

Rischio idrogeologico e sismico nel territorio di Aiello Calabro (Cosenza - Calabria centro-settentrionale) - Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV), grandi frane e debris flow

Alessandro Guerricchio¹, Valerio Biamonte², Antonella Pagnotta³, Maurizio Ponte⁴

¹Ordinario di Geologia Applicata - Dipartimento Difesa del Suolo "V. Marone" - Università della Calabria, E-mail: guerrich@dds.unical.it, Via Ponte P. Bucci, Cubo 44/b, 87036 – Arcavacata di Rende (CS), Tel. 0984.496531, Fax. 0984.496532 (autore corrispondente)

²Ex Borsista Regione Calabria - Dipartimento Difesa del Suolo "V. Marone" - Università della Calabria, E-mail: ingvaleri@libero.it

³Geologo libero professionista, E-mail: antonella.pagnotta@libero.it

⁴Assegnista di ricerca - Dipartimento Difesa del Suolo "V. Marone" - Università della Calabria, E-mail: mauponte@dds.unical.it

Hydrogeological and seismic hazard in the territory of Aiello Calabro (Middle-Northern Calabria Region – Italy) – Deep Seated Gravitational Slope Deformations, big landslides and debris-flows.

ABSTRACT: The stability conditions of the territory of Aiello Calabro (Cosenza), in the Coastal Range (Tyrrhenian Calabria), with particular regard to the DSGSD and big landslides, have been analysed. The study has been carried out by field surveys and aerialphoto interpretations on maps at 1:5000 scale. The geology of the area is characterized mainly by low and high degree metamorphites, igneous rocks, on which transgressive terrains, mainly of Miocene age (Tortonian) rest, affected by orogenic transport. Phyllites or argillites, which represent the "relative basement" terrains, with a "ductile" or plastic mechanical behaviour, prevail; on them other lapideous units tectonically rest. A regional WNW-ESE transcurrent fault, active in the Plio-Pleistocene age, cutting the examined territory, lowers the mechanical resistences of rocks, favouring the instability conditions at various levels. The interaction with ancient DSGSD and big landslides makes this territory particularly susceptible to seismic actions. The changes induced by sudden seismic stress lead, in fact, to a general slackening of the facing surfaces, predisposing them to the devastation of gravitational processes and of the wild waters. Besides, it has emphasized the presence of deposits of a long debris-flow previously interpreted as alluvial deposits; an electrical geotomography, in order to evaluate the thickness of this debris flow has been carried out.

Key terms: Calabria, DSGSD, big landslides, debris-flow

Termini chiave: Calabria, DGPV, grandi frane, debris-flow.

Riassunto

Vengono analizzate le condizioni di stabilità del territorio, le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), le Grandi Frane e le frane p.d. dell'area di Aiello Calabro (CS), nella Catena Costiera della Calabria, mappate a scala di dettaglio.

La geologia dell'area è caratterizzata prevalentemente da litotipi ignei e metamorfici di basso e alto grado, sui quali poggiano terreni trasgressivi, per lo più miocenici (ortoniani), interessati da trasporto orogenico.

Su un "basamento relativo", a comportamento "duttile" e/o plastico, sono tettonicamente appoggiate unità di facies più lapidee. Una faglia trascorrente regionale orientata WNW-ESE, attiva nel Plio-Pleistocene, attraversa il territorio in esame, favorendo condizioni di diffusa instabilità.

Il territorio, pertanto è particolarmente suscettibile alle azioni sismiche, che conducono, infatti, ad un generale

allentamento delle superfici esposte, predisponendole all'azione devastatrice dei processi gravitativi ed alluvionali.

Inoltre, è stato messo in evidenza come alcune zone, che in base a studi precedenti eseguiti erano state classificate come depositi alluvionali, siano in realtà corpi di *debris-flow*, ovvero di colate detritiche.

E' stata, inoltre, eseguita una prospezione di geotomografia elettrica consistente in una elaborazione dei dati resistimetrici con modellizzazione del sottosuolo e restituzione grafica a colori del campo di variazione delle resistività.

1. Premessa

Si analizzano sotto l'aspetto geomorfologico le condizioni di stabilità del territorio di Aiello Calabro (CS), ricadente nel bacino del F. Oliva (Catena Costiera, Calabria Tirrenica) (Fig.1), costituito da unità ignee e metamorfiche su cui

trasgrediscono terreni del Tortoniano-Messiniano, interessati da trasporto orogenico.

Sulle filladi, a comportamento duttile-plastico, poggiano tettonicamente unità lapidee; ciò è il motivo principale, assieme alla incisiva trascorrente regionale WNW-ESE (Fig. 2), dell'esistenza di DGPV e Grandi Frane in quel territorio. Essi sono un grave rischio soprattutto in condizioni sismiche e nelle prossime crisi alluvionali, analogamente a quanto già successo nel F. Oliva, "annegato" da debris flow.

2. Inquadramento geologico e tettonico

2.1 Lineamenti geologici

Nell'area in esame (Fig. 1) (Foglio 236 III NE della Carta d'Italia), affiorano l'Unità di Stilo, l'Unità di Bagni (Amodio Morelli et al., 1976) e le successioni sedimentarie del Tortoniano-Messiniano.

L'Unità di Stilo affiora in klippen (Fig. 1) e consta di un basamento paleozoico formato da plutoniti, da metamorfiti e di una copertura sedimentaria mesozoica.

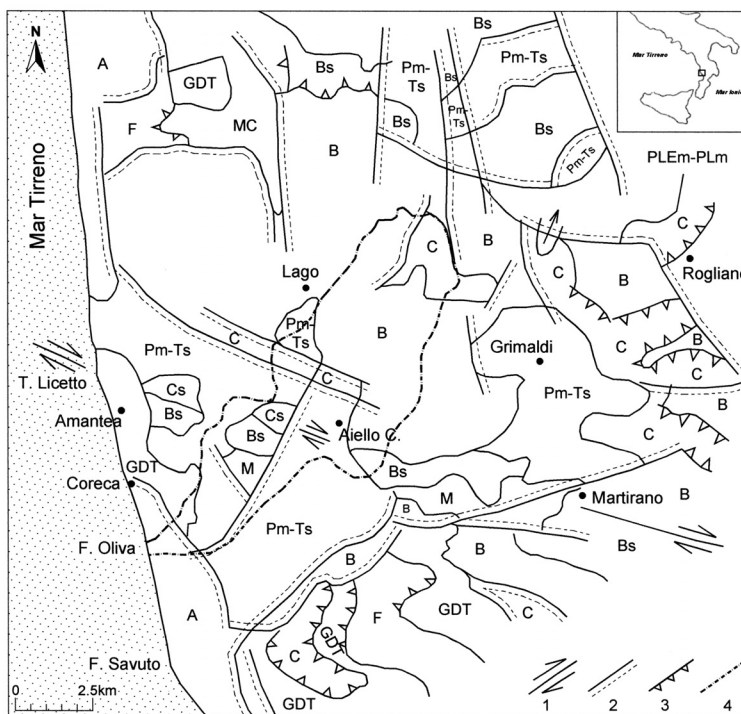


Fig. 1 - Carta geologica schematica - **A**: ghiaie, sabbie, limi e argille delle alluvioni e dei litorali. Olocene - Pleistocene medio-superiore; **PLEm-PLm**: conglomerati, sabbie, calcareniti e argille di litorale, di piattaforma ed alluvionali. Pleistocene medio - Pliocene medio; **Pm-Ts**: conglomerati, areniti, argille, marne, sabbie di litorale, di piattaforma ed alluvionali. Pliocene medio - Tortoniano superiore; **UNITÀ ALPINE**: **C**: micascisti, paragneiss, gneiss occhiadini e tonaliti. Unità di Castagna - Paleozoico; **B**: filladi grigio-scure alternate a metareniti, quarziti, micascisti, porfiroidi. Unità di Bagni - Paleozoico; **GDT**: metabasiti e serpentiniti, calcescisti, filladi e metacalcari. Unità di Gimigliano e Diamante-Terranova - Giurassico - Cretaceo inferiore; **F**: alternanza di argilliti e argilloscisti, quarziti, metareniti e metacalcari. Unità del Frido - Cretaceo; **UNITÀ DELLA SILA**: **M**: micascisti, paragneiss e gneiss occhiadini. Unità di Mandatoriccio - Paleozoico; **UNITÀ DI STILO**: **Cs**: breccie calcaree, calcareniti e calcari cristallini a Ellispactinie. Copertura sedimentaria dei graniti - Giurassico medio; **Bs**: tonaliti e granodioriti a biotite e orneblenda con dicchi felsitici e femici. Unità di Stilo - Paleozoico; **MC**: calcari evaporitici, dolomie cavernose, marne emipelagiche, calciruditi. Unità di M.te Cocuzzo - Triassico.
1: faglie trascorrenti; 2: faglie normali; 3: sovrascorrimenti (i triangoli indicano la parte sovrascorsa); 4: limite di bacino idrografico del F. Oliva

Schematic geological map - A: gravels, sands, silts and clays of alluvials and littorals. Holocene - middle-upper Pleistocene; PLEm-PLm: conglomerates, sands, calcarenites and clays of littoral, platform and alluvials. Middle Pleistocene - middle Pliocene; Pm-Ts: conglomerates, arenites, clays, marls, sands of littoral, platform and alluvials. Middle Pliocene - upper Tortonian; ALPINE UNITS: C: micaschists, paragneiss, augen gneiss and tonalites. Castagna Unit - Palaeozoic; B: gray-dark phillites alternating with metarenites, quartzites, micaschists, porphyroids. Bagni Unit - Palaeozoic; GDT: metabasites and serpentinites, calcschists, phillites and metalimestones. Gimigliano and Diamante-Terranova Unit - Jurassic - Lower Cretaceous; F: alternation of argillites and argilloschists, quartzites, metarenites and metalimestones. Frido Unit - Cretaceous; SILA UNIT: M: micaschists, paragneiss and augen gneiss. Mandatoriccio Unit - Palaeozoic; STILO UNIT: Cs: limestone breccias, calcarenites and crystalline limestones with Ellispactinie. Sedimentary cover of granites - Middle Jurassic; Bs: tonalites and granodiorites with biotite and hornblend with phelsitic and mafic dykes. Stilo Unit - Palaeozoic; MC: Evaporitic limestones, cavernouse dolomites, emipelagic marls, calcirudites. Cocuzzo Mount Unit - Triassic.

1: transcurrent faults; 2: normal faults; 3: thrusts (triangles point out the thrust part); 4: Oliva River hydrographic basin limit

Le metamorfiti constano di unità erciniche date da filladi con intercalazioni di bancate e lenti di metagrovacche e livelli potenti di metacalcari del Devoniano, come in località Ciani (U. di Stilo), e paragneiss di basso e medio grado metamorfico.

Le magmatiti, rappresentate da graniti e granodioriti ercinici, affiorano in maniera discontinua lungo la trascorrente destra WNW-ESE ed alla copertura data dai calcari giurassici a Ellispactinia di C.zo Ciani (Fig. 1). L'Unità di Bagni, costituita da filladi con intercalazioni di micascisti, metareniti, porfiroidi e subordinatamente metabasiti e rare rocce anfibolitiche, affiora estesamente nell'area. Il metamorfismo è nella facies degli scisti verdi. Le filladi sono grigie, lucenti, marcatamente foliate, composte da quarzo, sericite, muscovite e clorite.

Della suddetta unità fanno parte anche scisti quarzoso-sericitici e muscovitici, occasionalmente scisti biotitici o scisti feldspatico-muscovitici e gneiss leucocrati. La scistosità è molto regolare e fitta, marcata da una alternanza di zone biancastre e grigie. Localmente la roccia è minutamente frantumata e argillificata.

Le successioni sedimentarie tortoniano-messiniane, trasgressive sulle unità della Catena Alpina, affiorano in buona parte del territorio, tra cui il centro abitato stesso; dal basso verso l'alto, sono costituite da conglomerati poligenici, arenarie e argille con locali sviluppi di sabbie grossolane di spessore anche notevole (Fig. 1).

Nelle arenarie la stratificazione è ben sviluppata ed evidenziata da intercalazioni centimetriche di limi argillosi. La maggior cementazione, rispetto ai precedenti litotipi, le rende più rigide e, quindi, maggiormente predisposte a fratturarsi. Nelle scarpate di antiche frane la fratturazione favorisce, per fenomeni di "appel au vide", frequenti, drammatici, crolli.

2.2 Inquadramento tettonico

Nell'area di studio si riconoscono varie fasi tettoniche accrezionarie mioceniche producenti l'impilamento delle unità ignee, metamorfiche e sedimentarie, seguite da fasi distensive nel Pliocene e nel Pleistocene.

Una prima fase di sollevamento (iniziata già nel Tortoniano e tuttora in atto) è controllata da un sistema di faglie a direzione NE-SW e WNW-ESE, cui se ne aggiunge, nel Pleistocene inferiore, uno più articolato, tra cui quello N-S, anche se prevalgono faglie con direzione generale NE-SW e ENE-WSW.

Nel tardo Pleistocene le dislocazioni più importanti rimangono: faglie trascorrenti (in parte con componenti normali) in direzione NE-SW e N-S. In particolare, la continuità strutturale della Catena Costiera è interrotta da una trascorrente destra in direzione WNW-ESE (Fig. 2), sicuramente successiva agli eventi deformativi pliocenici, generata dalle compressioni dovute alla subduzione della placca africana. Le fasi di questo intervallo fanno assumere alla Catena Costiera il definitivo assetto geostrutturale generale, lievemente modificato dalla tettonica recente.



Fig. 2 – Immagine Landsat della Catena Costiera meridionale da cui si evince la trascorrente destra WNW-ESE che attraversa il territorio di Aiello Calabro profondamente devastandolo

Landsat image of southern Coastal Range, in which is quite evident the right WNW-ESE transcurrent fault which intersects, deeply devastating the Aiello Calabro territory

3. Cenni di climatologia generale e di pluviometria

Il regime pluviometrico è di tipo mediterraneo, con un periodo piovoso che si estende dall'autunno all'inizio della primavera e con forte riduzione delle piogge nei mesi estivi; le temperature medie annue si aggirano attorno ai 14°.

Alla stazione pluviometrica di Aiello Calabro, attualmente soppressa, ma funzionante per 56 anni, si sono registrati mesi con precipitazioni minime pari a 0mm, mentre la massima precipitazione mensile si è avuta nel dicembre 1969 con 464mm di pioggia e nel 1930, l'anno più piovoso con 1749mm di pioggia.

Il regime idrometrico, per la presenza di estese formazioni impermeabili che regolano uno smaltimento rapido delle acque meteoriche, è strettamente legato agli afflussi meteorici.

4. Il debris flow del F. Oliva

Nel bacino del F. Oliva, orientato ca. NE-SW, tra i più tormentati della Calabria settentrionale, sono attivi scorrimenti e crolli, nonché riattivazioni di antiche frane, che possono talora evolvere in debris flow.

Il F. Oliva nasce dalla confluenza del F. Grande con il T. Maiuzzo, prima di sfociare in mare nei pressi di Campora San Giovanni. La pendenza media dell'alveo è di circa 3°.

La struttura geologico-morfologica della parte medio-alta del bacino, unitamente alla natura dei depositi della piana "alluvionale", indicano una loro origine da debris flow piuttosto che da fenomeni alluvionali (Burton, 1971). La granulometria dei depositi varia, infatti, da monte a valle

Per valutarne lo spessore, è stata eseguita lungo una sezione trasversale una geotomografia elettrica lunga 188m, da cui risulta che le alluvioni antiche si trovano al di sotto dei 25m ed il basamento lapideo oltre i 35-40m (Fig. 4).

Il debris flow del F. Oliva è stato innescato dagli scorrimenti del versante occidentale del M. Faeto (Sorriso-Valvo, 1989, Guerricchio e Rizzo, 1988), ove le filladi mobilitate hanno inclinazioni di ca. 45°; nella vasta scarpata arcuata così originatasi da Timpa di Pagnotta (q. media 770m) a S.ra Saitta, a M. Faeto, fin verso le quote 629 e 562m, in sinistra del V.ne Maiuzzo, sono ancora presenti

numerose DGPV e grandi corpi di frana quiescenti. Tra tutti domina quello di Timpa della Saitta, le cui dimensioni longitudinale e trasversale sono rispettivamente di 1650m e 750m, mentre le dimensioni massime del bacino di frana visto sono di 2500m per 1750m (Fig. 3).

L'esteso debris flow, di lunghezza 4.5km, occupa la località Maricello, Marinella e tutto il fondovalle del F. Oliva, annegando l'antica valle almeno sino all'altezza del Mulino Cino (149m) (Fig. 3). Esso è densamente antropizzato.

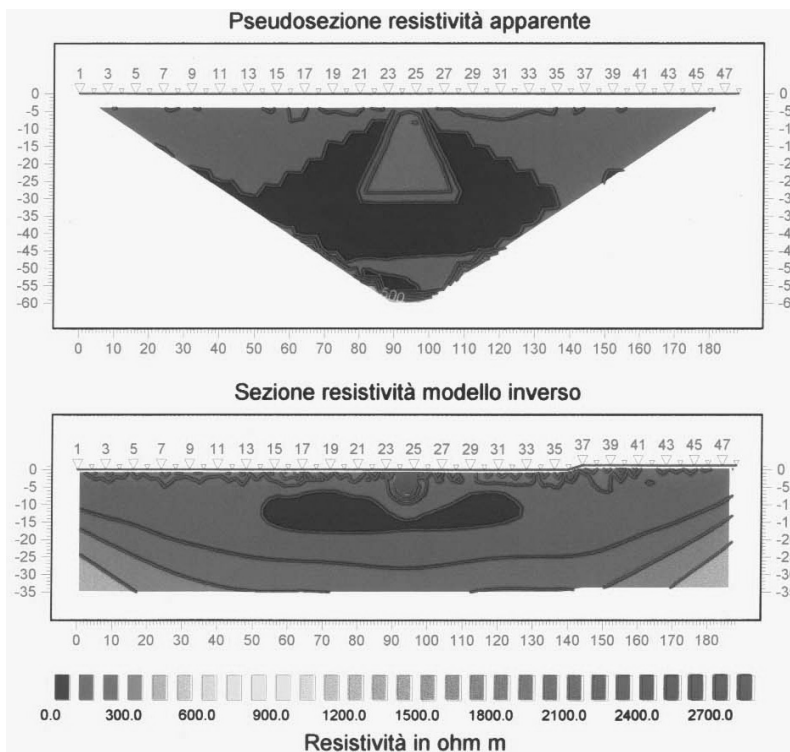


Fig. 4 – Campi di variazione della resistività nel corpo del debris flow del Fiume Oliva
Resistivity variation field in the Oliva River debris flow

4.1 Frane post-medievali nell'area del Castello

Sulla collina di Aiello (608m s.l.m.), a pianta vagamente trapezoidale, si erge un Castello normanno del 1050, dominante l'abitato e la strada verso il mare: la roccaforte naturale spiega come l'impianto avesse solo due torri, non essendo necessario difendere i lati di S e di O inaccessibili (Figg. 5 e 6). Esso è stato distrutto nel fianco meridionale da scorrimenti e crolli tuttora in atto nelle arenarie a cemento calcareo e da qualche spandimento laterale, evolventi in colate e debris flow sviluppatasi nel T. Guarna, innescati forse dai sismi del 1638 e del 1783 in particolare.

4.2 Franosità dell'abitato di Aiello Calabro

Aiello sorge su un rilievo disarticolato da un antico e vasto scorrimento multiplo, la cui scarpata principale, in bancate di arenarie mioceniche a franapoggio di oltre 40° e intercalate da livelli di limi argillosi, è alta 30-35m. Le

arenarie poggiano in continuità su sabbie a loro volta trasgressive sulle filladi diffusamente argillificate ed interessate da DGPV. Dalla suddetta scarpata, per una estensione di circa 90m (Fig. 6), crollano blocchi di svariati metri cubi, sintomi di movimenti attivi più profondi (Figg. 7 e 8), evidenziati pure da un "bulging" e da fessure beanti.

Al coronamento, infatti, due ripiani in contropendenza, presentano rotture a taglio, beanti, per espansioni laterali con iniziali rototraslazioni, attive pure nello sperone "Pizzone", ove prosegue verso N la scarpata principale ora vista.

A conferma della pericolosità da crolli nell'abitato, poi, nella nuova classificazione sismica (O.P.C.M. 3274) Aiello è individuata come zona "1", caratterizzata dai massimi valori di accelerazione da sisma.

Anche nel fianco meridionale del rilievo, l'azione

erosiva del T. Guarna produce nelle soprastanti arenarie deformazioni gravitative profonde (Fig. 3). Al bivio tra la S.S. 108 e la strada comunale si osserva la superficie principale di scorrimento dell'antica DGPV di Aiello, inclinata di ca. 40° verso W, evidenziata da un livello di siltiti grigie fittamente fratturate. Altre rotture smembrano l'antico corpo di frana in unità secondarie, al momento apparentemente "stabili".

All'interno dell'abitato esistono almeno due unità di frana di cui il più basso, nel movimento verso W, protende nel versante di oltre 50m. La sua scarpata di rottura coincide con l'arteria principale del centro storico. Tale corpo, basculato verso SSE, si "impenna" nell'area della P.za Municipio (q. 514,9m); fenomeni analoghi sono attivi anche presso il rione Patricello. Questi aspetti sono molto importanti ai fini della microzonazione sismica.

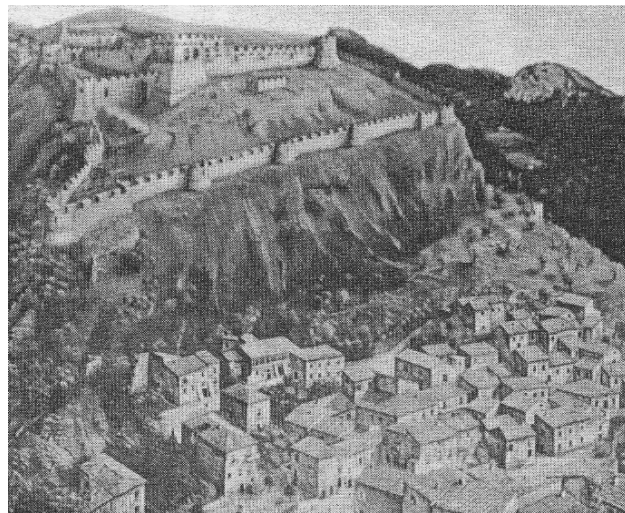


Fig. 5 e 6 – Fig. 5: Iconografia del 1567 in cui si osserva la cinta muraria che continuava fino alla località detta oggi "Pizzone". Fig. 6: Ricostruzione del Castello e dell'abitato di Aiello attorno all'anno 1065

Fig. 5: Iconography of 1567 where the boundary wall, which continued as far as the località nowadays named "Pizzone". Fig. 6: Reconstruction of the Castle and the Aiello Town about the 1065 year

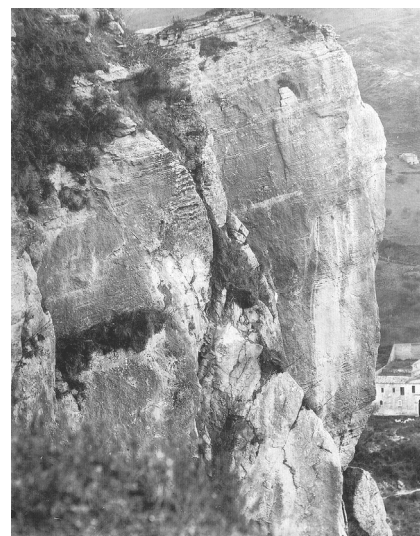


Fig. 7 e 8 – Fig. 7: Il crollo nelle arenarie della scarpata del Castello a monte dell'abitato di Aiello, che seppellì nove persone nel terremoto del 1905. Fig. 8: Il prisma di Pietra Calandia, alta oltre 200m, distaccata dalla montagna da una lesione profonda 80m, larga 2m e lunga 20m, insistente sull'abitato

Fig. 7: The fall of the sandstones in the Castle scarp uphill the town of Aiello, which buried nine people during the 1905 earthquake. Fig. 8: The Pietra Calandia prism, over 200 meters high, detached from the mountain by a fracture of 80 meters depth, 2 meters width and 20 meters length impending on the built-up area

4.3 DGPV, Grandi Frane e loro influenza sulle variazioni del reticolo idrografico

I grandi scorrimenti e gli earth block slides nelle arenarie di località Tuvolo hanno notevolmente spostato verso S il fianco destro del T. Guarna poco prima della confluenza con il F. Oliva, con evidente e anomalo restringimento del suo alveo, così come la grande DGPV del rilievo di quota media 1100m a SE di Monte Faeto ha deviato l'alveo del V.ne Coglionara di ca. 500m verso SO, provocando erosione retrogressiva nel versante settentrionale di C.zo della Neve (Fig. 3). Poco più a N, la medesima DGPV ha vistosamente spostato l'alveo del V.ne dell'Auro, che mostra un andamento arcuato anomalo per il tipo di terreni che esso incide. Analoga deviazione verso S si osserva in località Valle Oscura, nel T. Maiuzzo, ove sono attive grandi DGPV nelle filladi di Timpa Pagnotta (Fig. 3). Un restringimento è poi osservabile nella zona in cui il F. Grande raggiunge la località Maricello.

Presso le "Case Malta" (poco fuori carta), un considerevole ribassamento da rock-block slide degli gneiss occhiadini affioranti in località "La Manca" (poco fuori carta), favorito dalle sottostanti filladi, talora argillificate fino a "gauge", ha spostato il F. Oliva verso SE di oltre 200m. Gli stessi gneiss provocano una interessante deformazione da carico nella formazione duttile-plastica filladica, che viene espulsa. Numerosi sono, infine, i "trenches" nelle aree di distacco di DGPV e di Grandi Frane (Fig. 3).

4.4 Grandi Frane e laghi di sbarramento per frana nel F. Grande

La "Grande Frana" in destra F. Grande, che ha origine nel rilievo Difesa Laghitello (815m s.l.m.), si sviluppa per circa 3km per una larghezza di oltre 750m; presenta numerose depressioni allungate secondo le rotture principali, colmate da depositi lacustri (Fig. 3). Essa ha chiuso temporaneamente la parte alta del F. Grande nel punto di q. 673m. Poco più a S della zona Aria di Lupi, un'altra DGPV densamente antropizzata, lunga 1.5km e larga 1.0km, anch'essa con numerose depressioni colmate da depositi lacustri o di soliflusso, ha momentaneamente sbarrato il F.so di Maricozzo.

Le suddette modificazioni geomorfologiche sono ragionevolmente da correlare al sisma del 1783, di magnitudo pari a $M > 7$. Infatti, né il sisma del 1894, avente lo stesso epicentro di quello del 1783, né gli altri catastrofici sismi del 1638, 1659, 1905 e 1908 produssero gli sconvolgimenti geomorfologici verificatisi nel 1783 (Vivenzio, 1783; Cotecchia, Guerricchio e Melidoro, 1986), anche per la durata delle stesse scosse.

La morfologia dei depositi lacustri del F. Grande è, infatti, molto simile a quella dei corpi di frana e/o dei laghi di sbarramento riconosciuti nella zona epicentrale (Piana di Gioia Tauro) del terremoto del 1783 da Cotecchia, Guerricchio e Melidoro (1986). Lo stesso sisma ha sbarrato il F. Grande alla confluenza con il F. Oliva (località Maricello), originando il "Lago di Aiello" o "Stagno

Turbolo", come fu chiamato, di cui si hanno notizie certe sin dal 1860; esso venne riducendosi ad uno stagno melmoso che scomparve poco dopo. Tra l'altro l'area di Aiello fu sottoposta, al pari di tutto il versante meridionale della Catena Costiera, ad un lungo periodo di intense piogge, che precedettero di poco più di un mese l'evento sismico (Sarconi, 1784, Guerricchio e Ronconi, 1997). Tutti questi fenomeni favorirono l'innescò e/o la rimobilitazione di DGPV e di frane complesse, in atto sin da tempi più remoti, forse intorno ai 10-15.000 anni fa, momento della massima regressione marina della fine del Pleistocene, con conseguente notevole approfondimento del reticolo idrografico.

Le rimobilitazioni dei versanti dell'area di Aiello, che dista circa 75km dall'epicentro del terremoto del 1783, con inneschi di debris flow, variazioni del reticolo idrografico e formazioni di laghi di sbarramento, ben s'accorda con le curve nel diagramma di Keefer (Fig. 9).

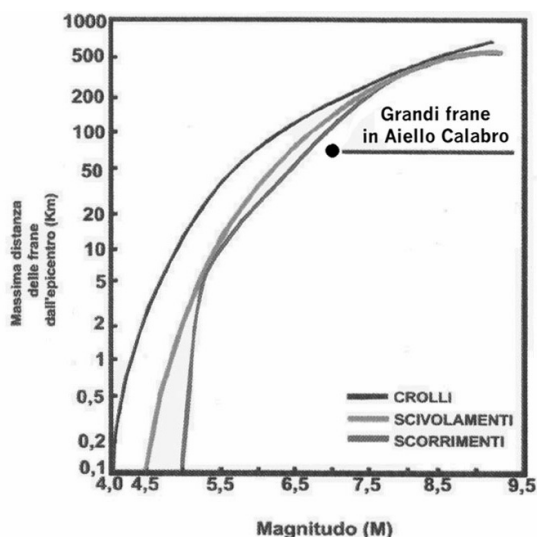


Fig. 9 - Diagramma di Keefer con correlazione tra magnitudo del terremoto e distanza dall'epicentro alla quale si innescano le varie tipologie di frana

Keefer diagram which correlates the earthquake magnitude and distance from epicentre to which various landslide typologies trigger

5. Altre DGPV e Grandi Frane nel territorio di Aiello Calabro

5.1 Zona: Timpa Della Saitta – S.ra Saitta – M. Faeto – C.da Cigliani – Pietra Del Gatto – Maiuzzo

L'intero versante di M. Faeto (1141m), come già detto, è una DGPV, attraversata da solchi di erosione, soprattutto nella parte centrale, che la stanno indebolendo, predisponendola per prossime rimobilitazioni (Fig. 3). Nella sua parte medio-bassa, tutto il corpo di Timpa della Saitta, C.da Tardo, di località Maiuzzo (Fig. 3) è coinvolto da ulteriori grandi frane più recenti, rispettivamente di 1200x500m e 400x400m. Esse convergono verso il T.

Maiuzzo, restringendone molto la precedente sezione; in particolare, il macro-scorrimento rotazionale da NNE verso SSW di Timpa della Saitta e di C.da Tardo, ha spostato l'alveo di oltre 425m, il che spiega l'ampio arco che il V.ne Maiuzzo descrive.

Nella grande frana della Timpa della Saitta depressioni e rigonfiamenti sottolineano un suo comportamento meccanico globale quasi "plastico"; la porzione più orientale di essa, dislocatasi ed "impennatasi" verso SSE, ha creato il risalto morfologico di quota 729,2m (Fig. 3). Va evidenziato che frequentemente sono i depositi eluvio-colluviali a colmare ripiani o conche di antiche frane più che quelli alluvionali fluviali (Burton, 1971), rappresentandone pertanto una sorta di "spie" morfologiche, come nel caso dell'antico scorrimento traslazionale di località Pianette e Campagna. Nel suo corpo, che inizia da q. 950m fino a q. 450m ca., per una lunghezza di almeno 1750m ed un larghezza media di ca. 550m, si riconoscono almeno cinque ordini di ripiani colmati dai suddetti depositi che potrebbero erroneamente attribuirsi a terrazzi fluviali. Più in basso è presente una grande frana a forbice determinata da un movimento antiorario da N a SSE, quasi indeformata nella zona di cerniera, a q. 660m ca., ove inizia la superficie di taglio, che diviene via via più evidente, fin oltre i 100m di altezza, procedendo verso la confluenza con il V.ne Campagna, a q. 370m ca. (Fig. 3).

Poiché le condizioni di stabilità a lungo termine dipenderanno, oltre che dai prossimi eventi meteorologici di picco, anche dall'attività sismica, non è agevole fare previsioni sulle condizioni di stabilità di versanti in queste zone molto antropizzate. In particolare, l'enorme svuotamento della parte sudoccidentale del M. Fageto (Fig. 3) ha messo in crisi la stabilità del resto del versante occidentale dello stesso, dalla località Serra Saitta fino al F.so di Maricozzo, per una lunghezza di ca. 3,5km ed una larghezza di 2,5km (Fig. 3).

6. Conclusioni

Quanto esposto nel presente lavoro evidenzia l'importanza

di inquadramenti geologico-strutturali di larga scala, finalizzati alla vulnerabilità ed alla microzonazione sismiche, basati su corretti modelli di fenomeni morfoevolutivi del territorio. Diversamente, si rischia di sottovalutare la pericolosità sismica di alcune aree soggette in epoca storica a profondi sconvolgimenti. Ad Aiello Calabro perdite di vite umane documentate sono state causate da crolli dalle scarpate sovrastanti l'abitato, durante i terremoti storici del 1638, 1783 e soprattutto del 1905.

Le estese DGPV e Grandi Frane in quel territorio devono collegarsi prevalentemente all'attività della faglia trascorrente destra WNW-ESE, attiva fin dal Plio-Pleistocene nella parte centro-meridionale della Catena Costiera, su strutture geologiche caratterizzate dalla sovrapposizione tettonica di unità lapidee su unità a comportamento geomeccanico plastico-duttile. A ciò va aggiunta l'azione degli eventi meteorici di particolare intensità in particolare agenti a partire almeno dalla forte regressione marina della fine del Pleistocene, allorché massimi furono gli approfondimenti del reticolo idrografico.

Allo stato attuale, qualsiasi intervento di risanamento non sempre rappresenta una soluzione definitiva a medio e lungo termine, mentre sarebbe opportuno evitare di impegnare con insediamenti umani e infrastrutture aree mobilitate con evidenti segni morfologici di instabilità o suscettibili di riattivazioni come i depositi da debris flow "anneganti" la valle del F. Oliva. Inoltre, tali depositi potranno essere rialimentati, come il già ricordato evento di Sarno dimostra.

Va, infine, ricordato che recentemente un ennesimo blocco di svariati metri cubi si è abbattuto sulla circonvallazione di accesso al paese, rendendola inagibile, mentre un altro notevole blocco si è fermato a breve distanza da alcune abitazioni, rievocando, così, i luttuosi crolli occorsi con il terremoto del 1905.

In questa ottica, essenziale diviene la cartografazione a scala tecnica finalizzata alle varie tipologie di instabilità di cui, nel presente lavoro, viene fornito solo uno schema.

Bibliografia

Amodio Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Djetch D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin-Lorenzoni E. & Zappetta A. (1976): L'arco Calabro-Peloritano nell'orogene appennino-aghrebide. *Mem. Soc. Geol. It.*, 17, 1-6.

Boschi E., Favali P., Frugoni F., Scalera G., Smeriglio G., 1995. Massima intensità macrosismica risentita in Italia. Carta in Scala 1:1.500.000. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dip. Prot. Civ., Stab. Tip. Salomone, Roma.

Burton A.N., 1971. Carta Geologica della Calabria alla scala 1:25000. Relazione generale. Cassa per il Mezzogiorno. Servizio Bonifiche, Roma.

Caloiero D., Mercuri T., 1982. Zonazione della Calabria in base alle principali caratteristiche degli eventi alluvionali (1921-70) e allo stato di dissesto del territorio. Estratto da *Geol. Appl. e Idrogeol.* - Vol. XXVII, Bari.

Camassi R., Stucchi M., 1997. NT4. 1.1 Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. Gruppo Naz. Dif. Terremoti del CNR. Roma.

Cornell C. A., 1968. Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 58, 1583-1606.

Guerricchio A. & Melidoro G., 1981. Movimenti di massa pseudo-tettonici nell'Appennino dell'Italia Meridionale. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, XVI, 251-284, Bari.

Guerricchio A., 1985. Fenomeni gravitativi profondi e struttura Geologica dei monti di Fagnano Castello. *Geol. Appl. e Idrogeol.* XX, I, 63-98, Bari.

Cotecchia V., Guerricchio A., Melidoro G., 1986. The geomorphogenetic crisis triggered by the 1783 earth-quake in Calabria (Southern Italy). *Int. Symp. on Eng. Geol. Probl. in Seism. Areas*, 5, 31-100, Bari.

Guerricchio A. & Rizzo V., 1988. Processi deformativi nelle arenarie mioceniche di Aiello Calabro (Calabria Settentrionale). Proposta per un monitoraggio in continuo. *Convegno S.C.A.I.*, 1-6, Bologna.

Guerricchio A. & Mastromattei R., 1991. Rischio geologico da movimenti gravitativi profondi del

- versante su cui ricade l'abitato di Plataci (Calabria ionica settentrionale). *Geologia Applicata e Idrogeologia*, XXVI, 293-320 e 2 tavv., Bari.
- Guerricchio A. & Ronconi M. L., 1997. The geomorphic modifications produced by the 1783 Calabrian Earthquake on the coastal slope of San Lucido (Tyrrhenian Calabria). *Geol. Appl. e Idrogeol.*, XXXII, 99-120, Bari.
- Guerricchio A. & Zimmaro S., 1999. Valutazioni di rischio e analisi dei fattori influenti, finalizzate all'individuazione delle soglie di innesco nei debris-flow mediante un approccio semiquantitativo. *Atti 20° Corso in: Tecniche per la Difesa dall'Inquinamento*, 200-216, Guardia Piemontese (CS).
- Guerricchio A., 2000. La fragilità del territorio dell'Italia centro-meridionale desumibile da immagini da satellite. X Congresso Nazionale dei Geologi, International Conference, 443-482, Roma.
- Guerricchio A. & Zimmaro S., 2000. Il monitoraggio satellitare GPS di elevata precisione applicato alle deformazioni gravitative: i casi di Verbicaro e S. Lucido (Cosenza, Calabria tirrenica). X Congresso Nazionale dei Geologi, International Conference, 39-53, Roma.
- Ietto A., Bifulco N., Calcaterra V., Del Pizzo A., Del Rem., Gianni A., Pappone G., 1981. Calabria, strutture tettoniche e sismicità. *Mem. Soc. Geol. It.*, 4, 121-126.
- Keefer D., 1984. Landslides caused by earthquakes. *Geol. Soc. of America Bulletin*, 95, 406-421.
- Mercalli G., 1987. I terremoti della Calabria meridionale e del Messinese. *Monografia sismica regionale*. *Mem. Soc. Geol. Delle Scienze*, detta dei XL, 3, 21.
- Sarconi M., 1784. Osservazioni fatte nelle Calabrie e nella frontiera di Valdemone sui fenomeni del tremuoto del 1783 e sulla geografia fisica di quelle regioni. *R. Acc. Sc. E delle Belle Lett.*, Napoli.
- Sorriso-Valvo M., 1989. I fan delta, le conoidi alluvionali e la tettonica in Calabria. *Sviluppo*, 58, 23-27.
- Varnes D. J., 1978. Slope movements types and processes. In Schuster R. L., Krizek R. J. (Eds)-*Landslides analysis and control-National Academy of Science, Transportation Research Board Special report 176*, Washington D. C., 11-33.
- Vivenzio G., 1783. *Istoria e teoria de' tremuoti ed in particolare di quelli avvenuti nella Provincia della Calabria Ulteriore e nella città di Messina nell'anno 1783. e di quanto nella Calabria fu fatto per lo suo risorgimento fino al 1787. Preceduta da una teoria ed istoria generale dei tremuoti*. II Edizione, Stamperia Reale, 2 vol., Napoli.