

Studio pilota per la caratterizzazione geologica delle sorgenti nella zona del M. Nero (alta Val Ceno e alta Val Nure - Province di Parma e Piacenza)

Maria Teresa De Nardo⁽¹⁾, Stefano Segadelli⁽¹⁾, Paolo Vescovi⁽²⁾

Con contributi di: Angelo Ghiretti⁽³⁾, Fabio Negrino⁽³⁾

⁽¹⁾ Geologo - Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

⁽²⁾ Ricercatore universitario - Dipartimento di Scienze della Terra, Parma

⁽³⁾ Archeologo

PREMESSA

Le riserve idriche di montagna costituiscono una risorsa estremamente preziosa per l'elevato valore qualitativo e un tentativo di ottimizzarne lo sfruttamento può costituire in futuro un obiettivo da perseguire, se si vorranno ampliare le potenzialità di questi acquiferi.

Per una moderna ricostruzione dei bacini idrogeologici degli acquiferi di montagna e per considerazioni sulla loro potenzialità e vulnerabilità è indispensabile acquisire una serie di dati analitici relativi alle dinamiche delle sorgenti e per poter affrontare uno studio completo di queste ultime, si ritiene di primaria importanza l'acquisizione del dato geologico e geomorfologico. Nel caso specifico dell'Appennino emiliano, la recente cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna costituisce l'ideale base di partenza. Le caratteristiche geologiche della zona appenninica emiliana e le dinamiche della sua evoluzione geomorfologica rendono numerosi i fattori da analizzare. Per questo motivo si è cercato di fornire un approccio metodologico utile ad individuare gli elementi di analisi propedeutici alla caratterizzazione di massima degli acquiferi, partendo dal caso di studio di un'area ofiolitica.

La zona oggetto di questo lavoro, localizzata lungo la dorsale che separa le province di Parma e Piacenza, mostra le caratteristiche favorevoli alla presenza di sorgenti libere, che si riflette anche sulla toponomastica ("Moie" nel significato latino di zona acquitrinosa, "Piana del Lago", "Prato del Lago", "Tre fontane", "Nove fontane", "Fontana Acqua Berbuia" probabilmente derivato da una voce dialettale con il significato di acqua in gorgoglio, "Fontana Gelata" ecc.). Tra le rocce affioranti nell'area studiata sono ben rappresentate diverse litologie ofiolitiche appartenenti alle Liguridi Esterne, finora tra-

scurate negli studi idrogeologici dell'Appennino settentrionale, ma risultate particolarmente interessanti in questo studio che ha analizzato il rapporto tra la distribuzione delle sorgenti ed i caratteri geologici e geomorfologici dell'area.

Inoltre, l'elevato valore naturalistico dell'area che rientra all'interno della Rete Natura 2000 in qualità di Sito di Importanza Comunitaria (SIC), costituisce ulteriore motivo di interesse. Infatti, l'abbondanza di acqua dà origine ad una serie di ambienti (laghi, torbiere, acquitrini, prati umidi e pozze temporanee) che ospitano popolamenti vegetali ed animali rari, localizzati e di prioritario interesse a livello europeo.

METODO DI LAVORO

Lo studio è iniziato con l'analisi della cartografia geologica disponibile, realizzata in un ampio arco temporale (Servizio Geologico d'Italia, 1968; Pagani et alii, 1972; Terranova & Zanzucchi, 1984), fino alla recente pubblicazione del Foglio 215 Bedonia alla scala 1:50.000 (Elter & Zanzucchi 2005) nell'ambito del Progetto "Nuova Carta Geologica d'Italia" e dell'aggiornamento della banca dati della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna a scala 1: 10.000.

Si è quindi passati ad una analisi foto-interpretativa delle foto aeree disponibili per la zona, in particolare a questo scopo sono state utilizzate le riprese dei voli:

- "G.A.I." eseguita ad alta quota tra il 1954 e il 1955 a cura del consorzio Gruppo Aereo Italiano e dell'I.G.M.I.;
- "Italia" del 1994";

- volo eseguito per l'aggiornamento della C.T.R. regionale tra il 1985 e il 1986.

Questa analisi ha messo in evidenza la presenza di morfologie riconducibili a collassi gravitativi di varia natura

che sono stati successivamente confermati dalle opportune verifiche sul campo.

Le fotografie aeree recenti sono caratterizzate da una elevata definizione e ricchezza di tonalità, ma presentano lo svantaggio di essere state realizzate con coperture boschive molto folte che impediscono di effettuare osservazioni anche di dettaglio. Al contrario le foto aeree del primo volo del 1954, pur essendo meno dettagliate, forniscono una visione dei versanti praticamente privi di coperture boschive. L'analisi foto-interpretativa di questi fotogrammi ha permesso di delimitare ampi collassi gravitativi sostanzialmente indipendenti, responsabili di evidenti ribassamenti nei settori più alti dei versanti.

È quindi stata ricostruita una carta geologica, con relative sezioni geologiche che mostrano l'assetto stratigrafico-strutturale dell'area, tenendo conto anche dell'importante ruolo giocato dai processi gravitativi nell'influenzare la distribuzione delle principali aree sorgentizie in zona.

Il passo successivo è stato quello di individuare tutte le principali sorgenti libere perenni, confrontandone la distribuzione con i dati relativi alle sorgenti captate e alle sorgenti "storiche" della cartografia topografica dell'Istituto Geografico Militare a scala 1:25.000 rilevata negli anni '30 e '40 del secolo scorso; in particolare, si è fatto riferimento al Foglio 84 Monte Maggiorasca - tavoletta IV SO a scala 1:25.000 e le segnalazioni ricavate sono state successivamente verificate con una serie di rilevamenti sul campo. Sono state inoltre ubicate le principali conche palustri e le principali zone di ristagno d'acqua.

Infine, mediante questi dati si è cercato di definire preliminarmente le modalità d'alimentazione delle scaturigini più importanti, tenendo conto delle caratteristiche litologico-strutturali del substrato e dei processi gravitativi che possono influenzare anche la distribuzione delle principali aree sorgentizie.

1 - LE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE DELL'APPENNINO PARMENSE NELLA CARTOGRAFIA TEMATICA DI AMBITO REGIONALE E PROVINCIALE

Studiando la distribuzione delle sorgenti in ambito regionale e confrontandola con la geologia è possibile delimitare le unità geologiche sede dei principali acquiferi sfruttati, indicate con il termine informale, di "rocce-magazzino". Questo è uno degli obiettivi raggiunti in seguito all'allestimento della cartografia tematica a scala 1:250.000 dello "Schema Direttore della Pericolosità Geo-ambientale" (Viel, De Nardo e Montaguti, 2003), che sintetizza le conoscenze regionali acquisite in questi decenni, a supporto della pianificazione territoriale di livello regionale; una delle tavole che la compongono tratta in particolare gli aspetti idrogeologici (valutazione del

rischio potenziale di inquinamento, nell'intero territorio regionale).

Venne a tale scopo eseguito un primo e speditivo, inventario delle sorgenti, con particolare riferimento a quelle captate per l'approvvigionamento idropotabile attraverso acquedotto, facendo riferimento ai dati reperibili presso gli uffici dell'ex-Genio Civile e delle Province. Le informazioni raccolte per la pubblicazione dello "Schema Direttore", certamente sottostimate¹, formarono il nucleo di una banca-dati regionale attualmente in costruzione; a complemento dei dati raccolti in questa fase, le perimetrazioni delle "rocce-magazzino" vennero completate anche attraverso l'utilizzo di dati bibliografici. Il risultato, schematizzato in figura 1, costituì la base per ulteriori elaborazioni nell'ambito dello "Schema Direttore"; dal tematismo in figura 1 è stata tratta una delle cartografie a cui fa riferimento il Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) prescritto dal dlgs 152/99 e approvato nel dicembre 2005.

In figura 1 le "rocce-magazzino" sono classificate in base a situazioni idrogeologiche semplificate, riconoscibili a scala della catena. Con l'approssimazione consentita dalla scala 1:250.000, le ofioliti sede di significative concentrazioni di sorgenti sono rappresentate in due contesti: associate ad altre unità (es. flysch cretacicci del Dominio Ligure esterno) oppure in lembi isolati singolarmente cartografabili.

Già dall'esperienza dello "Schema Direttore" apparve subito chiaro che, nello studio della montagna parmense, l'uso di dati bibliografici era stato particolarmente rilevante, vista la scarsità di informazioni aggiornate sulle sorgenti, reperibili all'inizio dei lavori (1999). In particolare, le "rocce-magazzino" in cui figuravano le ofioliti erano state classificate tali essenzialmente in base alla consultazione della carte topografiche "storiche" dell'Istituto Geografico Militare (IGMI, fogli a scala 1:100.000 e tavolette 1:25.000), rilevate negli anni '30 e '40 del secolo scorso, valutando la densità delle sorgenti lì indicate come perenni.

Alla chiusura dei lavori, si decise quindi di riservare ad una fase di successivo approfondimento il censimento delle sorgenti, da eseguirsi su base comunale (è questo l'ambito territoriale della maggioranza dei gestori di reti acquedottistiche nella montagna parmense). Questo è stato realizzato nel 2002, attraverso la collaborazione tra il Servizio Geologico e il Servizio Tecnico dei Bacini Trebbia e Taro (STB)². So-

¹ In generale, gli approfondimenti condotti a scala di ciascuna provincia successivamente al 1999, come implementazione dell'inventario delle sorgenti captate, hanno permesso di aumentare come minimo di quattro volte il numero di punti d'acqua complessivamente documentati a scala regionale.

² Oltre a chi scrive, all'iniziativa hanno collaborato T. Catellani, R. Piazza del Servizio Tecnico Bacini Trebbia e Taro e i consulenti del Servizio Geologico L. Lopardo, M. Trauzzi, E. Fava, P. Scarpulla.

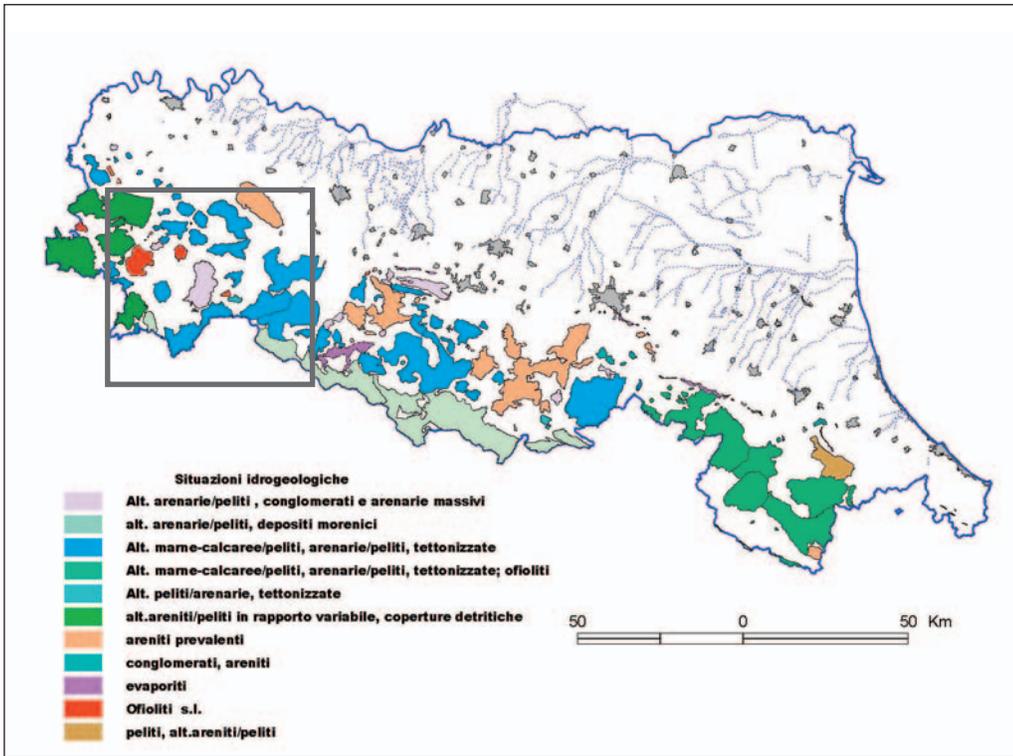


Figura 1 - Schematizzazione tratta dallo "Schema Direttore della Pericolosità Geo-ambientale" il contorno evidenzia l'area dell'Appennino parmense.

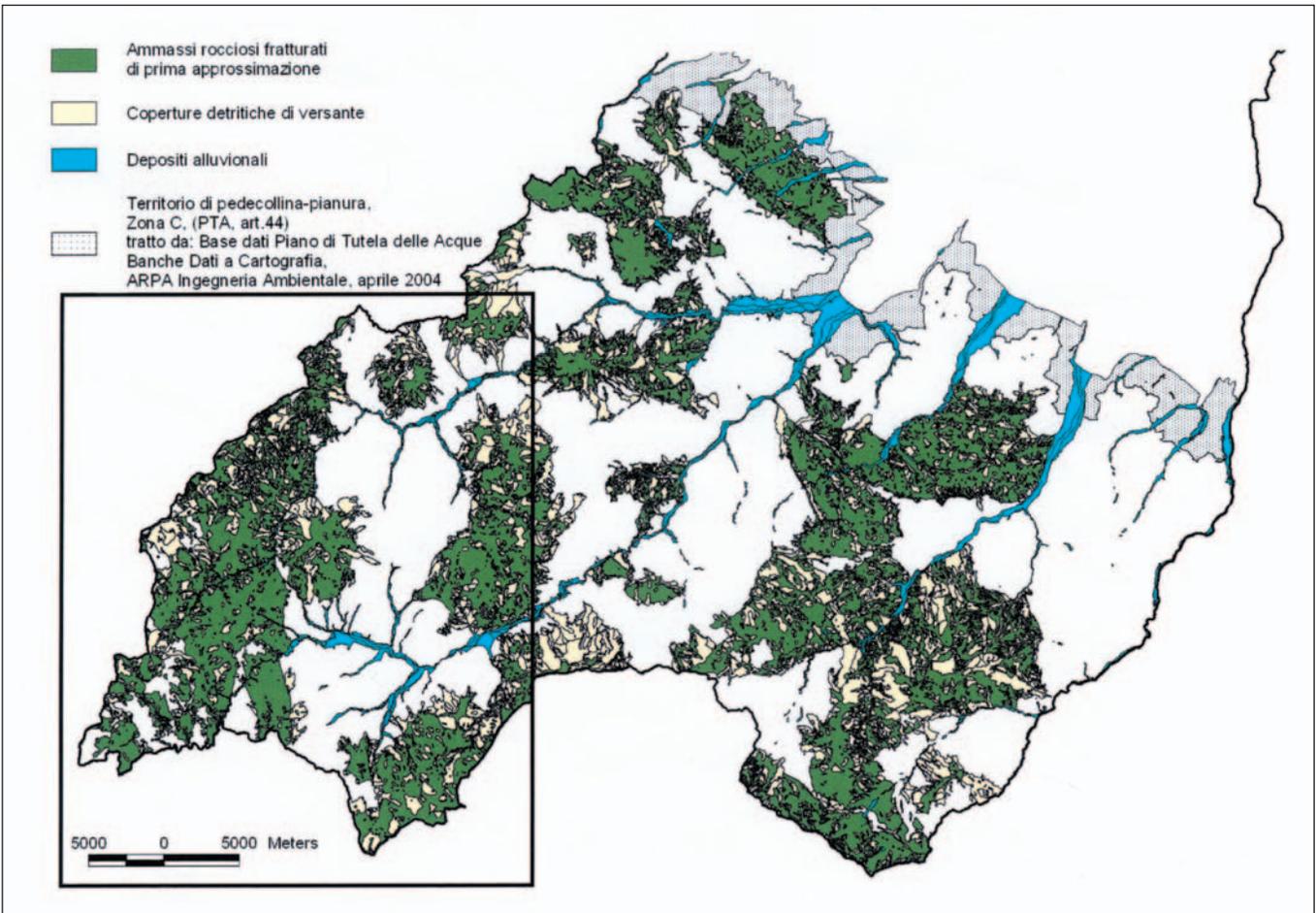


Figura 2 - Localizzazione delle principali "roccie magazzino" nell'Appennino parmense, dall'originale a scala 1:25.000. Il riquadro si riferisce alla successiva figura 3.

no state quindi censite *ex-novo* 1249 sorgenti richieste in concessione, in larga maggioranza per utilizzo acquedottistico; la loro ubicazione è riferita alla scala 1:10.000.

Prendendo come riferimento la perimetrazione derivata dallo “Schema Direttore”, è possibile migliorarne il dettaglio confrontando i risultati del censimento 2002 con la geologia, ricavata dalla cartografia a scala 1:25.000, propedeutica alla pubblicazione dei fogli della Nuova Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG)³. Si ottiene così una nuova cartografia dei principali acquiferi nella montagna parmense (figura 2), dove le “rocce magazzino” sono differenziate in ammassi rocciosi fratturati e coperture detritiche, in possibile connessione tra loro. In queste due categorie ricade il 74% delle sorgenti censite.

In figura 3 è presentato un ulteriore dettaglio sull'alto Appennino parmense, che distingue le diverse situazioni idrogeologiche nell'ambito degli ammassi rocciosi fratturati. Nell'area indistinta di colore grigio, dove ricade

il 26% delle sorgenti che al momento non trova collocazione nelle “rocce magazzino”, sono individuate le zone meritevoli di ulteriori analisi perché caratterizzate da significative concentrazioni di sorgenti ad uso acquedottistico.

Un'altra situazione che si ritiene molto interessante è costituita dagli ammassi rocciosi ofiolitici. Questi infatti pur presentando un bassissimo numero di sorgenti captate ad uso acquedottistico (nella Provincia di Parma il 3.1% sul numero totale), talora possono rivelare elevate concentrazioni di sorgenti libere o captate da fontane. La zona di Monte Nero rappresenta una di queste situazioni dove è interessante analizzare le relazioni tra le sorgenti e le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del substrato.

Dalla figura 4 si evince che le reti acquedottistiche e le sorgenti che le alimentano sono molto rare nell'ambito dei corpi ofiolitici. I rilievi di campagna nell'area campione di Monte Nero hanno però evidenziato un numero elevato di sorgenti libere a regime permanente o captate da fontane sia nel versante parmense che in quello piacentino. Ciò ha indotto ad analizzare questa zona nel dettaglio per verificare le eventuali relazioni che possono esistere tra le scaturigini e le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del substrato.

³ Fogli nn. 215 “Bedonia”, 216 “Borgo val di Taro”, 217 “Neviano degli Arduini”, 198 “Bardi”, 199 “Parma sud-ovest”, 180 “Salsomaggiore Terme”, 181 “Parma nord-ovest” *cum bibl.*, pubblicati o in stampa. Per i riferimenti bibliografici completi si rimanda a www.regione.emilia-romagna.it/geologia/carg.htm

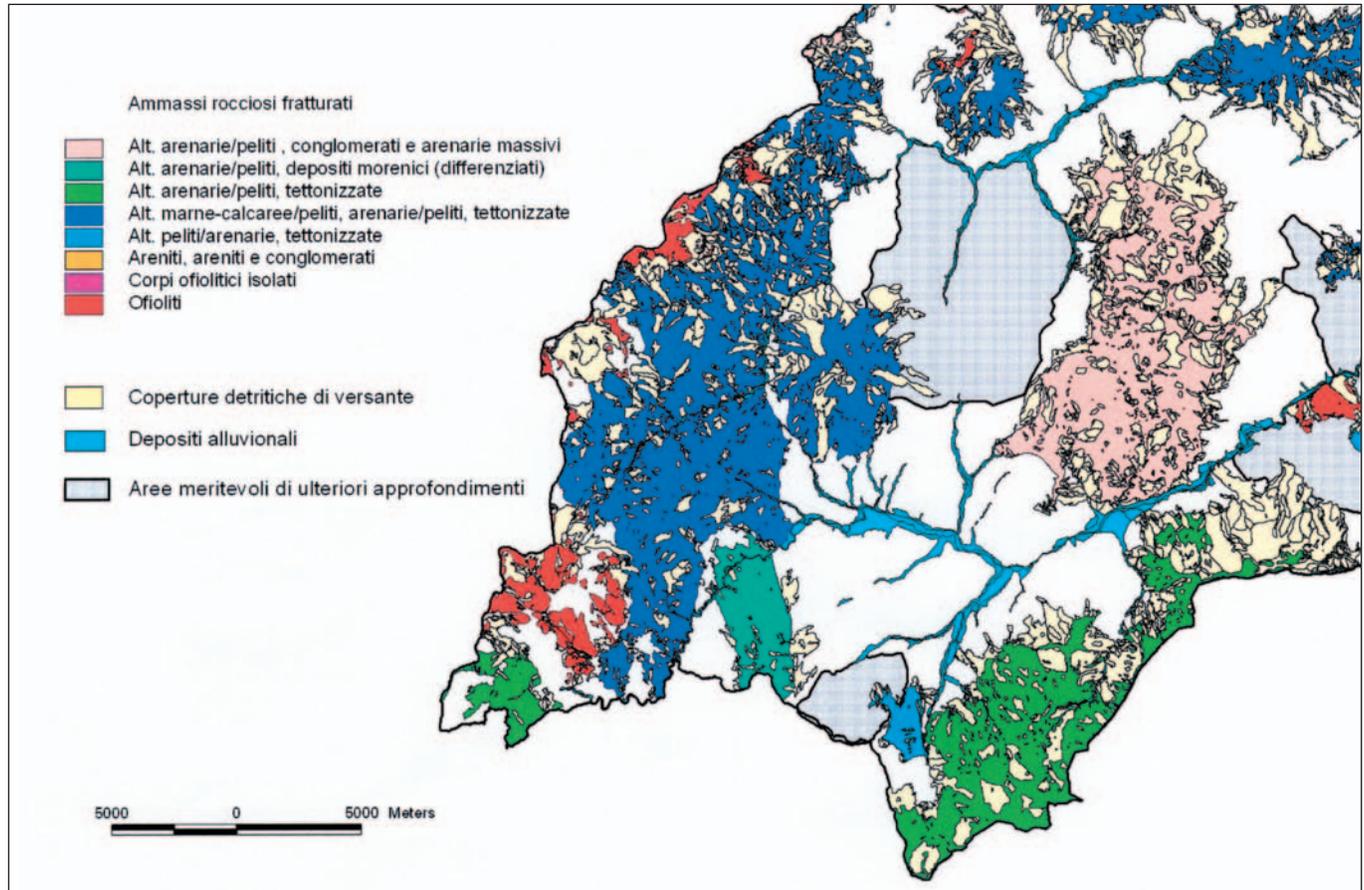


Figura 3 – Classificazione delle “rocce magazzino” nell'Appennino parmense occidentale.

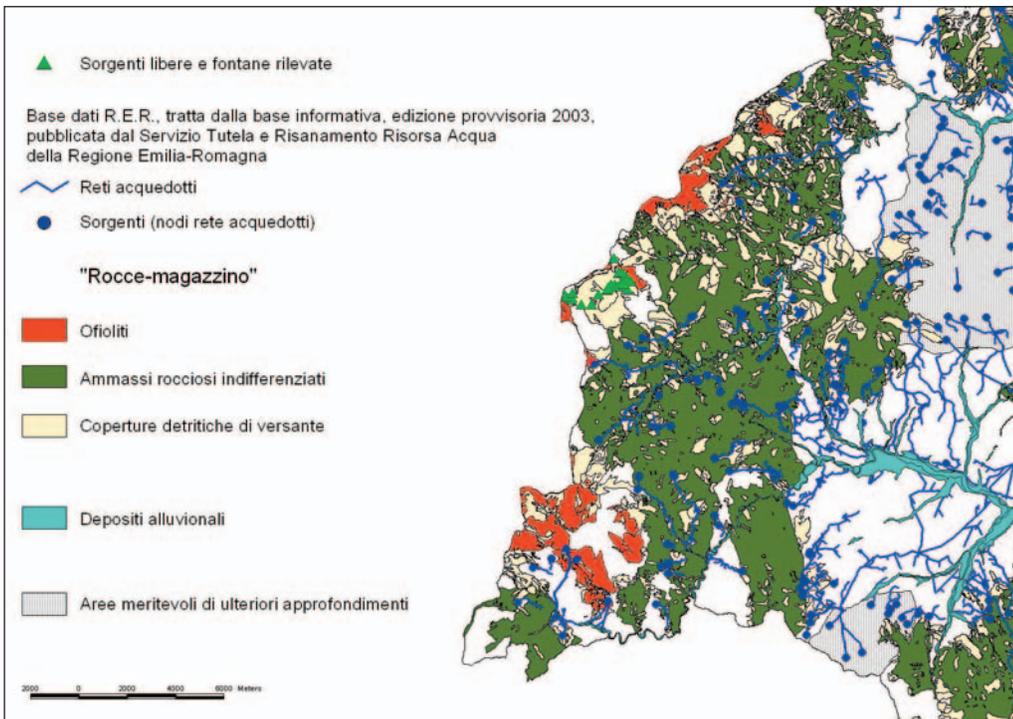


Figura 4 – Rete degli acquedotti e distribuzione delle sorgenti che li alimentano nelle alte valli del Tarso e del Ceno (tratta dalla base informativa, edizione provvisoria 2003, pubblicata dal Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua della Regione Emilia-Romagna).

2 - ASSETTO GEOLOGICO E CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA STUDIATA

2.1) Carta e sezioni geologiche della zona di Monte Nero

L'area del M. Nero (1753 m) si estende tra la testata dell'alta Val Nure e l'alta Val Ceno ed è caratterizzata dalla presenza dell'Unità Ultramafica (**U**), costituita da peridotiti, che in giacitura blandamente inclinata a NW sovrascorre un esteso fianco rovesciato dell'Unità Casanova (Terranova & Zanzucchi, 1984) riferibile come età al Campaniano inf. (Villa & Zanzucchi, 1997). La successione rovesciata dell'Unità Casanova presente in Carta mostra spessori valutabili dai 300 ai 500 m circa e segue stratigraficamente il corpo basaltico di M. Maggiorasca - M. Tomarolo, affiorante al margine occidentale della Carta. Questo corpo basaltico è esteso per circa 4 kmq e potrebbe costituire la continuazione verso nord dell'altrettanto esteso lembo basaltico di M. Penna - M. Cantomoro, anch'esso messo in posto per scivolamento sinsedimentario nel Bacino Ligure Esterno (Casnedi et al., 1993; Marroni et al., 2001).

La successione stratigrafica ricostruibile nell'area studiata per la porzione di Unità Casanova rovesciata che risulta sovrascorsa dall'Unità Ultramafica comprende, dal basso verso l'alto, le seguenti unità:

- (Ao) - Arenarie ofiolitiche medie e fini, talora a base grossolana, in strati da sottili a spessi, alternate a livelli di siltiti (spessore valutabile da 150 a 200 m circa);
- (Bb) - Breccie basaltiche organizzate in corpi stratificati di geometria irregolare, con spessori variabili da

pochi metri a 100 m circa, interposti stratigraficamente ad Ao; nelle breccie si inseriscono frequentemente anche basalti in pillow e talora si interpongono masse di graniti, localmente cataclastici (γ);

- (Bp) – Breccie a matrice pelitica prevalente, frequentemente monogeniche, localmente poligeniche, a clasti di calcare angolari ed eterometrici e di basalto subarrotondati;

- (Bs) – Breccie monogeniche serpentinitiche in corpi di spessore pluridecimetrico che nella successione stratigrafica seguono Bp o Bb.

L'Unità Casanova sovrascorre le Argille a palombini (**Ap**) di età cretacea inferiore, particolarmente ben esposte nel settore orientale della Carta, queste ultime si presentano come alternanze sempre molto deformate di argille fogliettate nerastre e di strati micritici grigi e biancastri di spessore medio. Le Argille a palombini mostrano spessori ettometrici nella zona ad oriente del M. Nero mentre non risultano distinguibili nel settore più occidentale dove il Complesso di Casanova è ricoperto stratigraficamente dal Complesso di Monte Veri e dal Flysch ad elmintoidi di Ottone (Elter & Zanzucchi coord., in stampa). Le Argille a palombini sovrascorrono il Flysch ad elmintoidi di M. Orocco (**FO**) con la sola interposizione di un limitato lembo di Arenarie di Scabiazza (**AS**), affiorante presso il paese di Selvola. Il Flysch di M. Orocco (Campaniano sup.-Maastrichtiano) è costituito da calcari marnosi e marne in strati spessi e molto spessi, alternati a livelli argillitici nerastri ed intercalati da alternanze di arenarie fini in strati medi e sottili. Le Arenarie di Scabiazza (Coniaciano-Santoniano) si presentano invece come arenarie litiche fini e medie, in strati da

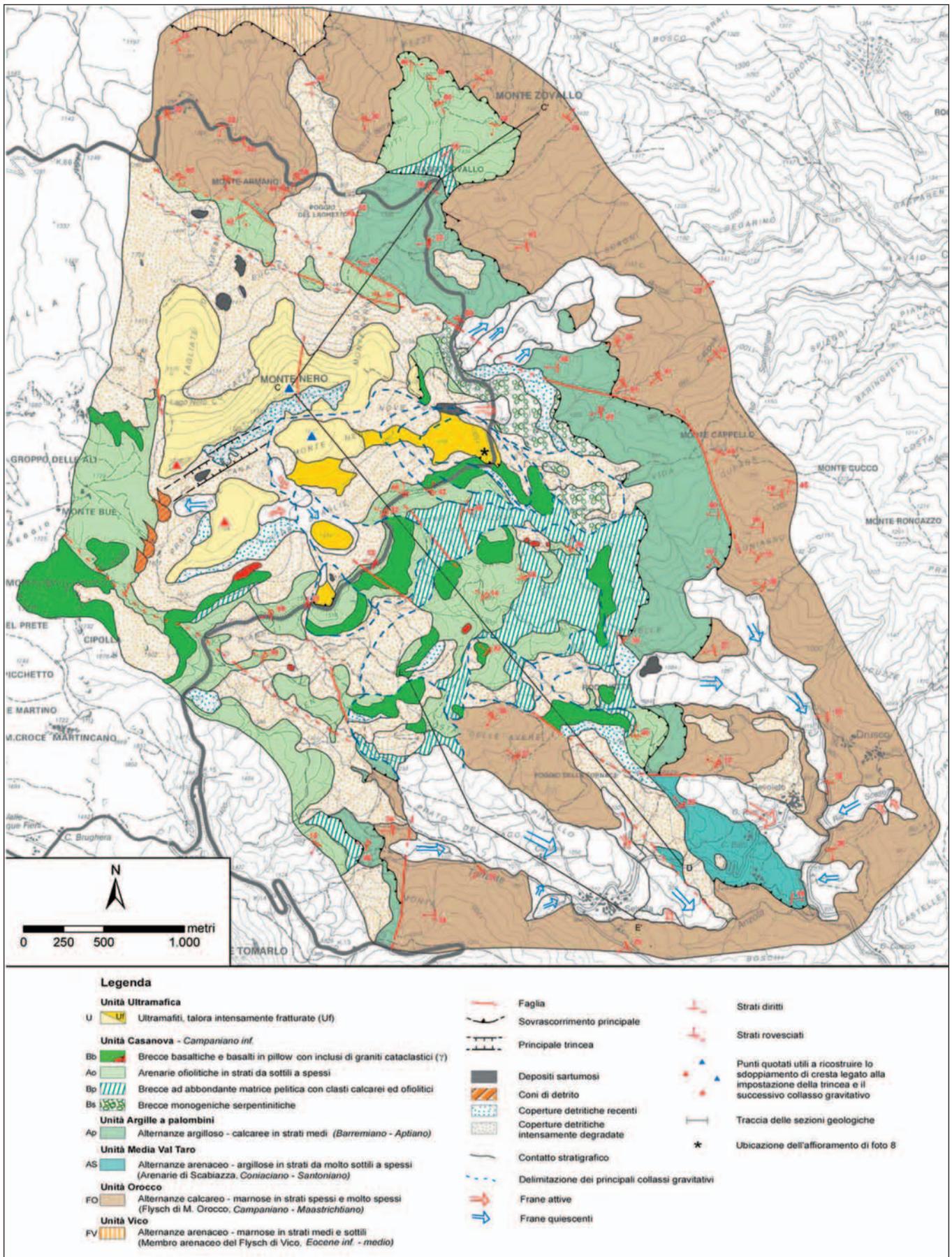


Figura 5 – Carta geologica della zona di Monte Nero, rilevata alla scala 1:10.000.

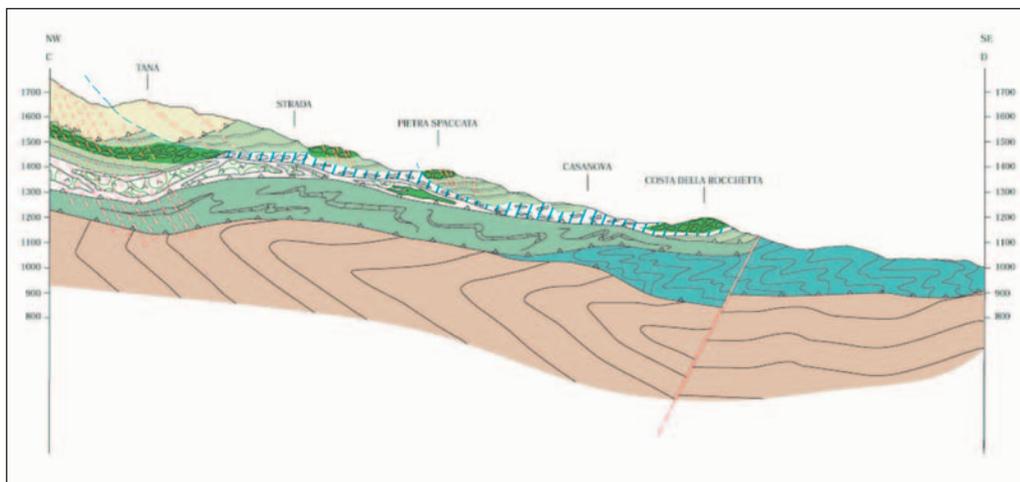


Figura 6 – Sezione geologica lungo il versante meridionale di Monte Nero; per l'ubicazione e le simbologie si veda figura 5. Scala 1:33.000

molto sottili a spessi, intercalati da livelli di argille talora marnose. Al margine settentrionale della Carta affiora il Membro arenaceo del Flysch di Vico (Eocene inf.-medio) che occupa la posizione tettonica più bassa e si presenta come un'alternanza di torbiditi arenaceo-marnose in strati medi e sottili, in cui si inseriscono talora livelli calcareo-marnosi (figura 5).

Dal punto di vista strutturale nella zona studiata sono state riconosciute faglie orientate secondo le direzioni NW-SE, WNW-ESE, N-S e subordinatamente SW-NE. Anche fra i sistemi di frattura subverticali che interessano le unità cartografate in Carta si possono riconoscere queste quattro direzioni, ben espresse nell'Unità Casanova e nella sovrastante Unità Ultramafica. In quest'ultima Unità è particolarmente evidente il sistema di diaclasi e fratture estensionali subverticali con una direzione SW-NE, analoga a quella delle mesofaglie estensionali riconosciute nell'Unità Aveto da Perotti et alii (1988).

Lo studio è stato completato con alcune sezioni geologiche, di seguito illustrate (le coperture detritiche non sono state rappresentate).

Nella sezione geologica di figura 6 risulta inoltre evidente

come l'insieme delle diverse unità liguri sia coinvolto in ampi piegamenti tardivi, verosimilmente indotti dalla strutturazione delle sottostanti unità oligoceniche (si veda in proposito il paragrafo successivo). Un'altra situazione strutturale imputabile alle ultime fasi di deformazione tettonica è rappresentata nel profilo geologico ricostruito tra il Monte Nero e il Passo dello Zovallo (figura 7).

Qui risulta evidente un raccorciamento tardivo di tutto l'insieme delle unità liguri, con lo sviluppo di un'antiforme rovesciata che porta in affioramento le Argille a palombini della zona del Passo Zovallo. Questa struttura contrazionale è delimitata a sud da un importante sistema di faglie subverticali a direzione SE-NW che si possono seguire fino alla zona di M. Armano.

2.2) Schema strutturale e sezioni interpretative tra l'alta Val d'Aveto e l'alta Val Taro

Allo scopo di chiarire l'assetto tettonico della zona di Monte Nero, si è realizzato uno schema strutturale esteso dalla Val d'Aveto alla finestra tettonica di M. Zuccone (figura 8) che permette di inserire le strutture in un qua-

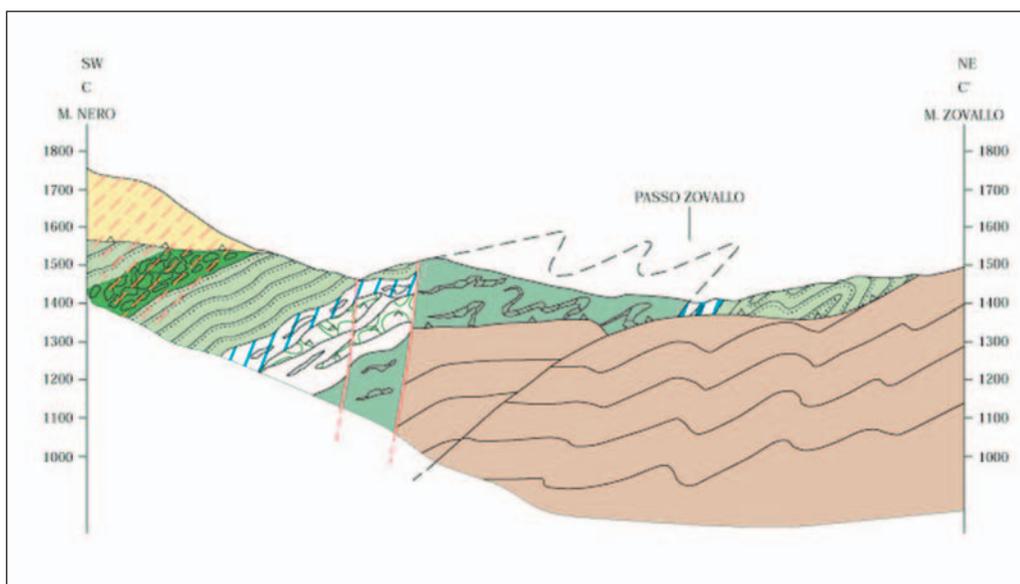


Figura 7 – Sezione geologica tra il Monte Nero e il Paso dello Zovallo; per l'ubicazione e le simbologie si veda figura 5. Scala 1:20.000

Schema strutturale tra alta Val Taro e alta Val d'Aveto

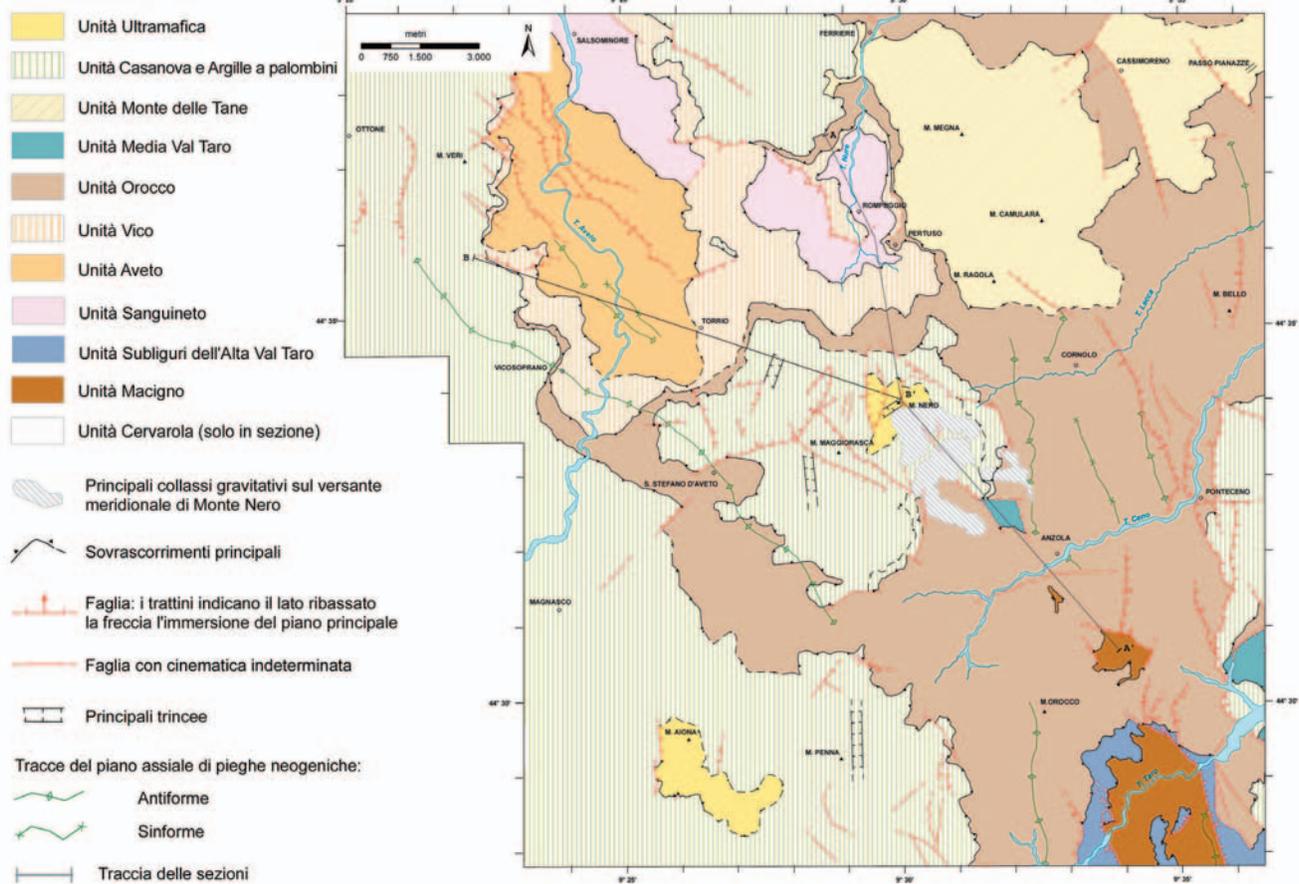


Figura 8 – Schema strutturale della zona compresa tra l'alta Val Taro e l'alta Val d'Aveto.

dro più generale. I dati regionali utilizzati per realizzare lo schema strutturale sono quelli della nuova cartografia alla scala 1: 50.000 (Elter et al, 1997; Elter & Zanzucchi coord., in stampa) e quelli di un recente studio strutturale (Bernini & Vescovi, 2002). Partendo dalla posizione strutturale più elevata nello schema viene distinta l'Unità Ultramafica del M. Nero che

sovrascorre l'esteso fianco rovesciato dell'Unità Casanova (Pagani et al., 1972; Terranova & Zanzucchi, 1984; Casnedi et al., 1993; Elter & Zanzucchi coord, in stampa). Altre ultramafiti affiorano più a NE, lungo la dorsale che separa la Val Nure dalla Val Ceno, ma qui, in accordo con Elter et alii (1997), vengono attribuite all'Unità Monte delle Tane, tettonicamente indipendente. Nelle sottostanti Unità

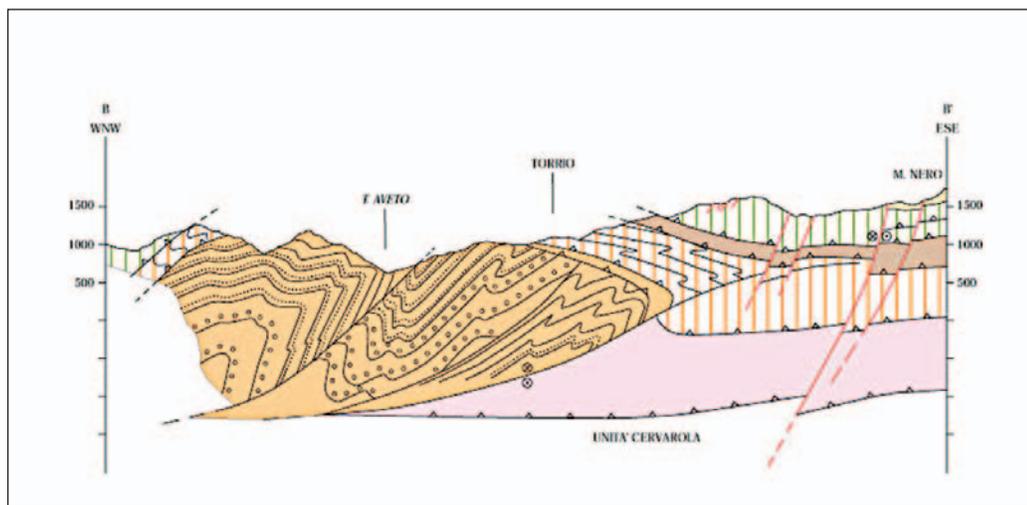


Figura 9 – Sezione geologica attraverso l'Alta Val d'Aveto; per l'ubicazione e le simbologie si veda figura 8. Scala 1:100.000

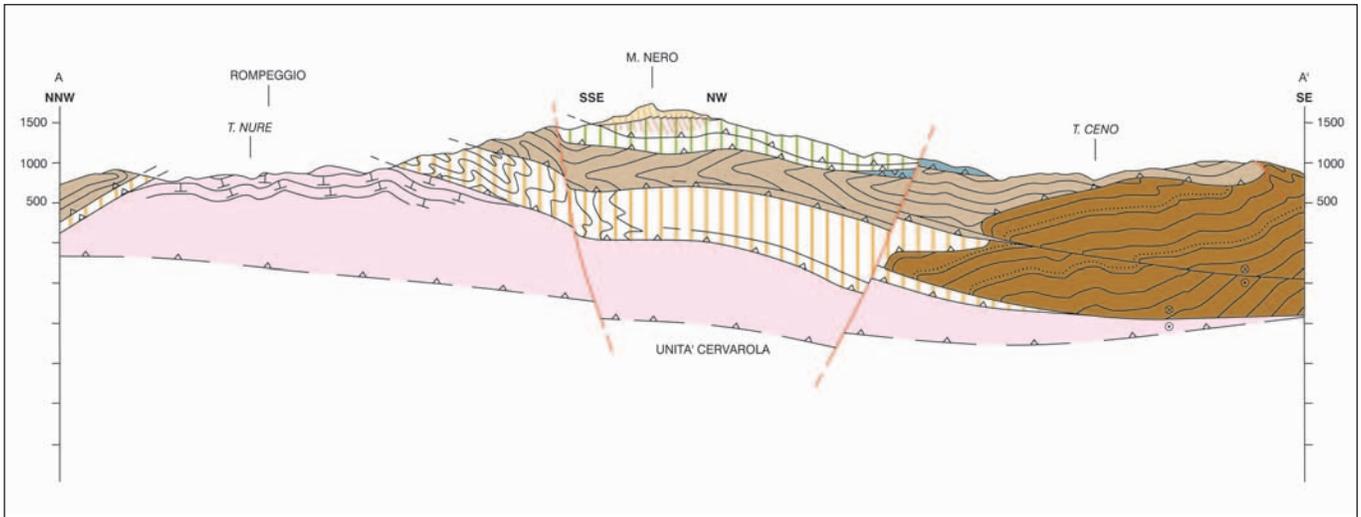


Figura 10 – Sezione geologica tra l'Alta Val Nure e alta Val Ceno; per l'ubicazione e le simbologie si veda figura 8. Scala 1:100.000

Casanova e Orocco sono indicate le tracce dei piani assiali di strutture plicative tardive (Bernini & Vescovi, 2002), orientate NW-SE nel settore settentrionale dello schema e circa N-S in quello meridionale. Questi trend concordano con le direzioni assiali delle strutture più profonde (Unità Aveto e Unità Macigno di M. Zuccone) che mostrano un'apparente continuità assiale ma che non possono essere collegate perché si individuano in successioni completamente diverse (Elter et alii, 1997).

L'esecuzione di due profili geologici interpretativi chiarisce come queste due unità risultino strutturalmente indipendenti (figure 9 e 10); l'Unità Aveto infatti è interessata da superfici di sovrascorrimento che dovrebbero essere delimitate a SE da una rampa laterale destra, mentre i sovrascorrimenti che in profondità coinvolgono il Macigno di M. Zuccone dovrebbero essere delimitati a NW da una rampa laterale sinistra.

Le strutture in finestra tettonica dell'Unità Aveto e del Macigno sono coinvolte in sollevamenti tettonici recenti (Perotti et al., 1988; Papani, 1983). A questi sollevamen-

ti si associa lo sviluppo di fratturazione nelle sovrastanti unità alloctone. Risultano molto evidenti i sistemi di fratture estensionali subverticali a direzione NW-SE che controllano l'evoluzione morfologica in Val d'Aveto fino all'altezza di M. Maggiorasca, da qui, verso sud, sono molto sviluppate le fratturazioni a direzione N-S, responsabili dell'impostazione della dorsale Passo Tomarło-M. Penna. Le Liguridi che si trovano lungo la dorsale interposta tra l'alta Val Nure e la Val Ceno invece, subiscono gli effetti del sollevamento della finestra tettonica posta a nord-ovest, sviluppando un sistema di fratturazione a prevalente direzione SW-NE che ha condizionato l'evoluzione morfologica del rilievo di Monte Nero.

2.3) Fattori litologico-strutturali predisponenti ai fenomeni gravitativi sul versante sud-orientale di M. Nero

Fra i fattori che influenzano maggiormente la stabilità dell'area esaminata rientrano certamente la presenza di

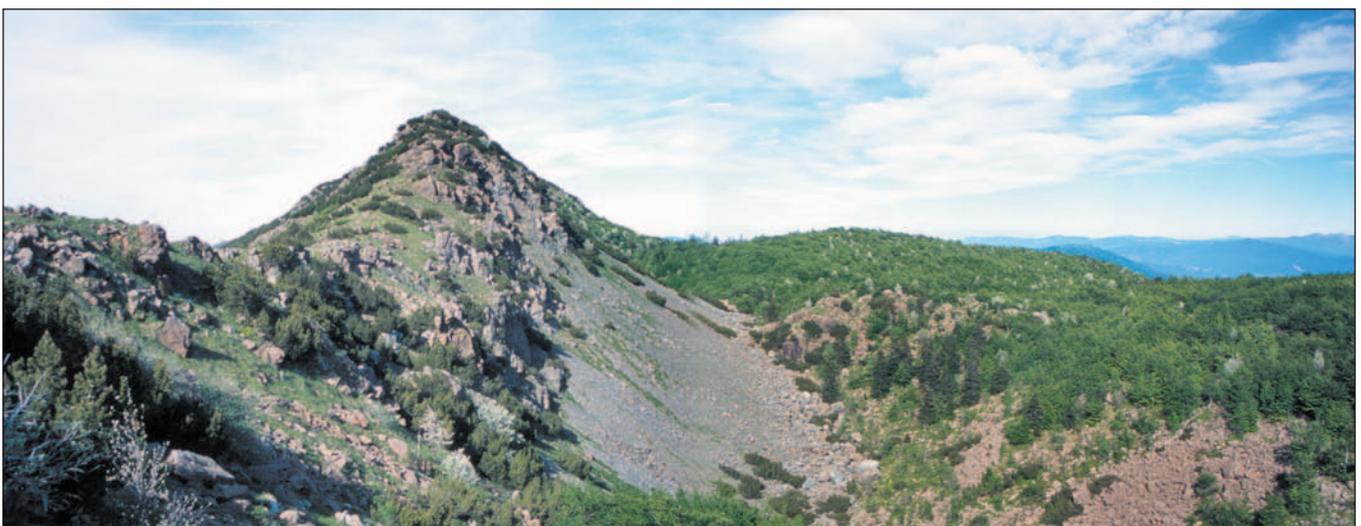


Foto 1 – Veduta della trincea impostata tra la dorsale di Monte Nero e il rilievo boscato dei Lupastri.

litologie pelitiche e le giaciture delle compagini rocciose stratificate che qui risultano coinvolte in ampi piegamenti tardivi. Un ulteriore elemento predisponente sono i sistemi di fratturazione, specialmente quando hanno direzione perpendicolare alla direzione di massima pendenza del versante e quindi possono essere direttamente sfruttati nei fenomeni di distacco.

Sul versante sud-orientale di M. Nero i fenomeni di collasso gravitativo sono quindi favoriti quando si realizza la concomitanza delle seguenti condizioni litologiche e strutturali:

- i corpi litoidi ad elevata coerenza risultano sovrapposti ad unità prevalentemente pelitiche;
- le superfici che delimitano alla base i corpi rocciosi coerenti mostrano giaciture a franapoggio o sub-orizzontali;
- la fratturazione tettonica subverticale dei litotipi più coerenti è orientata circa perpendicolarmente alla direzione di massima pendenza del versante.

Ampi settori dell'Unità Ultramafica e dell'Unità Casanova vengono così interessati da scivolamenti roto-traslativi (figure 5 e 6) ogniqualvolta le litologie coerenti fratturate (peridotiti, brecce basaltiche, arenarie torbiditiche), con giaciture sub-orizzontali o blandamente inclinate a franapoggio, si trovano sovrapposte a facies ricche in argilla (brecce ad abbondante matrice pelitica,

Argille a palombini). I sistemi di fratturazione orientati SW-NE possono aver favorito il distacco delle porzioni rocciose ora coinvolte nei fenomeni gravitativi. Le delimitazioni laterali dei corpi franosi possono aver sfruttato invece le fratture orientate NW-SE, anch'esse molto diffuse su questo versante.

2.4) Morfologie legate all'evoluzione dei processi gravitativi

I principali aspetti morfologici che caratterizzano la zona di Monte Nero, riconosciuti tramite rilievo di campagna e per mezzo di analisi cartografiche ed aereofotogrammetriche sono:

- presenza di ampie scarpate modellate in rocce competenti con profili in rapida evoluzione, favorita dall'intensa fratturazione;
 - sdoppiamenti della linea di cresta;
 - trincee, la più evidente è quella presente sul versante sud-est di Monte Nero (foto 1);
 - depressioni chiuse di forma irregolare;
 - contropendenze e gradini morfologici sui versanti;
- Questa serie di caratteri morfologici può essere messa in relazione a generalizzati fenomeni gravitativi che

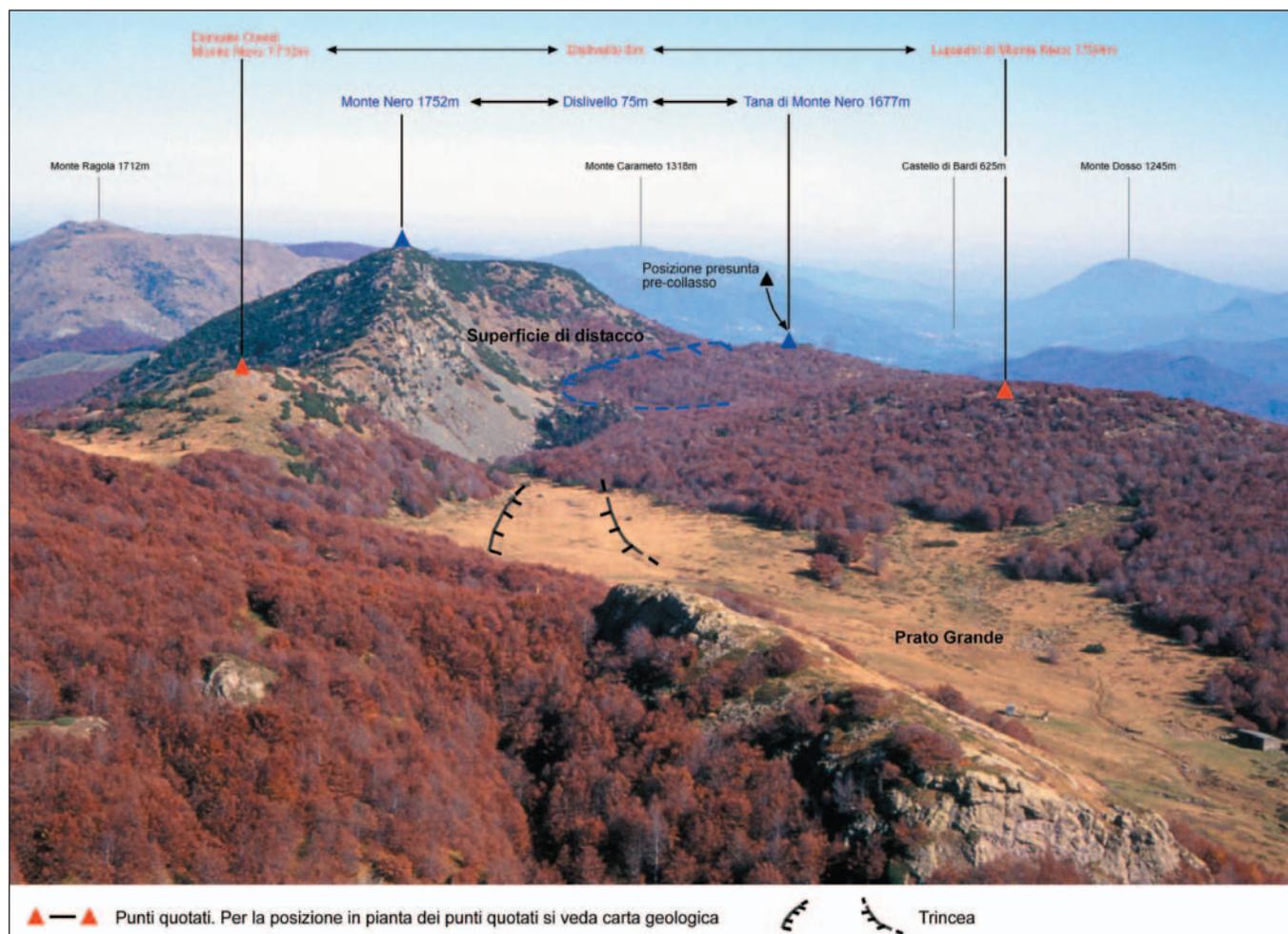


Foto 2 – Panoramica dell'area di studio che mostra i principali elementi utili al riconoscimento del collasso gravitativo della Tana di Monte Nero.

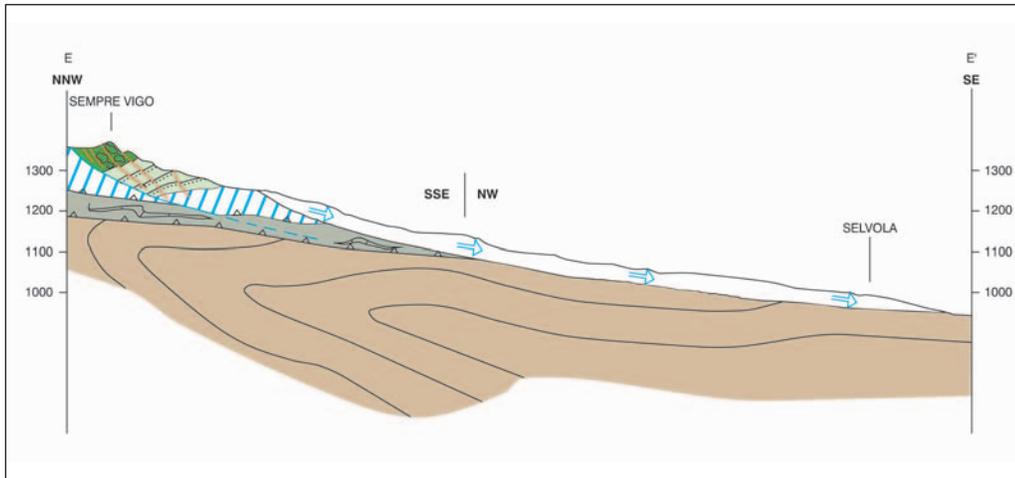


Figura 11 – Sezione geologica nel versante meridionale di Monte Nero che mostra lo sviluppo di un esteso corpo di frana in detrito sviluppato a valle degli scivolamenti in roccia; per l'ubicazione e le simbologie si veda figura 5. Scala 1:20.000

hanno comportato collassi, scivolamenti e deformazioni del versante. Sulla geometria e profondità delle superfici di scivolamento e sull'entità degli scorrimenti, possono essere fatte solo considerazioni ipotetiche, vista la mancanza di indagini geognostiche. Nella zona in esame sono state riconosciute e delimitate due principali aree interessate da fenomeni gravitativi, all'interno delle quali si possono differenziare scivolamenti roto-traslativi di corpi rocciosi in blocco (*sensu* Cruden & Varnes, 1996) e corpi di frana minori:

a) *Area della Tana di Monte Nero*, al cui interno si distingue una porzione superiore, caratterizzata da una superficie di distacco modellata in roccia ofiolitica e una porzione inferiore, dove il collasso gravitativo si tramuta gradualmente in scorrimento e deformazione di unità rocciose prevalentemente pelitiche, a comportamento plastico.

Osservando l'andamento morfologico della dorsale di M. Nero e della dorsale della Tana di M. Nero che si sviluppa a SW fino al rilievo dei Lupastri, si può notare un parallelismo. Le due dorsali morfologiche risultano separate dal vallone di Prato Grande che termina a NE con una sella dove affiorano depositi torbosi. Si ritiene che questa sella possa costituire ciò che rimane di una antica depressione (trincea) che verso NE è stata successivamente coinvolta in collassi gravitativi (foto 2 e figura 6). La trincea si sarebbe imposta sfruttando sistemi di fatturazione tettonica molto inclinati prevalentemente allineati SW-NE.

La scarpata di M. Nero, impostata nelle peridotiti fratturate, risulta attiva ed in rapida evoluzione e può rappresentare la superficie di distacco di un collasso gravitativo che ha coinvolto la Tana di Monte Nero. Questo collasso può anche giustificare la differenza tra il dislivello esistente tra Monte Nero (1752 m) e Tana di Monte Nero (1677 m), rispetto a quello molto più modesto che si constata tra la dorsale SW di Monte Nero (1710 m) e Lupastri (1703 m) (foto 2).

b) *Area di Pietra Spaccata-Sempre Vigo* che si caratterizza per una porzione superiore dove si verificano

scivolamenti rotazionali in roccia (basalti) e una porzione inferiore che coinvolge unità pelitiche prevalenti e che risulta coalescente con corpi di frana in detrito (figura 11). Ne consegue un paesaggio che nella parte alta è articolato in guglie e pareti verticali, mentre nella parte bassa prevalgono morfologie meno acclivi.

Le due aree coinvolte nel fenomeno di scivolamento rotazionale presentano le seguenti caratteristiche comuni:

- grande estensione e notevoli spessori delle masse rocciose coinvolte;
- difficoltà di individuazione della superficie di scorrimento a valle della scarpata principale;
- limitato spostamento orizzontale, nonostante le notevoli dimensioni delle masse rocciose coinvolte;
- nella porzione di testata, sviluppata in roccia, risulta molto evidente il ribassamento prodotto dal collasso gravitativo, nelle porzioni inferiori il movimento di scivolamento sembra invece tradursi in una serie di scorrimenti multipli e nella deformazione delle compagini rocciose, qui prevalentemente pelitiche.

2.5) Considerazioni sull'età dei fenomeni gravitativi che interessano il versante SE di M. Nero

La forma più evidente prodotta dai processi gravitativi che hanno coinvolto la zona di Monte Nero è la scarpata che delimita questo rilievo a SE; essa è parzialmente ricoperta da falde detritiche attive (foto 1) e ciò lascerebbe ipotizzare una attività relativamente recente dei fenomeni gravitativi. Un altro elemento morfologico, molto evidente dalle analisi in fotoaree e per questo relativamente recente, è costituito dalla porzione di versante di forma triangolare su cui è impostato il ripiano noto come l'Aveio. Questo ripiano si è originato dal colmamento di una conca lacustre, verosimilmente prodotta da una frana che ha interessato l'area con cinematica rotazionale.

Nella zona dell'Aveio come riportato nel capitolo seguente, la scoperta di un sito archeologico consente di datare al 7.000 a.C. circa l'antico bacino lacustre e pone

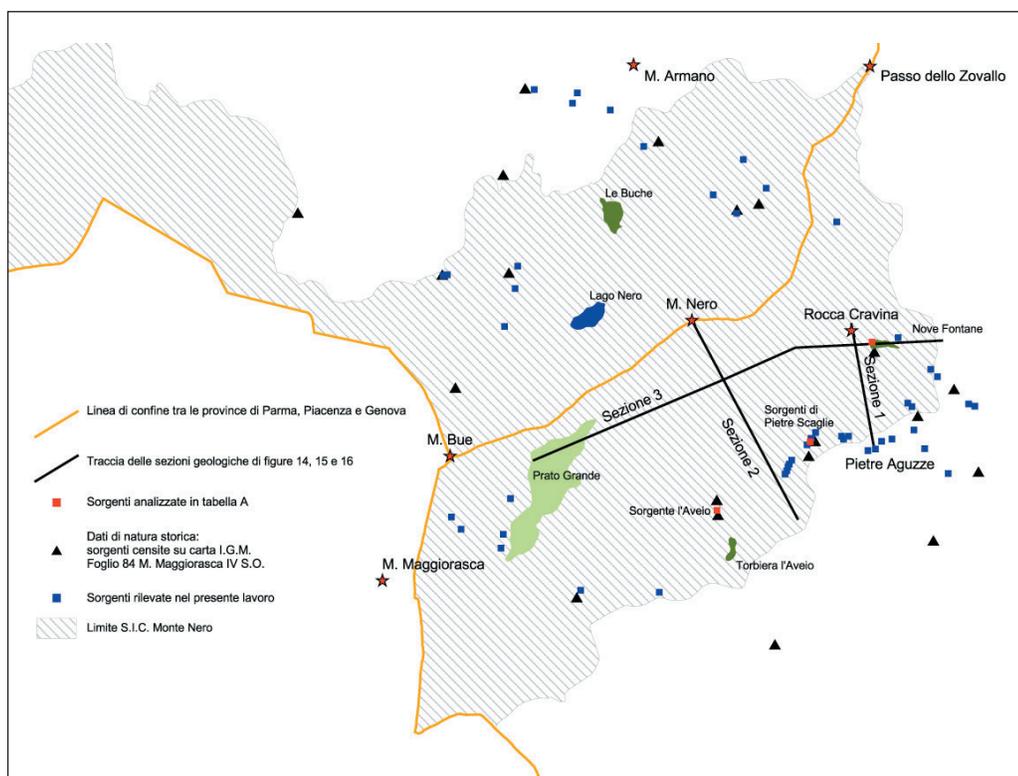


Figura 12 – Distribuzione delle sorgenti nelle alte valli dell’Aveio, del Nure e del Ceno.

quindi un importantissimo limite temporale, utile per ricostruire la dinamica del processo gravitativo. Questa datazione al 7.000 a.C. trova anche corrispondenza con una concentrazione di eventi franosi nell’Appennino parmense, riferibile come età al passaggio tra la cronozona Boreale e quella Atlantica (Bertolini & Tellini, 2001).

3 - RISULTATI DELLE ANALISI ARCHEOLOGICHE: TRACCE D’ACCAMPAMENTO DI CACCIATORI PREISTORICI SULLE SPONDE DELLA TORBIERA D’AVEIO (a cura di Angelo Ghiretti e Fabio Negrino)

Sul versante meridionale di Monte Nero uno degli autori (S. S.) scorgeva affiorare alcune decine di manufatti su di un piccolo ripiano sulla sponda di un bacino torboso noto come Lago d’Aveio, sul versante SE di M. Nero (foto 3). La raccolta comprende 91 manufatti di differenti dimensioni, dai 6 ai 55 mm. La materia prima è caratterizzata da litotipi locali o circum-locali: diaspro rosso (con cortici di affioramento primario), selce grigio-biancastra da calcari a Calpionelle (sempre con cortici di affioramento primario) e altre selci marroni o giallo senape, alcune con cortici alterati, caratteristiche di ciottoli raccolti verosimilmente in depositi del Pleistocene medio-inferiore de Pedeappennino padano. I 91 manufatti sono dunque costituiti da 43 pezzi in diaspro marrone, 29 in selce grigio-biancastra, 7 in selce giallo senape, 5 in selce marrone e 7 in selce combusta non definibile. Sebbene non siano presenti elementi diagnostici tali da attribuire con certezza l’industria ad un particolare aspetto culturale, la presenza di lamelle sottili e regolari farebbe propendere per una sua attribuzione al Castelnoviano. Trattandosi ovviamente di una raccolta di superficie nulla

esclude la presenza di più fasi di frequentazione. Da un punto di vista funzionale la piccola stazione si caratterizza come luogo di scheggiatura e preparazione di armature, con la produzione in loco di lamelle, successivamente frammentate per la produzione dei geometrici. Le selci combuste sembrerebbero indicare l’accensione di focolari. Questo genere di ritrovamenti archeologici appartiene al Mesolitico, “età di mezzo” della pietra, nell’ambito della quale, a seguito dei profondi mutamenti climatici (fine della glaciazione Würm), le precedenti comunità nomadi del Paleolitico evolvono gradualmente verso le future comunità sedentarie di agricoltori-allevatori del Neolitico. Nel Mesolitico (9000 – 6000 a.C.) la scomparsa dei mammiferi di grande taglia seguita alla deglaciazione condiziona i gruppi di cacciatori a porvi rimedio incrementando ed allargando le attività connesse sia alla caccia che alla raccolta di prodotti spontanei. È il periodo in cui i depositi archeologici documentano un



Foto 3 – Luogo di ritrovamento dei reperti archeologici presso la Torbiera l’Aveio.

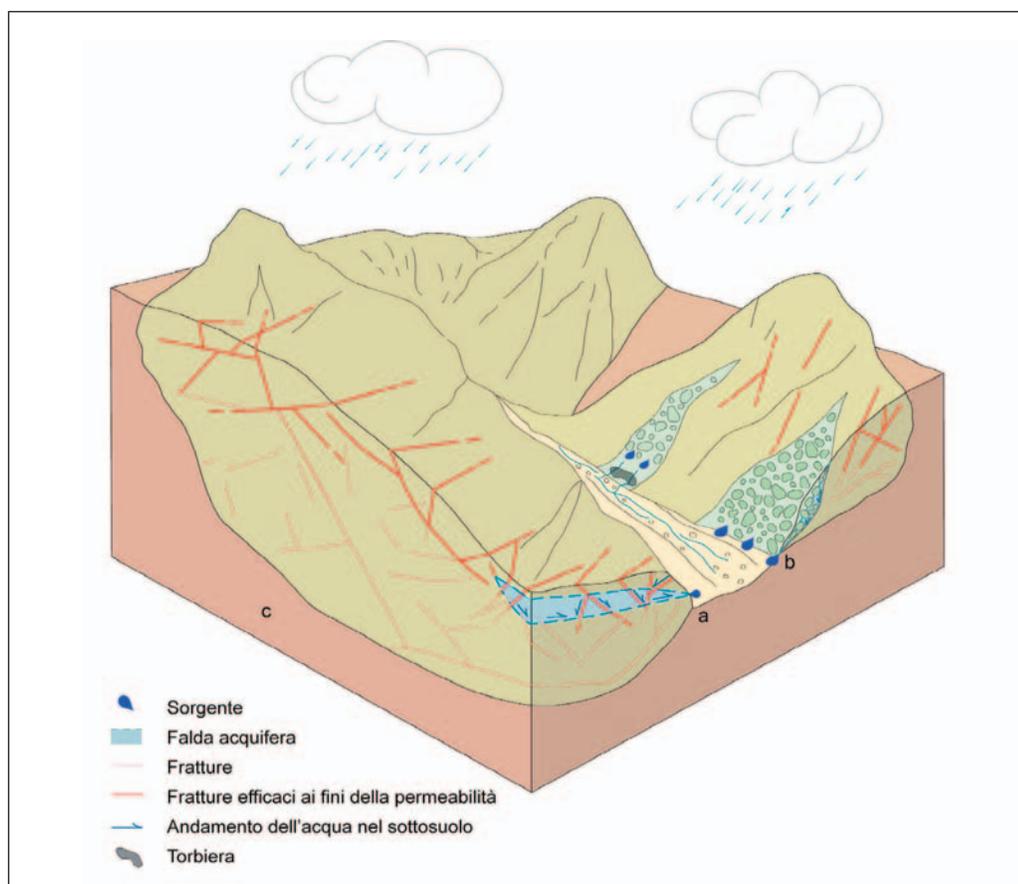


Figura 13 – Modello schematico che illustra le diverse tipologie di sorgenti che possono essere riconosciute in zone ofiolitiche. Sono distinte:

- a - Sorgente per limite di permeabilità indefinito;
- b - Sorgenti per limite di permeabilità definito;
- c - Substrato a minore permeabilità.

interesse crescente per la cattura dei piccoli mammiferi, per la caccia agli uccelli, per la pesca. L'interesse maggiore è però rivolto dai cacciatori alla cattura dei soli grandi ungulati rimasti in grande numero: stambecchi nella fase antica del Mesolitico (Sauveterriano), a clima Pre-Boreale e Boreale, cervi nella fase recente (Castelnoviano), a clima Atlantico iniziale. La migrazione stagionale dei cervi, che in primavera salivano dalla foresta planiziale verso le praterie in quota, condizionò lo spostamento delle bande di cacciatori castelnoviani, che numerose frequentarono nel periodo estivo le praterie in quota del nostro Appennino (dal 1980, anno della scoperta del primo sito mesolitico a Cabriolini di Bardi, ad oggi le tracce dei loro accampamenti, solo nelle valli di Taro e Ceno, ammontano ad una cinquantina). Proprio alla fase recente del Mesolitico (7.000 a.C.) appartengono verosimilmente i resti di accampamento sullo specchio lacustre ora intorbato del Lago d'Aveio, la cui posizione si spiega sia nell'ambito delle strategie di caccia (possibilità di colpire i cervi all'abbeverata), sia nei criteri legati alla sussistenza stessa dell'insediamento (ampia gamma di risorse commestibili che il piccolo bivacco poteva garantirsi, stanziandosi nei pressi di un piccolo lago).

4 - DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI IN RAPPORTO ALLE CARATTERISTICHE EOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DEL SUBSTRATO

Nell'Appennino parmense i dati geologici più attuali non sono stati finora adeguatamente utilizzati per integrare gli

studi sulla risorsa acquifera, come è stato fatto ad esempio nell'Appennino modenese (Borsari et alii, 1994) e reggiano (Canedoli et alii, 1994).

Nell'area di studio sono state censite 49 sorgenti non captate, a regime perenne, acquisendo per ciascuna i seguenti dati di campagna:

- ubicazione su carta topografica (C.T.R. 1:5.000) e successiva georeferenziazione con programma GIS ArcView (figura 12). Questa operazione permette di ottenere prime elaborazioni cartografiche, ed è indispensabile per la creazione di una banca dati;
- documentazione fotografica delle scaturigini;
- misura del valore di portata tramite secchio graduato o con tracciante NaCl e misura della variazione della conducibilità in microSiemens/cm (conduttimetro WTW modello pH/Cond 340i);
- conducibilità elettrica "naturale" in microSiemens/cm (conduttimetro WTW modello pH/Cond 340i);
- temperatura dell'acqua misurata con termometro di precisione;
- pH (conduttimetro WTW modello pH/Cond 340i).

A titolo esemplificativo in tabella A vengono riportati i dati relativi alle sorgenti Nove Fontane (foto 4), l'Aveio (foto 5) e Pietra Scaglia misurati nel mese di ottobre 2002.

L'analisi dettagliata del contesto litologico e strutturale ha permesso di ricostruire un primo modello interpretativo (figura 13) nel quale vengono distinte due tipologie principali di sorgenti secondo la classificazione di Civita (2005).

Tabella A

| Nome sorgente | Portata misura l/s | Temperatura °C | Conducibilità microSiemens/cm a 20 °C | pH | Codice Meinzer (1927) |
|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|------|-----------------------|
| Nove Fontane | 6 | 6.5 | 102 | 8.38 | 2 |
| L'Aveio | 4 | 7.2 | 114 | 7.07 | 2 |
| Pietra Scaglia | 4 | 10.4 | 108 | 8.80 | 2 |

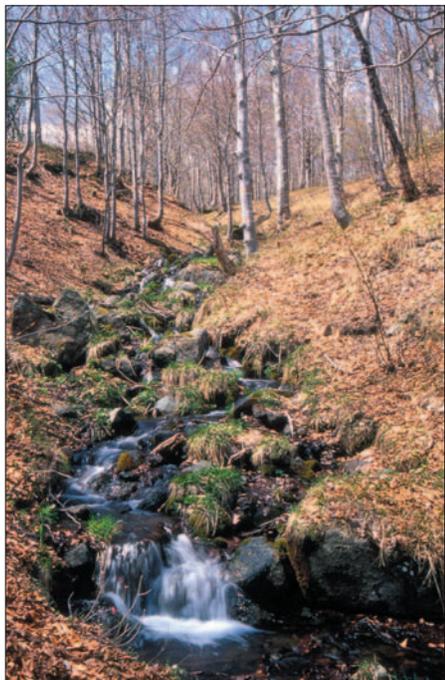


Foto 4 – Area sorgentizia di Nove Fontane nel periodo invernale.

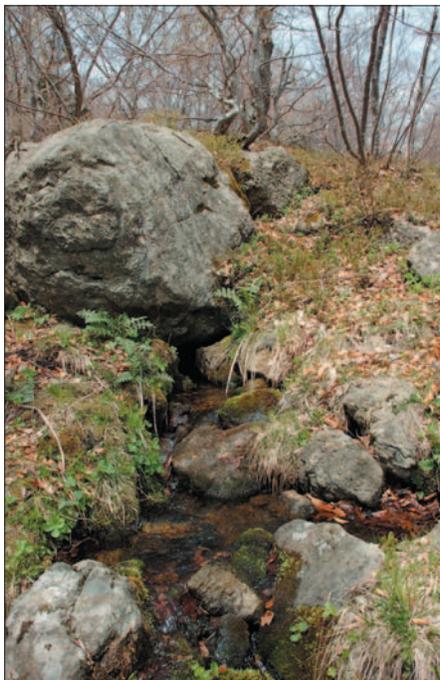


Foto 5 – Sorgente denominata L'Aveio posta immediatamente a Nord dell'omonima torbiera.

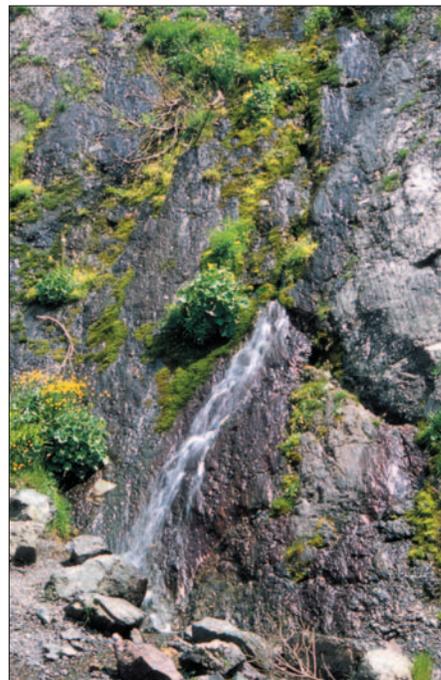


Foto 6 – Esempio di sorgente per limite di permeabilità indefinito nelle peridotiti dell'Unità Ultramafica.

Tipologia a - sorgenti per limite di permeabilità indefinito che si colloca all'interno dei corpi rocciosi, in corrispondenza del passaggio tra una zona con fratturazione aperta ed una zona caratterizzata solo da fratture chiuse e da diaclasi (foto 6).

Tipologia b - sorgenti per limite di permeabilità definito che si colloca in corrispondenza del contatto tra coperture detritiche e un substrato roccioso a limitata permeabilità (foto 7);

Alcune sorgenti caratterizzate da un regime permanente mostrano valori di portata consistenti (vedi Tabella A). Analizzando le collocazioni di queste sorgenti sulla carta geologica e sulle sezioni geologiche di dettaglio, emerge uno stretto legame con i processi gravitativi, soprattutto nella zona di Nove Fontane. Tale relazione risulta anche dalle seguenti constatazioni:

- molte sorgenti si collocano e si concentrano in gruppi, in prossimità delle fasce che delimitano le zone interessate da scivolamento gravitativo (vedi carta geologica in figura 5);
- il collasso della dorsale Lupastri-Tana di Monte Nero (foto 2) ridefinisce lo spartiacque superficiale del bacino idrografico che alimenta la zona di Nove Fontane;

– il ribassamento gravitativo dell'Unità Ultramafica pone le condizioni perché possa avvenire una convergenza e una riorganizzazione dei flussi sotterranei di circolazione dell'acqua.

I profili geologici di dettaglio realizzati per l'area delle Nove Fontane (figure 14, 15 e 16), mostrano come il movimento di scivolamento rotazionale che coinvolge

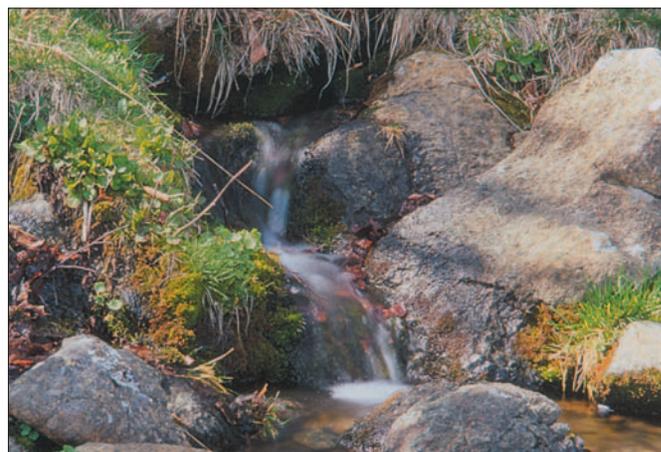


Foto 7 - Esempio di sorgente per limite di permeabilità definito presso Pietre Scaglie.

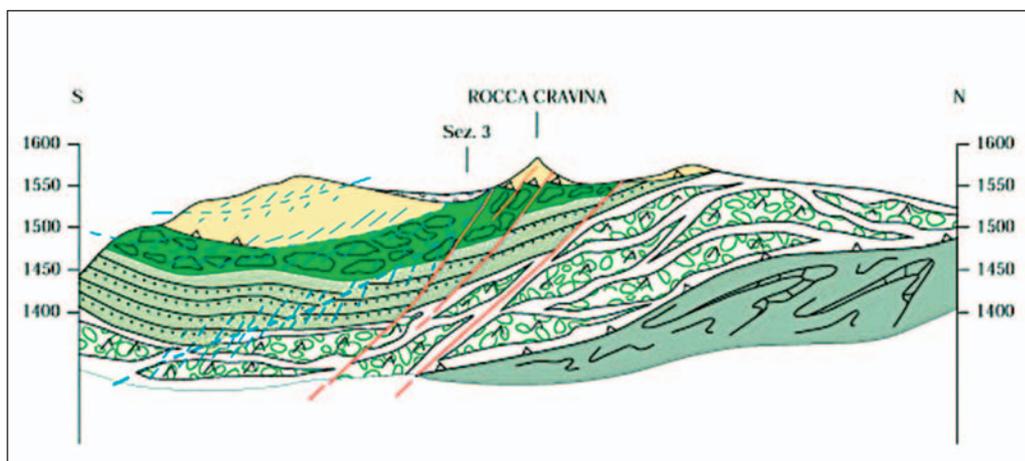


Figura 14 - Sezione geologica 1, tra Rocca Cravina e Pietre Aguzze; in azzurro sono indicate le principali superfici di collasso gravitativo e l'andamento teorico della fatturazione ad esse associata, in grado di conferire alla roccia migliori caratteristiche di permeabilità. La traccia della sezione è indicata in figura 12, per le simbologie si veda figura 5. Scala 1:10.000

litologie coerenti può essere in grado, soprattutto nell'intorno delle superfici di scorrimento, di creare zone di allentamento delle fratture preesistenti, rendendole molto efficaci ai fini della permeabilità (figura 17).

Questo tipo di fratturazione può essere direttamente verificato lungo la strada che porta al Passo Zovallo, dove questa taglia l'elemento peridotitico collassato della Tana di Monte Nero (foto 8).

Nelle figure 14, 15 e 16 si possono anche distinguere le situazioni che dovrebbero mostrare le migliori caratteristiche di permeabilità. Oltre alle coltri detritiche antiche, sono molto significative le aree di affioramento della peridotite fratturata, soprattutto lungo le fasce di fratturazione allentata dal fenomeno gravitativo. Si ritiene che queste situazioni rivestano primaria importanza anche per un'eventuale stima quantitativa delle potenzialità idrogeologiche di questa area. Si può quindi asserire che i fenomeni gravitativi che hanno coinvolto in blocco le unità ofiolitiche del versante SE di Monte Nero, hanno localmente amplificato le caratteristiche di permeabilità delle rocce, modificando l'assetto geometrico del contatto basale dell'Unità Ultramafica, originariamente inclinato verso NW.

CONCLUSIONI

Questo studio ha fatto emergere la grande importanza che possono aver avuto i processi gravitativi nel modellamento del paesaggio, nell'amplificare le caratteristiche di permeabilità delle compagini rocciose ofiolitiche fratturate e nel riorganizzare la direzione dei flussi sotterranei di circolazione dell'acqua.

I fenomeni gravitativi che coinvolgono ampiamente il versante SE di Monte Nero sono stati messi in luce partendo dalla ricostruzione dell'assetto geologico e concentrando l'attenzione sulle geometrie delle superfici che delimitano le unità rocciose coerenti da quelle prevalentemente pelitiche. Particolare attenzione è stata dedicata alla fratturazione delle rocce ofiolitiche che viene inquadrata in uno schema di deformazione tettonica di significato regionale. A queste analisi geologiche si sono accompagnate quelle sulle morfologie che sono legate all'evoluzione dei fenomeni gravitativi che coinvolgono in particolare il SE di Monte Nero. Qui vengono distinte due aree all'interno delle quali si possono differenziare scivolamenti roto-traslativi in blocco e corpi di frana minori. Gli scivolamenti si caratterizzano per una porzione superiore interessata da grandi

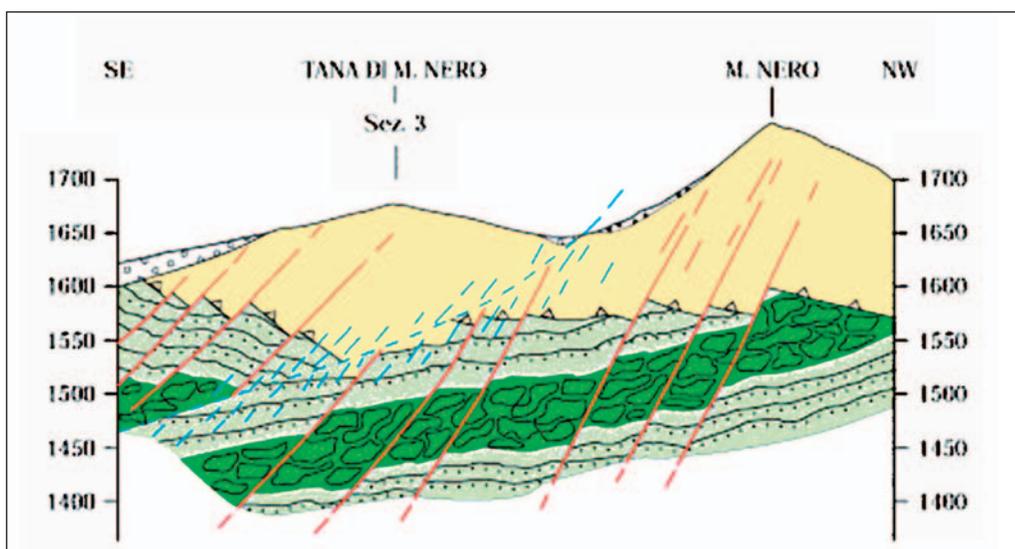


Figura 15 - Sezione geologica 2, tra la cima del Monte Nero e la Tana di Monte Nero. La traccia della sezione è indicata in figura 12, per le simbologie si veda figura 5. Scala 1:7.000

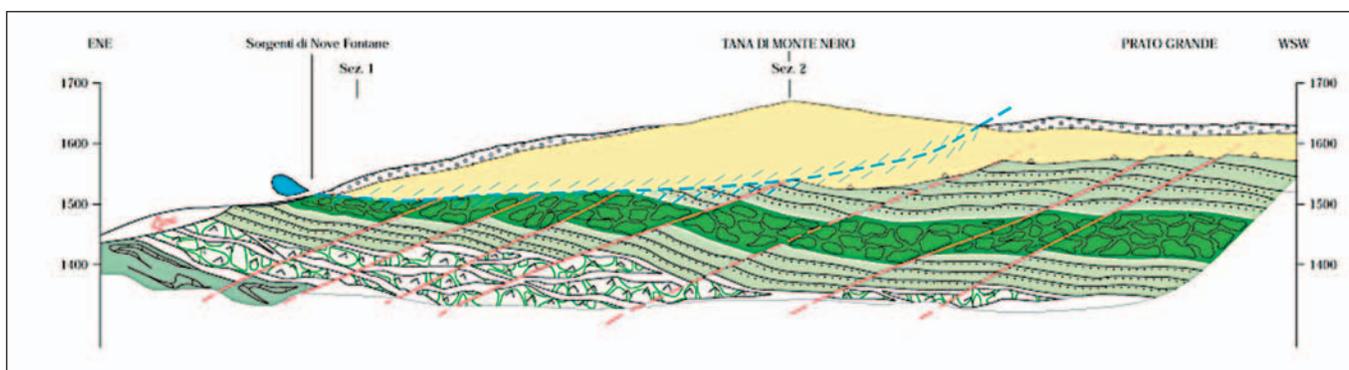


Figura 16 – Sezione geologica 3, tra Prato Grande e Nove Fontane che illustra l'andamento della superficie di scorrimento gravitativo principale, responsabile dell'allentamento della fratturazione nelle litologie coerenti che può incrementare la permeabilità, favorendo i flussi delle acque sotterranee verso Nove Fontane (freccia azzurra). La traccia della sezione è indicata in figura 12, per le simbologie si veda figura 5. Scala 1:30.000

collapsi in roccia ofiolitica ed una inferiore dove gli scorrimenti vengono gradualmente ad attenuarsi in unità prevalentemente pelitiche, molto deformabili plasticamente.

La ricostruzione, tramite sezioni geologiche di dettaglio, dell'assetto della porzione superiore del collasso che coinvolge la Tana di M. Nero, mostra come il fenomeno possa condizionare la distribuzione delle sorgenti ed amplificare le potenzialità dei loro bacini alimentatori. Si ritiene quindi che, i contesti maggiormente significativi dal punto di vista della permeabilità, oltre alle coltri detritiche, possano essere rappresentati anche dalle zone a fratturazione allentata che si sviluppano come conseguenza del fenomeno gravitativo, quando questo coinvolge le litologie coerenti.

Quanto osservato nella zona del Monte Nero mette in risalto la relazione tra i grandi fenomeni gravitativi e la distribuzione delle sorgenti. Tale constatazione può essere molto utile per chiarire situazioni simili che si riscontrano nell'ambito di altre unità ofiolitiche e in diverse

placche di Flysch ad elmintoidi. In questi ultimi contesti litologici, il coinvolgimento di compagini rocciose solubili, può ulteriormente amplificare la permeabilità per fratturazione, nelle zone interessate da detensionamento per collasso gravitativo.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il dott. Raffaele Pignone (Responsabile del Servizio Geologico regionale) per avere reso possibile questa ricerca, la dott.ssa Angela Angelelli e la dott.ssa Annalisa Parisi per gli utili suggerimenti ai fini della pubblicazione.

BIBLIOGRAFIA

- BERNINI M. & VESCOVI P. (2002) - *La deformazione neogenica delle Unità di avanfossa registrata nelle sovrastanti Liguridi*. Atti del Terzo Seminario sulla Cartografia Geologica - Regione Emilia-Romagna, Bologna 26-27 febbraio 2002, pp. 58-63.
- BERTOLINI G., GUIDA M. & PIZZIOLLO M. (2005) - *Landslides in*

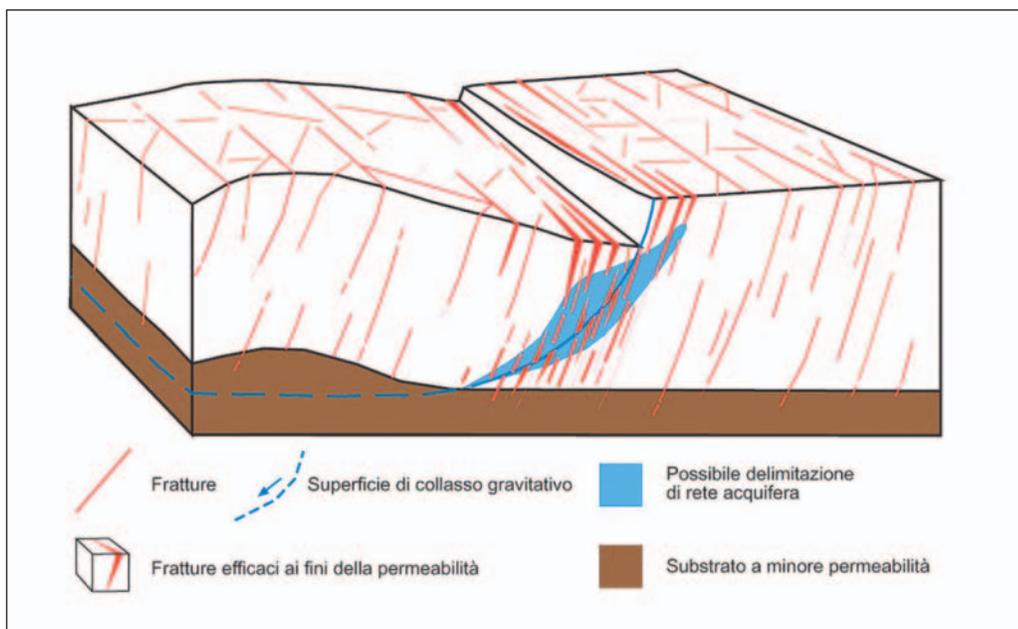


Figura 17 – Schematizzazione del possibile andamento della rete acquifera che si può sviluppare nell'ambito di litotipi coerenti fratturati, nelle zone dove la fratturazione è allentata dal fenomeno gravitativo.



Foto 8 – Esempio di fratturazione che interessa l'elemento peridotitico collassato della Tana di Monte Nero (cd = coperture detritiche; Uf = unità ultramafica).

Emilia-Romagna region (Italy): strategies for hazard assessment and risk management. Landslides, Vol.2, n°4, 302-312, Springer-Verlag.

- BIAGI P., CASTELLETTI L., CREMASCHI M., SALA B., TOZZI C. (1981) - *Popolazione e territorio nell'Appennino Tosco - Emiliano e nel tratto centrale del bacino del Po tra IX e V millennio*, in *Emilia Preromana 8 - 1980*, Museo Civico Archeologico, Modena, 13 - 36.
- BOCCALETTI M. & COLI M. (REDATTORI). (1982) - *Carta strutturale dell'Appennino settentrionale (scala 1:250.000)*. C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n°429.
- BORSARI C., VANDINI R., ZANNI S. & PIACENTINI D. (1994) - *Carta delle aree di possibile alimentazione delle sorgenti cense nell'Appennino modenese con l'ubicazione delle fonti inquinanti potenziali: note descrittive*. In D. Piacentini & A. Zavatti (Eds.) *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, Vol.6, Pitagora Editrice Bologna, 11-65.
- CANEDOLI S., CUOGHI A.L., FRANCESCHINI A., GORGONI C., PANINI G., PELLEGRINI M. & VOLTONI C. (1994) - *Le risorse idropotabili dell'alto Appennino della provincia di Reggio Emilia*. In M. Pellegrini (Ed.) *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, Vol.4, Pitagora Editrice Bologna, 115-164.
- CASNEDI R., GALBIATI B., VERNIA L. & ZANZUCCHI G. (1993) - *Note descrittive della carta geologica delle ofioliti del gruppo di M. Penna e di M. Aiona (Appennino Ligure-Emiliano)*. Atti Tic. Sc. Terra, Vol.36, 231-268.
- CIVITA M. (2005) - *Idrogeologia applicata e ambientale*. Casa Editrice Ambrosiana, 794pp.
- C.N.R. Gruppo di Lavoro Ofioliti Mediterranee. (1983) - *Carta geologica delle ofioliti del gruppo di M. Penna e M. Aiona*. Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Parma e Pavia.
- CRUDEN D.M. & VARNES D.J. (1996) - *Landslide types and processes*. In: A.K. TURNER & R.L. SHUSTER (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*. Transportation Research Board, National Research Council, Special Report 247, 36-75. National Academy Press, Washington DC, USA.
- DE MARCHI A. (Ed.) (1984) - *Il Monte Nero*. Collana naturalistica, Regione Emilia-Romagna, Assessorato alla Programmazione, Pianificazione ed Ambiente. Poligrafici Parma, 191pp.
- DESIO A. (1985) - *Geologia applicata all'ingegneria*. Editore Ulrico Hoepli Milano, Terza edizione, 1193pp.
- ELTER P. & ZANZUCCHI G. (COORD.) 2005 - Foglio 215 Bedonia. *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico d'Italia*.
- ELTER P., GHISELLI F., MARRONI M. & OTTRIA G. (1997) - *Note illustrative del Foglio 197 "Bobbio" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 106pp.
- ELTER P., MARRONI M., MOLLI G. & PANDOLFI L. (1991) - *Le caratteristiche stratigrafiche del complesso di M. Penna/Casanova (Alta Val di Trebbia, Appennino Settentrionale)*. Atti Tic. Sc. Terra, Vol.34, 97-106.
- FERRARI C. & G. VIANELLO (Eds) (1993) - *Le ofioliti dell'Appennino emiliano*. Collana naturalistica, Regione Emilia-Romagna, Assessorato alla Programmazione, Pianificazione ed Ambiente. Tipografia Moderna, 299pp.
- GHIRETTI A. (2003) - *Preistoria in Appennino. Le valli parmensi di Tarò e Ceno*. Grafiche STEP editrice Parma, 248pp.
- GHIRETTI A. & GUERRESCHI A. (1991) - *Il Mesolitico nelle valli di Tarò e Ceno*, in *Preistoria Alpina 24 - 1988*, Museo Triestino di Scienze Naturali, Trento.
- MARINI M. & TERRANOVA R. (1975) - *Le serie ofiolitiche nel gruppo dei monti Aiona e Penna nell'Appennino Ligure Orientale*. Boll. Soc. Geol. It., Vol.94, 1895-1904.
- MARTINI A. & ZANZUCCHI G. (2000) - *Note illustrative del Foglio 198 "Bardi" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 102pp.
- MARRONI M., MOLLI G., OTTRIA G. & PANDOLFI L. (2001) - *Tectono-sedimentary evolution of the External Liguride units (Northern Apennines, Italy): insights in the pre-collisional history of a fossil ocean-continent transition zone*. *Geodinamica Acta*, 14, 307-320.
- PAGANI G., PAPANI G., RIO D., TORELLI L., ZANZUCCHI G. & ZERBI M. (1972) - *Osservazioni sulla giacitura delle ofioliti nelle alte valli del T. Ceno e del F. Tarò*. Mem. Soc. Geol. It., Vol.11, 532-546.
- PEROTTI C.R., SAVAZZI G. & VERCESI P.L. (1988) - *Evoluzione morfotettonica recente della zona compresa tra la testata del T. Nure e la Val d'Aveto*. Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., Vol.1, 121-140.
- PEROTTI C.R., SAVAZZI G. & VERCESI P.L. (2001) - *Il movimento gravitativo profondo di versante di Colla di Gambaro (Appennino piacentino)*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Vol.42, 13-21.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 84 - Pontermoli*. II Edizione, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 197-Bobbio*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- TERRANOVA R. & DRAGO C. (1975) - *Le brecce ofiolitiche e poligeniche e i loro rapporti con le rocce verdi e la serie sedimentaria nel gruppo del Monte Maggioreasca (Appennino Ligure-Emiliano)*. Boll. Soc. Geol. It., Vol.94, 1905-1927.
- TERRANOVA R. & ZANZUCCHI G. (1982) - *Carta geologica del gruppo ofiolitico dei monti Maggioreasca e Nero (scala 25.000)*. Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Parma e Genova.
- VILLA G. & ZANZUCCHI G. (1997) - *Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Dragonale succession Mt. Penna/Casanova Complex: Northern Apennines*. L'ATENESE PARMENSE - ACTA NATURALIA, 33, 71-83.