

LINEAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO E LAZIALE-ABRUZZESE-CAMPANO

C. Boni, P. Bono

Istituto di Geologia e Paleontologia - Università degli Studi - Roma

1. Lineamenti geologici e paleogeografici

La geologia della regione e più in generale quella dell'Appennino centrale, é caratterizzata da un mosaico di unità sedimentarie impostatesi, a partire dal Trias superiore, sul margine meridionale della Tetide in espansione.

Le unità fondamentali, la cui interazione nel corso della crisi orogenica ha dato luogo alla formazione della struttura dell'Appennino centrale, sono:

- a) la grande piattaforma laziale-abruzzese-campana pp.
- b) le serie depostesi nei bacini adiacenti che circondavano la piattaforma e cioè: quello umbro-marchigiano-sabino, ad ovest e a nord, e quello molisano ad est;
- c) le serie depostesi nei bacini più interni, che allo stato attuale si presentano sottoforma di lembi più o meno alloctoni: falda toscana e i complessi sicilide e liguride (PAROTTO, 1980).

Le fasi tettoniche principali riconosciute nella regione, possono così riassumersi:

- a) fase liassica: la piattaforma carbonatica in formazione, e stesa sul margine della zolla africana, si smembra in una successione di blocchi, variamente dislocati. Negli alti strutturali perdura la sedimentazione carbonatica in facies neritica, mentre nei bassi strutturali si individuano bacini pelagici, disseminati di altofondi; la deposizione di sedimenti calcareo-silicico-marnosi, che formeranno serie complete, ridotte o condensate, perdura sino al Cretacico superiore, nei bacini interni, e sino al Miocene inferiore, nei bacini esterni;
- b) fase del Cretacico medio-superiore: terminata la fase di espansione della Tetide, le zolle africana ed euroasiatica hanno cominciato a ravvicinarsi. Le unità paleogeografiche interne, liguride e sicilide, vengono corrugate, mentre quella toscana, in particolare, e umbro-marchigiano-sabina, come riflesso dei movimenti in atto, subiscono un graduale sprofondamento. L'unità paleogeografica laziale-abruzzese-campana, più esterna, si smembra in grossi blocchi variamente basculati che formano lunghe dorsali emerse separate da depressioni in cui perdura la sedimentazione carbonatica;
- c) fase oligo-miocenica: le unità paleogeografiche interne, li

guride e sicilide, già corrugate si accavallano sull'unità toscana che, in corso di deformazione, a sua volta scivola su quella umbro-marchigiano-sabina. Quest'ultima risente del regime compressivo in atto, deformandosi in una successione di pieghe-faglie e sovrascorrimenti che si smorzano, via via, verso nord-est in pieghe asimmetriche, addossandosi ai margini meridionali e settentrionali della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese;

d) fase miocenico-pliocenica: l'unità paleogeografica laziale-abruzzese-campana, già smembrata in blocchi, viene corrugata in tempi viepiù recenti a partire dal margine sud-occidentale;

e) fase pliocenico-aterniana: il settore occidentale dell'arco appenninico, formato dalla sovrapposizione di più unità paleogeografiche corrugate e più o meno intensamente traslate, subisce una marcata tettonica distensiva, tuttora in atto, che disarticola la crosta secondo un processo di "rifting" (di cui il Mar Tirreno rappresenta il risultato più eclatante) che condiziona fortemente la situazione geotermica del settore appenninico occidentale, con lo svilupparsi di un vulcanismo via via più accentuato nel tempo (LOCARDI et Alii, 1977).

Tutte le grandi unità paleogeografiche sono state interessate nel corso delle fasi critiche della loro evoluzione, da abbondanti apporti terrigeni di tipo torbiditico, come riflesso di evidenti movimenti tettonici che hanno interessato le aree prosimali.

Formazioni post-orogeniche si sono successivamente deposte sul margine tirrenico (Miocene superiore-Pleistocene) e sul margine adriatico, queste ultime interessate da deformazioni compressive ancora in atto.

2. Lineamenti idrogeologici

Oltre che dai caratteri litologici delle successioni sedimentarie, l'idrogeologia della regione è fortemente influenzata dall'assetto strutturale acquisito nel corso della crisi orogenica e della successiva fase di collasso, pliocenico-aterniana, particolarmente estesa nel settore sud-occidentale dell'arco appenninico, come riflesso del processo di apertura del Mar Tirreno (Fig. 1).

Nelle linee generali si possono distinguere nella regione quattro ambienti idrogeologici principali:

- a) dominio della successione di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e campana pp.;
- b) dominio della successione pelagica calcareo-silicico-marnosa umbro-marchigiano-sabina;
- c) complesso calcareo-marnoso-arenaceo sicilide;
- d) complesso delle vulcaniti tosco-laziali e campane pp.

Il complesso sicilide affiora in una limitata zona della fascia costiera del Lazio nord-occidentale, ma si estende ampiamente verso oriente, sotto la coltre neogenica, dove si sovrappone

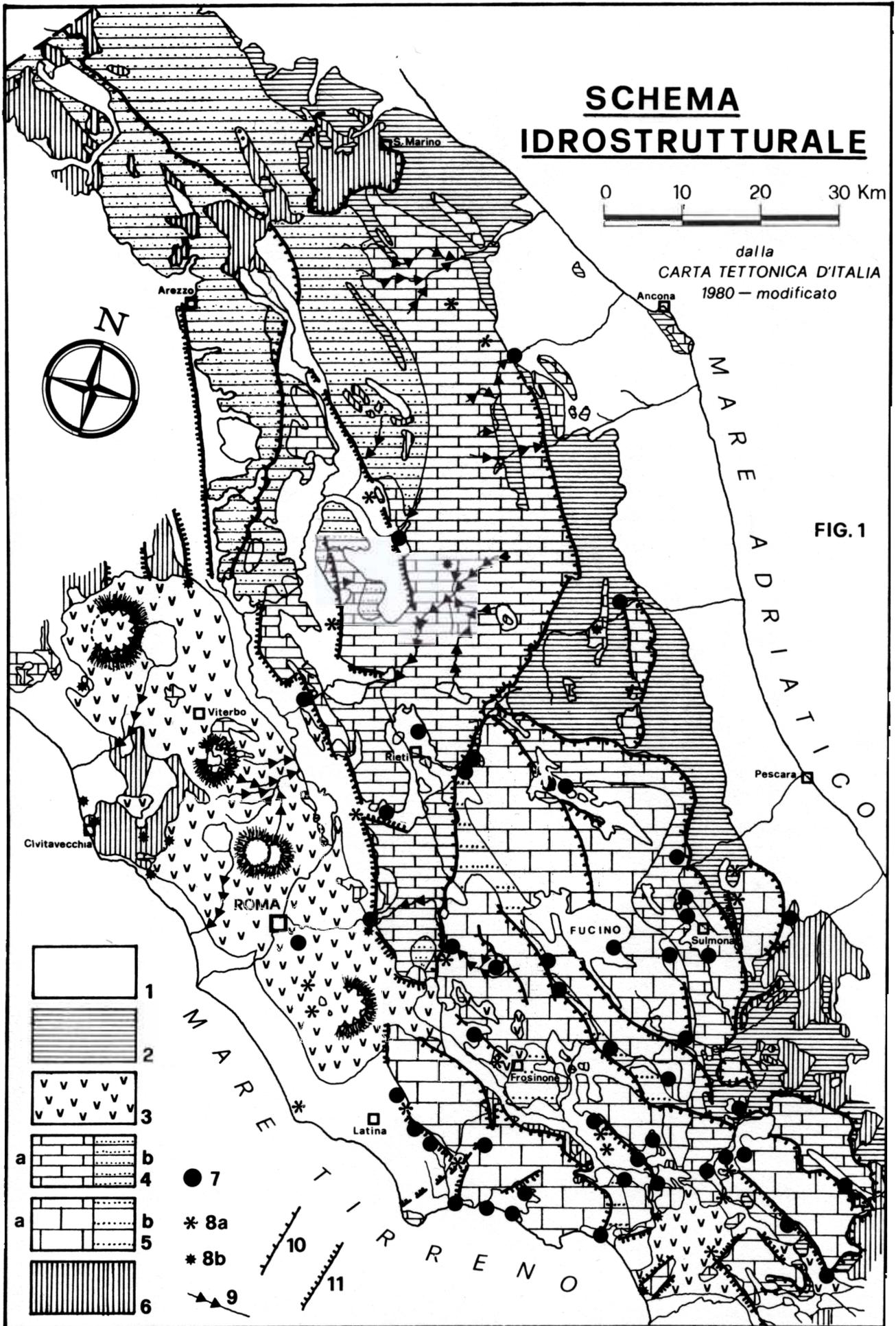


Fig. 1 - 1) Formazioni marine e continentali (Plio-Pleistocene); 2) Formazioni tardorogene (Flysch appenninici) (Miocene sup.-Pliocene); 3) Complesso delle vulcaniti tosco-laziali e campane pp. (Pliocene-Quaternario); 4) Dominio della successione pelagica calcareo-silicico-marnosa umbro-marchigiano-sabina e molisana (a); flysch collegati (b); 5) Dominio della successione di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e campana pp. (a); flysch collegati (b); 6) Complesso calcareo-marnoso-arenaceo-silicico sicilide; 7) Principali sorgenti carsiche con portata superiore al m^3/s ($7 < T < 15^\circ C$); 8) Manifestazioni idrotermali prevalentemente gassose: a) temperatura minore di $20^\circ C$; b) temperatura maggiore di $20^\circ C$; 9) Emergenze lineari (corsi d'acqua drenanti); 10) Faglie inverse e sovrascorrimanti; 11) Principali linee tettoniche distensive.

con caratteri di forte alloctonia sui termini della successione toscana e umbro-sabina.

Le vulcaniti tosco-laziali e campane pp., si estendono con direzione circa appenninica lungo la fascia tirrenica e ricoprono in parte i termini del complesso sicilide e liguride ed in parte i depositi terrigeni plio-quadernari, a bassa permeabilità, che hanno colmato il settore occidentale della regione. Ogni dominio risulta formato da più sistemi idrogeologici a loro volta suddivisi in più bacini con limiti, in molte situazioni, ancora mal definiti.

2.1. Dominio della successione di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e campana pp. (Km² 10.000)

I depositi di piattaforma risultano separati da quelli del bacino umbro-marchigiano-sabino da un motivo strutturale di importanza regionale, rappresentato dalla linea Antrodoco-Olevano-M. ti Sibillini ("Ancona-Anzio" Auct.), che corrisponde anche ad un preciso limite idrogeologico.

Il dominio della piattaforma è costituito da numerosi sistemi carbonatici (Km² 8.600) che, nelle grandi linee coincidono con le maggiori unità strutturali e morfologiche della regione, formate da una potente sequenza di rocce calcareo-dolomitiche dello spessore di oltre 2.500 metri.

L'infiltrazione efficace media annua, desunta dal bilancio idrogeologico valutato su numerosi sistemi, risulta compresa tra 1.000-700 mm. per valori di precipitazioni medie annue rispettivamente di 1.550 e 1.000 mm. (BONI & BONO, 1981 e 1982).

Il drenaggio sotterraneo delle acque di infiltrazione ha luogo in generale verso la periferia di ogni sistema, dove sono ubicate importanti emergenze alcune delle quali possono raggiungere, in magra, portate di circa $20 m^3/s$ (sorgenti del Peschiera; sorgenti del F. Gari) (BONI, 1975; BONI & BONO, 1981).

Le acque sorgive sono prevalentemente bicarbonato-calciche alcalino-terrose, con temperature all'emergenza, sostanzialmente stabili nel corso dell'anno, comprese tra 7° e 15° C. Tuttavia localmente si rileva nelle acque sorgive un anomalo arricchimento in solfati e/o cloruri, accompagnato in genere da forti esalazioni gassose, anche se i valori di temperatura si mantengono uguali o di poco superiori a quelli delle acque più schiettamente bicarbonato-calciche delle manifestazioni carsiche. Tali manifestazioni sono piuttosto diffuse lungo il margine occidentale della Maiella, nella piana di Sulmona, lungo la linea "Ancona-Anzio" Auct. e soprattutto nella valle Latina e nella pianura Pontina, cioè nel settore sud-occidentale del dominio in esame.

2.2. Dominio della successione pelagica calcareo-silicico-marnosa umbro-marchigiano-sabina (Km² 10.500)

E' costituito dall'arco appenninico che si sviluppa dalla linea "Ancona-Anzio" Auct. sino all'altezza della linea del Sillaro, poco a sud di Bologna, dove il flysch marnoso-arenaceo della successione umbro-marchigiana viene in contatto tettonico con i terreni del complesso sicilide.

Fanno parte di questo dominio anche il sistema della Montagna dei Fiori, ad est della linea "Ancona-Anzio" Auct., ed altri numerosi bacini idrogeologici, tutti di limitata estensione, ubicati nella media e nell'alta valle del Tevere.

I sistemi in affioramento (Km² 5.100) e sepolti, sono formati da una successione di formazioni litologicamente eterogenee, costituite da depositi calcareo-silicico-marnosi, che poggiano, con serie complete, ridotte o condensate, sul substrato della piattaforma carbonarica liassica, con spessori variabili da poche decine a un migliaio di metri.

L'infiltrazione efficace media annua, molto variabile per l'eterogeneità dei tipi litologici di cui è costituita la successione pelagica mesozoica, è compresa tra 700 e 400 mm. per precipitazioni rispettivamente di 1.500 e 1.000 mm.

Il drenaggio sotterraneo delle acque di infiltrazione si presenta decisamente articolato e, se si esclude il sistema idrogeologico della Montagna dei Fiori, ha luogo preferenzialmente ad ovest della linea "Ancona-Anzio" Auct., dove sono ubicate le maggiori emergenze. I principali livelli di base si trovano ai limiti delle maggiori depressioni interne (piana di Rieti, di Cascia, di Norcia), e soprattutto lungo le più marcate incisioni vallive ubicate nel cuore della catena (F. Nera, F. Vigi, F. Corno, F. Sordo etc.) oltre che ai margini occidentale e orientale dell'arco umbro-sabino.

Le acque delle maggiori manifestazioni sorgive sono prevalentemente bicarbonato-calciche alcalino-terrose, con temperature all'emergenza, poco variabili nel corso dell'anno, comprese tra 7° e 15° C e con salinità totale, generalmente bassa,

compresa tra 150 e 550 mg/l. Tuttavia nelle acque di numerose emergenze ubicate ai margini occidentali dell'arco appenninico (Montoro-Stifone: 15 m³/s; Bagni di Tivoli: 4 m³/s), si rileva un elevato contenuto in solfati e cloruri che si accompagna in genere a marcate esalazioni gassose e a valori di temperatura che, alle sorgenti di Tivoli, raggiungono circa 24° C.

Manifestazioni prevalentemente gassose, con temperature maggiori di 15° C si riscontrano, anche se meno frequentemente, all'interno dell'arco umbro (Triponzo-Val Nerina: 27° C) e ad est della linea "Ancona-Anzio" Auct., ad Acquasanta Terme (38° C).

2.3. Complesso calcareo-marnoso-arenaceo-silicico sicilide (Km² 550)

Si estende prevalentemente nel settore occidentale della regione, lungo la fascia costiera tirrenica, delimitato verso est e sud-est indicativamente dal F. Tevere. Esso risulta in gran parte coperto dai depositi marini pliocenico-pleistocenici, a bassa permeabilità, e dai terreni coerenti ed incoerenti del sistema vulcanico tosco-laziale.

Il complesso, che è costituito da una successione di formazioni flyscioidi cretacico-paleogeniche, molto eterogenee per litologia e spessore, mostra caratteri di marcata alloctonia. In base ai dati delle perforazioni profonde esso risulta infatti accavallato sui termini riferibili alle successioni umbro-sabine o ad affinità toscana, osservabili in superficie solamente in sporadici e limitati affioramenti.

Il complesso presenta in massa una bassa permeabilità, tanto da costituire una copertura generalmente efficace rispetto ai termini più permeabili della successione umbro-sabina sottostante. Non mancano tuttavia nella sequenza litologica formazioni a maggiore permeabilità ("Flysch calcareo"), affioranti prevalentemente nell'area tolfetana e caratterizzate da una infiltrazione efficace annua valutata 150 mm., per una precipitazione di 1.200 mm. (BONI et alii, 1981).

Non sono note emergenze con portate superiori a qualche decina di litri/secondo, mentre sono numerose le manifestazioni idrotermali, prevalentemente gassose, con temperature che possono superare 50° C e con salinità totale, generalmente elevata, di alcuni grammi per litro.

2.4. Complesso delle vulcaniti tosco-laziali e campane pp. (Km² 6.500)

Si estende prevalentemente nel settore nord-occidentale della regione, lungo la fascia costiera tirrenica, ed è costituito, da nord-ovest a sud-est, dai complessi vulsino, cimino, sabatino, albano e di Roccamonfina. I depositi vulcanici sono rappresentati prevalentemente da prodotti piroclastici, più o meno coerenti e permeabili per interstizi, e subordinatamente da lave, molto permeabili per fessurazione.

La loro permeabilità verticale e orizzontale risulta molto disomogenea in relazione alle diverse caratteristiche litologiche e sedimentologiche, alla storia evolutiva del sistema vulcanico e al diverso grado di alterazione subito dai materiali in seguito alla risalita di convogli idrotermali o all'esposizione più o meno prolungata agli agenti esogeni.

L'infiltrazione efficace annua, desunta dal bilancio idrogeologico impostato nella regione albana, risulta di circa 330 mm. per una precipitazione di 1.105 mm. (BONI et alii, 1981). Il drenaggio sotterraneo delle acque di infiltrazione ha luogo, di preferenza, secondo direzioni radiali centrifughe a partire dal settore più rilevato di ogni complesso, che in genere coincide con i margini dell'area craterica o calderica, spesso occupata da ampi e profondi bacini lacustri. Lungo le maggiori depressioni vallive che incidono i versanti degli edifici vulcanici, i corsi d'acqua sono generalmente alimentati da apporti subalvei che possono raggiungere, in magra, anche portate di 3 m³/s (F. Treia).

Non mancano tuttavia emergenze localizzate che possono erogare, in magra, portate prossime al m³/s (Acqua Vergine-Colli Albani). Le acque delle maggiori manifestazioni sorgive presentano in genere bassa salinità totale, compresa tra 100 e 300 mg/l, con valori di temperatura variabili tra 10° e 15° C. Tuttavia sia allo interno degli apparati che lungo la fascia costiera, si rinven- gono numerose manifestazioni, prevalentemente gassose, con elevata salinità e valori di temperatura che possono superare 50°C.

3. Lineamenti geotermici della regione

La regione considerata per l'assetto strutturale acquisito nel corso dell'orogenesi, per la situazione idrogeologica e per la evoluzione tettonica recente subita dal margine appenninico tirrenico a partire dal Pliocene, si può suddividere in tre fasce geografiche con diverso interesse geotermico (Fig. 2).

3.1. Fascia centrale o della catena appenninica

E' costituita dai maggiori rilievi della regione i cui termini si riferiscono ai domini idrogeologici della successione di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e campana pp. e calcareo-silicico-marnosa della successione pelagica umbro-marchigiano-sabina.

Questo settore risulta saturato alla base da imponenti falde carsiche con acque a bassa salinità e temperature comprese tra 7° e 15° C. L'attiva circolazione carsica sotterranea, oltre a provocare un generale raffreddamento della regione, ha anche l'effetto di diluire i fluidi idrotermali risalenti lungo le principali linee tettoniche distensive, tanto da obliterarne, nella maggior parte dei casi, gli originali caratteri chimico-fisici. Le manifestazioni con temperature prossime a 30° C (Triponzio-Val Nerina) sono sempre caratterizzate da portate

liquide di scarso rilievo e da esalazioni gassose, generalmente consistenti.

3.2. Fascia orientale o adriatica

Si estende ad est della catena marchigiano-sabina ed abruzzese-molisana, indicativamente sino alla linea di costa adriatica. Tale settore interessato da una tettonica compressiva, tuttora in atto, e da forti spessori crostali, è caratterizzato in superficie da potenti sequenze terrigene in gran parte flyscioidi, a bassa permeabilità, giustapposte, verso nord, alla successione marchigiano-sabina e, verso sud, alle successioni del bacino molisano e della piattaforma carbonatica adriatica, sepolta. La fascia in esame, per la sua situazione strutturale, stratigrafica e idrogeologica, sembra offrire un limitato interesse geotermico, come risulterebbe anche dai bassi valori di gradiente termico, calcolati alla base dei terreni di copertura pliocenici (MONGELLI, comunicazione personale).

Non mancano episodiche manifestazioni con portate liquide di pochi litri/secondo, associate ad esalazioni gassose, caratterizzate però da temperature prossime alla media annua ambientale. E' opportuno rilevare, in questa fascia geografica, la presenza delle sorgenti di Acquasanta, che erogano poche centinaia di litri/secondo di acqua a temperatura di poco inferiore a 40° C. Si tratta tuttavia di una manifestazione posta al nucleo di una struttura carbonatica affiorante, riferibile al dominio idrogeologico umbro-marchigiano-sabino.

3.3. Fascia occidentale o tirrenica

Si estende ad ovest della catena appenninica umbro-sabina e laziale indicativamente sino alla linea di costa tirrenica. Tale settore è interessato da una marcata tettonica distensiva che ha innescato, a partire dal Pliocene, un attivo processo vulcanico culminato con la formazione del sistema vulsino, cimino, sabatino, albano e di Roccamonfina, le cui ultime manifestazioni si fanno risalire al limite dell'Olocene.

Tale settore è caratterizzato in superficie da estesi e potenti accumuli di depositi piroclastici e lavici oltre che da forti spessori di terreni pliocenico-quadernari, e di termini riferibili ai complessi sicilide e liguride, tutti a bassa permeabilità, che ricoprono in profondità strutture della successione umbro-sabina, verso nord (Fig. 3, a).

La situazione strutturale e stratigrafica, oltre che il tipo di attività vulcanica manifestatasi in tale settore (FUNICIELLO & PAROTTO, 1980), sembrano indicare la possibilità di una connessione idraulica tra i grandi acquiferi della catena appenninica e le strutture carbonatiche sepolte da terreni di copertura a bassa permeabilità e di spessore variabile (Pianura Pontina) (BONI et alii, 1980).

Sotto l'aspetto geotermico pare questa la fascia di maggiore

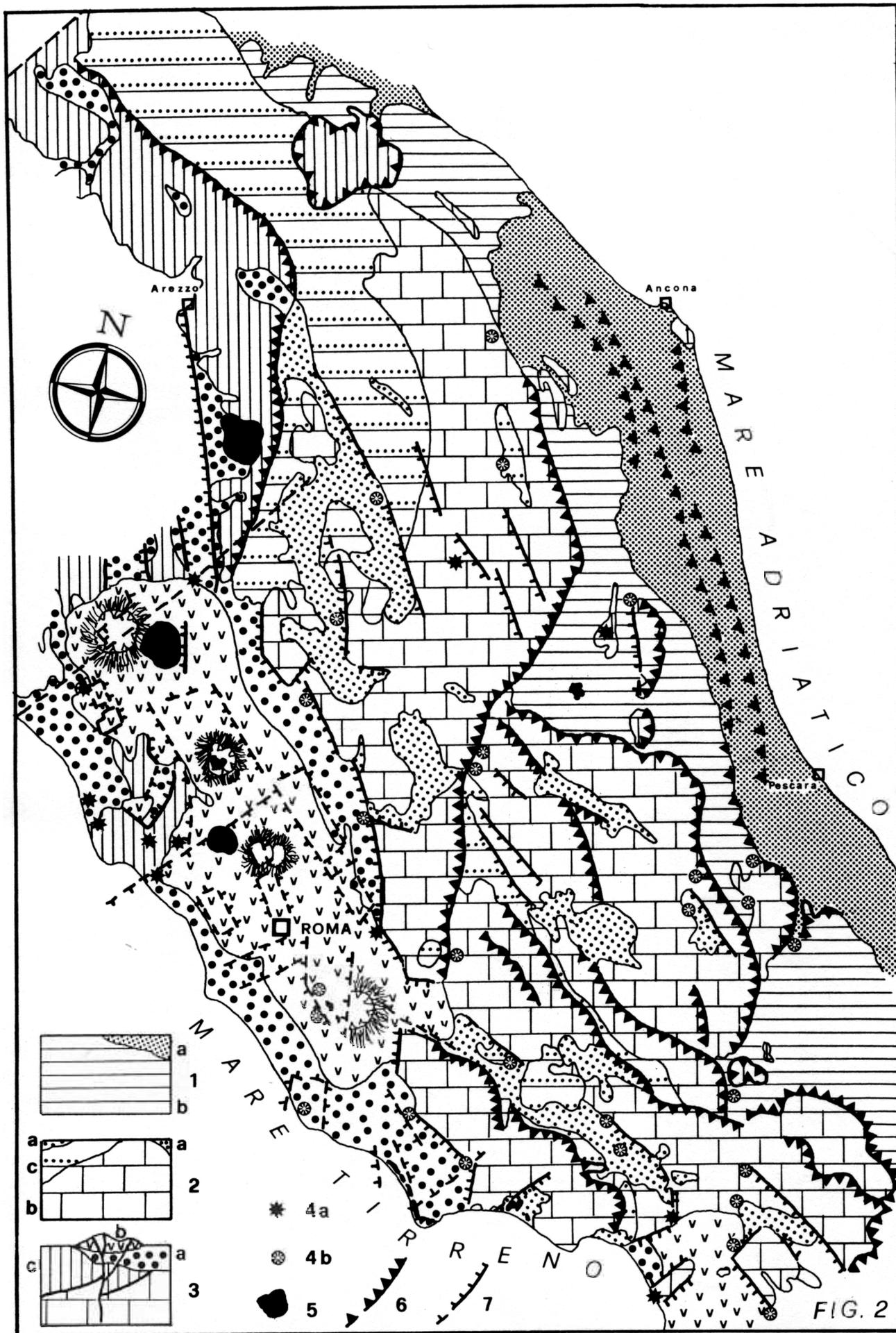


Fig. 2 - 1) Fascia orientale o adriatica. a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Formazioni flyscioidi tardorogene (Miocene sup.-Pliocene) e lembi dei complessi liguride e sicilide, a forte alloctonia.

Substrato carbonatico, sede di presumibili acquiferi, sepolto generalmente sotto alcune migliaia di metri di depositi terrigeni di varia natura. Nella potente coltre di copertura bassi gradienti geotermici. Sporadiche manifestazioni geotermiche in corrispondenza di affioramenti carbonatici.

2) Fascia centrale o della catena appenninica. a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Depositi calcareo-silicico-marnosi (successione umbro-marchigiano-sabina e molisana) e di piattaforma carbonatica (successione laziale-abruzzese e campana pp.); c) Flysch ad esse collegati.

Settore interessato da acquiferi carbonatici generalmente fessurati e più o meno intensamente carsificati, sede di imponenti ed estese falde libere. Gli acquiferi carbonatici possono essere sede di falde imprigionate soprattutto nei settori caudali delle strutture idrogeologiche in affioramento dove depositi terrigeni di varia natura, poco permeabili, ricoprono i terreni carsici sepolti. Manifestazioni idrotermali, prevalentemente gassose e a bassa temperatura, lungo le principali linee tettoniche distensive.

3) Fascia occidentale o tirrenica. a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Depositi vulcanici; c) Depositi calcareo-silicico-arenacei (complessi sicilide e liguride) fortemente alloctoni, sovrapposti a quelli riferibili alla successione umbro-marchigiano-sabina.

Settore interessato da acquiferi carbonatici caldi, sepolti e confinati, soggiacenti a terreni di copertura con spessore variabile da poche centinaia di metri a 3.000 metri. La copertura, soprattutto dove è costituita da terreni vulcanici, è interessata da una attiva circolazione epidermica di acque sotterranee, fredde, che alimentano il reticolo idrografico di superficie.

4) Manifestazioni prevalentemente gassose riferibili al ciclo idrotermale: a) Temperatura maggiore di 20° C; b) Temperatura minore di 20° C.

5) Bacini lacustri

6) Faglie inverse e sovrascorrenti

7) Principali linee tettoniche distensive

interesse per la ricerca di fluidi ad alta e media entalpia; si riscontra infatti, un gradiente di temperatura generalmente elevato, con punte di notevole entità in alcuni settori della fascia nord-occidentale, come provato da numerose perforazioni profonde eseguite negli ultimi anni dall'ENEL (CALAMAI, et alii, 1976).

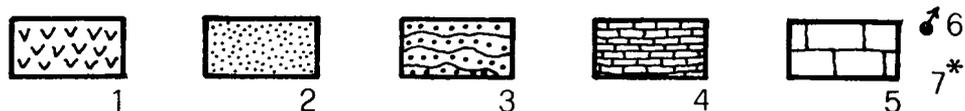
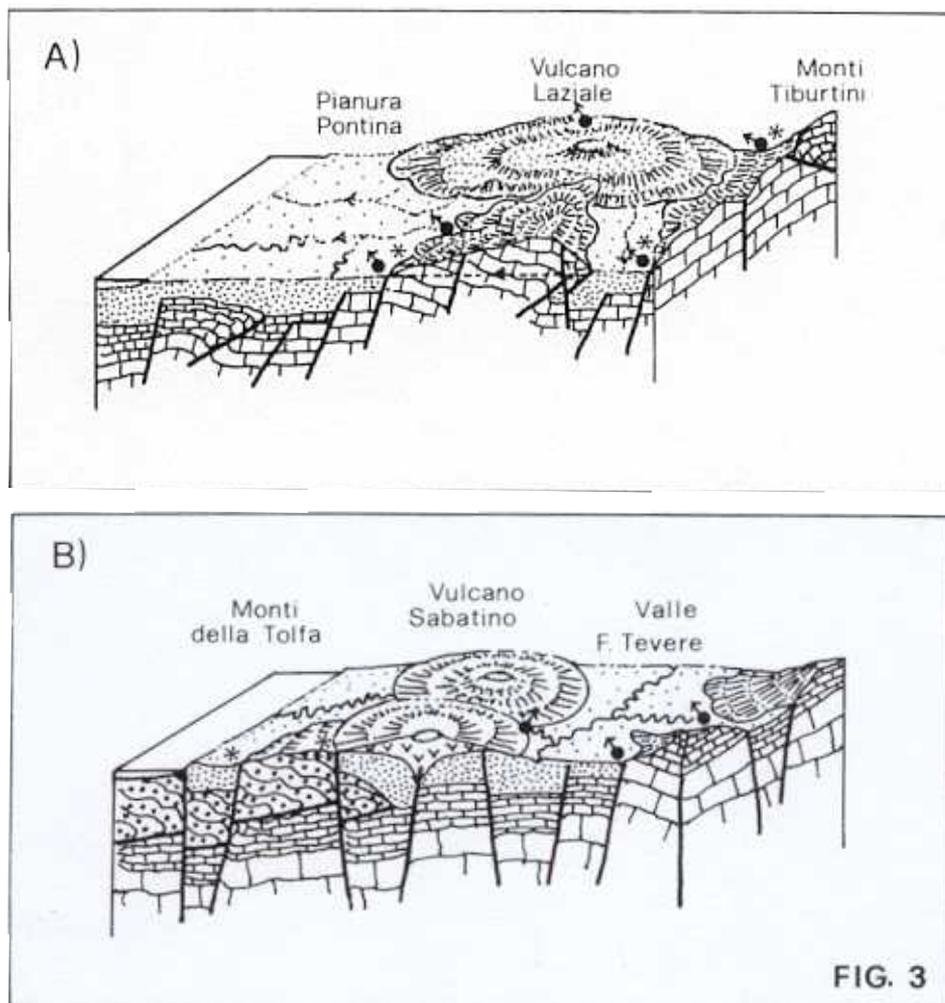


Fig. 3 - 1) Depositi vulcanici; 2) Depositi marini e continentali; 3) Depositi riferibili al complesso sicilide; 4) Successione pelagica toско-umbro-sabina; 5) Successione di piattaforma carbonatica; 6) Sorgenti; 7) Manifestazioni idrotermali.

Nel settore centrale e meridionale della fascia tirrenica, benchè siano stati eseguiti, negli ultimi anni, numerosi studi di carattere idrogeologico, strutturale, geochimico e geofisico, sono noti per il momento solo pochi e lacunosi dati geotermici diretti e alcuni dati di termometria geochimica che indich

rebberò localmente, a profondità presumibilmente variabili tra 1.500 e 3.000 metri, valori di temperatura compresi tra 100° e 200° C.

Questo settore, per la situazione idrogeologica esistente al contorno, caratterizzata da imponenti acquiferi carsici che alimentano numerose sorgenti con una portata globale superiore a 20 m³/s, e per la particolare situazione strutturale, che favorirebbe la risalita di fluidi caldi, potrebbe essere verosimilmente sede di interessanti campi geotermici quanto meno a bassa o media entalpia.

D'altra parte, una valutazione preliminare del potenziale geotermico della regione Lazio, definita sulla base del metodo dei volumi, ha consentito di stimare in circa 9.000×10^{-15} cal. la Riserva Geotermale, delle quali 4.000×10^{-15} (pari a circa 41 GWye), utilizzabili per la produzione dell'energia elettrica (temperatura dei fluidi maggiore di 130°C). Molto interessante è anche la quantità apprezzabile di Riserva per usi non elettrici (temperatura dei fluidi minore di 130° C) che risulta di circa 5.000×10^{-15} cal., pari a circa 1.200 GWty (BONO, 1981).

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BONI C. (1975) - The relationship between the geology and hydrogeology of the Latium-Abruzzi Apennines. In: "Structural Model of Italy", Quad. Ric. Scient., 90, pp. 301-311, fig. 1, Roma.
- BONO P. (1981) - Valutazione preliminare del potenziale geotermico della regione laziale. Geol. Rom. vol. XX
- BONI C. & BONO P. (1981) - Relation entre infiltration efficace et lithologie dans dix systèmes karstiques de l'Italie Centrale. Bulletin série III, BRGM (in corso di stampa).
- BONI C. & BONO P. (1982) - Schema idrogeologico dell'Appennino Centrale: (1: 500.000): lineamenti strutturali, idrologici ed elementi di interesse geotermico. Centro di Studio per la Geologia dell'Italia Centrale (C.N.R.), Roma (in corso di stampa).
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., ROSSI F. M. & SHOLL C. (1981) Tentativo di calcolo del bilancio idrologico nella area albana nel periodo ottobre 1978-settembre 1979. Atti II Sem. Informativo Sott. "Energia Geotermica", pp. 93-113, figg. 6, Roma.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., MELLONE M. (1981) - Considerazioni sul deficit di deflusso del bacino rappresentato di Rio Fiume (Tolfa). Atti II Sem. Informativo Sott. "Energia Geotermica", pp. 75-92, figg. 5, tabb. 3, Roma.

- BONI C., BONO P., CAPELLI G., D'AMORE F., LOMBARDI S., (1981) - Nuove osservazioni su idrogeologia, geochimica e termalismo dell'area albana (Lazio meridionale). Atti II Sem. Informativo Sott. "Energia Geotermica", pp. 64-74, figg. 6, tab. 1, Roma.
- CALAMAI A., CATALDI R., LOCARDI E., PRATURLON A. (1976) - Distribuzione delle anomalie geotermiche nella fascia preappenninica tosco-laziale (Italia). Simposio Internacional sobre Energia Geotermica en America Latina, Città del Guatemala.
- FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1978) - Il substrato sedimentario nell'area dei Colli Albani: considerazioni geodinamiche e paleogeografiche sul margine tirrenico dell'Appennino Centrale. Geol. Rom., 15, Roma.
- LOCARDI E., LOMBARDI G., FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1977) - The main volcanic groups of Latium (Italy): relations between structural evolution and petrogenesis. Geol. Rom., 15, Roma.
- PAROTTO M. (1980) - Appennin central. In: Introduction à la géologie générale "Italie". Livret-Guide a l'excur-sion 122 A. pp. 33-37, fig. 1, Paris.