



IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO

MODELLO GEOTERMICO

IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO

Relazione geologica e modello geotermico

1. UBICAZIONE DEL PERMESSO DI RICERCA E TITOLI MINERARI PREGRESSI.

Il Permesso “Castel Giorgio – Torre Alfina” ricade al confine tra le Regioni Lazio e Umbria (Province di Viterbo e di Terni) nell’area relativa alla Concessione mineraria per la coltivazione di fluidi geotermici denominata “Torre Alfina”, titolare Erga SpA del Gruppo Enel. La Concessione mineraria aveva scadenza nel 2013, ma con Determinazione del Direttore del Dipartimento di competenza n. 3243 del 29 dicembre 2007, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, n.3 – Parte prima, del 21-1-2008, l’area della concessione è stata ridotta da 58,63 Km² a 9,84 Km² ricadenti interamente nel territorio della Regione Lazio, e la Concessione mineraria per fluidi geotermici è stata trasformata in Concessione mineraria per anidride carbonica e accordata per anni dieci alla Società Enel Produzione S.p.A. Nella Determinazione sopracitata è stato altresì precisato (art.3) l’obbligo per la Società Enel Produzione S.p.A. :

1. a farsi carico, a proprie cure e spese, della manutenzione e del controllo dei pozzi denominati Alfina 4 e Alfina 14 e delle relative pertinenze minerarie site nel Comune di Castel Giorgio (TR) fino a che la Regione Umbria non individui un nuovo soggetto concessionario per lo sfruttamento della risorsa geotermica e comunque non oltre la naturale scadenza dell’attuale Concessione (anno 2013);
2. a farsi carico, a proprie cure e spese e su richiesta della Regione Umbria, della chiusura mineraria dei suddetti pozzi, nel caso in cui, entro il predetto termine, non siano stati individuati nuovi soggetti interessati allo sfruttamento delle risorse geotermiche;
3. a non opporsi all’eventuale sfruttamento delle risorse geotermiche reperite o da reperire nel territorio della Regione Umbria già ricadente nella Concessione denominata “Torre Alfina”.

2. L'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA

L'area del Permesso di Ricerca "Castel Giorgio – Torre Alfina" è indicata nella Figura 1a. Le coordinate geografiche riferite a Monte Mario corrispondenti ai vertici della concessione Torre Alfina sono le seguenti.

a:	Lat. 42°45'00"	Long. 0°31'00"
b:	Lat. 42°45'00"	Long. 0°28'00"
c:	Lat. 42°42'00"	Long. 0°28'00"
d:	Lat. 42°42'00"	Long. 0°31'00"

In Fig. 1a si riporta anche l'area della ex concessione "Torre Alfina".

3. SINTESI DELLE CONOSCENZE GEOSCIENTIFICHE (GEOLOGICHE, GEOFISICHE, GEOCHIMICHE)

3.1 PREMESSA

L'area geotermica di "Torre Alfina-Castel Giorgio" è stata oggetto da parte dell' Enel negli anni '70 di un intenso programma di prospezioni geologiche, idrogeochimiche e geofisiche, culminate con l'esplorazione profonda a mezzo di sondaggi. Nella Fig.1b sono indicati l'ubicazione dell'area, i limiti del permesso di ricerca Enel nel territorio dei Comuni di Acquapendente (VT), San Lorenzo Nuovo (VT), Castel Giorgio (TR) e Castel Viscardo (TR)) e le ubicazioni dei primi nove pozzi geotermici perforati. Un altro pozzo molto profondo (A15 4826 m) è stato perforato nel 1987-1988 (*Buonasorte et al., 1991*). La sintesi delle conoscenze geoscientifiche riportata di seguito, così come i capitoli successivi relativi ai risultati delle perforazioni e al modello geotermico, si basano essenzialmente sui risultati di questi studi, che sono descritti dettagliatamente nella pubblicazione di *Buonasorte et al. (1988)*.

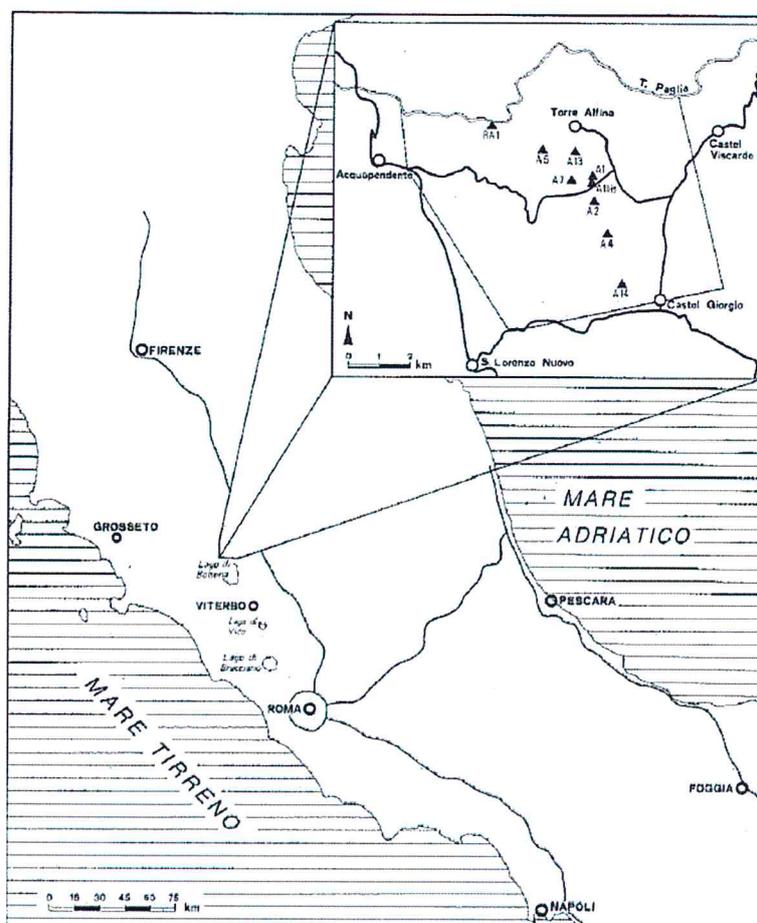


Fig. 1b Ubicazione dell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio. Nel riquadro in alto è delimitato il vecchio Permesso di ricerca Enel e sono riportate le posizioni dei nove pozzi di esplorazione perforati da Enel (da *Buonasorte et al., 1988*).

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area di "Torre Alfina-Castel Giorgio" comprende il tratto meridionale della dorsale Rapolano-Trequanda-M.Cetona che separa due bacini neoautoctoni, il Bacino di Siena-Radicofani ad occidente e il Bacino della Val di Chiana ad oriente (*Fig.2*) Tale dorsale, con direttrice NNO-SSE, culmina sia dal punto di vista strutturale che morfologico con il rilievo del M. Cetona (1908 m); ma mentre nella parte settentrionale presenta una debole e graduale immersione verso l'Arno, nella parte meridionale essa si interrompe bruscamente lungo l'allineamento Acquapendente-Torre Alfina, in corrispondenza del quale i due bacini neoautoctoni sopraindicati si congiungono, confluendo nell'ampio bacino della valle del Tevere. La terminazione meridionale di detta dorsale non è completamente osservabile in superficie, essendo ricoperta in gran parte dai prodotti vulcanici dell'apparato vulsino, essa è stata tuttavia ricostruita con una certa precisione attraverso i pozzetti geotermici ed i sondaggi effettuati dall'Enel (*Baldi et al., 1974*).

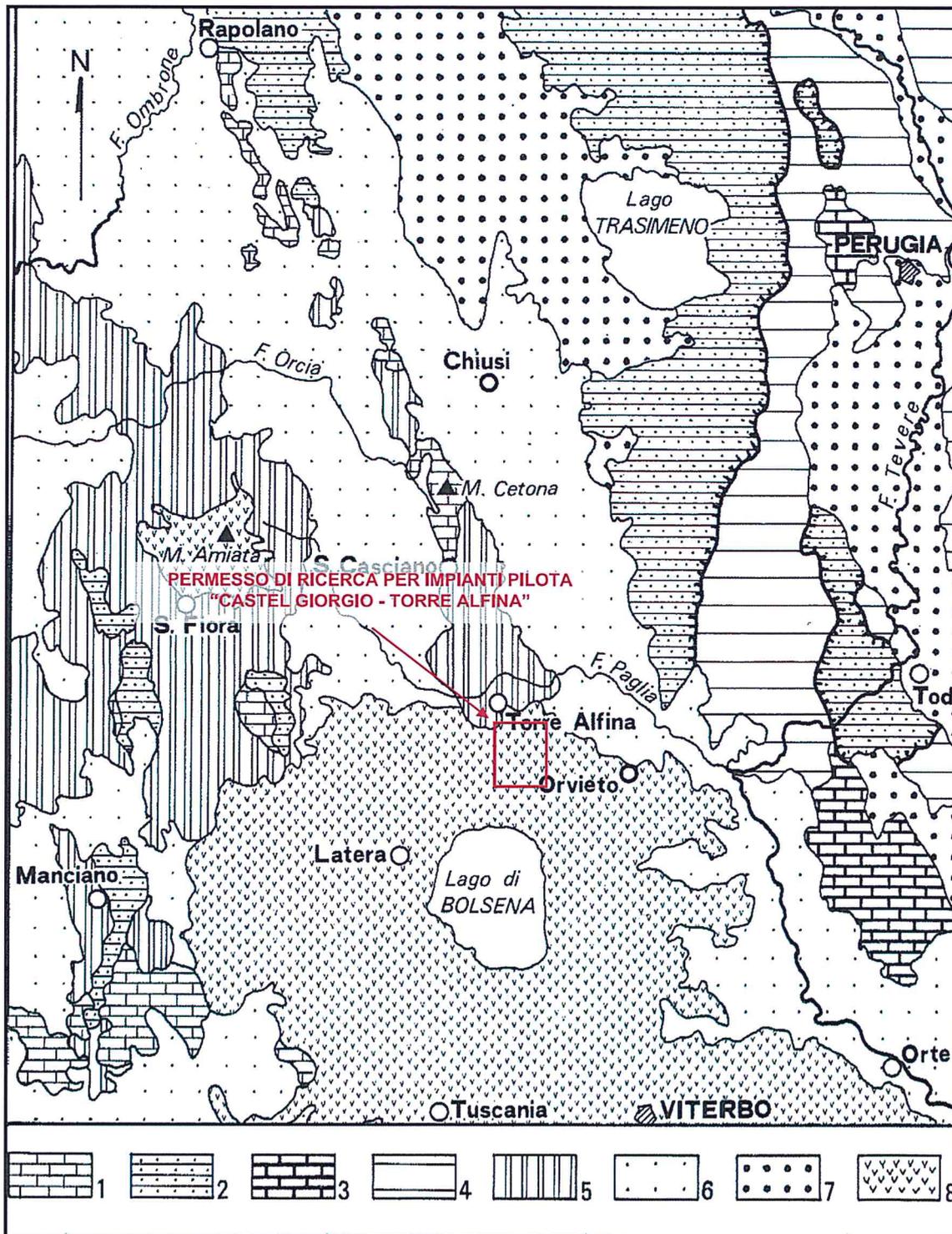


Fig. 2. Inquadramento geologico regionale dell'area di T. Alfina (nel riquadro). Spiegazione dei simboli: 1 e 2) Complesso di facies toscana (1 – successione carbonatica mesozoica; 2 – successione terrigena mesozoico-terziaria); 3 e 4) complesso di facies umbro-marchigiana (3 – successione carbonatica mesozoica; 4 – successione terrigena mesozoico-terziaria); 5) Complessi di facies ligure ed austroalpina interna; 6) Complesso dei depositi marini pliocenici; 7) Complesso dei depositi continentali plio-quadernari; 8) Complesso vulcanico.

L'area di interesse può essere suddivisa, per le formazioni geologiche affioranti, in due parti: una settentrionale, occupata quasi totalmente da terreni sedimentari riferibili alle Unità austroalpine e liguri, sulle quali giacciono trasgressivi e discordanti i sedimenti del Complesso Neoautoctono; la seconda, a sud del fiume Paglia, comprende i prodotti magmatici quaternari degli apparati vulcanici di Torre Alfina e dei Vulsini (carta geologica di Costantini et al., 1988). La successione delle formazioni appartenenti al dominio tosco-umbro è rappresentata, in affioramento, solo a S. Casciano dei Bagni, dove compare la terminazione meridionale del nucleo del M. Cetona; a Sud del Paglia essa è stata invece attraversata, per spessori rilevanti, da numerosi sondaggi, fino alla formazione dei Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta* del Trias superiore.

Nella Fig. 3 è riportata la carta geologica dell'area di Torre Alfina-Castel Giorgio ripresa da Costantini et al., (1988) (la legenda è in Fig. 3 bis).

3.3. STRATIGRAFIA DEI COMPLESSI SEDIMENTARI

Le conoscenze sulla stratigrafia dell'area in esame sono state acquisite sia con le indagini geologiche di superficie sia con l'esplorazione profonda, attraverso nove sondaggi che hanno raggiunto profondità variabili fra 563 e 2710 m sotto il p.c. (Buonasorte et al., 1988) (e 4826 m nel sondaggio A15, Buonasorte et al., 1991).

Le formazioni rilevate in superficie o attraversate dai sondaggi sono state raggruppate in "Complessi", ciascuno dei quali appare separato da quello sottostante da una superficie di discontinuità corrispondente, nella maggior parte dei casi, ad una discordanza angolare di importanza regionale.

Dal basso all'alto sono stati distinti:

- 1) Complesso delle formazioni di facies toscana.
- 2) Complesso delle Unità di facies ligure ed austroalpina interna.
- 3) Complesso Neoautoctono.

Su questi complessi appoggiano, oltre alle vulcaniti, i depositi continentali costituiti da detriti, alluvioni, recenti e terrazzate e da travertini.

3.3.1. COMPLESSO DELLE FORMAZIONI DI FACIES TOSCANA

I terreni appartenenti a questo complesso affiorano quasi esclusivamente intorno al paese di S. Casciano dei Bagni e rappresentano l'estrema punta meridionale della struttura del M. Cetona; questa rappresenta il nucleo a serie toscana più significativo con cui confrontare tanto i termini litostratigrafici dell'affioramento di S. Casciano dei Bagni, quanto quelli, mesozoico-paleogenici, incontrati nei sondaggi di Torre Alfina-Castel Giorgio (Fig. 4).

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL M. CETONA

Il nucleo a serie toscana del M. Cetona è costituito da una successione di litofacies che va dal Calcare cavernoso del Trias sup. al Macigno dell'Oligocene. Detta successione, che ha uno sviluppo complessivo di circa 900 m, comprende a partire dal termine più antico (*Fig. 4*):

Calcare cavernoso – Affiora all'estremità settentrionale del M. Cetona, al nucleo della struttura rovesciata. Non compare in affioramento nell'area in esame, né è stato attraversato dai sondaggi.

Calcari e marne a Rhaetavicula contorta – Questa formazione è costituita da calcari neri con intercalazioni di marne grigie. I termini carbonatici sono frequentemente gradati e spesso disposti in successione ritmiche. In generale la frazione argilloso-marnosa è molto abbondante alla base della formazione, dove si alterna a strati calcarei neri di piccolo spessore (10 cm); procedendo verso l'alto essa diminuisce sensibilmente, sia nello spessore che nella frequenza delle intercalazioni; contemporaneamente si osserva un aumento di potenza degli strati carbonatici ed una stratificazione sempre più distinta. Lo spessore della formazione è di circa 150 m (il pozzo A 14 prossimo a Castel Giorgio ha attraversato questa formazione per uno spessore di circa 390 m).

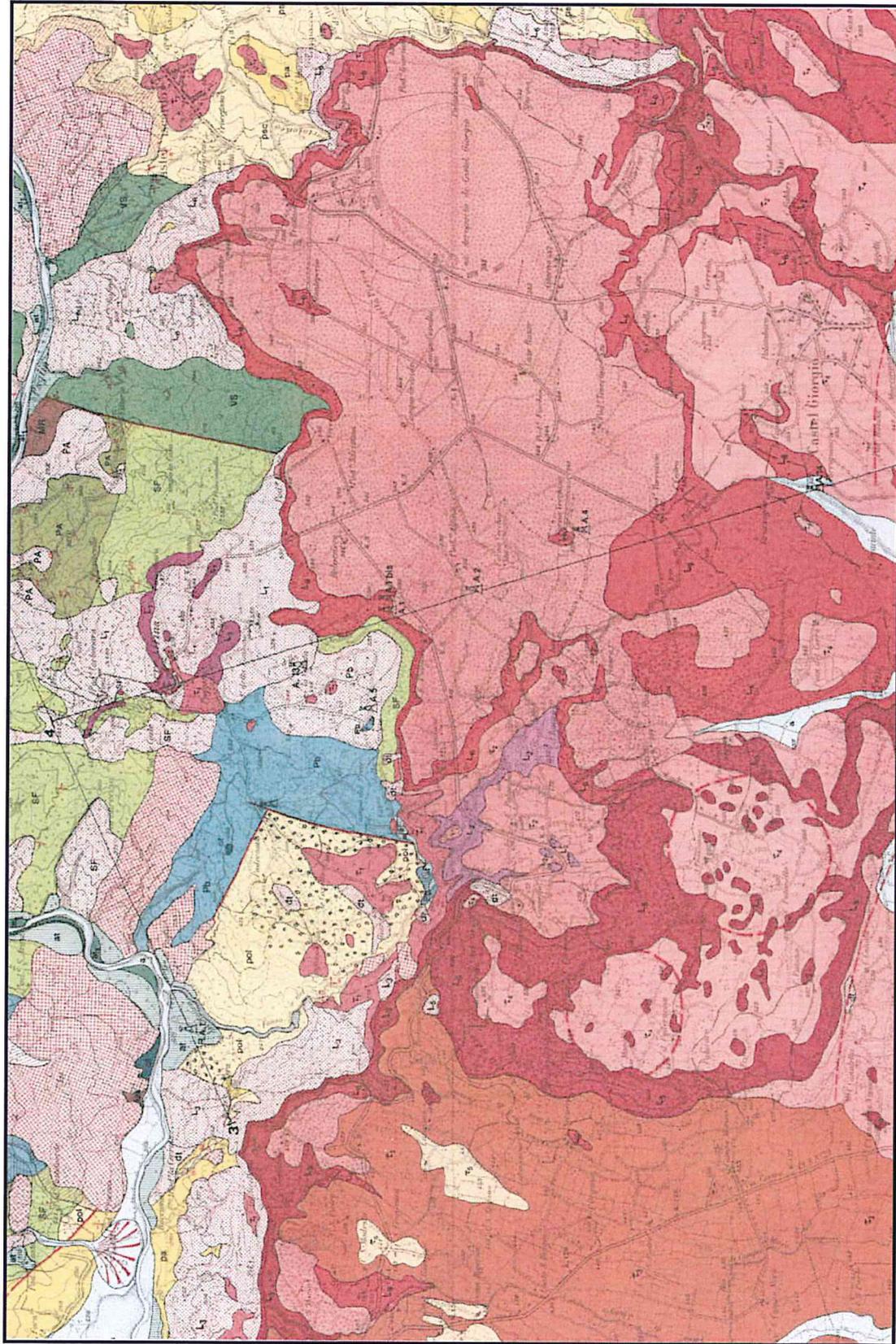


Fig.3. Carta geologica dell'ara di Torre Alfina-Castel Giorgio con indicate le tracce dei profili delle Figg. 9 e 10 (da Cosentini et al., 1988)

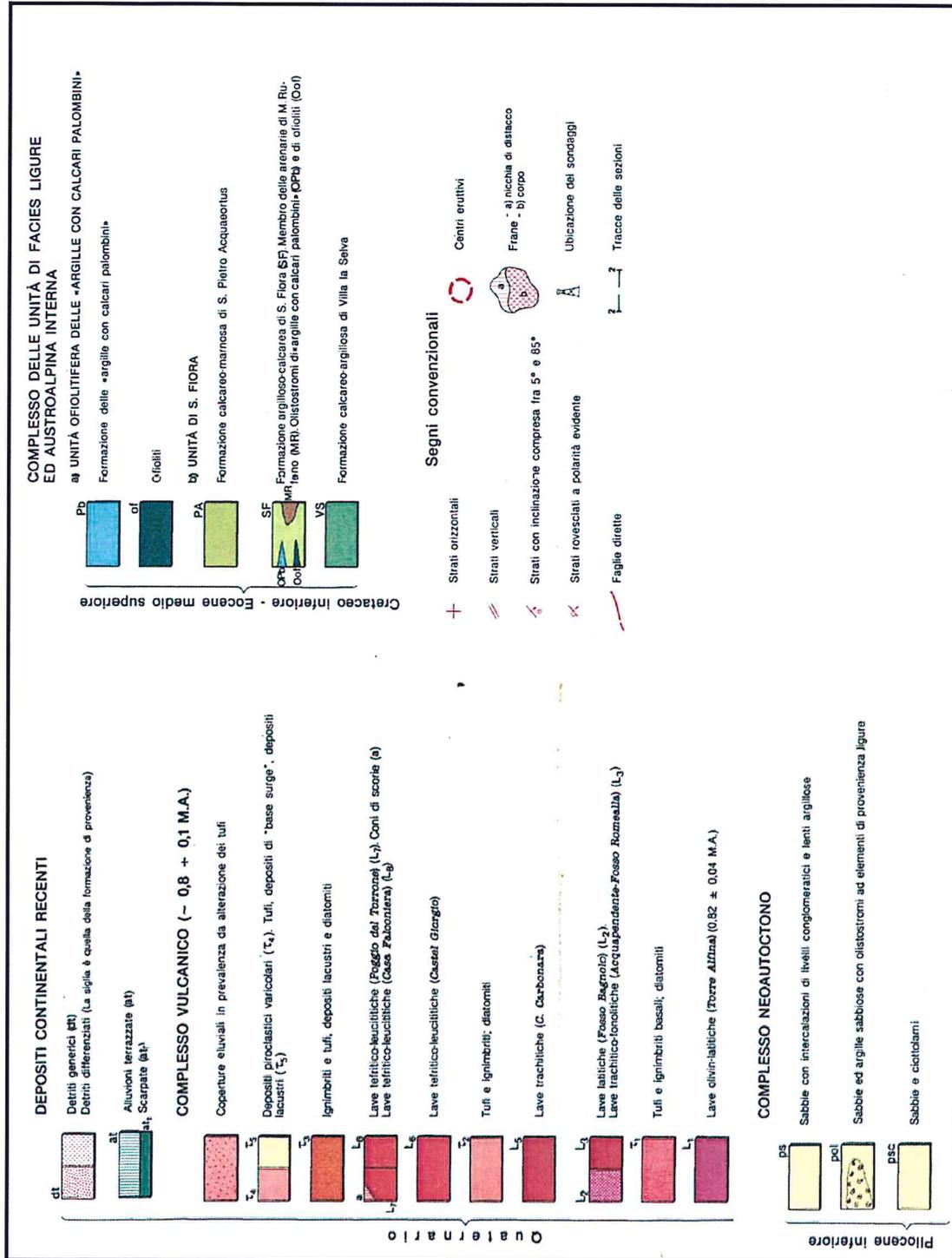


Fig. 3 bis. Legenda della carta geologica di Fig. 3.

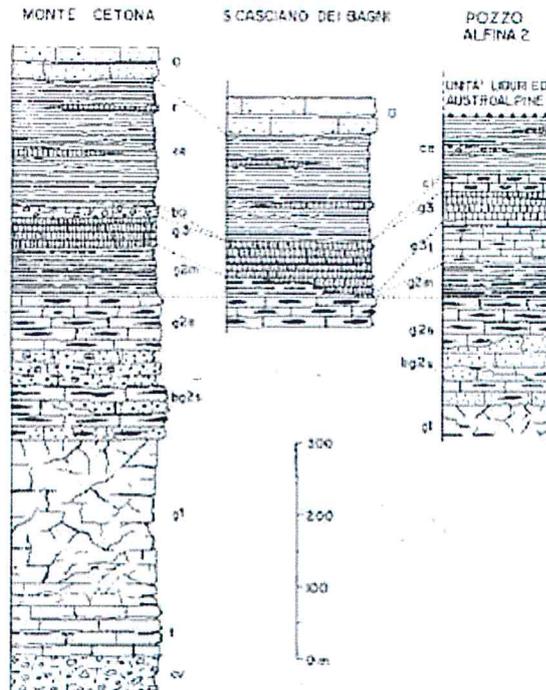


Fig. 4. - Colonne stratigrafiche del Complesso di facies toscana in affioramento e nel pozzo A2; Sigle: cv = Calcare cavernoso; t = Calcari e marne a *Rhaetavicula contorta*; g1 = Calcare massiccio; g2s = Calcare selcifero con livelli di calcareniti (bg2s); g2m = Marne a *Posidonomya*; g3 = Calcari ad Aptyci; g3 = Diaspri; ee = Maiolica; bc2s = Breccie calcareo - diasprine di Pod. Cuculo I; ce = Scaglia toscana; r = livelli di radiolariti intercalati alla Scaglia toscana; 0 = Macigno.

(da Buonasorte et al., 1988)

Calcari massicci e grossolanamente stratificati – La formazione dei Calcari a *Rhaetavicula contorta* è sormontata, con passaggio graduale e sfumato, da calcari neri e grigio-nocciola, massicci o grossolanamente stratificati, simili al *Portoro*. Questi, nella parte superiore, si affiancano, in eteropia di facies, a calcari massicci bianchi, che normalmente costituiscono anche il tetto della formazione. Il suo spessore è variabile ed arriva ad un massimo di circa 300 m.

Per analogia con le successioni affioranti in Toscana ed in Umbria si ritiene che la formazione in esame possa essere attribuita al Retico superiore-Hettangiano (Passeri & Pialli, 1973).

Gruppo dei calcari selciferi con livelli di calcareniti.

Questo gruppo comprende tre formazioni del Lias inferiore e medio, che sono dalla più recente alla più antica:

- Calcare selcifero superiore
- Calcare rosso ammonitico
- Calcare selcifero inferiore con calcareniti.

Calcarea selcifera inferiore con calcareniti – Calcari a grana fine di colore grigio scuro con fiamme arrossate, in strati dello spessore variabile da 5 a 30 cm, con liste e noduli di selce, vi si intercalano strati di calcareniti rosate ad Entrochi. Verso l'alto i calcari diventano più chiari e vi si associano strati rosati. Il passaggio con il calcarea rosso ammonitico è segnato dalla presenza di un livello ad andamento lenticolare e discontinuo, di calcareniti grigie e grigio-rosate all'interno delle quali sono osservabili filoni sedimentari e brecce intraformazionali. Spessore circa 100 m.

Calcarea rosso ammonitico - È costituito alla base da strati calcarei rossi con sottili stiloliti, parallele alla stratificazione e contrassegnate da veli argillosi. Più in alto aumenta la frazione argillosa che si intercala a strati calcari e marnosi; al passaggio con il selcifera superiore, le argille diminuiscono, assumendo un colore grigio verde, mentre ricompaiono le liste di selce. Lo spessore è di circa 60 m.

Calcarea selcifera superiore – Calcari grigio-chiari dello spessore di 20-25 cm con liste di selce chiara e sottili intercalazioni di marne grigio-verdi. Spessore circa 60 m.

Marne a Posidonomya – Questa formazione, del Dogger-Malm inferiore, è costituita alla base da marne e marne argillose rosse con intercalazioni spesso ben gradate. Più in alto la frazione argillosa diminuisce, mentre compaiono banchi calcarei, a grana fine, di colore rosato con fiamme bianche; localmente si notano sottili livelli di calciruditi. Lo spessore della formazione è di circa 60 m.

Diaspri – Sono costituiti da straterelli silicei, di 7-8 cm di spessore, separati da sottili letti argillosi. Alla base la selce presenta un colore verde-azzurro, mentre verso l'alto gli strati diventano rossi con fiamme grigio verdi. Lo spessore della formazione si aggira in media sui 50 m. Per la sua posizione stratigrafica la formazione è normalmente attribuita al Malm.

Scaglia toscana – È costituita dai tipici *Scisti policromi* del Cretaceo superiore della Serie Toscana: si tratta di argilliti, spesso silicee, mangesifere di colore rosso-bruno e grigio-verde, con rari strati calcarei.

In questa formazione sono intercalati almeno due livelli lenticolari e discontinui di diaspri mangesiferi, molto alterati, di colore verde scuro. Anche le argilliti associate ai livelli diasprini sono mangesifere ed intensamente colorate di rosso scuro o nero. Lo spessore della Scaglia è difficilmente valutabile a causa del forte spiegazzamento degli strati argillitici: esso non dovrebbe comunque superare i 150 metri.

Macigno – Pochi e limitati affioramenti di un'arenaria tipo macigno compaiono sul versante sud-orientale del Cetona, a tetto della Scaglia toscana.

Gli affioramenti di S. Casciano dei Bagni e la successione attraversata dai sondaggi.

Il più grosso nucleo a serie toscana, affiorante nell'area, fa da base al paese di S. Casciano dei Bagni; altri piccolissimi nuclei compaiono, sparsi per alcuni chilometri, a Sud del paese, fino al Rio Falcone. La successione sembra non differire sostanzialmente da quella del Cetona. I termini affioranti sono i seguenti nell'ordine dal più recente al più antico:

- O Arenarie di Rio Falcione (Macigno)
- Ce Scaglia toscana
- g₃ Diaspri
- g_{2m} Marne a Posidonomya
- g_{2s} Calcare selcifero

I sondaggi hanno incontrato al di sotto delle Unità liguri ad austroalpine, formazioni riferibili ad una successione sedimentaria di tipo toscano che è stata attraversata per buona parte del suo spessore soprattutto dai pozzi Alfina 2, RA 1 e Alfina 14. Uno studio specifico sulle litofacies incontrate è stato fatto da Dallan Nardi et al. (1979). A tale studio rimandiamo per tutti i dettagli inerenti ai caratteri litostratigrafici e cronostatigrafici.

Vogliamo tuttavia mettere in evidenza alcune particolarità delle successioni ricostruite attraverso i sondaggi (Fig. 5):

- 1) la formazione delle "Arenarie di Rio Falcione" non è stata attraversata da alcuno dei nove sondaggi eseguiti; anche la Scaglia toscana presenta in genere spessori ridotti, almeno rispetto al Cetona, con valori intorno al centinaio di metri o anche più bassi. Tale fenomeno viene considerato di natura tettonica. Del resto anche al Monte Cetona e nella zona di S. Casciano dei Bagni, l'arenaria tipo Macigno è presente solo in piccoli nuclei lentiformi e discontinui fra la Scaglia e l'Unità di S. Fiora.
- 2) È caratteristica nella Scaglia la presenza di livelli detritici grossolani, riscontrati in particole dai sondaggi Alfina 2 e Alfina 13.
- 3) Il tratto di serie giurassica attraversato dai sondaggi contiene alcuni termini che indicano segni di transizione alle vicine facies giurassiche umbre.

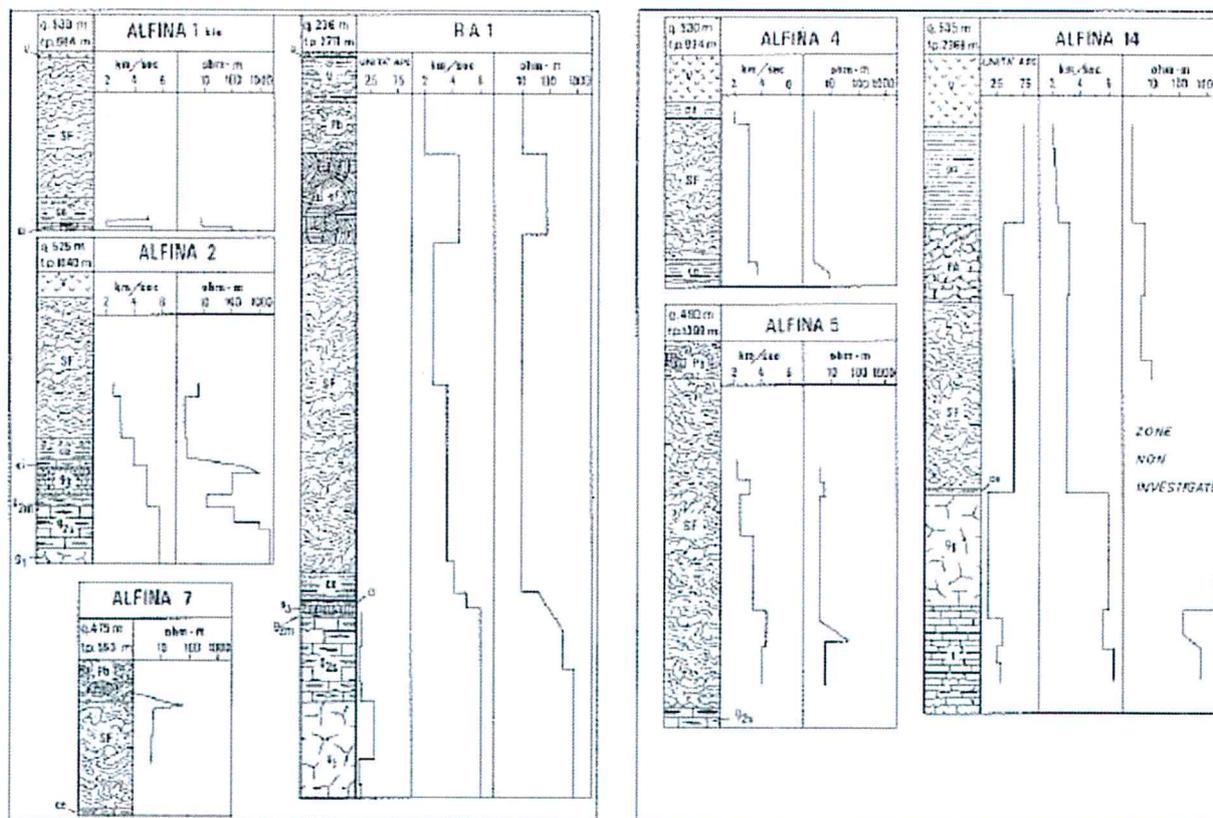
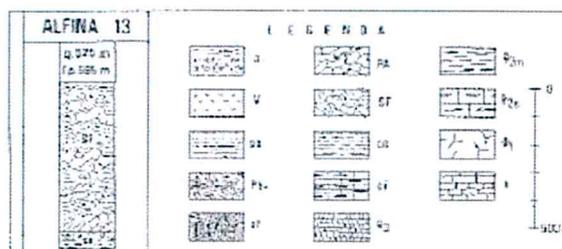


Fig. 5 - Stratigrafie dei pozzi perforati nell'area di Torre Alfina. Spiegazioni delle sigle: *t* = Calcare e *Rhaeticavicula contorta*; *g1* = Calcare massiccio; *g2s* = Calcare selcifero; *g2m* = Marne a *Posidonomya*; *g3* = Diaspri; *ci* = Maiolica; *ce* = Scaglia Toscana; *SF* = Formazione di S. Fiora; *PA* = Formazione di S. Pietro Acquaeortus; *of* = Ofioliti; *Pb* = Formazione delle Argille con calcari palombini; *pa* = argille, argille sabbiose del Complesso neoautoctono; *V* = vulcaniti; *a* = alluvioni. (da Buonasorte et al., 1988)



4) È stata riscontrata nella parte alta della successione toscana una discontinuità stratigrafica al limite fra la serie cretacea e quella terziaria.

3.3.2. COMPLESSO DELLE UNITÀ DI FACIES LIGURE ED AUSTRALPINA INTERNA

Le formazioni riferibili a questo complesso occupano la parte centro-settentrionale dell'area di interesse. Esse sono riferibili a due unità tettoniche sovrapposte che dovevano appartenere in origine a due domini paleogeografici diversi e contigui: il *dominio ligure* e il *dominio austroalpino interno* (Boccaletti et al., 1981; Decandia et al., 1981).

Tali unità sono rispettivamente:

- 1) Unità ofiolitifera delle "argille con calcari palombini"
- 2) Unità di S. Fiora.

Il loro assetto e le rispettive caratteristiche crono e litostratigrafiche sono state oggetto di uno studio specifico di Costantini et al. (1978) (Fig. 6 (al quale si rimanda per ogni dettaglio)).

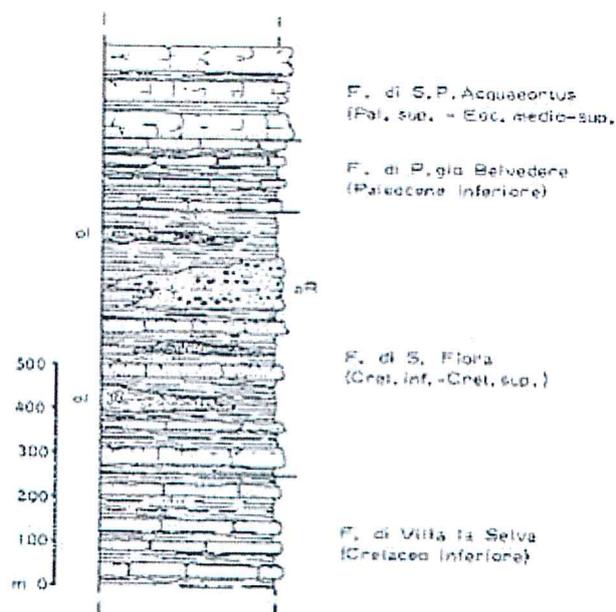


Fig. 6 - Colonna stratigrafica dell'Unità di S. Fiora, ricostruita per tratti su varie sezioni: *Ar* = Membrò delle arenarie di M. Rufeno; *ol* = Olistostromi ad elementi provenienti dalla Unità Ofolitifera (da COSTANTINI *et alii*, 1978).

Formazione argilloso-calcareà di S. Fiora

La formazione di S. Fiora è costituita fondamentalemente da sequenze torbiditiche arenaceo-pelitiche o calcarenitico-lutitiche, con una porzione argillitica nettamente dominante sulle altre litofacies. Nella formazione sono presenti anche intercalazioni lenticolari di arenarie quarzoso-carbonatiche (la più estesa e potente costituisce il membrò delle arenarie di Monte Rufeno) cui si associano talora ciottoli sparsi o nubi di conglomerati ad elementi poligenici. I clasti sono costituiti da rocce metamorfiche (quarziti, scisti filladici, scisti diasprini, porfiroidi, calcari e dolomie a struttura granoblastica), da rocce vulcaniche (di prevalente composizione riolitica e andesitica) e rocce sedimentarie prevalentemente carbonatiche di età giurassica (Costantini *et al.*, 1978).

Lo spessore massimo della formazione può essere valutato sui 700 m.

La formazione di S. Fiora comprende anche livelli di olistostromi, costituiti da materiale proveniente dall'Unità ofiolitifera. Si tratta per lo più di ammassi caotici, di spessore ed estensione rilevante, costituiti da blocchi calcarei immersi in matrice argillosa, talora non ben distinguibili dalla formazione stessa che li ingloba, specialmente quando questa presenta assetto tettonicamente disturbato.

In altri casi gli olistostromi si presentano sotto forma di intercalazioni concordanti, ad andamento discontinuo, di breccie e conglomerati in matrice arenacea ofiolitefera, spesse qualche decina di metri, nelle quali prevalgono i clasti ofiolitici, associati a frammenti di argilloscisti, diaspri rossi e calcari palombini.

Formazione calcareo-argillosa di Poggio Belvedere (PB) – Dal punto di vista litologico è rappresentata da una serie di sequenze torbiditiche, molto simili a quelle della formazione su cui appoggia, ma con una percentuale nettamente superiore dei termini carbonatici (calcilutiti e calcareniti) rispetto a quelli argillosi. Lo spessore massimo della formazione è valutabile sui 200 m.

Formazione calcareo-marnosa di S. Pietro Acquaeortus (PA) – La formazione è costituita, per la parte più cospicua, da bancate di calcari marnosi grigio-nocciola e subordinariamente da calcari a basso contenuto di argilla, strati di marne, talora rosate, livelli di arenaria a cemento calcareo, calcareniti calcilutiti silicee e argilliti varicolori. Questi litotipi sono disposti in sequenze torbiditiche spesso diverse l'una dall'altra. Una della più comuni è caratterizzata alla base da uno strato calcarenitico passante gradualmente verso l'alto ad argilliti rosse e verdi con straterelli di calcare siliceo grigio-verde.

Lo spessore massimo della formazione è valutabile sui 200 m.

L'età della formazione di S. Pietro Acquaeortus è compresa fra la base del Paleocene superiore e l'Eocene medio-superiore.

Unità ofiolitefera delle "argille con calcari palombini"

Dal punto di vista litologico tale unità è rappresentata da una massa argillosa che ingloba blocchi di calcare siliceo grigio (palombino), di arenarie calcarifere, molto tenaci (pb), e di rocce verdi (of). La sua caratteristica principale è l'estrema caoticità che permette di distinguerla nettamente dalle formazioni su cui poggia, mentre la rende, da questo punto di vista, del tutto simile agli olistostromi intercalati nella formazione di S. Fiora.

L'età è del Cretaceo inferiore.

Il complesso delle unità liguri ed austroalpine nelle stratigrafie dei sondaggi.

Nell'area esplorata dai sondaggi profondi il complesso delle formazioni di "*facies ligure ed austroalpina interna*", talora costituenti il terreno d'inizio dalle perforazioni, è presente in tutti i sondaggi con spessori apparenti variabili da 500 m, ai 1300 m nel sondaggio A5 ed ai 1800 m nel sondaggio RA1 (Fig. 5).

Si possono riconoscere due elementi sovrapposti e litologicamente diversi, dei quali quello inferiore, in facies prevalentemente argillitico-marnosa, verosimilmente corrisponde a parte dell'Unità di S. Fiora (Formazione di S. Fiora s.s.), mentre quello superiore, caratterizzato dalla presenza di ofioliti, argilliti e calcari tipo "palombino", occupa geometricamente la posizione dell'unità ofiolitefera delle "argille con calcari palombini", cui corrisponde anche come associazione di litofacies.

Il sondaggio A14 ha attraversato per circa 200 m anche il Flysch di S. Pietro Acquaeortus (Fig. 5) mentre in nessun sondaggio è stato possibile documentare la formazione di Villa la Selva.

3.3.3. COMPLESSO NEOAUTOCTONO

I sedimenti pliocenici del Neautoctono costituiscono due fasce ai bordi della dorsale rialzata che si prolunga a Sud del Monte Cetona (*Buonasorte et al., 1988*). La fascia occidentale appartiene al bacino di Radicofani; la fascia orientale al bacino della Val di Chiana. Sul bordo meridionale della dorsale alcuni affioramenti isolati di Neautoctono testimoniano che i due bacini si congiungevano, poche centinaia di metri a Sud di Torre Alfina, convergendo nel grande bacino della Valle del Tevere.

Tale ipotesi è confermata anche dalle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti termometrici.

Nella zona di Torre Alfina le litofacies mostrano un notevole grado di variabilità e risentono ancora, a seconda che ci si trovi a W o ad E dell'asse centrale della dorsale, dell'influenza del Bacino di Radicofani o di quello della Val di Chiana. Solamente nell'affioramento a SSW di Torre Alfina il termine basale, che è il solo qui rappresentato, mostra caratteristiche proprie. Vi compare infatti una litofacies essenzialmente conglomeratica, con potenti intercalazioni di olistostromi provenienti dalle formazioni liguri.

Più a sud in prossimità della copertura vulcanica si passa con gradualità ad una litofacies più fine e più selezionata, rappresentata da sabbie con intercalazioni di conglomerati.

3.4. IL COMPLESSO VULCANICO DEI VULSINI – SETTORE DI ACQUAPENDENTE – TORRE ALFINA

Il settore in esame costituisce parte del bordo Nord-orientale del grande complesso vulcanico dei Vulsini (circa 2300 km²), il più settentrionale fra i numerosi apparati costituenti la Provincia alcalino-potassica romana. Si tratta di un vasto strato vulcano, policentrico, costruito in più fasi da una sequenza di lave, piroclastiti di vario tipo, epiclastiti e sedimenti variamente compenetrati e spesso di difficile correlazione stratigrafica; i prodotti magmatici sono rappresentati da una vasta gamma di tipi alcalino-potassici estesa da termini sottosaturi, ricchi in leucite (leucititi, tefriti, fonoliti, trachiti a leucite) a termini saturi o soprassaturi, hy-normativi (trachiti, latiti, trachibasalti). Alcuni dei principali aspetti della vulcanologia e petrologia di questo complesso vulcanico sono riportati e analizzati in alla cui bibliografia si rimanda.

L'attività effusiva si è svolta a partire da circa 0,80 Ma sino a tempi molto recenti (0,1 Ma) e nella successione degli eventi effusivi i prodotti alcalini della serie ad alto contenuto in potassio, e quelli della serie potassica si ripetono a vari livelli e in varie zone senza un ordine ben definito.

Di seguito verranno schematicamente esposti i principali caratteri della sequenza vulcanica nel settore in esame a partire dai prodotti più antichi (da *Buonasorte et al., 1988*).

Nella Fig. 7 è riportata la mappa del letto delle vulcaniti nelle zone di interesse.

EFFUSIONI LAVICHE INIZIALI

Lave olivin-latitiche di Torre Alfina (L₁)- Affiorano in corrispondenza dell'omonimo abitato, ove costituiscono una successione dello spessore massimo di 25-30 m. Esse rappresentano i resti di un piccolo edificio

vulcanico, ora in gran parte eroso, il cui centro di emissione era forse ubicato in corrispondenza del Castello.

Le lave poggiano direttamente sul Complesso alloctono delle Unità di facies ligure e austroalpina interna, che costituisce gli affioramenti più meridionali della dorsale del M. Cetona. Le lave sono a loro volta localmente coperte da un sottile lembo di piroclastiti ed epiclastiti, che sembrano correlabili con quelle della formazione piroclastico-sedimentaria basale di Fosso Bagnolo (τ_1).

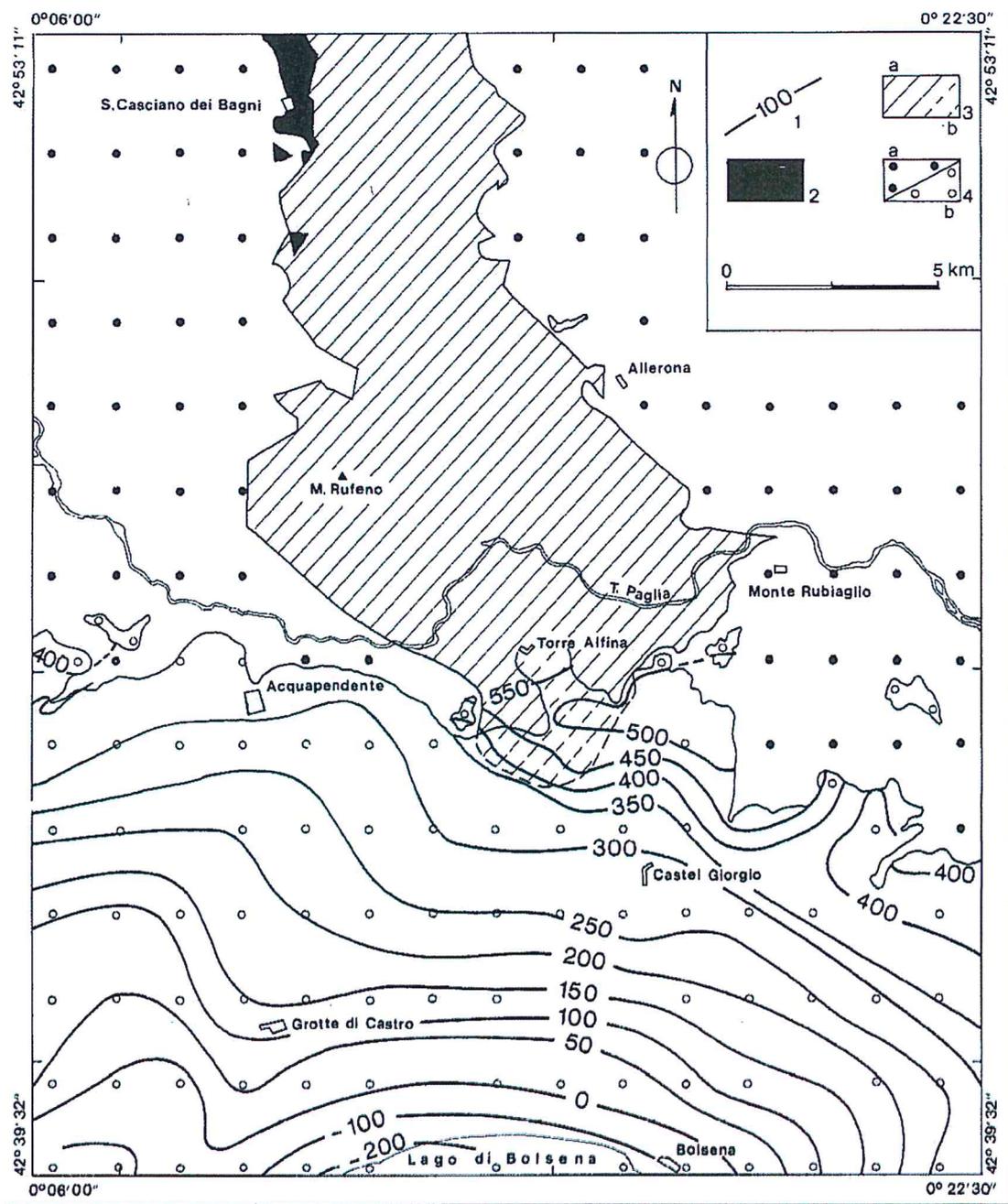


Fig. 7. - Andamento del letto delle vulcaniti. Le isobate 1) sono in metri rispetto al livello del mare. Nella figura è rappresentata schematicamente anche la distribuzione dei complessi sedimentari, affioranti o sepolti dalle vulcaniti: 2) Complesso di facies toscana; 3) Complessi di facies ligure ed austroalpina interna, in affioramento (a) e sepolti (b); 4) Complesso dei depositi marini pliocenici, in affioramento (a) e sepolti (b). (da Buonasorte et al., 1988)

PIROCLASTITI BASALI

Tufi e ignimbriti basali; diatomiti (τ_1) – Questa formazione affiora estesamente lungo il bordo settentrionale dell'apparato vulcanico ai piedi delle ripide scarpate che caratterizzano la morfologia vulcanica in questo settore. Il suo spessore complessivo è molto variabile e raggiunge valori massimi di 70-80 m in corrispondenza del Fosso Bagnolo e di 30 – 40 m nell'area di Acquapendente. Nella zona di Torre Alfina – Benano il suo spessore si riduce spesso a zero a testimonianza dell'esistenza di una paleo morfologia con moderati rilievi posti in corrispondenza della prosecuzione meridionale della dorsale del M. Cetona.

Questa formazione basale piroclastica testimonia un'intensa attività esplosiva proveniente da centri ubicati più a sud, ora non individuabili, che ha dato luogo a depositi piroclastici di caduta, a coltri ignimbritiche e, per rimaneggiamento, a depositi epiclastici che si accumulavano nelle depressioni o talora in bacini lacustri.

PRODOTTI DI ATTIVITÀ MISTA, ESSENZIALMENTE LAVICA CON SUBORDINATE PIROCLASTITI

Lave latitiche di Fosso Bagnolo (L_2) – Lungo il Fosso Bagnolo e nelle zone immediatamente circostanti, al di sopra della formazione piroclastico-sedimentaria basale (τ_1), affiora una serie di colate laviche il cui spessore massimo si aggira intorno ai 30 m; lateralmente, verso Est e verso Ovest, lo spessore si riduce rapidamente a zero.

Nello schema di queste lave appartengono alla terza fase dell'attività dei Vulsini.

Lave trachitico- fonolitiche di Acquapendente- Fosso Romealla (L_3)- In posizione stratigrafica analoga a quella delle lave latitiche di Fosso Bagnolo, affiora nel settore occidentale (in zona di Casa Gallicella- Acquapendente) un complesso di lave massicce. Costituiscono nell'insieme una sequenza tabulare, dello spessore di 25-40 m, che poggia, con giacitura sub orizzontale, sulla formazione piroclastico –sedimentaria (τ_1) sino quasi al Fosso Bagnolo. Ciò indica che la preesistente superficie topografica era, in quest'area e in questa fase dell'attività vulcanica, già sostanzialmente peneplanata. Anche in questo caso non sono individuabili i centri di emissione, che si possono solo ipotizzare ubicati più a Sud.

In questa unità stratigrafica è inserita anche una serie di colate laviche che affiora nel settore orientale, nella zona del Fosso Romealla, ove raggiunge spessori di 70-80 m. Qui le lave si accumulavano in una depressione morfologica come testimoniano le forti variazioni laterali di spessore le include nella "Castel Giorgio Formation" del Gruppo superiore (Fase quarta) dell'area Bolsena – Orvieto (età 0.31 Ma).

Lave tefritico-fonolitiche di Acquapendente (L_4)- Nella zona posta a NO di Acquapendente affiora una successione continua di colate di fonoliti tefritiche e tefriti fonolitiche caratterizzate (soprattutto le prime) dalla presenza di grossi fenocristalli di leucite (0,5-2 cm). Il suo spessore complessivo si aggira intorno ai 40 m. Le colate che hanno costruito questa parte del plateau vulcanico settentrionale provengono certamente da centri effusivi collocati più a Sud ora non identificabili perché coperti dalle piroclastiti del Latera.

I dati geocronologici indicano età K-Ar di 0,40-0,60 Ma; per la fonolite tefritica della cava di Acquapendente (una delle colate stratigraficamente più alte in questa unità) l'età K-Ar è di 0,27 Ma.

Lave trachitiche di Casa Carbonara (L₅) - I rilievi dell'Odinano- il Troscione, che sovrastano per 50-100 m il plateau vulcanico di Acquapendente, corrispondono ad un insieme compenetrato di piccoli apparati effusivi trachitici. La giacitura delle strutture di flusso delle colate e l'andamento morfologico nelle diverse zone delineano la presenza di almeno tre centri di emissione probabilmente coevi. L'età K-Ar è di 0,33 Ma.

Tufi e ignimbriti; diatomiti (τ₂) - In corrispondenza del Fosso Romealla e Fosso S. Antonio a Sud di Benano, sopra alle lave a leucite L₃ si trova un livello discontinuo, dello spessore di 5-10 m, costituito da tufi ed epiclastiti stratificate, da una coltre ignimbritica trachitico-fonolitica di colore giallo-rossastro, e da lenti diatomiti biancastre a sottile laminazione.

Lave tefritico-leucitiche di Castel Giorgio (L₆)- Tutto il vasto plateau lavico compreso fra Castel Giorgio, Torre Alfina e Castel Viscardo è costituito nella parte sommitale da un complesso tabulare, sub orizzontale, di lave tefritiche a leucite e tefritico – leucitiche. Lo spessore complessivo massimo è di 20-30 m.

Le lave tefritico – leucitiche della formazione di Castel Giorgio si sovrappongono nettamente alle trachiti della formazione di Casa Carbonara.

Secondo le colate della “*Castel Giorgio Formation*” sarebbero state emesse probabilmente dalla frattura, ad andamento NO-SE, Castel Giorgio- Pod. Boschetto. (Buonasorte et al., 1988) suggeriscono invece una provenienza da una delle fratture più a Sud, forse in corrispondenza dell'allineamento dei centri effusivi tefritico-leucitici di M.Lambro. L'età è di 0,35 Ma.

Lave tefritico-leucitiche di Poggio del Torrone (L₇) – Nell'area sud-orientale affiora un complesso di colate di tefriti leucitiche e leucititi tefritiche la cui messa in posto appare successiva, sia pure probabilmente di poco, alle colate di Castel Giorgio.

I centri di eruzione sono chiaramente individuabili in una serie di coni vulcanici allineati lungo la frattura di Montalfina- Poggio del Torrone.

Lave tefritico-leucitiche di Casa Falconiera (L₈) – A Sud di Acquapendente, in alcuni tratti delle incisioni vallive che solcano il vasto plateau di piroclastiti provenienti da Latera, affiorano lave massicce che spesso si caratterizzano per la notevole abbondanza di grossi fenocristalli di leucite (1-1,5 cm). L'età K-Ar è di 0,28 Ma.

PRODOTTI PIROCLASTICI FINALI

Ignimbriti e tufi, depositi lacustri e diatomiti (τ_3) – Tutto il vasto plateau lavico di Acquapendente- S.Lorenzo Nuovo è coperto da una estesa coltre di piroclastiti con locali intercalazioni lacustri. La giacitura è nell'insieme sub orizzontale nelle aree settentrionali e orientali, mentre procedendo verso Latera presenta una debole inclinazione (1-2 gradi) verso NE.

Lo spessore è variabile anche in relazione all'andamento della preesistente superficie topografica: è di 5-30 m nella zona di Acquapendente; può superare i 30-40 m all'estremità sud-occidentale dell'area in esame.

Si tratta di un'unità con marcata stratificazione, nella quale si riconosce a grandi linee una successione di tre livelli costituiti a partire dal basso da:

- a) ignimbriti trachitico-fonolitiche di base;
- b) piroclastiti di caduta ben stratificate, epiclastiti vulcaniche, depositi lacustri e diatomiti;
- c) ignimbriti tefritico-fonolitiche.

Si tratta di ignimbriti di composizione trachitico-fonolitica provenienti dal Latera e correlabili genericamente con le unità ignimbritiche dell'attività precalderica del Latera.

Depositi piroclastici varicolori (τ_4) – A Sud di Castel Giorgio, i versanti settentrionali della dorsale Montalfina – Poggio del Torrone sono in prevalenza costituiti da spesse coltri di piroclastiti di caduta, stratificate, incoerenti, di colore rossastro o nero, o talora giallastro (alternanze di lapilli, ceneri, scorie) con inclinazione spesso pronunciata.

I centri di emissione sono rappresentati dai numerosi con vulcanici che costituiscono la suddetta dorsale, dai quali in precedenza sono effuse copiose le colate tefritiche L₇. Lo spessore di questi depositi piroclastici finali diminuisce gradualmente verso Castel Giorgio, ove la giacitura è suborizzontale, mentre diminuiscono anche le dimensioni granulometriche.

Tufi, depositi di "base surge", depositi lacustri (τ_5) – Nell'area di Acquapendente-Onano, sovrapposta alle ignimbriti della formazione (τ_3) affiora una serie, a sottile stratificazione, il cui spessore è variabile e aumenta in direzione di Latera (da 4-5 m sino a 10-20 m). Questa serie è costituita in basso da una fitta alternanza di strati di lapilli, ceneri e scorie nerastre. Nella zona circostante Acquapendente si trovano anche intercalazioni di marne ed epiclastiti vulcaniche di ambiente lacustre, talora con evidenti strutture tipo *slumps*.

La parte sommitale della serie è costituita da facies distali stratificate di colore grigio-verdastro di depositi piroclastici di tipo *base surge* che solo negli affioramenti più meridionali evidenziano le strutture tipiche delle facies intermedio-prossimali di questo tipo di depositi.

L'intera serie deriva dall'accumulo di piroclastici inizialmente di caduta e successivamente freatomagmatiche, connesse con l'attività eruttiva, probabilmente sincalderica, di Latera.