

## PERICOLOSITÀ CONNESSA A PROCESSI ALLUVIONALI IN AREE PEDEMONTANE: IL CASO DI CASTELLAMARE DI STABIA IN PENISOLA SORRENTINA

A. Santo<sup>1</sup>, N. Santangelo<sup>2</sup>, A. Beneduce<sup>3</sup> & F. Iovane<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sezione di Geologia Applicata del Dipartimento di Ingegneria Geotecnica dell'Università di Napoli Federico II

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Napoli Federico II

<sup>3</sup>Geologo collaboratore esterno

### RIASSUNTO

E' stato effettuato uno studio sulla pericolosità connessa a processi alluvionali di un'area campione della Penisola sorrentina dove esistono importanti centri urbani in parte sviluppati su conoidi attive. Il settore in oggetto (Castellammare di Stabia) presenta condizioni geologico-geomorfologiche simili a quelle di molti altri territori comunali della Penisola sorrentina – Monti Lattari e di altri settori pedemontani campani, prestandosi così come area "campione" per lo studio delle condizioni di pericolosità legata a processi alluvionali in bacini torrentizi.

L'analisi stratigrafica, geomorfologica e storica, ha consentito l'individuazione di numerosi eventi alluvionali recenti, che hanno interessato questo settore della Penisola sorrentina dalla fine del settecento ad oggi. Lo studio della documentazione recuperata ha permesso di localizzare e distinguere i danni relativi ai singoli eventi, e talvolta di riconoscere le varie tipologie dei dissesti; è stata così redatta una carta dei danni in cui sono evidenziate le aree colpite da uno o più eventi alluvionali, nel periodo che va dal 1764 al 1987, valutando anche l'evoluzione urbanistica dell'area, tramite l'utilizzo di cartografie coeve degli eventi alluvionali studiati.

In termini di precipitazioni giornaliere questi eventi non hanno avuto carattere di eccezionalità in quanto episodi temporaleschi della stessa intensità si sono ripetuti più volte sul territorio, senza effetti degni di rilievo. La particolarità di queste precipitazioni va ricercata nella loro concentrazione oraria, che purtroppo non può essere quantizzata a causa della mancanza di dati pluviometrici, ma comunque confermata dalle precise descrizioni citate nella ricerca storica.

In generale, i dati raccolti hanno evidenziato le condizioni di alta pericolosità geomorfologica per processi alluvionali; in questi contesti l'individuazione e lo studio delle conoidi attive, accompagnati da una accurata ricerca storica, possono contribuire, in modo significativo, alla definizione delle situazioni di maggiore pericolosità e rischio.

### ABSTRACT

*A study of the geomorphological hazard due to alluvial processes in a sample area of Surrentine Peninsula was carried out. This was done by the reconstruction of the short term geomorphological evolution analysis, by collection of historical data and by reconstruction of urban development.*

*Although the selected area is quite small, its geomorphological, topographical and urban features are very similar to those of other zones of Campania region; in fact some portions of the urban area are built on holocenic alluvial fans systems. For these reasons, it can be considered a representative "sample area" in which the geomorphological hazard conditions due to alluvial processes in piedmont areas can be outlined.*

*The studied area is located in the piedmont area of Lattari mounts which is characterized by the presence of coalescent and entrenched alluvial fans systems. The oldest fans system are middle Pleistocene in age while the youngest are Holocene and have been active till historical times. This paper focuses its attention to the definition of hazard conditions of the youngest generation of fans.*

*The collection of historical data evidenced that several alluvial events have taken place in this sector of Surrentine Peninsula since the end of 18th century. The reports are so detailed that it was possible to locate the damage for each event and in some cases to recognise the kind of damage; a "damage map" showing the zones affected by one or more alluvial events from 1764 to 1987 was thus produced. As the location of the damage of each alluvial event was based on historical topographic maps (1812, 1875, 1909, 1954 and 1990), the damage map also takes in account the urban development.*

*A morphometrical analysis of the hydrographic basins feeding the fans has been also carried out in order to define their concentration time; basin area and media gradient, river length and media gradient, basin maximum, minor and media altitude have thus been calculated on a topographic map (1: 5.000 scale).*

*Although we do not have data on hourly precipitation, the minute description of historical reports allowed us to hypothesize that the studied alluvial events occurred in coincidence with isolated precipitation peaks concentrated in few hours.*

*The study thus evidences the high geomorphological hazard and risk conditions due to alluvial processes of the Castellammare urban area. Unfortunately, the results obtained may concern many other urban areas of Surrentine Peninsula with similar geomorphological, topographical and urban conditions. In these contexts the individuation of active fans together with a detailed historical research can strongly contribute to a better definition of the areas of highest hazard and risk.*

Parole chiave: pericolosità geomorfologica; ricerca storica, conoidi alluvionali attive; Olocene; Appennino meridionale  
Key-words: geomorphologic hazard; historical research; active alluvial fans; Holocene; southern Apennines

## 1. PREMESSA

La pericolosità geomorfologica viene definita come la probabilità che un evento alluvionale o franoso di determinato tipo o magnitudo, si verifichi in un determinato intervallo di tempo e in una certa area; essa, a differenza di altre pericolosità geologiche come quella vulcanica e sismica che risultano ineluttabili, è talvolta

dovuta ad errati interventi dell'uomo sul territorio.

In Penisola Sorrentina gli eventi che possono determinare situazioni di pericolosità geomorfologica sono riconducibili alle seguenti tipologie: 1) **frane nelle coltri piroclastiche** (Montella, 1841; Ranieri 1841; Lazzari, 1954; Penta *et al.*, 1954; Civita & Lucini, 1968; De Riso & Nota D'elogio, 1973; Guida *et al.*, 1974; 1986; Civita *et al.*, 1975; Celico *et al.*, 1986; Guadagno,

1991; Vallario, 1992; Giasi *et al.*, 1996; Calcaterra *et al.*, 1997; Celico & Guadagno, 1998; Del Prete & Mele, 1999; Guadagno *et al.*, 1998; Di Crescenzo & Santo, 1999; De Riso *et al.*, 1999; 2) **frane in roccia** (Civita *et al.*, 1975; Guida *et al.*, 1986; de Riso, 1992; Budetta *et al.*, 1991; 1994; Budetta & Santo 1993; Santo & Tuccimei, 1997; 3) **frane in terreni flyscioidi** (Cotecchia & Melidoro, 1966; Civita *et al.*, 1975; Travaglini & Valdinucci, 1964), 4) **alluvioni**: Lazzari 1954; Penta *et al.*, 1954; Vallario, 2001).

Mentre nei primi tre casi la letteratura fornisce una ricca casistica, nel quarto caso (alluvioni) emerge una lacuna soprattutto per quanto riguarda la segnalazione di danni legati a fenomeni di trasporto solido per alluvionamento. Se escludiamo gli eventi di particolare intensità come quelli che hanno interessato il salernitano nel 1924 e nel 1954 (Lazzari, 1954), i vari lavori non si soffermano su queste fenomenologie. La ricerca storica dimostra invece che l'area della Penisola sorrentina-Monti Lattari è stata più volte interessata da fenomeni di trasporto-accumulo di natura detritico-fangosa verificatisi in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi che, come approfondiremo in seguito, hanno provocato ingenti danni e, in alcuni casi, la perdita di vite umane.

Questa nota si propone di evidenziare la pericolosità geomorfologica connessa a processi alluvionali in aree pedemontane, attraverso la ricostruzione dell'evoluzione morfologica di breve termine, la ricostruzione storica degli eventi e l'analisi delle modificazioni antropiche subite dal territorio.

L'area di studio (Castellammare di Stabia) presenta condizioni geologico-geomorfologiche simili a quelle

di molti altri centri urbani della Campania (Penisola Sorrentina-Monti Lattari, Costiera Amalfitana, Monti di Nocera e Cava dei Tirreni, Monti di Avella, Monti Picentini) ubicati in settori pedemontani, alimentati da bacini idrografici con elevata energia di rilievo ed impostati su rilievi calcarei ricoperti da una coltre di piroclastici sciolti. Per tale motivo essa si presta come area "campione" relativamente alla definizione delle condizioni di pericolosità legate a processi alluvionali in questi contesti ambientali.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELLA PENISOLA SORRENTINA

La dorsale della Penisola Sorrentina è costituita da rocce carbonatiche (calcareae-dolomitiche) d'età compresa tra il Trias superiore ed il Miocene, cui segue verso l'alto un complesso arenaceo-argilloso; nel suo insieme questa successione è ascritta all'unità stratigrafica strutturale Monti Picentini- Monti Lattari (Bonardi *et al.*, 1988).

Su tutti questi termini si rinvencono terreni quaternari d'origine ed età diversa: brecce calcaree antiche, depositi alluvionali, materiali piroclastici, detriti di falda, alluvioni recenti, depositi di spiaggia, detriti di frana.

L'area oggetto di studio è situata nel settore settentrionale della Penisola Sorrentina (Fig.1) e rientra prevalentemente nei territori comunali di Gragnano e di Castellammare di Stabia estendendosi tra il torrente Gragnano (a nord) ed il torrente dello Scuroilillo (a sud).

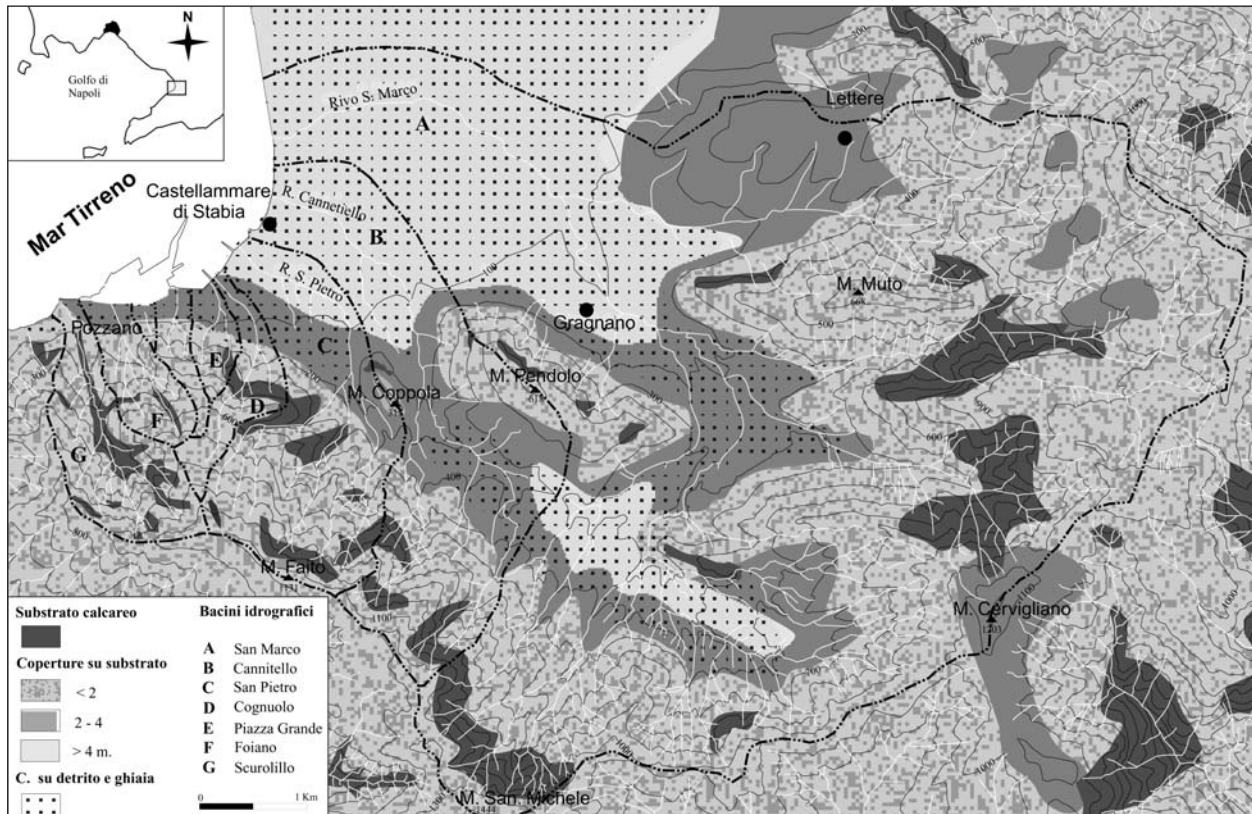


Fig. 1 - Carta delle coperture piroclastiche dell'area di studio con indicazione dei bacini idrografici  
Pyroclastic covers map with location of main drainage basins.

La città di Castellammare di Stabia si sviluppa su un territorio pedemontano caratterizzato da una serie di conoidi incastrate che si estendono dalla base dei monti Lattari fino al mare, testimoniando un'intensa attività alluvionale succedutasi nel tempo.

In quest'area (Fig.2) sono presenti almeno tre generazioni di conoidi alluvionali (Cinque *et al.*, 1987; Cinque, 1991; Aucelli *et al.*, 1996), la più antica delle quali risale al Pleistocene medio. Essa è caratterizzata dall'assenza di materiali piroclastici e risulta costituita da ciottoli calcarei leggermente arrotondati ed eterometrici, con cemento calcitico che talvolta non riempie completamente i vuoti, conferendo alla roccia un aspetto vacuolare. Le conoidi appena citate si conservano in alcuni lembi isolati e terrazzati (Vallone del rivo San Marco, Sella di Pimonte e foce del rivo Scurollillo a Pozzano).

Le conoidi di seconda generazione sono incastrate nelle valli che dissecano le conoidi del Pleistocene medio e sono caratterizzate dalla diffusa presenza di intercalazioni di materiale vulcanico, sia in posto sia rimaneggiato (Fig.3). Nella serie è intercalata, in giacitura primaria, l'Ignimbrite Campana (Cinque *et al.*, 1987) che, in altre località, è stata datata radiometricamente a 37.000

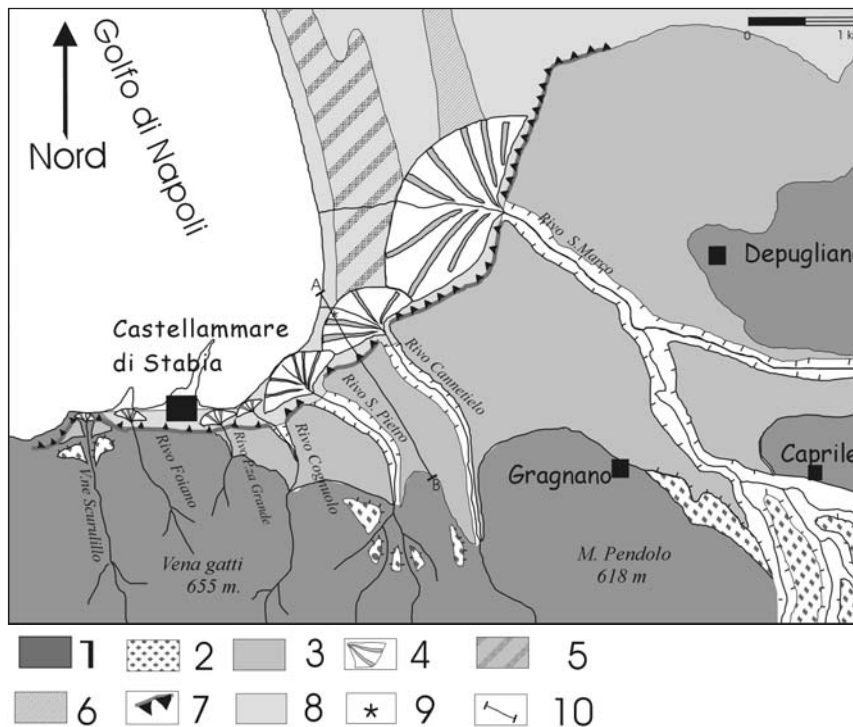


Fig. 2 - Schema geologico-geomorfologico dell'area studiata. Da Cinque (1991), ridisegnato. 1) Calcari; 2) conoidi alluvionali di I generazione (Pleist. medio); 3) conoidi alluvionali di II generazione (Pleistocene sup.); 4) conoidi alluvionali di III generazione (Olocene); 5) cordone dunare di Bottaro-Pioppaino (3600-2500 anni BP); 6) cordoni dunari di età storica; 7) paleofalesia versiliana; 8) piana alluvionale del F. Sarno; 9) sondaggio; 10) traccia di sezione.

*Geological and geomorphological sketch of the studied area. From Cinque (1991), modified. 1) Limestones; 2) alluvial fan deposits (middle Pleistocene); 3) alluvial fan deposits (upper Pleistocene); 4) alluvial fan deposits (Holocene); 5) dune ridge of Bottaro-Pioppaino (3600-2500 yr BP); 6) dune ridges of historical age; 7) paleo-seacliff (Versilian); 8) Sarno river alluvial plain; 9) borehole; 10) geological cross section*

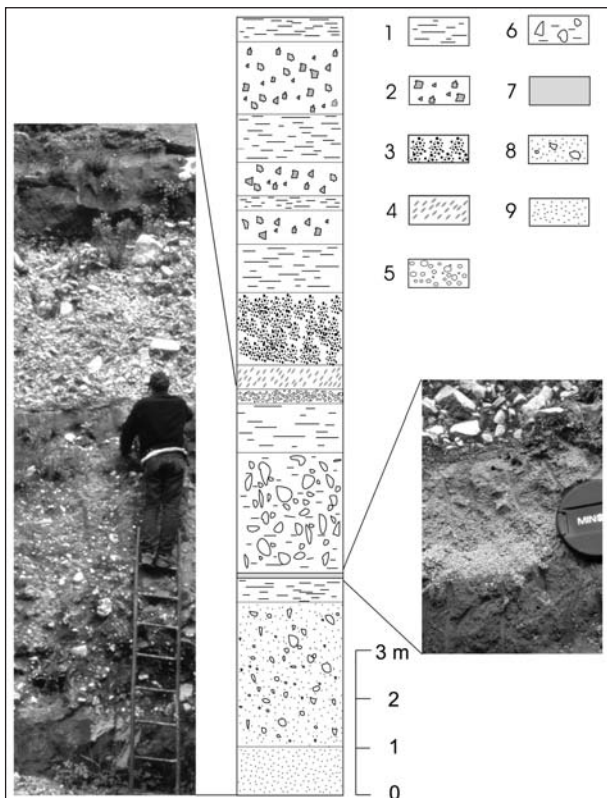


Fig. 3 - Stratigrafia della conoide di II generazione (Rivo Fojiano): 1) suolo; 2) ghiaie calcaree in matrice sabbiosa piroclastica; 3) livello di pomice bianche (diam. fino a 5 cm); 4) sabbia vulcanica grigia con pomice e scorie; 5) livello di pomice grigie (diam. fino a 5 cm); 6) ghiaie calcaree in matrice sabbiosa piroclastica.; 7) livello di pomice bianche (diam. pochi mm), gradate passanti ad una cenere compatta di colore grigio scuro; 8) deposito massivo costituito da una sabbia vulcanica inglobante clasti calcarei; 9) sabbie vulcaniche fini di colore grigio chiaro.

*Stratigraphy of the middle Pleistocene alluvial fan deposits: 1) soil; 2) calcareous gravels with sandy pyroclastic matrix; 3) white pumiceous level (diam. max. 5cm.); 4) grey volcanic sand with pumices and scories; 5) grey pumiceous level (diam. max. 5cm.); 6) calcareous gravels with sandy pyroclastic matrix; 7) white pumiceous level (diam. max. 2mm.) evolving to a grey ash level; 8) massive volcanic sand with calcareous pebbles; 9) light grey, fine-grained volcanic sands.*

anni BP (Deino *et al.*, 1994); ciò consente l'attribuzione di questa fase alluvionale al Pleistocene superiore.

Tra la fine del Pleistocene superiore e l'Olocene, le conoidi appena descritte subiscono un'intensa fase d'erosione lineare, cui fa seguito l'innalzamento del livello del mare riconducibile alla trasgressione versiliana, testimoniata da una paleofalesia che tronca le conoidi della seconda generazione, raggiungendo in alcuni punti l'altezza di circa 40 metri (Cinque, 1991).

La terza generazione di conoidi (conoidi di Muscariello, Sommuozariello e Quisisana; Cinque, 1991) si presenta incastrata in quella del Pleistocene superiore, è costituita prevalentemente da piroclastiti rimaneggiate e si sviluppa arealmente dalla falesia versiliana fino all'attuale linea di riva. I suoi prodotti, con particolare riferimento alla conoide del Rivo San Marco, ricoprono l'antico cordone dunare di Bottaro-Pioppaino, costituito da sabbie eoliche sovrapposte a depositi di spiaggia, che datazioni assolute e dati di sondaggio hanno fatto risalire a 3600 BP (Barra *et al.*, 1989). Tali elementi hanno dunque permesso di datare indirettamente quest'ultima generazione di conoidi, attribuendole un'età storica e protostorica (Cinque, 1991).

Per quanto riguarda la linea di riva, dopo la trasgressione versiliana, questa ha subito un graduale avanzamento, di circa tre chilometri, fino ad arrivare alla posizione attuale (Cinque 1991); gran parte di questa progradazione è riconducibile, all'attività deposizionale che ha generato le conoidi di III generazione e successivamente agli apporti piroclastici dell'eruzione vesuviana del 79 d.C. (Sigurdsson *et al.*, 1982).

In particolare, quest'eruzione ha portato profonde modificazioni su tutto il territorio; infatti, oltre a causare la distruzione delle città di Stabia, Ercolano e Pompei, ha ricoperto vaste porzioni dei versanti calcarei con più di un metro di pomice e lapilli, condizionando l'evoluzione geomorfologica di tutta l'area.

### 3. I DEPOSITI RECENTI CORRELABILI A PROCESSI ALLUVIONALI ED I DEPOSITI PIROCLASTICI OLOCENICI

Il rilevamento geologico dell'area di studio è stato mirato prevalentemente ai depositi quaternari recenti delle conoidi di terza generazione e ai depositi piroclastici di età olocenica.

#### Depositi delle conoidi di terza generazione

I depositi in oggetto sono quasi completamente ricoperti dall'abitato di Castellammare di Stabia e risultano affioranti solo nella parte apicale delle conoidi, in corrispondenza di alcuni terrazzi localizzati all'interno dei valloni che dissecano la generazione più antica. In particolare, all'interno dei rivi Cannitello, San Pietro e Scuroilillo sono state rilevate superfici terrazzate con estensione di alcune migliaia di m<sup>2</sup> e con altezze fino a 10 m rispetto al fondo dell'incisione torrentizia.

Dall'osservazione diretta dei depositi è emerso che questi sono costituiti da ghiaie calcaree fortemente eterometriche, in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore marrone e di natura vulcanica, ma soprattutto sono stati rinvenuti più volte, immersi nella matrice piroclastica, cocci di terracotta che sono una ulteriore prova dell'età storica delle conoidi di terza generazione.

Nella zona urbana, dove non sono osservabili tagli significativi, sono stati raccolti i dati di sondaggi che hanno evidenziato ripetute fasi di alluvionamento, testimoniata dalla presenza da ghiaie calcaree in matrice piroclastica alternate a depositi piroclastici rimaneggiati. Questa sequenza, riconducibile alla terza generazione di conoide, ha uno spessore di circa 15 m (vedi stratigrafia del sondaggio in Fig. 4) e poggia (Fig. 5) su di un

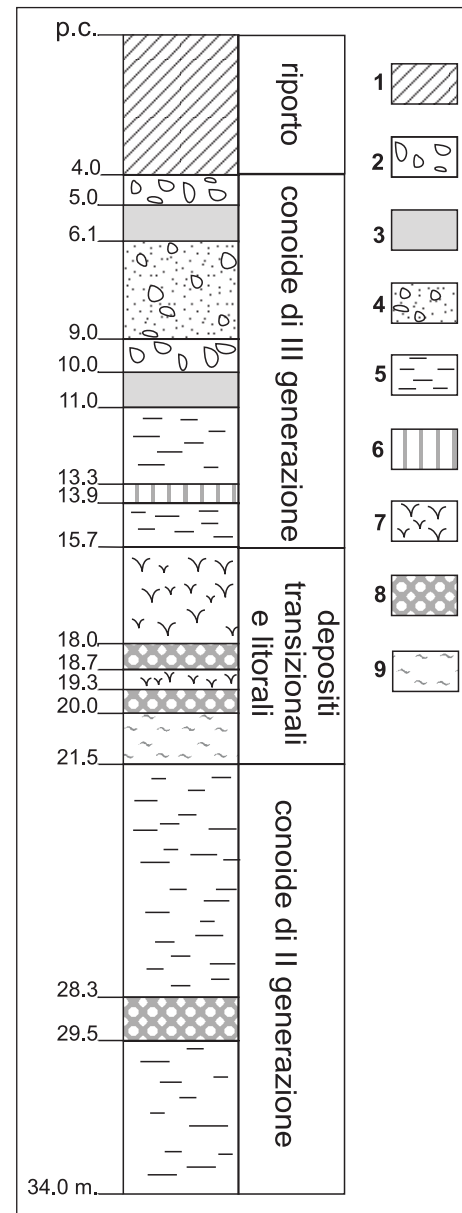


Fig. 4 - Stratigrafia da un sondaggio del comune di Castellammare di Stabia (reinterpretato); 1) materiale di riporto; 2) alluvioni ghiaioso-sabbiose; 3) sabbie vulcaniche grigiastre; 4) alluvioni sabbioso-ghiaiose; 5) pozzolane rimaneggiate; 6) tufo di colore giallastro; 7) sabbia grigiastra con abbondanti fibre vegetali; 8) pomice di colore bianco-giallastro; 9) sabbie grigiastre con abbondanti frammenti di conchiglie.

*Stratigraphy from a selected borehole. 1) reworked material; 2) alluvial gravels and sands; 3) grey volcanic sands; 4) alluvial sands and gravels; 5) reworked pumiceous levels; 6) yellow tuff deposits; 7) grey sand rich of vegetal materials; 8) white-yellow pumiceous level; 9) grey sands rich of fragments of shells.*

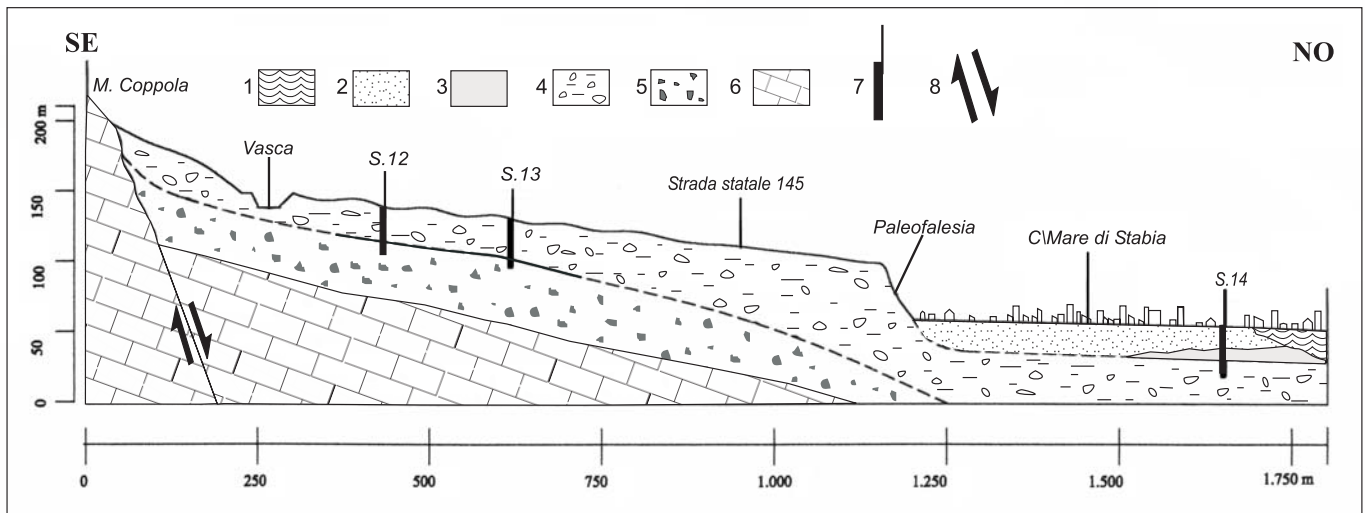


Fig. 5 - Sezione geologica mostrante i rapporti fra le diverse generazioni di conoidi: 1) depositi di spiaggia attuali; 2) depositi di conoide di III generazione (età storica); 3) depositi transizionali e litorali (Olocene); 4) depositi di conoide di II generazione (Pleistocene sup.); 5) depositi di conoide di I generazione (Pleistocene medio); 6) calcari (Cretacico sup.); 7) sondaggio; 8) faglia.

*Geological cross-section showing the relationships between the different generations of alluvial fan deposits. 1) present day beach deposits; 2) alluvial fan deposits (third order, historical age); 3) littoral and transitional deposits (Holocene); 4) alluvial fan deposits (second order, upper Pleistocene.); 5) alluvial fan deposits (first order, middle Pleistocene); 6) limestones; 7) borehole; 8) fault.*

livello di sabbie ed argille di ambiente transizionale e litorale che, come già evidenziato da Cinque (1991), può essere correlato al cordone litorale Bottaro-Pioppaino datato 3600 anni BP. Quest'ultimo elemento stratigrafico consente di confermare l'età storica di questa generazione alluvionale, testimoniando un'intensa e "recente" attività torrentizia con tassi di sedimentazione molto alti (circa 5mm/a negli ultimi 3000 anni) che è stata ulteriormente documentata con i dati della ricerca storica.

#### Coperture piroclastiche

L'area oggetto di studio si presenta in gran parte ricoperta da una coltre di terreni piroclastici cineritico-pomici da caduta, spesso humificati e con spessori variabili, riconducibili prevalentemente all'eruzione vesuviana del 79 d.C. che distrusse Ercolano, Stabia e Pompei e che ebbe un asse di dispersione dei prodotti vulcanici orientato verso SE (Rolandi, 1997). La presenza di questo manto piroclastico, relativamente impermeabile rispetto ai calcari, condiziona il rapporto infiltrazione-deflusso dei bacini idrografici che drenano l'area di studio e costituisce la maggiore fonte di materiale per il trasporto solido.

Al fine di valutare le reali caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti e di stimare gli areali di affioramento ed i volumi del materiale piroclastico presente sui versanti dei bacini idrografici, è stata redatta una carta delle coperture che illustra la distribuzione e gli spessori dei prodotti piroclastici (Fig.1)

Dalla carta delle coperture si evince che nonostante i prodotti vulcanici siano stati storicamente rimobilizzati attraverso ripetute fasi di erosione e frane, sui versanti è ancora presente una notevole coltre di piroclastiti e di suolo ad esse associato. Solo circa il 10 % dell'area di studio (Tab.1) presenta calcari affioranti e sub affioranti, la restante parte è ricoperta da piroclastiti e suolo di natura sabbioso-limoso. Esse, oltre a condizionare la

franosità (Di Crescenzo & Santo 1999), contribuiscono ad aumentare gli effetti del ruscellamento superficiale e quindi del trasporto solido nelle zone pedemontane.

#### **4. MORFOMETRIA DEI BACINI IDROGRAFICI E CALCOLO DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE**

Il territorio di Castellammare di Stabia (Figg.1-2) è attraversato da numerosi corsi d'acqua (Rivo San Marco, Cannetiello, San Pietro, Cognuolo, Piazza Grande, Foiano e Scuroilillo) che scendono dai Monti Lattari e sfociano lungo il litorale stabiese e sono caratterizzati da un marcato regime torrentizio.

La parte alta del bacino idrografico di questi torrenti è impostata sulla successione calcareo-dolomitica ricoperta dalla coltre piroclastica, mentre nei tratti più a valle incide i depositi di conoide alluvionale.

Per ogni bacino sono stati calcolati (Tab.1) i principali parametri fisici e morfometrici utili per la determinazione del tempo di corrivazione: superficie, lunghezze delle aste principali, gradiente di pendio del collettore principale, quota massima, quota minima, quota media.

Lo studio delle caratteristiche morfometriche è stato condotto su carte topografiche 1/5.000. Esso ha interessato bacini d'estensione variabile dai 35 km<sup>2</sup> del San Marco a meno di 1 km<sup>2</sup> per i bacini minori, questi ultimi caratterizzati anche da un ordine gerarchico estremamente basso. Per quanto riguarda la pendenza media, essa oscilla tra valori di 40 e il 50 % ad eccezione dei rivi maggiori (San Marco, Cannetiello, e San Pietro) che presentano valori più bassi risentendo dei lunghi tratti pedemontani a bassa pendenza.

In Tab.1 sono stati inoltre riportati, per i singoli bacini, gli areali di affioramento del substrato calcareo. Come si può notare, questi areali superano solo alcune volte il 10%. Questo dato risulta importante se si tiene conto che in termini di coefficiente di infiltrazione poten-

ziale, e quindi in termini di rapporto infiltrazione/deflusso, si passa dai valori dei calcoli pari al 100% a quelli delle piroclastiti che sono pari al 50% (Celico, 1988). Valori che verosimilmente, possono ancora ridursi in condizioni di intense precipitazioni orarie. In generale, quindi, in risposta alle precipitazioni, il ruscellamento superficiale risulta elevato perché i bacini sono in gran parte impostati sulla copertura piroclastica.

Per quanto riguarda i tempi di corrivazione (Tab. 2), essi sono stati calcolati adottando quattro diverse formule (Tropeano et al., 1996). Dalla tabella si può evincere che i valori dei tempi di corrivazione sono in generale molto brevi, come d'altra parte risulta ovvio per le limitate dimensioni dei bacini e per gli elevati gradienti che li caratterizzano. Questo dato, importante, evidenzia la "rapidità" dei potenziali eventi, che si traduce in una limitata possibilità di allertamento ed evacuazione della popolazione e che incide notevolmente sulle condizioni di rischio di questi bacini.

## 5. RICERCA STORICA SULLE ALLUVIONI CHE HANNO COLPITO CASTELLAMMARE DI STABIA

L'indagine storica è stata condotta attraverso la consultazione di una rilevante quantità di documenti rinvenuti presso l'archivio storico e la biblioteca comunale; l'archivio storico della curia di Castellammare di Stabia e le emeroteche Tucci e dell'Università di Napoli Federico II. Essa ha portato alla luce preziosi documenti ed ha permesso di ricostruire e localizzare numerosi eventi alluvionali dei quali si era persa la memoria, nonché di quantificare i diversi tipi di danni.

Gli eventi ricostruiti ed i relativi danni sono indicati in Tab.3. Di seguito verranno riportate solo alcune delle testimonianze storiche che, attraverso descrizioni puntuali, riescono a far capire quanto sia elevata la pericolosità geomorfologica in quest'area.

### Evento del 1715

In De Rosa (1935) si legge: "Un tratto della via che conduce al santuario di Pozzano è attraversato dal torrente Rivo del Soccorso (rivo Foiano) sul quale era un mal fermo ponte in legno che nel 1715 fu distrutto da una forte piena del rivo, sicché il transito ne rimase interrotto. I frati Minimi, a proprie spese fecero ricostruire il ponte in muratura, su disegno dell'ing. G. Lucchese. Questo ponte esiste tuttora e dal 1715 ha resistito e resiste alle continue, violente e pericolose piene del rivo."

### Evento del 20 gennaio 1764

Nel verbale di una sessione capitolare, tenuta il 4 febbraio 1764, si narra che nella notte del 20 gennaio di detto anno, giorno seguente alla festività del santo protettore e vescovo Catello, si scatenò, verso la mezzanotte, una terribile tempesta. Dai monti vicini si rovesciò

BACINO	S	S.S.	I	L	H <sub>max</sub>	H <sub>m</sub>	H <sub>o</sub>
Scurolillo	1,49	0.21 (14.3%)	39	2,5	1100	696	10
Foiano	0,7	0.051 (7.3%)	49	1,4	820	503	15
P. Grande	0,38	0.038 (10%)	53	1	700	284	25
Cognuolo	0,6	0.07 (11.6%)	44	2,1	1050	617	25
S. Pietro	2,67	0.36 (13.6%)	28	4	1200	661	40
Cannetiello	4,35	0.33 (7.7%)	21	5,7	1270	579	40
S. Marco	30,3	2.6 (8.5%)	16	8,2	1425	701	70

Tab 1 - Parametri morfometrici principali dei bacini analizzati; le superfici dei bacini sono calcolate sino alla sezione di chiusura.

Main morphometric parameters of the analysed drainage basins; the areas of the basin are calculated at the closing section.

BACINO	FORMULE ADOTTATE			
	Giandotti	Pezzoli	Puglisi	Ventura
	$\frac{4 S + 1,5 L}{0,8 H_m - H_o}$	$0,055 L / i$	$6L^{2/3} (H_{max} - H_o)$	$0,127 S / i$
Scurolillo	24,7'	13,22'	1h 06'	15'
Foiano	19,5'	7'	48'	9'
Piazza grande	18,48	4'	40,54'	7'
Cognuolo	19,26	12,44'	58,98'	9'
S. Pietro	37,7	25'	1h 25'	23'
Cannetiello	54,56	41'	1h 46'	37'
S. Marco	1h 42'	1h 12'	2h 10'	1h 52'

Tab. 2 - Tempi di corrivazione dei bacini studiati. Per le sigle vedi Tab.1.

Concentration times of the studied basin . For abbreviations see Tab.1.

sulla città una grande quantità di acqua, che attraverso il rivo San Pietro si riversò per le strade De Turris, Coppola, Gesù e le altre vicine. Ostruiti gli sbocchi al mare dai materiali trasportati dai torrenti, le acque salirono fino al secondo piano delle abitazioni. Nel citato verbale si legge: "Dai monti vicini cadde prolissa copia di acque sulla desolata città e con essa gran quantità di legnami sveltiti dalle radici nelle circostanti selve e come pure grandissima abbondanza di terreni, d'arena, d'argilla, di pietre e di macigni di grosso e grave diametro, che dopo tal terribile circostanza, si dovettero rompere adoperandosi le mine di polvere per ridurli a uso di fabbriche o di calcina."

Una cronaca dettagliata del notaio Vincenzo D'Aiello conferma quanto già scritto e aggiunge altri particolari sull'accaduto. Nel suo racconto si legge: "nelli paesi convicini vi sono morti una quantità di persone come Gragnano, San Ciro ed altri. In Gragnano la parte di basso del Trivione sono morte da cento e più persone affogate dalle acque ed oppresse dalle pietre delle proprie abitazioni cascateli addosso, portata via dall'acqua, e finora 20 del corrente ad ora 23 se ne sono ritrovate dei cadaveri dispersi per la campagna al numero 40." A tal proposito, bisogna citare la relazione dell'architetto Camillo Ranieri, il quale nella pubblicazione del 1841 ricorda l'evento che colpì Gragnano nel 1764, descrivendolo come una serie di scossoni verificatisi

lungo il versante settentrionale del Monte Pendolo, causando 42 vittime.

#### Evento del 14 ottobre 1878

Nell'archivio storico del comune di Castellammare, c'è copia della relazione che l'allora Sindaco Scherillo inviò al Prefetto del Circondario in occasione dell'alluvione del 14 ottobre 1878. In questo documento è riportata la seguente cronaca dei fatti.

*"Nella notte dal 13 al 14 corrente mese, dopo un lungo e cupo rumoreggiare di tuoni, e dopo vivissimo*

*lampeggiare, una pioggia torrenziale scaricavasi nelle nostre pianure e sulle montagne del limitrofo comune di Gragnano, e raccoltasi negli alvei dei rivi Cannitello e San Marco rompendo gli argini e straripando impetuosa invadeva le strade di questa città più vicine alla stazione e quelle dette Surripa e San Vincenzo travolgendo ogni ostacolo. Case coloniche quasi sommerse, grida strazianti di intere famiglie che invocavano soccorso, colpi di fucile per richiamare gente ed avvertire nuovi pericoli, le vie, le botteghe quasi tutte abitate ripiene di acque e*

ANNO	N.	UBICAZIONE	DESCRIZIONE	DANNI
1715	1	Altezza del Santuario di Pozzano	Piena del rivo Foiano	Distruzione del ponte sul rivo
1764	2	Banchina circolo velico	Interrimento tunnel sbocco rivo S. Pietro	Ingenti danni all'abitato
	3	Via de Turris	Alluvionamento detritico-fangoso	
	4	Via Coppola		
	5	Via del Gesù		
1878	6	Via mele	Alluvionamento fangoso h 1,5 m	2 vittime e molti feriti, notevoli danni alle abitazioni e alla rete ferroviaria
	7	Vico Minichiocchio		
	8	Stazione F.S.	Allagamento	
1935	9	Via Rispoli	Alluvionamento fangoso di 1-2 m cm interrimento dei seminterrati	5 vittime, numerosi feriti, 3000 senzatetto e danni alle case, alla rete stradale e alla stazione ferroviaria
	10	Via Roma		
	11	Corso V. Emanuele		
	12	Corso G. Garibaldi		
	13	Stazione F.S.	Allagamento	
1949	14	Piazza Grande	Alluvionamento fangoso h 1 m	Danni ai seminterrati
	15	Via Tavernola	Alluvionamento fangoso h 1,5 M	
1987	16	Salita Quisisana	Frana scorrimento crollo	5 feriti e 50 persone sgomberate, ingenti danni al centro storico con interruzione della S.S. 145 e di Via Acton
	17	Via Bonito	Alluvionamento fangoso	
	18	S. Caterina	Alluvionamento fangoso h 1,80	
	2	Banchina circolo velico	Interrimento sbocco tunnel rivo S. Pietro	
	19	Via Bonito	Alluvionamento fangoso fino ai primi piani delle case	
	20	Tra Via S. Caterina e Via Bonito	Interrimento sottopossaggio	
	21	Via Bonito	Alluvionamento fangoso	
	22	Piazza Fontana Grande	Alluvionamento fangoso h 1,5 m	
	23	Via Duilio	Alluvionamento fangoso h 0,8 m	
	24	Via Acton	Alluvionamento fangoso h 1 m	
	25	Via Acton (Rivo Foiano)	Interrimento tunnel	
	26	Via Acton ex Pensione Teta	Alluvionamento detritico-fangoso h 1 m	
	27	Piazza Grande	Alluvionamento detritico	
	28	Letto Rivo Cognuolo altezza Via Fratte	Alluvionamento detritico-fangoso	
	29	Via Fratte	Interrimento Tunnel	
	30	Rivo Piazza Grande altezza Via Fratte	Frana per scalzamento al piede	
2000	31	Dx orografica Rico Foiano nei pressi di Via Salita di Pozzano	Frana scorrimento-crollo	
	32	Via delle Terme		
2000	33	Via S. Caterina	Alluvionamento fangoso	Danni ai seminterrati

Tab.3 - Eventi alluvionali e relativi danni. Per l'ubicazione vedi Fig. 6.

*Alluvial events and related damages. For the location see Fig. 6.*

di melma fino ad oltre un metro di altezza. I danni sono gravissimi ed intere famiglie perdettero tutto quel poco che costituiva la loro fortuna, rimanendo prive anche dei letti trasportati dalle acque.”

Nel resoconto sull'accaduto dell'allora Commissario Vincenzo Oliva, si legge: *“Nella notte di domani a lunedì 14 ottobre verso il tocco p.m. una piena smisurata si verificava sul canale che divide il fondo di De Rosa dalla fabbrica d'alcool Fusco sulla strada che mena al camposanto. In un baleno le acque sormontarono il muro di cinta ed abbattevano gli argini, irrompendo furiosamente come mare in tempesta, ed in men che non si pensa allagava tutta la circostante campagna, precipitando dalla parte di Castellammare che dalla suddetta fabbrica Fusco giunge fino al Quartuccio. Un panico generale spargeasi tosto per la città, alcune case rurali venivano abbattute alcune altre circondate da per ogni dove dalle acque rimanevano bloccate in balia degli eventi. Le tre strade di Castellammare, Via Napoli, Marina, Vittorio Emanuele, presentavano tre mari vorticosi che facevano orrore alla semplice vista, orrore e spavento maggiore perché nel mezzo della notte.”*

Sempre nel già menzionato archivio c'è la relazione, degli ing. G. Vitelli e G. Vanacore, sui danni provocati dall'alluvione. I due tecnici fanno una dettagliata descrizione e scrivono che dalla Strada Nocera (all'altezza del ponte San Marco) fino a Via Napoli *“Furono danneggiati dall'alluvione ettari quattro ed are 88 circa di terreno, con restare su quella superficie uno strato di lapillo ed arida sabbia dell'altezza di metri 0.60.”* Altri fondi, bassi, magazzini e abitazioni furono coinvolti dalla furia delle acque in via Napoli, via Marina e nelle strade vicine, *“La lava ha depositato uno strato di sabbia frammentata a pietre calcaree e lapillo dell'altezza media di metri 0.80, abbattendo e distruggendo una gran quantità di alberi e viti.”*

In questa relazione è fatto riferimento anche il rivo San Pietro che, rispetto al rivo Cannitello e al rivo San Marco, ha causato danni minori, *“L'altro torrente denominato San Pietro per dove hanno scolo le pluviali acque che sogliono derivare dalle montagne del sovrastante comune di Pimonte, nell'alluvione in parola raccolse pure le abbondanti acque che derivarono dalla strada provinciale Gragnano Castellammare. Il volume dell'acqua non capendo nell'alveo di quel torrente straripò inondando la Strada Surrupa, poi quella di Santa Maria dell'orto, Largo Quartuccio e Largo Principe Umberto, lasciando su quei pavimenti molto fango e materiale.”*

Nell'emeroteca della Biblioteca Universitaria abbiamo trovato alcuni giornali contemporanei degli eventi descritti. Dalle cronache riportate sul quotidiano *“Roma”* del 15 Ottobre 1878 si apprende che: *“Verso la mezzanotte di domenica (13 Ottobre) sulle montagne di Gragnano e limitrofi territori avvenne una pioggia dirotta. La pioggia non potette contenersi nell'alveo dei rivoli San Marco e San Pietro, e straripava inondando il lato nord-est della città di Castellammare, travolgendo seco quanto invadeva, ed atterrando tutti gli ostacoli che incontrava. Le masserie coloniche della contrada Tavernola furono gravemente danneggiate, e la corrente prese la strada di Nocera, dividendosi in due, l'una invase la Piazza Principe di Napoli e la strada Napoli, l'altra, atterrando le mura del fondo Trojano, per la strada camposanto atterrava i muri del giardino Fusco e*

*fondo Cannodanicello, ed allagava varie case coloniche ove erano parecchie famiglie. Le acque eran dal suolo elevate oltre un metro. Di vittime se ne accennano a due, sarebbero due fanciulli.”*

Dallo stesso quotidiano, il 17 Ottobre 1878, si legge: *“A memoria d'uomini non si ricorda un disastro così spaventevole. I danni sono gravissimi: intere famiglie perdettero tutto quel poco che costituiva la loro fortuna. Finora si ha notizia di una sola vittima - un fanciullo di nove anni - ma si teme sempre che giungano particolari dolorosi.”*

#### **Evento del 20 agosto 1935**

Verso l'imbrunire del 20 agosto 1935, per violenti rovesci temporaleschi, accompagnati, localmente, dallo straripamento del rivo San Marco, la zona orientale della città di Castellammare di Stabia fu colpita da una terribile alluvione, seguita dal tragico bilancio di cinque vittime tra i quali tre bambini; più di trecento furono poi i senzatetto. Anche il vicino comune di Gragnano, dovette far fronte al triste epilogo dell'evento alluvionale, compiangendo altre cinque vittime e fronteggiando la richiesta d'aiuto delle numerose famiglie alluvionate.

Le cronache dei quotidiani dell'epoca (IL Mattino, 1935) descrivono un violento nubifragio che interessò l'area dei Monti Lattari con flussi fangosi che invasero le strade della città di Amalfi e la parte più orientale dell'abitato di Gragnano (Piazza della Conceria), ma soprattutto l'alluvione colpì la contrada Tavernola a Castellammare di Stabia *“.....da Gragnano,...., è afflitta su Castellammare una valanga di acqua che ha trascinato lapilli masserizie, pietre, tronchi d'alberi. ...”* (IL Mattino, 22.08.1935 )

In una lettera inviata all'alto commissario per la provincia datata 24/9/1935, l'allora podestà del comune di Castellammare di Stabia, Catello de Simone, descriveva scrupolosamente gli effetti del disastro fornendo preziosissime indicazioni che ci hanno permesso di definire i dettagli dell'alluvione.

Da questa si evince che: la zona più fortemente colpita si presentava a forma triangolare estendendosi tra la foce del torrente San Marco, il ponte dello stesso sulla strada provinciale per Nocera e la foce del rivo Cannetiello.

All'interno di questa zona, gli scantinati furono completamente invasi dall'acqua che portava in sospensione materiale argilloso e lapillo, mentre una corrente di materiale limaccioso, imperversava per le strade con un'altezza variabile da 2 a 0.5 m. lasciando un residuo solido dello spessore medio di un metro.

Tutti i piani terra furono dunque preda della fanghiglia e a stento alcune famiglie fecero in tempo a cercare scampo ai piani superiori. Fuori di tale zona si verificarono allagamenti con strade e terreni ricolmati, per uno strato vario di alcune decine di cm., di terra rimaneggiata di natura limosa e di piccoli ciottoli.

Un'ulteriore testimonianza è raccolta da Palumbo (1940) che nella sua antologia storica di Stabia e Castellammare di Stabia recita : *“La muraglia fangosa procedeva travolgente, distruttrice, dilagando con impeto contro i muri dei fabbricati e facendo larghi e vorticosi gorghi al centro delle piazze, mentre erano trascinati tronchi d'albero, carretti, sterpi, mobili strappati a terra e baracche d'abitazione, lastroni di asfalto smossi dal piano stradale delle vie percorse e rottami di ogni genere”.*



### Evento del 9 novembre 1987

Il pomeriggio del 9 novembre 1987, un forte nubifragio si scatenò sulla Campania, colpendo molti centri della provincia di Napoli e lasciando ferite profondissime nel territorio comunale di Castellammare di Stabia.

L'indomani del triste evento, il quotidiano napoletano *Il Mattino*, apriva la sua pagina di cronaca con un articolo intitolato "*IL giorno del diluvio*". In esso, il giornalista Antonio Pane descriveva i luoghi del disastro, annotando 50 persone sgomberate e 5 ricoverate in ospedale per sindrome da assideramento.

Da una ricostruzione fatta attraverso documenti giornalistici, comunali e testimonianze dirette, la zona più danneggiata è risultata il vecchio sobborgo marinaro di Castellammare, tra le Vie Santa Caterina e Bonito; qui, tutte le abitazioni furono invase dall'acqua che raggiunse circa i 2 metri d'altezza, come testimoniato dalla traccia del flusso fangoso sui muri. In quest'area, il materiale fangoso misto a detrito e quant'altro trasportava la corrente ha prima occluso il tratto sotterraneo del rivo Cognuolo, per poi intasare il passaggio pedonale sotto i palazzi tra via S. Caterina e via Bonito che costituiva la via preferenziale del deflusso superficiale. Tutto ciò ha generato quello che possiamo definire un "effetto diga", che ha spinto l'acqua verso vie di fuga laterali ed attraverso l'abitazione al primo piano sopra al citato sottopassaggio. In questo scenario numerose persone rischiarono la vita, ed in particolare alcuni anziani rimasero bloccati nelle loro abitazioni e furono soccorsi semi assiderati.

L'intera popolazione dovette fronteggiare ingenti disagi con la città paralizzata per la gran quantità di detriti riversatisi nelle strade, inoltre piccole frane danneggiarono e ostruirono le sedi stradali della statale Sorrentina e della Via Action, interrompendo le uniche vie di comunicazione da e per i centri costieri Sorrentini.

Le forze di soccorso, per lo più militari, giunte nelle ore successive trovarono uno scenario catastrofico, infatti, il flusso fangoso, oltre a colmare i bassi, si era riversato per le strade lasciando fango, tronchi d'albero e massi di grandi dimensioni. Le tracce del passaggio del flusso furono visibili per diversi giorni dall'evento con i muri imbrattati di fango per un'altezza, rispetto al livello stradale, variabile dai 50 cm fino ai 2 m nella zona più fortemente colpita.

### Evento dell' 8 Ottobre 2000

L'ultimo evento della ricerca storica riguarda l'episodio che nel pomeriggio dell'8 Ottobre 2000 fece rivivere nell'abitato di Castellammare di Stabia le scene dell'alluvione dell'87.

Dai quotidiani e da testimonianze locali si apprende che, a causa di mezz'ora di pioggia, il Rivo Fratte ha riversato in via Santa Caterina circa duemila metri cubi di fango, che hanno invaso i locali al piano terreno dei palazzi, inducendo gli abitanti ad abbandonare le proprie abitazioni per rientrarvi solo a tarda sera.

A tal proposito *Il Mattino* del giorno 9 titolava "*Mezz'ora di pioggia e torna l'incubo frane; fiume di fango nel centro storico di Castellammare*".

La ricerca storica ha dunque evidenziato che nell'area di Castellammare si sono ripetuti con una certa frequenza fenomeni di alluvionamento con ricorrenza di almeno di 50 anni. Tutti i fenomeni vengono descritti come piene improvvise, con riposte alle precipitazioni, in

termini di tempo, molto brevi. Il materiale che ha invaso la città viene descritto in generale come una massa fangosa, molto fluida che ha invaso le case per 1-2m di altezza, arrivando in alcuni casi sino al primo piano delle abitazioni. In alcuni casi le masse fangose hanno trascinato grandi blocchi di calcare e tronchi di alberi che hanno sfondato alcune case. I risultati, in termini di danni, sono rappresentati da diverse vittime, case distrutte e numerose abitazioni e strade invase dal fango.

## 6. CARTA DEI DANNI RICAVATA DALLA RICERCA STORICA E RELAZIONI TRA I FENOMENI DI ALLUVIONAMENTO E LE MODIFICAZIONI ANTROPICHE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Questa carta (Fig. 6) riassume i dati della ricerca storica a partire dal 1715; le aree colpite sono state distinte con colori diversi in funzione dei diversi eventi alluvionali. Chiaramente, le notizie relative ai danni sono più dettagliate e precise per gli ultimi eventi, specie per quello del 1987.

Dalla lettura della carta dei danni si evince che, negli ultimi trecento anni, l'abitato di Castellammare di Stabia è stato ripetutamente interessato da eventi di tipo alluvionale e che alcune zone, in prossimità dei torrenti maggiori, risultano colpite più volte.

L'analisi di carte topografiche dell'area edite tra il 1872 ed il 1990 ha evidenziato che le modificazioni indotte sui bacini idrografici dalla continua urbanizzazione, hanno condizionato le caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua in diversi modi. Innanzitutto, una percentuale sempre maggiore di superficie è stata resa impermeabile all'infiltrazione delle acque a causa della crescente cementificazione, provocando l'aumento del ruscellamento superficiale e riducendo il tempo di concentrazione. In altri casi è stata ristretta la naturale luce degli alvei (ponti, sottopassi) e spesso, non si è tenuto conto delle distanze di rispetto, relative alle aree di possibile esondazione.

Non è scopo di questo lavoro entrare nel merito dell'espansione urbanistica o delle modificazioni di tipo idraulico, ma la ricerca dei depositi e delle forme recenti da attribuire a fenomeni di alluvionamento non poteva prescindere, in un'area così fortemente urbanizzata, dalla ricostruzione e dalla modificazione antropica dei naturali corsi d'acqua. A tale scopo si è rivelato utile reperire riferimenti cartografici coevi agli eventi alluvionali studiati attraverso il confronto di una serie di carte topografiche in sequenza cronologica, in particolare (Fig.7) :

- Rappresentazione topografica risalente al **1812**
- Tavola della città ad opera di F. Fantacchiotti del **1875**
- Tavoleta topografica dell'I.G.M. 1/25.000 del **1909**
- Tavoleta topografica dell'I.G.M. 1/25.000 del **1954**
- Carta topografica del Comune 1/10.000 del **1990**

Dall'osservazione dell'antica rappresentazione della città, risalente al 1812 (Fig.7), si nota che l'abitato di Castellammare di Stabia era limitato al tratto costiero compreso tra il cantiere navale e tutta la conoide del rivo San Pietro. In questa carta i tratti terminali dei rivi San Pietro, Cognuolo e Piazza Grande risultano scorrere al di sotto dell'antico centro urbano, mentre si presen-

ta inalterato il percorso degli altri rivi.

Questa carta è stata usata anche come riferimento per l'interpretazione dei danni causati dall'alluvione del 20\1\1764. Dalla carta dei danni risulta che l'area colpita da questa alluvione è circoscritta solo alla conoide del rivo San Pietro. Questo, però, non esclude che anche gli altri rivi siano stati interessati da intensi fenomeni di trasporto torrentizio, dato che all'epoca l'abitato di Castellammare, come già evidenziato, aveva dimensioni molto più limitate rispetto a quelle attuali.

Nel periodo fine Ottocento - inizio Novecento la città, così come appare nella riproduzione dell'architetto F. Fantacchiotti e nella tavoletta I.G.M., (Fig.7) risulta estesa verso nord occupando gran parte della conoide del rivo Cannitello, e una ristretta fascia costiera fino allo sbocco del rivo S.Marco. Dalle due carte si osserva che l'ultimo tratto del rivo Cannitello a partire dalla Via Roma è tombata.

La carta del Fantacchiotti offre una rappresentazione della città al 1875, pochi anni prima dell'evento alluvionale del 1878, ed è stata per questo utilizzata come supporto per la localizzazione dei danni, essendo cambiata, nel corso degli anni, la toponomastica delle strade. Dall'osservazione della distribuzione dei danni si

può osservare che le zone colpite dai rivi San Marco, Cannitello e San Pietro corrispondono a quasi tutto il territorio allora urbanizzato; non si può ovviamente escludere che l'area alluvionata fosse molto più ampia.

Un "flash fotografico" della situazione nel dopoguerra, possibile grazie alla carta del 1954, mostra un ulteriore sviluppo urbanistico, che interessa completamente la conoide del rivo Cannitello e parte di quella in sinistra orografica del rivo S. Marco. Anche in questo caso si è riscontrata una certa corrispondenza tra l'espansione urbanistica e le modificazioni subite dai corsi d'acqua. Infatti, il tratto tombato del rivo Cannitello è stato esteso fino all'apice della conoide mentre il rivo San Marco è stato canalizzato nel tratto che va dalla strada ferrata alla spiaggia (vedi carta 1954).

Dalle notizie rinvenute dalla ricerca storica, è possibile affermare che la conoide del rivo San Marco era già parzialmente urbanizzata quando si verificò la terribile alluvione del 20 agosto 1935. Infatti, dalla carta dei danni risulta che la zona più fortemente colpita era quella in sinistra orografica del rivo San Marco, mentre nella parte destra non sono stati riportati danni essendo questa poco urbanizzata e destinata ad uso agricolo (vedi carta 1954).

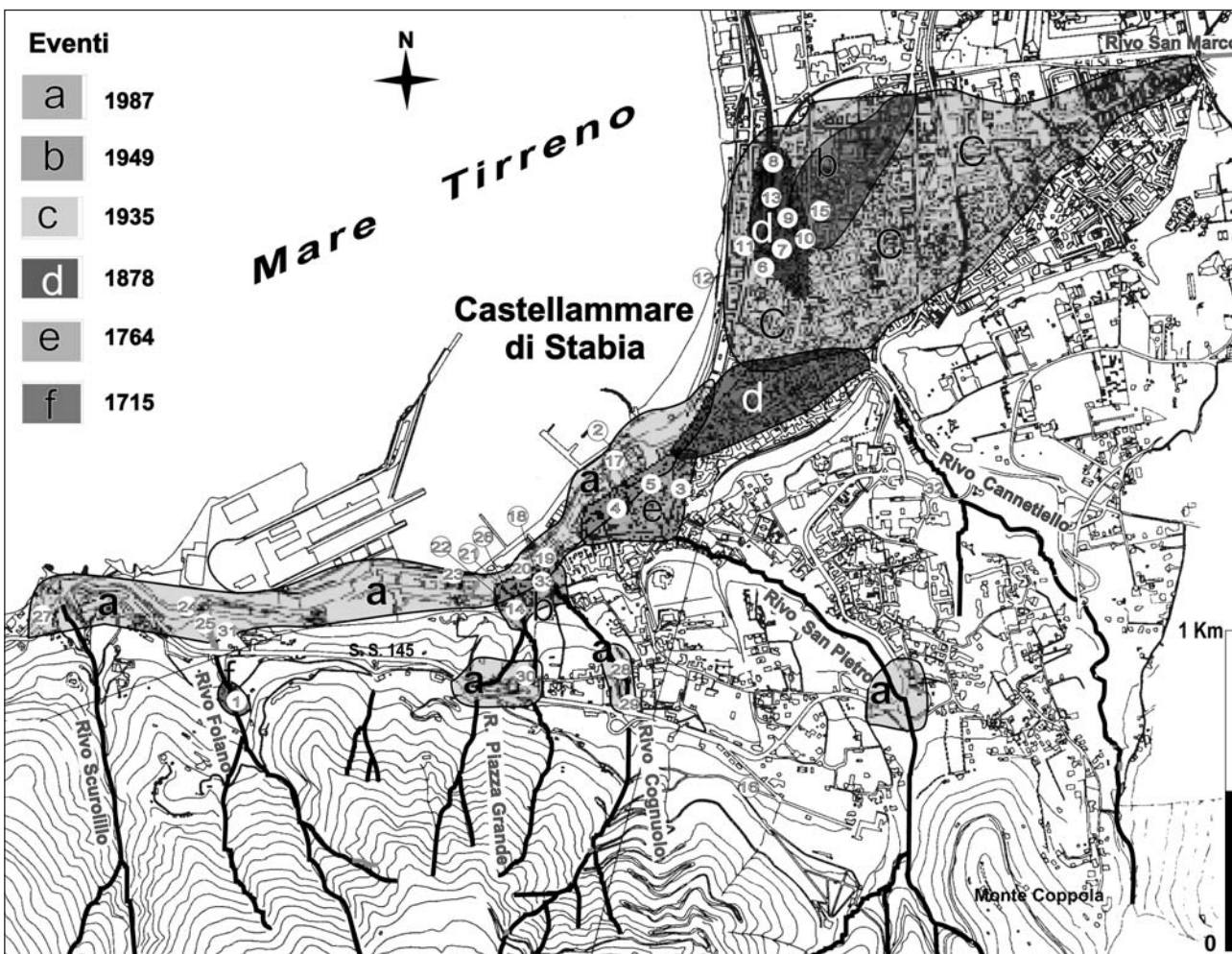


Fig. 6 - Carta dei danni relativa agli eventi alluvionali succedutesi dal 1715 ad oggi nell'area di Castellammare di Stabia. I numeri si riferiscono alle località citate nella Tab. 3.

Map showing the damages produced by the alluvial events occurred since 1715 in the area of Castellammare di Stabia. The numbers refer to the localities of Tab.3.

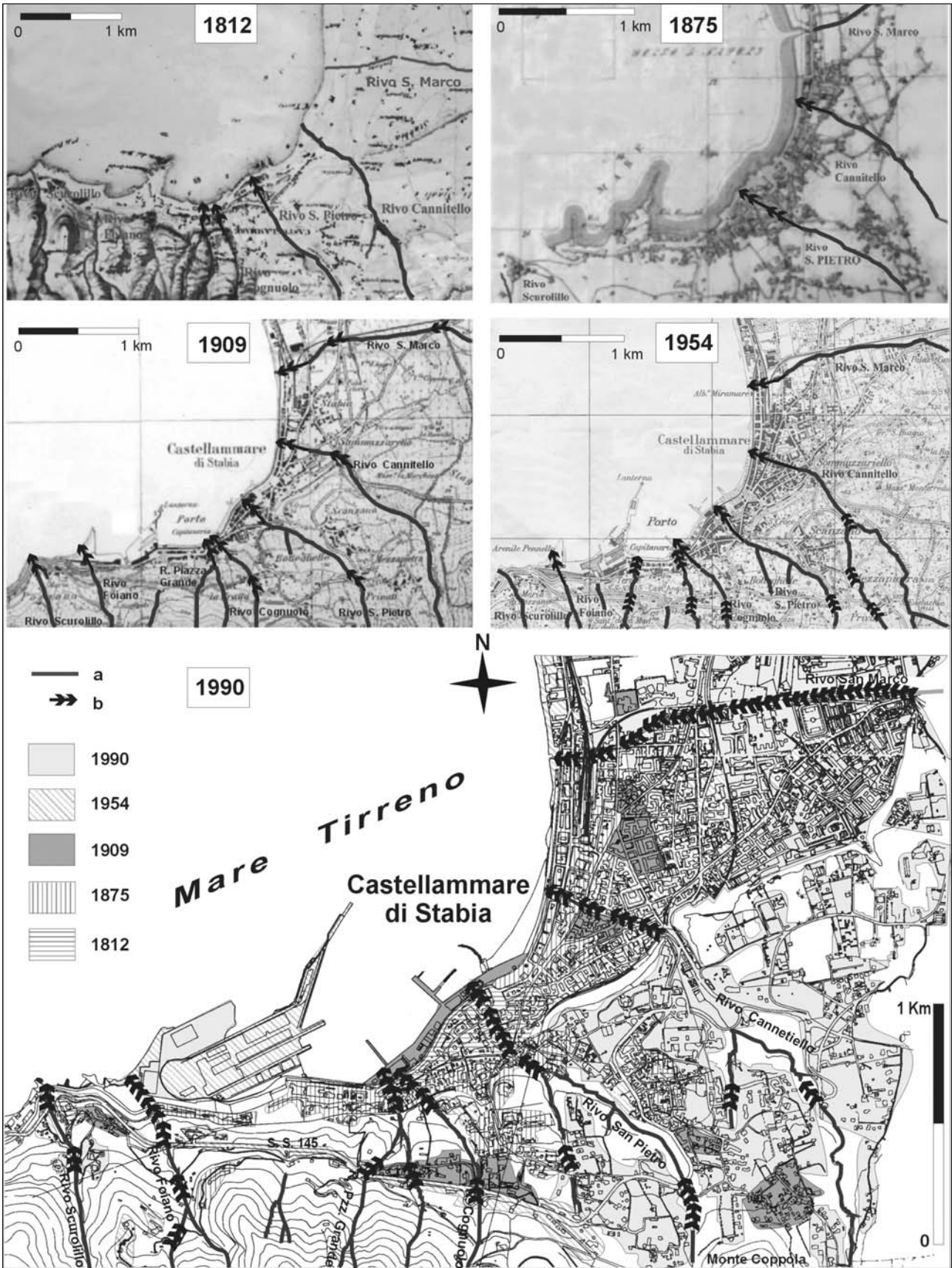


Fig. 7 - Carte storiche (1812-1990) rappresentanti l'evoluzione urbanistica e le modificazioni antropiche della rete idrografica. a) Alvei naturali; b) tratti di alvei tombati o cementati. Nella carta topografica del 1990 i colori indicano lo sviluppo del centro urbano nel tempo.  
 Historical maps (1812 –1990) showing the urban evolution and the anthropic modifications of the hydrographic network. a) natural river-bed; b) modified river-bed. In the 1990 topographic map the colours represent the development of urban area during time.

Per la situazione urbanistica attuale e per l'alluvione del 1987, si fa riferimento alla carta del 1990, questa è stata usata anche come base cartografica per sintetizzare l'evoluzione urbanistica e le modificazioni subite dai rivi nel tempo.

Nella rappresentazione dell'abitato di Castellammare di figura 7, si evince che negli ultimi decenni si è avuta una notevole espansione urbanistica verso la piana del Sarno e lungo la fascia pedemontana. I rivi che hanno risentito maggiormente di questo ulteriore sviluppo sono il San Marco, che è stato totalmente tombato al di sotto dell'abitato ed il Cannitello il cui tratto tombato è stato esteso dalla paleofalesia alla statale SS. 145.

Esempi dell'intensa modificazione antropica subita dalla rete idrografica negli ultimi anni sono: la costruzione del fabbricato ex pensione Teta, che occupa il letto del rivo Scuroilillo in prossimità della foce; le gallerie ANAS realizzate lungo la SS 145, perpendicolarmente al rivo Foiano (Fig. 8). Queste costituiscono un sito di particolare rischio; infatti, nel Gennaio del 1997, una di esse è stata già invasa da una colata rapida di fango (frana di Pozzano, Di Crescenzo & Santo, 1999).

In conclusione tutti i rivi hanno dato nel passato problemi di trasporto solido per alluvionamento, in occasione dei quali hanno avuto un ruolo fondamentale le numerose restrizioni delle sezioni fluviali, riconducibili alle modificazioni antropiche dei naturali corsi e all'occlusione delle tombature con cui i rivi raggiungono il mare.

## 7. RELAZIONI TRA PLUVIOMETRIA ED EVENTI ALLUVIONALI

La piovosità nell'ambito della Penisola Sorrentina, (Rossi & Villani, 1994; De Falco *et al.*, 1997) presenta una distribuzione disomogenea, in quanto risulta condizionata dalla particolare configurazione morfologica dei Monti Lattari; questi rilievi costituiscono una barriera orografica che influenza in modo diverso le precipitazioni sui due versanti, inducendo una maggiore concentrazione degli eventi meteorici nel periodo invernale sul versante sorrentino e nel periodo autunnale su quello amalfitano. Questa variabilità è ulteriormente confermata dall'analisi dei dati pluviometrici della serie storica 1921-1990, che ha permesso a Rossi & Villani (1994) di suddividere in due sottozone pluviometriche l'area Penisola Sorrentina-Monti Lattari. Inoltre, in base all'analisi dei dati pluviometrici medi annui relativi allo stesso periodo, De Falco *et al.*, (1997) hanno redatto la carta delle isoiete che mostra valori più elevati nel settore tra Nocera, Gragnano e Positano, posto a quota maggiore, all'interno del quale ricade anche il territorio di Castellammare di Stabia (Fig. 9).

Per quanto riguarda i dissesti che frequentemente colpiscono la Penisola Sorrentina, questi hanno un rapporto di causa- effetto con gli eventi meteorici che è ampiamente documentato in letteratura dall'analisi delle isoiete di alcuni eventi pluviometrici del passato e della serie storica delle frane.

Per l'analisi delle relazioni tra pluviometria ed eventi alluvionali che hanno interessato i bacini idrografici di nostro interesse, sono stati analizzati i dati relativi



Fig. 8 - Ingresso della galleria ANAS in costruzione che attraversa il valone di Foiano. Sulla sinistra sono ben evidenti i depositi di conoide alternati a livelli piroclastici tardo pleistocenici.

*The building tunnel that crosses the Foiano creek. On the left are exposed alluvial fan deposits with intercalation of upper Pleistocene pyroclastic levels.*

ai pluviometri di Castellammare (18 m s.l.m.) e Gragnano (173 m s.l.m.) reperiti dagli Annali Idrologici dell'Istituto Idrografico e Mareografico di Napoli. In particolare sono stati considerati i valori di pioggia giornaliera superiore agli 80 mm nel periodo 1935-1988 (Fig.10). Il confronto con gli episodi alluvionali noti, purtroppo, è stato possibile solo per gli eventi del 20 Agosto 1935 e del 9 Novembre 1987; per essi sono stati considerati i valori di pioggia giornalieri e la pioggia cumulata per un periodo, antecedente di circa tre mesi. Nel caso dell'alluvione del 1935, che fa riferimento al Rivo S. Marco il cui bacino idrografico ricade nell'area di competenza del pluviometro di Gragnano, si sono verificati, dal 1° Giugno al 20 Agosto, solo otto giorni piovosi con un valore di pioggia cumulata di 116 mm, cui si sono aggiunti i 94 mm del giorno 20 (Fig. 10). Per quanto concerne l'evento del 1987, l'eccezionale pioggia di 182 mm del 9 Novembre è stata preceduta da soli 137,6 mm di pioggia cumulata nei tre mesi antecedenti. Entrambi gli eventi, dunque, si sono verificati dopo un periodo di scarse precipitazioni, in coincidenza di un picco piovoso isolato di tipo temporalesco. Dal grafico in Fig.10, si evince inoltre che valori di precipitazioni giornaliere simili a quelli registrati per gli eventi alluvionali del 1935 e del 1987 si sono ripetuti più volte senza effetti degni di rilievo. Tali considerazioni, anche se prive di valore quantitativo, inducono a pensare che gli eventi alluvionali potrebbero essere stati causati da una particolare concentrazione oraria delle piogge. Ciò si intuisce dal contenuto di alcuni documenti rinvenuti nella ricerca storica come la descrizione coeva dei fatti del notaio Vincenzo d'Ayello jr.; " *temporale o sia tempesta grande sortita nel 20 Gennaio 1764 ...principiata verso l'ore sette ed aumentata sino alle ore 11"*., dalla relazione tecnico-sanitaria del municipio del 5/09/1935: *all'imbrunire del 20 Agosto e per non più di un ora si scatenò un violentissimo nubifragio.*

### 8. CONCLUSIONI

Lo studio geologico-geomorfologico ha evidenziato che una estesa porzione dell'abitato di Castellammare è localizzata su conoidi oloceniche accresciutesi anche in età storica. La ricerca storica condotta ha permesso di documentare numerosi eventi

alluvionali di cui si era persa la memoria dalla fine del settecento ad oggi, di localizzare e distinguere i danni relativi ai singoli eventi e di redigere una carta dei danni in cui sono evidenziate le aree colpite da uno o più eventi alluvionali, nel periodo che va dal 1764 al 1987. Tale carta è stata ricostruita valutando anche l'evoluzione urbanistica dell'area, utilizzando riferimenti cartogra-

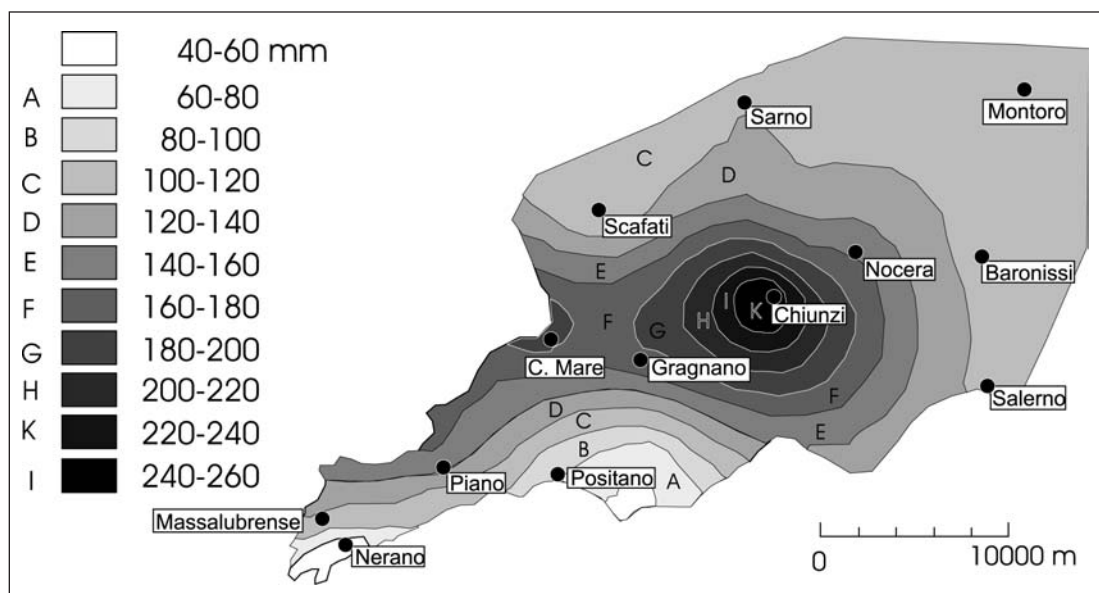


Fig. 9 - Carta delle isoite della Penisola Sorrentina-Monti Lattari. (Da De falco et al, 1997, modif.)

*Isoiete map of the surrentine peninsula – Lattari Mts. (from De Falco et al., 1997, modified).*

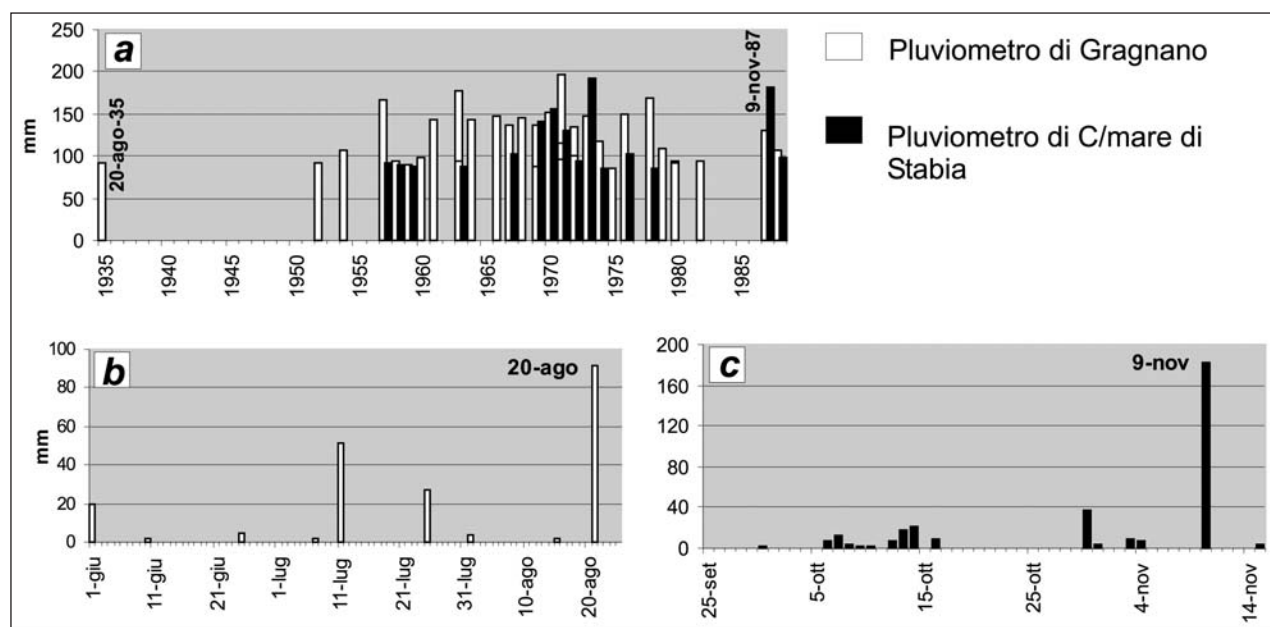


Fig. 10 - a) Istogramma delle massime precipitazioni giornaliere (> 80 mm) registrate dai pluviometri di Castellammare mare di Stabia e Gagnano nell'intervallo 1935-88. b) Piogge giornaliere registrate dalla stazione pluviometrica di Gagnano nei tre mesi antecedenti l'evento del 20/08/1935 c) Piogge giornaliere registrate dal pluviometro di C\mare di Stabia nel periodo antecedente l'evento alluvionale del 09/11/1987.

a) Histogram of maximum daily rainfall (> 80 mm) recorded from rain-gauges of Castellammare and Gagnano between 1935 and 1988. b) daily rainfall recorded from rain-gauge of Gagnano during the three months before the event of the 20/08/1935 c) daily rainfall recorded from rain-gauge of Castellammare di Stabia before the alluvial event of 9/11/1987.

fici coevi agli eventi alluvionali studiati; in particolare sono state utilizzate carte risalenti rispettivamente al 1812, 1875, 1909, 1954 e 1990, allo scopo di correlare i danni all'evoluzione urbanistica. Da questo confronto è emerso che sicuramente eventi della stessa intensità, potrebbero interessare aree maggiori, vista la notevole espansione urbanistica e l'alta densità demografica di questo territorio.

Dalle stesse carte è stato possibile seguire nel tempo le modificazioni antropiche subite dai "rivi" (alvei tombati, cementificazione, restringimento ecc.). Inoltre, dalle notizie storiche sulle alluvioni, si è potuto accertare che i punti di esondazione sono stati talvolta localizzati in corrispondenza dei restringimenti d'alveo ("effetto diga" causato da tronchi e massi trasportati dalla corrente).

L'analisi storica e l'analisi dei dati pluviometrici disponibili suggeriscono che gli eventi si sono verificati in coincidenza di picchi piovosi isolati. La particolarità di queste precipitazioni va ricercata nella loro concentrazione oraria, che purtroppo non può essere quantificata a causa della mancanza di dati pluviometrici, ma che trova conferma nelle minuziose descrizioni degli eventi rinvenute nella ricerca storica.

Lo studio dei bacini idrografici ha consentito di definire i principali parametri fisici che li caratterizzano e di calcolare il loro tempo di corrivazione che si è dimostrato essere sempre prossimo o inferiore all'ora.

Sulla base dei dati raccolti nel territorio di Castellammare di Stabia si devono quindi evidenziare le condizioni di alta velocità e pericolosità dei fenomeni alluvionali che in un'area così altamente urbanizzate si traducono in un elevato rischio.

Molti altri centri abitati campani presentano le stesse caratteristiche avendo condizioni geologico-geomorfologiche predisponenti a tali fenomeni quali: condizioni morfometriche dei bacini e cioè gradienti medi di pendenza abbastanza elevati (30 - 40 %) ed elevata energia di rilievo (1000 metri di dislivello su bacini di dimensioni estremamente ridotte), associati a bassi tempi di corrivazione; estesa presenza di coperture piroclastiche sui versanti dei bacini idrografici che favoriscono il ruscellamento superficiale e contribuiscono ad aumentare il trasporto solido degli alvei.

In questi contesti, gli studi multidisciplinari rivolti alla mitigazione del rischio per fenomeni di alluvionamento, devono tener conto di un approccio geologico-geomorfologico di dettaglio, atto alla individuazione dei conoidi attivi, accompagnato da una accurata ricerca storica soprattutto perché quest'ultima ha mostrato più volte (Migale & Milone 1998) così come per le frane, che i fenomeni alluvionali possono ripetersi con tempi di ritorno non necessariamente brevi (dell'ordine dei 50-100 anni) che spesso hanno fatto dimenticare all'uomo le condizioni di alto rischio di alcuni territori.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Prof. Sorriso Valvo per gli utili consigli nella revisione critica del manoscritto.

Lavoro stampato con fondi ex Murst 60% e 40%.  
Resp. Prof. De Riso R.

## LAVORI CITATI

- Aucelli A., Cinque A. & Merola D., (1996) - *Discriminazione cronologica di eventi deformativi fragili lungo il margine settentrionale dei monti Lattari sulla base di dati geologici e geomorfologici*. Il Quaternario, **9** (1), 319-324.
- Archivio Storico di Castellammare - *Relazioni tecnico-amministrative*. Municipio di Castellammare di Stabia, Napoli.
- Barra D., Bonaduce G., Brancaccio L., Cinque A., Ortolani F., Pagliuca S. & Russo F. (1989) - *Nuovi dati sulla evoluzione geomorfologica olocenica della piana costiera del fiume Sarno (Campania)*. Atti Conv. Soc. Geol. It.. "Morfogenesi e stratigrafia dell'Olocene" **5**, 23-30
- Bonardi G., D'Argenio B. & Perrone V. (1988) - *Carta geologica dell'Appennino Meridionale in scala 1: 250.000*. Mem. Soc. Geol. It., **41**.
- Budetta P. & Santo A. (1993) - Morphostructural evolution and related kinematics of rockfalls in Campania (Southern Italy): a case study. *Engineering Geology*, **36** (3/4), 197-210.
- Budetta P., Calcaterra D. & Ducci D. (1991) - *Caratterizzazione geomeccanica di ammassi rocciosi carbonatici tra Castellammare di Stabia e Vico Equense (Penisola Sorrentina - Campania)*. Geologia Tecnica, **3/91**, 13-22, Roma.
- Budetta P., Calcaterra D. & Santo A. (1994) - *Engineering-geological zoning of potentially unstable rock slopes in Sorrentine Peninsula (Southern Italy)*. Proc. 7th Int. Congr. I.A.E.G., Lisbona, 2119-2126, Balkema.
- Calcaterra D., Santo A., de Riso R., Budetta P., Di Crescenzo G., Franco I., Galiotta G., Iovinelli R., Napolitano P. & Palma B. (1997) - *Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del Gennaio 1997 in Penisola Sorrentina-Monti Lattari: primo contributo* - Atti IX Congresso Nazionale dei Geologi, Roma 17-20 aprile 1997.
- Celico P. (1988) - *Prospezioni idrogeologiche* - Liguori ed., Napoli.
- Celico P., Guadagno F.M. & Vallario A. (1986) - *Proposta di un modello interpretativo per lo studio delle frane nei terreni piroclastici*. Geol. Appl. Idrogeol., **22**, 73-193.
- Celico P., Guadagno F.M. (1998) - *L'instabilità delle coltri piroclastiche delle dorsali carbonatiche in Campania: Attuali conoscenze*. Quaderni di Geologia Applicata, **5** - 1.
- Cinque A. Alinaghi H., Laureti L., Russo F., (1987) - *Osservazioni preliminari sull'evoluzione geomorfologica della Piana del Sarno (Campania, Appennino meridionale)*. Geogr. Fis. Din. Quat., **10**, 161-174.
- Cinque A., 1991 - *La trasgressione versiliana nella Piana del Sarno (Campania)*. Geogr. Fis. Din. Quat., **14** (1991), 63-71.
- Civita M. & Lucini P. (1968) - *Sulla franosità nella zona nord-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania)*. Mem. e Note dell'Ist di Geol. Appl., **10**, 7-58.
- Civita M., de Riso R., Lucini P. & Nota D'Elogio E. (1975) - *Sulle condizioni di stabilità dei terreni della Penisola Sorrentina (Campania)*. Geol. Appl. e Idrogeol., **10**, 129-188.

- Cotecchia V. & Melidoro G., (1966) - *Geologia e frana di Termini-Nerano. (Penisola Sorrentina)*. Geol. Appl. e Idrogeol., **1**, 93-122.
- De Falco M., de Riso R., Lucini P. & Nota D'Elogio E., (1997) - *La piovosità della Penisola Sorrentina e dei Monti Lattari in relazione all'evento del Gennaio 1997*. Atti IX Congr. Ordine Naz. geologi, 17-20 Roma
- Deino A.L., Curtis G.M., Southo J., Terrasi F., Campajola L., Orsi G., (1994) - *C14 and Ar40/Ar39 dating of the Campanian Ignimbrite, phlegraeen fields, Italy*. 8th International Conference on Geochronology, Cosmochronology and Isotope Geology, Berkeley, USA, abstracts, Us Geol. Surv. Circ. 1107, p.77.
- Del Prete S., Mele R., (1999) - *Lo studio della franosità storica come utile strumento per la valutazione della pericolosità da frane. Un esempio nell'area di Gragnano (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., **118**, 91-111.
- De Riso R. (1992) - *Le frane in roccia della Penisola Sorrentina*. In VALLARIO A. (1992) - *Frane e Territorio (Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio)*. Liguori Editore.
- De Riso R., Budetta P. Calcaterra D. & Santo A. (1999) - *Le colate rapide in terreni piroclastici del territorio campano*. Convegno su "Previsione e prevenzione di movimenti franosi rapidi", Trento 17-19 giugno 1999, GEAM.
- De Riso R. & Nota D'Elogio E. (1973) - *Sulla franosità della zona sud-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania)*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., **12**, 5-46.
- De Rosa T. (1935) - *Castellammare di Stabia, rievocazioni e rivendicazioni storiche*. Pada Tipografia - Santuario Basilica- 1935.
- Di Crescenzo G. & Santo A. (1999) - *Analisi geomorfologica delle frane da scorrimento-colata rapida in depositi piroclastici della Penisola Sorrentina (Campania)*. Geogr. Fis. Din. Quat., **22**, 57-72 .
- Giasi C.I., Guadagno F.M. & Mele R. (1996) - *Alcuni aspetti delle fenomenologie franose nelle coperture piroclastiche dei versanti di Monte Pendolo (Gragnano, NA)*. Atti VI Conferenza Scientifica annuale sulle attività di Ricerca dei Dipartimenti, Giornate Poster sulle ricerche del Gruppo Geomineralogico, Univ. Di Napoli, 66-68.
- Guadagno F. M. (1991) - *Debris flows in the Campanian volcanoclastic soils (Southern Italy)*. Proc. Int. Conf. on "Slope stability engineering developments and applications", Isle of Wight, 109-114.
- Guadagno F. M., Palmieri M., Siviero V. & Vallario A. (1998) - *Alcuni aspetti degli eventi franosi di tipo colata in vulcanoclastiti incoerenti nell'area campana*. 74° Cong. Soc. Geol. It.
- Guida M., Iaccarino G. & Vallario A. (1974) - *Alcune considerazioni sui fenomeni di dissesto e sulla difesa del suolo nella Penisola Sorrentina*. Geologia Tecnica, **2**, 120-128.
- Guida M., Pagano D. & Vallario A., (1986) - *I fenomeni franosi della Penisola Sorrentina*. In: CINQUE A. (1986) - *Guida alle escursioni geomorfologiche. (Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini)*. 69-90, pubbl. n° **33**, Dip. Scienze della Terra, Università di Napoli.
- Istituto Geografico Militare: carte topografiche storiche.
- Istituto Idrografico e Mareografico: annali del servizio idrografico
- Il Mattino (22/08/1935) - Biblioteca Università Federico II (Napoli), Sez. Emeroteca.
- Il Mattino (10/11/1987) - Emeroteca Tucci, Posta Centrale (Napoli).
- Il Mattino (9/10/ 2000).
- Lazzari A., (1954) - *Aspetti geologici dei fenomeni verificatisi nel Salernitano in conseguenza del nubifragio del 25-26 Ottobre 1954*. Boll. Soc. dei Naturalisti in Napoli, **63**.
- Migale L. & Milone A. (1998): "Ricerca storica sulle colate di fango in terreni piroclastici della Campania". Rassegna Storica Salernitana, **30**, 235-271.
- Montella N. (1841) - *Sposizione del disastro avvenuto in Gragnano diretta ad allontanare il timore di nuovi pericoli*. Tip. del Petrarca Napoli.
- Palumbo M. (1940) - *Stabia e Castellammare di Stabia, antologia storica*. Aldo Fiory Editore - Napoli.
- Parisi G., (1842) - *Cenno storico-descrittivo della Città di Castellammare di Stabia*. Firenze 1842.
- Penta F., Lupino O. R., Capozza F. & Esu F. (1954) - *Effetti dell'alluvione del 26 ottobre 1954 nel Salernitano*. Geotecnica, **1**.
- Ranieri N. (1841) - *Sul funesto avvenimento della notte del 21 al 22 gennaio 1841 nel comune di Gragnano*. Boenzio, Napoli, pp. 2-16, tavv. n° 2.
- Rolandi G. (1997)- *The eruptive history of Somma-Vesuvius volcanism and Archeology in mediterranean area*. Ed. De Vivo & Cortini.
- Roma (15-17/10/1878) - Biblioteca Univ. Federico II (Napoli), Sez. Emeroteca.
- Rossi F., Villani P. (1994) - *Valutazione delle piene in Campania*. G.N.D.C.I Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo Linea 1. C.N.R. 310 pp.
- Santo A. & Tuccimei P. (1997) - *Ricostruzione di eventi deformativi di versante tardo-aternari ed olocenici attraverso studi geomorfologici e datazioni radiometriche Th/U: l'esempio dell'area di Vico Equense (Campania)*. "Il Quaternario" **10** (2), 1997, 447-484.
- Sigurdsson H., Cashdollar S. & Sparks S. R. J. (1982) - *The eruption of Vesuvius in A.D. 79: reconstruction from historical and volcanological evidence*. Am. Journ. Archeology, **86**.
- Travaglini G., Valdinucci A. (1964) - *Sulla frana di Nerano e Termini nel febbraio 1963*. Università di Napoli Istituto di Idraulica Agraria.
- Tropeano D., Casagrande F., Luino F., Cescon C. (1996) - *Processi di mud-debris flow in Val Cenischia (Alpi Graie): osservazioni nel bacino del T. Marderello*. GEAM, Quaderni di studi e documentazione, Anno XXXIII n. **23**. 5-31.
- Vallario A. (1992) - *Le frane nelle piroclastiti della Campania*, in A. Vallario Frane e Territorio. *Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio*, Liguori Ed. Napoli.
- Vallario A. (2001) - *Il dissesto idrogeologico in Campania*. CUEN Ed. Napoli.

Ms. ricevuto il 13 giugno 2001  
 Testo definitivo ricevuto il 15 febbraio 2002

Ms. received: June 13, 2001  
 Final text received: February 15, 2002