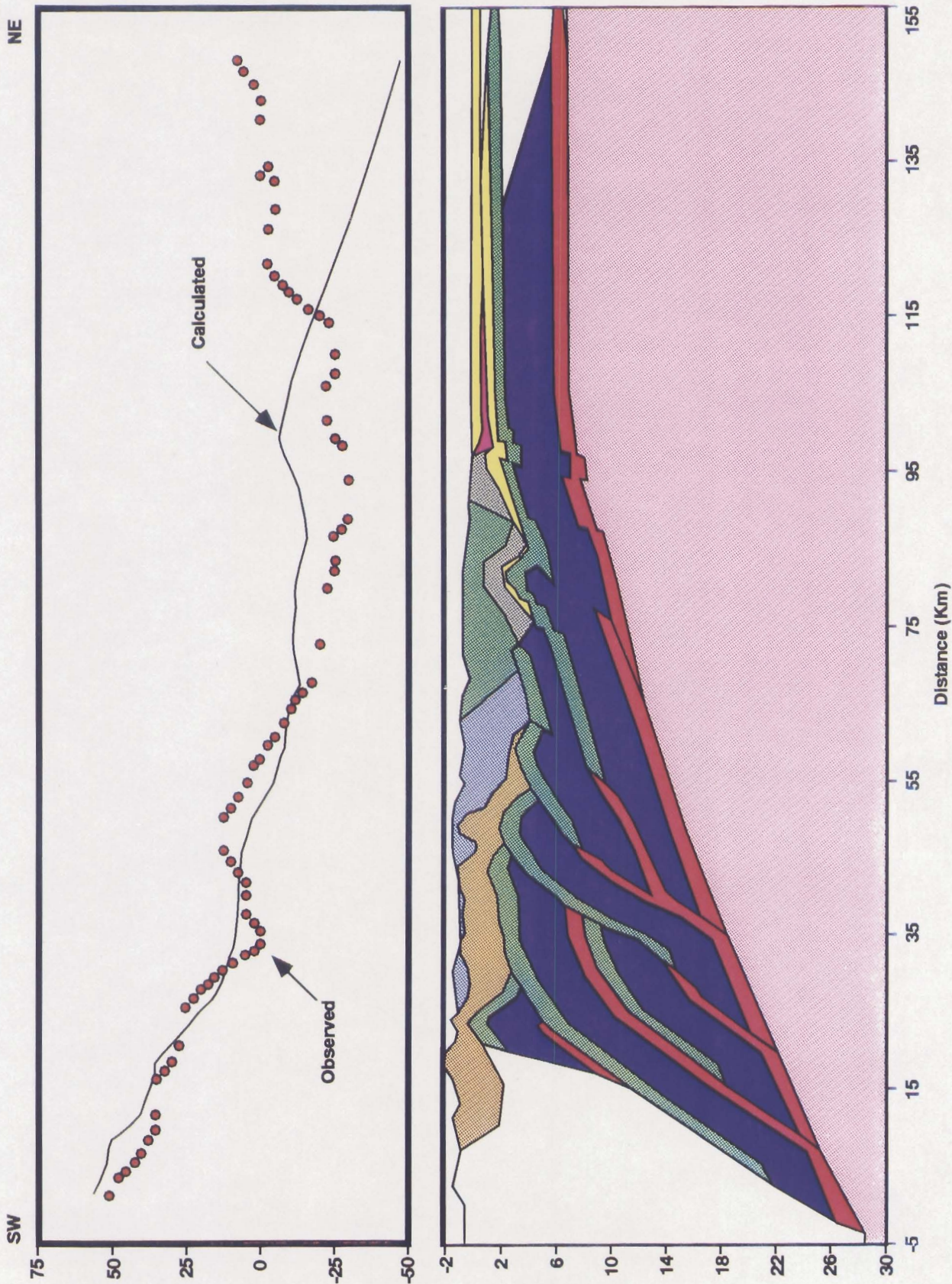
UPDATED 30 November 1993

Scale 1 : 250,000





# JOINT VENTURE STUDY STRUCTURAL CROSS-SECTION D-D'

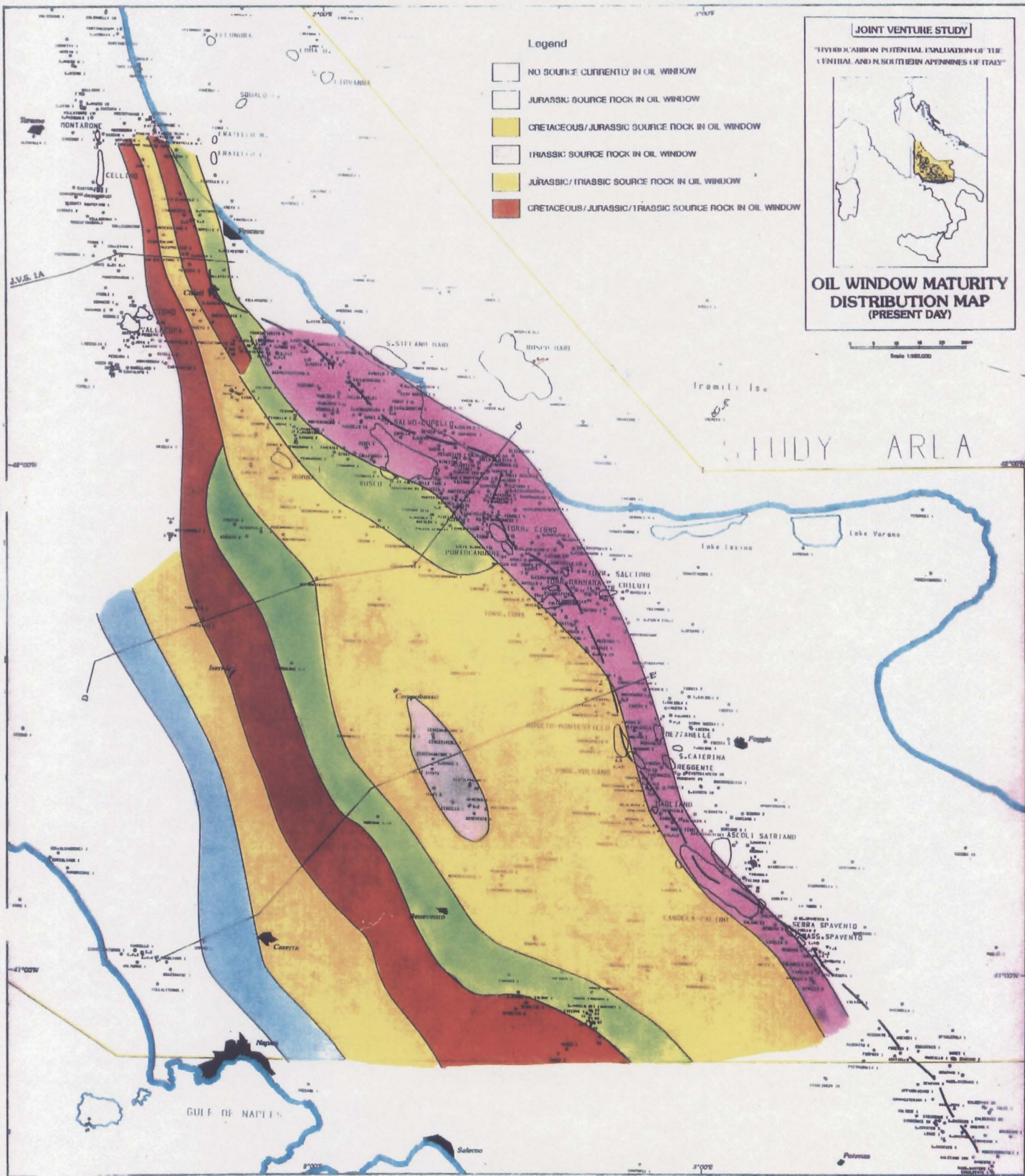


mGals

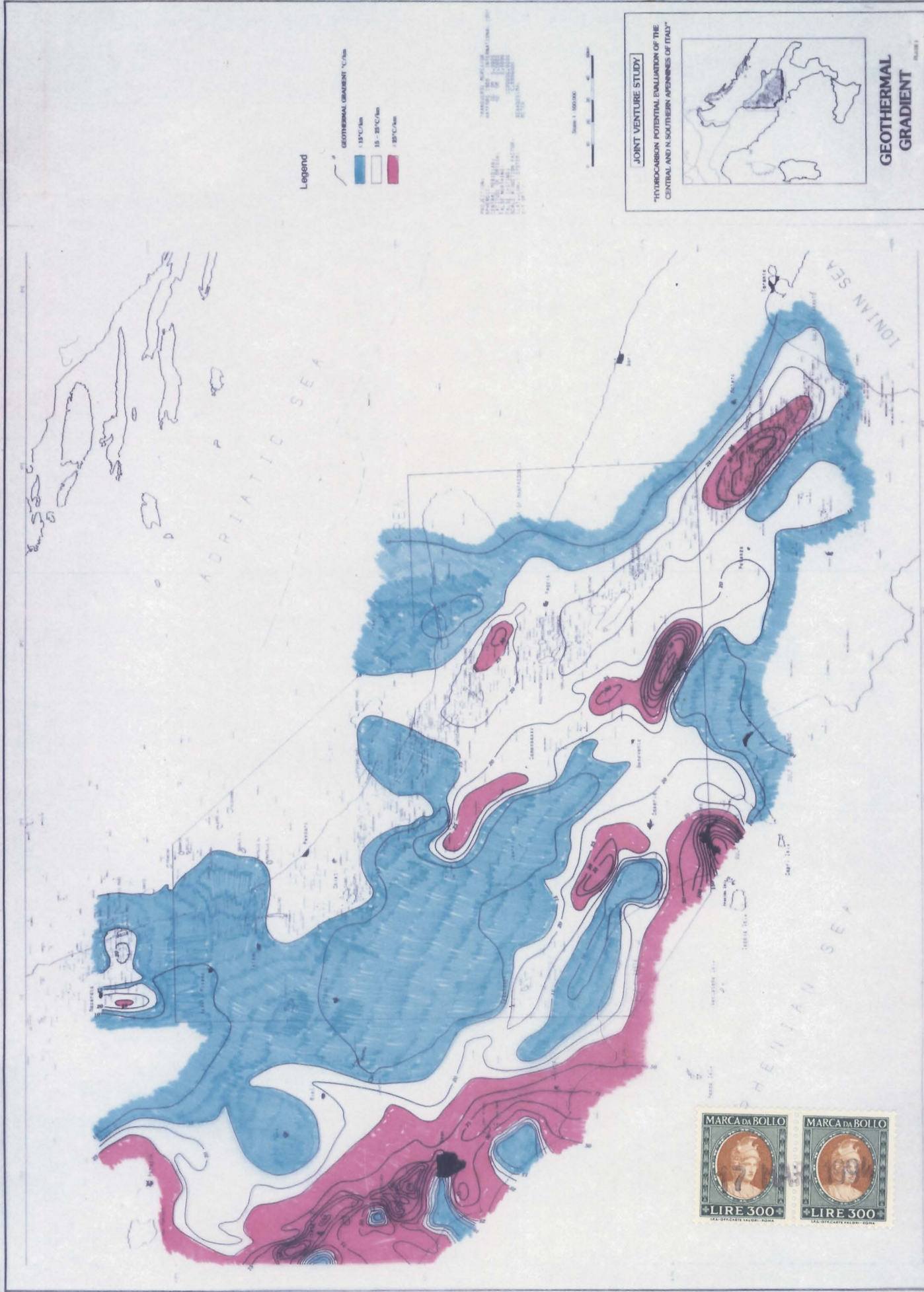


Depth (Km)

Distance (Km)







Legend

- GEOTHERMAL GRADIENT °C/km
- 10°C/km
  - 15 - 25°C/km
  - 25°C/km

JOINT VENTURE STUDY

"HYDROCARBON POTENTIAL EVALUATION OF THE CENTRAL AND N. SOUTHERN APENNINES OF ITALY"

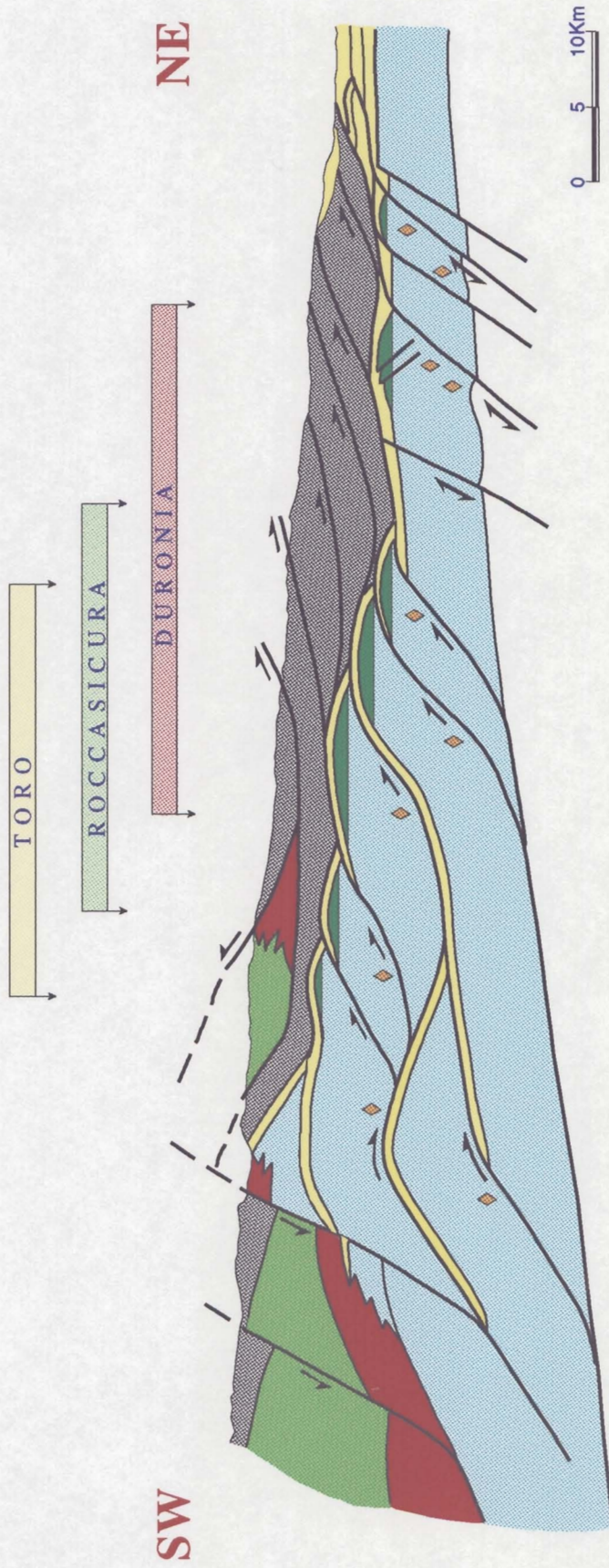


GEOTHERMAL GRADIENT

PLATE 1

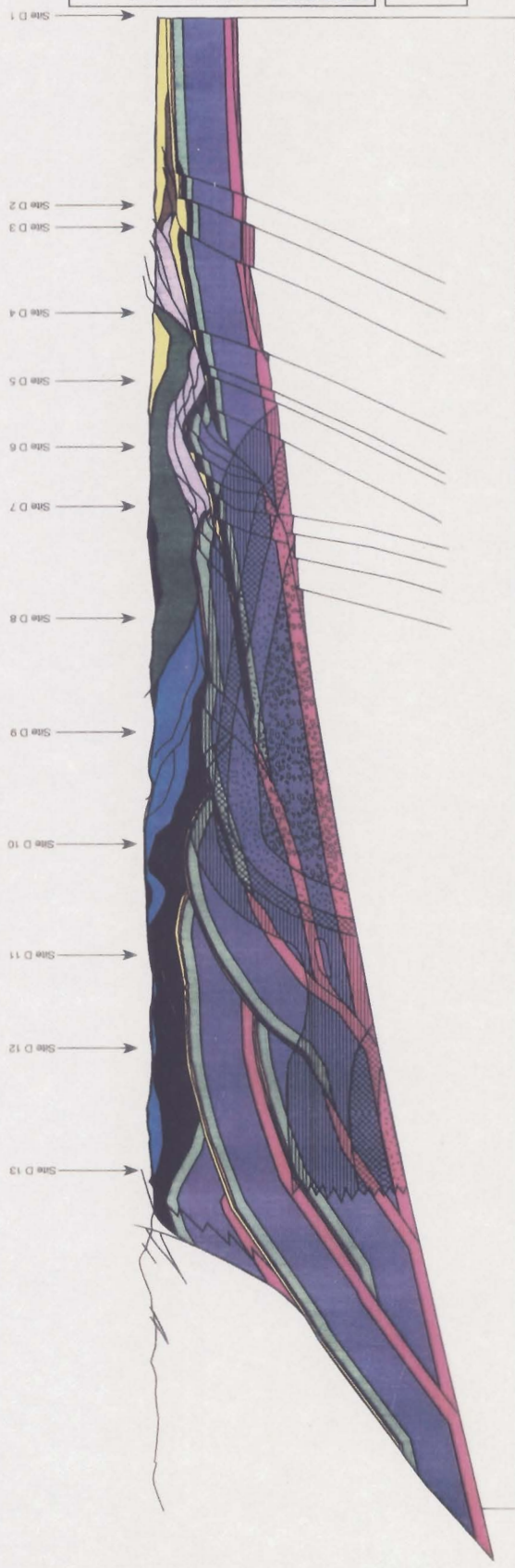


# TEMA DI RICERCA



- PIATTAFORMA APULA - ROCCIA SERBATOIO E ROCCIA MADRE
- ARGILLE PLIOCENE INFERIORE - ROCCIA DI COPERTURA
- FORMAZIONE ALLOCTONA - ROCCIA DI COPERTURA
- PIATTAFORMA APPENNINICA
- TRANSIZIONE PIATTAFORMA BACINO
- ROCCIA MADRE
- POSSIBILE GIACIMENTO DI OLIO





**LEGEND**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Stage of Petroleum Generation &amp; Release</li> <li>Initial Thermal Degradation</li> <li>Intense Organic Metamorphism (Dry Gas Preservation)</li> <li>Economic Basement</li> <li>Pli-Pleistocene</li> <li>Sarmico Klippan</li> <li>Tuffilo</li> <li>Daunia</li> <li>Upper Messinian Flysch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Torrente Ciallegio</li> <li>Agrone</li> <li>Miocene</li> <li>Cretaceous Platform</li> <li>Cretaceous Basin</li> <li>Jurassic</li> <li>Triassic</li> </ul>
--	--

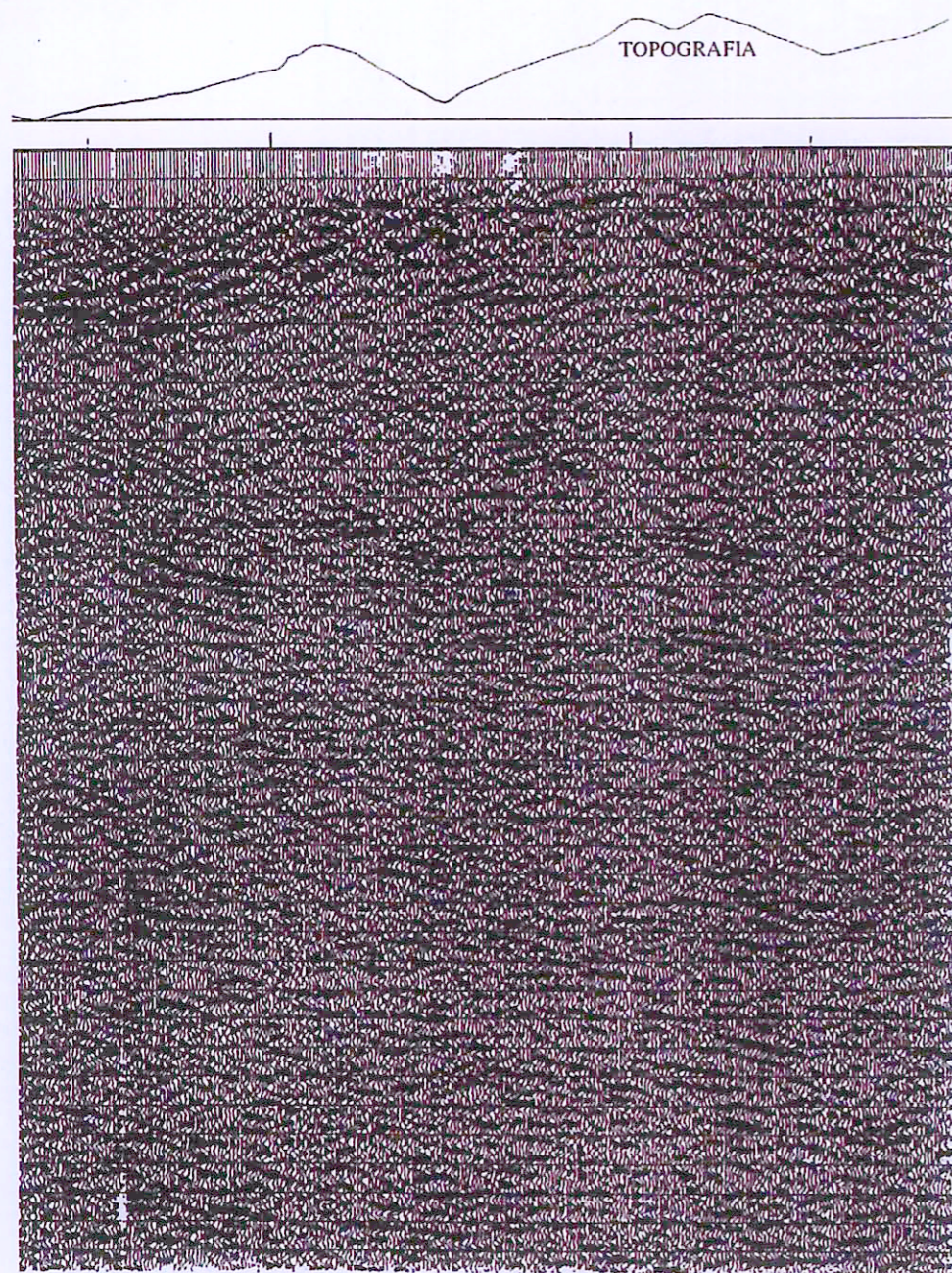
Scale: 0 5 10 K.M. / 0 5 10 M.P.H.

**Section D - D'**  
 Joint Venture Study  
 "Hydrocarbon Potential Evaluation of the Central and N. Southern Apennines of Italy"

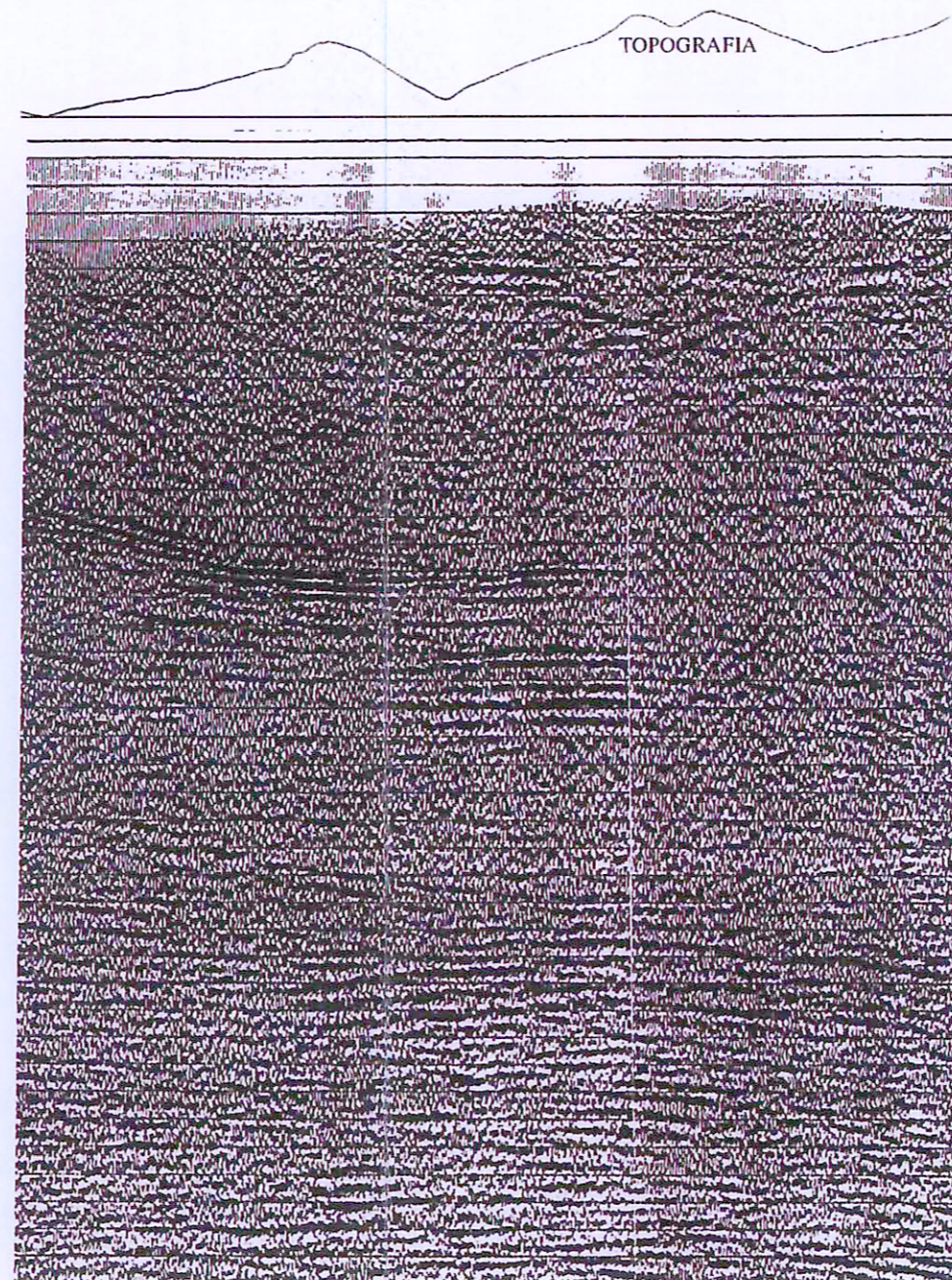
Crustal Section Reconstructed by B. Gilotti & S. Maresca  
 Thermal Modeling by B. Katz (Eni) & M. S. (Eni)  
 Drafting by John Hoff (Eni)



## ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO DEI DATI SISMICI IN UNA CATENA A PIEGHE



Elaborazione convenzionale dei dati sismici, senza correzioni statiche con il metodo a rifrazione.



Elaborazione degli stessi dati sismici eseguita dalla Amoco applicando le correzioni statiche con il metodo a rifrazione e la migrazione.



ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA PER  
IDROCARBURI DENOMINATA

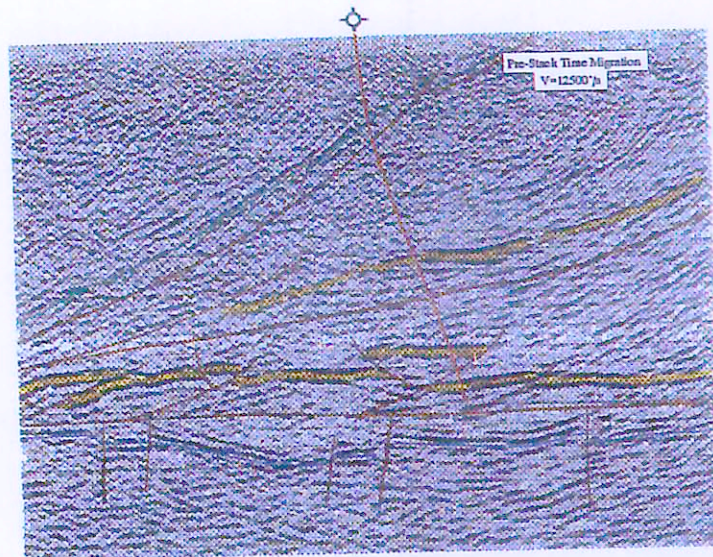
ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO  
DEI DATI SISMICI IN UNA  
CATENA A PIEGHE

FEBBRAIO 1994

ALLEGATO

# ESEMPIO DI MIGRAZIONE IN PROFONDITA' PRE-STACK, OKLAHOMA(USA)

## TECNOLOGIA AMOCO PER CATENE A PIEGHE



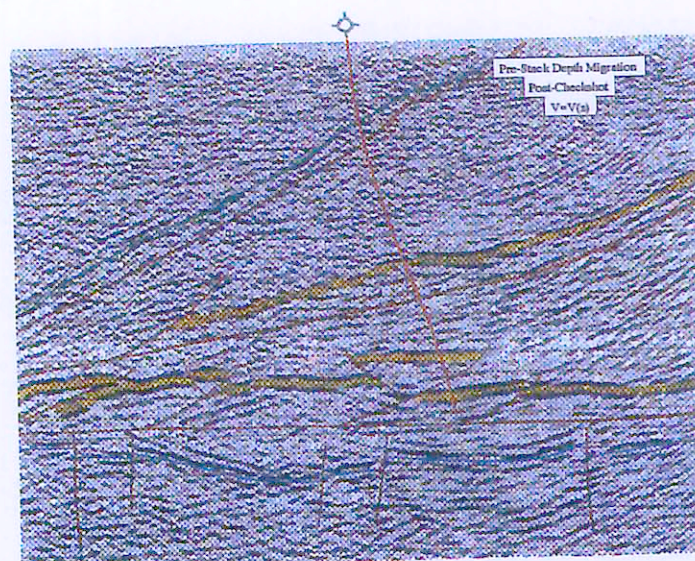
**MIGRAZIONE PRE-STACK IN TEMPI (FUNZIONE VELOCITA' SISMICA ESPRESSA IN TEMPI)**

- IL POZZO PRE-ESISTENTE SEMBRA AVER PENETRATO DUE VOLTE L'OBBIETTIVO MINERARIO A FONDO POZZO.
- INVECE, IL POZZO HA INCONTRATO SOLO L'ORIZZONTE INFERIORE, RISULTATO NON PRODUTTIVO.



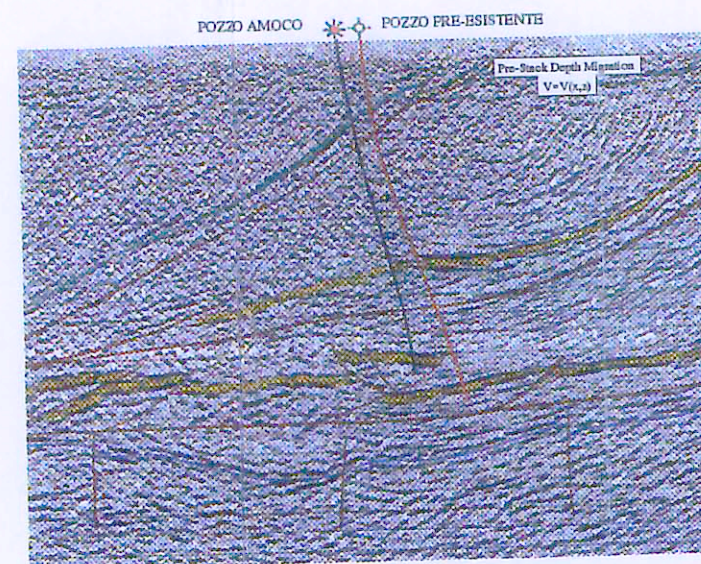
**MIGRAZIONE PRE-STACK IN PROFONDITA' (FUNZIONE VELOCITA' SISMICA CON VARIAZIONI LATERALI ESPRESSA IN PROFONDITA', AMOCO)**

- I COLORI INDICANO LE VARIAZIONI LATERALI DI VELOCITA'.
- LE VELOCITA' SONO OTTENUTE CON SUCCESSIVE ITERAZIONI DEL PROCESSO DI MIGRAZIONE IN PROFONDITA'. LA FIGURA MOSTRA UNO STADIO INTERMEDIO.
- LA PRESENZA DI FORTI VARIAZIONI LATERALI DI VELOCITA' SPIEGA L'INADEGUATEZZA DELLA PRECEDENTE MIGRAZIONE IN PROFONDITA'.



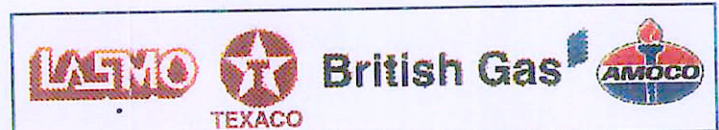
**MIGRAZIONE PRE-STACK IN PROFONDITA' (FUNZIONE VELOCITA' SISMICA COSTANTE LATERALMENTE, ESPRESSA IN PROFONDITA')**

- LA FUNZIONE VELOCITA' IMPIEGATA E' QUELLA MISURATA IN POZZO.
- LA FUNZIONE E' CORRETTA PER IL POZZO, MA PERSISTE L'INCONGRUENZA TRA I DATI SISMICI E STRATIGRAFICI.



**MIGRAZIONE PRE-STACK IN PROFONDITA' (FUNZIONE VELOCITA' SISMICA CON VARIAZIONI LATERALI ESPRESSA IN PROFONDITA', AMOCO)**

- RISULTA CHIARO PERCHE' IL POZZO PRE-ESISTENTE HA MANCATO L'OBBIETTIVO MINERARIO.
- IL POZZO DI SCOPERTA, PERFORATO DALLA AMOCO, E' STATO UBICATO USANDO QUESTA SEZIONE SISMICA.



ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI DENOMINATA

**ESEMPIO DI MIGRAZIONE IN PROFONDITA' TECNOLOGIA AMOCO**

FEBBRAIO 1994

ALLEGATO

## LEAD RISK

LEAD	PRESENT										PRE-DRILL											
	PLAY CHANCE		LEAD SPECIFIC RISK					LEAD CHANCE			RATIO		PROSPECT SPECIFIC RISK					PRE-DRILL PROSPECT CHANCE		RATIO		
	CHANCE		RES.	SEAL	TRAP	SRC/MIG	OVERALL	CHANCE			RES.	SEAL	TRAP	SRC/MIG.	OVERALL	CHANCE						
A1	0.56		0.60	0.70	0.40	0.40	0.067	0.037	1 in 27	0.8	0.8	0.6	0.45	0.17	0.095							
A2	0.48		0.70	0.70	0.40	0.078	0.037	1 in 27	0.8	0.8	0.6	0.55	0.21	0.100								
A3	0.72		0.70	0.80	0.55	0.169	0.12	1 in 8	0.8	0.8	0.6	0.60	0.23	0.166								
A4	0.72		0.70	0.80	0.55	0.169	0.12	1 in 8	0.8	0.8	0.6	0.60	0.23	0.166								
A5	0.54		0.70	0.80	0.40	0.112	0.06	1 in 17	0.8	0.8	0.6	0.55	0.21	0.113								
B6	0.64		0.65	0.80	0.65	0.152	0.08	1 in 13	0.8	0.8	0.6	0.50	0.19	0.122								
B7	0.64		0.60	0.80	0.60	0.115	0.07	1 in 14	0.8	0.8	0.6	0.45	0.17	0.109								
B8	0.56		0.60	0.80	0.50	0.096	0.054	1 in 18	0.8	0.8	0.6	0.45	0.17	0.097								
B9	0.56		0.65	0.80	0.45	0.105	0.059	1 in 17	0.8	0.8	0.6	0.50	0.19	0.108								
B10	0.56		0.65	0.80	0.30	0.062	0.035	1 in 29	0.8	0.8	0.6	0.45	0.17	0.095								
C11	0.36		0.70	0.80	0.50	0.168	0.06	1 in 17	0.8	0.8	0.6	0.65	0.25	0.090								
C12	0.48		0.70	0.80	0.30	0.084	0.04	1 in 25	0.8	0.8	0.6	0.55	0.21	0.100								

MEAN = 0.067 1 in 15

MEAN = 0.106 1:9



# SOTTOPROGETTO

## ANALISI DEI RISCHI

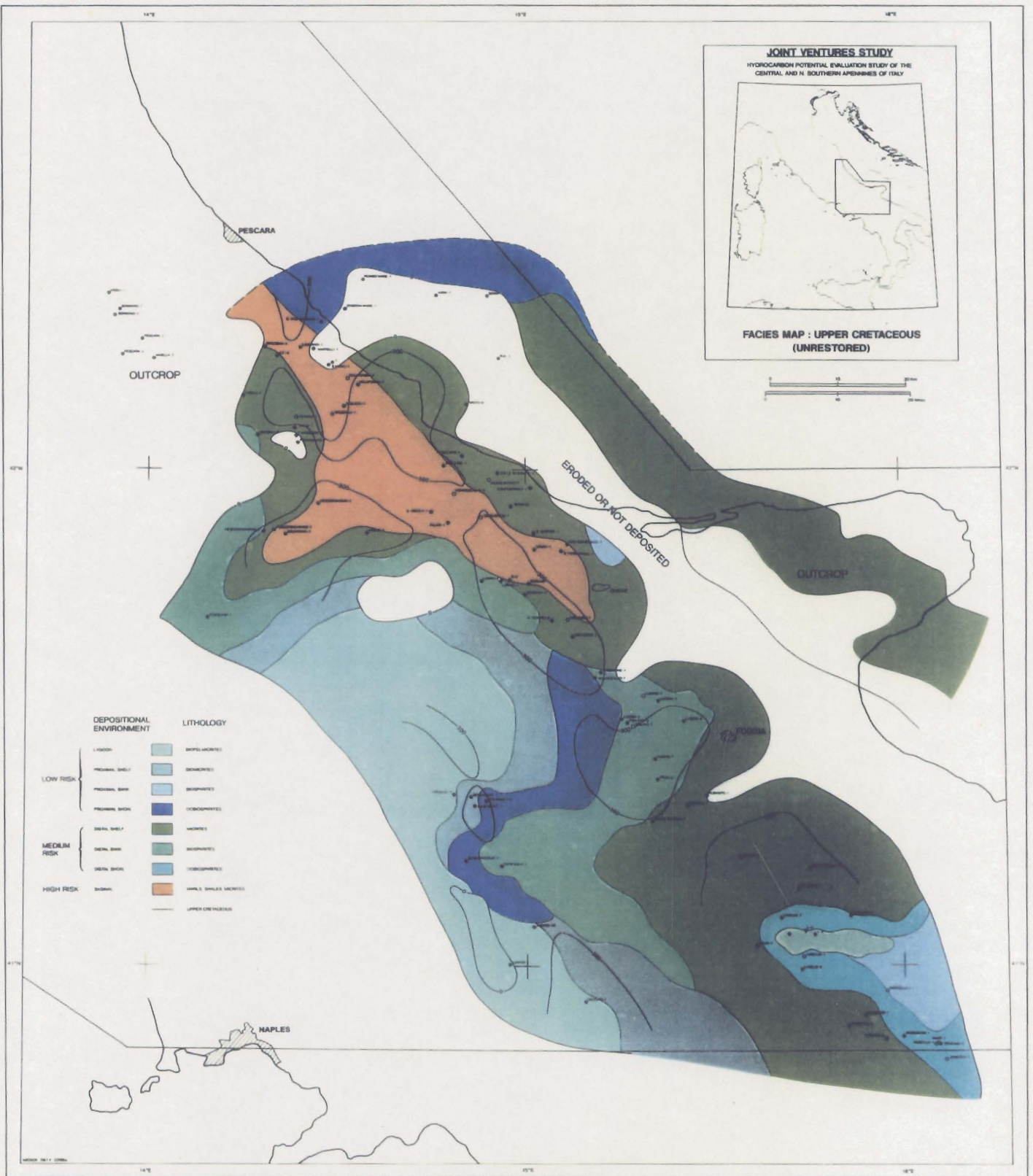
Una volta completata la valutazione tecnica di ciascuno degli elementi che costituiscono il "petroleum system": roccia madre, roccia serbatoio e roccia di copertura, all'interno dell'area di studio sono state definite delle aree chiuse, ciascuna delle quali è stata classificata, per il medesimo elemento, con diversi fattori di rischio.

Le carte dei rischi per i tre diversi elementi (roccia madre, serbatoio e copertura), sono state quindi unificate per produrre la cosiddetta "Play fairway map", cioè una carta che rappresenta quantitativamente il grado di affidabilità complessivo dei tre elementi.

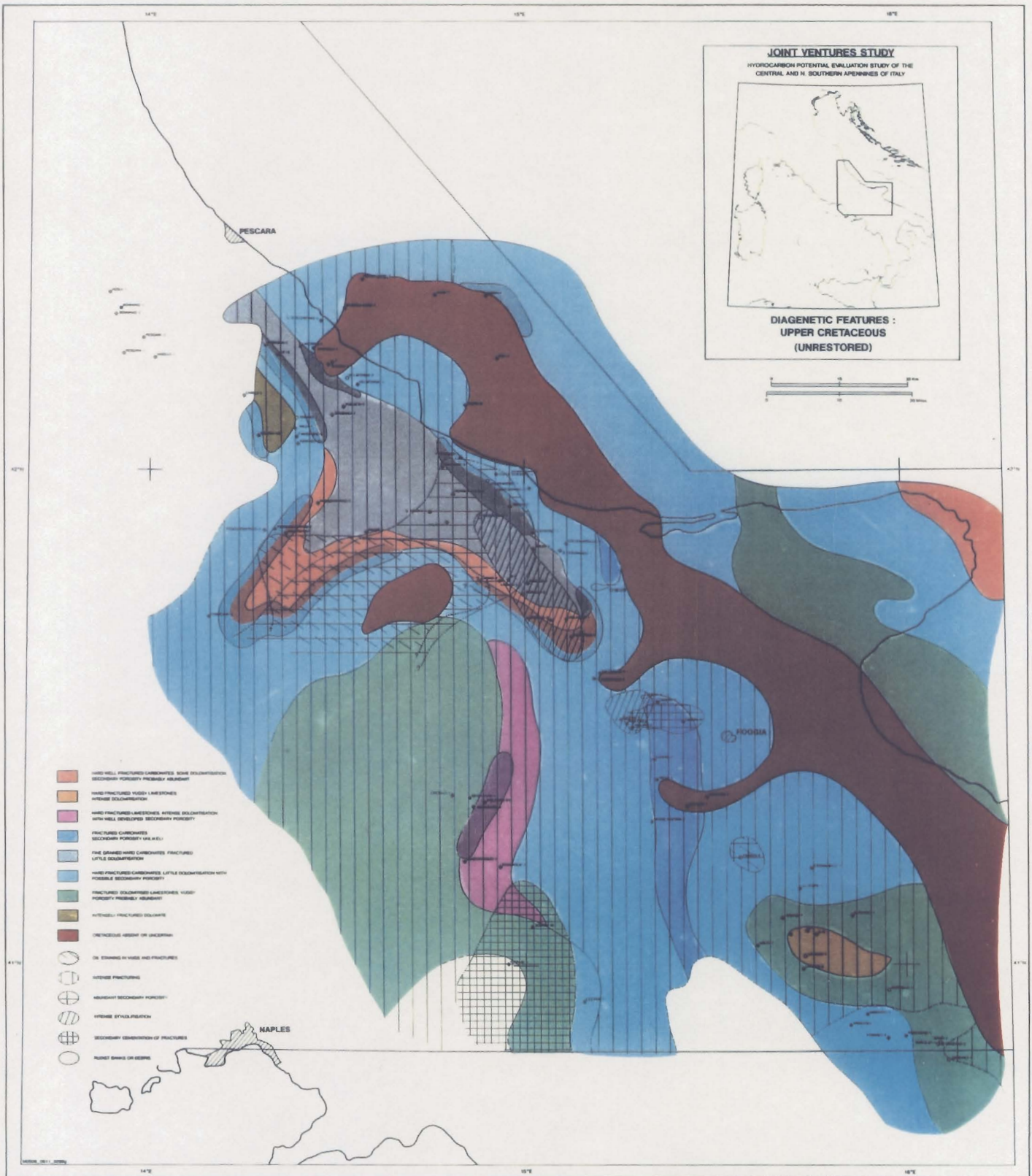
Successivamente la "play fairway map" è stata integrata con la carta strutturale (anch'essa suddivisa in fasce di rischio) al fine di ottenere una carta (rappresentata nella pagina seguente) dove l'area di studio è suddivisa in aree più piccole ciascuna con il suo fattore di rischio esplorativo. Sulla base di questa carta sono state selezionate le aree oggetto delle presenti istanze delle quali questo rapporto costituisce una parte integrante.

Nella figura della pagina successiva è riportata una tabella riassuntiva dei rischi esplorativi associati a ciascuno dei potenziali "leads" identificati nelle tre aree delle istanze Roccasicura, Duronia e Toro.

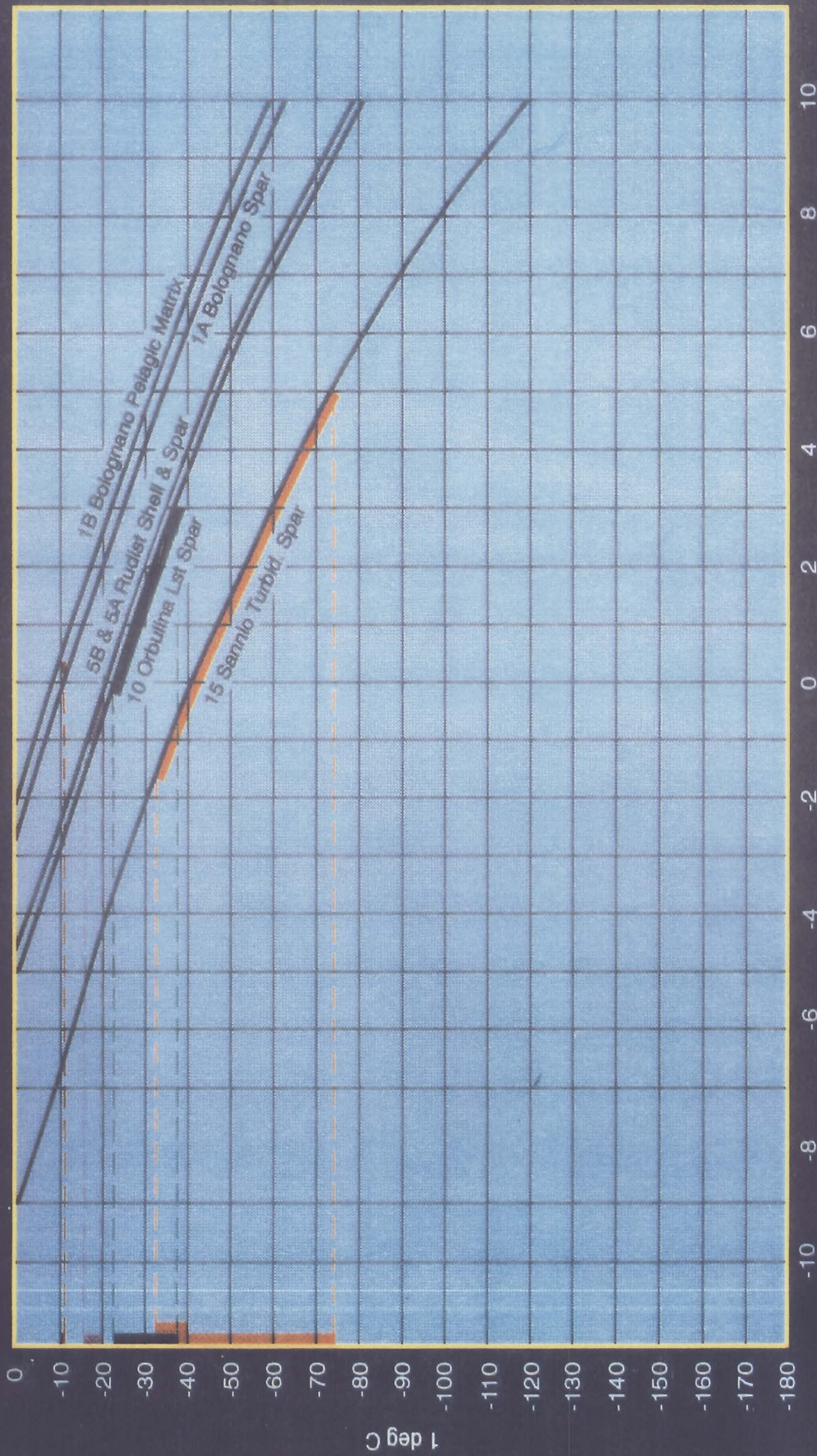


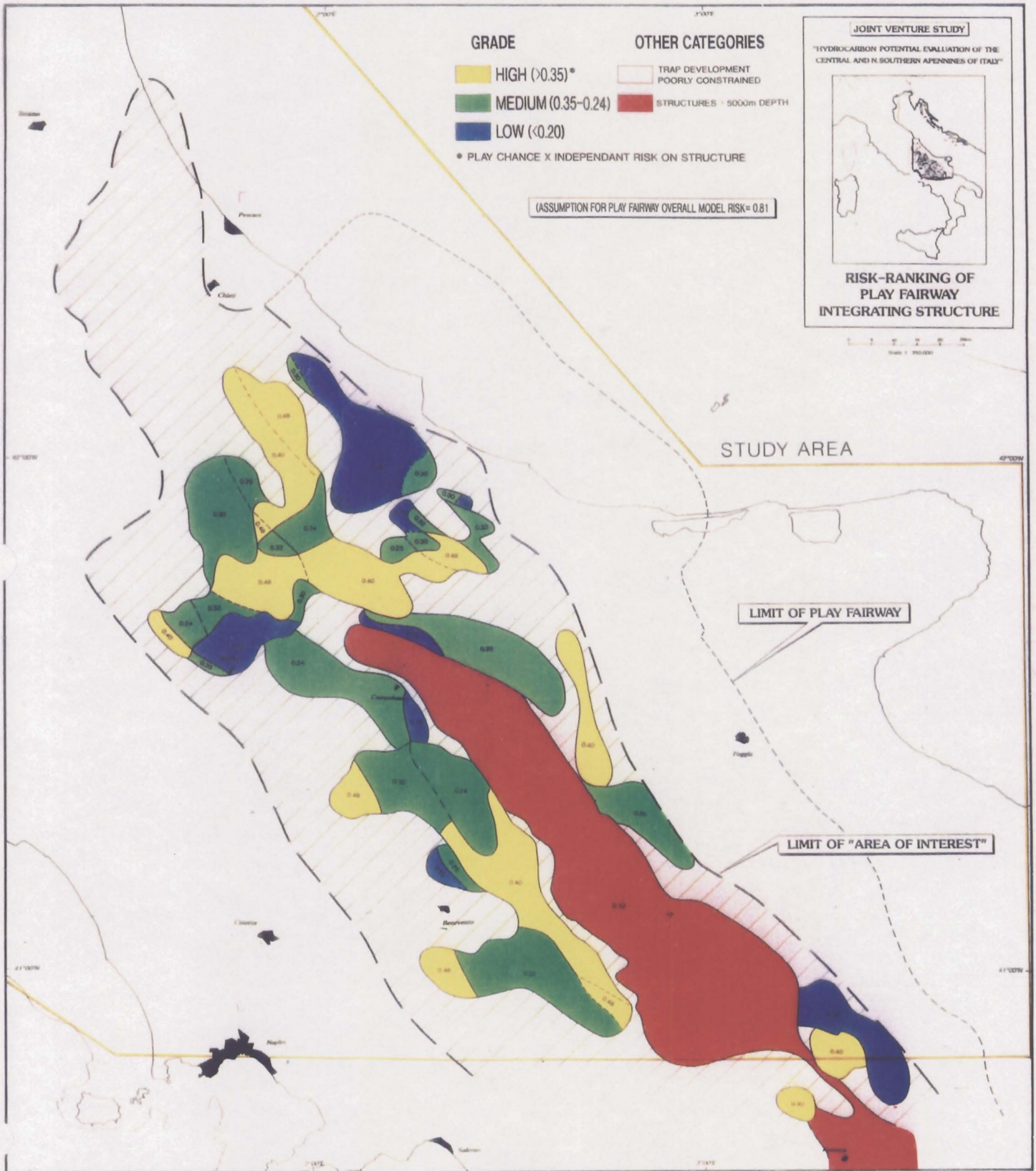






5118j





# SOTTOPROGETTO

## ANALISI ECONOMICA

Con la valutazione del rischio esplorativo si è conclusa la parte prettamente tecnica dello studio. Nella fase successiva si è passati quindi alla valutazione economica di un ciclo esplorativo completo basato sul calcolo del potenziale petrolifero dei "leads", o prospetti, identificati nell'area dello studio.

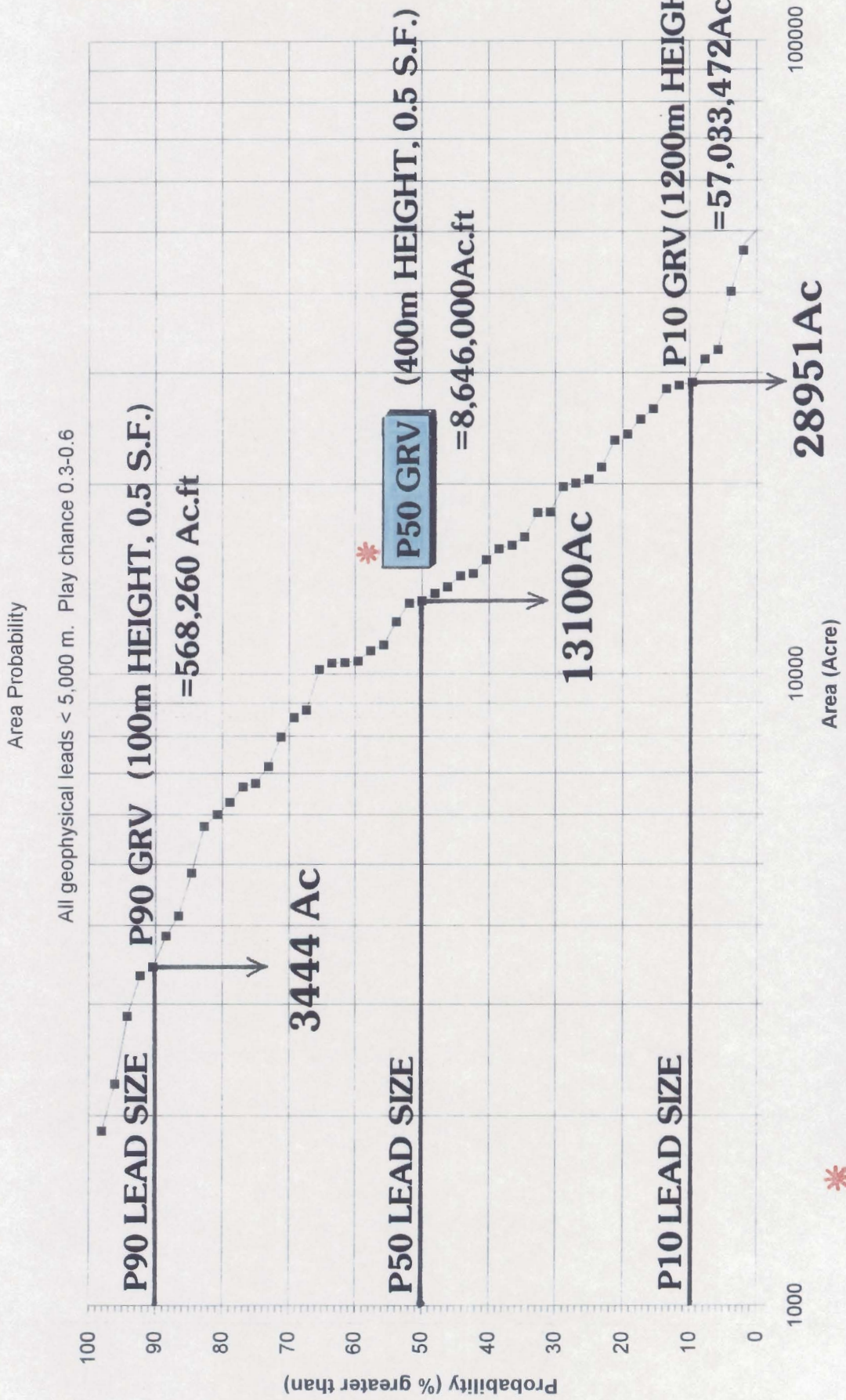
Il calcolo delle riserve è stato effettuato attraverso l'impiego di sofisticati metodi statistici utilizzati per la definizione dei volumi totali delle strutture, dei volumi di idrocarburi intrappolati e del fattore di recupero. Le riserve finali, moltiplicate per il fattore di rischio precedentemente calcolato, ha consentito di ipotizzare piani di sviluppo, con i relativi costi, e ipotetici profili di produzione, per giungere infine alla definizione della economicità del progetto esplorativo.

Nelle figure delle pagine seguenti sono rappresentate, a titolo esemplificativo, rispettivamente la distribuzione statistica dei volumi delle strutture identificate nelle tre istanze, l'analisi del fattore geometrico per i diversi tipi di trappole, ed infine la distribuzione delle riserve dei principali "leads" identificati.



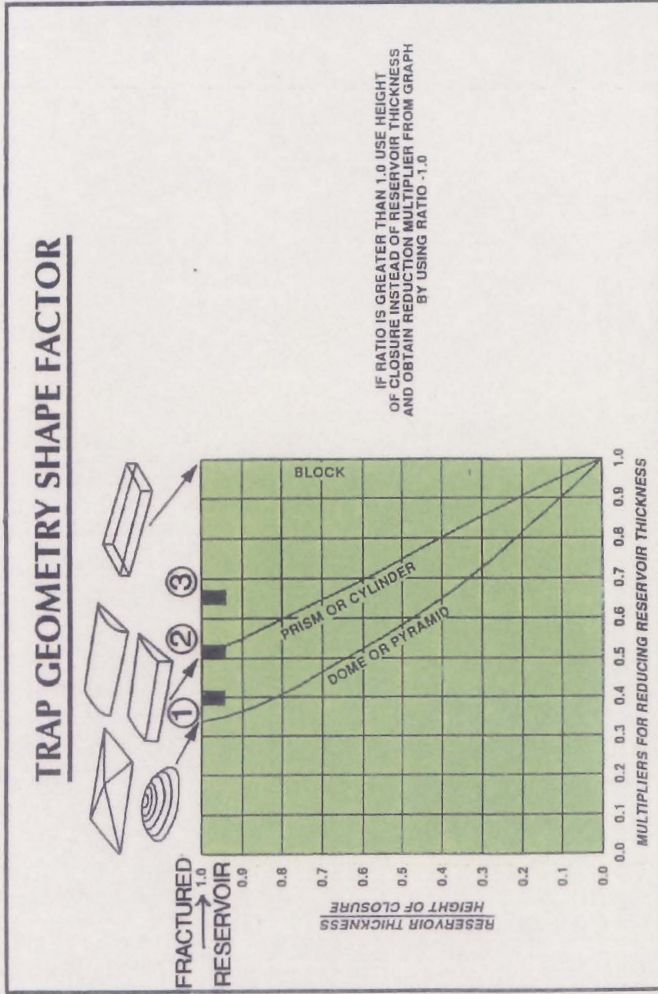
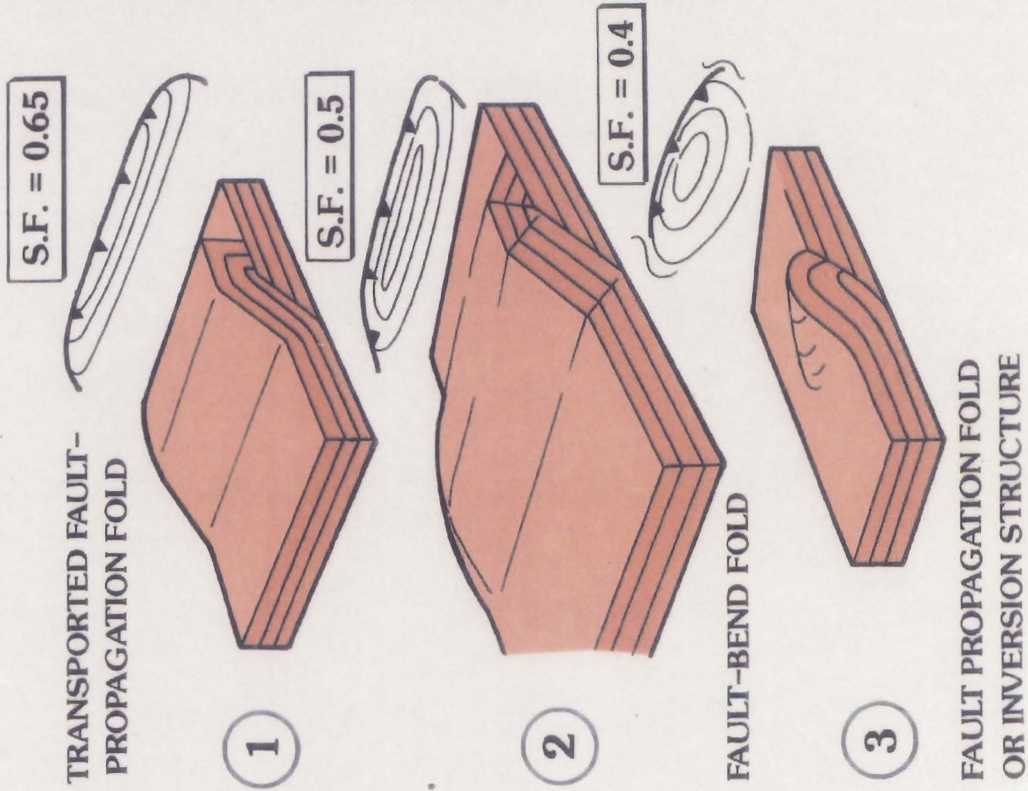
# ITALY: JOINT VENTURE STUDY

## LEAD SIZE DISTRIBUTION CURVE



GRV INPUT FOR VOLUMETRICS ON WHICH ECONOMICS RUN

# ITALY: JOINT VENTURE STUDY SHAPE FACTOR ANALYSIS



LEAD	RATIO
P90	0.095
P50	0.100
P10	0.136

$$\text{RATIO} = \frac{\text{VERTICAL CLOSURE HEIGHT}}{\text{SURFACE AREA}}$$



JVS Prospect Economics  
 Break-Even Curves  
 Mean Lead Volumes With Expected Oil Type

