

COMPAGNIA PETROLIFERA ITALIANA S.p.A.

**STUDIO FOTOGEOLOGICO DEL
PERMESSO CUPRAMONTANA**

Preparato da

R. Capaccioli

Fotointerpretazione
e controllo sul terreno

A. Messeri

P. Facibeni

Rapporto e supervisione



GEOMAP
STUDIO GEOLOGICO
FIRENZE - Novembre 1977

I N D I C E

1 - INTRODUZIONE	pag.	1
2 - GEOLOGIA	"	3
2.1. CARTA GEOLOGICA	"	3
2.2. CARTA DELLE DIREZIONI DI STRATO	"	12
3. MORFOLOGIA	"	15
3.1. CARTA DEL DRENAGGIO	"	15
3.2. CONTRASTO MORFOLOGICO	"	17
4. ANALISI DELLE FRATTURE	"	19
4.1. DISTRIBUZIONE AZIMUTALE	"	19
4.2. DENSITA'	"	23
5. CONCLUSIONI	"	26
6. BIBLIOGRAFIA	"	31

APPENDICE 1 : Metodo e Tecnica

APPENDICE 2 : Descrizione delle sezioni
stratigrafiche misurate e
documentazione fotografica.

T A V O L E

		scala
1 - 10	Carta geologica	1: 25.000
11	Carta delle direzioni di strato	1: 50.000
12	Carta del drenaggio	" "
13	Carta del contrasto morfologico	"
14	Campo totale delle fratture	" "
15	Carta del campo delle lineazioni lunghe	" "
16	Carta di densità del campo totale delle fratture	" "
17	Distribuzione azimutale delle lineazioni e direzioni di strato per unità di superficie di una tavoletta I.G.M. e per unità stratigrafiche	" "
18	Carta delle principali unità strutturali	
19 -25	Sezioni stratigrafiche	1: 1.000

F I G U R E

1	Cartina d'inquadramento
2	Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato
1 (Appendice 2)	Ubicazioni delle sezioni stratigrafiche

1. INTRODUZIONE

Il presente studio, condotto per la Compagnia Petroli-fera Italiana C.P.I., copre una superficie di circa 680 Km². Tale area (Fig. 1) ubicata nella parte centra-le del Foglio 117 "Jesi", a scala 1:100.000, è compresa tra 43°20' e 43°35' lat.nord. e 0°30' e 0°55' long.est di Roma e racchiude il permesso "Cupramontana".

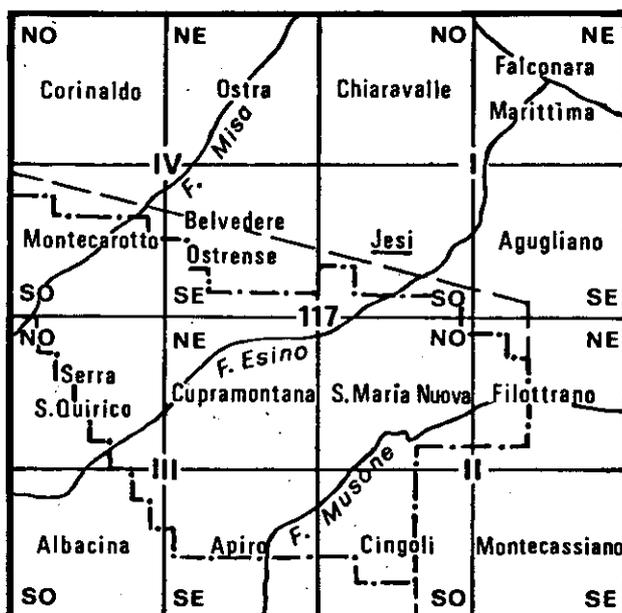


Fig.1

Scopo dello studio è di assistere l'esplorazione petroli-fera tramite la ricerca, secondo l'approccio di lavoro illustrato nell'Appendice 1, del maggior numero possibi-le di informazioni riguardanti la struttura e la tetto-nica non solo delle formazioni affioranti ma anche, per quanto possibile, del sottostante substrato calcareo. Per soddisfare questa esigenza il lavoro di campagna è stato orientato, sia verso il controllo della fotointer-pretazione, sia verso una maggiore conoscenza della se-rie carbonatica mesozoica.

A tale scopo, nella zona occidentale interessata da af-fioramenti calcarei, sono state misurate alcune sezio-ni le quali hanno permesso di mettere in evidenza, tra

mite diversità di spessori e di litologia, la ricostruzione dell'ambiente di sedimentazione.

Il lavoro sul terreno è stato effettuato da una squadra di geologi Geomap durante il periodo 9 - 28 maggio 1977.

I documenti utilizzati per lo studio sono:

- fotografie aeree stereoscopiche in bianco e nero e di buona qualità a scala 1:33.000 circa;
- carta geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 117 "Jesi";
- carta topografica d'Italia dell'I.G.M. a scala 1:25.000;
- bibliografia esistente di cui è dato elenco al capitolo 6.

Lo studio iniziato nell'aprile del corrente anno è terminato alla data del presente rapporto.

2. GEOLOGIA

La rielaborazione della carta geologica ufficiale consiste in un arricchimento, mediante fotointerpretazione e rilevamento di campagna, dei dati stratimetrici e tettonici contenuti nella carta di base, in un perfezionamento dei limiti formazionali, e in un'ulteriore partizione o raggruppamento delle unità litostratigrafiche.

Di notevole importanza è risultato il controllo di campagna che è servito non solo a raccogliere dati stratimetrici ed a risolvere alcuni problemi nati durante l'esame preliminare delle foto aeree, ma anche e soprattutto, ad approfondire la conoscenza della serie mesozoica.

In questa successione, infatti, le formazioni carbonatiche non permettono, all'osservazione stereoscopica, una loro chiara e precisa differenziazione, in quanto le differenze formazionali sono basate prevalentemente su caratteri paleontologici e tessiturali.

Nell'annotazione delle foto aeree è stato tenuto in particolar conto la ricerca di possibili livelli guida, specialmente nelle formazioni mioceniche, in modo da offrire indizi utili all'individuazione di possibili cambiamenti di facies.

Nella ricerca ed annotazione delle pendenze di strato è stata riservata particolare cura dato che queste, oltre ad integrare la carta geologica, sono servite come elementi di base per la costruzione della carta delle direzioni di strato e per la carta strutturale.

Si sono quindi annotati, e dove possibile distinti, i vari fenomeni strutturali quali le faglie dirette ed inverse, i loro spostamenti verticali ed orizzontali, e si è cercato di stabilire una cronologia relativa di tali eventi in modo da poter avere il maggior numero possibile di dati atti alla ricostruzione delle strutture superficiali e profonde della zona ed alla sua dinamica orogenica.

2.1. CARTA GEOLOGICA

La carta geologica è presentata in 10 fogli alla scala 1:25.000 sulla base topografica dell'I.G.M. ed è ottenuta, come già accennato, dalla rielaborazione della cartografia geologica originale a scala 1:100.000 del Servizio Geologico Italiano.

La legenda corrisponde alle suddivisioni litostratigrafiche della bibliografia ufficiale con differenze relative ai terreni plio-quadernari e giurassici. I primi sono stati raggruppati dato che non rivestivano carattere di particolare importanza ai fini del presente studio, i secondi sono stati divisi sia in successione completa, sia in serie ridotte o condensate secondo quanto espresso dalla recenti teorie sull'evoluzione del bacino di sedimentazione della serie umbra.

I terreni affioranti nell'area di studio sono rappresentati da:

- una serie calcarea mesozoica;
- una serie flyschioide miocenica;
- una successione clastica pliocenica;
- depositi quadernari.

Le due serie, la calcarea e la miocenica, affiorano nell'area in esame seguendo un orientamento NO-SE di tipo appenninico e rispettivamente, la più antica appare nell'angolo SO dell'area di studio nei monti: Pietroso, Poggio San Vicino, Murano, Valmontagnana, Cipollara e al centro-sud dell'area di studio nei monti: Nero, Carcatora e Le Piagge.

La seconda serie affiora parallelamente ai terreni della successione calcarea in due zone che arealmente sono comprese, la prima tra Cupramontana, Staffolo, Traviggiano, Cingoli e Colognole, la seconda tra Frontale, Domo, Apiro, Castrecciani e Monte Carcatora.

Il resto dell'area è occupato dai terreni pliocenici sabbioso-argillosi e dai terreni quadernari. Tali affioramenti sono più abbondanti nella zona nord orientale dell'area di studio ove la morfologia passa da montuosa a debolmente collinare e pianeggiante.

Le caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle singole formazioni sono partendo dai termini più antichi le seguenti.

Gm - Calcare massiccio

Trattasi di una roccia calcarea compatta, a frattura poliedrica di colore nocciola con sfumature giallicce, ricca di diaclasi e di leptoclasie. Questo calcare è talora dolomitico; ha la tessitura cristallina frequentemente oolitica e pisolitica con resti di brachiopodi, gasteropodi, lamelibranchi e alghe calcaree e spesso è minutamente cariata; la stratificazione è distinguibile ma in grossi banchi.

La dissoluzione esercitata dalle acque meteoriche crea su di esso una morfologia carsica testimoniata anche dalla presenza di numerose grotte (Grotte di Frasassi, ecc...). La morfologia superficiale è caratterizzata da pareti assai ripide come per il Monte Pietroso, Poggio San Vicino, Monte Cipollara e Monte Murano e da gole profonde come la Gola della Rossa lungo il Fiume Esino e la gola del Monte San Vittore lungo il Fiume Sentino.

L'ambiente di sedimentazione è nettamente marino di limitato altofondo in mare aperto; lo spessore da quanto riscontrato in bibliografia non dovrebbe essere inferiore ai 500 m.; l'età è attribuibile al Lias inferiore.

Gc - Corniola

Questa formazione è costituita in prevalenza da calcari micritici ben stratificati, grigio nocciola, con noduli di pirite e nella parte alta noduli e lenti di selce grigia. Fra gli strati sono presenti, letti marnosi grigi, verdognoli o giallastri.

Nella parte inferiore dell'affioramento si sono notati livelli detritico-organogeni ricchi di crinoidi, brachiopodi e foraminiferi.

La formazione affiora ad ovest di Albacina, alle falde del Monte Moscosi e a sud di Cingoli presso la costa della Roccaccia.

La sedimentazione dovrebbe essere avvenuta in un ambiente pelagico prossimo alla zona di origine del materiale clastico; lo spessore è variabile da 300 a 500 m. e l'età attribuibile al Lias medio.

Gr - Rosso Ammonitico e Calcarea a Posidonia

Tale affioramento è costituito da marne e calcari marnosi nodulari di colore rosso e grigio-verdastro, ricche di ammoniti, per lo più mal conservate, caratteristiche del tipo formazionale "Rosso Ammonitico". Nella parte alta, la formazione ha un minor contenuto di calcarea e il tipo litologico prevalente è quello argilloso, identificando così le marne a Posidonia.

Il raggruppamento è giustificato dall'impossibilità, anche durante il controllo di campagna, di rilevare un limite netto di separazione tra i due tipi litologici descritti sopra.

L'ambiente di sedimentazione, simile anche a quello della sovrastante formazione, è caratterizzato da acque non molto profonde e soggette ad oscillazioni con abbondanti apporti bioclastici fini.

L'età è riferita al Toarciano (per errore di stampa il "Tortoniano" della legenda della Carta Geologica 1:25.000 è da leggersi: "Toarciano"); lo spessore varia da un minimo di 10 m. ad un massimo di 40 m.

Ga - Scisti ad Aptici

Tale formazione è caratterizzata da calcari chiari sottilmente stratificati e ricchi di aptici, selciferi, alternati a straterelli marnoso-scistosi di colore verde-rossastro dello spessore di circa 15-30 cm.

Ove la componente silicea è in forte concentrazione e gli straterelli marnosi si riducono fino a sparire, affiora un calcare siliceo molto duro sottilmente stratificato, verdastro con sfumature marroni denominato "calcare diasprino" il quale normalmente è presente nella parte centrale della formazione. La potenza media della formazione è di circa 50-100 m.; nella zona di Albacina, in cui non si è trovata la base, abbiamo misurato uno spessore di circa 10 m.; l'età è compresa tra il Titonico ed il Kimmerigiano.

G_{sc} - Serie calcarea giurassica condensata

Non sempre tra il calcare massiccio e la maiolica sono presenti i termini litologici sopra descritti ed appartenenti alla serie completa. Questi per caratteristiche particolari del bacino (dislivelli creatisi nel fondo marino conseguenti ad una tettonica giurassica) sono ridotti in spessore e modificati nella litologia.

I litotipi modificati e rappresentati da calcari stratificati grigi, calcari nodulari con marne verdi, calcari nodulari nocciola ricchi di ammoniti e di moduli di pirite costituiscono la serie condensata o ridotta.

Successioni di questo tipo si riscontrano sul versante nord-occidentale del Monte Murano, sul fianco occidentale dei Monti Pietroso e Scaccioni, nel versante settentrionale del Monte Valmontagnana, sul lato meridionale del Monte di Frasassi, ai piedi del Monte S. Angelo e presso le località La Grotta e Colle Rancieni.

Gli spessori complessivi, conseguenza della quantità e durata di lacune stratigrafiche, variano da pochi metri a qualche centinaio di metri.

Cm - Maiolica

E' composta da calcare bianco-avorio a grana finissima, compatto, ricco di sottili vene di calcite e di noduli e letti di selce, con stratificazione regolare. Lo spessore degli strati varia, per lo più, dai 15 ai 50 cm.

E' affiorante nell'angolo sudoccidentale dell'area di studio sovrapposta, ora agli affioramenti della serie completa (Poggio S. Remualdo, Monte Mitola e Poggio S. Vicino) ora a quella della serie condensata (Monte Murano e Monte Valmontagnana). Meno abbondanti sono gli affioramenti nell'anticlinale di Cingoli dove è concentrata lungo la valle del torrente Musone (tra ponte Petrello, Case Monte Nero e Sorgente di Orevalcuore) e lungo il Fosso di S. Nonfiglio.

L'ambiente è marino pelagico; lo spessore varia tra un minimo di 50 m. ad un massimo di 500 m. (nella zona di Albacina è di 170 m.), e l'età è compresa tra il Titonico superiore e il Neocomiano.

Cf - Marne a Fucoidi

Questo affioramento è costituito da un'alternanza di calcari micritici, calcari marnosi varicolori e marne argillose fogliettate, queste ultime con resti di Fucoidi.

Entro le marne si sono notati frequenti impregnazioni bituminose in genere di pochi cm. di spessore. I maggiori affioramenti sono localizzati nella parte sudoccidentale dell'area di studio, specialmente lungo la valle del Fiume Esino ove l'orizzonte di Fucoidi mantiene sempre uno spessore costante di circa 50-100 m.; presso Pierosara abbiamo misurato uno spessore di 69 m.

L'ambiente di sedimentazione è quello di un bacino meno profondo rispetto a quello della sottostante maiolica, mentre l'età è attribuita all'Albiano-Aptiano.

Esr - Scaglia rosata

Sono calcari e calcari marnosi a frattura concoide, ben stratificati e con potenza variabile da 5-20 cm.; il colore è avorio roseo, rosso mattone. Verso l'alto l'intensità del colore diminuisce fino a diventare bianco-rosa al contatto con la scaglia cinerea. Sono frequenti le intercalazioni selcifere in liste, noduli e lenti.

La parte inferiore della formazione è costituita in prevalenza da "scaglia bianca", quella superiore da "scaglia rossa"; questa successione è però difficilmente trasferibile in un limite cartografico a causa dei frequenti passaggi laterali.

La maggiore diffusione areale si ha lungo l'anticlinale di Cingoli (tra Apiro e Cingoli), lungo una parte della valle del Fiume Esino (Albacina, Valtreara, Pirosara) e lungo l'allineamento San Martino, Avacelli, Serra San Quirico, Frontale.

L'ambiente formazionale è di tipo pelagico, lo spessore varia tra i 200 ed i 600 m. (massima potenza da noi misurata è di 360 m. presso Avacelli) e l'età è attribuibile al Cenomaniano-Luteziano.

Osc - Scağlia cinerea

È costituita da marne grigio-verdastre che tendono al bruno con l'aumentare del contenuto argilloso, ben stratificate e spesso ben fogliettate prevalentemente nella parte superiore dove aumenta pure quel contenuto argilloso, causa di rapida degradazione superficiale, che dà origine ad una morfologia quasi di tipo a calanchi.

I principali affioramenti sono localizzabili a NO di Albacina, ad ovest del Monte Murano, presso Serra San Quirico e in tutta una striscia che segue l'allineamento del limite sud dell'area di studio Poggio San Vicino-Frontale.

L'ambiente di sedimentazione è quello pelagico con apporto di materiale argilloso sempre più abbondante in bacino che si evolve in estensione ed in profondità; lo spessore non dovrebbe superare i 300 m. (230 m. misurati presso Panicale con la Sezione n. 7 Cingoli); l'età è riferibile al Priaboniano-Aquitano.

Ms - Schlier

Questa formazione nell'area di studio riunisce sia il "bischiario" generalmente costituito da calcari marnosi grigio-chiari, ben stratificati, sia lo "Schlier" s.s. costituito da un'alternanza di marne calcaree e calcari marnosi con orizzonti argillosi. Tale raggruppamento si è reso necessario a causa dei numerosi, graduali e lenti passaggi tra i litotipi componenti le due formazioni di tipo flyschioide.

I principali affioramenti, anche essi allungati in direzione NO-SE si trovano tra Cupramontana, Staffolo, Troviggiano e Cingoli, dove si mostrano con pieghe sinclinali e anticlinali abbondantemente fagliate; a ovest nella zona di Apiro e di Frontale, in diretto contatto con la scaglia cinera; a OSO di Albacina e a nord, in località Colle Aprico, ove risultano piegati in strette anticlinali e sinclinali, fagliate lungo il loro piano assiale.

L'ambiente di deposizione è pelagico, con apporti argillosi, ma in lento sollevamento, lo spessore della formazione è di circa 200-300 m. e l'età attribuibile al Tortoniano-Aquitano.

MA - Formazione di Apiro

E' costituita da arenarie più o meno grossolane e debolmente cementate, alternate a marne argillose. Quasi generalmente il passaggio alla formazione inferiore è rapido; il cemento è prevalentemente calcareo ma distribuito diversamente sia in senso laterale che verticale.

I principali affioramenti sono, ad ovest della struttura di Cingoli con sviluppo parallelo al piano assiale di detta anticlinale e piegati in strette sinclinali e anticlinali, e ad est di Cupramontana, sul fianco orientale di un'anticlinale fortemente fagliata.

L'ambiente di sedimentazione è litoraneo o marino di piccola profondità, la potenza di circa 150-180 m. e l'età attribuibile al Tortoniano-Messiniano inferiore.

Mgs - Formazione gessoso-solfifera

Nella zona in studio la formazione gessoso-solfifera si presenta con tipi litologici svariati e con passaggi laterali e verticali numerosi. Litologicamente è costituita dal basso verso l'alto da marne fogliettate, ocra e spesso bituminose, da diatoniti e marne diatomitiche bianche, fogliettate non sempre presenti, da un'alternanza di clacari laminati, marne biancastre finemente stratificate alternate a straterelli di calcare cariato talora solfifero e da strati di gesso microcristallino intercalati sia da marne scure sia da arenarie debolmente cementate.

La distribuzione areale degli affioramenti è simile a quella del tipo formazionale precedente (MA), essendo legata sia allo stesso ambiente lagunare salmastro, sia alle stesse strutture a pieghe; lo spessore è di circa 40-50 cm. e l'età attribuibile al Messiniano inferiore.

Mc/MAV - Serie a colombacci-formazione di Avenale

La serie a Colombacci è costituita da argille sabbiose alternate a sabbie debolmente cementate inglobanti livelli di calcari evaporitici biancastri (colombacci). Gli strati sabbiosi hanno generalmente spessori esigui (5-15 cm.) e nel complesso sono subordinati alle argille mentre ben visibili sono gli orizzonti a colombacci. I principali affioramenti della serie a Colombacci sono localizzati ad ovest dell'anticlinale di Cingoli.

Sul versante orientale della sopraindicata anticlinale questo tipo litologico, che si presenta con facies particolare a carattere locale, è stato da noi separato dalla formazione precedente e chiamato "Formazione di Avenale".

Questa è costituita da conglomerati ad elementi medio grossolani a cemento arenaceo passanti spesso ad arenarie, e talora intercalati a marne grigio-verdi. Gli elementi che la costituiscono, provenienti dalle formazioni calcaree, sono generalmente di taglia grossolana e contengono inclusi silicei scuri.

L'ambiente di deposizione sembra quello terminale di un ciclo regressivo, lo spessore varia tra i 90 m. della formazione di Avenale ed i 150 m. della serie a Colombacci; l'età è attribuibile al Messiniano medio per la seconda, al medio superiore per la prima.

Pa-Ps - Pliocene

Diversamente dalla cartografia ufficiale in cui il Pliocene è diviso sia cronologicamente che litologicamente (a ciascuna epoca corrisponde un pliocene argilloso ed uno arenaceo-conglomeratico) noi abbiamo raggruppato, come già accennato precedentemente, tutto il Pliocene (inferiore, medio e superiore) in sole due partizioni e cioè una prevalentemente argillosa (Pa), l'altra prevalentemente sabbioso-conglomeratica (Ps).

La prima (Pa) è costituita da argille azzurre talora marnose, con intercalazioni sabbiose e con rari e sottili livelli arenacei debolmente cementati.

Queste argille sono nettamente trasgressive sui terreni Miocenici e talora Mesozoici presenti nella parte occidentale del lavoro tra Apiro e Piticchio e nell'anticlinale di Osteria de' Grilli; sono presenti a cavallo ed in particolare sul lato destro del torrente Coffarelli ed in quasi tutta l'area posta ad oriente di un allineamento passante per Staffolo e San Paolo di Jesi.

La seconda (Ps), anch'essa trasgressiva sui terreni sottostanti quando non è presente il termine argilloso, è costituita da arenarie più o meno cementate in banchi di spessore variabile, da sabbie talora alternate ad argille lenticolari e da conglomerati più o meno cementati. Il colore è prevalentemente giallo e il cemento calcareo è irregolarmente distribuito.

I rapporti con il litotipo precedentemente descritto (Pa) sono sia verticali che laterali di conseguenza sulle foto aeree i primi sono ben individuabili, i secondi molto difficoltosi e problematici.

In alcune zone come per esempio in quella di Cingoli, questo litotipo sabbioso presenta un carattere nettamente regressivo suggerito dalla presenza di potenti banchi conglomeratici.

Questo litotipo affiora prevalentemente nella parte centrale dell'area di studio delimitata ai lati, orientale ed occidentale, dal pliocene argilloso (Pa) ed a sud dalle formazioni mioceniche e mesozoiche.

Qt - Quaternario

In questo gruppo sono stati inserite tutte le alluvioni e depositi alluvionali terrazzati composti prevalentemente da ciottoli e sabbie di origine fluviale. Nell'area di studio, quattro sono gli ordini di terrazzi, concentrati specialmente lungo il corso dei fiumi Esino, Musone e lungo il torrente Rudielle. Il loro maggiore sviluppo è, in corrispondenza dell'ampliamento delle valli, legato al passaggio tra terreni Giuresi-cretacei a terreni mio-pliocenici più facilmente erodibili.

dt - Sotto questa sigla sono stati raccolti il detrito di falda, le coperture detritiche diverse ed i coni di deiezione che si trovano disseminati sia alle confluenze dei torrenti con i principali corsi d'acqua, sia sui fianchi dei principali rilievi. Le maggiori coperture detritiche si hanno presso Domo e poco a sud di Avenale, sul fianco est dell'anticlinale di Cingoli.

Qal - In questa sigla sono stati inseriti sia tutti i depositi fluviali di fondovalle eccezionalmente anche terrazzati, sia quelli palustri ed eluviali. Tali depositi in prevalenza ciottolosi, con elementi di grandezza varia, subordinatamente sabbiosi ed argillosi, sono particolarmente concentrati lungo il corso dei Fiumi Esino e Musone.

2.2. CARTA DELLE DIREZIONI DI STRATO

La carta è stata compilata utilizzando i dati di direzione ed immersione di strato provenienti dalla foto-interpretazione, dalle carte esistenti e dai controlli di campagna. Sulla carta sono inoltre riportate alcune tra le faglie più significative in modo da aiutare meglio 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.

L'approssimazione e l'utilità di questo tipo di rappresentazione dipende molto dalla densità dei dati che sono tanto più abbondanti quanto più le formazioni sono distintamente stratificate. Nel nostro caso infatti le forme sono sempre meglio definite avvicinandosi ai terreni miocenici e mesozoici.

I dati stratimetrici ricavati dalle foto aeree sono di due tipi: il primo tipo comprende tutte le pendenze di strato che sono direttamente osservate come tali sulle foto, ed ha un'attendibilità molto alta.

Il secondo tipo comprende tutte quelle pendenze che si riferiscono particolarmente ai terreni argilloso-pliocenici, le quali, essendo basate su caratteristiche morfologiche, hanno un'attendibilità generalmente bassa, che diviene più accettabile quando numerose osservazioni risultano coerenti fra loro.

Gli assi delle strutture, sia positive che negative, completano infine il quadro individualizzando i sistemi di piegamento principale e le forme di dettaglio.

Un primo esame della Tavola n. 11 mette in evidenza che le singole forme del piegamento oltre ad essere di per sé interessanti come elementi strutturali definiti, sembrano avere un interesse più regionale come unità tra loro legate secondo una direttrice comune orientata con direzione prevalente NO-SE.

Tale direzione sembra coincidere con l'orientamento della direttrice appenninica presente con le sue pieghe in gran parte della fascia adriatica centrosettentrionale.

Gli assi delle maggiori strutture plicative positive e negative presenti nell'area con direzione appenninica si mostrano tra loro con uno spiccato parallelismo. Questo parallelismo regionale si verifica anche per le linee di faglia più lunghe le quali sembrano avere un'origine in parte contemporanea a quella delle pieghe stesse.

Queste infine, in conseguenza delle numerose faglie trasversali, legate alle maggiori valli, le quali sembrano aver giuocato un importante ruolo, si mostrano molto svirogate e frammentate nella loro lunghezza assiale.

L'assetto strutturale generale evidenziato da questo elaborato sembra esser quello caratteristico di una tettonica tensionale e compressiva che ha agito simultaneamente e/o in periodi successivi.

La porzione sudoccidentale dell'area limitata ad est dall'allineamento Frontale-Serra San Quirico ed interessato dai termini calcarei-mesozoici, mostra uno spiccato assetto anticlinale. Questo è intensamente disturbato da numerose faglie e fratture che tendono a mascherare ed a frammentare l'asse della grande dorsale anticlinale in una serie di piccole forme positive interrotte da faglie o da blocchi trasversali tiltati in varie direzioni con andamento prevalente NO-SE. A queste, sempre in conseguenza dell'intenso movimento dei terreni calcarei, si sono a volte affiancate forme negative come è visibile nella regione ad ovest di Frontale.

Tutte queste piccole strutture con direzione prevalentemente appenninica e quindi parallele alla grande faglia inversa passanti per Serra San Quirico - Frontale, sono ben definite da dati geologici e stratimetrici e contengono nei loro nuclei termini prevalentemente giuresi e cretacei.

Al contrario, l'area ubicata ad est della grande faglia inversa, presenta una struttura generale profondamente diversa da quella sopra descritta. L'assenza di un minuto sblocchettamento causato da una tettonica prevalentemente disgiuntiva, dei terreni cretacei, legata ai terreni pre-cretacei, concede spazio alle numerose ed estese forme plicative. La successione di lunghe anticlinali e sinclinali con andamento NO-SE raramente è interrotta sia dalle grandi faglie trasversali sede dei grandi fiumi Esino e Musone, sia dallo esiguo numero di fratture di limitate dimensioni. Ad est del grande motivo sinclinale, nel cui centro si rinvencono i termini più alti del miocene ed in cui sono ben definite strutture positive e negative a carattere locale, troviamo la grande anticlinale di Monte Nero.

Questa è una struttura ben definita da dati stratimetrici abbondanti e di ottima attendibilità che nella sua parte meridionale del nucleo porta in affioramento termini del Lias inferiore.

E' limitata nel suo fianco nord orientale da una grossa faglia inversa con direzione NO-SE la quale passando ad una direzione E-O in corrispondenza del fiume Musone, contribuisce a chiudere nella parte settentrionale la struttura; questa oltre il fiume è deviata nella stessa direzione della faglia.

A NE della sinclinale di Cingoli ed anche di una serie di movimenti positivi e negativi, si incontra, al limite orientale dell'affioramento miocenico, una struttura anticlinalica ben definita nel suo versante sudoccidentale, meno in quello nordorientale (la definizione è basata su elementi morfologici) che verso nord, al suo ingresso nei terreni pliocenici tende a dividersi.

Il ramo di sinistra è mal individuabile e termina nella valle del Fiume Esino; quello di destra, mal delimitato ed appena accennato all'inizio, torna ad evidenziarsi fortemente prima in destra del Fiume Esino poi nell'affioramento miocenico di Osteria di Grilli. La sua prosecuzione definita da elementi morfologici sembra continuare anche oltre il lavoro.

IN sinistra del Fiume Esino sono presenti, oltre a quella descritta, anche altre due strutture positive: una, quella di Colle Aprico in terreni Miocenici è ben definita da elementi strutturali e geologici, ha un andamento NO-SE concordante con le altre precedentemente descritte; la seconda, mal definita da elementi morfologici in terreni pliocenici è l'unica ad avere un andamento NE e quindi spiccatamente anomalo. Sebbene l'attacco con l'anticlinale Moie e Osteria di Grilli non sia affatto chiaro, questa potrebbe considerarsi una deviazione verso ovest della suddetta. La parte più definita, anche se da soli elementi morfologici, è quella più occidentale la quale incuneandosi sotto una marcata sinclinale con andamento NO-SE ne determina una deviazione verso nord.

La parte pliocenica orientale è interessata da un assetto generalmente monoclinale della serie sabbioso-argillosa qua e là interrotto da ondulazioni positive e negative, spesso appena accennate, le quali potrebbero essere un debole indizio di strutture più profonde ben definite.

Questo ed altri interrogativi potranno forse avere una risposta qualora successivi indizi, eventualmente estratti dagli altri elaborati, venissero durante una sintesi finale, a sommarsi tra loro.

3. MORFOLOGIA

Gli elementi morfologici presi in considerazione in questo studio sono: il drenaggio superficiale (Tav. 12) ed il contrasto morfologico (Tav. 13).

Questi documenti sono stati compilati con i dati estratti dalle carte topografiche I.G.M. a scala 1: 25.000.

Il reticolo idrografico è stato integrato con quello estratto dall'annotazione delle fotografie aeree e con cerne non solo il ruscellamento, ma anche altri importanti elementi morfologici quali orli di scarpate ed aree terrazzate.

3.1. CARTA DEL DRENAGGIO

La forma del reticolo idrografico è la risultante di una serie di parametri quali l'erosione, la deformazione strutturale, la litologia e l'assetto.

In particolare il reticolo idrografico si rivela sensibile all'effetto di diaclasi e di fratture ed alla direzione degli strati anche in terreni argillo si apparentemente uniformi. Il ruscellamento infatti, essendo molto sensibile a deformazioni strutturali anche minime e riferibili a sedimenti coperti da coltri recenti anche di un elevato spessore, offre particolari suggerimenti.

Sulla Tav. 12 sono stati annotati gli spartiacque principali e secondari, gli allineamenti di rottura di pendio più evidenti, le più importanti forme di drenaggio orientato e le deviazioni o forme anomale di scorrimento delle acque superficiali di probabile origine strutturale.

Analizzando la tavola nel suo insieme si ha una conferma non solo di quanto mostra la carta geologica, la quale essendo a scala diversa non è di facile confronto, ma anche di quanto mostra la carta delle direzioni di strato. E' ben visibile infatti dal tipo di reticolo la distribuzione areale della coltre miopliocenica, il condizionamento di grosse fratture del corso dei fiumi più importanti, principalmente nelle zone interessate da terreni mesozoici e subordinatamente nelle zone in cui affiorano terreni miopliocenici. In questi sono sempre osservabili due o più ordini di terrazzi presenti lungo i fiumi Musone, Esino, Misa, Nevola e i loro principali affluenti.

L'inizio di queste alluvioni terrazzate, coincidenti sempre con un cambiamento di tessitura del drenaggio, da parallela o detritico angolata a dendritica o dendritico parallela, marca il contatto tra i terreni calcarei e quelli clastici più recenti.

L'ubicazione e la forma degli spartiacque principali, uniti alla lunghezza e direzioni del corso dei fiumi principali o di tratti di essi, suggeriscono una chiara origine strutturale. Di evidente valore risulta quindi la brevità di tutti o quasi i tributari di destra dei fiumi Misa, Esino e Musone rispetto alla lunghezza ed al maggiore sviluppo dei tributari di sinistra degli stessi.

Spiccati effetti direzionali di valore regionale, coerenti con le direzioni strutturali dominanti, sono particolarmente evidenti nella zona sud occidentale dell'area.

Scendendo ad analizzare le annotazioni in un dettaglio più minuto, risulta evidente una chiara corrispondenza del drenaggio con situazioni strutturali basali, quali:

- la forma arrotondata con andamento a volte centrifugo ed anche circolare presente spesso in corrispondenza delle maggiori strutture positive presenti nella fascia tra Cingoli e Montecarotto;
- la presenza di drenaggio orientato, ben definito nella zona che delimita terreni mesozoici e miocenici nell'area compresa a SO di Serra San Quirico, Apiro e Cingoli, particolarmente evidente con una netta E-O a nord di Apiro in prossimità e/o concordante con il limite formazionale pliocene-mesozoico a nord e miocene-mesozoico a sud;
- le caratteristiche deviazioni dovute a sicure o probabili ragioni strutturali osservabili sia in corrispondenza delle strutture positive e negative presenti nei terreni miocenici, sia nelle strutture positive emergenti nella zona di Cupramontana;
- le abbondanti forme di orientamento preferenziale e di allineamento di punti di rottura di pendio, presenti queste ultime lungo i fiumi Esino e Musone, le quali sottolineano molto bene gli effetti superficiali dei principali sistemi di fratture, lungo cui si sono impostati gli agenti erosivi con i risultati più evidenti;
- la presenza di linee E-O coincidenti con un tratto del Fiume Esino tra Moie ed Iesi ed anche con il piccolo tratto più occidentale del fiume Musone incluso nell'area, indica la presenza di un grosso trend parallelo che tende a deviare l'orientazione generale dei grossi fiumi; questa generalmente è SO-NE come pure gli spartiacque che li separano;
- la presenza di allineamenti con andamento E-O nella zona di Santa Maria Nuova suggerisce un chiaro legame tra le deviazioni in senso parallelo dei due principali fiumi Esino e Musone, legame che potrebbe corrispondere ad una frattura o serie di fratture profonde di cui si trova traccia anche nella area

a sud di Montecarotto. Queste tracce, tendenti a diminuire verso ovest, sembrano chiuse dalla presenza di ampi allineamenti molto lunghi in senso meridiano.

3.2. CONTRASTO MORFOLOGICO

Questa carta, ottenuta tramite un computo tra quota minima e massima entro maglie di 1 kmq. di superficie e successivo collegamento di punti con ugual valore, visualizza il rapporto tra velocità di deformazione strutturale e la velocità di erosione e di sedimentazione. Fornisce di conseguenza informazioni sulla velocità ed intensità relative di movimenti verticali in atto o molto recenti.

Mentre per aree di sollevamento relativamente antico la relazione tra rilievo strutturale ed intensità di erosione e quindi alto contrasto morfologico risulta ovvia, nelle aree occupate da terreni recenti o soggette a deformazioni recenti od in atto, questo tipo di indagine diviene particolarmente interessante in quanto può rilevare o confermare la presenza di deformazioni relativamente modeste.

Di conseguenza le più originali informazioni che scaturiscono dall'analisi della tavola 13 sono quelle riguardanti i terreni miopliocenici.

La presenza di forme negative con massimi assoluti a cavallo dei fiumi Esino e Musone e principalmente la forma e la densità delle curve, (queste sono prevalentemente più ravvicinate sui bordi sud orientali rispetto a quelli nord occidentali) giustificano e convalidano quanto emerso dai documenti già analizzati.

Si ha così, anche attraverso gli effetti più recenti dell'erosione, una convalida ed un sollevamento e conseguente inclinazione verso SE dei blocchi compresi tra i fiumi suddetti.

L'evidente effetto di interruzione delle forme positive con allineamento appenninico, messo in luce da forme allineate lungo la direzione E-O passante per Moie - San Martino Nuova è concordante con quanto espresso dalla carta del arenaggio. Questo fatto suggerisce la possibilità che tali forme parallele presenti anche in allineamenti non ben marcati nella parte meridionale, siano cronologicamente le più recenti.

La presenza di alti di contrasto nelle zone in cui la carta delle direzioni di strato (Tav. 11) evidenzia strutture positive, non solo convalida questa presenza, ma testimonia anche l'ottimo grado di attendibilità delle misure di strato dedotte da morfologia nelle aree interessate dalla coltre pliocenica sempre coperta da coltivazioni.

Nelle zone di affioramento dei terreni eocenici e cretacei, si ha una chiara corrispondenza tra le forme del contrasto e quelle dell'altimetria deducibili dalle curve ipsometriche della carta geologica alla scala 1:25.000. Questo fatto, apparentemente ovvio, è però un'indicazione che i fenomeni di piegamento e sollevamento della regione occidentale sono da riferirsi ad uno schema sem plice e con direttrici distinte e ben caratterizzate.

4. ANALISI DELLE FRATTURE

Lo studio delle lineazioni o fratture inteso in senso lato secondo i concetti espressi nell'Appendice 1 si basa sull'esame di una serie di documenti derivanti da elaborazioni statistiche e densitometriche del campo totale (Fig. 14) e subordinatamente dal campo delle lineazioni lunghe (Tav. 15). I documenti che ne derivano e che quindi verranno analizzati nei seguenti paragrafi sono:

- la distribuzione azimutale delle fratture e delle lineazioni lunghe messa in rapporto con quella delle direzioni di strato per l'intera area (Fig. 2);
- la distribuzione azimutale delle sole fratture, sempre messa in rapporto con le direzioni di strato, per aree unitarie di una tavoletta I.G.M. e per unità stratigrafiche (Tav. 17);
- la densità del campo totale delle fratture (Tav. 16).

4.1. Distribuzione azimutale

Scopo dell'analisi è quello di selezionare lungo le varie direzioni azimutali una quantità percentuale e con una integrazione continua le lineazioni presenti nel campo totale.

I diagrammi che ne risultano offrono la possibilità di definire le principali direzioni strutturali, il tipo di deformazione da essa determinata ed il tipo di struttura locale o regionale ad essa connessa.

Il diagramma dell'area totale, che riassume i caratteri generali dell'intera regione, è espresso in due forme nella Fig. 2; ad istogrammi come tutti gli altri costruiti per unità minori, ed a diagramma polare essendo quest'ultima rappresentazione di più immediata visualizzazione. L'elevato numero di fratture rilevate (Tav. 14) fa sì che nel diagramma vi siano deboli contrasti i quali tuttavia assumono un particolare valore anche se indicano piccole variazioni nella frequenza.

Al contrario i diagrammi concernenti la distribuzione azimutale delle direzioni di strato e delle lineazioni lunghe sono molto contrastati. Ciò è conseguenza non solo del basso numero di dati disponibili, ma anche del fatto che tali diagrammi sono stati costruiti su otto classi e cioè per intervalli di $22^{\circ}30'$ gradi anziché per integrazione continua come quello delle fratture.

Ne consegue che tutti i dati di una classe concentrandosi in un punto possono creare un apice più vistoso anziché una larga curva come avviene nel diagramma delle fratture. Si può verificare inoltre anche uno sfasamento dell'ampiezza massima di più o meno mezza classe rispetto alla vera direzione massima di frequenza di una partizione.

Il diagramma delle lineazioni dell'area totale mostra due zone di massima frequenza centrate una nella direzione NO l'altra nella direzione NE; la prima, che chiameremo appenninica, è una culminazione ben definita tra due minimi coincidenti uno con la ONO, l'altro con la direzione compresa tra NNO e N; la seconda, che chiameremo antiappenninica, è invece molto meno contrastata in quanto mostra una spiccata estensione verso la direzione meridiana (NNE). Un terzo apice, centrato sulla EO e con culminazione non molto accentuata, evidenzia la presenza di un trend parallelo.

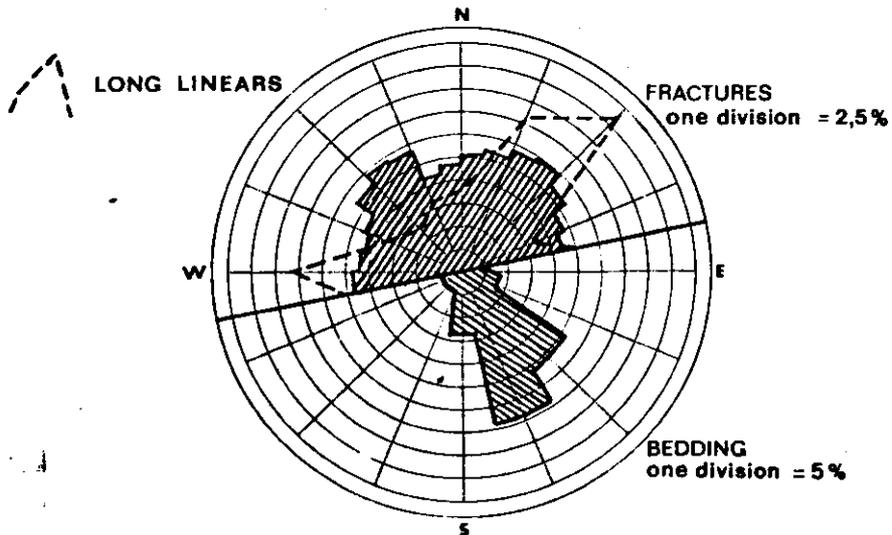
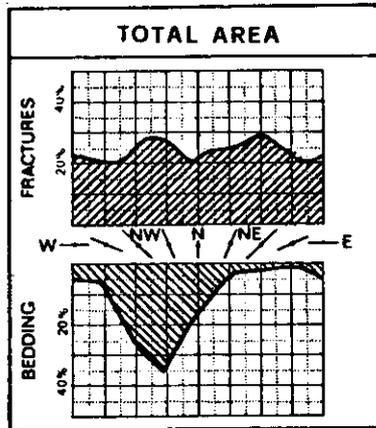
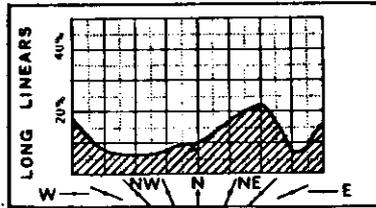
- Direttrice appenninica -

E' interessante notare che a questo massimo di frequenza corrisponde anche un massimo della distribuzione delle direzioni di strato. Tale situazione mostra chiaramente che la direttrice NO deve essere strettamente collegata ai fenomeni del piegamento appenninico in tutta l'area di studio. La scarsa presenza delle lineazioni lunghe, le quali sono su questo azimuth rappresentate da un debolissimo apice, suggerisce l'ipotesi che queste siano le tracce di sovrascorrimenti o di fratture con piani di scorrimento molto inclinati. Le tracce derivanti da fratture di questo tipo non sono infatti facilmente visibili sulle foto aeree stereoscopiche e tanto meno sugli ingrandimenti a scala 1:200.000 delle immagini ERTS da cui sono state estratte. A convallida di quanto ipotizzato, la carta delle lineazioni lunghe (Tav. 15) mostra che le poche lineazioni presenti con direzione appenninica sono concentrate totalmente nella parte occidentale dove affiorano i terreni calcarei più antichi e quelli miocenici i quali sembrano essere stati interessati da faglie inverse e/o sovrascorrimenti. Di queste grosse lineazioni, coperte nella parte orientale dalla coltre plioquaternaria, sono rimaste invece abbondanti vestigia di fratturazione minuta messa in evidenza dai vari diagrammi estratti dal campo totale delle fratture ed anche dagli allineamenti del drenaggio orientato di Tav.12.

DISTRIBUZIONE AZIMUTALE
DELLE LINEAZIONI E DELLE DIREZIONI DI STRATO

AZIMUTH DISTRIBUTION
OF LINEARS AND BEDDING STRIKE

TOTALI TOTALS



La relazione tra la direzione di fratturazione NO e il fenomeno di piegamento appenninico è marcato, dalla chiara corrispondenza di apici nel diagramma dell'area totale, dalle coincidenze rilevabili nei diagrammi per aree di una tavoletta corrispondenti alle zone di affioramento di pieghe NO concentrate nella zona più occidentale, ed infine nei diagrammi stratigrafici (Tav. 17). Infatti le unità stratigrafiche che sono maggiormente interessate da pieghe di tipo appenninico come il Cretaceo ed il Miocene, mostrano anche i massimi di fratturazione secondo la direzione NO. Questa direzione poi da dominante passa secondaria nella parte orientale dove prevalgono esclusivamente terreni plioquaternari.

La direzione NO, chiaramente espressa dalle forme del contrasto morfologico, indica che questa è legata ai fenomeni di sollevamento e piegamento importanti che hanno determinato l'ossatura principale della regione. Conseguentemente risultano legate a questa direzione le principali linee di distensione successiva e di approfondimento del bacino pliocenico con stile a blocchi di faglia ribassati verso NE, ed il possibile drappeggiamento dei terreni plastici più recenti. E' da notare infine l'influenza che tale direttrice può avere avuto nell'orientamento generale dei corpi stratificati, per meccanismo sedimentario dei terreni più recenti.

- Direttrice antiappenninica -

Questa direttrice presenta un largo massimo di distribuzione intorno a NE il quale coincide con il massimo assoluto di frequenza delle lineazioni lunghe. Corrispondentemente si nota un minimo nella distribuzione delle direzioni di strato. Una tale situazione concorda con un sistema di fratture profonde, trasversali al sistema appenninico con componente orizzontale spesso importante, sviluppatasi in conseguenza dei fenomeni di piegamento come direttrice complementare. L'attività, continuata successivamente nella fase di distensione, ha originato una serie di blocchi di faglia del tipo già descritto al paragrafo 3.1.

Questa direzione come mostrano i diagrammi parziali sembra concentrata nei tratti medi dell'Esimo e del Musone e nell'area ubicata a nord di Aparo. Interessa quindi prevalentemente i terreni plio-quaternari e molto debolmente quelli miocenici e premiocenici.

Il sistema è chiaramente messo in evidenza anche da orientamenti della rete idrografica e da allineamenti ben marcati sulla carta del contrasto morfologico.

Tutto questo farebbe pensare ad un fatto locale, determinato da un numero limitato di grosse fratture verticali che hanno un forte peso statistico, rispetto alla fratturazione più minuta. Si tratta con tutta probabilità di zone di fratturazione abbastanza recenti a carattere regionale interessanti quindi uno spessore notevole della crosta.

La loro importanza nei confronti della nostra indagine è quindi limitata agli effetti locali di disturbo sulle pieghe della parte centro orientale del bacino pliocenico come è ben visibile per la struttura mesozoica di Apino nella Tav. 11. E' significativo a questo riguardo il fatto che tale direzione sia maggiormente e relativamente più sviluppata nelle aree coperte da terreni plio-quadernari come precedentemente accennato e come visibile nella Tav. 17.

Gli elementi più importanti della direttrice NE sono chiaramente i fasci di faglie corrispondenti alle valli del Musone, Esino e Misa che già erano stati messi in evidenza dalla stratimetria e dalla morfologia. L'analisi delle fratture conferma quindi quanto già esposto ai paragrafi 2.2. e 3.1.

La direttrice antiappenninica è da tenere in considerazione quindi, oltre che per l'effetto di disturbo che ha esercitato sulle pieghe appenniniche, anche per le deformazioni successive che possono aver condizionato la sedimentazione dei terreni pliocenici e quadernari.

- Direttrice parallela -

Questa direttrice ben definita da un massimo relativo sul diagramma delle fratture, è rappresentata da una frequenza molto elevata delle lineazioni lunghe. La frequenza delle direzioni di strato è, come nel caso precedente, assente o quasi.

E' da notare infine la presenza, in alcune aree di un trend meridiano, particolarmente evidenziato anche dall'orientamento, del drenaggio. Questa frequenza, che sembra maggiormente evidente nei diagrammi parziali, in cui è nettamente marcata la direzione parallela, fa pensare che la direzione meridiana sia coniugata con la E-O. Queste due direzioni, la meridiana e la parallela, potrebbero quindi considerarsi i risentimenti più settentrionali delle fratture appenniniche ed antiappenniniche, presenti in quella zona dell'appennino centrale, ubicata a sud dell'area di studio, in cui la dorsale appenninica subisce una rotazione verso est e dispone la sua dorsale lungo la direzione N-S.

4.2. Carta di densità del campo totale delle fratture

Come detto per il contrasto morfologico, anche l'osservazione della densità di fratturazione trova la sua migliore applicazione nelle aree con depositi recenti dove possono esistere strutture, anche importanti, sepolte o mal individuabili attraverso il rilievo convenzionale della geologia di superficie. Ricordiamo anche che nell'esame della densità di fratturazione conviene limitarsi a prendere in considerazione le grandi linee della distribuzione, tenendo conto anche che aree intensamente coltivate o di alluvionamento quaternario, possono mostrare densità basse dovute a copertura.

Nell'area di studio ciò accade in particolare in tutta l'area nordorientale ed in particolare lungo le valli dell'Esino e del Musone.

Applicando come regola generale il concetto che aree in deformazione tensionale sono più ricche di fratture visibili che non quelle dove si abbia compressione gravitazionale, dobbiamo attribuire ai valori alti della densità la corrispondenza a forme strutturalmente rilevate mentre nelle zone con bassa densità corrisponderebbero le sinclinali.

In linea generale si può notare come l'andamento delle isodenze sottolinea le due direttrici principali, appenninica ed antiappenninica in tutta l'area.

Nel complesso quindi un quadro strutturale assai semplice come del resto risulta da tutti gli altri dati.

I massimi assoluti di densità sono localizzati in corrispondenza delle strutture appenniniche affioranti e quindi risultano ben marcati sia i fasci di strutture presenti nell'area occidentale, sia quelli interessanti i terreni mesozoici e miocenici ubicati tra Apiro e Cingoli.

E' interessante notare però come anche in aree della copertura pliocenica, dove non ci sono tracce superficiali di piegamento, o solo pochi indizi di blanda deformazione, siano evidenti allineamenti di densità in direzione appenninica. Questo fatto è particolarmente evidente nell'area ubicata subito a nord di S. Vettore dove è presente una zona con alti valori di densità i quali potrebbero essere indizio di una zona interessata da struttura.

La presenza di una potente coltre pliocenica prevalentemente argillosa e quindi priva di una stratificazione atta ad estrarre l'andamento degli strati, coperta a sua volta da una non indifferente copertura di suolo agrario, ha permesso solo l'estrazione di pendenze dedotte da morfologia.

Queste, come già accennato, hanno un peso relativo rispetto alle pendenze estraibili da sedimenti con marcata stratificazione.

Non è escluso che alcune pendenze dedotte da morfologia e presenti nell'area interessata dall'alto di densità, non rispecchino l'esatto andamento dei sedimenti pliocenici ma soprattutto di quelli più antichi sottostanti. E' quindi possibile che in casi simili a questo, la struttura dei sottostanti sedimenti venga evidenziata dallo studio della fratturazione piuttosto che da quello stratimetrico.

L'alto numero di fratture esistente e derivante come mostra il diagramma parziale della tavoletta che inquadra tale zona, da un'elevata percentuale di fratture con andamento NE e subordinatamente NNO, è da imputarsi ad una probabile struttura sepolta con asse appenninico ubicata tra S. Vettore e Filottano. Tale struttura sarebbe quindi parallela alle altre evidenziate dalla carta delle direzioni di strato, presenti nella parte orientale.

Un altro elemento di questo tipo è localizzato nell'angolo nord occidentale dell'area di studio immediatamente a NE di Piticchio.

Anche per questa anomalia le informazioni fornite dagli altri documenti ed in particolare dal diagramma per tavoletta, suggeriscono la presenza di una struttura sepolta con andamento appenninico e quindi parallela a quella positiva, posta immediatamente a SO (Tav. 11), la quale porta in affioramento nella sua parte centrale termini miocenici.

Contrariamente a queste due aree di densità positiva, le quali trovano riscontro anche sulla carta del contrasto morfologico e di conseguenza una certa convalida, una terza area, con alto di densità, ubicata a NE di Monte Coralto non trova conferma su nessun documento prodotto.

L'anomalia quindi può essere giustificata, non tanto dalla presenza di un'intensa fratturazione, quanto dal loro posizionamento. La forte dispersione della frequenza sull'intero arco dei 180° gradi messa in evidenza dal diagramma per unità di tavo-

letta crea un numero rilevante di incroci, attraverso cui filtra, durante la complicata elaborazione fotografica (vedi Appendice 1), una maggiore quantità di luce che tende ad innalzare il valore della densità.

Tale ipotesi è suffragata anche dal fatto che l'indizio di tale possibile struttura non è minimamente suggerito dagli altri elaborati prodotti.

Infine gli altri elementi messi in evidenza dalla Tav. in esame sono costituiti:

- dal gradiente abbastanza netto dei livelli di densità che marca il limite NE delle pieghe del bordo occidentale, il quale indicherebbe la zona di massima flessura negativa verso NE, con anche possibili fenomeni di sovrascorrimento lungo faglie inverse;
- dal fatto che le zone con faglie antiappenniniche corrispondenti alle valli dei fiumi principali, non trovano conferma nella carta di densità; questo fatto è giustificato dalla localizzazione di tali fasci lungo zone di importanti e potenti depositi alluvionali i quali agiscono da copertura nei riguardi delle fratture.

5. CONCLUSIONI

L'analisi dei singoli documenti prodotti dal presente studio fotogeologico, ha fornito una serie di dati che cercheremo di correlare e commentare globalmente in questo paragrafo.

Scopo della metodologia usata è infatti quello di evidenziare e/o giustificare con la sovrapposizione di dati derivanti dalle diverse direttrici di approccio (stratimetria, morfologia ed analisi delle fratture) la presenza di un determinato fenomeno od effetto tramite una convalida derivante da più documenti. I risultati di tale sintesi sono stati schematizzati sulla Tav. 18 la quale visualizza e riassume le principali caratteristiche strutturali dell'intera area di studio.

Questa è prevalentemente interessata da un sistema di pieghe parallele tra loro con direzione appenninica, più marcate o rilevate sul bordo occidentale dove affiorano i terreni cretacei o miocenici, più blande e profonde nella parte centro occidentale dove affiora una spessa coltre di sedimenti pliocenici.

Parallelamente a questa tettonica plicativa esiste una tettonica disgiuntiva evidenziata sia dai massimi di frequenza, presenti nei diagrammi di distribuzione azimutale lungo la direttrice NO, sia dagli allineamenti marcati dalla densità di fratturazione lungo la stessa direzione.

Le pieghe si presentano in forma asimmetrica prevalentemente dove sono presenti linee di faglia di tipo inverso che possono evolvere in sovrascorrimento. Queste linee sono ben marcate in quelle strutture dove affiorano i terreni cretacei, più mascherate dove affiorano i terreni miocenici.

Così lungo le linee S. Quirico-Frontale e Cingoli sono ben visibili faglie inverse che al contrario risultano meno evidenti in corrispondenza della linea Staffolo la quale sembra limitata al solo blocco di Cupramontana.

La presenza di quest'ultima faglia inversa è probabilmente la conseguenza del sollevamento relativo dei blocchi derivanti dalla presenza di una forte direttrice antiappenninica.

Il sistema NE, presente in tutta l'area in fratturazione minuta, è particolarmente evidenziato in tutti i documenti lungo le linee, Musone, Cupramontana, Esino, Misa e Nevola orientate con perfetto paralleli

smo in direzione NE.

La struttura, originatasi a seguito di questa forte componente antiappenninica, è quella a blocchi di faglia limitata dalle grosse fratture ad andamento NE.

I blocchi mostrano un sollevamento relativo diverso, caratterizzato da uno sprofondamento sia di quelli settentrionali sia di quelli meridionali verso il blocco centrale di Poggio Cupro che risulta essere il più basso in assoluto.

Tali blocchi mostrano anche un tiltaggio verso nord messo in evidenza da molti documenti ed in particolare dal reticolo idrografico. La brevità di tutti o quasi i tributari di destra dei fiumi Musone, Esino e Misa, rispetto alla lunghezza ed al maggiore sviluppo dei tributari di sinistra degli stessi, è uno tra i più validi avalli a quanto sopra affermato.

I blocchi originati dalla componente NE sono limitati in senso appenninico dalle faglie inverse presenti al bordo orientale delle strutture positive. Queste ultime fratture sono di tipo profondo in quanto interessano i terreni della serie carbonatica mesozoica probabilmente fino alla superficie di distacco. Questa superficie di discordanza e di distacco dovrebbe essere ubicata sotto il calcare massiccio, e coincidere con i sedimenti anidridici della formazione di Burano.

In questa formazione plastica dovrebbero così galleggiare e reagire alle sollecitazioni di tipo idrostatico i singoli blocchi.

La brusca caduta di sicuri dati, indicanti la presenza di strutture positive ad est di un allineamento passante per More e Catafolle, è legata, come effetto e non come causa, alla maggiore potenza dei sedimenti pliocenici.

Questo improvviso appesantimento della coltre pliocenica deve necessariamente essere legato ad una linea di faglia di tipo inverso e coincidente con la linea More-Catafolle simile a quelle che sono ben evidenziate nella zona orientale.

Tale frattura ribassando la parte occidentale ed abbassando quella orientale, ha incrementato l'erosione dei sedimenti pliocenici nella prima creando così una notevole differenza nello spessore dei sedimenti tra le due aree.

Queste due direttrici, originatesi nella fase compressiva di una tettonica iniziata probabilmente all'inizio del pliocene, sono rimaste attive anche nella conseguente e più recente fase distensiva.

La presenza, nella parte più occidentale, di serie condensate sedimentate durante il Lias medio e superiore, trova una valida giustificazione solo se si ammette l'esistenza di aree di sedimentazione a profondità diversa. Tale fatto implica quindi una tettonica giurassica probabilmente disgiuntiva che potrebbe aver agito anche secondo direttrici appenniniche ed antiappenniniche.

Si può quindi pensare che parte delle tensioni generate dall'orogenesi pliocenica si siano scaricate su vecchie cicatrici giurassiche ringiovanendole.

I fasci di fratture con direzione EO, concentrati negli allineamenti Piamello-Collina e Domo-Strada, sembrano essere precedenti a quelli pliocenici e quindi appartenere alla tettonica giurassica.

In particolare la linea Domo-Strada sembra avallare tale ipotesi. Il sovrascorrimento, con andamento appenninico, messo in evidenza dalla linea Cingoli a sud di quella del Musone, sembra proseguire a nord-ovest di quest'ultima nella linea Domo-Strada e quindi con andamento EO.

Su questa grossa frattura, preesistente al sovrascorrimento, in parte sarebbe stato bloccato in parte avrebbe scivolato verso est la piega che poi, caricandosi, avrebbe più a sud continuato la sua evoluzione fino a trasformarsi in sovrascorrimento.

L'influenza di questi sistemi di frattura che hanno determinato i blocchi di faglia, sono da tener presente quindi per il ruolo che essi hanno giuocato nel corso dell'approfondimento del bacino pliocenico e quindi per quanto riguarda gli spessori e la disposizione dei sedimenti, per le dislocazioni provocate sulle pieghe appenniniche, e per il controllo che l'inclinazione verso nord può aver esercitato sulla migrazione dei fluidi controllando così l'orientamento dei sedimenti, il loro spessore e la disposizione della facies.

Supponendo che la serie calcareo-mesozoica e quella flyschide miocenica siano, come accade in superficie, deformate anche in profondità secondo la direttrice appenninica, e premesso il quadro strutturale regionale discusso sopra, le forme più interessanti comprese entro il perimetro del permesso Cupramontana sembrano essere le seguenti.

- L'anticlinale di Staffolo; ubicata diagonalmente nella parte centro-meridionale del permesso, porta in affioramento i termini arenacei del tortoniano; ha una lunghezza di circa 17 Km. ed una chiusura ubica-

ta nel blocco Poggio Cupro mascherata da una potente coltre di sedimenti pliocenici. E' interessata sul bordo orientale da una faglia inversa evidenziata solamente nel blocco S. Paolo.

- L'anticlinale di Osteria di Grilli, ubicata a cavallo del limite settentrionale del permesso, porta in affioramento, solo in prossimità del fiume Esino, i terreni messiniani; ha una lunghezza di circa 10 Km. ed una chiusura abbastanza definita a sud della linea Esino. Anche questa struttura dovrebbe essere interessata sul versante orientale da una faglia inversa che dovrebbe proseguire verso SE nella linea Morre-Catafolle.
- L'anticlinale di Colle Aprico, ubicata nella parte nord-occidentale del permesso, porta in affioramento i terreni del tortoniano; la sua lunghezza non è apprezzabile in quanto prosegue ad ovest dell'area di studio.
La chiusura è ben marcata dall'andamento della stratificazione dei terreni miocenici i quali sono interessati da un'abbondante fratturazione prevalentemente concentrata sul bordo occidentale.
- L'anticlinale di Serronchia, ubicata in prossimità del limite meridionale, ha una lunghezza di circa 2 Km. I sedimenti miocenici che l'interessano presentano una chiara fratturazione nella parte occidentale; la definizione è molto netta.
- L'anticlinale di S. Paolo di Jesi, mal definita in superficie ma convalidata da anomalie del contrasto morfologico e della densità di fratturazione.
- L'anomalia di S. Maria del Colle localizzata nel blocco centrale in prossimità della linea Musone, sembra probabilmente continuare anche a sud di questa.

Tra le altre anomalie messe in evidenza sia dal contrasto morfologico sia dalla densità di fratturazione, le più interessanti sono quella di Montale, ubicata parallelamente all'anticlinale di Colle Aprico nella parte nord occidentale, e quella di Tabano che, ubicata nella parte settentrionale dell'area di studio, entra solamente con la sua parte terminale nell'area del permesso.

E' anche possibile che nella parte centrale del blocco Rosora esista una struttura appenninica suggerita dal contrasto morfologico ed attraversata dalla linea Pianello-Collina.

Le pieghe al bordo occidentale del bacino infine, appaiono troppo disturbate ed inoltre nelle più prominenti i terreni cretacei sono affioranti.

Queste conclusioni, sebbene limitate in quanto frutto di una completa analisi di dati esclusivamente di superficie, dovrebbero tuttavia offrire un valido aiuto alle successive indagini geofisiche del sotto suolo, non solo durante le fasi di programmazione, ma anche durante quella di interpretazione. Saremo lieti nel futuro di rivedere e completare la nostra interpretazione quando nuovi dati potranno permettere una più ricca base di analisi.

6. BIBLIOGRAFIA

- J. BODECHTEL et altri - "Geological evaluation of central Italy from Erts-1 and Skylab data". European earth-resources satellite experiment, ESRO SP-100, May 1974.
- GC. CARLONI - "Il nucleo dell'anticlinale di Cingoli (Macerata)". Giorn. di Geol. s.2 a 28 3 f., Bologna, 1960.
- GC. CARLONI - "Ricerche litostratigrafiche sulla Scaglia cinerea marchigiana". Mem. Soc.Geol.It., vol. III, 1962.
- G.C. CARLONI - "La geologia nei dintorni di Cingoli (Appennino marchigiano)". Gior.di Geol., s. 2a, 32 2ff, 1964.
- E. CENTAMORE et altri - "Considerazioni preliminari su alcune serie mesozoiche dell'Appennino Umbro-marchigiano". Mem.Soc.Geol.It., vol. VIII, Fasc. 3, 1969.
- E. CENTAMORE et altri - "Contributo alla conoscenza del giurassico dell'Appennino umbro-marchigiano". Estratto da: Studi geologici Camerti I, 1971.
- R. COLACICCHI - "Osservazioni stratigrafiche sul Miocene del confine marchigiano-abruzzese". Boll.Soc.Geol.It., vol. 77, Fasc. 1, 1959.
- R. COLACICCHI et altri - "Nuovi dati sul giurese umbro-marcigiano ed ipotesi per un suo inquadramento regionale". Mem.Soc.Geol.It., vol. IX, Fasc.4, 1970.
- R. COLACICCHI - G. PIALLI - "Significato paleogeografico di alcuni depositi ad alta energia nella parte sommitale del Calcarea Massiccio". Boll.Soc.Geol.It., Supp. Vol. XCII, 1973.
- U. CRESCENTI - "Stratigrafia della serie calcarea dal Lias al Miocene nella regione marchigiano-abruzzese (Parte I: Descrizione delle serie stratigrafiche)". Mem.Soc.Geol.It., Vol. VIII, Fasc.2, 1969.

- U. CRESCENTI et altri - "Stratigrafia della serie calcarea dal Lias al Miocene nella regione marchigiano-abruzzese (Parte II)".
Mem.Soc.Geol.It., vol. VIII, Fasc.4, 1969.
- G. DEIANA - U. PIERUCCINI - "Geologia e geomorfologia della montagna di Torricchio".
Univ.Camerino, 1976.
- G. DEVOTO - A. PRATURLON - "L'Appennino centrale." Atti del convegno sul tema: Moderne vedute nella geologia dell'Appennino.
Accademia Nazionale dei Lincei, Anno CCCLXX 1973, Quaderno n. 183.
- P. FAZZINI - "Pieghe minori nella scaglia umbro-marchigiana".
Boll.Soc.Geol.It., vol. XCII, 1973.
- L.D. NARDI - R. NARDI - "Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale".
La Spezia, 1974.
- L. OGNIBEN, M. PAROTTO & A. PRATURLON - "Structural model of Italy".
C.N.R. "Quaderni della ricerca scientifica", 1975.
- F. RICCI LUCCHI - "Miocene paleogeographic and basin analysis in the periadriatic Apennines".
Reprinted from Geology of Italy. Edited by COY SQUIRES, Petroleum exploration society of Libya, 1975.
- Servizio geologico d'Italia: Carta geologica alla scala 1:100.000 del foglio 117.

APPENDICE 1

METODO E TECNICA (*)

L'aspetto essenziale del nostro metodo per uno studio fotogeologico completo, che, partendo dai dati di superficie, porti ad una descrizione della geologia superficiale e ad una interpretazione della struttura, sia regionale che locale, si basa sul coordinamento dei risultati di tre diverse linee di approccio, come mostrato nello schema di pag. II.

- 1 - Litologia e stratificazione (fotogeologia convenzionale), spesso sostenuta da elementi morfologici.
- 2 - Studio della geomorfologia, basato sull'analisi del reticolo idrografico e delle forme del rilievo.
- 3 - Studio delle lineazioni visibili sulle foto aeree e interpretate con procedimenti statistici e quantitativi (analisi delle fratture).

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 di simmetria comuni a due o più gruppi di dati.

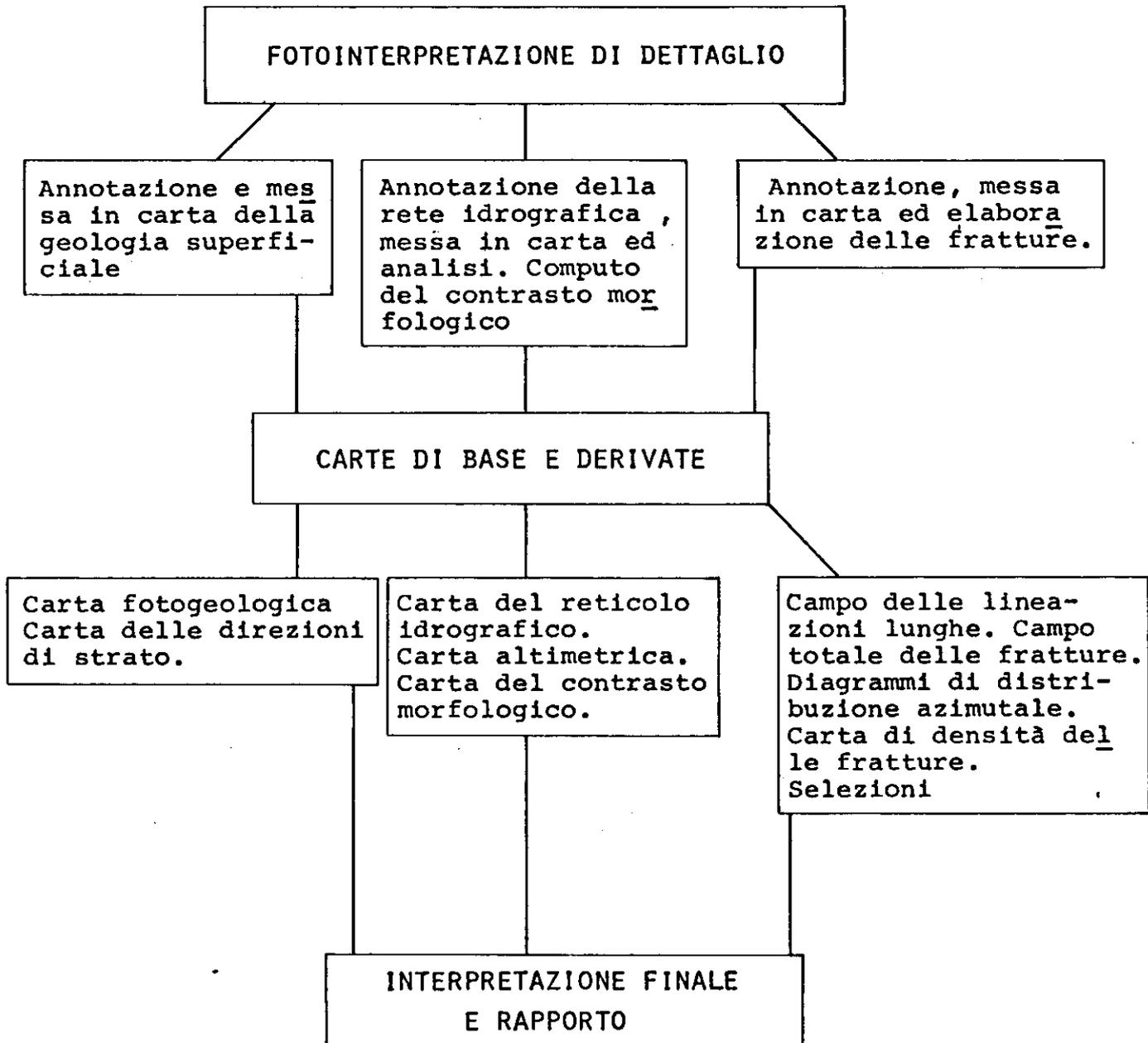
Un assunto basilare è che certi orientamenti e certe relazioni di simmetria, riconoscibili nelle forme superficiali, sono espressivi di condizioni strutturali profonde. Nella fase conclusiva assume grande importanza il processo di eliminazione di anomalie o di interpretazioni strutturali che non appaiano 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 tutti e tre i tipi di analisi e siano concordanti con le conoscenze geologiche di base dell'area di studio.

1 - LITOLOGIA E STRATIFICAZIONE.

Questi due tipi di dati offrono informazioni essenziali sia su forme strutturali regionali, sia sulle strutture di dettaglio dello spessore più superficiale, nelle aree di chiaro affioramento. L'insieme di limiti formazionali o litostratigrafici, livelli guida, pendenze di strato, faglie,

(*) Questa appendice, essendo di contenuto generale, è largamente rielaborata da rapporti precedenti, pubblicazioni e conferenze.

FASI DI UNO STUDIO FOTOGEOLOGICO COMPLETO-PROCEDURA STANDARD



sistemi di diaclasi, etc.. fornisce un documento di base, la "Carta Fotogeologica", per ulteriori elaborazioni e come base per l'interpretazione.

Un tipo di elaborazione dei dati stratimetrici dà la "Carta delle direzioni di strato". Questa può essere definita come una carta che contiene una descrizione della struttura affiorante per mezzo di linee di forma ottenute per correlazione e generalizzazione dei dati stratimetrici. Ciascuna direzione di strato viene estesa parallelamente a sé stessa, tenendo conto del controllo delle direzioni di strato adiacenti e delle forme descritte dai livelli guida. La carta che si ottiene permette una immediata visualizzazione delle singole forme strutturali, come pure dei differenti caratteri e stili della struttura di una certa regione.

Un'altra elaborazione dei dati stratimetrici è condotta attraverso il loro conteggio statistico, con lo scopo di ottenere un'informazione quantitativa sulla distribuzione azimutale delle direzioni di strato e da questa determinare le direttrici della struttura affiorante e le componenti strutturali di forme locali. Questo tipo di informazione è, particolarmente utile quando venga messo in relazione alla distribuzione delle fratture per l'interpretazione dello stile strutturale delle direttrici riconosciute. A questo scopo i dati sono riportati sullo stesso diagramma.

I dati della litologia e della stratificazione possono tuttavia essere molto scarsi o dubbi in aree estesamente coperte da depositi inconsolidati o con forti spessori di sedimenti recenti. In tali aree il confronto di dati stratimetrici, anche discontinui, con forme messe in evidenza dalla morfologia o dalle fratture può condurre a importanti deduzioni di carattere strutturale. In molti casi le tracce della direzione degli strati di strutture coperte da depositi recenti o da fitta vegetazione, possono essere riconosciute come "fantasmi". In questi casi poche pendenze di strato che siano visibili, o anche scarse informazioni di campagna, sono sufficienti a determinare le immersioni. In ogni caso i "fantasmi" danno la forma generale della struttura.

Inoltre lo studio di particolari elementi morfologici, come le superfici di erosione, le terrazze fluviali, i pendii topografici, le forme evo-

lutive del drenaggio, effetti erosionali locali, etc., possono aiutare l'interpretazione della evoluzione strutturale regionale e locale.

2 - STUDIO DELLA GEOMORFOLOGIA

Questo tipo di analisi, come procedura associata alla fotogeologia e all'analisi delle fratture, prende in considerazione due elementi base della morfologia superficiale: il reticolo idrografico e il rilievo.

RETICOLO IDROGRAFICO

L'analisi del reticolo idrografico, come metodo per ottenere informazioni sulla litologia e, più ancora, sulla struttura di un'area, si applica in maniera più efficace, e anche più giustificata, nelle aree dove la geologia di superficie non è evidente, sia perchè la struttura è così blanda da non poter essere determinata, sia dove si voglia localizzare forme strutturali sotto una copertura di sedimenti recenti o di suolo vegetale.

Si tratta quindi d'interpretare particolari forme o anomalie del reticolo, che possano dare indicazioni di struttura o di litologia non altrimenti riconoscibile, o di cui solo pochi dati sono conosciuti. L'uso del reticolo idrografico a questo scopo è basato sulla estrema sensibilità dei corsi d'acqua alle pendenze regionali, a fatti strutturali locali, a variazioni litologiche e agli effetti di movimenti verticali recenti. Altri fattori sono il clima e lo stadio di evoluzione del paesaggio. Questi fattori tuttavia, essendo costanti su grandi estensioni, possono facilmente essere determinati e tenuti in considerazione. Essi non influenzano comunque le anomalie locali che sono appunto il nostro obiettivo principale.

Per lo scopo della nostra analisi, dove anche piccole anomalie possono avere la loro importanza, è necessario che l'annotazione sia eseguita il più dettagliatamente e accuratamente possibile. In particolare essa deve essere omogenea, essendo significative anche le differenze di densità.

La carta del reticolo idrografico che ne risulta viene annotata da tutti quegli elementi che possono essere importanti per l'interpretazione. Essi sono:

- gli spartiacque principali e secondari, che danno la forma, l'estensione dei bacini e la direzione del loro asse, oltre che marcare l'andamento del rilievo;
- gli effetti direzionali, dritti o curvi, che sono di solito prodotti da fratture, o dalla stratificazione;
- gli allineamenti di rotture di pendio, che possono indicare sia fratture che cambiamenti litologici o variazioni nella pendenza degli strati o anche linee di discordanza stratigrafica;
- le forme circolari, centrifughe, centripete, le deviazioni anomale, che sono di solito l'effetto di condizioni strutturali locali;
- le anomalie di densità che, in aree con evoluzione morfologica omogenea, sono collegate a fattori litologici o strutturali.

Considerando tutti questi elementi, nella loro individualità e nelle loro associazioni, si può arrivare a trarre deduzioni sulla forma, dimensioni e andamento della struttura, sia regionale che locale, e su differenziazioni litologiche che non siano evidenti in altro modo, a seconda degli scopi della ricerca.

L'interpretazione può essere poi confermata o meno, mettendola in relazione con i dati stratimetrici esistenti, con livelli di guida, anche se frammentari o non correlati, con particolari densità di fratturazione o fasci di fratture di spiccata individualità. Spesso il confronto con forme di aree dove la struttura è affiorante, può essere preso come modello per interpretare aree dove questa è invece mascherata. Dove la struttura è evidente la forma del reticolo idrografico può anche fornire informazioni sulla presenza di movimenti recenti. Per esempio un'anomala alta densità del reticolo in un'area con litologia uniforme e struttura visibile ad uno stadio avanzato di maturità morfologica indica che una certa forma strutturale ha subito un ringiovanimento recente. Come invece un sistema di rilievo invertito, cioè con i fiumi principali lungo gli assi delle anticlinali e le sinclinali in rilievo, è un'indicazione di struttura antica non ringiovanita.

In regioni morfologicamente vecchie, od in ogni caso piatte, dove i fiumi maggiori mostrano un intenso sviluppo di meandri, la concentrazione, la posizione dei meandri abbandonati rispetto al fiume attuale, o anche la migrazione di un tratto di un corso d'acqua, può dare indicazioni di movimenti recenti di leggero inarcamento o di inclinazione. In tali regioni un tratto partico-

larmente diritto di un corso d'acqua che mostra normalmente andamento meandriforme, può mettere in evidenza un alto strutturale locale o una differenziazione litologica. Nello stesso modo la ricostruzione delle varie generazioni di canalizzazioni di un delta, e quindi la ricostruzione della sua evoluzione, può fornire importanti informazioni strutturali.

Certi effetti direzionali sul drenaggio sono generalmente prodotti dalla disposizione delle testate di strato o da sistemi di fratture. Gli effetti della stratificazione sono generalmente riconoscibili sulle fotografie aeree, cosicché gli altri effetti possono essere riferiti ai sistemi di frattura, anche dove un'evidenza diretta non è controllabile. Il contributo delle forme del reticolo idrografico all'interpretazione delle direttrici strutturali è particolarmente utile nell'ubicazione, sia di fasci di fratture, che di lunghi allineamenti che spesso risultano mascherati nel dettaglio del campo delle fratture. Anche allineamenti di anomalie di tipo simile del reticolo possono contribuire alla definizione dell'orientamento di elementi strutturali in scala regionale.

DRENAGGIO FOSSILE

Un altro elemento morfologico che dà importanti informazioni, sia per la ricostruzione dell'evoluzione morfologica di una regione, sia per lo assetto strutturale locale, è la presenza di reticoli idrografici fossili. Esiste tutta una serie di gradazioni di tipi di fiumi fossili, che vanno dalla fase immediatamente successiva ai canali abbandonati di un sistema attivo, fino ai resti in rilievo che si ritrovano in regioni desertiche. I fiumi fossili sono generalmente correlabili in un sistema che ha le caratteristiche di un reticolo idrografico e che spesso non mostra nessuna relazione funzionale con il reticolo attivo esistente. In regioni desertiche essi si trovano in aree dove non esiste addirittura nessun reticolo attuale. E' possibile talvolta ricostruire vari sistemi e stabilire la loro successione sulla base del loro modo di intersecarsi.

Il confronto dei sistemi fossili con il reticolo attuale attivo è spesso una chiave per l'individuazione di deboli deformazioni strutturali

che siano avvenute tra i tempi attuali e il tempo nel quale quel certo reticolo idrografico si era sviluppato. La datazione di un sistema fossile è talvolta possibile per la presenza di sedimenti di età conosciuta che riposano sopra di esso.

RILIEVO

Lo studio del rilievo topografico è considerato come interpretazione dell'altimetria, sia in maniera qualitativa come forme messe in evidenza dalle curve di livello, sia in maniera quantitativa come valori assoluti e relativi di quota e valori di pendio. L'assunto che sta alla base di questo tipo di analisi è che esiste una corrispondenza originale tra la struttura ed il rilievo. In questo quadro le anomalie di corrispondenza divengono significative di particolari condizioni litologiche o strutturali e possono essere indicative di movimenti strutturali recenti.

Certi elementi anomali del rilievo acquistano anche particolare importanza quando siano confermati da dati di altra natura, come particolari forme del reticolo idrografico, delle fratture, o della stratimetria anche se scarsa. Ciò in particolare quando esistano tipiche associazioni di forme, come allineamenti di gradienti lineari e particolarmente forti nelle curve di livello o allineamenti di forme. Il confronto tra l'altimetria e gli altri documenti può inoltre aiutare l'interpretazione di questi. Nel caso di aree molto piatte, per esempio, certe anomalie dell'idrografia o delle fratture acquistano un valore particolare.

Un'elaborazione più dettagliata e di tipo quantitativo dei dati altimetrici viene compiuta attraverso la costruzione di carte del CONTRASTO MORFOLOGICO. I valori del contrasto morfologico sono direttamente collegati alla quantità e velocità di erosione. Essi risultano dal bilancio fra la velocità delle deformazioni strutturali e la velocità di erosione e risedimentazione, localmente condizionati dalla litologia e dall'assetto degli strati. Questi ultimi fattori sono noti in aree di affioramento evidente e possono invece essere interpretati in aree coperte.

Le carte del contrasto morfologico possono essere costruite con due metodi differenti che corrispondono a due differenti gradi di dettaglio. Un metodo consiste nel ricostruire la superficie

di inviluppo inferiore, basata sui profili delle valli o depressioni e che corrisponde al livello di base dell'erosione, e una superficie di inviluppo superiore basata sui punti più alti del rilievo e che rappresenta la migliore approssimazione possibile, in relazione allo stadio di evoluzione morfologica di una regione, alla superficie originale pre-erosione. Le curve tracciate in base alle differenze tra le due superfici rappresentano i valori di contrasto generalizzati. Le anomalie del contrasto verranno ad essere riferite a fattori litologici o strutturali. Quando la litologia è conosciuta, le anomalie positive di contrasto corrisponderanno ad aree di struttura positiva. Generalmente questo metodo è adottato per studi di carattere regionale quando si vogliono ricostruire forme generali che possono non essere più espresse dall'altimetria.

Un dettaglio maggiore, e per certi aspetti un tipo diverso d'informazione, si ottiene dalle carte di contrasto morfologico costruite per maglie di unità di superficie. A questo scopo vengono annotati i valori minimi e massimi di quota entro maglie di una determinata superficie. Le differenze, riferite al centro di ciascuna maglia, sono poi riunite da curve. Questo metodo può essere applicato, sia partendo da carte topografiche con curve di livello, sia direttamente dalle fotografie aeree, misurando direttamente le differenze di quota con la barra di parallasse. La carta che ne risulta esprime una situazione che è più vicina a quella attuale, che non la carta che si ottiene con il metodo descritto precedentemente, e sarà quindi interpretata entro aree morfologicamente omogenee o per mettere in rilievo differenze di grandi dimensioni. Entro tali aree le anomalie positive o negative possono acquistare un significato litologico o strutturale.

Dal principio sul quale questo tipo di analisi è basata è chiaro che l'informazione più interessante che si ottiene è quella che si riferisce a movimenti strutturali recenti o ad elementi strutturali che siano coperti sotto sedimenti più giovani. In certi casi i valori del contrasto possono essere utilizzati per meglio definire, anche da un punto di vista quantitativo, le aree con un certo livello di evoluzione morfologica. E' ovvio che l'informazione fornita da questi documenti è tanto più attendibile quanto più forte è la corrispondenza con ele-

menti messi in rilievo dalla geologia, dal reticolo idrografico e dall'analisi delle fratture.

3 - ANALISI DELLE FRATTURE

L'analisi delle fratture consiste essenzialmente nello studio di tutti quegli elementi lineari che possono essere osservati in una fotografia aerea. In altre parole essa consiste nel selezionare tutte le forme che hanno in comune la peculiarità d'intersecare il piano orizzontale con una linea pressoché dritta. Il postulato che sta alla base di tale scelta è che le deformazioni ad alta velocità della crosta, com'è appunto il caso della fratturazione, al contrario di quanto accade per le deformazioni a bassa velocità, sono espresse in superficie da tracce pressoché dritte. Questa è la ragione per la quale parliamo di analisi di fratture a proposito di un procedimento che prende in considerazione tutti gli elementi lineari visibili sulle fotografie. Infatti noi consideriamo che questi elementi lineari, o almeno la grande maggioranza di essi, siano l'effetto diretto o indiretto di una meccanica disgiuntiva.

Un altro assunto basilare 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 e che esse possano trasmettersi, nel tempo, da elementi strutturali sepolti attraverso spessori di sedimenti più giovani fino alla superficie. Si presume anche che sia possibile, attraverso un'analisi accurata, separare parzialmente famiglie, sistemi o fasci di tali lineazioni. Dai postulati premessi deriva che la analisi delle fratture permette di ricostruire il carattere delle deformazioni strutturali che sono avvenute in una certa regione, di determinare lo stile che sta alla base della struttura locale e di ubicare elementi strutturali sepolti.

L'annotazione è generalmente condotta in due fasi: la prima di carattere più generale è eseguita sui fotomosaici e consiste nell'annotazione delle lineazioni lunghe. Queste sono elementi lineari d'importanza regionale, di una lunghezza che supera almeno i 15 km., e sono molto evidenti anche senza la visione stereoscopica.

L'annotazione analitica delle coppie stereoscopiche, infatti, talvolta non permette di seguire elementi lineari continui su distanze molto lunghe. Queste forme sono quindi messe in carta e computate separatamente non solo perchè provenienti da un diverso metodo di annotazione, ma anche perchè le loro dimensioni possono avere un significato strutturale speciale. Il campo delle lineazioni lunghe inoltre è facilmente analizzato senza una necessaria elaborazione statistica e può aiutare nell'ubicare i maggiori fasci di fratture dato che queste risentono molto debolmente di situazioni strutturali locali.

Tutti gli elementi di dettaglio sono invece annotati sulle coppie stereoscopiche. Questi elementi possono essere raggruppati in classi, a seconda del loro modo di apparire e della loro importanza.

- Le faglie che si mostrano come chiare linee di rottura nelle formazioni affioranti, spesso con spostamento visibile, o come netti limiti tra unità rocciose diverse.
- Le diaclasi che sono particolarmente evidenti in rocce competenti.
- Le fratture iniettate o i dicchi che sono normalmente ben riconoscibili per il loro tono più scuro o molto più chiaro e per essere generalmente in rilievo o in depressione a seconda della relazione di durezza con le rocce incassanti.
- Allineamenti di dettagli morfologici, come scarpate diritte, rotture di pendio, allineamenti di drenaggio.
- Allineamenti di vegetazione, cioè la presenza di vegetazione lungo linee diritte in aree semidesertiche o tipo diverso e diversa densità in aree coperte da vegetazione anche fitta. Questo fatto è dovuto al diverso grado di umidità esistente lungo le linee di frattura.
- Linee tonali o limiti tonali diritti.
- Allineamenti di microdettagli o associazione di due o più degli elementi descritti sopra.

E' importante che il fotointerprete possa riconoscere ed eliminare quindi, durante l'annotazione, tutti gli elementi lineari che non sono chiaramente in relazione alla fratturazione, come le forme dovute all'azione dell'uomo o quelle che derivano da effetti dinamici superficiali, come gli effetti del vento nelle aree desertiche. A meno che non si possa riconoscere che esiste anche per essi un controllo da parte delle fratturazioni. Un altro elemento che deve essere considerato è la stratificazione dove essa è ben visibile, dato che la stratificazione può mostrare forme lineari che non sono da fratturazione. A questo proposito l'esperienza del fotointerprete è una condizione essenziale e basilare.

A seconda degli scopi e della scala del lavoro l'annotazione può essere condotta in maniera differenziale, separando tutti gli elementi base descritti sopra, o gruppi di essi. Per studi strutturali di carattere regionale, o quando si voglia definire la presenza di elementi strutturali sepolti sotto coperture recenti, dove quindi l'interpretazione è basata soprattutto sull'analisi statistica di una grande quantità di dati, la classificazione delle fratture può essere superflua.

Il documento che si ottiene dall'annotazione è il "Campo totale delle lineazioni". Nella maggior parte dei casi il quadro offerto dal campo totale 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. L'informazione che noi vogliamo ottenere da un campo di fratture si riferisce principalmente a due serie di dati: la direzione e l'importanza relativa delle direttrici di fratturazione e la distribuzione della densità di fratturazione.

Per il primo scopo si prendono in considerazione le lunghezze e gli azimuth delle lineazioni per costruire dei diagrammi di distribuzione azimutale. I diagrammi vengono computati per unità di superficie, per unità stratigrafiche o strutturali, o per singole anomalie. Il computo di tali diagrammi può essere eseguito con vari metodi. Quello che è normalmente impiegato presso la Geomap si serve di uno strumento automatico, elettro-ottico, studiato e messo a punto dal Prof. E. Marchesini. Questo apparecchio produce un diagramma continuo della distribuzione azimutale delle lineazioni per qualunque porzione del campo totale che venga scelta. La curva del diagramma è equivalente ad un istogramma di 16 classi di azimuth, ciascuna con una ampiezza di 11° e $15'$, dove i valori assoluti sono stati ridotti a percentuali.

Quando sulla base dei diagrammi, le direttrici strutturali più significative siano state definite, queste possono essere separate cartograficamente, per permettere l'interpretazione più dettagliata ed anche per poter costruire delle carte di densità di ciascuna direttrice. La selezione dal campo totale di ciascuna direttrice può essere eseguita con il metodo del "Laser Scan", comunemente applicato in geofisica per selezionare le direttrici nei profili sismici, per ogni ampiezza di azimuth che sia considerata significativa.

L'altro tipo di elaborazione del campo totale prende in considerazione la distribuzione areale della densità delle lineazioni, senza tener conto dell'azimuth.

I documenti prodotti sono la carta di densità del campo totale delle lineazioni, come pure le carte di densità di qualunque direttrice selezionata. Il processo è eseguito con un metodo fotografico, anch'esso studiato e messo a punto dal Prof. E. Marchesini, partendo direttamente dal campo totale o dai campi selezionati. Il metodo fornisce una rappresentazione dei valori di densità per mezzo delle variazioni d'intensità di un opportuno retino fotografico. Delle curve possono poi essere tracciate, per separare i livelli, sulla base del codice fornito dal retino, o possono essere ottenute automaticamente con processo fotografico. Ciascun livello di densità è espresso in valori numerici, cioè da metri di lineazioni per kmq. di superficie.

Il valore di questa carta di densità, per l'interpretazione strutturale, può essere assai elevato se il procedimento di raccolta dei dati è uniforme su 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 e l'esperienza del fotointerprete. Il confronto fra aree di studio diverse, specialmente se le fotografie sono sostanzialmente diverse per scala e qualità, ed i fotointerpreti sono differenti, può essere fatto solo dopo aver apportato correzioni per mezzo di coefficienti convenientemente calcolati.

L'interpretazione dell'informazione fornita dalle fratture è condotta secondo i due tipi di analisi che abbiamo descritto. La distribuzione statistica delle frequenze relative per azimuth permette il riconoscimento di un numero limitato di direttrici significative. I nomi come "dominante", "secondaria", e "subordinata" sono dati sulla base delle frequenze relative statistiche e non hanno all'inizio nessuna implicazione di carattere strutturale.

Una prima analisi viene eseguita sulla base del diagramma relativo all'area totale, in confronto con la distribuzione delle lineazioni lunghe. Questo dà una prima definizione delle direttrici di carattere regionale. L'insieme dei diagrammi per aree più limitate, normalmente per aree di 15' o di 20' lat.long., fornisce un'informazione più dettagliata sulla distribuzione e sulla intensità locale di ciascuna direttrice. I diagrammi di distribuzione azimutale per unità stratigrafica ed i totali in sequenza cronologica permettono di stabilire certe relazioni tra unità di età o di litologia differente e particolari direttrici, e di determinare anche una loro possibile successione cronologica.

A questo punto, il confronto con i dati ottenuti dalla fotogeologia e dalla morfologia, e con l'informazione geologica regionale permette la definizione del tipo di deformazione collegato a ciascuna direttrice e delle relazioni tra le varie direttrici. E' importante a questo punto il confronto con la distribuzione azimutale delle direzioni di strato. E' possibile perciò stabilire quali sono le principali direttrici di piegamento e quali sono invece le direttrici con prevalente fratturazione trasversa o quelle collegate ad uno stile a blocchi di faglia. Dentro il quadro regionale così definito sarà possibile quindi definire i caratteri strutturali di anomalie locali messe in rilievo anche da altre serie di dati, e di eventuali strutture sepolte, delle quali solo poche indicazioni sono visibili in superficie, computando diagrammi individuali.

La carta di distribuzione della densità può essere considerata come un documento che rappresenta effetti di varia origine. Principalmente le proprietà meccaniche e l'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 quest'analisi, importanti forme strutturali, sepolte sotto coperture di sedimenti relativamente recenti e povere di evidenza superficiale, possono essere messe in evidenza come anomalie di densità. Oltre a ciò la carta di densità del campo totale spesso mostra interessanti allineamenti di forme e di gradienti che possono confermare il valore di direttrici strutturali e localizzare aree con forte fratturazione a scala regionale. Come pure grandi zone di densità bassa possono corrispondere alle porzioni più profonde di un bacino dove è presente un più alto spessore di sedimenti.

Le carte di densità delle direttrici selezionate sono molto importanti per la localizzazione di elementi strutturali appartenenti ad una certa direttrice, riconosciuta nell'analisi precedente come collegata a piegamento o a deformazione per blocchi. Anche nella ricerca mineraria la carta di densità di una determinata direttrice, riconosciuta come mineralizzata,

permette la localizzazione di aree dove la fratturazione di questa direttrice è più intensa.

Dobbiamo tuttavia mettere in evidenza che essendo la densità di fratturazione influenzata da fattori superficiali o personali, le carte di densità devono essere considerate generalmente per forme relativamente grandi e con forti differenze. E' tuttavia possibile preparare carte di correzione per gli effetti superficiali o correggere direttamente la carta stessa sulla base di coefficienti appropriatamente calcolati.

APPENDICE 2

DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Il lavoro di campagna è stato orientato non solo al controllo della fotointerpretazione, ma anche alla misurazione ed allo studio più approfondito dei litotipi costituenti la serie calcareo-mesozoica (fino alla scaglia cinerea Eocenica) nonché al riconoscimento di facies diverse nell'ambito delle stesse formazioni.

La presenza di un denso reticolo di fratture, di una abbondante coltre detritica ed anche di una forte acclività non ha reso possibile la misura continua dell'intera serie. Si è quindi cercato, dove possibile, di misurare e di evidenziare eventuali variazioni litologiche di quelle formazioni che affiorano in luoghi diversi.

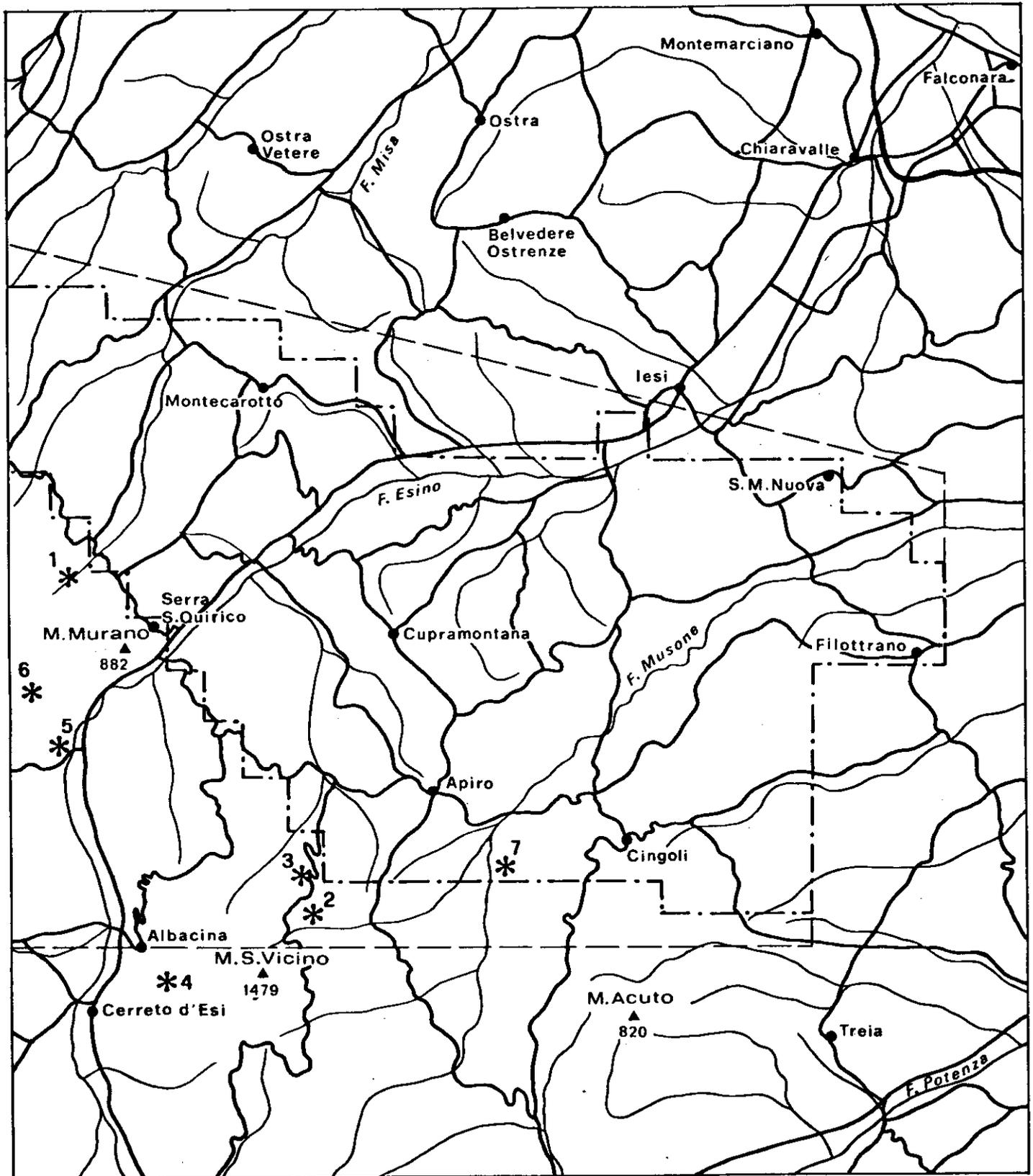
L'intervallo misurato è risultato quello compreso tra la parte superiore degli scisti ad aptici ed il tetto della scaglia cinerea. I complessivi 2.053 metri di serie misurata, sono stati dettagliatamente descritti e rappresentati graficamente nelle sette sezioni stratigrafiche delle Tavole 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25. Nelle sopraelencate Tavole il tracciato delle serie è riportato su di uno stralcio di carta topografica a scala 1:25.000; l'ubicazione regionale è stata indicata sulla cartina schematica a scala 1:200.000 di Fig. 1.

La documentazione fotografica infine, eseguita durante questa fase di lavoro, è raggruppata nelle pagine che seguono le descrizioni delle singole sezioni. Le misure sono state effettuate con la bussola e la Jacob staff.

SEZIONE N. 1: "AVACELLI" (Tav. n. 19)

La misura è stata effettuata subito ad ovest dell'abitato di Avacelli lungo la strada che porta a Rocchetta. Lo sbancamento eseguito per la costruzione della strada ha messo bene in evidenza la serie dei terreni compresi tra il tetto degli scisti a fucoidi e la base della scaglia cinerea per uno spessore complessivo di 404 m.

UBICAZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE
LOCATION OF STRATIGRAPHIC SECTION



Scala 1:200000

La parte iniziale della serie è interessata da calcari micritici di colore verde-bruno ben stratificati in banchi di 25 cm., alternati ad argilloscisti e marnoscisti di color grigio in banchi di 5-20 cm. (Foto n. 1). Lo spessore totale degli scisti a fucoidi è di 48 m. Il passaggio ai successivi 168 m. della scaglia rosata è abbastanza netto. Questa (Foto n.2) è rappresentata da un calcare micritico di colore bianco-rosato ben stratificato in banchi di 25-30 cm. La serie mantiene una immersione costante verso SO con un'inclinazione di 15°-20° gradi.

Nei successivi 147 m. la scaglia rosata non presenta una buona esposizione in quanto interessata sia da una forte tettonizzazione sia da saltuarie zone di copertura detritica. La buona esposizione di questo litotipo è caratterizzata per i 48 m. dalla presenza di calcare micritico rosato ben stratificato in banchi di 10-30 cm., alternato ad argilloscisti di colore grigio potenti 10-15 cm. La serie riprende il suo andamento costante verso SO con un'immersione di 25° gradi.

Nei restanti 36 m. ritroviamo noduli e sottili liste di selce. Il passaggio alla sovrastante formazione è molto graduale e comprende anche i 5 m. che, nella serie, noi abbiamo attribuito alla scaglia cinerea. Una potente coltre detritica non ha permesso di proseguire la misurazione.

SEZIONE N. 2: "FRONTALE" (Tav. n. 20)

E' stata effettuata lungo la strada che da Albacina conduce a Frontale, sul versante orientale di Monte S. Vicino tra quota 725 e quota 575.

Lungo lo sbancamento della strada è ben visibile la serie dei terreni compresi tra la maiolica e la scaglia cinerea per uno spessore complessivo di 419 m. La parte iniziale della serie comprende 120 m. di maiolica caratterizzata da calcare micritico di colore bianco, ben stratificato in banchi di 20-60 cm., intercalati circa ogni metro, a livelli di 5-10 cm. di selce grigia scura.

La serie ha un'immersione N-NE ed un'inclinazione di 35° gradi.

Netto è il passaggio dalla maiolica ai sovrastanti 18 m. di scisti a fucoidi i quali forse, per la loro alta componente marnoso-argillosa, sono coperti proprio in prossimità del contatto con la sovrastante scaglia rosata della quale sono stati misurati 243 m. Questa presenta un'alternanza di calcari grigio-rosati ben stratificati in banchi di 10-40 cm. e livelletti di 5-10 cm. di selce nera. La serie mantiene un'immersione verso NE e un'inclinazione variabile tra 30° e 50° gradi.

Il passaggio alla successiva formazione della scaglia cinerea è graduale e non ben definibile in quanto complicato dalle abitazioni di Frontale le quali non permettono di continuare la misurazione.

SEZIONE N. 3 - "POGGIO S. VICINO" - (Tav. n. 21)

E' stata misurata lungo la strada che da Poggio S. Vicino va a sud lungo il versante occidentale del Monte Casalini.

Lo spessore complessivo della serie è di 354 m.

La parte iniziale comprende 39 m. di calcari microcristallini di colore grigio-verde stratificati in banchi di 30 cm. e intercalati con marnoscisti di color grigio-verdastro potenti 5-10 cm. Il passaggio degli scisti a fucoidi ai successivi 315 m. di scaglia rosata è netto.

Questa è rappresentata da banchi di 20-40 cm. di calcare bianco-rosato, che immergono verso NE con inclinazione di 35° - 40° gradi.

Non è stato possibile arrivare al tetto della scaglia rosata in quanto lo sbancamento della strada finiva in prossimità del paese.

SEZIONE N. 4 - "ALBACINA" - (Tav. n. 22)

La misura è stata effettuata lungo la strada che da Cerreto d'Esi porta al passo di Monte S. Vicino ed esattamente tra quota 800 e quota 840.

Lo spessore complessivo misurato è di 186 m.

La parte iniziale comprende 6 m. di scisti ad aptici caratterizzati da calcari micritici di colore bianco in banchi di 15-25 cm. intercalati a marnoscisti di colore grigio-chiaro, grigio-oliva potenti 5-15 cm. Il passaggio, disturbato da abbondante detrito, tra gli scisti ad aptici ai successivi 171 m. di maiolica (Foto n. 3) è piuttosto graduale e caratterizzato dalla presenza di calcare grigio-chiaro molto fratturato, in banchi di 20 cm. (Foto n. 4). Successivamente la fratturazione del calcare, che si mostra in banchi di 10-20 cm. diminuisce e compaiono rare lenti di selce di color grigio-nero.

Il passaggio con i successivi 9 m. di marne a fucoidi è netto. Queste sono rappresentate da calcari micritici di colore grigio in banchi di 20-25 cm. ed intercalazioni di 5-10 cm. di marne calcaree, grigio chiare, nelle quali è stato notato un livello bituminoso.

La misurazione è stata interrotta senza poter raggiungere il tetto delle marne a fucoidi, a causa della presenza di un'abbondante copertura e di una forte tettonizzazione.

SEZIONE N. 5 - "PIEROSARA" - (Tav. n. 23)

La serie è stata misurata lungo la strada che da Camponocchio va a Pierosara, partendo subito ad ovest della ferrovia.

Inizialmente sono stati misurati 6 m. di calcare micritico di colore grigio chiaro in banchi di 10-30 cm. con rara selce. Il passaggio tra la maiolica e le marne a fucoidi è abbastanza netto anche se in parte mascherato da detrito e da un'abbondante coltre di suolo vegetale.

Le marne che hanno uno spessore di 69 m., sono caratterizzate da calcari grigi in banchi di 5-10 cm. e da marnoscisti di colore variante da marrone chiaro a verde grigio.

Successivamente si passa, in maniera netta, alla scaglia rosata di cui sono stati misurati 27 m. di calcare micritico bianco-avana, ben stratificato (1-15 cm.) intercalato a livelli di 5-10 cm. di calcare marnoso grigio chiaro.

SEZIONE N. 6 - "CERQUETO" - (Tav. n. 24)

La misura è stata effettuata lungo la nuova strada che da Cerqueto va verso nord sul fianco sudoccidentale del Colle di Capi, per un totale di 798 m.

Il passaggio dagli scisti a fucoidi misurati per 36 m. e la sovrastante scaglia rosata è assai netto e ben marcato.

La scaglia nei primi 72 m. è rappresentata da banchi di 15-20 cm. di calcare micritico bianco, molto fraturato; nei successivi 90 m. da un calcare micritico di color bruno rossastro in banchi di 10-15 cm. intercalato da argilloscisti di color rosaastro. Il passaggio tra il calcare bianco e quello rosato è graduale e non ben definibile. Tutta la serie misurata ha una immersione verso SO ed un'inclinazione di 10° - 20° gradi.

SEZIONE N. 7 - "CINGOLI" - (Tav. n. 25)

La sezione è stata misurata sul versante occidentale della dorsale Monte Nero-Pian dei Conti tra quota 540 e quota 370, lungo una strada che passa per Pannicoli.

La buona esposizione degli strati è messa in luce nella parte iniziale e mediana nella scarpata sita a monte della strada, tende nella parte terminale a essere meno marcata.

I primi 170 m. sono formati da calcari micritici passanti a calcari marnosi, a frattura concoide, ed a

stratificazione netta e con potenza variabile tra i 5 ed i 20 cm. Il colore è bianco, rosa, rosso mattonne e rosso fegato. L'intensità di colore diminuisce fino a divenire bianca. Frequenti sono le intercalazioni di noduli e lenti di selce.

Il passaggio alla sovrastante scaglia cinerea che è graduale dovrebbe essere contenuto entro una fascia di circa 15 m. composta prevalentemente da calcare marnoso, bruno, fossilifero, e laminato, e subordinatamente da calcare micritico leggermente argilloso molto fossilifero avana e con stratificazione variabile tra i 5 ed i 15 cm.

I rimanenti 217 m. sono composti da marne grigio-verdastre ben stratificate, fossilifere e spesso fogliettate, alternate ad orizzonti più argillosi di colore bruno percentualmente più abbondanti nella parte terminale della serie. Questa nel complesso non è interessata da grossi disturbi tettonici.



Foto n. 1 - Sezione 1 "Avacelli". Marne a Fucoidi
Photo n.1 - Section 1 "Avacelli". Marne a Fucoidi Fm.



Foto n. 2 - Sezione 1 "Avacelli". Scaglia Rosata.
Photo n.2 - Section 1 "Avacelli". Scaglia Rosata Fm.



Foto n. 3 - Sezione n. 4 "Albacino". Passaggio Scisti ad Aptici. Maiolica.

Photo n.3 - Section n. 4 "Albacina". Stratigraphic contact between Scisti ad Aptici and Maiolica Fm.



Foto n. 4 - Sezione n. 4 "Albacina". Maiolica

Photo n.4 - Section n. 4 "Albacina". Maiolica Fm.



Foto n. 5 - Est di Val Treara. Contatto tettonico tra Calcarea Massiccio e Miolica.

Photo n.5 - East of Val Treara. Tectonic contact between Calcarea Massiccio and Maiolica Fm.



Foto n. 6 - "Precicchie"
Serie Condensata: contatto tra calcarea oolitico e calcarea diasprino.

*Photo n.6 - "Precicchie"
Serie condensata Fm.: Stratigraphic contact between oolitic limestone and jaspery limestone.*



Foto n. 7 - "Monticello". Contatto tra Serie Condensata e Maiolica.

Photo n.7 - "Monticello". Stratigraphic contact between Serie Condensata and Maiolica Fm.



Foto n. 8 - "Castellaro". Arenarie Plioceniche.

Photo n.8 - "Castellaro". Pliocenic Sandstone.