



GULF ITALIA COMPANY

RISERVATO

STUDIO FOTOGEOLOGICO
PERMESSO MATERA

TESTO

RISERVATO

SEZIONE IDROCARBURI di NAPOLI	
- 4 SET. 1971	
Prot. N. 2633	
Sez. #193	Posiz. 42



GULF ITALIA COMPANY

= STUDIO FOTOGEOLOGICO =

PERMESSO MATERA

Dr. Pietro Dainelli

Dr. Alessandro Ercoli

GEOMAP FIRENZE, Aprile 1970

I N D I C E

1. - INTRODUZIONE
2. - METODOLOGIA E TECNICHE DI STUDIO
3. - CARTA GEOLOGICA
4. - STRATIMETRIA
5. - MORFOLOGIA
6. - ANALISI DELLE FRATTURE
7. - CONCLUSIONI

T A V O L E

	<u>Scala</u>
1. Carta geologica	1:50.000
2. Carta delle direzioni di strato	"
3. Carta del drenaggio	"
4. Capo totale delle lineazioni	"
5. Carta di densità del campo totale delle lineazioni	"

F I G U R E

	<u>Scala</u>
1. Carta di orientamento	1:1.500.000
2. Carta geologica semplificata	1: 200.000
3. Carta delle direzioni di strato	"
4. Forme strutturali principali da stratimetria	"
5. Carta altimetrica	"
6. Carta del drenaggio	"
7. Campo totale delle lineazioni	"
8. Carta di densità del campo totale delle lineazioni	"
9. Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato: area totale	"
10. Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato per unità di superficie di una tavoletta I.G.M.	"
11. Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato per unità stratigrafiche	"
12. Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato: diagrammi riassuntivi per età	"
13. Carta delle unità strutturali	"
14. Classificazione delle strutture superficiali	"

1 - INTRODUZIONE

Lo studio eseguito per conto della Gulf Italia Company si riferisce all'area comprendente il permesso Matera. Tale area di circa 1.700 kmq. di superficie, compresa tra 40°30' e 41°00" di lat. Nord, e 4°02' e 4°28' di long. Est Roma, interessa quasi completamente il foglio 189 ("Altamura") e buona parte del foglio 201 ("Matera") della Carta d'Italia al 100.000 dello I.G.M. (fig. 1). Morfologicamente la zona è compresa da Nord a Sud, tra la parte mediana delle Murge e il fiume Bradano.

La fotointerpretazione è stata eseguita su foto aeree alla scala 1:33.000 circa ed è stata l'unica fonte dei dati per la preparazione di alcune tavole e documenti di elaborazione (carta ed analisi del drenaggio, carta ed analisi delle fratture). Per quel che riguarda la carta geologica la fotointerpretazione è stata integrata e controllata dalla letteratura e cartografia esistente più recente (v. lista bibliografica).

Lo studio è indirizzato a servire la ricerca petrolifera cioè la valutazione delle possibilità di esistenza e di immagazzinamento di idrocarburi, ed è impostato secondo una procedura il cui scopo principale è quello di offrire il maggior numero di dati e di documenti in aggiunta alla geologia convenzionale che possano essere di utilità nell'interpretazione della struttura profonda, di dettaglio ed a scala regionale. Uno degli scopi dello studio è inoltre quello di assistere all'esplorazione petrolifera nelle sue diverse fasi, dalla ricognizione di campagna, alla investigazione geofisica e di perforazione, dando dei suggerimenti basati su elementi nuovi che possano in qualche modo indirizzare ed abbreviare queste diverse fasi della ricerca, e di conseguenza ridurre i costi. Il contributo che ci si è proposti di apportare con questa indagine verte pertanto sui punti seguenti:

- a) - Fornire una descrizione più completa della struttura di superficie per mezzo della carta delle direzioni di strato (Tav. 2, fig. 3), che integra il quadro classico fornito dalla carta geologica (Tav. 1), e del campo totale delle lineazioni (Tav. 4, fig. 7), che offre una descrizione d'insieme della componente disgiuntiva della struttura, componente che è considerata solo in forma molto sommaria nei documenti classici, mediante le faglie più evidenti.
- b) - Fornire elementi per un'analisi più completa della struttura, tale da coinvolgere uno spessore abbastanza rilevante della crosta e così permettere utili deduzioni in merito al rilievo strutturale in profondità, alle forze che hanno provocato le deformazioni ed alle direzioni prevalenti in cui esse hanno agito. Rispondono particolarmente a questo scopo le elaborazioni semiquantitative delle lineazioni (Figg. 9, 10, 11 e 12) ed i confronti istituiti fra le varie componenti della struttura, nonché con le risultanze dello studio morfologico.
- c) - Fornire elementi nuovi sull'importanza e sulla forma di movimenti recenti quali indizi di attività tettonica in atto che possano essere di una certa importanza agli effetti della comprensione della dinamica attuale dei fluidi in profondità. Rispondono a questo scopo, oltre alla analisi delle lineazioni riferita ai terreni più giovani, gli studi sul rilievo topografico (fig. 5) e sul reticolo idrografico (Tav. 3, fig. 6).

Più che nelle risultanze singole di ciascuna delle tre classi principali di dati (Stratimetria, Lineazioni, Morfologia superficiale), la caratteristica essenziale del metodo adottato (vedi capitolo seguente) per gli scopi della nostra investigazione, deve vedersi nella ricerca di fattori comuni fra le dette classi e tali da poter essere riferiti a qualche caratteristica strutturale pertinente al problema.

Lo studio ha avuto inizio nel dicembre 1969 ed è stato terminato alla data di questo rapporto.

2 - METODOLOGIA E TECNICHE DI STUDIO (°)

L'aspetto essenziale del nostro metodo per l'investigazione della struttura dai dati di superficie si basa sul coordinamento dei risultati di tre diverse linee di approccio.

- A) - Studio delle forme delineate dalle direzioni di strato e dalla litologia.
- B) - Studio degli aspetti della morfologia superficiale, con in primo luogo quello relativo al reticolo idrografico.
- C) - Studio dei fasci di lineazioni visibili sulle foto aeree ed interpretati con procedimenti analitici e statistici.

La chiave per il coordinamento di questi tre gruppi separati di dati, è un sistema di confronto di simboli lineari che permette il riconoscimento di forme e di relazioni simmetriche comuni a due o più gruppi di dati. Un assunto basilare è che certi orientamenti e certe relazioni di simmetria riconoscibili nelle forme superficiali, sono espressioni di condizioni strutturali profonde. Nella fase conclusiva assume grande importanza il processo di eliminazione di anomalie o interpretazioni strutturali che non appaiono abbastanza coerenti con i dati forniti da una o due delle linee di approccio menzionate. La massima importanza ed attendibilità, quindi, viene conferita a quelle forme che siano convalidate da tutte e tre i tipi di approccio, A-B-C, e siano concordanti con le conoscenze geologiche di base della area di studio.

A) - La litologia e le direzioni di strato offrono informazioni essenziali sia su forme strutturali regionali sia sulle strutture di dettaglio dello spessore più superficiale nelle zone di chiaro affioramento. Semplici procedimenti statistici applicati

(°) Questo capitolo, essendo di contenuto generale, è in gran parte elaborato da precedenti rapporti e pubblicazioni.

ai dati stratimetrici (direzioni di strato e pendenze), permettono un'analisi semiquantitativa della struttura superficiale, mettendo in rilievo le partizioni strutturali, e risultano di grandissima utilità per il confronto con i dati della fratturazione.

La litologia ed i dati stratimetrici, comunque, possono diventare altamente scarsi o dubbi in aree con forti spessori di sedimenti recenti o con una abbondante copertura di depositi inconsolidati. In tali aree lo studio degli aspetti della morfologia superficiale, come le forme evolutive del drenaggio, le anomalie altimetriche, i pendii topografici, le scarpate, le aree con rilievo positivo o negativo confrontate con i rari dati stratimetrici, con gli allineamenti del drenaggio e con le fratture, può condurre ad importanti deduzioni di carattere strutturale.

B) - L'analisi strutturale del reticolo idrografico è basata sulla estrema sensibilità del drenaggio alle pendenze regionali, a fatti strutturali locali, a variazioni litologiche ed ai movimenti verticali più recenti. La relazione fra il livello di base e la lunghezza delle branche di un corso d'acqua, o dei corsi d'acqua di un bacino, viene messo a confronto con le condizioni litologiche per trarre delle deduzioni sull'assetto strutturale e sui movimenti recenti. Certi effetti direzionali sul drenaggio sono generalmente prodotti dalla disposizione delle teste di strato e/o da sistemi di fratture. Gli effetti della stratificazione, anche non differenziata, sono generalmente riconoscibili sulle foto aeree, così che gli altri effetti possono essere riferiti ai sistemi di frattura, anche dove una evidenza diretta non è controllabile. Questo ragionamento a sua volta può essere applicato nella fase interpretativa dei fasci di fratture.

Forme circolari del drenaggio, forme radiali centrifughe o centripete, deviazioni anomale, forme convergenti con larghi accumuli di depositi alluvionali, possono rivelare movimenti verticali differenziali o una disposizione particolare degli strati che possono avere un significato importante per la ricerca

e la definizione della struttura locale. Tali condizioni possono essere studiate mettendole in relazione con i pochi dati stratimetrici esistenti, con livelli guida frammentari o non correlati, con particolari densità di fratturazione e fasci di fratture di spiccata individualità.

C) - Le tecniche dell'analisi delle lineazioni sono assai recenti e sono soggette ad una rapida evoluzione. Quelle usate in questo studio sono originali e sono state da noi ampiamente sviluppate e largamente sperimentate su più di un milione di chilometri quadrati in Africa, Medio Oriente, Europa, Sud e Nord America.

Uno degli assunti fondamentali dell'interpretazione delle lineazioni da foto aeree è che queste forme siano espressione di una deformazione che interessa un ragguardevole spessore di rocce sotto la superficie attuale. Si presume inoltre che sia possibile, attraverso un'analisi accurata, separare parzialmente famiglie, sistemi o fasci di tali lineazioni e di poter correlare alcuni di essi a famiglie, sistemi o fasci di forme strutturali sepolte.

Il procedimento consiste essenzialmente nell'annotazione allo stereoscopio, con simboli appropriati, di faglie, diaclasi, fratture iniettate o riempite, allineamenti di dettagli morfologici, lineazioni e striature. In altre parole esso consiste nel selezionare tutte le forme che hanno in comune la peculiarità di intersecare il piano orizzontale con una linea pressoché dritta. Il postulato di base per una tale scelta è che le deformazioni "ad alta velocità", della crosta, come è appunto il caso della fratturazione, al contrario di quanto accade per le deformazioni "a bassa velocità", sono espresse in superficie da linee pressoché dritte. Un certo numero di forme lineari, inesatte o comunque non corrispondenti ai fatti disgiuntivi di cui sopra, possono venire facilmente eliminate dal quadro completo ottenuto, mentre un certo numero può rimanere come disturbo di fondo. Fra queste ultime possiamo annoverare le forme da erosione eolica, come le più comuni. L'esperienza del fotointerprete è uno dei mezzi più efficaci per minimizzare tali effetti di disturbo; altri procedimenti, normalmente

uniti all'analisi statistica, per la conoscenza degli agenti dinamici dominanti nell'area, possono assicurare delle "tecniche di filtraggio" che permettono di ottenere un campo totale delle fratture abbastanza ripulito dagli effetti dinamici superficiali.

Uno dei primi elaborati che si ottengono dal campo totale delle lineazioni è rappresentato dalla "Carta di densità del campo totale" (Tav.5, fig. 8), che definisce, con livelli tonali equivalenti ad una scala quantitativa, la distribuzione della densità delle lineazioni nell'area studiata, senza tener conto della loro direzione.

Il valore di questa "Carta della densità" per l'interpretazione strutturale può essere senz'altro assai elevato se il provvedimento di raccolta dei dati ci può assicurare una uniformità accettabile per tutta l'area di studio. Dobbiamo riconoscere però che vari fattori possono dare una deformazione del quadro d'insieme, come la scala e la qualità delle fotografie aeree ed i mezzi usati. Inoltre, mentre l'insieme della frequenza relativa (vedi più avanti i "Diagrammi della distribuzione azimutale"), cambia assai poco da un osservatore qualificato ad un altro, la densità è affetta in maniera assai più rilevante da fattori personali. L'alta specializzazione del fotointerprete e la sempre maggiore standardizzazione e automatizzazione delle tecniche di analisi dei dati riducono però al minimo la possibilità di incongruenze all'interno di un'area che sia stata annotata dallo stesso operatore. Più difficile è il confronto tra aree diverse anche se adiacenti, specialmente se le foto aeree sono sostanzialmente differenti in scala ed in qualità, e se i fotointerpreti ed il processo di annotazione ed interpretazione sono diversi. Spesso però il confronto può ottenersi con un semplice spostamento di scala dei livelli mappati per un valore costante.

Presupponendo che i dati di base sull'area dello studio siano ragionevolmente uniformi. La carta di distribuzione della densità può essere considerata come un documento che rappresenta effetti di varia origine (principalmente le proprietà meccaniche, la va-

ria età delle formazioni affioranti, il tipo e le dimensioni della struttura locale). Come regola generale le aree dove sono presenti deformazioni tensionali sono più ricche di fratture e lineazioni visibili che non quelle dove si abbia compressione gravitazionale, come per esempio le zone centrali delle sinclinali. Altri aspetti comunemente osservati sono i massimi assoluti di densità sui fianchi di strutture positive molto grandi ed in corrispondenza di ripidi gradienti delle anomalie di Bouguer. In conclusione, come risultato di questa analisi, importanti forme strutturali sepolte sotto coperture di sedimenti relativamente recenti, povere di forme superficiali, possono essere messe in evidenza come anomalie di densità.

Ulteriori informazioni di tipo più dettagliato si ottengono poi attraverso un'analisi del campo totale delle lineazioni, prendendo in considerazione lo azimut delle lineazioni stesse e la loro associazione. Nella maggior parte dei casi il quadro offerto dal "Campo totale delle lineazioni", è così denso e ricco di elementi che l'analizzarlo senza un metodo logico e statistico porterebbe ad un numero quasi infinito di possibili combinazioni ed interpretazioni. Le tecniche moderne, sviluppate ed applicate in fisica, biologia, ed altri campi della Scienza, offrono mezzi efficienti ed appropriati al nostro scopo.

I dati di base ci vengono forniti sotto forma di diagrammi di frequenza, nei quali la curva integrata è equivalente ad istogrammi di 16 classi di azimut ($11^{\circ} 15'$ per classe), dove i valori assoluti sono stati ridotti a percentuali. Una prima analisi territoriale è rappresentata da diagrammi di distribuzione azimutale riferiti ai riquadri corrispondenti alla superficie di una tavoletta I.C.M. (fig. 10) e da un diagramma riferito alla area totale (fig. 9). Viene inoltre eseguito un computo successivo per divisioni dell'area in "unità stratigrafiche" (fig. 11).

Questa rappresentazione di frequenze azimutali relative, è indipendente dalla densità considerata in precedenza. La distribuzione statistica delle frequen

ze azimutali relative ci permette di riconoscere e determinare un numero limitato di direttrici di linee ben definite e di particolare significato. In generale i nomi "Dominante", "Secondaria", "Subordinata", vengono dati ai sistemi di linee individuali statisticamente e classificati in base alla loro frequenza relativa e non hanno necessariamente implicazioni di carattere strutturale. E' soltanto dopo che è stato trovato un certo legame fra queste direttrici statisticamente individualizzate e certe direttrici strutturali note, che i nomi statistici vengono sostituiti con altri che comportano un legame ben più stretto e riconosciuto con la struttura.

Le laboriose operazioni di computo indispensabili per la preparazione dei documenti di base, come i diagrammi della distribuzione azimutale e la carta della densità, sono state praticamente assai abbreviate con l'introduzione di nuovi equipaggiamenti e strumenti ottici ed elettrici, originali ed esclusivi, studiati e sviluppati dal Prof. E. Marchesini.

3 - CARTA GEOLOGICA

La Carta Geologica è stata costruita in un unico foglio su una base alla scala di 1:50.000 appositamente preparata. I dati geologici e stratimetrici riportati su tale base sono stati ottenuti prevalentemente da fotointerpretazione, integrati dal materiale bibliografico più recente e controllati con la cartografia ufficiale pubblicata.

Con la fotointerpretazione eseguita sulle coppie stereoscopiche alla scala approssimata di 1:33.000 si è cercato di ottenere la maggior quantità di dati, particolarmente nella parte più estesamente coperta dai terreni mesozoici. Date le caratteristiche della struttura superficiale di questi terreni nell'area di studio, infatti il dettaglio geologico di campagna si perde spesso in una minuziosa descrizione di dati stratimetrici locali che non sempre riescono a descrivere le forme essenziali della struttura.

Nell'annotazione delle foto aeree è stata rivolta particolare attenzione alla ricerca di possibili livelli caratteristici nell'ambito dei terreni calcarei in modo da poter dare una qualunque indicazione originale, particolarmente utile per individuare possibili cambiamenti di facies. Per quanto riguarda la copertura sedimentaria quaternaria ci siamo limitati ad annotare le indicazioni morfologiche più importanti e le poche notizie stratimetriche riconosciute, non dedicandoci alla delimitazione delle varie formazioni dal momento che ciò ci è sembrato esulare dal campo della ricerca.

I dati stratimetrici e geologici di superficie (direzioni di strato, pendenze, limiti di formazioni, livelli guida correlati e non, faglie), sono stati classificati e rappresentati con la legenda comunemente usata in fotogeologia. I dati bibliografici sono serviti per dare un valore quantitativo più

preciso alla informazione ottenuta dalla fotointerpretazione. Le pendenze di strato con il lato dell'immersione indicato da un punto si riferiscono in particolare a quei dati che sono stati individuati attraverso condizioni morfologiche locali, senza che gli strati rocciosi fossero chiaramente visibili. Esse sono, evidentemente, più abbondanti nella area degli affioramenti argillosi quaternari e nelle aree settentrionali di affioramento dei calcari a topografia poco mossa. Per la determinazione di questi dati, come per alcuni livelli guida in una stessa formazione si sono presi in considerazione aspetti morfologici individuali, ma correlabili per forme e per diversità di toni di colore o per particolari aspetto superficiale, che solo attraverso una visione d'insieme delle foto aeree potevano venire riconosciuti.

Le direzioni di strato con immersione non definita sono frequenti nelle aree di affioramento dei calcari dove questi sono stati spianati dall'abrasione marina, la quale mette in evidenza la traccia della direzione di strato ma toglie la possibilità di sfruttare la morfologia per attribuire il senso dell'immersione. In alcuni casi esso può risultare evidente dalla correlazione con dati adiacenti, più sicuri (vedi carta delle direzioni di strato, Tav. 2).

La distinzione delle formazioni per età è quella ufficiale della cartografia pubblicata e della bibliografia esistente. I limiti tra le due formazioni calcaree, essendo determinati in special modo da strati guida, sono suscettibili di leggere variazioni in base al lavoro di campagna.

Dallo studio fotogeologico nel suo complesso, possiamo quindi descrivere la seguente serie stratigrafica, relativa all'area in esame, dal basso verso l'alto.

CRETACEO

Turoniano-Cenomaniano (C₁) "Calcari di Bari"
E' rappresentato da calcari detritici in strati o

banchi, talora assai fini, di colore biancastro e più raramente grigio chiaro, giallastro o rosato, con microforaminiferi, alghe calcaree e, in qualche livello grossi lamellibranchi e gasteropodi. Irregolarmente alcuni livelli si presentano dolomitizzati con possibile presenza di Ostracodi ed Ophtalmididae. Da questi elementi si deduce che si tratta di una formazione depositatasi in ambiente neritico con oscillazioni di livello. Il letto di questa formazione non affiora mai, neanche fuori dell'area di studio e il suo spessore totale è ritenuto dell'ordine dei 2.000 metri. Sono descritti dalla letteratura 4 livelli fossiliferi il più alto dei quali ("livello Toritto") dovrebbe correre, nella parte più settentrionale del lavoro, parallelamente al contatto tra "C₁" e "C₂", qualche kilometro a Sud della cittadina omonima. La limitata estensione dell'affioramento del calcare di Bari, nella nostra area, e lo scarso rilievo morfologico non hanno permesso di localizzare tale livello sulle foto aeree.

Il tetto della formazione è formato da una serie potente alcune centinaia di metri, di calcari lastri formi ("Chiancarelle") e il contatto con C₂ è spesso segnato da una breccia calcarea, potente alcune decine di metri descritta tra Monopoli ed Ostuni. Il "Calcare di Bari" è stato distinto in passato in due termini: "Calcare di Bitonto" e "Calcare di Minervino". Sembra che tale distinzione di litofacies si sia dimostrata inattuabile su larga scala, ed è comunque inattuabile con le fotografie aeree.

Da un punto di vista fotogeologico la distinzione tra le due formazioni calcaree cretacee non è evidente. Solo i dati pubblicati provenienti da rilevamento sul terreno e successivamente la generalizzazione delle direzioni di strato hanno potuto permettere il tracciamento del probabile limite formazionale. Il "Calcare di Bari" si presenta generalmente di colore grigio chiaro e la stratificazione è ben distinguibile solo nei rari alti topografici e strutturali dell'angolo nord-occidentale.

Senoniano (C₂) - "Calcarea di Altamura"

E' costituito prevalentemente da una sequenza di banchi o strati formati dai seguenti tipi litologici alternanti:

- calcari detritici a grana fine o meno fine, a Oph-talmididae Ostracodi ed alghe,
- calcari ceroidi a rudiste,
- calcareniti a rudiste,
- calcari grossolanamente detritici con frammenti di rudiste,
- calcari incrostanti rossastri, terrosi,
- livello calcarea a Peneroflidi.

Uno spessore aggirantesi sul centinaio di metri di dolomie grigio scure è citato dalla bibliografia ed è stato riconosciuto in campagna dai geologi Gulf, in particolare nell'area di Laterza, nella parte meridionale della struttura di Matera. Questo livello non è stato delimitato sulle fotografie aeree perchè non presenta differenze morfologiche e tonali che lo distinguono dal resto del calcarea di Altamura. La sua posizione è ritenuta al tetto della formazione, cosa che sembra confermata dalla stratimetria (fig. 3).

Lo spessore totale del calcarea di Altamura è ritenuto dell'ordine del migliaio di metri, benché non sia possibile stabilirne il tetto.

La presenza di calcari terrosi rossastri indica la episodica e ripetuta emersione. La formazione, in tutta l'area in studio è stata interessata da ripetuti cicli di erosione marina, denotati da alcuni ordini di terrazzi.

Dalle fotografie aeree la stratificazione appare abbastanza evidente e netta nelle aree morfologicamente incise. Non così evidente risulta nelle aree di abrasione marina e dove le pendenze di strato sono lievi. Il tono è grigio chiaro.

QUATERNARIO

Questi terreni occupano tutta l'area a SSE di Altamura (se si esclude la struttura di Matera) e in parte ricoprono anche limitate zone degli affioramenti cretacei settentrionali. Come già detto precedentemente non sono state distinte le varie formazioni del Quaternario perchè di scarso interesse e di difficoltosa delimitazione. Per una migliore definizione di queste rimandiamo alla cartografia ufficiale. Abbiamo tuttavia cercato di distinguere due gruppi fondamentali corrispondenti grosso modo a due cicli, uno prevalentemente marino-transizionale (Pleistocene) e uno prevalentemente continentale (Olocene).

Pleistocene (Qc)

E' costituito da varie formazioni di origine marina e continentale che possono essere così riassunte.

- Direttamente a contatto dei calcari Mesozoici, e trasgressivi su di essi, si riscontrano dei depositi calcareo-arenacei e calcareo-arenacei-argillosi bianchi e giallastri (Tufi delle Murge) fossiliferi ad Ostrea e Pecten che localmente si presentano con componente argillosa molto alta. Di spessore limitato, riempiono vaste depressioni come quella tra Cassano delle Murge e Acquaviva delle Fonti, e quella di Gioia del Colle. Si presentano di colore bianco-grigio con morfologia arrotondata.
- Nella zona tra la struttura di Matera e gli affioramenti cretacei settentrionali ha larga distribuzione una formazione prevalentemente argillosa (argille di Gravina) con intercalazione calcarenitiche fini (Tufo di Gravina) che poggiano direttamente sui calcari cretacei della fascia pedemontana delle Murge. Hanno talora morfologia calancoide ed è raro riuscire a distinguere un andamento stratimetrico.
- Ad esse seguono sabbie calcareo-quarzose con intercalazioni calcarenitiche (sabbie di M.te Morano e calcareniti di M.te Castiglione) di esiguo spessore, che chiudono il ciclo marino-calabriano.

- Seguono due formazioni continentali formate da sabbie quarzose-micacee (sabbie dello Staturo) con intercalazioni argillose, e da puddinghe poligeniche (conglomerati di Irsina). Ambedue questi depositi sono terrazzati e poggiano sulla superficie di regressione calabriana. Ai piani di terrazzamento sono riferite infatti molte delle informazioni stratimetriche riportate in carta.
- Nella parte più meridionale dell'area, verso la costa ionica, e precisamente all'altezza di Montescaglioso, appaiono dei depositi marini in terrazze a varie quote, formati da sabbie, calcareniti e ghiaie con costante immersione a SE.
- Sempre al Pleistocene sono attribuibili dei depositi ciottoloso-sabbiosi e siltosi di origine lacustre o fluvio-lacustre. Non è facile la distinzione di tali depositi da quelli propriamente fluviali e tanto meno la distinzione nell'ambito delle Terrazze.

OLOCENE (Qal)

In questo gruppo sono stati raccolti tre tipi di depositi continentali:

- parte dei depositi lacustri e fluvio-lacustri, che non sono stati distinti nella precedente partizione, ma sicuramente di età più giovane.
- i lembi di depositi alluvionali depositi nei solchi erosivi ("lame") e in terrazze sui fianchi di questi solchi, formati da ciottoli calcarei e da materiali terrosi originatisi dalla disgregazione dei calcari e dei Tufi delle Murge.
- i depositi alluvionali recenti ed attuali, spesso terrazzati, di origine limno-fluviale.

4 - STRATIMETRIA

I dati stratimetrici riportati sulla carta geologica si possono distinguere in due classi:

- Ad una prima classe con grado di attendibilità alto, appartengono le pendenze di strato che sono state direttamente osservate come tali da foto aeree e il cui valore di pendenza è stimato secondo una certa scala di approssimazione e talora controllato dai dati bibliografici e di campagna.
- Ad una seconda classe appartengono tutte quelle pendenze che si riferiscono particolarmente ai terreni calcarei morfologicamente poco mossi e a quelli predominantemente argillosi del Pleistocene e che sono basate su caratteristiche del modellato più che sulla visione diretta degli strati. Benché l'attendibilità di singole osservazioni di questo genere sia talvolta assai bassa essa diviene accettabile quando numerose osservazioni risultino coerenti fra loro. Queste sono state distinte anche graficamente sia sulla carta geologica (Tav. 1) che sulla "Carta delle Direzioni di strato" (Tav.2, fig. 3) che analizzeremo qui di seguito.

La "Carta delle direzioni di strato" è stata compilata utilizzando i dati di direzione ed immersione di strato provenienti esclusivamente dalla fotointerpretazione.

Sulla carta sono inoltre riportate tutte le faglie significative che sono state cartografate anche sulla carta geologica, in modo da aiutare la comprensione delle forme strutturali.

La carta deriva da un processo di generalizzazione e coordinazione dei dati inteso a mettere in evidenza l'andamento della struttura in maniera simile al metodo degli orizzonti nei profili sismici. La

approssimazione e l'utilità di un tale tipo di rappresentazione dipendono molto dalla densità dei dati di informazione che nell'interpretazione fotogeologica sono tanto più abbondanti quanto più le formazioni sono distintamente stratificate. Nel nostro caso infatti le forme sono sempre meglio definite in corrispondenza di affioramenti calcarei. Gli assi delle strutture, sia positive che negative, completano infine il quadro derivante dai dati stratimetrici ed individualizzano i sistemi di piegamento principali e le forme di dettaglio di questi sistemi.

Tutti gli elementi che contribuiscono alla composizione di questa carta delle direzioni di strato, comprese le faglie e gli assi delle strutture offrono un quadro generale della nostra area di studio. Un tipo di informazione più generalizzata e sintetica che aiuta nella definizione dell'andamento strutturale più superficiale delle formazioni affioranti è fornito poi dai diagrammi di distribuzione azimutale delle direzioni di strato che sono rappresentati unitamente alle fratture nelle figure 9, 10, 11 e 12, rispettivamente per l'area totale, per unità di una tavoletta IGM, per unità stratigrafiche e per età.

Come prima osservazione derivante dal diagramma per l'area totale, si può notare come la stragrande maggioranza delle direzioni di strato sia orientata in direzione appenninica con tendenza a ruotare verso la E-W. Questa tendenza alla E-W è particolarmente evidente nella struttura di Matera, come chiaramente mostrato dai diagrammi di fig. 11 per le formazioni calcaree e dalla carta delle direzioni di strato.

Il confronto tra i diagrammi dell'unità calcarea e quelli del Quaternario, sia in fig. 11 che in fig. 12, mostra una notevole discordanza tra queste due serie di terreni. Questa discordanza è particolarmente marcata nei depositi quaternari a Sud di Matera, dove l'influenza delle direzioni di accrescimento dei sedimenti prevale nettamente nella disposizione degli strati, ed a Ovest, sempre di Matera, dove l'orientamento prevalente in senso NNW, e in

parte N-S, è parallelo alla direzione principale della fossa Bradanica. Nella zona tra la struttura di Matera e gli affioramenti calcarei più a Nord, i depositi quaternari hanno un andamento generale, con forme strutturali locali negative, coerenti con l'andamento delle formazioni calcaree vicine, mostrando di risentire quindi dell'assetto dei calcari sottostanti i quali pertanto non dovrebbero trovarsi a grande profondità.

Gli affioramenti di calcari cretacei sono caratterizzati da un andamento delle direzioni di strato in generale orientato in direzione appenninica, salvo, come abbiamo già accennato, per la struttura di Matera dove si nota un netto orientamento E-W. La superficie dei calcari cretacei si presenta in tutta la sua estensione assai complicata da ondulazioni e da strutture, blande e di piccole dimensioni, le quali ad un primo esame sembrerebbero da riferire solamente alla deformazione dello spessore più superficiale della serie mesozoica e in gran parte anche alle variazioni di spessore in seno ai calcari stessi.

Se si esamina però la distribuzione di queste deformazioni si può notare come esistono zone di particolare concentrazione o allineamento di piccole strutture, sia positive che negative, che suggeriscono la presenza di una deformazione corrispondente più in profondità, anche se non con lo stesso dettaglio visibile in superficie.

Abbiamo cercato di indicare i raggruppamenti di strutture superficiali più evidenti in figura 4 contrassegnandoli con la lettera A o S a seconda se trattasi di strutture positive o negative. Ne risulta quindi una serie di ondulazioni principali della serie calcarea le cui dimensioni sono sufficienti a considerarle deformazioni estendenti abbastanza in profondità. In particolare, si possono localizzare tre zone principali di basso strutturale, ma a Nord in corrispondenza del gruppo S1, una nel centro, S3, e una più a Sud individuata dalle sinclinali del gruppo S4, che delimiterebbero due

aree di struttura positiva, una a Sud corrispondente all'alto di Matera (gruppo di strutture A 7 e A 8) e una settentrionale comprendente la zona di più esteso affioramento dei calcari di Altamura e di Bari. Quest'ultima sembra inoltre formata da almeno tre elementi principali la cui separazione sarebbero gli allineamenti di sinclinali S1 e S3.

Tutta la struttura superficiale, sia come elementi "in grande", sia come singole strutture di dettaglio presenta una marcata orientazione tra WNW e E-W, secondo una direttrice che potremmo definire appenninica coricata. Tutto l'insieme però appare interessato assai marcatamente da una direttrice orientata tra NW e NNW, parallela cioè alla direzione media della fossa Bradanica, ed espressa sia da linee di faglia, sia da deviazioni nelle direzioni di strato e negli assi strutturali, specialmente nella parte più occidentale dell'area.

Nonostante però che nel tipo di struttura a pieghe che interessa in superficie i calcari cretacei, al di là del dettaglio minuto riferibile solo allo spessore più superficiale, possano essere riconosciuti elementi composti di dimensioni relativamente grandi, come descritto sopra, riteniamo tuttavia improbabile che tale tipo di deformazione possa interessare uno spessore molto grande di sedimenti e comunque rappresentare la grana strutturale fondamentale dell'area. Se si osserva infatti l'andamento delle immersioni di strato, si nota, anche senza ricorrere a conteggi statistici, come la grande maggioranza di esse sia verso SW e S. Questo fatto è reso anche più chiaro dalla forma delle strutture positive che hanno nella maggioranza dei casi il fianco a Sud assai più esteso di quello a Nord.

Ne risulta una disposizione media dei calcari cretacei a monoclinale immersa a SW nella parte più settentrionale e a Sud nella zona di Matera. Questa monoclinale appare nelle grandi linee interessata da dislocazioni secondo uno schema a blocchi di faglia orientati secondo la direttrice appenninica coricata, come l'abbiamo definita più sopra, e rialzati sul lato Nord. Appare anche importante nella

dell'imitazione dei suddetti blocchi il contributo della direttrice appenninica più orientata verso NNW (quella cioè parallela alla fossa Bradanica), specialmente nel blocco di Matera e in quello più piccolo di Altamura.

Questo tipo di deformazione strutturale a blocchi di faglia sembra quindi essere quello connesso con la tettonica regionale e profonda di tutta l'area e anche del resto il più coerente con lo schema di blocco relativamente rigido e stabile di tutta l'area apulo-garganica. In questo schema i gruppi e allineamenti di strutture superficiali più importanti (fig.4) sarebbero localizzati sui margini rialzati dei blocchi, dove una notevole componente di "drappeggio" avrebbe contribuito alla loro formazione.

Regionalmente possiamo distinguere due blocchi principali, uno meridionale corrispondente all'area di Matera-Laterza e uno settentrionale comprendente tutti gli affioramenti cretacei del gruppo Nord, separati da una zona di basso in corrispondenza della fascia di depositi quaternari e del gruppo di sinclinali S4 (fig. 4). L'unità di Matera inoltre, sia per la presenza di calcare di Bari, sia anche per una maggiore complicazione di dettaglio alla sua estremità NW, appare anche notevolmente inclinata verso Est.

Il blocco Nord sembra poi contenere almeno tre blocchi secondari, uno in corrispondenza delle strutture A5 (Altamura) e A6, separato dall'allineamento di sinclinali S3 da un blocco centrale culminante in A2 e A3 e infine un terzo elemento più a Nord dove affiorano i calcari di Bari e che avrebbe il suo limite Sud lungo la fascia di strutture negative S1 e una probabile zona di culminazione in corrispondenza del gruppo di anticlinali A1. Diciamo probabile in quanto essendo al limite dell'area di studio non siamo in grado di stabilire quale sia l'andamento più a Nord.

5 - MORFOLOGIA

Gli elementi morfologici presi in considerazione in questo studio sono essenzialmente il rilievo topografico e il reticolo idrografico. L'analisi è condotta da un punto di vista regionale, scendendo in dettaglio soltanto là dove anomalie locali, rilevate dalla stessa morfologia, o dalla carta fotogeologica o dalle fratture, pongono problemi specifici.

a) Rilievo topografico

La più semplice espressione d'uso comune per il rilievo topografico è l'altimetria in isoipse (fig. 5). Il contenuto d'informazione strutturale del rilievo topografico è generalmente ritenuto ovvio e solo raramente è fatto oggetto di analisi specifica. Cercheremo qui di seguito di analizzare le componenti strutturali del rilievo, astraendo per quanto possibile dagli effetti della dinamica esterna. Le curve di livello riprese per la preparazione della carta altimetrica di fig. 5 hanno una equidistanza di 100 metri al di sotto dei 300 e di 50 metri per quelle superiori, in modo da aumentare il dettaglio nelle zone strutturalmente più interessanti.

L'altimetria dell'area in esame ricalca abbastanza fedelmente le linee strutturali delineate dalla stratimetria. Infatti le zone altimetriche più alte sono anche quelle che nel capitolo precedente avevamo definito come strutturalmente più rilevate. Queste sono la parte centrale del blocco settentrionale e il blocco di Matera. La corrispondenza tra rilievo e struttura è qui facilitata dalla litologia e dalla relativamente debole deformazione tettonica, ma è ugualmente un indizio di deformazione relativamente recente e non complicata da sovrappo

sizione di trends strutturali diversi. Infatti anche l'orientazione dei rilievi morfologici è coerente con la direzione della struttura superficiale.

Lo scarso rilievo della parte più settentrionale del blocco Nord e della parte meridionale del blocco di Matera sono da imputarsi a un più forte attacco erosivo su questi due lati dovuto alla vicinanza della linea di costa, attacco che nel blocco Nord è facilitato dalla disposizione degli strati in maggioranza immersi a Sud.

Tra i fatti più particolari messi in evidenza dal rilievo, possiamo notare:

- Ambedue le zone di più alto livello topografico (e strutturale) presentano le zone di massimo nella parte più nordoccidentale. Questo fatto sembra indicare quanto già accennato nel capitolo precedente a proposito del blocco di Matera che i blocchi di faglia che formano lo scheletro della struttura dell'area, pur essendo orientati in senso WNW e E-W con inclinazione verso Sud, risentono anche di una componente di inclinazione verso E e ESE.
- La corrispondenza tra rilievo topografico e struttura positiva a Altamura e nel gruppo di strutture A6 di fig. 4. Quest'ultimo gruppo appare separato, anche se non molto nettamente, e comunque individualizzato, rispetto all'elemento positivo centrale del blocco Nord.
- Il gradiente netto delle curve altimetriche sul bordo settentrionale del blocco di Matera.
- I marcati allineamenti in direzione NNW delle forme del rilievo nella parte centro e sudoccidentale dell'area, sul bordo cioè della fossa Bradanica, e la presenza di allineamenti importanti dello stesso tipo all'interno specialmente del blocco settentrionale.

- La presenza di un alto topografico in corrispondenza di Montescaglioso a Sud di Matera, in un'area di rilievo generalmente molto basso. Questo rilievo corrisponde tra l'altro a una zona di forte densità di fratturazione (vedi Cap. 6) e dà la impressione di essere di origine strutturale. Potrebbe trattarsi di un blocco sul tipo di quello di Matera, ma di dimensioni e di rilievo assai minori, compreso tra le faglie del bordo della fossa Bradanica, ma probabilmente controllato da una componente E-W.

b) Reticolo idrografico

La forma del reticolo idrografico risulta dalla azione combinata dell'erosione e della deformazione strutturale condizionata dalle caratteristiche litologiche e dalla disposizione degli strati affioranti. Sulla tavola 3 sono stati annotati gli spartiacque principali e secondari, le principali linee di rottura di pendio, le depressioni e le aree di drenaggio endoreico, le forme di drenaggio orientato e tutte le forme anomale che potessero avere relazione con deformazioni strutturali. Nella fig. 6 sono invece rappresentati solo gli elementi più evidenti e più di carattere regionale.

Uno spartiacque principale che corre lungo la cresta dei rilievi cretacei settentrionali divide l'area di studio in due bacini principali, uno a Nord che drena verso l'Adriatico e uno a Sud il cui drenaggio va a gettarsi nel Mar Ionio. Il bacino settentrionale presenta un andamento della rete idrografica abbastanza regolare in direzione NE, con solo deboli deviazioni locali chiaramente collegate alla struttura superficiale, specialmente nello angolo NW. Unico fatto di rilievo interessante il marcato orientamento E-W che si nota a Nord e NW di Cassano delle Murge, grosso modo corrispondente allo allineamento di sinclinali S1 (fig. 4) con chiara influenza direzionali del gruppo di anticlinali A1. Questo fatto sembra accrescere il valore di rilievo strutturale positivo di questo gruppo.

Il bacino meridionale invece si presenta assai più complesso potendo essere suddiviso in tre sottobacini con caratteristiche loro particolari.

Un bacino più settentrionale che presenta un drenaggio di tipo endoreico facente capo a quattro zone di depressione principali allineate in senso NW-SE lungo il bordo meridionale degli affioramenti calcarei, e ad altre depressioni minori. L'allineamento delle depressioni più importanti corrisponde in buona parte a zone di sinclinale e comunque marca la parte abbassata del blocco cretaceo settentrionale. E' verosimile che l'area di drenaggio endoreico fosse all'origine assai più estesa verso Sud e SE, occupando probabilmente tutta l'area di basso strutturale, o per lo meno la parte più centrale di essa, tra il blocco Nord e quello di Matera e che sia stata successivamente ridotta dal forte attacco erosivo, specialmente della rete idrografica del bacino del Bradano verso S e SW e, anche se in maniera minore, dei Torrenti Gravina S. Benedetto e La Lama, sul lato Est e SE.

La struttura di Altamura si trova in una posizione particolare in quanto localizzata sullo spartiacque principale e separata da depressioni dalle strutture più a Nord e ad Est. La separazione verso Nord può essere presa a conferma del carattere di questa struttura, cioè di blocco secondario rialzato sul margine Sud del blocco principale settentrionale. La separazione verso Est, nei riguardi delle strutture del gruppo A6 (fig. 4) sembra invece dovuta all'influenza di fratturazione in direzione NNW.

Il Bacino del Bradano, con il suo tributario più importante in quest'area, il T. Gravina di Matera, ha un drenaggio ben organizzato che presenta come principale caratteristica dei marcatissimi allineamenti in senso NNW, sia come orientazione dei corsi d'acqua, sia nella direzione degli spartiacque, sia come allineamenti di rotture di pendio. Questa direzione NNW è sentita anche nella parte che interessa l'alto di Matera, nel terzo bacino secondario della parte meridionale dell'area, quello dei Torrenti Gravina S. Benedetto e La Lama, e a NW di

questo. La particolare densità di allineamenti NNW nel bacino del Bradano è da mettere in relazione al sistema di faglie del bordo della fossa Bradanica. Queste sembrerebbero svilupparsi in maniera evidente a partire da una linea che borda a Ovest e SW l'alto di Matera e limita più a Nord la struttura di Altamura. La presenza di allineamenti NNW più a NE di questa linea, però, suggerisce che faglie del tipo bradanico, anche se apparentemente di minore importanza, interessino anche i blocchi strutturali positivi dell'area di studio.

Nel bacino del Bradano la disposizione degli affluenti dei due corsi principali e la maggior lunghezza in media delle branche NE rispetto a quelle SW, suggerisce un'inclinazione verso SW dei blocchi di faglia discendenti verso la fossa Bradanica. Questo fatto, meno marcato o assente nel drenaggio dell'alto di Matera e del blocco settentrionale, dove pur evidenti sono allineamenti NNW, fa pensare che le dislocazioni di questa direttrice siano in queste aree meno marcate con rigetto nullo o quasi.

Nell'insieme di orientamenti NNW del bacino del Bradano si notano alcune anomalie locali di tipo circolare o centrifugo (Tav. 3) delle quali una in particolare localizzata su Montescaglioso, sembrerebbe confermare l'ipotesi, espressa a proposito del rilievo topografico, di struttura positiva. L'intersezione nella stessa area di importanti allineamenti E-W suggerisce che possa trattarsi di un blocco sul tipo dell'alto di Matera, naturalmente di rilievo e dimensioni notevolmente minori.

Una direzione strutturale che è ben messa in evidenza dal reticolo idrografico è la E-W. Se la sua presenza nell'area di Matera si può ritenere ovvia dato il marcato orientamento E-W di questo blocco, denunciato dalla stratimetria e dalle forme del rilievo topografico, meno chiaro appare il significato di questa direzione nel blocco settentrionale, dove la struttura superficiale ha orientamento prevalentemente a NW. Se si scende al dettaglio della struttura di questo blocco, si nota però come vi

siano frequenti deviazioni in senso E-W, sia nelle direzioni di strato che negli assi strutturali (fig. 3 e 4) e come gran parte delle faglie visibili siano orientate in questa direzione. Sembrerebbe quindi che in realtà la direttrice di fondo che controlla la struttura a blocchi di faglia dell'area di studio sia la E-W, ruotata verso WNW, e che la componente NW, visibile nella struttura superficiale dei calcari cretacei a Nord, sia dovuta all'influenza della direttrice bradanica NNW. Riprenderemo l'esame di questo problema nel capitolo dell'analisi delle fratture.

6 - ANALISI DELLE FRATTURE

Lo studio delle lineazioni, o fratture in senso lato secondo i concetti espressi nel capitolo 2, si basa sull'esame di una serie di elaborati del campo totale (Tavola 4, fig. 7), secondo le fasi seguenti.

- 1 - Analisi statistica della distribuzione azimutale per unità areali e stratigrafiche.
- 2 - Analisi della sequenza cronologica delle direttrici strutturali.
- 3 - Analisi della distribuzione della densità di fratturazione.

Le prime due fasi sono strettamente legate fra di loro e mirano alla definizione delle direttrici strutturali principali, del tipo di deformazione che hanno determinato, del tipo di struttura regionale e locale ad esse legata e della loro evoluzione nel tempo. La terza fase, di analisi della densità, ha come principale obiettivo invece la localizzazione delle aree di più intense deformazioni e la definizione delle loro caratteristiche, oltre a fornire elementi di informazione più generica in appoggio ad ipotesi formulate sulla base degli altri dati esaminati, cioè geologia superficiale, stratimetria, e morfologia.

1 - La distribuzione azimutale delle lineazioni per l'area totale è rappresentata nella figura 9, che include anche i dati della stratimetria per un più facile confronto. La rappresentazione è fatta anche sotto forma di diagramma polare per una più pronta visualizzazione delle direzioni. Le figure 10 e 11 rappresentano invece la distribuzione azimutale rispettivamente per unità di una tavoletta IGM e per unità stratigrafiche.

Il diagramma delle lineazioni dell'area totale mostra due zone di culminazione nelle frequenze di

distribuzione azimutale. Ambedue queste zone hanno un aspetto composito, potendovi riconoscere delle culminazioni secondarie. Nel complesso possiamo distinguere due direttrici fondamentali, l'Appenninica e l'Antiappenninica, ciascuna composta da una principale e una secondaria.

Nel dettaglio quindi possiamo descrivere le seguenti quattro direttrici regionali di fratturazione, in ordine d'importanza statistica e strutturale.

Direttrice Appenninica principale o Bradanica

La culminazione più importante nella distribuzione azimutale delle lineazioni corrisponde alla direzione compresa tra NW e NNW. Abbiamo dato il nome di Bradanica a questa componente della direttrice Appenninica, in quanto espressa in maniera più evidente dalle faglie del bordo della fossa omonima. Infatti dalle figure 10 e 11 si può notare come essa sia particolarmente marcata nei diagrammi, sia areali che stratigrafici, relativi alla parte Ovest e Sud-Ovest dell'area. L'altra denominazione di Appenninica principale proviene dalla constatazione che essa è parallela alla direzione dei piegamenti appenninici ad Ovest e Sud-Ovest dell'area di studio.

Nella nostra area le deformazioni più evidenti che interessano i calcari mesozoici sono in realtà piuttosto orientate in senso WNW e EW. La direttrice Bradanica nelle aree occupate dai terreni mesozoici appare espressa da faglie abbastanza lunghe che in certi casi sono trasversali ai piegamenti, in altri casi appaiono aver agito in concomitanza con la WNW a determinare la forma e la posizione dei blocchi di faglia principali. A quest'ultimo gruppo appartengono per esempio le faglie che bordano l'alto di Matera a SW, che d'altra parte già possono considerarsi faglie di bordo della fossa Bradanica, e quelle che separano la struttura di Altamura dalle anticlinali del gruppo A6 (di fig. 4) più a Est.

La particolare intensità di questa direttrice in tutti o quasi i diagrammi mostra come essa sia legata a fasi di intensa deformazione strutturale,

assai chiaramente cioè alle fasi del piegamento appenninico nelle aree a W e SW della nostra area di studio, che si sono fatte risentire sul blocco relativamente rigido dei calcari mesozoici delle Murge, sia come spinta laterale, sia come effetto di carico di masse scivolate per gravità. E' quindi presumibile che la direzione strutturale Bradanica sia la causa prima delle deformazioni tettoniche anche nella nostra area, dove peraltro si è associata a una direzione WNW a E-W forse preesistente. Si tratta in ogni caso di un tipo di fratturazione che interessa uno spessore notevole di sedimenti, presumibilmente almeno tutta la serie mesozoica.

Direttrice Appenninica secondaria o Garganica

Abbiamo dato il nome di Garganica a questa direttrice in quanto espressa da direzioni di piegamento e di fratturazione assai importanti in tutta la zona apulo-garganica. L'esame della struttura superficiale, come rappresentata dalla stratimetria (figg. 3 e 4) e confermata dalla morfologia, indicherebbe anzi questa direttrice come la più importante nel controllo della tettonica dell'area.

Nel diagramma delle lineazioni per l'area totale essa è rappresentata da una culminazione non troppo marcata centrata su WNW, ma che abbraccia un campo abbastanza largo fino ad includere la E-W (subordinata) da un lato e a collegarsi con la Bradanica dall'altro. Questa variabilità appare anche più chiara se si esaminano i diagrammi di dettaglio (figg. 10 e 11) dove però appare chiara anche una separazione tra questa direttrice e la Bradanica che non è così evidente nel diagramma dell'area totale. Dai diagrammi per età della figura 12 si nota come la migliore individualizzazione della direttrice Garganica, accompagnata da una sua più alta frequenza in ambedue le direttrici che la compongono (la WNW e la E-W), si abbia nella parte più alta della serie calcarea (Altamura). Questo fatto potrebbe essere indice che questa direttrice è piuttosto legata ai piegamenti superficiali della serie mesozoica che non alle dislocazioni profonde. Questo sembra anche confermato dalla corrispondente alta frequenza nella distribuzione delle direzioni di strato.

D'altra parte però molti elementi strutturali di prima importanza che emergono dalla disposizione degli affioramenti, dalla stratimetria e dalla morfologia, tra i quali il più evidente è l'alto di Matera, presentano un chiaro controllo della direzione Garganica, a scala regionale. Elementi strutturali importanti di uguale orientazione sono frequenti in tutta la fascia apulo-garganica la quale del resto mostra un evidente controllo di una direzione WNW in tutta la sua disposizione, in contrasto con la direzione più spostata verso NNW dei rilievi appenninici vicini.

Dato che tutta l'area apulo-garganica può essere considerata un elemento strutturale relativamente stabile, che non ha subito grandi deformazioni tettoniche, per lo meno in confronto all'area appenninica, viene logico pensare che la direttrice strutturale che ne determina le forme più importanti, sia anche la più antica, quella cioè legata alla situazione originaria dell'area. Riteniamo perciò che la direttrice Garganica esprima la grana strutturale originaria del fondo del bacino in cui si sono depositi i sedimenti mesozoici e che abbia quindi controllato le linee generali delle deformazioni che hanno interessato il blocco apulo-garganico, deformazioni peraltro provocate dai corrugamenti appenninici secondo una direttrice NNW (Bradonica). In questo schema un ruolo determinante nel controllo della disposizione dei corpi sedimentari della serie mesozoica e della distribuzione delle facies.

Direttrice Antiappenninica principale

Questa direttrice, che tra l'altro si presenta come la seconda culminazione in ordine di importanza statistica nella distribuzione delle frequenze di fratturazione (area totale), è localizzata tra Nord e NE e mostra un campo di variabilità abbastanza ampio che abbraccia circa 34° di azimuth, con due punte distinte, una tra Nord e NNE e l'altra tra NNE e NE.

La direttrice Antiappenninica in generale rappresenta di solito la componente trasversale complementare ai piegamenti appenninici. Tale carattere sembra

sussistere anche nella nostra area di studio, confermato dall'assenza di una culminazione in tale direzione nelle direzioni di strato (la forte frequenza di direzioni NE e ENE nei diagrammi dei terreni quaternari a Sud è infatti da riferire più che a deformazioni strutturali, alle direzioni di accrescimento dei sedimenti).

La direttrice Antiappenninica principale, che è l'oggetto della nostra attenzione in questo momento, è in realtà complementare della direzione Garganica. D'altra parte abbiamo asserito poco sopra come gli sforzi tettonici più intensi siano legati alla direttrice Bradanica. Sarebbe quindi logico attendersi una prevalenza della complementare di quest'ultima, cioè della direzione ENE. La maggiore importanza della Antiappenninica orientata più verso Nord invece, e anche la sua maggiore complessità, con un campo di variabilità ampio e due culminazioni spesso ben distinte o alternanti a seconda dell'ubicazione o della formazione a cui si riferiscono i diagrammi, sembrerebbe indicare come le spinte di tipo appenninico che si sono esercitate contro il blocco apulo-garganico, nel loro effetto di fratturazione trasversale, in parte abbiano sfruttato delle direzioni di fratturazione trasversale preesistenti e in parte siano state deviate per disporsi normalmente agli elementi strutturali principali della area, di direzione Garganica. Che la Antiappenninica principale possa esser legata alla situazione strutturale dell'area apulo-garganica precedente alle deformazioni appenniniche può essere confermato in parte dal fatto che essa è più abbondante e meglio individualizzata negli affioramenti del Calcarea di Bari che è la formazione più antica affiorante nell'area in esame (fig. 12).

Direttrice Antiappenninica secondaria

Continuando il ragionamento condotto sin qui a proposito della Antiappenninica principale, appare chiaro come la secondaria rappresenti quella parte di fratturazione trasversale, riferibile alla stessa spinta tettonica, che non è stata deviata dalle condizioni preesistenti nel blocco apulo-garganico o che è più strettamente legata con le faglie del bor-

do della fossa Bradanica. Quest'ultima interpretazione sembra confermata dalla maggiore abbondanza di fratture orientate secondo la direzione ENE nella parte meridionale e occidentale dell'area.

E' da considerare anche il fatto che fratture trasversali alle faglie della fossa Bradanica e cioè assai vicine alla E-W, possono essere state per così dire catturate dalla direttrice Garganica, dove questa è maggiormente coricata verso la E-W. Questo fatto è abbastanza evidente nell'alto di Matera e nell'area vicino ad esso dove si notano (fig. 7) fasci di fratture arcuati che passano da una direzione ENE ad una WNW, in senso W-E.

La direttrice Antiappenninica nel suo complesso appare quindi dispersa in tre direttrici separate, di cui due più vicine tra di loro costituiscono la principale e la terza la secondaria. Tutte insieme però costituiscono un sistema di fratture piuttosto intenso che è da tenere in considerazione per l'influenza che può aver avuto nel determinare la permeabilità secondaria dei calcari mesozoici e quindi favorire la risalita dei fluidi.

2 - Sequenza cronologica

I diagrammi della figura 12 rappresentano i riassunti per età della distribuzione azimutale delle linee e delle direzioni di strato. Purtroppo i terreni affioranti nell'area di studio rappresentano solo intervalli relativamente limitati di età, essendo presente solo parte del Cretaceo superiore al di sopra del quale si trovano i depositi Quaternari. E' assai difficile quindi poter interpretare in chiave evolutiva le differenze di frequenza delle varie direttrici che pur si notano nei diagrammi.

Per esempio la maggiore intensità della direttrice Bradanica nel calcare di Altamura è da riferire più alla posizione areale degli affioramenti di questa formazione, più direttamente interessati al bordo della fossa Bradanica del Calcare di Bari.

L'unica differenza di frequenza tra il calcare di Bari e quello di Altamura che possa forse riferirsi a evoluzione strutturale, riguarda la direttrice Antiappenninica principale. La maggiore intensità di questa nel calcare di Bari può essere una conferma di quanto detto più sopra, cioè che questa direttrice, complementare della Garganica, era presente nei terreni mesozoici prima dell'inizio delle deformazioni appenniniche.

Un altro elemento di un certo interesse è rappresentato dalla comparsa nei terreni quaternari di una direttrice N-S. Questa è rappresentata da alcuni fasci di fratture localizzati nella zona centrale e centro orientale dell'area (fig. 7) che interessano in modo particolare gli affioramenti Quaternari, ma dei quali non siamo in grado di spiegare il meccanismo.

3 - Densità di fratturazione

La carta di distribuzione della densità di fratturazione (Tav. 5, fig. 8) che trova la sua migliore applicazione nelle aree coperte da sedimenti recenti per la localizzazione di elementi strutturali sepolti, è tuttavia di grande aiuto anche in aree di struttura affiorante nella valutazione relativa dei vari elementi strutturali e nel rivelare caratteristiche più generali che possano non essere espresse da altre serie di dati. Nel nostro caso inoltre la densità di fratturazione concorre a definire a grandi linee la importanza relativa delle direttrici strutturali principali nel determinare le singole unità tettoniche che costituiscono l'ossatura dell'area.

Ricordiamo che nell'esaminare la distribuzione della densità conviene limitarsi alle differenze prominenti e alle forme più generali. Si deve tener conto che le aree di fresca alluvione ed intensamente coltivate presentano dei "vuoti" o un livello generale di densità bassa dovuti alla copertura. Ciò avviene in particolare nelle aree occupate dai depositi quaternari o nelle superfici di abrasione dei calcari cretacei.

L'andamento delle isodense mette in evidenza come elementi strutturali principali dell'area in esame i due blocchi che erano stati definiti già in base alla stratimetria, il blocco Nord e il blocco di Ma tera. Questi due blocchi sono separati da una zona di bassa densità, troppo bassa per essere imputata completamente alla copertura di depositi quaternari, che indicherebbe quindi una zona di basso strutturale. I due blocchi presentano, in base alla distribuzione della densità di fratturazione, caratteri abbastanza diversi tra di loro.

Il blocco Nord è caratterizzato da una densità in generale piuttosto bassa e solamente la sua parte centrale è marcata da un allineamento di massimi, orientati in direzione NW. Nel dettaglio però questo allineamento mostra una notevole influenza della direttrice E-W. Mentre la bassa densità in corrispondenza della parte più settentrionale del blocco, dove affiorano i calcari di Bari, può essere in parte spiegata per l'effetto di mascheramento dovuto alle superfici di abrasione presenti in quest'area, abbastanza singolare appare il minimo di densità che si riscontra in corrispondenza della struttura di Altamura. Questo fatto induce a ritenere che nonostante l'evidenza fornita dalla stratimetria e dalla morfologia, in realtà questa struttura sia di carattere superficiale, non legata a dislocazioni profonde.

Tutto l'aspetto del blocco Nord, del resto, con la predominanza di orientazioni NW, fa pensare che sia maggiore qui l'effetto dei piegamenti superficiali e della fratturazione di tipo Bradanico ad essi collegata, che non quello delle forme più profonde che abbiamo assunto essere controllate dalla direttrice Garganica. Questa direttrice in effetti è presente, come abbiamo visto, anche nelle forme della densità, ma appare come mascherata. Se ne conclude che, anche ammettendo che la struttura fondamentale del blocco Nord sia controllata dalla direttrice Garganica, questo si presenta come un elemento strutturale di grandi dimensioni e che le dislocazioni, di direzione Garganica, all'interno di esso non sono d'importanza notevole. Le più importanti in questo schema sembrerebbero essere quelle

che determinano la suddivisione nei tre blocchi secondari che avevamo stabilito in base alla stratimetria. La reale importanza di queste dislocazioni e la loro continuità in profondità, sono però difficili da giudicare.

Nell'insieme comunque riteniamo che l'elemento di questa porzione Nord dell'area, che sembra essere strutturalmente più alto sia il blocco centrale dove più intensa infatti è anche la deformazione superficiale. Di minore interesse, ma sempre da tenere in considerazione, è la parte più settentrionale del blocco secondario meridionale, in corrispondenza delle strutture più sud-orientali del gruppo A6 di fig.4, se può essere accertato che le dislocazioni che lo separano dal blocco centrale sono di origine profonda.

Una caratterizzazione più accentuata presenta invece il blocco di Matera. Qui infatti, anche dalle forme della densità, il controllo della direttrice Garganica appare evidente, mentre l'influenza della direttrice Bradanica è forte nella parte occidentale, dove cioè ha inizio il bordo della fossa omonima. Alla interferenza delle due direttrici è da attribuire la forte densità di fratturazione che si nota infatti nella parte Ovest del blocco stesso.

Questi fatti confermano la opinione precedentemente espressa che l'alto di Matera sia un elemento strutturale importante di direttrice Garganica, rialzato verso Nord e NW e limitato a Ovest da faglie di direzione Bradanica. Che la parte NW sia la più alta è confermato anche dal ritrovamento sul terreno, da parte dei geologi Gulf, di un affioramento di calcare di Bari, nel vallone di Matera. Le dislocazioni di tipo garganico che controllano l'alto di Matera quindi, specialmente nella sua parte Nord, dovrebbero essere di origine profonda.

Abbastanza singolare appare la forte densità nella parte Sud del blocco di Matera, in corrispondenza di Montescaglioso, in area di depositi quaternari, che sembrerebbe avvalorare l'ipotesi espressa in base all'evidenza della morfologia (cap. 5) di un alto secondario dello stesso tipo di quello di Matera.

7 - CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati dello studio fotogeologico illustrato nei capitoli precedenti, siamo arrivati a definire le unità strutturali dell'area in esame rappresentate nella figura 13.

Di queste unità strutturali quelle che presentano, per lo meno in linea di principio, condizioni favorevoli alla ricerca di idrocarburi sono quelle che abbiamo indicato come blocco Nord e Blocco di Matera. Riassumiamo qui brevemente le loro caratteristiche principali.

Il Blocco Nord si presenta come un elemento strutturale unitario di direttrice Garganica, in forma di blanda monoclinale immersa a SSW. Esso appare costituito da tre blocchi secondari, uno settentrionale all'incirca corrispondente all'area di affioramento dei calcari di Bari, uno centrale che comprende la zona grosso modo tra Cassano delle Murge e Santeramo in Colle e uno meridionale che include la struttura di Altamura e le strutture del gruppo A6 di fig. 4.

Il blocco centrale appare rispetto agli altri il più alto strutturalmente, quello cioè che ha più probabilità di corrispondere in profondità ad un alto del fondo. Il rilievo strutturale, anche di questo blocco, tuttavia non dovrebbe essere molto importante.

All'interno poi di tutto il Blocco Nord esiste una serie di deformazioni più superficiali che abbiamo raggruppato e indicato in figura 4. Queste strutture superficiali apparentemente non presentano interesse per la ricerca profonda, ma la disposizione dei gruppi può essere interessante per la localizzazione delle linee di dislocazione più importanti, e quindi più profonde, che di queste strutture superficiali possono essere in tutto o in parte

la causa. Ci sembra quindi che, allo scopo di approfondire le conoscenze sul tipo e l'importanza della struttura profonda, con mezzi geofisici, siano da considerare prima di tutto le zone dove esistono i gruppi più significativi e coerenti di strutture superficiali. Queste zone ci sembrano essere localizzate in corrispondenza delle strutture del gruppo A2 e dei gruppi A5 e A6, che dovrebbero corrispondere ai margini rialzati dei blocchi di faglia secondari che costituiscono il Blocco Nord.

Il Blocco di Matera si presenta con caratteristiche più chiare. Come abbiamo visto, da tutti gli elementi considerati appare abbastanza evidente che si tratta di un blocco di faglia relativamente grande, rialzato a Nord e limitato verso W e SW dalle faglie del bordo della fossa Bradanica. Il controllo della direttrice Garganica è qui evidente e suggerisce quindi che la dislocazione di questo blocco sia legata alla tettonica profonda. La posizione delle strutture superficiali più marcate, sul bordo Nord del blocco stesso fa pensare ad un effetto di "drappeggio" degli strati più superficiali, sullo scalinio di faglia. Quanto in profondità si estenda questo "drappeggio" è difficile da giudicare. Dato che il blocco di Matera è rialzato a Nord e presenta anche una componente di inclinazione verso SE, la parte più alta di esso, che offre quindi le maggiori possibilità per l'esplorazione, verrebbe a trovarsi nell'angolo NW, presso Matera.

Abbiamo fin qui descritto, i blocchi di faglia principali che costituiscono l'ossatura dell'area in esame, come collegati a dislocazioni profonde, che interessano cioè tutta la serie mesozoica, controllate da una direttrice Garganica che abbiamo presunto essere preesistente sul fondo del bacino in cui i sedimenti mesozoici si sono depositi. Questa direttrice si sarebbe poi riattivata nel corso dei piegamenti appenninici, largamente influenzata dalla direttrice Appenninica principale, la Bradanica, sotto l'effetto della spinta da SW e del carico delle masse sovrascorse, sempre da SW.

E' anche probabile però che ad alcuni dei blocchi suddetti, e in particolare ci pare a quello di Matera, corrispondessero delle zone di alto originarie sul fondo del bacino mesozoico, sempre secondo una direttrice Garganica, dove quindi possono esser si determinate facies particolari (di scogliera) dei sedimenti mesozoici. Teoricamente, dal quadro strutturale che risulta da questo studio fotogeologico, non esistono elementi contrastanti a che una simile ipotesi possa risultare fondata, anche se l'uniformità del quadro strutturale fa pensare piuttosto che la dislocazione dei blocchi sia avvenuta in conseguenza delle fasi di piegamento appenniniche e quindi sia posteriore alla deposizione della serie mesozoica.

In ogni caso dovrebbe trattarsi di alti locali del fondo del bacino, dato che i bordi del bacino stesso, dove si sviluppano facies di scogliere, sono localizzati uno più a NE in continuazione del Gargano e l'altro sotto all'attuale fossa Bradanica e forse anche più a SW. D'altra parte la scarsissima conoscenza del sottosuolo in tutta l'area apulo-garganica non permette di approfondire il problema. Riteniamo che l'indagine geofisica, concentrata sull'alto di Matera, e in particolare nella sua porzione NW dovrebbe portare un contributo determinante.

E' da tener presente inoltre, nelle fasi successive della ricerca, la zona di Montescaglioso, a Sud, che sembra presentare caratteristiche simili all'alto di Matera, anche se di dimensioni assai minori.

Le singole strutture superficiali presenti nell'area non offrono interesse per gli scopi della ricerca profonda. Esse non sono state quindi descritte singolarmente, ma solo rappresentate in fig. 14, con l'indicazione in colore della formazione più antica affiorante al nucleo.

Saremo lieti in ogni momento di rivedere e completare la nostra interpretazione quando nuovi dati potranno permettere una più ricca base di analisi.

8 - BIBLIOGRAFIA

1. AZZARDI A., RADINA B., RICCHETTI G. e VALDUGA A.
"Note illustrative della Carta Geologica d'Italia:
Foglio 189 Altamura".
Roma, 1968.
2. CARISSIMO L., D'AGOSTINO O., LADDO C., PIERI M.
"Petroleum exploration by AGIP Mineraria and new
geological information in Central and Southern
Italy from the Abruzzi to the Taranto Gulf".
=VI Congresso Mondiale del Petrolio (sez. 1),
n° 27. Francoforte, 1963.
3. D'ERASMO G.
"Il mare pliocenico nella Puglia".
=Comitato Paleogeografico italiano per le ricer-
che sul Pliocene e sul Quaternario.
R.Istituto Geologico, Firenze, 1934.
4. D'ONOFRIO S.
"Sui foraminiferi di alcuni campioni raccolti pres-
so Gravina di Puglia".
=Giornale di Geologia, sez. 2^a, 28, Bologna, 1960.
5. OGNIBEN L.
"Schema introduttivo alla geologia del confine ca-
labro-lucano".
=Mem.Soc.Geol.It., vol. VIII, fasc.4, Roma, 1969.
6. PALMENTOLA G.
"Appunti stratigrafici sui dintorni di Ginosa e
di Montescaglioso (F° 201 Matera)".
=Att. dell'Accademia Gioenia di Scienze natura-
li in Catania, Serie VI, vol. XVIII, Catania, 1967.
7. PIERI M.
"Tentativo di ricostruzione paleogeografica-strut-
turale dell'Italia Centro-meridionale".
=Geologica Romana, vol. V, Roma, 1966.

8. PIERI M.

"Exploration for oil and gas in Italy".

Reprinted from: The Exploration for Petroleum in Europe and North Africa, the Institute of Petroleum, Adlard & Son Ltd., Dorking, Great Britain, 1969.

9. VALDUGA A.

"Contributo alla conoscenza geologica delle Murge Baresi".

=Univeristà degli Studi di Bari. Adriatica Editrice, Bari, 1965.