

CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA "MONTE PALLANO"

1. INTRODUZIONE

Lo studio è stato eseguito con lo scopo di documentare la situazione geomorfologica esistente nell'area coperta dal permesso in oggetto, specialmente in relazione ai fenomeni dipendenti dall'azione della gravità, di valutare l'evoluzione dei fenomeni avvenuti in tempi passati e di prevederne, per quanto possibile, quella futura, anche in funzione di caratterizzare più in dettaglio una zona particolare ove è previsto di ubicare un pozzo esplorativo.

Per ottenere le predette finalità è stata utilizzata una metodologia, descritta in seguito, basata sull'analisi di quattro riprese aerofotografiche storiche che documentano un periodo di circa 40 anni. I risultati ottenuti dall'indagine sono stati rappresentati sulle due carte tematiche allegate alla presente relazione: una restituita su base topografica IGM al 25.000, la quale fornisce una visione d'insieme di tutta l'area, l'altra restituita su uno stralcio di CTR al 5.000, nella quale sono state evidenziate le caratteristiche della zona particolare.

La superficie analizzata, estesa circa 45 Km², più ampia dell'area del permesso, è situata in Provincia di Chieti ed interessa quasi per intero il territorio comunale di Bomba e parzialmente quello di vari comuni limitrofi (Archi, Atessa, Colledimezzo, Pennadomo, Roccascalegna, Tornareccio, Torricella Peligna e Villa S. Maria).

La cartografia disponibile, utilizzata come base topografica di riferimento per la corretta ubicazione degli elementi geomorfologici rilevati sulle foto e per la loro rappresentazione, è costituita dai seguenti documenti:

- Ortofotocarta della Regione Abruzzo in scala 1:10.000, sezioni: 370160 "Torricella Peligna" (ed.1987, volo del 1981), 371090 "Archi" (ed.1989, volo 1987), 371130 "Bomba" (ed.1989, volo 1987).
- Carta Tecnica dell'Italia Meridionale in scala 1:5.000, edita dalla Cassa per il Mezzogiorno, ottenuta per restituzione del volo IGM 1975, elementi 371133 "Lago di Bomba" e 371134 "Bomba".
- Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000 edita dall'IGM, Foglio 370 Sezione II "Fara San Martino" e Foglio 371 Sezione III "Atessa", restituite da foto del 1991, con ricognizioni del 1997.

- La bibliografia geologica consultata è consistita nelle seguenti pubblicazioni e relazioni inedite:
- Autori vari, 1970 – Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 147 Lanciano (II ed.). Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- Catenacci V., 1974 – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 147 Lanciano. Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- Del Prete M., Guerricchio A., 1974 – I depositi dei laghi di frana di Bomba (Chieti) nel quadro dei recenti fenomeni morfogenetici della Valle del Fiume Sangro. *Geologia Applicata e Idrogeologia*. vol. IX, Bari.
- Del Prete M., 1979 - Rilievo geologico e geomorfologico delle sponde del Lago di Bomba (Abruzzo) con particolare riferimento al rischio da frana. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, vol. XIV, parte II, Bari.
- AGIP, 1986 - Zona di Bomba (Valle del Sangro) - Carta Geomorfologica e Area di Bomba (Chieti) - Situazione delle frane dedotta dalle foto aeree, ambedue in scala 1:25.000, probabilmente in origine allegata ad una relazione.
- Mosconi A., 1987 – Studio fotogeologico sulla stabilità dei versanti nell'area limitrofa al giacimento di Bomba (CH). Relazione AGIP con allegata Carta della Franosità dell'area di Bomba in scala 1:25.000.
- Vezzani L., Ghisetti F. e Festa A., 2004 – Carta Geologica del Molise, in scala 1:100.000, SELCA, Firenze.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio è situata direttamente ad Est dei rilievi carbonatici mesozoici di piattaforma che costituiscono la catena dell'Appennino Centrale e le formazioni ivi affioranti appartengono strutturalmente al dominio di avana fossa sviluppatosi nel Terziario. Esse sono rappresentate principalmente da terreni miocenici alloctoni appartenenti alle seguenti due unità strutturali, localmente coperte da depositi continentali quaternari.

Unità Sicilidi

L'unità affiora lungo i bassi versanti della Val di Sangro, ma più estesamente in corrispondenza del versante occidentale. Essa è rappresentata da un mélange tettonico, noto come Argille Scagliose, costituito prevalentemente da argille e argille

marnose di colore da rosso violaceo a grigio verdastro, a struttura caotica e con intercalazioni di calcari micritici tipo “Alberese”, calcari silicei, quarzosiltiti azzurro-verdastre e radiolariti rosso-verdi (*Oligocene-Miocene inferiore*).

Unità Molisane

L'unità è costituita dalle seguenti quattro formazioni:

- *Flysch di Agnone*. Alternanza argilloso-arenacea in strati sottili con livelli di torbiditi arenacee che aumentano in spessore e frequenza verso l'alto. Localmente è distinguibile un intervallo costituito da un'alternanza pelitico-arenacea con intercalazioni calcarenitico-calciruditiche e con olistoliti di calcareniti a Briozoi e Litotamni, calciruditi a Rudiste, marne ad Orbulina, cui segue un'alternanza di argille e marne con sottili intercalazioni di arenarie fini grigie (*Messiniano inferiore*). La formazione è compresa nei sovrascorrimenti situati sia ad Est che ad Ovest del Lago di Bomba; in questo secondo caso affiorano tutte e tre le distinzioni sopra descritte. Il suo spessore è valutato fino a 2.500 metri.
- *Formazione Tufillo*. Costituita da una fitta alternanza di calcilutiti e calcari marnosi bianchi, marne argillose bluastre e siltiti tripolacee, con intercalazioni di biocalcareni a Briozoi, Lamellibranchi e Litotamni in banchi (*Tortoniano-Serravalliano*). Essa è estesamente esposta sul versante idrografico destro del Fiume Sangro, ed ha uno spessore di 300-400 metri.
- *Formazione Gamberale-Pizzoferrato*. E' costituita da un'alternanza di marne, argille marnose rosse-verdi, calcareniti giallastre e di calcilutiti bianche, ma nell'area indagata essa è rappresentata soprattutto da calciruditi a frammenti di Lamellibranchi, Rudiste e Coralli, da calcareniti bioclastiche gradate a macroforaminiferi e da conglomerati a clasti subarrotondati costituiti da micriti, selci e calcari cristallini (*Serravalliano-Langhiano*). La predetta sequenza affiora solo sulla dorsale di Pennadomo, con uno spessore ridotto rispetto a quello totale che è valutato tra 200 e 400 metri.
- *Alternanza di calcilutiti, radiolariti e marne* argillose rosse e verdi con liste di selce, con sottili intercalazioni di calcareniti torbiditiche (argille varicolori). Verso il basso della serie prevale un'alternanza di marne giallo-verdognole, micriti calcaree calciruditi a Nummuliti con noduli di selce nera (*Miocene inferiore*).

Oligocene). L'unità affiora al retro della dorsale di Pennadomo e il suo spessore massimo è valutato superiore a 250-300 metri.

Le predette formazioni sono in gran parte mascherate da terreni di copertura costituiti da detriti di falda e di frana, depositi alluvionali recenti ed attuali, e depositi lacustri collegati al lago di frana postwürmiano che occupava la valle del Sangro tra Colle S. Pietro e Bomba. La potenza di questi depositi è stata valutata tra 5 e 40 metri.

Le caratteristiche geotecniche dei vari litotipi costituenti le formazioni del substrato e dei terreni di copertura affioranti nell'area di studio sono molto variabili e in genere piuttosto mediocri, determinate anche da motivi di carattere tettonico; quelle dei litotipi argilloso-marnosi, così come dei detriti di falda e di frana da loro derivati, sono particolarmente scadenti, e in particolare presentano valori dell'angolo di attrito molto bassi. Conseguentemente, poiché la presenza di litotipi pelitici a comportamento plastico è prevalente rispetto a quelli calcarei e detritici, più competenti e a comportamento rigido, è naturale che in un simile ambiente si siano instaurati o possano instaurarsi fenomeni gravitativi.

3. METODOLOGIA

La metodologia utilizzata nel presente studio è stata basata essenzialmente sull'interpretazione delle forme rilevabili direttamente dalle fotografie aeree stereoscopiche. Infatti, questo metodo permette di osservare in visione panoramica e sintetica tutte le componenti del paesaggio analizzato, sia morfologiche che geologico-strutturali ed inerenti l'uso e la copertura del suolo, e di riconoscere i dissesti in atto e le eventuali forme anomale rispetto al contesto circostante, tramite le quali è possibile individuare i fenomeni avvenuti in tempi passati e le condizioni potenzialmente favorevoli al verificarsi di eventi futuri.

Le caratteristiche delle coperture aerofotografiche utilizzate nello studio sono riassunte nella seguente tabella.

anno	esecutore	proprietario	tipo	strisciata	foto	scala approx
1954	GAI	IGM	b/n	70	2845-2847	1:33.000
				71	2868-2870	
1975	IGM	IGM	b/n	XVIA	571-573	1:17.000
				XVII	536-541	
				XVIII	528-532	

				XIX	456-460	
1987	CGR	Regione Abruzzo	b/n	17 18	6225-6228 6163-6167	1:34.000
1995	IGM	IGM	b/n	35 341	1020-1024 164-167	1:40.000

La qualità e la scala della ripresa del 1975 hanno permesso di rilevare con elevato dettaglio numerose informazioni di carattere morfologico ma, poiché tutte le coppie di fotografie aeree disponibili sono state analizzate mediante stereoscopio a specchi attrezzato con ingrandimenti 3X, è stato possibile utilizzare al meglio anche i voli eseguiti a quote più elevate.

L'analisi fotointerpretativa è risultata molto difficile a causa della densità e della complessa storia evolutiva dei fenomeni di dissesto idrogeologico che interessano in pratica tutta l'area di studio, ma che sono particolarmente concentrati e complessi su gran parte del versante idrografico destro della valle del Sangro. L'idea originale era quella di analizzare ciascun volo per rilevare la situazione esistente all'epoca della ripresa fotografica, in modo da fornire una serie di documenti storici. Questo tipo di approccio si è dimostrato in pratica inapplicabile, poiché molto spesso è stata riscontrata un'oggettiva difficoltà nell'individuare, su tutta la serie di voli disponibili, fenomeni sicuramente persistenti nel tempo, fatto probabilmente dipendente da vari motivi, quali la scala, la qualità e il diverso punto di presa delle foto, o lo sviluppo stagionale della copertura vegetale che può mascherare la superficie del terreno. L'analisi è quindi stata eseguita sulle fotografie del 1975, a scala particolarmente indicata per l'individuazione di elementi geomorfologici anche di piccole dimensioni, e successivamente sui voli eseguiti in epoca posteriore, in particolare quello del 1995, i cui risultati sono stati utilizzati per rappresentare la situazione più aggiornata.

Per i motivi sopra esposti è stato quindi ritenuto più opportuno rappresentare tutti i fenomeni su uno stesso elaborato e classificare quelli dipendenti dall'azione della gravità in funzione dello stato di attività, e presumibilmente quindi secondo la loro età, invece che secondo la tipologia basata sul meccanismo che ne ha originato il movimento. Inoltre, sono state segnalate le eventuali parziali riattivazioni in accumuli di vecchia o antica data ritenuti quiescenti, delimitate le aree instabili e,

nel caso della cartografia di dettaglio al 5.000, evidenziate anche quelle ritenute potenzialmente tali.

Dopo la fase interpretativa è sorto il problema del trasferimento delle informazioni ottenute sulla cartografia IGM al 25.000, problema connesso sia alla loro densità e complessità, che alla difficoltà di adattarle alle forme convenzionali rappresentate sulla base topografica stessa. Per agevolare l'operazione sono state utilizzate come mezzo intermedio le ortofotocarte della Regione Abruzzo, che oltre alla scala con dettaglio superiore offrivano una maggior garanzia di precisione, in quanto derivate dalle foto del 1987 o comunque rappresentanti forme facilmente individuabili sulle foto di altre epoche. Il trasferimento dei dati relativo all'area di dettaglio è stato invece effettuato direttamente sulla CTR al 5.000 della Cassa per il Mezzogiorno.

Successivamente si è proceduto ad un confronto sistematico tra i contenuti delle minute originali e quelli dei documenti bibliografici, che ha permesso di effettuare una revisione critica e di valutare tutte le numerose informazioni originali e bibliografiche in maniera univoca e coerente sull'intero territorio analizzato.

I risultati dell'interpretazione sono stati digitalizzati quindi alla scala 1:10.000. Da questi, con opportune semplificazioni, è stato costruito l'elaborato finale in scala 1:25.000 (Figura 1), il cui scopo è quello di fornire una rappresentazione della distribuzione delle varie forme di dissesto esistenti nell'ambito di tutta l'area analizzata, mentre l'elaborato in scala 1:5.000 (Figura 2) evidenzia con maggior dettaglio la situazione esistente nell'area prevista per l'ubicazione del pozzo.

I dati originali con il dettaglio alla scala 1:10.000 sono stati comunque consegnati in forma digitale, insieme ad una scansione georeferenziata delle ortofoto, in modo di poterli osservare direttamente al video.

4. CONTENUTI DELLA CARTOGRAFIA TEMATICA

Le forme morfologiche rilevate sul territorio sono state espresse nella carta tematica regionale cercando di rendere comprensibile il loro significato ma, tuttavia, riteniamo necessario spiegare i concetti che alcune di queste forme esprimono, descrivendo più estesamente i contenuti sintetici della legenda. L'utilizzatore della carta deve comunque tener presente che nella maggior parte dei casi queste forme dipendono dall'azione della gravità, e che pertanto rappresentano specifici indicatori dello stato di dissesto in atto o potenziale, mentre alcune altre possono essere utili

per comprendere i motivi della loro esistenza o per indicare fenomeni erosivi che talora assumono una rilevante importanza per la loro dimensione o intensità.

4.1. Forme di versante dovute alla gravità

- **“Limite superiore di area interessata da deformazioni gravitative profonde”**. Individua le linee di scollamento di due estesi e potenti collassi gravitativi avvenuti sul basso e medio versante idrografico destro della valle del Sangro. Questi fenomeni, favoriti dalla situazione geologica e strutturale ivi esistente, e sicuramente verificatisi in due fasi successive, hanno coinvolto e dislocato tutte le formazioni del substrato affiorante e creato un lago di frana del quale attualmente sono riconoscibili i depositi terrazzati.
- **“Orlo di distacco”**. Individua la linea di rottura lungo cui è avvenuto un collasso di materiale, litoide o terroso, ed evidenzia la parte topograficamente più elevata del movimento franoso. Nel caso esista una successione di tali forme esse sono solitamente interpretate come linee di scollamento, gradini o lacerazioni, ossia manifestazioni di successive riprese del movimento all'interno del corpo di frana. Talora questa forma può esistere isolata, poiché l'accumulo sottostante è stato smantellato dagli agenti dinamici superficiali e, in questi casi, si presume che possa essersi verificato anche un arretramento sul versante della forma originale dell'orlo di distacco per azione degli stessi agenti (“ciglio di svuotamento o arretramento”). Nelle rocce più competenti le forme dell'orlo o della nicchia, e conseguentemente del fenomeno franoso nel suo complesso, sono spesso controllate da discontinuità tettoniche.
- **“Accumulo di frana antica o paleofrana”**. Il termine individua fenomeni attribuibili ad epoche molto remote, spesso originatisi in condizioni climatiche e geografiche diverse dalle attuali. Caratteristiche comuni a questo tipo di fenomeni sono le grandi dimensioni e la presenza di un evidente controllo tettonico, disgiuntivo e plicativo. In genere esse mostrano di aver raggiunto uno stato di equilibrio, che può tuttavia facilmente alterarsi a seguito di particolari eventi meteorologici o di consistenti e inopportuni interventi antropici, ma sono tuttavia evidenti anche fenomeni riattivatisi abbastanza recentemente. Talora, negli accumuli di dimensioni maggiori possono essere comprese porzioni di serie della o delle formazioni coinvolte nel fenomeno gravitativo, le quali,

avendo mantenuto un assetto abbastanza regolare nonostante la loro posizione alloctona, sono spesso di difficile individuazione direttamente sul terreno.

- **“Accumulo di frana vecchia”**. Sono stati indicati tali quei fenomeni gravitativi avvenuti nel passato, ma in gran parte documentati dalle fotografie aeree consultate e di cui può talora esistere una memoria storica nella popolazione. Questi accumuli, sebbene spesso siano stati rimodellati dalle lavorazioni agrarie o parzialmente obliterati dall’insediamento di vegetazione spontanea, sono ancora facilmente riconoscibili per la loro caratteristica morfologia, sebbene presentino uno stato di generale quiescenza.
- **“Accumulo di frana in atto”**. Definisce la forma della massa coinvolta nei fenomeni gravitativi tuttora attivi. Le frane rilevate presentano dimensioni variabili e in genere appartengono al tipo di scorrimento pur esistendo, in particolari settori, alcuni esempi di frane per colamento.

Tutte le frane di modeste dimensioni, non rappresentabili nella loro forma alla scala adottata, sono state indicate indifferentemente con un simbolo.

Per quanto riguarda la tipologia delle frane, nell’area di studio predominano quelle di scorrimento rotazionale (caratterizzate da un movimento lungo una superficie di taglio), alle quali seguono, in numero nettamente inferiore, le frane per colamento, generalmente rappresentate da fenomeni caratterizzati da un elevato rapporto tra lunghezza e larghezza della forma. Tra le frane segnalate simbolicamente per le loro ridotte dimensioni ne esistono alcune del tipo di crollo, in genere situate in corrispondenza di orli di terrazzi o scarpate acclivi.

- **“Zona instabile”**. Individua le aree ove si assommano più manifestazioni, generalmente puntuali e superficiali, che possono evolversi naturalmente in forme più ampie. Tali manifestazioni, nel loro insieme, determinano una situazione d’instabilità generalizzata del versante, anche se da luogo a luogo lo stato di dissesto può presentare aspetti e caratteristiche diverse in relazione al peso dei processi che lo hanno determinato. Esse sono da considerarsi aree a rischio e rappresentano lo stadio evolutivo della classe potenzialmente instabile sotto descritta. Le zone non esattamente definibili o di modesta estensione sono state rappresentate con un simbolo puntuale, indicante la direzione preferenziale dei movimenti in atto o presunti.

- **“Area potenzialmente instabile”**. Questa classe, inserita solo nella legenda dello stralcio al 5.000, evidenzia le aree ove sono stati individuati solo modestissimi sintomi d’instabilità che non possono essere considerati veri e propri fenomeni in atto, rappresentabili come tali in una delle precedenti distinzioni. Queste situazioni possono trovarsi in posizione isolata, adiacente o parzialmente sovrapposte ad aree evidentemente già compromesse; nel primo caso la loro individuazione risulta relativamente difficoltosa ed è spesso basata su un’interpretazione soggettiva, mentre negli altri è evidentemente più facile prevedere che un’eventuale evoluzione del versante possa coinvolgerle innescando nuovi fenomeni d’instabilità.
- **“Depressione di origine gravitativa”**. Indica la presenza di forme circoscritte e concave, in corrispondenza delle quali esiste una più o meno evidente difficoltà di deflusso delle acque meteoriche. In genere esse sono localizzate all’interno d’accumuli di grandi frane, indipendentemente dalla loro età, e rappresentano fenomeni di collasso avvenuti durante o successivamente all’evento per assestamento della massa mobilizzata. Alcune di queste forme sono state tuttavia individuate anche in aree ove non esiste un nesso diretto con gli effetti prodotti dalla gravità, quindi è probabile che in questi casi esse dipendano da collassi verificatisi nelle rocce del substrato che si riflettono in superficie attraverso la coltre di terreni di deposizione più recente.

4.2. Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

- **“Traccia di alveo abbandonato”**. La forma evidenzia due meandri del corso del Sangro, attualmente inattivi a seguito delle opere di regimazione delle acque di scarico della diga di Bomba.
- **“Tratto di alveo in erosione incanalata”**. Il simbolo rappresenta alcune porzioni di corsi torrentizi soggetti ad erosione lineare, tendente ad approfondirne il letto perché favorita dall’acclività e dalla presenza di materiali facilmente erodibili. Questo tipo di erosione, in molti casi, ha evidentemente favorito la creazione di frane sui versanti situati a monte del tratto inciso.
- **“Aree in erosione profonda per vallecole o calanchi”**. In questa classe sono state rappresentate le aree interessate da forme erosive molto accentuate e caratterizzate da un fitto reticolo inciso, che in terreni prevalentemente argilloso-marnosi arriva ad interessare direttamente le rocce del substrato, creando

“vallecole” e talvolta quelle particolari forme estreme note con il nome di “calanchi”. Queste aree costituiscono i principali bacini d'alimentazione del materiale solido fine trasportato in sospensione dalle acque fluviali e, spesso, anche di alcune vistose frane del tipo per colamento.

- **“Orlo di terrazzo fluviale o lacustre, scarpata di varia natura”**. Nella cartografia tematica al 25.000 sono stati rappresentati in maniera indifferenziata vari tipi di rotture di pendio, poiché agli effetti della stabilità dei versanti esse assumono in pratica la stessa importanza. In prossimità del fondovalle esistono gli orli di terrazzi fluviali originati dalle acque del Sangro, mentre in posizione più elevata sono evidenti quelli lacustri, originati dall'azione delle acque dell'antico lago formatosi per frana, ambedue chiaramente organizzati in più ordini. Sempre con la stessa simbologia sono stati indicate anche le scarpate di varia natura, le quali possono dipendere in alcuni casi da variazioni litologiche e/o elementi tettonici disgiuntivi, in altri da processi d'accumulo o erosivi sviluppatasi all'interno di grandi fenomeni gravitativi, oppure rappresentare alcune scarpate artificiali.

4.3. Forme dovute ad attività antropica

- **“Orlo di scarpata artificiale”**. Questa forma, utilizzata solo nella cartografia tematica al 5:000, segnala la presenza di tagli artificiali connessi alla costruzione della strada di fondovalle Sangro o ad altri movimenti di terra eseguiti per realizzare opere minori.
- **“Cava inattiva, ex cantiere”**. Indica la presenza di alterazioni della morfologia originale per lo sfruttamento di materiali inerti, il loro trattamento, e la creazione di superfici adatte all'inserimento di un cantiere. Queste aree sono situate in sinistra idrografica del Sangro e molto probabilmente sono connesse alla costruzione della Diga di Bomba.
- **“Terreni di riporto”**. Indicano le aree occupate da rilevati artificiali relativi alla costruzione della nuova strada a scorrimento veloce e della diga.

5. RISULTATI DELL'ANALISI

5.1. Analisi regionale

Le situazioni morfologiche esistenti sui due versanti della valle del Sangro sono molto diverse tra loro, poiché mentre sull'occidentale esistono le classiche forme dovute alla gravità in relazione alle caratteristiche ambientali e ai tipi di terreno affioranti, nel versante orientale la situazione si presenta molto più complessa. Vi si riconoscono, infatti, almeno due deformazioni gravitative profonde di versante (*DGPV*), originatesi in epoche remote, sulle quali si sono impostati in successione vari eventi franosi, classificabili da antichi a recenti, alcuni dei quali ancora soggetti ad evoluzione.

Le aree coinvolte dai movimenti gravitativi di massa si estendono dalle pendici del Colle Butino fino oltre il limite settentrionale dell'area studiata, con andamento parallelo al corso del Sangro e alla dorsale del Monte Pallano. Il limite della deformazione topograficamente più alta e cronologicamente precedente è situato all'incirca alle quote 600-650 metri, in corrispondenza dell'evidente rottura di pendio corrispondente al contatto tra il Flysch di Agnone e la sovrastante Formazione Tufillo, mentre quello della deformazione inferiore è mediamente situato alla quota 350 e coincidente per un lungo tratto col piede della scarpata situata a valle della vecchia strada statale Sangritana, che è attraversata da ambedue le linee di taglio nella parte inferiore dell'area rappresentata in carta.

I fenomeni attribuibili ad epoche antiche, sempre caratterizzati da dimensioni molto grandi rispetto a quelle verificatisi in periodi più recenti, sono stati individuati su ambedue i versanti, ma tra questi assumono particolare importanza i due fenomeni situati su quello orientale, tra Colle Butino e l'abitato di Bomba, i cui orli di distacco sono impostati a monte della linea di deformazione superiore e i rispettivi accumuli hanno coinvolto tutti i terreni affioranti fino al fondovalle. La paleofrana situata più a Sud, sul cui fronte è impostata la spalla destra della diga, mostra di aver subito parziali riattivazioni, attribuibili a varie epoche, ma in generale è in gran parte stabilizzata, mentre quella situata più a Nord, che interessa anche la periferia meridionale di Bomba, presenta ancora evidenti ed estesi fenomeni attivi.

Le frane avvenute in periodi più recenti, classificate come vecchie o in atto, sono molto più numerose, di dimensioni e tipologia variabili, e possono essere impostate direttamente su rocce del substrato o su accumuli di frana. Le frane vecchie corrispondono in gran parte a fenomeni preesistenti al 1954, epoca in cui erano attive o già quiescenti, o che hanno assunto uno stato di quiescenza in epoca

posteriore al 1954 ma antecedente il 1995. Le frane in atto possono talvolta rappresentare fenomeni di nuova generazione, ma nella maggior parte dei casi sono riattivazioni di fenomeni già esistenti. Qualora l'evoluzione di un'area franosa sia stata molto veloce ed abbia conseguentemente alterato le varie forme succedutesi nel tempo, in modo da non permettere di riconoscerle integralmente su tutti i voli analizzati, l'insieme è stato generalmente incluso nelle aree instabili, evidenziando al loro interno solo i fenomeni in atto più recenti.

5.2. Analisi di dettaglio

L'analisi dell'area prevista per l'esecuzione del pozzo è stata effettuata utilizzando gli stessi mezzi, ma le informazioni ottenute sono state in questo caso rappresentate con maggior dettaglio ed adattate alla base topografica in scala 1:5.000, evidenziando inoltre anche l'instabilità potenziale di alcune aree che presentano sintomi e/o condizioni generali molto simili a zone attigue, già interessate in varia misura da fenomeni gravitativi.

Come risulta evidente dalla rappresentazione delle condizioni morfologiche esistenti nell'area presa in considerazione per l'esecuzione del pozzo, l'unica zona ritenuta valida a tale scopo è quella situata nella porzione Nord-est, in particolare quella a valle della nuova strada a scorrimento veloce, la quale presenta un basso grado di acclività perché corrisponde ad una superficie terrazzata modellata su rocce a comportamento rigido.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli elementi morfologici desunti dall'analisi fotointerpretativa evidenziano che l'area di studio è stata ed è attualmente interessata da numerosi fenomeni dovuti all'effetto della gravità, in taluni casi anche molto particolari e di vaste proporzioni, dovuti alla costituzione dei terreni, alle loro caratteristiche tecniche, alla situazione strutturale e all'acclività dei versanti. Di conseguenza, indipendentemente dalle forme rilevate e dalla loro caratterizzazione, si deve presupporre che quasi ovunque esistono le condizioni favorevoli al verificarsi di riattivazioni parziali o totali nei fenomeni individuati, anche se ritenuti quiescenti, o al verificarsi di nuovi movimenti gravitativi in aree che attualmente sono ritenute abbastanza stabili non presentando particolari sintomi. Tuttavia, l'evoluzione subita dai versanti durante il periodo analizzato suggerisce che se successivamente al 1995 si fossero verificate delle

modificazioni esse sono più probabilmente avvenute nelle aree già indiziate e che, in caso diverso, sarebbero difficilmente individuabili direttamente sul terreno se non definite da forme particolarmente evidenti.

Comparando le situazioni documentate dai quattro voli storici è stato rilevato che lo stato di dissesto idrogeologico è in generale relativamente migliorato in questo rappresentativo arco temporale, pur restando identiche le cause che esistono alla base della sua origine, e che in alcune situazioni particolari il miglioramento appare addirittura molto evidente. Queste situazioni possono essere sinteticamente così descritte.

- Nelle frane del tipo per scorrimento, almeno nella maggior parte dei casi e in particolare nei fenomeni antichi, non si sono verificati ulteriori coinvolgimenti dei versanti situati a monte dell'orlo di distacco originale, e quindi, non esistendo nuovi apporti di materiali, gli accumuli esistenti sono localmente soggetti ad un'evoluzione naturale, per assestamento interno o per processi erosivi sui bordi dell'accumulo, o nel frattempo hanno raggiunto una situazione di equilibrio per evoluzione naturale, seppur prossima al limite della loro stabilità.
- Le grandi frane per colamento hanno progressivamente ridotto la loro attività, attualmente limitata alla porzione superiore dell'alveo, a causa di una sostanziale diminuzione dell'apporto di materiali dal bacino di alimentazione, dipendente dall'evoluzione del reticolo idrografico che per erosione tende ad anastomizzarsi, riducendo la superficie interessata dai solchi, e a creare versanti meno acclivi. Tuttavia, questo fatto, che al momento sembrerebbe favorevole, potrebbe innescare in futuro un collasso delle zone sovrastanti all'attuale testata con conseguente creazione di uno o più fenomeni gravitativi caratterizzati da forme più vaste delle precedenti.
- Un fattore mitigatore dello stato generale di dissesto è rappresentato dal sostanziale aumento della copertura vegetale erbacea e arbustiva, verificatosi in aree che precedentemente erano completamente nude e conseguentemente soggette ad un maggior grado di erosione. D'altra parte l'aumento della vegetazione spontanea in certe aree è da interpretare anche come un sintomo di processi gravitativi in atto, che impediscono o sconsigliano la loro utilizzazione per colture agrarie o altri scopi.

- La costruzione della Diga di Bomba, ossia la spinta esercitata dalle acque dell'invaso, sembrerebbe aver contribuito in parte ad attenuare lo stato di attività delle frane esistenti lungo le sue sponde.

Firenze, Settembre 2005

Alessandro Ercoli

Legenda

Forme di versante dovute alla gravità

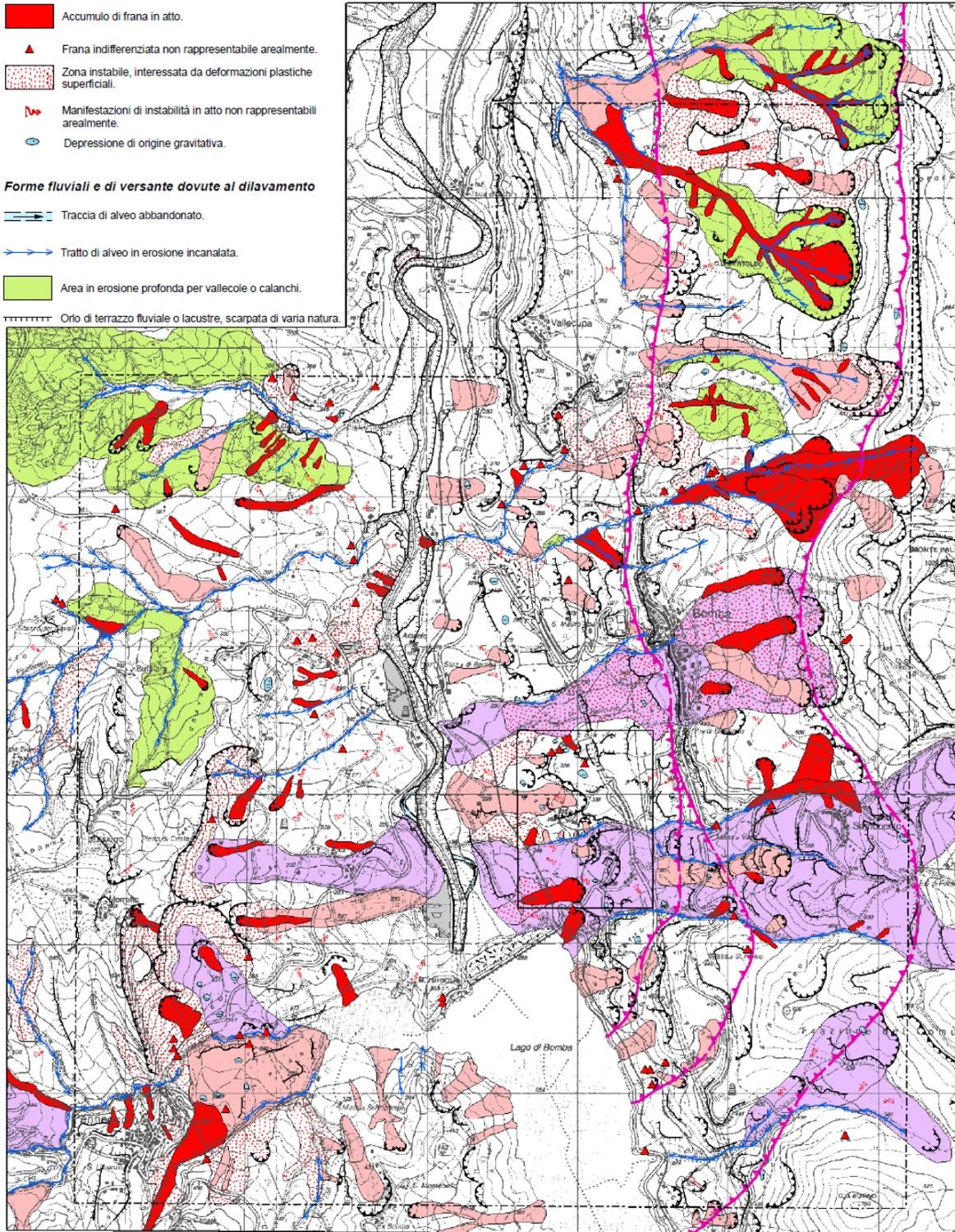
-  Limite superiore di area interessata da deformazioni gravitative profonde.
-  Orlo di distacco di frana, ciglio di svuotamento o arretramento.
-  Accumulo di frana antica o paleofrana.
-  Accumulo di frana vecchia, più o meno stabilizzata.
-  Accumulo di frana in atto.
-  Frana indifferenziata non rappresentabile arealmente.
-  Zona instabile, interessata da deformazioni plastiche superficiali.
-  Manifestazioni di instabilità in atto non rappresentabili arealmente.
-  Depressione di origine gravitativa.

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

-  Traccia di alveo abbandonato.
-  Tratto di alveo in erosione incanalata.
-  Area in erosione profonda per vallecole o calanchi.
-  Orlo di terrazzo fluviale o lacustre, scarpata di varia natura.

Forme dovute ad attività antropica

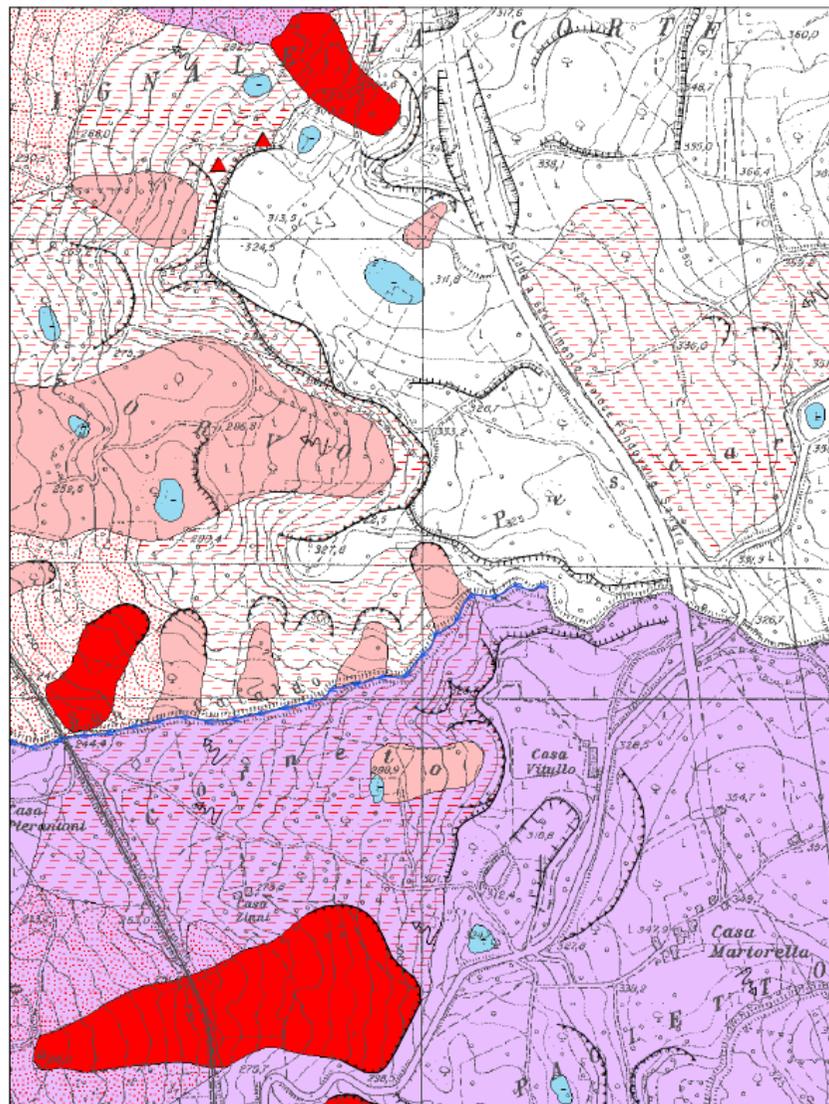
-  Cava inattiva, ex cantiere.
-  Terreni di riporto.
-  Limite del permesso di ricerca "Monte Pallano".
-  Limite dell'area rappresentata in scala 1:5.000 nella figura 2.



CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA "MONTE PALLANO"

CARTA DEI DISSESTI - Scala 1:25.000

Figura 1



CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA
 DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA "MONTE PALLANO"

CARTA DEI DISSESTI DELL'AREA ANALIZZATA IN DETTAGLIO
 Scala 1:5.000

Legenda

-  Orlo di distacco di frana, ciglio di svuotamento o arretamento.
-  Accumulo di frana antica o paleofrana.
-  Accumulo di frana vecchia, più o meno stabilizzata.
-  Accumulo di frana in atto.
-  Frana indifferenziata non rappresentabile arealmente.
-  Zona instabile, interessata da deformazioni plastiche superficiali.
-  Area potenzialmente instabile.
-  Manifestazioni di instabilità in atto non rappresentabili arealmente.
-  Depressione di origine gravitativa.
-  Tratto di alveo in erosione incanalata.
-  Orlo di terrazzo fluviale o lacustre, scarpata di varia natura.
-  Orlo di scarpata artificiale.

Figura 2