

“CON PASSO SICURO”

STATO DELL'ARTE E NUOVE PROPOSTE
PER UN ESCURSIONISMO CONSAPEVOLE E SICURO

ATTI DEL CONVEGNO DI SANTA MARGHERITA LIGURE 23 SETTEMBRE 2010



CLUB ALPINO ITALIANO
COMITATO SCIENTIFICO LIGURE PIEMONTESE

2010

VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO LUNGO LA RETE ESCURSIONISTICA DEL PROMONTORIO DI PORTOFINO (ITALIA)

Francesco Faccini¹ con il contributo di Alberto Girani² e Francesco Olivari²

¹Università degli Studi di Genova, DISAM

²Ente Parco di Portofino

INTRODUZIONE

Il crescente interesse verso l'ambiente naturale e le sue risorse e l'aumentata pratica di discipline sportive all'aria aperta (Motta, 2007) hanno determinato una maggiore presenza antropica in aree caratterizzate da un assetto geografico-fisico che può presentare condizioni di pericolosità.

Lo svolgimento di queste attività è influenzata infatti, in larga parte, dalle peculiari condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e climatiche del territorio. La componente umana non sempre ha la piena consapevolezza delle dinamiche naturali e soprattutto dell'eventualità di trovarsi in condizioni di rischio.

Ad aggravare situazioni di pericolosità geomorfologica e di vulnerabilità dell'elemento umano possono contribuire anche i cambiamenti climatici in atto: l'intensificazione dei processi geomorfologici e l'aumento di eventi estremi rendono pericolose situazioni altrimenti poco rilevanti.

Come nel caso degli altri parchi regionali e nazionali, in questi ultimi decenni anche nel Parco di Portofino si è registrata una crescente espansione dell'attività escursionistica: in tutto l'anno sportivi, frequentatori stagionali e occasionali percorrono i numerosi sentieri.

Il rischio geomorfologico in aree turistiche può essere determinato dalle pericolosità naturali, legate alle dinamiche di superficie e dalla vulnerabilità turistica, intesa come criticità dei sentieri e vulnerabilità dell'elemento umano (Brandolini *et al.*, 2007).

Per le caratteristiche geografico-fisiche s.l. il Promontorio presenta diverse situazioni di pericolosità geomorfologica, specialmente nel settore meridionale e occidentale, dove si rilevano fenomeni attivi.

La gran parte della rete viaria pedonale è stata realizzata dal periodo medioevale, come collegamento tra i centri religiosi del Promontorio, come l'abbazia di San Fruttuoso, di San Girolamo

della Cervara, di San Nicolò di Capodimonte e l'Eremo di S. Antonio di Niasca; altri sono stati realizzati in tempi più recenti, con funzioni belliche (Batterie e Passo del Bacio) o per scopi acquedottistici (Sentiero delle Caselle).

I dati forniti dal Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico nel periodo 1999-2009 evidenziano che sul Promontorio sono condotti circa 5 interventi all'anno, con maggiore frequenza nel periodo maggio-settembre, soprattutto lungo i sentieri che portano a San Fruttuoso.

L'elemento umano appare spesso sprovvisto di adeguate capacità, sotto il profilo fisico-tecnico e scientifico-culturale, quindi non pienamente consapevole delle situazioni di pericolo che può dover affrontare. E' quindi indispensabile attivare interventi mirati a ridurre la pericolosità geomorfologica, la vulnerabilità del percorso e dei suoi fruitori.

CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE E GEOLOGICHE DEL PROMONTORIO

Il Promontorio di Portofino, ubicato circa 25 km ad E di Genova, rappresenta una zona di pregio naturalistico e ambientale, tale da risultare tutelata dal 1935; i confini del Parco Naturale Regionale di Portofino sono stati ridefiniti nel 2001 (fig. 1).

L'orografia è caratterizzata da una dorsale che interrompe la continuità della costa fra il capoluogo ligure e Sestri Levante, con una forma riconducibile a un trapezio e con un'elevazione orografica rappresentata dalla dorsale, orientata NO-SE, contraddistinta dall'allineamento di M. Tocco (471 m), M. di Portofino (609 m), M. delle Rocche (506 m), M. Croci di Nozarego (390 m) e M. Brano (310 m).

Il clima è Mediterraneo, con estate secca e inverno mite, lunghi periodi di insolazione; fattori quali altitudine, esposizione, umidità dell'aria e copertura vegetale determinano microclimi anche molto differenziati. Il massimo di piovosità si rileva in autunno, il minimo in estate: l'altezza di

precipitazione media annua è variabile tra 1200 mm sul mare fino oltre 1700 mm a 600 m s.l.m.

La temperatura media annua varia tra 15°C sulla costa fino a 13° C alle quote più elevate, con massimo estivo di 23-24°C e minimo invernale di 7-8°C (Faccini *et al.*, 2008).

Il Promontorio è caratterizzato dalla Formazione del Conglomerato di Portofino, mentre alla radice compaiono i Calcari del M. Antola. Il contatto tra le due formazioni è oggi ritenuto una superficie tettonica che salda le due formazioni secondo una direzione ONO-ESE.

Il Conglomerato di Portofino è caratterizzato da clasti di calcare marnoso con dimensioni da centimetriche a metriche e in subordine da arenarie; meno frequenti sono altri litotipi, tra cui ofioliti, calcari, diaspri e radiolariti, gneiss granitici, gneiss quarzoso-micacei, micascisti, scisti verdi (Giammarino *et al.*, 1969; Giammarino,

Messiga, 1979). La matrice che lega i componenti del conglomerato è arenaceo-calcareo e in qualche raro caso esso si individua in bande di debole potenza e di limitata estensione.

Il complesso conglomeratico presenta giaciture variabili: presso la zona di Portofino l'immersione è verso SSO, nella zona di San Fruttuoso l'immersione è verso S, mentre al limite occidentale, presso Punta Chiappa, si rileva immersione verso SE. Le inclinazioni non superano 20°.

Sono riconoscibili due grandi sistemi di fratture, talora passanti a faglie, che hanno direzione NO-SE e NE-SO, la cui sovrapposizione genera lo smembramento della roccia in blocchi a sezione romboidale. La Formazione è datata genericamente all'Oligocene in mancanza di dati paleontologici più precisi.

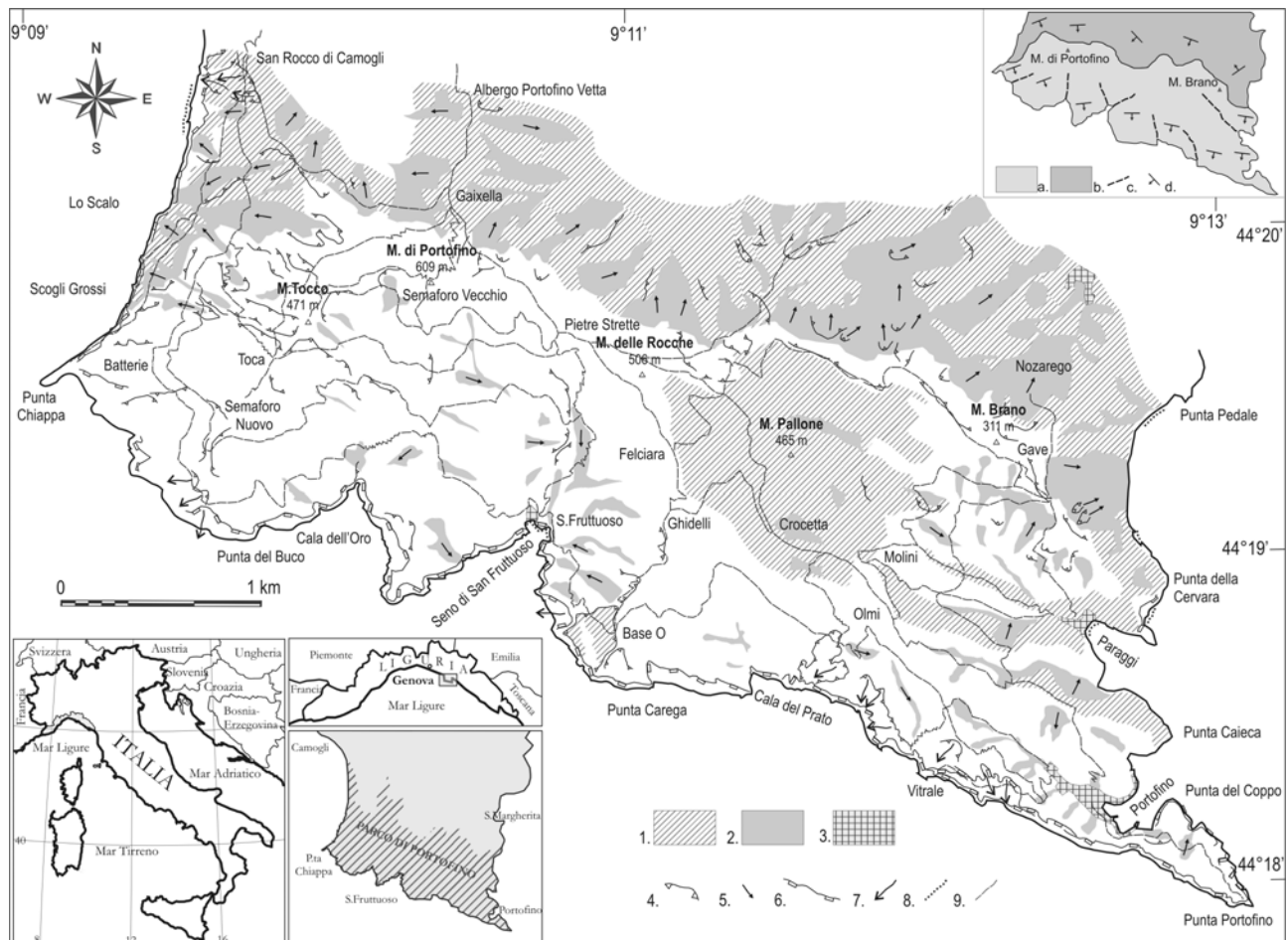


Fig. 1 – Schema geomorfologico del Promontorio di Portofino: 1. Deposito colluviale; 2. Frana e coltre detritica; 3. Zona urbanizzata; 4. Scarpata di frana; 5. Direzione di movimento; 6. Scarpata di falesia marina; 7. Crollo in roccia; 8. Spiaggia; 9. Sentiero escursionistico. Schema geologico del Promontorio di Portofino: a. Conglomerato di Portofino; b. Calcari del M. Antola; c. Faglia; d. Giacitura di strato.

I Calcari del M. Antola, datati al Cretacico sup.-Paleocene, sono un Flysch costituito da calcari marnosi e marne calcaree grigie in banchi, con alternanze di argille marnose, arenarie e calcareniti. L'assetto strutturale del flysch è condizionato dalle diverse fasi deformative subite, sia duttili sia fragili; alla mesoscala nel Promontorio si può individuare un motivo plicativo caratterizzato da strutture serrate con vergenza verso SSO e asse orientato ONO-ESE.

RISULTATI

Valutazione della pericolosità geomorfologica

La pericolosità geomorfologica è la probabilità che si verifichi un evento di una data intensità in un determinato tempo di ritorno. Per la valutazione della pericolosità è quindi necessario identificare i fenomeni geomorfologici ed i processi che ne derivano, lo stato di attività e la potenzialità degli eventi.

Il Promontorio di Portofino è esposto al mare aperto con un'apertura di quasi 100° tra la costa francese a O e quella Toscana a E, con l'interferenza principale del sistema insulare Corsica-Sardegna e quella minore delle isole Baleari e delle isole Elba, Capraia, Pianosa e Gorgona.

Il settore di traversia comprende venti da SO, S e SE: il *fetch* da Libeccio mostra estensione fino a quasi 600 miglia e inizia dalle coste dell'Algeria, determinando massime condizioni di energia d'onda. Condizioni meno intense si verificano da SE (Scirocco), dove i venti iniziano dalle coste della Sicilia con *fetch* di quasi 400 Miglia. I valori massimi d'altezza d'onda (superiori a 6 m) sono occasionali e ristretti al settore di Libeccio, quelli più rappresentativi sono tra 0,25 e 1 m e in subordine tra 1 e 2 m.

La porzione frontale del Promontorio e quella occidentale presentano versanti molto acclivi legati alla dinamica geomorfologica dovuta all'azione del moto ondoso. Le falesie che bordano con continuità questi settori sono attive e presentano altezze comprese tra 25 e 50 m, ma possono raggiungere anche valori superiori, come nelle località Punta del Buco, Punta Carega e Vitrale. La loro inclinazione è variabile: in media oscilla tra 45° e 65°, ma sono presenti pareti rocciose verticali e settori con inclinazioni di 30°. Frane di crollo si osservano diffusamente in corrispondenza delle falesie che mostrano in genere altezze maggiori di 10 m, soprattutto nel versante S, evolute per modellamento dovuto alla gravità, come nel caso delle pareti rocciose delle località a S di M. Tocco, nel settore orientale della

Baia di San Fruttuoso, alla Cala del Prato e al Vitrale. Scarpare di frana sono ben evidenti lungo il versante occidentale dell'allineamento di crinali M. Tocco - M. di Portofino: tali forme rappresentano la superficie di attivazione dei noti movimenti franosi ubicati tra S. Rocco, Mortola e S. Nicolò (De Stefanis *et al.*, 1984; Terranova, 1999; Brandolini *et al.*, 2007).

Le coperture sciolte, in genere di spessore sottile e natura prevalentemente eluviale, si rilevano nelle aree conformate ad impluvio, quali, ad esempio, il vallone di San Fruttuoso (Faccini *et al.*, 2008).

I versanti che degradano verso N e verso il Golfo del Tigullio presentano morfologia più dolce e sono caratterizzati da vaste coperture sciolte, in gran parte derivanti da frane successive alla messa in posto dei Conglomerati, spesso dovute alle diverse caratteristiche geomeccaniche di questi rispetto al sottostante Flysch calcareo-marnoso.

Alcune frane presenti nell'area sono storicamente conosciute e attive in tempi recenti, come nel caso delle Gave, e possono rappresentare fattori di rischio per gli insediamenti antropici e per il flusso di escursionisti che gravitano su questa porzione di territorio.

Fenomeni rapidi si possono innescare in corrispondenza dell'alveo dei corsi d'acqua, spesso occupato da depositi sciolti. A causa dell'acclività dell'alveo e dello spessore di materiale sciolto, in corrispondenza di piogge intense e di breve durata si possono innescare colate detritiche che hanno già causato in passato danni ad edifici e perdita di vite umane (Faccini *et al.*, 2009).

Valutazione della vulnerabilità escursionistica

La vulnerabilità esprime il grado di perdita determinato su un elemento a rischio e dipende dal tipo di elemento a rischio e dall'intensità del fenomeno naturale. Nel caso di vulnerabilità turistica s'intende l'insieme delle componenti che riguardano il sentiero escursionistico e il profilo dell'escursionista. Pertanto, oltre alle componenti tipiche dell'infrastruttura, la vulnerabilità turistica include aspetti inerenti i flussi turistici e la tipologia del fruitore.

Il Parco di Portofino è caratterizzato da una rete di sentieri con uno sviluppo superiore a 70 km, su pendii che presentano acclività spesso superiore a 100%, tra il livello del mare e 600 m di quota. Nel caso in esame la vulnerabilità turistica è valutata attraverso due sistemi diversi: è esaminato sia il flusso turistico in corrispondenza di apposite stazioni di monitoraggio, sia il numero di incidenti occorsi nell'area protetta.

Nel primo caso sono utilizzati i dati ottenuti con il progetto eco-contatori attivato dal parco dal 2006 in località Pietre Strette e ampliato dal 2009 con le stazioni di monitoraggio nelle località Fornelli, Via dei Tubi, Caselle, Passo del Bacio, Base 0, Prato e Molini; il transito a Pietre strette è attestato su una media di quasi 80.000 passaggi/anno (circa

220 passaggi/giorno). Località come Pietre Strette, Fornelli e Molini hanno rilevato punte di oltre 1000 transiti/giorno e, fatta eccezione per la Via dei Tubi, nelle restanti aree si rilevano picchi superiori a 500 passaggi/giorno (fig. 2).

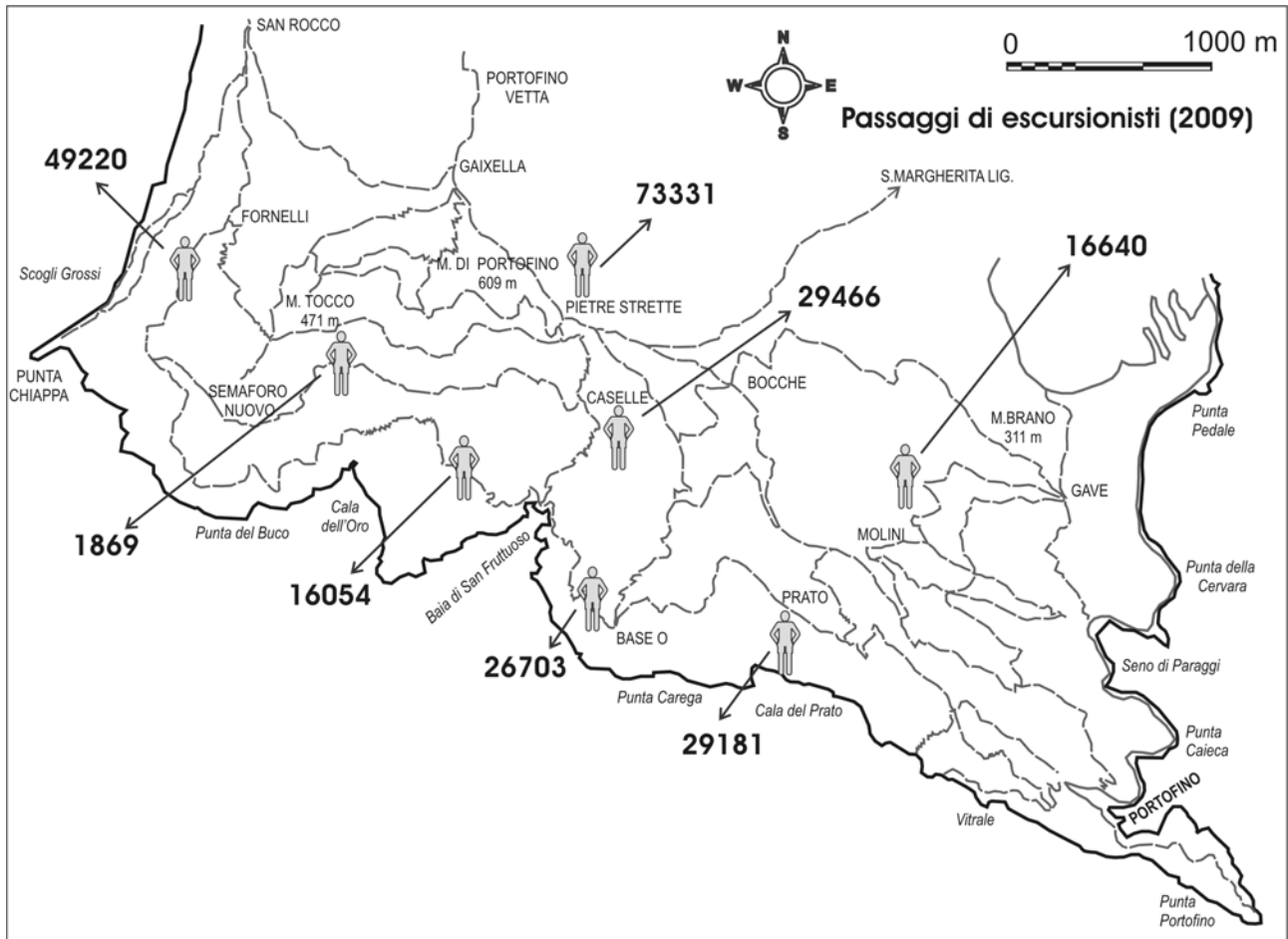


Fig. 2 – Numero di escursionisti rilevati lungo i sentieri del Parco nel 2009 (fonte: Ente Parco Portofino)

Nel secondo caso sono stati analizzati i dati ottenuti dalle schede compilate dal Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico nel periodo 1999-2009 (fig. 3). Complessivamente sono emersi i seguenti aspetti: nel periodo considerato si ottiene una media di 5 soccorsi/anno, con valori massimi di 7 soccorsi (2002, 2003 e 2004) e minimi di 2 (2001); nel 57% dei casi si tratta di donne e nel restante 43% uomini; la fascia d'età coinvolta comprende persone adulte, tra 31 e 65 anni, anche se sono stati condotti soccorsi a ragazzi e anziani; i soccorsi sono distribuiti in tutti i giorni della settimana, anche se il valore modale indica prevalenti giovedì e venerdì; i soccorsi sono distribuiti su tutti i mesi dell'anno, con maggiore

concentrazione per il periodo tra maggio e settembre; i soccorsi sono stati registrati in diverse aree del Parco, ma il valore modale (38%) riguarda il tratto pedonale a O di San Fruttuoso; i soccorsi sono stati condotti con ogni condizioni meteorologica, da tempo sereno a pioggia intensa.

Valutazione del rischio geomorfologico

La valutazione del rischio consiste nella combinazione d'informazioni tra la pericolosità di un fenomeno e l'entità del danno, quest'ultimo determinato dal prodotto tra vulnerabilità e il valore degli elementi a rischio, secondo la nota relazione: $R = H \cdot V \cdot E$.

In termini di rischio geomorfologico applicato ai sentieri escursionistici questa relazione è stata

modificata in funzione sia della pericolosità geomorfologica sia dei molteplici aspetti legati alla vulnerabilità turistica (Brandolini *et al.*, 2006). In questo caso si valuta il rischio conseguente attraverso due metodi: il primo prevede l'incrocio delle dinamiche geomorfologiche con la rete sentieristica, tenuto conto qualitativamente della presenza di escursionisti; il secondo con l'applicazione in forma semplificata della tecnica ad albero degli eventi, valutando la probabilità di accadimento in considerazione degli incidenti occorsi e dei flussi di transito. Con entrambi i sistemi si ottiene un valore di rischio più elevato lungo alcuni tratti di sentiero nel settore meridionale del Promontorio, determinato sia dalle dinamiche geomorfologiche (scarpate attive, falesie, colate rapide) sia dalla vulnerabilità escursionistica. Senza considerare il sentiero delle Caselle, oggi aperto al transito solo dietro

autorizzazione e con le guide del Parco (Faccini *et al.*, 2007), il maggiore rischio si osserva lungo il tracciato a O di San Fruttuoso (Passo del Bacio), dove si può calcolare una probabilità di accadimento di $1,3 \cdot 10^{-4}$; sempre lungo i sentieri del versante meridionale si sono calcolate probabilità di accadimento dell'ordine di 10^{-5} , mentre solo nel settore N si sono ottenuti valori dell'ordine 10^{-6} . Una prima comparazione tra rischio valutato e rischio accettabile attraverso linee guida internazionali (Nielsen *et al.*, 1994) sembra indicare una situazione al limite, tenendo soprattutto in considerazione che la percorrenza lungo la rete sentieristica non avviene in tutti i giorni dell'anno e che gli incidenti non sono soltanto svolti dal Corpo Nazionale di Soccorso Alpino.

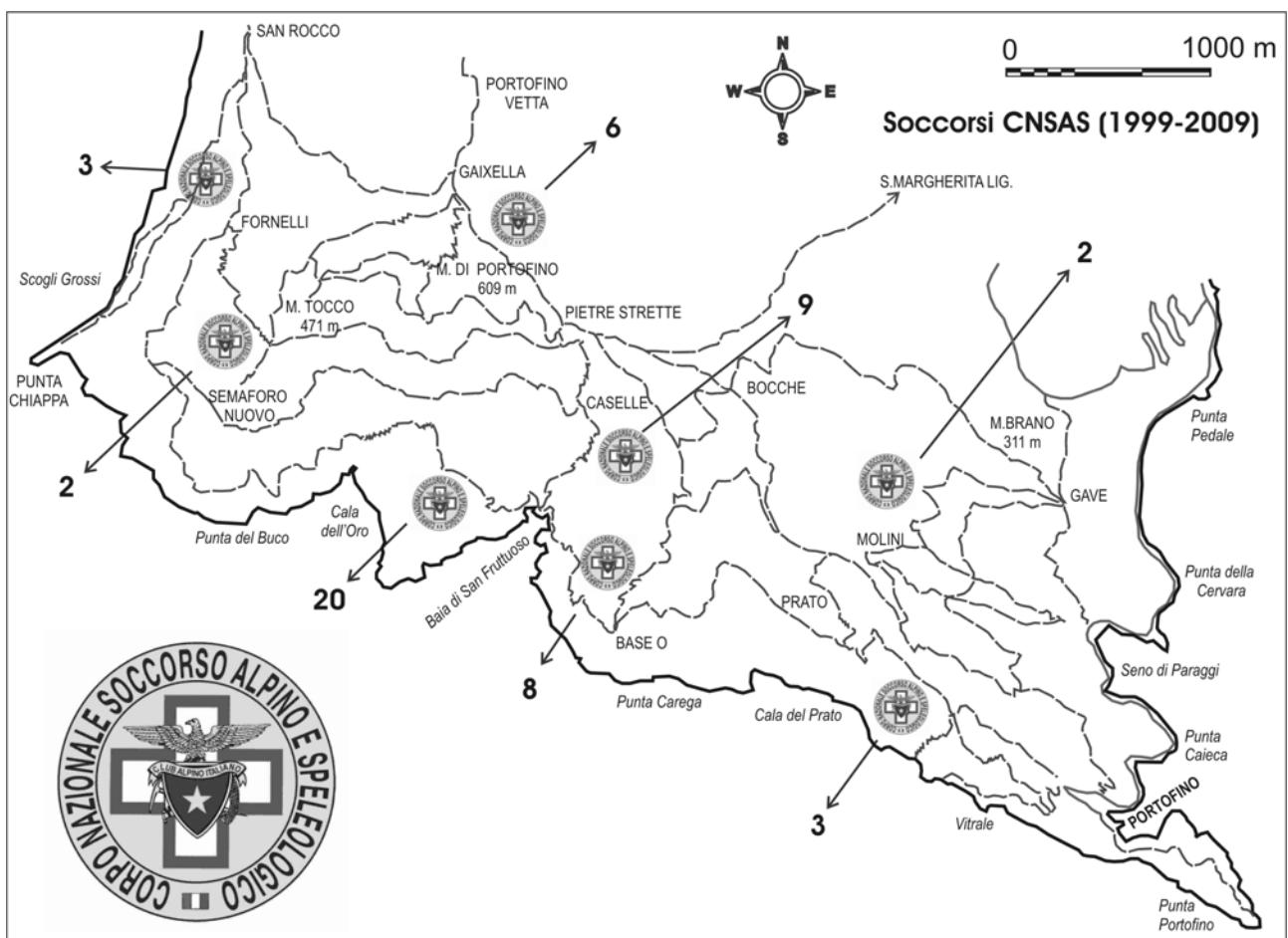


Fig. 3 – Soccorsi da parte del C.N.S.A.S. nel periodo 1999-2009

CONCLUSIONI

Per mitigare il rischio si ritiene indispensabile intervenire sui fattori di vulnerabilità turistica descritti, attraverso un miglioramento della rete sentieristica e la realizzazione di una campagna di educazione ambientale.

Si prefigura pertanto fondamentale la programmazione, da parte degli Enti pubblici interessati, di interventi strutturali e informativi, atti a sensibilizzare gli escursionisti per le diverse attività proposte nell'ambito della promozione turistica. Tra gli interventi sul territorio ritenuti prioritari a garantire un aumento delle condizioni di sicurezza è necessario proseguire le attività di periodica manutenzione dei sentieri, la

sistemazione di strutture di protezione, l'apposizione di una specifica segnaletica, visibile anche in condizioni meteorologiche non favorevoli, nella quale può essere indicato anche il comportamento da adottare lungo i sentieri e le caratteristiche di questi ultimi.

La campagna d'educazione ambientale può essere sviluppata a diversi livelli, dall'informazione presso centri scolastici fino alle associazioni sportive ed agli enti morali; essa comprende innanzitutto la realizzazione e la diffusione di testi scientifico-divulgativi corredati da carte tematiche esplicative degli itinerari in rapporto all'ambiente naturale e ai processi dinamici che lo caratterizzano (fig. 4).

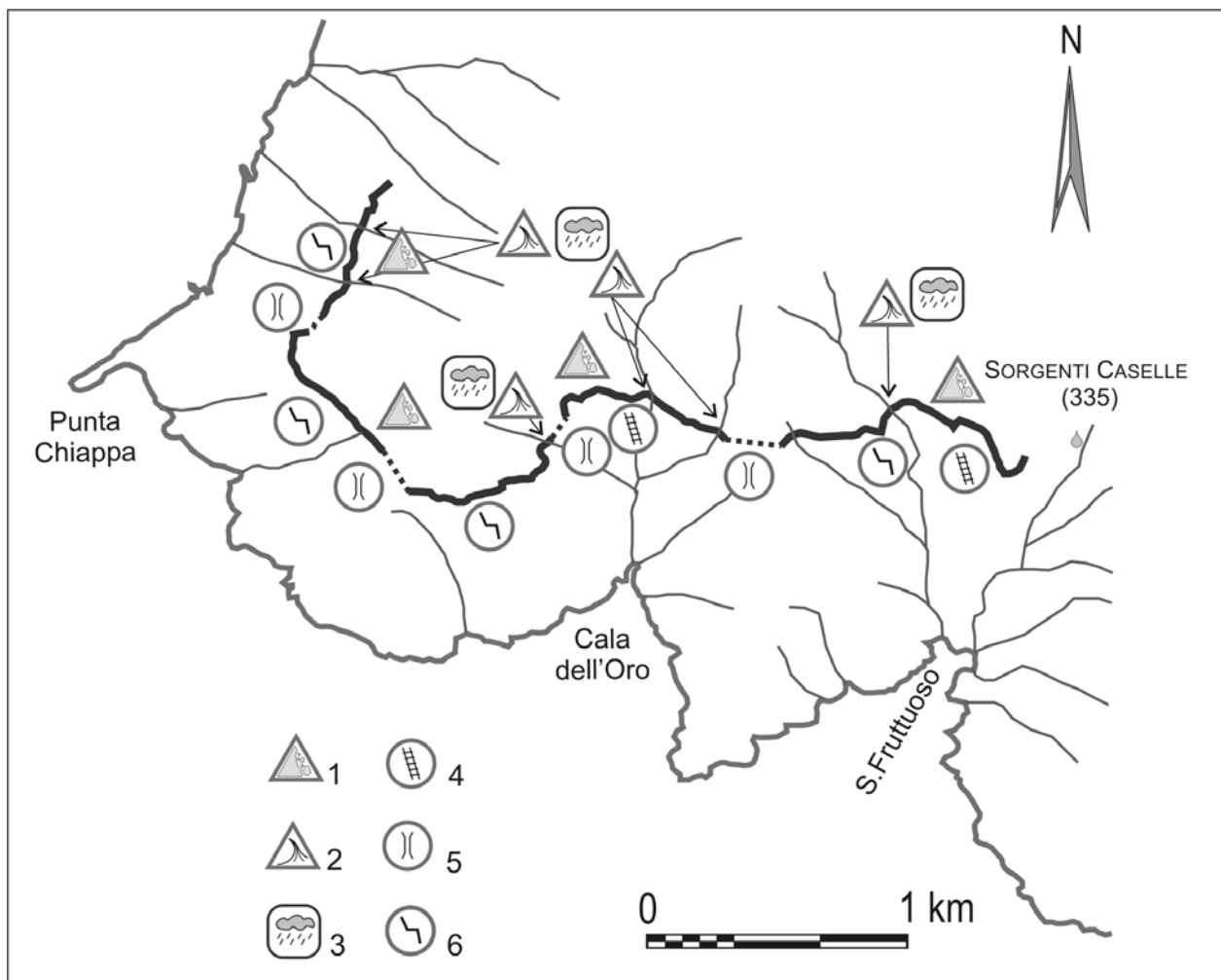


Fig. 4 – Schema di carta geoescurionistica lungo la “Via dei Tubi”: PERICOLI GEOMORFOLOGICI - 1. Crollo e ribaltamento in roccia; 2. Colata detritica; 3. Condizione meteorologica innescante (pioggia molto forte). VULNERABILITÀ TURISTICA - 4. Sentiero attrezzato; 5. Galleria artificiale; 6. Sentiero stretto su versante molto acclive.

Un utile supporto è offerto dalle carte geoescurionistiche nelle quali sono rappresentate (Pelfini *et al.*, 2007): a) le situazioni di pericolo geomorfologico; b) le caratteristiche del sentiero e le situazioni di vulnerabilità; c) le condizioni climatiche che possono aggravare e/o innescare situazioni di pericolosità e vulnerabilità già presenti; d) le principali emergenze turistiche nel territorio.

Nell'ambito delle attività di educazione, infine, in analogia con quanto avviene con successo da tempo per le attività escursionistiche *s.l.* in ambiente alpino, si ritiene indispensabile una migliore formazione degli utenti interessati in materia geografico-fisica. Soltanto coniugando le capacità di valutazione delle condizioni ambientali e climatiche, la corretta conoscenza del territorio e delle sue caratteristiche e la piena consapevolezza delle proprie capacità escursionistiche e fisiche, oltre all'equipaggiamento adeguato all'attività prescelta, possono essere garantite forme di turismo consapevole e sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

- Brandolini P., Faccini F., Piccazzo M. (2006) - *Geomorphological hazard and tourist vulnerability along Portofino Park trails (Italy)*. Natural Hazard and Earth System Sciences, 6, 563-571.
- Brandolini P., Faccini F., Robbiano A., Terranova R. (2007) - *Geomorphological hazard and monitoring activity along the western rocky coast of the Portofino Promontory (Italy)*. Quaternary International, 171/172, 131-142.
- Brandolini P., Farabollini P., Motta M., Pambianchi G., Pelfini M., Piccazzo M. (2007) - *La valutazione della pericolosità geomorfologica in aree turistiche*. In: "Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche" (a cura di M. Piccazzo, P. Brandolini, M. Pelfini), Patron Ed., Bologna, 11-27.
- De Stefanis A., Marini M., Terranova R. (1984) - *Geomorfologia di aree campione della Liguria*. CNR "Progetto finalizzato alla conservazione del suolo", SELCA Firenze.
- Faccini F., Brandolini P., Piccazzo M., Robbiano A. (2007) - *Valutazione del rischio geomorfologico lungo un percorso di grande valenza geoturistica: la "Via dei Tubi" nel Parco di Portofino*. In: "Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche" (a cura di M. Piccazzo, P. Brandolini, M. Pelfini), Patron Ed., Bologna, 47-64.
- Faccini F., Piccazzo M., Robbiano A. (2008) - *Environmental Geological Maps of San Fruttuoso Bay (Portofino Park, Italy)*. Journal of Maps, 431-443.
- Faccini F., Piccazzo M., Robbiano A., Roccati A. (2008) - *Applied Geomorphological Map of the Portofino municipal territory (Italy)*. Journal of Maps, 451-462.
- Faccini F., Piccazzo M., Robbiano A. (2009) - *Natural hazards in San Fruttuoso of Camogli (Portofino Park, Italy): a case study of a debris flow in a coastal environment*. It. Jour. Geol., 128, 3, 641-654.
- Giammarino S., Messiga B. (1979) - *Blue-schists meta-ophiolitic pebbles in the Portofino Conglomerate, Eastern Liguria: paleogeographic and structural implications*. Ofioliti, 4(1), 25-41.
- Giammarino S., Nosengo S., Vannucci G. (1969) - *Risultanze geologico-paleontologiche sul Conglomerato di Portofino (Liguria Orientale)*. Atti dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova, VII (II), 305-363.
- Motta M. (2007) - *La percezione del rischio geomorfologico negli sport all'aria aperta*. In: "Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche" (a cura di M. Piccazzo, P. Brandolini, M. Pelfini), Patron Ed., Bologna, 249-265.
- Nielsen N.M., Hartford D.N.D., Mac Donald (1994) - *Selection of tolerable risk criteria for dam safety decision making*. Proc. 1994 Canadian Dam Safety Conference, Winnipeg, Manitoba. Vancouver: BiTech Publishers, 355-369.
- Pelfini M., Brandolini P., Carton A., Piccazzo M. in collaborazione con Bozzoni M., Faccini F., Zucca A. (2007) - *Rappresentazione in carta delle caratteristiche dei sentieri ai fini della mitigazione del rischio geomorfologico*. Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia, vol.126/128, 95-114.
- Terranova R. (1999) - *Squilibri geomorfologici e rischi sulla costa alta rocciosa occidentale del promontorio di Portofino (Liguria orientale)*. Studi geografici e geologici in onore di Severino Belloni, Università degli Studi di Milano e Milano Bicocca, 595-607.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Roberto Cavagnaro dell'Ente Parco di Portofino e Fabrizio Masella del Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico, stazione Tigullio, per i dati forniti sui flussi di transito nel Parco e sui soccorsi prestati agli escursionisti.