Lab. di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica
UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Le Fiumare della provincia di Reggio Calabria

a cura di: Pasquale VERSACE, Ennio FERRARI, Francesco CRUSCOMAGNO

Le Fiumare della provincia di Reggio Calabria

maggio 2016
CAMILab, Università della Calabria
in collaborazione con U.O.A. Protezione Civile, Regione Calabria

MISTO
Da fonti gestite
in maniera responsabile
FSC® C103486

Questo volume è stato stampato da Rubbettino print su carta ecologica certificata FSC®
che garantisce la produzione secondo precisi criteri sociali di ecosostenibilità, nel totale rispetto
del patrimonio boschivo. FSC® (Forest Stewardship Council) promuove e certifica i sistemi
di gestione forestali responsabili considerando gli aspetti ecologici, sociali ed economici

Lab. di
Cartografia
Ambientale e
Modellistica Idrogeologica
UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Fiumara Amendolea

INDICE

	Pag.
Prefazione	3
Introduzione	4
Parte prima. I LUOGHI E LO STATO	
1. Premessa	5
2. Una singolarità geomorfologica del sud Italia: le fiumare	5
3. Le alluvioni distruttive	6
3.1 La memoria degli eventi del passato	7
3.2 L'evento alluvionale del 30 ottobre - 2 novembre 2015	19
4. I piani degli interventi per la difesa del suolo in Calabria	20
Parte seconda. LO STATO DEI LUOGHI	
5. Caratteristiche geomorfologiche dei bacini, documentazione storica e sopralluoghi di punti critici	30
5.1 Fiumara Stilaro	33
5.2 Fiumara Precariti	39
5.3 Fiumara Allaro	43
5.4 Fiumara Amusa	51
5.5 Fiumara Torbido	55
5.6 Fiumara Novito	59
5.7 Fiumara Gerace	61
5.8 Fiumara Portigliola	63
5.9 Fiumara Condoianni	65
5.10 Fiumara Careri	67
5.11 Fiumara Bonamico	73
5.12 Fiumara Laverde	77
5.13 Fiumara Bruzzano	85
5.14 Fiumara Spartivento	101
5.15 Fiumara Palizzi	103
5.16 Fiumara San Pasquale	107
5.17 Fiumara Sideroni	115
5.18 Fiumara Vena	119
5.19 Fiumara Amendolea	123
5.20 Fiumara Acrifa	129
5.21 Fiumara Melito	131
5.22 Fiumara Sant'Elia	137
5.23 Fiumara Molaro II	139
5.24 Fiumara Molaro I	141
5.25 Fiumara S. Vincenzo	143
5.26 Fiumara Oliveto	145
5.27 Fiumara Lume	147
5.28 Fiumara San Giovanni	149
5.29 Fiumara Macellari	153
5.30 Fiumara Valanidi	161
5.31 Fiumara Armo	167
5.32 Fiumara Menga	177
5.33 Fiumara S. Agata	181
5.34 Fiumara Calopinace	189
5.35 Fiumara Annunziata	195
5.36 Fiumara Fiumetorbido	201
5.37 Fiumara Scaccioti	207
5.38 Fiumara Gallico	217
5.39 Fiumara Catona	225
5.40 Fiumara Favazzina	235
5.41 Fiumara Sfalassà	241
6. Bibliografia	245
APPENDICI	
1) Appendici agli Annali Idrologici del Servizio Idrografico. *1.1 Piene eccezionali del marzo ed ottobre 1951 nei corsi d'acqua calabro-lucani. Annale Idrologico 1951, 54-71.* *1.2 Alluvione di ottobre 1953 in Calabria. Annale Idrologico 1953, 57-64.* *1.3 Eventi meteorici del novembre 1959. Annale Idrologico 1959, 65-79.* *1.4 Gli eventi meteorici e le piene del 21-24 dicembre 1972. Annale Idrologico 1972, 53-61.* *1.5 Eventi meteorici e piene del 2 gennaio 1973. Annale Idrologico 1973, 47-58.*	247
2) Regione Calabria, ARPACAL (2015). *Evento meteopluviometrico del 30 ottobre - 2 novembre 2015. Centro Funzionale Multirischi di Catanzaro, pp. 36.*	313
3) Catenacci V. (1992). Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990. *Cronistorie Calabresi - S.G.N., Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 228-245.*	348
4) Viparelli C. (1964). Granulometrie delle alluvioni dei torrenti calabri. *Geotecnica, 1, 10-35.*	366
5) Viparelli M. (1972). La sistemazione delle aste terminali delle fiumare calabre. *Università di Napoli, Facoltà di Ingegneria, Istituti Idraulici, Liguori Editore, Napoli, pp.95.*	392
6) Versace P. (1995). Aspetti idraulici ed idrologici del sistema fluviale. *In: Le vie dell'acqua. Cassa di Risparmio di Calabria e di Lucania, S.p.A., 65-103.*	444
7) Marone V. (1992). La ricchezza idrologica dello sfasciume. *Scritti calabresi di Vincenzo Marone. Editoriale BIOS, 9-14.*	483

PREFAZIONE

La estrema complessità orografica, morfologica e geologico-strutturale della Calabria, oltre a determinarne la bellezza paesaggistica e la varietà di ambienti naturali (caratteristiche peculiari che ne fanno una regione dalla valenza turistica di straordinaria efficacia) rendono al tempo stesso la nostra regione una tra le più esposte ai rischi naturali.

A tale condizione naturale fortemente penalizzante sono poi da aggiungersi decenni di cattiva gestione e governo del territorio. I fattori antropici quali l'attività estrattiva non regolata, le nuove urbanizzazioni delle aree costiere a partire dagli anni 60, la costruzione di invasi, infrastrutture, discariche, l'eliminazione delle dune costiere, in uno con le sequenze sismiche che inducono sollecitazioni dinamiche predisponenti ai dissesti, hanno amplificato ulteriormente le condizioni di vulnerabilità e conseguentemente di rischio.

Ad una notevole varietà e diffusione dei fenomeni franosi si sovrappongono e si concatenano in Calabria fenomeni di erosione intensa.

Le esondazioni, frequenti e cicliche, costituiscono oggi fonti di rischio ancor più elevato a causa della intensa e disordinata urbanizzazione degli ambiti costieri regionali e delle modifiche alle sezioni di deflusso dei corsi d'acqua negli ambiti urbani.

Le deviazioni delle foci, la diminuzione degli apporti solidi, le urbanizzazioni incontrollate degli ambiti costieri, l'eliminazione dei cordoni dunari, hanno prodotto una accelerazione dell'erosione costiera che determina una situazione di rischio molto elevato in numerosi settori costieri con la compromissione di centri abitati, rete ferroviaria e rete stradale di rilevanza nazionale. Ulteriori incrementi sono poi derivati da interventi sistematori errati, dalla messa in opera di presidi non sufficientemente studiati e modellati che hanno avuto effetti opposti a quelli attesi con connesse deturpazioni ambientali.

Il quadro relativo al sistema territoriale calabrese è dunque connotato dalla presenza di una diffusa pericolosità e vulnerabilità che riguarda non più solo le aree montane e collinari ma che investe diffusamente le aree costiere dove gli elementi vulnerabili acquistano peso crescente in termine di valore economico (centri abitati, attività economiche, infrastrutture e “life lines”).

L'intervento nel settore della difesa del suolo in Calabria dunque assume carattere strategico e prioritario anche per l'acquisita consapevolezza che i benefici diretti ed indiretti di tale azione si traducono concretamente nell'ottimizzazione dei costi dei programmi di sviluppo regionale.

Basti pensare infatti alle ingenti risorse impegnate in Calabria negli ultimi anni per azioni di ripristino e messa in sicurezza post-emergenziali. Centinaia di milioni di Euro spesi per porre rimedio agli effetti dannosi sul territorio e sulle attività umane di eventi alluvionali le cui conseguenze, con una azione di prevenzione dal costo decisamente inferiore, si sarebbero potute fortemente limitare.

In tale ottica non si può non accogliere con estremo favore la presente iniziativa editoriale che, attraverso la sintesi delle esperienze di ricerca applicativa del CAMILab, propone un approfondimento di studio sulle FIUMARE della Provincia di Reggio Calabria.

Un volume che fornisce un prezioso contributo di conoscenza sullo stato del dissesto e, più in generale, sulle condizioni di criticità residuale in quella determinata area geografica (particolarmente grave ed allarmante dopo i recenti episodi alluvionali del mese di novembre 2015).

L’attuazione di concrete misure di contrasto e di azioni politiche di gestione del territorio finalizzate alla prevenzione passa anche e soprattutto attraverso la conoscenza approfondita dei complessi processi che sono all'origine della condizione descritta; proprio quella conoscenza che il presente volume contribuisce ad approfondire.

Con la recondita speranza che, proprio grazie ad iniziative come questa, si riesca finalmente a ridefinire obiettivi e quadri programmatori, ripensare politiche e strumenti normativi e operativi per uscire dal paradosso di una regione che non riesce a passare dall’emergenza alla gestione ordinaria del territorio.

Carlo Tansi

Paolo Cappadona

INTRODUZIONE

Gli eventi alluvionali che colpiscono sistematicamente il territorio calabrese rappresentano un freno allo sviluppo e incidono pesantemente sulla sicurezza e sulla qualità della vita.

La Calabria è una terra particolare, geologicamente fragile, con una morfologia, ancora immatura, che cerca più solidi equilibri, attraverso una catena di eventi impressionanti che smantellano le montagne e riversano immense quantità di detriti verso il mare. I fenomeni sono discontinui, legati al capriccioso andamento delle piogge, con lunghe siccità intervallate da spaventosi nubifragi.

Le fiumare sono la splendida esemplificazione di questa eccezionale potenza della natura, sono il cardine di questa trasformazione. Esse sembrano, per molti anni, troppo estese per contenere i modesti deflussi che le percorrono, ma, ogni tanto, a intervalli di anni o di decenni, non riescono a contenere le piene impetuose che le invadono dall'una all'altra sponda.

Le fiumare sono uno scenario bellissimo, un patrimonio dell'umanità che andrebbe rispettato e valorizzato. Invece, neanche questo irripetibile tesoro ambientale è riuscito a sfuggire al saccheggio dell'uomo.

L'antropizzazione è stata dettata dalla necessità di favorire l'uscita dalla povertà, di avviare e sostenere lo sviluppo, di promuovere la modernizzazione, di garantire ai calabresi casa, collegamenti, servizi, industrializzazione. Ma questa trasformazione non è stata governata, è avvenuta in modo caotico e protervo.

Si è costruito dentro fiumi e torrenti, sul ciglio di burroni in arretramento, sotto versanti instabili, nel corpo di frane attive. Si sono fatte strade inutili che hanno prodotto più danni che benefici, si sono stravolti i percorsi naturali delle acque piovane, con deviazioni, restringimenti, tombature, occlusioni.

Dopo le tragiche alluvioni degli anni 50, puntualmente ricordate in questo volume, dopo i morti di Reggio Calabria, di Africo, di Natile, di Canolo, di Platì e di tanti altri luoghi fino ad allora mai sentiti, fu fatto un grande sforzo per cercare di ridurre l'impeto delle fiumare, con interventi accorti, poco invasivi, rispettosi del contesto territoriale.

Gli interventi furono eseguiti dalla Cassa del Mezzogiorno, seguendo un Piano Regolatore che fissava i criteri e i metodi delle opere da realizzare. Un piano importante, razionale, anche se non privo di limiti. Fu, certamente, un grave errore porre come obiettivo l'abbandono delle campagne e l'emigrazione verso aree più ricche. Così come fu sbagliato, in fase esecutiva, cedere troppo spesso alla logica dell'intervento a pioggia, con opere talora di scarso o non duraturo effetto. Ma fu nel complesso una grandiosa azione dei calabresi per migliorare la sicurezza della gente, senza stravolgere il territorio.

Ci furono imprese epiche. Forestazioni in luoghi inaccessibili. Briglie enormi per contenere la potenza delle fiumare. Ricomposizioni del reticolo fluviale nelle più remote pendici. Sistemazioni di versanti in frana con interventi ancora oggi efficaci. Centinaia di operai forestali viaggiarono a dorso di mulo e dormirono per mesi all'addiaccio, in capanne, addirittura in grotte. Ma fecero un lavoro importante. Dimenticato. Che andrebbe raccontato e rivalutato, con serenità, senza le polemiche, esasperate dal confronto politico, che si svilupparono in quegli anni e anche dopo.

Gli effetti di quell'intervento sono ormai solo un ricordo. Lo scempio del territorio ha ripreso vigore. Le continue catastrofi ne sono l'inconfutabile prova.

Il dissesto idrogeologico nel territorio delle fiumare è un problema ancora aperto, sul quale i riflettori devono restare sempre accesi.

Questo volume, realizzato dal laboratorio CAMILab (Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica) dell'Università della Calabria, in stretta collaborazione con l'UOA Protezione Civile della Regione Calabria, va proprio in questa direzione, poiché descrive gli effetti al suolo dell'evento dell'autunno 2015, che si è accanito sulle fiumare del reggino, ha provocato danni, diffusi e rilevanti, e ha messo a nudo, ancora una volta, l'inquietante fragilità di quelle aree.

Peraltro, alcune foto di archivio, risalenti alla fine degli anni 90, evidenziano che in questi 20 anni poco è cambiato, e forse in qualche caso la situazione è addirittura peggiorata.

Ma le immagini del volume offrono anche un messaggio di speranza: al di là delle violenze subite le grandiose fiumare conservano ancora la loro incantevole bellezza.

Una bellezza che tutti noi dobbiamo difendere e preservare.

Pasquale Versace Arcavacata, 19 giugno 2017

PARTE PRIMA

I LUOGHI E LO STATO

1. PREMESSA

Il presente lavoro costituisce una sintesi dell'esperienza accumulata dal laboratorio CAMILab dell'Università della Calabria nelle diverse attività scientifiche e tecniche svolte nel corso degli ultimi 20 anni per lo studio e la difesa delle fiumare che solcano il territorio della provincia di Reggio Calabria, a sostegno della Protezione Civile nazionale e regionale. La relazione è articolata sostanzialmente in due parti. In una prima parte, prendendo spunto da materiale precedentemente edito sull'argomento, sono descritti i principali processi fisici che contribuiscono a modellare l'ambiente fluviale delle fiumare. La caratterizzazione geomorfologica è completata da una sintesi dei principali eventi alluvionali storici e dei diversi piani degli interventi per la difesa del suolo in Calabria succedutisi nel tempo. Nella seconda parte si pone invece l'attenzione sullo stato dei luoghi, con la presentazione della documentazione tecnica e fotografica di cui dispone il CAMILab, prodotta per la valutazione del rischio idraulico delle fiumare e dei danni provocati da vari eventi alluvionali storici. In particolare, sono riportati i sopralluoghi effettuati per l'identificazione puntuale dei dissesti conseguenti all'evento alluvionale dei primi giorni del novembre 2015, che ha colpito principalmente la fascia ionica della provincia di Reggio Calabria. Con questo materiale il CAMILab intende fornire un contributo geograficamente circostanziato e temporalmente ben preciso alla conoscenza dello stato di dissesto e, più in generale, delle condizioni di criticità delle fiumare calabre.

2. UNA SINGOLARITÀ GEOMORFOLOGICA DEL SUD ITALIA: LE FIUMARE

I fiumi calabro-lucani presentano caratteristiche tanto particolari da aver richiesto per essi il termine peculiare, ben noto, di fiumare. Generalmente, il tratto montano delle fiumare ha una pendenza molto elevata, che supera spesso il 20%. Esso è in genere incassato tra versanti ripidi che lo alimentano non solo con le piogge ma anche con un apporto notevole di materiale solido. Questo apporto può avvenire con una certa regolarità, per effetto di una diffusa erosione superficiale, o in modo repentino per il verificarsi di fenomeni franosi. Nel tratto montano, durante le piene, le fiumare non solo trasportano il materiale che proviene dai versanti ma esercitano anche una intensa erosione del proprio alveo. Quest'ultimo diventa così sempre più incassato, mentre i versanti diventano sempre più pendenti e maggiormente predisposti ad essere sede di movimenti franosi.

Più a valle la pendenza diminuisce e la fiumara non riesce più a trasportare l'enorme quantitativo di materiale solido di cui si è caricata a monte; pertanto lo deposita, formando quei materassi di macigni, ciottoli, ghiaia e sabbia che ne costituiscono l'aspetto visivamente più tipico.

Nel corso dei secoli, piena dopo piena, le fiumare hanno depositato enormi quantità di detriti, creando alvei larghissimi che appaiono sovente sproporzionati rispetto alle dimensioni del bacino. In periodi normali le acque del fiume non sono in grado di occupare l'intera larghezza dell'alveo ma si limitano ad incidere canali che ora scorrono paralleli ora si intrecciano tra di loro, confluendo per poi risepararsi, in una trama senza fine.

Ma questa configurazione non rimane inalterata nel tempo. Durante le grandi piene, quando la portata assume valori eccezionali e le acque, almeno per qualche ora, ricoprono completamente il greto, lo scenario cambia. Quantità incredibili di sedimenti vengono spostati da un punto all'altro, e l'alveo assume un andamento diverso da quello precedente, con zone di evidente deposito che si alternano ad aree fortemente erose. Localmente le modifiche possono essere di molti metri, mentre il materiale complessivamente mobilitato può essere dell'ordine delle centinaia di migliaia, o addirittura dei milioni di metri cubi.

Queste zone di deposito si trovano in tutte le fiumare in corrispondenza delle confluenze o in tratti particolari del corso d'acqua principale. Nei fiumi più grandi della Calabria, come il Crati e il Neto, e quasi in tutti i fiumi del versante ionico della Basilicata, la zona di deposito rappresenta un tratto intermedio di transizione ed è seguita dal classico tratto di pianura, dove il fiume scorre in una sezione di deflusso abbastanza stabile, incisa nelle alluvioni di materiale più sottile. Nella gran parte dei casi, invece, il tratto di pianura è praticamente inesistente e la zona di deposito si spinge fino al mare, favorendo tra l'altro la prevalenza di materiale più grosso, come ciottoli e ghiaia, in tante spiagge del litorale calabrese.

La dinamica delle fiumare è strettamente legata agli aspetti geologici e climatici che caratterizzano le due regioni. L'assetto geologico appare molto complesso, perché complessi sono stati i fenomeni che nel tempo si sono succeduti. Le vicende tettoniche ed in particolare i ripetuti fenomeni orogenetici hanno più volte arrestato i cicli morfogenetici in corso, innescandone altri governati dalla nuova configurazione dei rilievi.

Anche le rocce più resistenti sottoposte ciclicamente a terribili sollecitazioni hanno subito una profonda alterazione. Poiché i terreni relativamente più giovani e con una vicenda geologica meno tormentata risultano intrinsecamente deboli, la gran parte delle due regioni finisce per essere caratterizzata da terreni con proprietà meccaniche scadenti. I fenomeni neotettonici, iniziati qualche milione di anni fa ed ancora in corso, sono responsabili di una morfologia ancora relativamente ″giovane″ e ben lontana dal raggiungimento di condizioni di equilibrio. Si spiega così l'assetto morfologico dei corsi d'acqua calabro-lucani, la grande erosione, l'assenza di pianure che le fiumare troppo ″giovani″ non hanno ancora fatto in tempo a costruire. Ma proprio questi squilibri, uniti alla scadente qualità delle rocce, spiegano la straordinaria propensione al dissesto delle due regioni, con una franosità diffusa e particolarmente varia per tipologia e dinamica.

C'è una lunga letteratura, non solo tecnica, che testimonia la rilevanza che le frane hanno avuto e continuano ad avere sullo sviluppo socio-economico della Calabria e della Basilicata. Alcuni lavori di respiro regionale consentono, anche al profano, di cogliere gli aspetti essenziali del problema. Ci si riferisce in particolare ai lavori di Ippolito e Paganelli (1984), Lazzari et al. (1990) per la Basilicata ed ai lavori di Ietto (1975), Sorriso-Valvo (1985), Sorriso-Valvo e Tansi (1995) per la Calabria, ai quali si rimanda per gli eventuali approfondimenti.

Accanto ai fattori geologici, anche quelli climatici contribuiscono a caratterizzare il comportamento delle fiumare. I cambiamenti climatici e quelli idrologici che, nel corso dei secoli e dei millenni, ne sono derivati hanno certamente un ruolo importante, specie se collegati con le complesse vicende geologiche prima accennate. Tuttavia per capire i fenomeni attuali è sufficiente considerare i principali caratteri idrologici che contraddistinguono le due regioni. Questi caratteri, ed in particolare le piogge ed i deflussi in alveo che hanno caratterizzato gli eventi più drammatici dell'ultimo secolo, saranno analizzati più avanti.

Il ritratto fin qui abbozzato per descrivere il comportamento delle fiumare si riferisce ad una situazione in cui l'azione dell'uomo è limitata e non interferisce profondamente con l'evoluzione dei processi naturali. Questa situazione caratterizza l'Ottocento e la prima metà del Novecento ed è successiva ai grandi disboscamenti dei secoli precedenti, che avevano contribuito ad accrescere non poco la potenza distruttiva delle fiumare.

Solo a partire dagli anni ′50 gli interventi dell'uomo, non sempre positivi, hanno cominciato ad incidere in modo sensibile sul loro comportamento. Gli estesi rimboschimenti e la bonifica di molti territori in frana hanno rallentato all'origine il flusso del materiale solido. Le sistemazioni dei corsi d'acqua ne hanno imbrigliato la potenza ed hanno ridotto, con le arginature, l'estensione delle aree di espansione. I grandi invasi hanno intrappolato enormi quantità di sedimenti. Il prelievo incontrollato di sabbia e ghiaia per costruire strade ed edifici ha alterato delicati equilibri. Nelle aree di deposito che, si è detto, molto spesso coincidono con le aste terminali delle fiumare, si è passati, pertanto, da una fase di forte deposito, sostenuto dagli apporti di monte, ad una fase nella quale l'azione di deposito, per le ragioni accennate, si è fortemente attenuata, sostituita spesso da una erosione anche molto marcata. La prova più evidente è l'arretramento delle spiagge che è generalizzato ed assume aspetti eclatanti sul litorale ionico della Basilicata, dove in 10 anni si è avuto un arretramento in qualche punto superiore ai 40 metri.

Ma le fiumare continuano ancora oggi a manifestare la loro straordinaria potenza in occasione dei grandi nubifragi o in tutte quelle realtà nelle quali gli interventi sono stati insufficienti o dove l'assenza di manutenzione ha finito per renderli inefficaci.

3. LE ALLUVIONI DISTRUTTIVE

Le fiumare del reggino sono una meraviglia della natura non ancora adeguatamente valorizzata. Esse esprimono la straordinaria potenza dei fenomeni alluvionali e testimoniano la loro capacità di mobilizzare immense quantità di sedimenti che provengono dal disfacimento dei rilievi dell'Aspromonte. Proprio questa dimensione dei fenomeni ha reso da sempre complessa la convivenza dell'uomo con le fiumare, perché il loro funzionamento impulsivo le fa sembrare innocui giganti addormentati, capaci ormai di convogliare solo deflussi modesti e trascurabili. Ne deriva una occupazione non sempre avveduta dei loro greti, con insediamenti di vario genere e il tentativo sistematico di confinarle entro alvei ben definiti e molto più piccoli di quelli di naturale dominio. Quando periodicamente piogge intense e localizzate favoriscono la formazione di piene inusitate, gli effetti sono rilevanti e talora catastrofici. Notizie sulle alluvioni che nei secoli passati hanno interessato le fiumare calabre sono desumibili da alcuni documenti storici, ma le informazioni sono essenzialmente di tipo qualitativo (Fiore, 1691; Afan de Rivera, 1832). Solo in seguito all'attività del Servizio Idrografico si è cominciato a disporre di misure pluviometriche ed idrometriche o comunque informazioni utili per una caratterizzazione più quantitativa dello specifico evento alluvionale (Annali Idrologici, 1935,1951,1953,1972,1973, *Appendici 1.1–1.5*). Diverse altre accurate sintesi degli eventi alluvionali che hanno colpito la Calabria sono state realizzate nel tempo (Giangrossi, 1973; Caloiero e Mercuri, 1980; Catenacci, 1992 – *vedasi Appendice 3*; Petrucci et al., 1996) e ad esse si rimanda per ulteriori dettagli.

Nel paragrafo seguente si fornisce una sintesi storica ragionata degli eventi alluvionali più importanti, mentre in un paragrafo successivo l'attenzione sarà quindi focalizzata sull'evento avvenuto tra il 30 ottobre e il 2 novembre 2015.

3.1 La memoria degli eventi del passato

Nella storia della Calabria le frane e le inondazioni sono state una costante. L'elenco degli eventi di cui si ha notizia è interminabile. Scrive Giovanni Fiore nella sua opera Della Calabria illustrata (1691): "*1196. A 15 Marzo il fiume di Crate crebbe così che si rovinarono molti Torri; e nel dentro del Fiume furono osservati alcuni cani neri, con lingue di fuoco, quali buttando dalla bocca, come sangue marcio; con ciò le onde ne crescevano a gran furia.*" Altre notizie storiche, anche se meno precise, possono essere rintracciate in una relazione nella quale si nota come il Crati, nella paurosa inondazione del 1590 "*annegò tutti li pignatari e buttò tutte le mura delli giardini a terra … e dove passava facea gran danni*" (da Gambi, 1965) o nell'opera di Giovanni Fiore (1743) quando, ad esempio, parlando dell'immagine dell'Ecce Homo venerata nella terra di Mesoraca, ricorda che in epoca collocabile intorno al 1679 "*postasi in ordine la processione…… si compiaque la Maestà Divina nell'istesso giorno far argine colla serenità dell'aria alli soverchi profluvj che allagavano la Terra*".

Qualche secolo dopo, descrivendo sulle pagine del Calabrese l'inondazione di Cosenza del 1729, Vincenzo Maria Greco scriveva: "*Le campane dei templi intanto suonavano a martello, cosa orrenda nella notte, e più in quella in cui parea che cielo e terra si sciogliessero; e mentre tanto era lo scompiglio, un nuovo fracasso pari a quello di un mare in cui sfrenati venti colluttassero, scorgeva ad accrescere il rumore, e con esso lo scoramento, e la tema. Era il Crati che per piogge, lave e torrentacci oltre ogni creder ingrossato, rivolgendo sassi, travi, alberi, ed ogni sorta di materie incontrate, entrava nella città, levando al cielo i cavalloni e gli spruzzi, ed argini e dighe con poderosi sforzi sormontando, frangeva, schiantava ove avvenia passasse…*".

Nel 1791, pochi giorni dopo un violento terremoto che aveva scosso la Calabria, la notte fra il 28 e il 29 ottobre: "*Fra il perenne sfolgorio dei lampi e lo guizzar di minacciose saette, un mar di pioggia cadeva dal cielo su quasi tutte le terre colpite dal flagello del tremuoto. Flutti immensi riservati dalle gonfie rive dei fiumi si sparsero in lungo e largo sui campi, negli abitati medesimi, e col mugghio d'una terribile marea, ogni ostacolo soverchiando, sembravano portare il finimondo a tutte quelle afflitte genti. I luoghi pria solcati da torrenti e riviere pareano isole galleggianti in mezzo a torbida e scrosciante laguna; suppellettili ed uomini vedeansi apparire e sparire, e questi in traccia d'uno scampo tanto più ansioso per quanto era incerto.*" (Grimaldi, 1863).

"*Verso il 1816 il marchese Vito Nunziante prosciugando gli stagni sulla sponda sinistra del Mesima, tra il bosco di Rosarno e la spiaggia, restituì all'agricoltura le adiacenti campagne e fondò il villaggio di S. Ferdinando che ben presto accolse oltre 3000 abitanti. A difesa della bonifica il Nunziante aveva costruito argini e piantagioni sulla sponda sinistra. Ma durante una straordinaria piena del 1823 il fiume, avendo provocato una rotta, inondò le terre bonificate. Chiusa la rotta per impedire la distruzione degli argini fu necessario rettificare il fiume. Ma nonostante ciò il Mesima provocò nuove rotte e nuove inondazioni…*". Queste possono essere considerate tra le prime notizie sufficientemente precise circa le inondazioni provocate dalle fiumare calabre nel loro scorrere impetuoso verso il mare (Afan de Rivera, 1832; Bianchini, 1839).

Da minuziose indagini in archivi storici è stato possibile ricavare notizie di altre alluvioni disastrose, come quelle che si verificarono nel 1790 (fiumi della piana di Rosarno ed Ancinale), nel 1795 (Calopinace, Annunziata e Torbido), nel 1827 (Catona e Gallico) e nel 1880 (tutti i corsi d'acqua da Pellaro a Villa).

In particolare, l'archivio di Stato di Napoli è ricco di documenti delle autorità borboniche relativi ai danni registrati, con frequenza elevatissima, nei territori calabresi. Si legge, ad esempio, in uno dei mille documenti (una lettera dell'Intendente della Calabria ulteriore seconda, principe di Zardinelli, che descrive un evento che aveva interessato la piana di Nicastro il 16 novembre del 1839): "*… signori vecchi non ricordano il simile. Che i fiumi si gonfiarono in modo che non reggevano i ponti sovrapposti fra questi, compreso il ponte sul fiume Piazza, che fu portato via dalla copia delle acque, egualmente che la palafitta che garantiva la maggior parte di quei territori olivetani. Di poi più che taluni coverti di ulivi non furono risparmiati dalla piena delle acque non inclusi buona parte degli ortalisi, e quasi tutti i mulini furono danneggiati e resi inutili alla moligione*". E dai documenti affiorano storie minime e dolorose, vicende dimenticate, come la triste storia di Rosa Colacino: "*Il giorno sette di questo mese (giugno 1850) alle prime ore pomeridiane in quel Capo luogo scaricatasi dirotta pioggia, quattro donne che trovavansi addette alla politura della biancheria nel fiume detto Canne accortesi che la pioggia stessa avvicinavasi riunivano in diverse ceste gli oggetti che avevano puliti, cosicché succeduta col fatto furono costrette di prendere ricovero sotto la volta del Ponte che mette capo alla strada esterna di quell'abitato. Intanto la pioggia incalzavasi e non diede campo alle stesse di poter abbandonare quel sito né alcuno vedevale onde accorrere in aiuto. Aumentatosi il volume delle acque correnti sotto la detta volta l'impeto della corrente tramazzò le dette donne, e le trasportava non senza imminente pericolo della vita come disgraziatamente avvenne a Rosa Colacino. La stessa sorte avrebbero corso le altre tre, se accorti non si fossero Antonio Manenso, Ferdinando Troppa e Bruno Vasalaro, i quali tutti e l'ultimo specialmente con ogni velocità possibile e senza guardar pericolo accorsero e riuscì loro di trarre dalle acque in vita tre di esse, perché l'altra era già sopraffatta dalle acque*".

La situazione non cambia negli anni successivi. Frane e inondazioni sconquassano la regione in varie parti causando la morte di troppe persone, provocando danni incalcolabili, sconvolgendo il territorio con la distruzione di centri abitati e di frazioni, che erano state la solida radice di decine di migliaia di calabresi.

Per tutta la seconda metà dell'800 e la prima metà del 900, Borboni o Savoia, pace o guerra, le frane e le alluvioni continuano senza sosta. La piena dell'Ancinale nel novembre 1935 e le devastazioni di Serra San Bruno e di Cardinale sono l'esempio più tragico.

- ***Alluvione del novembre 1935***

Il 21 e 22 novembre del 1935 il versante Jonico della Calabria fu interessato da un violentissimo nubifragio. Questo evento è da ritenere eccezionale sia per la sua intensità che per la notevole estensione della superficie interessata. Infatti in poco più di 12 ore, per effetto dei venti che spiravano da sud-est, le precipitazioni si spostarono dall'Aspromonte alle propaggini orientali dell'altopiano silano, determinando notevoli afflussi in corrispondenza del crinale appenninico. Le maggiori precipitazioni si verificarono tra i bacini del Corace e del Tacina e tra l'Aspromonte e le Serre. In particolare, nelle Serre si ebbero valori di precipitazione giornaliera ed oraria che risultano, in molti casi, essere quelli massimi registrati nel periodo di osservazione 1921-70. Anche le precipitazioni orarie che vennero registrate durante l'evento in molte stazioni risultano essere le massime nel periodo di osservazione. Le piene determinate da tali precipitazioni hanno avuto un carattere eccezionale soprattutto per i bacini della provincia di Catanzaro, assumendo dimensioni paurose per il bacino dell'Ancinale. Pirozzi (1935) rileva come "*nulla di simile si ricordava a memoria d'uomo nella località, nè forse altrove si è mai assistito a fenomeno di pari violenza*".

Su molti corsi d'acqua le stazioni idrometriche del Servizio Idrografico furono distrutte, cosicché le portate dei principali corsi d'acqua furono calcolate mediante metodi indiretti.

Un'attenta descrizione della dinamica dell'alluvione dell'Ancinale è stata effettuata da Pirozzi (1935). In essa si evidenzia, peraltro, come a Serra S. Bruno nelle case invase dalle acque si rilevarono "*imponenti depositi sabbiosi alti 2 e 3 metri*", e come la parte bassa dell'abitato di Cardinale venne "*letteralmente rasa a suolo*". La violenza delle acque travolse, in entrambi i centri, numerose persone facendo molte vittime: solo nell'abitato di Cardinale si registrarono 40 morti (Caloiero e Mercuri, 1980).

Tutti i ponti sul corso dell'Ancinale e su molti suoi affluenti furono totalmente distrutti o gravemente danneggiati. Le intense precipitazioni determinarono numerosissime frane che contribuirono ad accrescere notevolmente i danni ed i disagi alla popolazione.

Anche sugli altri corsi d'acqua interessati dall'evento i danni furono ingenti. I danni maggiori si rilevarono comunque, oltre quelli già citati, negli abitati di Spadola, Brognaturo, Simbario, Mongiana e Galatro.

- ***Alluvione dell'ottobre 1951***

Nel 1951 si verificò, nel mese di ottobre, un evento meteorico di notevole importanza che interessò quasi tutta la parte della regione a Sud della stretta di Catanzaro. È da dire comunque che nello stesso anno, nel mese di marzo si verificarono nella parte centro-settentrionale della Calabria delle precipitazioni non eccezionali ma che fecero registrare, per le particolari condizioni di saturazione dei bacini, alcuni fra i più alti valori storici di portata dei relativi corsi d'acqua (portata al colmo per il Crati a Conca e per l'Esaro a La Musica rispettivamente di 1120 m^3/s e 1100 m^3/s).

Ilario Fiore su 'Il Tempo' del 23 ottobre 1951 così descrive la tragica alluvione nella provincia di Reggio Calabria: "*Un'ora prima che il Presidente della Repubblica giungesse a Reggio, è arrivato dal Comune di Benestare alla Prefettura un telegramma che diceva: 'Rinvenuta gamba umana greto torrente stop Comunicazioni interrotte urgono soccorsi stop'. Alle prime luci dell'alba, da Santa Cristina d'Aspromonte un pastore aveva compiuto quaranta chilometri a piedi per presentarsi all'Ufficio provinciale del Genio Civile e invocare aiuto per quelle popolazioni ancora bloccate e prive di viveri, acqua e indumenti da sei giorni. Le notizie si accavallano da un'ora all'altra, portate da mandriani o da carabinieri in perlustrazione, e non è poi possibile tracciare ancora un quadro definitivo del grande disastro che ha colpito soprattutto il versante del Mar Ionio con la gamma di paesi sperduti fra le montagne. Secondo il riepilogo fornito dal Comando Gruppo dei CC. dopo le ultime segnalazioni, i morti sono saliti a 64 così distribuiti: Bovalino 2, Mammola 4, Grotteria 2, Cittanova 1, Marina di Gioiosa 2, Africo 9, Chorio di San Lorenzo 1, Careri 10, Platì 15, Bianco 2, Canolo 3, Melito Porto Salvo1, Gioiosa Ionica 2 e Caulonia 10. I nomi delle vittime non sono stati comunicati e nemmeno quelli dei dispersi. Gli abitanti di Canolo e di San Lorenzo sono minacciati da frane; il cimitero di Antonimina è sceso su Locri, trascinando un macabro seguito di teschi e di bare. I luoghi dove la situazione è più drammatica sono quelli attorno agli abitati di Platì e di Caulonia. I territori della "ex repubblica" sono completamente isolati e nemmeno le pattuglie inviate in perlustrazione hanno ancora comunicato col centro. Da una ricognizione aerea eseguita nel pomeriggio di ieri, gli osservatori hanno dedotto che la sorte di alcune migliaia di persone è incerta. Di sicuro si sa che il torrente Allaro ha rotto 900 metri di argine e divelto le briglie nella Stretta di Ursini; infrangendo poi le opere di consolidamento di San Nicola. Anche il torrente Amusa ha fracassato 800 metri di muri e di controbriglie in contrada Canavata.*

Caulonia, dall'alto appare ben sistemata sulla roccia, e un nido di case bianchissime lavate dalla pioggia rende ancora più spettrale la sua apparizione; ma cinquecento case sono crollate o sono pericolanti, e per evitare altre sciagure ben duemila persone del paese hanno riempito sacchi di masserizie scendendo al piano tra scene di terrore. Da alcuni di questi profughi si è potuto sapere che le piazze e le strade dell'abitato si stanno rompendo come biscotti: le frane, inevitabile seguito delle grandi piogge dei giorni scorsi, hanno

persino fatto crollare, in frazione Mascigna, un lotto di case popolari di recente costruzione; le frazioni di Campoli, Ursini e Agromastelli sono minacciate da movimenti franosi, mentre la vicina fiumara del Bruca ha asportato circa duecento metri di argine, allagando altre abitazioni. Nello stesso tempo, il torrente Favaco, che scende dalle balze squallide del versante Ionico, ha investito e parzialmente distrutto i viadotti della ferrovia che porta a Roccella. Sembra così che un destino crudele pesi su Caulonia. I dieci morti registrati sono il primo bilancio, ma molti pastori hanno dichiarato che nelle frazioni molte famiglie sono in ansia per i loro parenti che, sorpresi dal nubifragio mentre erano al pascolo, non sono più rientrati. Nel circondario di Platì, dei quindici morti segnalati soltanto quattro sono stati recuperati nella fanghiglia dagli agenti, che, sbarcati dal mare nei pressi di Bova Marina, sono riusciti a raggiungere il paese portando stamattina i primi viveri. Il paese, che dista dal mare una decina di chilometri, è in preda al panico: le acque del torrente Buonamico hanno recato desolazione e morte. Il cimitero, la centrale elettrica e l'acquedotto sono stati distrutti; duecento famiglie sono senza casa e per ora alloggiano nella chiesa e nel fabbricato scolastico. Il torrente, nonostante il bel nome augurale, è sceso violento a valle ed ha abbattuto il viadotto ferroviario e il ponte stradale della statale 106; intanto, col sole di ieri il terreno si è gonfiato ed ha ripreso a franare: il Genio Civile ha potuto trasportare fin lassù gabbioni di ferro al fine d'intervenire a difesa dell'abitato. Un altro paese in preda al terrore è Pentadattilo che si trova sulla montagna sopra Melito Porto Salvo. In un acrocoro dalla curiosa forma delle dita d'una mano, è sorto il villaggio dal quale finora non è venuto nessun segno di vita. Il torrente Melito, che scorre nei pressi della cittadina, ha rotto gli argini sulla strada statale che porta a Bova Marina, danneggiando gravemente il villaggio dei pescatori che sorge in riva al mare. Dalla foce del Buonamico, più a nord, una brutale visione di rovine colpisce gli occhi di chi riesce ad avvicinarsi: il torrente scorre rabbioso su una parte dell'alveo, che da trenta metri si è allargato sino a trecento".

L'evento relativo alle alluvioni del 1951 in Calabria meridionale è tale da farlo considerare sicuramente eccezionale sia per quanto concerne la continuità delle precipitazioni che la loro intensità. Le precipitazioni infatti durarono tre giorni e fecero registrare totali di precipitazioni notevolissimi nelle 72 ore. I nuclei di maggiore concentrazione furono relativi al medio corso dell'Ancinale e all'alto bacino del Petrace. In essi si raggiunsero rispettivamente 1100 e 1400 mm. A conferma dell'eccezionalità dell'evento è da notare come in molte stazioni in questi tre giorni venne superato il 50% della precipitazione media annua. In particolare si raggiunsero punte pari al 93% e al 78% rispettivamente per le stazioni di S. Cristina e Badolato. Come detto anche le precipitazioni orarie furono notevolissime raggiungendo i valori più elevati, nell'ordine, ad Ardore (mm 82.2), Chiaravalle (mm 66.0), Cittanova (mm 56.0), Gioiosa Jonica (mm 52.0), Croce S. Lorenzo (mm 47.6), S. Cristina (mm 47.0), Riace (mm 40.0). Il valore di Ardore è il massimo registrato nell'intero periodo di osservazione.

Le portate furono elevate in tutti i corsi d'acqua e raggiunsero valori eccezionali nella notte fra il 17 e il 18. Questi valori risultarono superiori a quelli verificatisi in precedenza, determinati tuttavia da eventi pluviometrici interessanti aree molto più limitate (*Appendice 1.1*).

Le precipitazioni furono accompagnate da numerosi fenomeni franosi, alcuni dei quali interessarono direttamente alcuni centri abitati (Isca, S. Sostene, S. Andrea, Nardò di Pace, Platì, Africo); l'azione erosiva delle precipitazioni sulle pendici costituite essenzialmente da filladi e graniti alterati fu intensa cosicché il trasporto solido e quindi la quantità di materiale alluvionale depositato nei tratti inferiori dei corsi d'acqua e nelle aree inondate fu notevole; la maggior parte dei corsi d'acqua determinò la rottura degli argini e l'asportazione di opere stradali e ferroviarie. Durante i tre giorni dell'alluvione perirono tragicamente ben 64 persone.

Da una sommaria valutazione dei danni condotta nei giorni immediatamente successivi l'evento, risultò come questi superarono per le sole opere pubbliche i 3 miliardi di lire. Le indagini effettuate dagli organi competenti misero inoltre in rilievo che 29 acquedotti furono seriamente danneggiati, ed in alcuni casi interamente distrutti. La rete viaria riportò notevoli danni con il crollo, fra l'altro, di una ventina di ponti e viadotti; circa 5000 persone rimasero senza tetto.

Figura 1. Alluvione di Bivongi in prossimità della fiumara Stilaro nel 1951.

- ***Alluvione dell'ottobre 1953***

L'alluvione dell'ottobre 1953 fu dovuta ad una depressione barica che si estendeva dalla Tunisia all'Italia meridionale e che determinò nella zona l'afflusso, da una parte, di aria umida molto calda proveniente dall'Africa Settentrionale e, dall'altra, quella di masse d'aria temperata instabile di origine balcanica.

Le precipitazioni che si produssero interessarono tutta la parte meridionale della Calabria, iniziarono con intensità orarie molto modeste, aumentarono progressivamente raggiungendo i valori più elevati nella notte fra il 21 e il 22 e continuarono poi con intensità minori fino al 28. Tutta la fascia Jonica, da Punta Alice a Reggio Calabria fu soggetta a precipitazioni nelle 24 ore superiori ai 100 mm e con cinque nuclei di precipitazione superiori ai 200 mm. L'evento determinò notevoli precipitazioni orarie, che raggiunsero in alcune stazioni valori ineguagliati nel periodo 21-70.

In tutti i corsi d'acqua della parte della regione interessata dall'evento gli aumenti di livello furono rapidissimi e le portate elevate. Anche i corsi d'acqua con bacini ricadenti nelle aree non soggette alle precipitazioni più elevate registrarono notevoli incrementi come è dimostrato dall'Ancinale a Razzona e dal Corace a Grascio che passarono, in breve tempo, rispettivamente da 4 a 106 m^3/s e da 5 a 75.3 m^3/s (*Appendice 1.2*).

In tutti i bacini con foce sullo Jonio si verificarono rotte, danni alle opere idrauliche e stradali, e imponenti depositi solidi nelle aste vallive: l'alveo del torrente Vodà si sollevò di circa 2 m.

Tuttavia i corsi d'acqua nei quali si produssero le portate più impressionanti, relativamente alle dimensioni dei bacini molto ridotti, furono quelli del versante meridionale dell'Aspromonte. Queste aree furono soggette a precipitazioni di intensità oraria molto elevate che determinarono portate stimate per il Valanidi di ben 420 m^3/s in corrispondenza di un bacino sotteso di 21.5 km^2 (contributo unitario 19.5 $m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$) e per l'Armo di 180 m^3/s con un bacino sotteso di 9.76 km^2 (contributo di piena 18.5 $m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$). Il Valanidi in corrispondenza di una rotta dell'argine destro tra Candico e Croce Valanidi costituì un nuovo alveo alcuni metri più basso e con maggiore pendenza del vecchio.

Per questa alluvione "*una sintesi giornalistica dell'epoca, su indicazione delle autorità locali, dava notizia, per la sola provincia di Reggio Calabria di centinaia di morti e dispersi, di migliaia di profughi rifugiati nelle altre città calabresi e siciliane, di diverse centinaia di case distrutte, di circa 2000 ettari tra agrumeti ed uliveti inondati e distrutti, oltre naturalmente alle innumerevoli interruzioni stradali e ferroviarie*" (Caloiero e Mercuri, 1980).

- ***Alluvione del dicembre 1972- gennaio 1973.***

Dopo una tregua di qualche anno, nell'inverno 1972-73 una nuova alluvione colpisce la Calabria. La fascia ionica è la più colpita, decine di ponti sono spazzati via, una gigantesca frana ostruisce il Buonamico. Si registrano diverse vittime. L'evento meteorico che interessò la parte meridionale della regione a sud delle pendici orientali della Sila piccola nel dicembre 1972 e gennaio 1973 è da considerare come un evento eccezionale non solo per la quantità delle precipitazioni

ma soprattutto per la loro persistenza. Le piogge caddero con altezze di rilievo dal 21 dicembre al 3 gennaio e furono intervallate da precipitazioni di minore intensità, tuttavia raggiunsero altezze davvero eccezionali tra la notte dell'1 e del 2 gennaio.

Dalla carta delle isoiete relativa al 2 gennaio risulta come l'idrometeora abbia investito da sud-est il versante jonico della regione e come sulle precipitazioni abbia avuto notevole influenza l'effetto orografico. Si sono avuti infatti ben sei nuclei con precipitazioni superiori a 300 mm, localizzati sull'altopiano della Sila piccola e lungo il crinale delle Serre e sino al rilievo dell'Aspromonte. Durante l'evento in molte stazioni vennero superati i precedenti valori massimi giornalieri, in particolare nelle stazioni di Umbri, Olivella, Cerenzia, S. Elia risultarono di circa il 50% superiori a quelli precedenti (*Appendici 1.4 e 1.5*).

Le precipitazioni verificatesi determinarono piene violente e persistenti in tutta la rete idrografica della Calabria centro-meridionale e particolarmente nei corsi d'acqua del versante jonico. Queste piene raggiunsero i valori più elevati nella notte fra l'1 e il 2 gennaio, quando si verificarono escursioni idrometriche notevolissime (in 1 ora nel Corace a Grascio la portata passò da 47 m^3/s a 430 m^3/s).

Le altezze idrometriche furono registrate solo in alcune stazioni di misura mentre in altre furono ricavate in base alle indicazioni di osservatori o alle tracce lasciate dal deflusso delle acque, in quanto i relativi strumenti andarono distrutti o furono seriamente danneggiati durante l'evento.

Le precipitazioni persistenti determinarono numerose frane, soprattutto nelle zone costituite da cospicui accumuli di materiale detritici. Notevoli furono i danni alle opere idrauliche, alla viabilità (104 centri abitati risultarono isolati), agli acquedotti, ai centri abitati e all'economia agricola. La stima dei danni effettuata dagli uffici competenti ammontò a 300 miliardi (Giangrossi, 1973).

Nell'ambito dei movimenti franosi che si verificarono, un cenno particolare merita quello che interessò il bacino del Buonamico. Infatti, in questo bacino, nella notte tra il 3 e il 4 gennaio, a monte dell'abitato di S. Luca si staccò una frana di notevole proporzioni che ostruì completamente la vallata e determinò la formazione di un lago. In seguito ai rilievi effettuati risultò che il volume di roccia in movimento era dell'ordine di $12 \cdot 10^6$ m^3 e lo sbarramento determinatosi aveva in cresta una larghezza di 100 m e un'altezza verso valle di 130 m rispetto al fondo dell'alveo (Giangrossi, 1973).

Le acque dell'invaso cominciarono a defluire nei giorni successivi attraverso il corpo dello sbarramento. Nella notte tra il 3 e il 4 febbraio lo sbarramento iniziò a cedere, dando luogo lungo il Buonamico ad un'onda di piena la cui portata al colmo fu valutata tra i 1000 e i 1100 m^3/s.

- ***Alluvione di Crotone (14 ottobre 1996)***

È Crotone nel 1996 che riporta la Calabria all'attenzione del paese. Il 14 ottobre 1996 la città subì una violenta inondazione a seguito delle consistenti piogge che avevano interessato la provincia già a partire della settimana precedente, causando piene e straripamenti di diversi corsi d'acqua della zona. L'evento di piena causò ingenti danni e la morte di 6 persone per lo straripamento dei torrenti Esaro e Passovecchio.

L'evento pluviometrico del 14 ottobre si manifestò in seguito ad un'estesa perturbazione che interessò il Mediterraneo centrale sin dai primi giorni di ottobre. Le elevate intensità di pioggia, concentrate su una porzione di territorio molto limitato, misero in luce che si era in presenza di precipitazioni causate da fenomeni convettivi innescati da una notevole instabilità atmosferica presente sul Mediterraneo. L'area del crotonese ricade in un settore della regione frequentemente colpito da eventi pluviali brevi e intensi che generano dissesti diffusi. Inoltre l'area risente spesso delle perturbazioni che determinano eventi alluvionali in altri settori della regione. Gli eventi più gravosi dell'area in esame sono rappresentati da saltuari nubifragi che, nell'arco di poche ore, riversano consistenti contributi di pioggia sul bacino. In esso, a causa della modesta estensione e della costituzione prevalentemente argillosa, si verificano piene improvvise. Questo fenomeno si presenta ancora più accentuato se il terreno si trova già in condizioni di imbibizione per effetto di piogge antecedenti. Gli effetti indotti dalle precipitazioni sono dipese anche dall'assetto urbanistico delle aree adiacenti agli alvei, nelle quali l'espansione edilizia ha portato alla costruzione di nuclei abitativi in aree per loro natura riservate ai fiumi.

Le condizioni del bacino dell'Esaro alla data 14 ottobre 1996 furono fortemente condizionate dalle piogge del 3 e dell'8 ottobre. Il 3 ottobre furono registrati nelle 24 ore ben 115.2 mm di pioggia. Nel corso dell'evento alluvionale verificatosi il giorno 14, allo stesso pluviometro, furono registrati 112.4 mm di pioggia.

Nel caso del giorno 3, le pur copiose piogge trovarono un bacino con una capacità di assorbimento accresciuta dalla fessurazione superficiale generatasi nel periodo siccitoso antecedente. Alle piogge cadute il giorno 3 si sommarono quelle del giorno 8 (41.0 mm) che saturarono ulteriormente il bacino. L'inizio dell'evento coincise con l'arrivo sul Marchesato dell'instabilità atmosferica in movimento S-E. Le prime piogge si manifestarono a Nord del bacino del Passovecchio e furono registrate dallo strumento posto sul Brasimato. In totale dalle 07:00 alle 08:00 furono registrati dallo strumento 63 mm di pioggia. È importante rilevare che, nello stesso periodo di tempo, a Crotone furono registrati solo 5.2 mm di pioggia. A sud-ovest della città, in corrispondenza del pluviografo di S. Anna Aeroporto, dalle ore 10:00 alle ore 11:40, furono registrati 135.4 mm di pioggia. Alla stazione di Isola Capo Rizzuto il picco si verificò dalle 12:30 alle 12:50, con circa 30 mm di pioggia in 20 minuti.

Il 14 lo stato di umidità del bacino era tale da non essere più capace di assorbire significative quantità di pioggia. Nella mattinata caddero sul bacino del fiume Esaro circa 120 mm di pioggia (nella settimana si erano così raggiunti complessivamente i 330 mm), con precipitazioni concentrate in poche ore della tarda mattinata: fra le 10 e le 11 del mattino il pluviometro di Crotone registrò precipitazioni pari a 72.8 mm e tra le 11 e le 13 il pluviometro di Acqua della Quercia 80 mm di pioggia (40 per ora). Tali intense precipitazioni andarono così ad alimentare tutti i corsi d'acqua provenienti zona di Cutro affluenti dell'Esaro.

Valori certamente elevati che, associati alla configurazione geomorfologica del territorio, hanno dato origine al disastroso evento che interessò sia il fiume Esaro, con portata stimata di oltre 1000 m^3/s, sia il torrente Passovecchio, defluente a nord dell'abitato di Crotone, all'interno dell'area industriale.

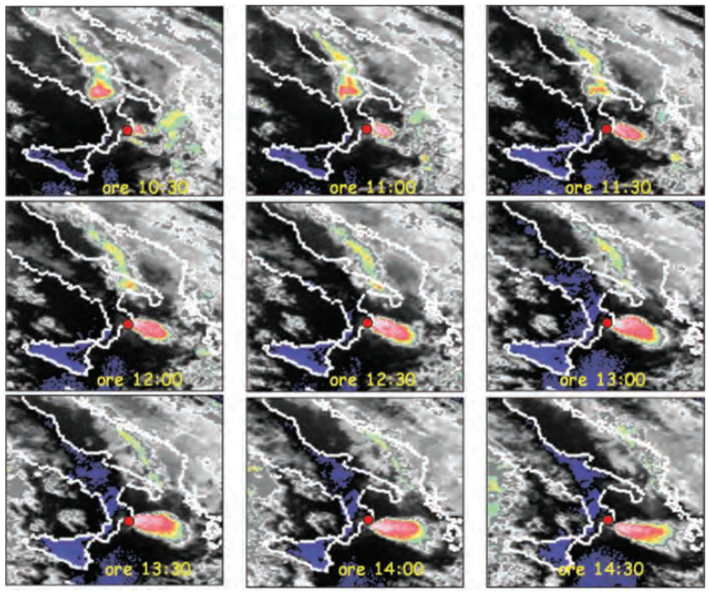


Figura 2. Evoluzione dell'evento meteorico dell'alluvione di Crotone del 14 ottobre settembre 1996.

I cospicui volumi di afflusso riversatisi in poco tempo sui bacini idrografici dell'area determinarono numerose esondazioni. Nelle aree sommitali dei bacini i danni furono limitati solo perché non erano presenti significative infrastrutture ed insediamenti antropici, contrariamente a quanto si verificò nelle parti medio-basse delle valli ed in prossimità della foce e delle confluenze, dove era presente un'alta concentrazione di manufatti. Nella sola zona urbana (dal ponte S. Francesco sino alla foce) le acque dell'Esaro travolsero ogni cosa che non fosse saldamente ancorata al terreno (automobili, segnaletica stradale, rifiuti e detriti vari, animali, contenitori di gas, ecc.). Il ponte S. Francesco venne completamente sommerso ed aggirato dalle acque. Le acque fuoriuscite dagli argini, investirono il quartiere Gabelluccia, in sinistra idrografica, sul quale si riversò inoltre un consistente volume di acqua misto a detriti proveniente dalle colline di S. Giorgio e S. Biagio. In conseguenza di ciò si verificarono vasti allagamenti della SS 106, mentre un lungo tratto del muro di recinzione della linea ferroviaria venne abbattuto. Verso la foce, la piena si suddivise in due rami. Il ramo destro della corrente, il più consistente, si diresse verso il ponte in acciaio delle ex-Ferrovie Calabro Lucane. A causa dell'insufficiente sezione idraulica, il ponte venne ostruito dal materiale trasportato dalle acque con conseguente rigurgito della corrente. Il ramo sinistro della corrente, favorito dalla conformazione del terreno, allagò il caseificio "Cimino" ed i fabbricati attorno l'ex stazione delle Ferrovie Calabro Lucane, gli insediamenti artigianali e commerciali.

Il transito della piena contribuì al cedimento della pila in alveo del ponte ANAS. Il cedimento, avvenuto verso le ore 13:00, provocò l'immediato crollo delle due campate centrali che, in pochissimi secondi, vennero trascinate in mare dalle acque passando sotto il ponte del Nucleo Industriale. La piena raggiunse verso mezzogiorno il rione Gabelluccia nella periferia occidentale di Crotone, sommergendo i primi piani delle abitazioni e estendendosi verso la zona industriale, dove interessò sia i fabbricati in riva sinistra già allagati dallo straripamento dell'affluente Papaniciaro, sia quelli in riva destra presso il rione "Gesù", raggiungendo da qui il centro storico cittadino. Numerosi prefabbricati industriali furono spazzati via dall'acqua e la zona commerciale e industriale ne risultò pesantemente devastata. L'acqua raggiunse in alcune strade i quattro metri di altezza.

L'esperienza maturata a Crotone dalla Protezione Civile Nazionale, anche dal punto di vista normativo, risulterà utile due anni dopo, quando 40 colate di fango distruggeranno in Campania gli abitati Sarno, Quindici, Siano e Bracigliano provocando l'assurdo numero di 159 morti. Per questo drammatico dissesto si potranno utilizzare aspetti normativi messi a fuoco dalla Commissione interparlamentare presieduta dal senatore Veltri, insediata poco dopo l'evento di Crotone. Si potrà utilizzare la capacità organizzativa del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), e le procedure di redazione dei piani di interventi urgenti emerse dall'esperienza Crotone. Il piano di sistemazione di Crotone appare anche oggi, venti anni dopo, efficace e razionale. Le opere realizzate, anche se incomplete, hanno evidenziato la loro efficacia nel corso degli eventi degli ultimi inverni.

- ***Alluvione di Soverato (9 settembre 2000)***

Nel settembre 2000 una nuova tragedia provocata da intense precipitazioni estive colpisce il popolo calabrese. Dall'8 al 10 settembre si registrano, infatti, episodi di pioggia intensa ravvicinati che originano un evento di dissesto idrogeologico che colpisce una fascia di 5000 km^2 posta lungo il versante ionico e settori sparsi sul versante tirrenico. La massima pioggia giornaliera si registra a Palermiti (306.6 mm). I primi effetti, rappresentati da allagamenti nei centri abitati o in aree agricole, si registrarono il 9 settembre, fra le pendici del Pollino e la bassa valle del Crati, mentre il 10 gli effetti si estendono al settore nord-orientale, determinando l'innesco di frane, l'esondazione di numerosi corsi d'acqua ed una violenta mareggiata. Contemporaneamente, nelle prime ore dall'alba del giorno 9 settembre nel comune di Soverato, la piena del torrente Beltrame travolge il camping "Le Giare", uccidendo 13 persone. In questa parte del catanzarese si registrano diverse frane e allagamenti, con danni maggiori a carico delle vie di comunicazione e degli insediamenti abitativi. In 17 comuni della Provincia di Reggio Calabria fenomeni franosi nei terreni di copertura causano l'interruzione di numerosi tratti stradali. Nella provincia di Crotone si registrano in prevalenza frane e allagamenti, mentre il 12 settembre nuove segnalazioni di dissesto si segnalano sul versante tirrenico in provincia di Cosenza. In tutte le province, gli allagamenti e le frane sono i fenomeni più diffusi, mentre è molto più bassa la frequenza dei fenomeni di piena, concentrati in aree ristrette. Tanto la rete viaria interna, quanto le principali arterie del versante ionico (SS 106 e tratta ferroviaria Reggio Calabria-Metaponto) subiscono numerose interruzioni anche prolungate causate da allagamenti, frane e piene. Notevolmente colpito il patrimonio edilizio, specie nella provincia di Reggio Calabria (nel 23% dei comuni della provincia). Danni rilevanti si registrano anche nel settore dell'agricoltura e in quello del commercio: nella provincia di Reggio Calabria, il 13% dei comuni, tutti localizzati nella Locride, subiscono ripetutamente allagamenti.

Figura 3. Effetti dell'alluvione di Soverato del 9 settembre 2000.

- ***Alluvione di Vibo Valentia (3 luglio 2006)***

Il 3 luglio 2006 ad essere travolta è la zona marina di Vibo Valentia, completamente allagata dallo straripamento dei tanti fossi che dal pianoro su cui sorge il centro storico cittadino si precipitano a mare in alvei insufficienti, stravolti da interventi antropici dissennati. L'evento pluviometrico che ha interessato l'area

del Vibonese non è stato causato da sistemi di natura frontale o da perturbazioni di origine atlantica, bensì è stato dovuto alla rapida formazione di un sistema fortemente convettivo, che ha assunto successivamente connotati di stazionarietà.

Le stazioni pluviometriche in cui si sono registrati i valori maggiori di precipitazione sono Mongiana, Monterosso Calabro, Serra San Bruno, Pizzoni e Vibo Valentia. Per quanto riguarda quest'ultima stazione, il pluviometro ha registrato dalle ore 8 alle ore 14 del 3 luglio una precipitazione cumulata al suolo pari a 202.6 mm e la quasi totalità della pioggia (199.2 mm) risulta essere caduta tra le 11:00 e le 13:20. L'evento ha interessato principalmente le stazioni Serra San Bruno e Pizzoni, oltre a Vibo Valentia. Infatti, dalle ore 7:40 alle ore 10:00, 114.4 mm di pioggia sono caduti a Serra San Bruno, e dalle ore 9:00 alle 11:40, 128.4 mm di pioggia sono caduti a Pizzoni. La localizzazione dei tre comuni sopra citati, da Est verso Ovest, è, nell'ordine, Serra San Bruno, Pizzoni e Vibo Valentia, a testimonianza del fatto che le precipitazioni hanno avuto inizio nell'entroterra per poi spostarsi verso la costa tirrenica del vibonese.

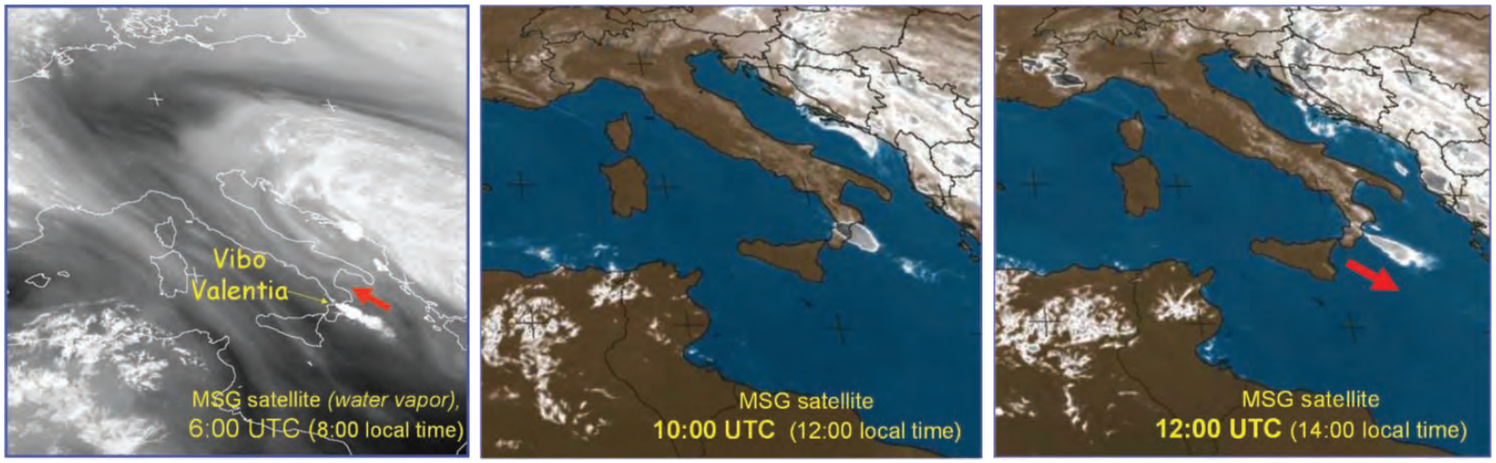


Figura 4. Evoluzione dell'evento meteorologico del 3 luglio 2006.

Nelle ore successive la pioggia cumulata al suolo è stata di modesta entità, ed inoltre nelle stazioni limitrofe a quelle sopra citate si sono registrati bassi valori di precipitazione per l'intera durata dell'evento, a conferma del fatto che esso sia stato altamente localizzato sia a livello spaziale sia a livello temporale. La zona interessata da una precipitazione cumulata su tutto l'evento superiore a 100 mm è, infatti, risultata localizzata nell'intorno dei comuni di Vibo Valentia, Pizzoni e Serra San Bruno. I massimi valori di durata pari a 1, 3 e 6 ore, per quanto riguarda le stazioni di Pizzoni e Vibo Valentia, sono risultati superiori anche al doppio dei massimi precedentemente registrati in alcuni casi. Nelle stazioni di Serra San Bruno e Monterosso Calabro, inoltre, i valori registrati durante l'evento pluviometrico in questione risultano superiori alle medie storiche delle corrispondenti serie campionarie, pur non eccedendo i massimi assoluti delle stesse. Tali considerazioni sull'entità dell'evento pluviometrico, per le stazioni in questione, sono confermate dalla stima dei periodi di ritorno relativi ai massimi di pioggia registrati, che risultano particolarmente elevati per la stazione pluviometrica di Vibo Valentia.

Le intense precipitazioni hanno causato l'allagamento di alcuni centri abitati, frane e smottamenti, ingenti danni alla viabilità, alle infrastrutture ed al patrimonio edilizio pubblico e privato. Le frazioni maggiormente colpite dall'alluvione, nel comune capoluogo, sono state quelle di Vibo Marina, Bivona e Longobardi. Le vittime sono state 3. Immediati sopralluoghi, finalizzati ad individuare i primi e più urgenti interventi, furono condotti dalla Regione Calabria e dall'Autorità di Bacino Regionale in raccordo con la Protezione Civile. Squadre di tecnici effettuarono una prima ricognizione speditiva per individuare le situazioni di maggiore pericolo per la pubblica incolumità e stabilire gli interventi d'urgenza.

I danni prodotti dall'evento sono dovuti anche al fatto che il territorio interessato dall'evento è stato caratterizzato, nei decenni precedenti, da uno sviluppo disomogeneo e poco organizzato. Infatti, il diffuso abusivismo edilizio e una crescita non pienamente controllata e pianificata del territorio hanno prodotto negli anni una notevole interferenza antropica rispetto alla dinamica evolutiva degli alvei e dei sistemi fluviali che, per quanto possibile, risulta necessario ripristinare. Tale interferenza è presente in tutti i Comuni coinvolti nell'evento e, in particolare, per Vibo Valentia, come emerge chiaramente dalla raccolta delle informazioni storiche sui dissesti registratisi nella zona. L'alluvione ha accentuato l'intrinseca fragilità strutturale di un territorio già diffusamente soggetto a rischio di frane e di alluvioni, solcato da numerosi valloni che in tempi molto brevi sono in grado di convogliare grandi quantità di acqua, assumendo carattere prevalentemente torrentizio. Inoltre, studi finalizzati a quantificare il livello di inquinamento microbiologico derivante dagli apporti scaricati a mare hanno

evidenziato, in alcuni tratti di costa, notevoli criticità sia chimico-fisiche che batteriologiche, causate dal notevole trasporto solido di materiale di varia natura da parte dei corsi d'acqua della zona e dallo sversamento a mare di ingenti quantità di liquami a causa del collasso di diversi tratti della rete fognaria.

Figura 5. Effetti dell'alluvione nella zona costiera della provincia di Vibo Valentia.

- ***Le piogge degli inverni 2008-09 e 2009-10***

Gli eventi alluvionali verificatisi nel periodo compreso tra il 2008 e il 2010 sono paragonabili, e per certi versi peggiori, a quelli che hanno funestato la Calabria nel passato. I fenomeni di dissesto idrogeologico più significativi di questo lunghissimo periodo sono rappresentati essenzialmente da frane superficiali (con spessore massimo dell'ordine dei 2 m), che si possono stimare in alcune migliaia, e da frane mediamente profonde (spessore massimo dell'ordine dei 25-35 m), che sono indicativamente alcune centinaia. Nelle aree interessate sono stati generalmente osservati anche diffusi processi erosivi a carico dei versanti e/o dei corsi d'acqua.

Nell'autunno-inverno 2008-09, sul territorio regionale calabrese tra novembre e marzo sono caduti complessivamente circa 15.8 miliardi di m^3 di pioggia (praticamente pari al quantitativo medio annuo), di cui 8.8 solo tra dicembre e gennaio, mesi nei quali si sono verificati quasi tutti gli eventi di dissesto idrogeologico. Oltre alle frequenti ostruzioni o interruzioni di strade, sono da evidenziare altri danni importanti, tra i quali diverse interruzioni delle linee ferroviarie, la distruzione di una parte rilevante del cimitero di Fagnano Castello e numerosi casi in cui sono stati coinvolti fabbricati abitativi. L'evento più drammatico, costato la vita a due persone, si è verificato la sera del 25 gennaio 2009, in prossimità del km 283 dell'autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria, dove un movimento franoso ha interessato l'intera sezione autostradale. La colata di fango, detriti e vegetazione, innescatasi da un'altezza di circa 60 m sul versante prospiciente la carreggiata sud, ha invaso entrambe le carreggiate, travolgendo e divellendo un muro di sostegno, ed investendo un furgone con sette persone a bordo che transitava in direzione sud.

Dell'inverno 2009-10, invece, si ricorda in particolar modo lo spettacolare franamento di Maierato (VV) del 15 febbraio, ripreso in tempo reale dalle telecamere che ne hanno consentito l'ampia risonanza mediatica in tutto il mondo. La frana ha interessato il versante sinistro del torrente Scotrapiti, ed in particolare le località Giardino, Mostro e Draga del comune di Maierato. L'evento è cinematicamente classificabile, nella sua fase iniziale, come scorrimento traslazionale ed è rapidamente evoluto in colata, che è stata caratterizzata da una notevole velocità di propagazione del materiale di frana. La lunghezza totale del fenomeno è stimabile in circa 1.4 km, mentre il volume mobilizzato è dell'ordine di circa 8 milioni di m^3.

Il destino ha voluto che il numero totale di vittime causato dai dissesti innescati dagli eventi meteorici di queste due stagioni consecutive invernali non sia stato così elevato come la gravità dei fenomeni avrebbe lasciato supporre. Incredibili circostanze hanno fatto sì che tragedie come quella del 25 gennaio restassero l'unico doloroso evento in termini di perdita di vite umane. Le colate di fango di Tropea, avvenute in ore antelucane senza che alcuno incrociasse il loro lunghissimo percorso fatto per giungere a mare, sono l'esempio forse più emblematico ma certamente non unico di questo evento.

La figura 6 illustra l'andamento delle piogge mensili, mediate sull'intera Calabria, tra settembre 2008 e febbraio 2010. Complessivamente l'altezza media di precipitazione, cumulata sull'intero periodo, è risultata di circa 3500 mm, con punte che, in alcuni pluviometri, hanno superato i 4000 mm.

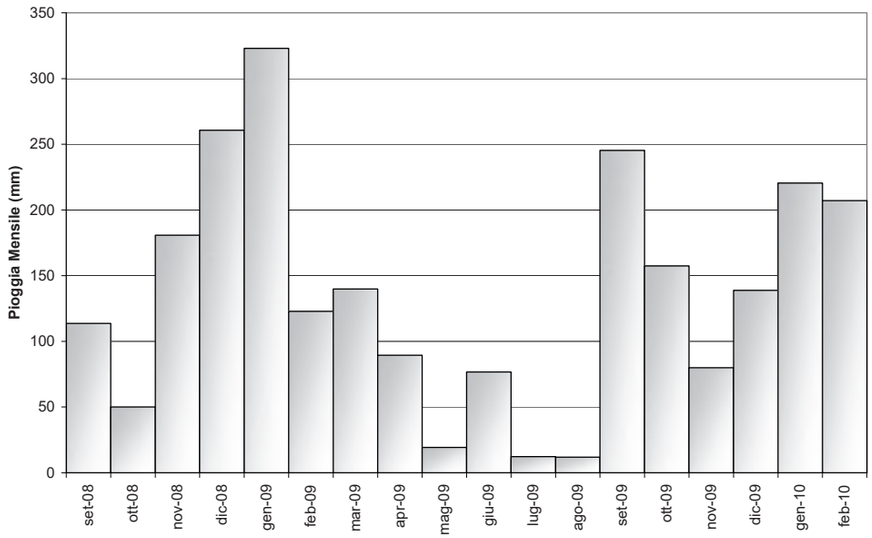


Figura 6. Andamento delle piogge mensili del periodo Settembre 2008 – Febbraio 2010, mediate sull'intera regione Calabria.

Dall'analisi dei dissesti che le piogge dei due inverni consecutivi 2008-09 e 2009-10 hanno prodotto praticamente in tutta la Calabria, si impone una riflessione sulle condizioni complessive in cui la regione si è venuta a trovare alla fine di questo periodo. Gli effetti sul territorio provocati dagli eventi meteorici hanno messo in crisi le condizioni di sicurezza di decine di migliaia di persone. Economie fragili basate su un commercio minuto, sull'artigianato a basso costo, sull'erogazione di servizi elementari sono entrate in crisi profonda e forse irreversibile. Decine di comuni di solida e antica tradizione sono minacciati nuovamente dallo spettro dell'abbandono perché divenuti irraggiungibili, insicuri e ancora più poveri. L'autostrada SA-RC e la rete essenziale delle strade statali che collegano longitudinalmente o trasversalmente i centri più importanti della regione sono in situazioni precarie. Ci sono tratti in cui il livello di sicurezza è inadeguato al grande traffico di mezzi. Spesso per motivi di sicurezza o per il manifestarsi di nevicate abbondanti o per l'esecuzione di lavori, interi tratti autostradali sono interdetti al traffico con conseguenti deviazioni sulla viabilità ordinaria, statale e provinciale, palesemente inadatte ad assorbire un volume di traffico così elevato. Ne deriva un incremento del rischio per le persone che percorrono questi itinerari o vivono lungo di essi. L'aumento di sollecitazione indotta su queste strade produce naturalmente danni rilevanti al manto stradale, rendendo necessari interventi di manutenzione significativa.

Le strade provinciali che si inerpicano lungo le pendici dei monti, assicurando il collegamento tra i piccoli centri abitati e tra questi e le contrade più remote, così come le strade comunali o interpoderali che collegano le diverse frazioni, sono state in gran parte interessate da movimenti franosi che ne bloccano lunghi tratti, ne riducono la carreggiata, le rendono più insicure e pericolose in caso di maltempo. In molti casi frazioni, contrade e centri sono raggiungibili solo attraverso percorsi di fortuna. Le frane si contano a migliaia e in molti casi interessano parti significative del pendio e non consentono la realizzazione di interventi di ripristino sufficientemente duraturi. Un gran numero di abitazioni e di edifici pubblici si trovano in condizioni precarie, o perché direttamente interessati da movimenti franosi che ne hanno compromesso la stabilità o perché sottoposti a movimenti di versante che incombono su di esse, rendendole insicure. In molti casi si tratta di rimobilizzazioni di fenomeni noti e preesistenti.

Il patrimonio edilizio risulta fortemente depauperato. Generalmente, l'abbandono delle abitazioni avrà carattere definitivo, contribuendo al fenomeno dello spopolamento delle aree dissestate. I movimenti franosi hanno compromesso in molti casi la stabilità di vecchi edifici, il tessuto viario dei centri storici, le reti di servizio sottostanti (reti idriche, fognature, ecc.). Di conseguenza, è da aspettarsi che il ruscellamento delle acque superficiali avverrà con maggiore disordine e produrrà nel tempo ulteriori effetti negativi sulla stabilità degli edifici. L'isolamento, o comunque il difficile accesso a molte piccole aree urbanizzate, ha già prodotto e produrrà danni al fragilissimo tessuto economico locale, costituito da microimprese commerciali e artigianali, non in grado di assorbire un così

repentino calo delle attività. I dissesti hanno interessato parti significative dei versanti, provocando danni enormi a molte aziende agricole e sconvolgendo le aree coltivate e i sistemi di distribuzione e di smaltimento delle acque.

Le reti di adduzione maggiori (acquedotti, metanodotti, elettrodotti) per il loro andamento planimetrico sono state interessate da un numero ragguardevole di movimenti franosi, che, in qualche caso, sono di grande dimensione e richiedono interventi di sistemazione di ampio respiro o lo spostamento delle adduttrici. Gli eventi dello scorso inverno hanno evidenziato, in molti dei grandi centri urbani, la fragilità di zone periferiche, sorte spesso caoticamente e in modo abusivo, dove le condizioni di sicurezza idrogeologica appaiono inadeguate, contribuendo a determinare un quadro di complessivo degrado.

La situazione dei fiumi e dei torrenti appare compromessa dall'accumulo in alveo di materiale proveniente dai versanti in frana che ha prodotto sovralluvionamento, riducendo significativamente l'officiosità di molti corsi d'acqua e rendendo così più agevole l'esondazione attraverso fenomeni di occlusione delle luci dei ponti e di altre strettoie naturali o artificiali. Le mareggiate hanno prodotto danni rilevanti e un sistematico arretramento della linea di costa. Future mareggiate potranno facilmente produrre ulteriori danni alle infrastrutture e agli insediamenti prospicienti la costa.

Nel complesso gli eventi del periodo considerato hanno messo a dura prova il territorio calabrese, evidenziando ancora una volta la sua estrema vulnerabilità. Il territorio è diventato molto meno sicuro, più fragile, meno capace di resistere a nuove sollecitazioni pluviometriche. È un processo che senza interventi risulta irreversibile e anzi evolverà gradatamente verso scenari sempre più preoccupanti. È difficile da valutare ma in termini di sicurezza idrogeologica la Calabria con gli eventi degli ultimi anni è tornata indietro di diversi decenni.

Figura 7. Dissesti idrogeologico causati dalle piogge degli inverni 2008-09 e 2009-10.

Il Centro di Competenza CAMILab, nell'ambito delle attività svolte per conto del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, ha effettuato uno studio sistematico sugli eventi di questo periodo. È stata effettuata una accurata analisi di innumerevoli fonti documentali che ha consentito di censire tutti gli eventi e di procedere alla loro classificazione e cartografazione con la maggiore precisione possibile. Sono stati altresì raccolti tutti i precursori di evento ed in particolare le altezze di pioggia che hanno caratterizzato l'intero periodo, effettuando le prime analisi delle relazioni tra precursori ed eventi.

Lo studio è stato sviluppato attraverso una serie di procedure ben definite per realizzare l'inventario e la catalogazione e la costruzione di una banca dati telematica, collegata ad un GIS, che raccoglie l'informazione disponibile. Dall'analisi sviluppata si vede che il territorio calabrese nelle stagioni 2008-10 ha registrato più di 1600 eventi che hanno interessato più di 2300 punti di crisi. I comuni che sono stati coinvolti da almeno un evento sono stati 385, ovvero il 94% del totale. Tutti i comuni del crotonese hanno registrato almeno un evento, mentre la provincia di Cosenza è stata quella maggiormente colpita con 934 punti di crisi. Nel 66% dei casi si sono registrate frane. Il sistema viario è il più colpito in quanto è presente nel 50% dei casi censiti. Molto alto anche il numero di eventi che hanno visto il coinvolgimento di edifici destinati a civili abitazioni (12%), molti dei quali hanno dato luogo ad ordinanze di sgombero.

Particolare cura è stata data alla localizzazione degli eventi, spesso caratterizzati solo da una generica indicazione di toponimi o di tratti stradali. Come principale supporto cartografico è stata utilizzata la piattaforma *Google Earth* (GE), che tuttavia non dispone di una toponomastica sufficientemente accurata del territorio regionale. Si sono perciò utilizzati siti internet specializzati (Tuttocittà, Michelin, Virgilio) che consentono una puntuale identificazione delle diverse

vie di comunicazione presenti sulle mappe. Nel caso di eventi riguardanti fiumi, torrenti, fossi o valloni è stata consultata la banca dati on-line dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, utilizzando in particolare il nuovo servizio *WebGIS* del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico). Per la localizzazione di eventi lungo le strade provinciali o statali, il principale problema è stato quello di individuare la strada perché negli ultimi anni le competenze di molte strade statali sono state trasferite alle province con una modifica di denominazione, non sempre riportata sulle mappe. L'applicazione *street view* di *Google Earth* ha comunque consentito in molti casi di identificare il tronco stradale interrotto, attraverso la lettura della segnaletica.

- ***Alluvione di Rossano e Corigliano (12 agosto 2015)***

Il 12 agosto 2015 un drammatico evento di maltempo ha praticamente paralizzato l'intera costa ionica cosentina della Calabria. In particolare, l'evento ha colpito Corigliano e soprattutto Rossano Calabro, con 160 mm di pioggia caduti nelle prime ore del mattino. Il territorio è stato letteralmente devastato dal violento nubifragio, le strade sono divenute impraticabili, numerose le frane e gli smottamenti. Le due città, epicentro dell'emergenza, sono state invase da fango e detriti, con i torrenti ingrossati che hanno straripato e alcune strade che si sono sgretolate. L'intensa pioggia ha provocato l'uscita dagli argini del torrente Citrea che ha allagato le strade circostanti. Tantissimi gli interventi dei vigili del fuoco per allagamenti e smottamenti. Non si sono segnalate vittime né dispersi, ma i danni alle cose sono stati ingenti. Numerose famiglie sono rimaste isolate e diverse sono state evacuate, mentre interi quartieri a Rossano sono rimasti senza elettricità. Una strada del centro storico è franata. Tutto il tratto della SS 106 tra Rossano e Cassano allo Jonio è stato interessato da grossi problemi di circolazione, così come grossi problemi si sono creati anche per la rete ferroviaria. Un'automobile della polizia, che aveva appena portato in salvo una quarantina di persone rimaste intrappolate in un hotel, tra cui molti bambini, è stata trascinata dalle acque del torrente esondato. Altre squadre delle forze dell'ordine hanno evacuato alcune abitazioni a Rossano Calabro e sono intervenute per mettere in sicurezza adulti e bambini rimasti intrappolati in un villaggio turistico. Gli ospiti di un campeggio sono stati evacuati. Le abbondanti piogge hanno provocato l'allagamento della stazione ferroviaria di Corigliano e un guasto al sistema di telecomando dei treni nei pressi di Cariati. Il fango ha travolto decine di auto trascinandole fino in spiaggia. Sul lungomare di Rossano cassonetti e oggetti di grandi dimensioni hanno ostruito le arterie e i lidi sono stati letteralmente spazzati via.

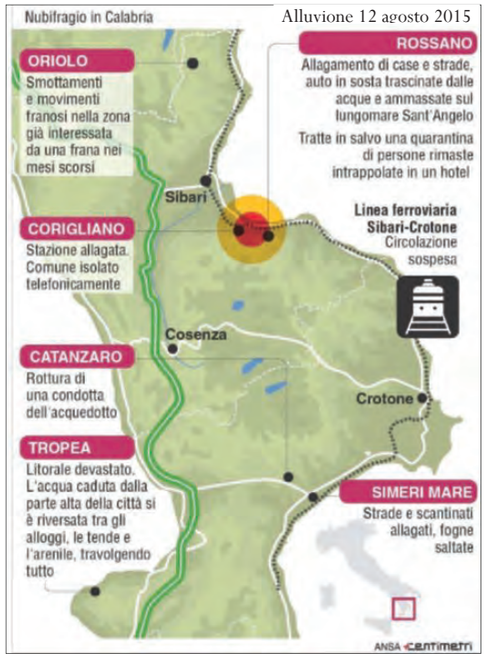


Figura 8a. Principali dissesti dell'alluvione.

Figura 8b. Danni causati dall'alluvione nell'abitato di Rossano.

3.2 L'evento alluvionale del 30 ottobre - 2 novembre 2015

L'evento alluvionale che ha interessato la Locride, e più in generale la provincia di Reggio Calabria, tra il 30 ottobre e il 2 novembre 2015, ha confermato la grande vulnerabilità di un territorio che continua a subire danni terribili ogni volta che viene investito da violenti nubifragi. Ancora una volta, la geologia del territorio, la sua complessa orografia, la posizione geografica che lo rendono soggetto ai cicloni mediterranei e l'uso inappropriato di vaste aree hanno concorso in modo inestricabile a produrre sistematicamente danni enormi in queste aree bellissime, lasciandole ancora più esposte e vulnerabili. Analizzando gli eventi dell'autunno 2015 si ritrovano, infatti, nomi di paesi, di fiumare, di località già tristemente note alle cronache del dissesto idrogeologico, segno che i problemi sono tuttora aperti e che il cammino della messa in sicurezza appare ancora molto lungo.

L'evento pluviometrico ha assunto carattere di eccezionale intensità soprattutto nella scala temporale delle 24-48 ore, con punte di 400 mm in 24 ore e di quasi 700 mm in 48 ore. Gli eventi hanno prodotto danni importanti ad attraversamenti fluviali e argini e molte aree antropizzate sono state invase e ricoperte da acqua e detriti. Ma quel che più conta è che molte fiumare appaiono ormai in condizioni prossime al collasso e in assenza di interventi sistematici e razionali potranno provocare effetti di ben più rilevante gravità.

I dissesti maggiori si sono avuti nell'area reggina, dove numerose fiumare, tra cui Careri e La Verde, sono esondate per rotture e/o sormonti d'argine, in alcuni casi di oltre 1500 metri. Tra i danni più ricorrenti prodotti dall'evento, si segnalano l'intenso sovralluvionamento osservato lungo le fiumare della fascia jonica reggina e le numerose frane verificatesi prevalentemente lungo i versanti che ne caratterizzano l'entroterra. Lungo i tratti vallivi dei corsi d'acqua principali si sono deteriorate molte difese spondali, diverse briglie e alcuni ponti. In particolare, il ponte della SS 106 sulla Fiumara Allaro è stato seriamente danneggiato per il cedimento di una pila. Ampi tratti del rilevato ferroviario e dell'adiacente carreggiata della SS106 sono crollati per l'esondazione della Fiumara di Bruzzano a Ferruzzano, ostacolata nel deflusso di piena alla foce per la forte mareggiata, che ha anche distrutto interi tratti di lungomare ed opere di difesa costiera a Siderno e a Caulonia marina.

L'evento ha purtroppo provocato due vittime. A Taurianova, l'esondazione del torrente San Nicola ha causato una vittima in corrispondenza di un attraversamento carrabile, mentre a San Roberto un giovane è morto in seguito alla caduta di un traliccio della luce, collassato per interventi di ripristino della viabilità.

A Casignana una frana ha danneggiato una vasca di raccolta del percolato di una discarica, provocandone lo sversamento verso valle, mentre anche la strada di accesso subiva dissesti per un movimento franoso. A causa della rottura di alcuni impianti di depurazione, si sono determinate criticità a Palizzi e Ferruzzano.

Nel comune di Grotteria si è reso necessario lo sgombero di 38 persone per una frana di vaste dimensioni, che ha provocato il crollo di tre edifici. Altri danni hanno interessato i centri abitati di Palizzi, Staiti e Casignana, dove si è reso necessario ripulire le strade invase in molti tratti da enormi volumi di fango. Molti comuni sono rimasti senz'acqua a causa dell'interruzione della rete idrica.

Danni di minore entità si sono avuti nell'alto jonio cosentino, dove sono stati particolarmente colpiti i comuni di Canna, Nocara, Oriolo, Roseto Capo Spulico e Rocca Imperiale, e nello jonio catanzarese, in cui sono stati interessati soprattutto i comuni di Badolato, Guardavalle e Montepaone. Sono stati registrati dissesti importanti sulla rete stradale e ferroviaria, in particolare sulla SS106 Jonica e sulla tratta ferroviaria "Reggio-Taranto", interrotte in più punti nella zona maggiormente colpita dall'evento. Nei tratti pedemontani, il sovralluvionamento degli alvei ha causato esondazioni e conseguenti allagamenti di zone agricole e abitate.

La distruzione di molte briglie montane è stata la causa dell'enorme sovralluvionamento verso valle e rappresenta un elemento di terribile squilibrio che deve essere sanato al più presto. Sono rimaste danneggiate anche alcune opere di sistemazione fluviale realizzate dopo le grandi alluvioni degli anni '50 e '70, che hanno costituito per molto tempo l'elemento essenziale per un equilibrio dinamico delle principali fiumare.

L'ingente sovralluvionamento così prodotto in quasi tutte le aste terminali delle fiumare ha enormemente diminuito l'officiosità di molti alvei, particolarmente in corrispondenza degli attraversamenti della SS 106. L'accumulo del materiale sovralluvionato ha infatti progressivamente parzializzato le sezioni idriche, convogliando i deflussi verso le sponde e dando luogo così a un'intensa azione erosiva lungo le arginature, in alcuni casi sormontate o distrutte per lunghi tratti. Ne sono derivati danni notevoli alla viabilità presente in sommità arginale, che spesso è l'unica possibile via di fuga per gli abitanti delle case sparse o delle piccole frazioni che sorgono in prossimità delle fiumare o l'unico accesso a impianti di vario tipo. Il sovralluvionamento ha anche alterato la quota di sbocco degli affluenti che adesso hanno grande difficoltà a far confluire deflussi e sedimenti nell'asta principale, con effetti di rigurgito che in alcuni casi sono rilevanti.

Come si vede, si tratta di problemi complessi e articolati che non consentono una risposta di mera riparazione dei danni, in quanto lo squilibrio che gli eventi dell'autunno 2015 hanno prodotto, in assenza di interventi seri e ben strutturati, potrà far risentire i suoi effetti in modo ancora più devastante per molti anni a venire.

La rete stradale che collega la provincia di Reggio Calabria con il resto della regione e del Paese è notoriamente inadeguata. Durante gli eventi è puntualmente emersa la scarsa sicurezza delle SS 106 e 18, che in molti tratti attraversano aree ad elevata pericolosità di frana e di inondazione. Alcuni ponti sono crollati o sono stati danneggiati dalla furia delle fiumare, molti tratti sono stati invasi da smottamenti e crolli lungo i versanti o hanno ceduto per effetto di movimenti franosi. Sono ancora numerosi i tratti in cui il pericolo permane elevato per la presenza di massi instabili che incombono sulle carreggiate o per la presenza di fenomeni ancora attivi lungo i pendii sovrastanti. Per molti giorni alcuni tratti sono risultati impercorribili, costringendo i cittadini all'immobilità o a percorsi defatiganti lungo la viabilità secondaria, con tragitti inverosimilmente lunghi.

Numerose anche le interruzioni e i danneggiamenti della viabilità comunale e interpoderale che hanno reso talora irraggiungibili frazioni abitate e impianti essenziali. Si tratta di fenomeni non particolarmente rilevanti per l'entità dei danni ma il loro numero rende complesso il ripristino almeno delle condizioni precedenti. Il problema è comunque di grande importanza perché l'isolamento o comunque il difficile accesso a molte piccole aree urbane ha già prodotto e produrrà danni al fragilissimo tessuto economico locale, fatto da microimprese commerciali e artigianali non in grado di assorbire un ulteriore calo delle attività.

I danni agli edifici sono stati limitati ma hanno compromesso la stabilità di alcune abitazioni. Considerevoli appaiono i danni in alcuni centri antichi che, ormai disabitati o scarsamente abitati, rappresentano comunque un patrimonio di storia e di identità culturale che non può essere abbandonato. In particolare, alcuni di questi centri risultano praticamente irraggiungibili e i danni compromettono la stabilità di diversi edifici storici e abitazioni.

In molte zone il cedimento o il sormonto delle arginature ha provocato danni ingenti alle attività agricole anche di elevato pregio, con il deposito di fango e detrito su vasti appezzamenti di terreno e il danneggiamento di serre e capannoni, oltre alla cancellazione delle reti di drenaggio e di irrigazione poste al servizio delle aziende. Si tratta di danni ragguardevoli per l'economia della zona e che impongono l'immediato ripristino delle difese idrauliche.

Numerosi i danni connessi ad impianti di vario tipo: reti idriche, fognarie, impianti di depurazione, impianti di smaltimento dei rifiuti, con danni evidenti per l'interruzione dei servizi, ma soprattutto per l'inquinamento indotto dallo sversamento in alveo o a mare di liquami e di rifiuti di vario tipo. Il ripristino della funzionalità degli impianti è ovviamente tra le priorità di intervento.

L'abnorme trasporto di sedimenti ha prodotto alla foce di molti fiumi conoidi di deiezione molto ampi che potrebbero contribuire al ripascimento di arenili spesso in arretramento. Più in generale, l'incremento del materiale proveniente dal sistema delle fiumare può contribuire a ridurre gli squilibri nel bilancio di trasporto solido che regola lo spostamento della linea di costa. Si tratta di fenomeni di breve durata, destinati a sparire quando le opere di sistemazione fluviale avranno prodotto i loro effetti ma è comunque importante tenerli in considerazione nell'elaborazione di una strategia di intervento più complessiva. La concomitante presenza di un eccesso di sedimenti in alveo e di un deficit di sedimenti nel bilancio costiero possono trovare, infatti, in questa realtà territoriale una loro razionale composizione in una visione più generale delle problematiche di difesa del suolo.

4. I PIANI DEGLI INTERVENTI PER LA DIFESA DEL SUOLO IN CALABRIA

I gravi fenomeni alluvionali che frequentemente colpiscono la Calabria sono imputabili alle caratteristiche naturali della regione ed all'azione antropica. Infatti, accanto a bacini molto piccoli costituiti da terreni facilmente erodibili, alla pendenza notevole dei corsi d'acqua che determinano l'azione dirompente delle acque, alle precipitazioni che raggiungono valori giornalieri ed orari raramente riscontrabili in altre aree d'Italia, sono da annoverare gli interventi dell'uomo nei vari secoli che sicuramente hanno accentuato una situazione già precaria. Ci riferiamo in particolare al massiccio disboscamento effettuato in tutte le pendici dei rilievi calabresi, all'abbandono dell'agricoltura nelle aree montane, alla sottrazione nelle aree di pianura delle zone di esondazione dei corsi d'acqua per l'installazione di colture di pregio. Questi ultimi interventi, in particolare, attraverso arginature hanno costretto i corsi d'acqua in sezioni sicuramente deficienti ed a volte inferiori persino alle sezioni a monte, determinando in molti casi anche la pensilità degli alvei. Non deve essere infine dimenticata la reiterata tendenza ad inserire le zone di sviluppo dei tanti centri urbani in aree soggette a rischio da frana ed a rischio da inondazione. Tuttavia vi sono state nei vari secoli, quasi sempre a "valle" di disastrosi eventi, una serie di azioni tese a ridurre il rischio e/o ad avviare piani di sistemazione dei corsi d'acqua, che può essere utile ripercorrere per sommi capi per inquadrare in un contesto più ampio i problemi discussi in questa nota.

Prima della formazione del Regno Unitario vi furono una serie di iniziative volte alla difesa del patrimonio boschivo. Le varie leggi che vennero emanate (*bando del 6 febbraio 1759, leggi del 1811, 1813, 1814, 1819, del 21 agosto 1826*) per disciplinare il taglio degli alberi e i disboscamenti ebbero tuttavia scarsa efficacia, anche se alla mancanza di una adeguata sistemazione montana e al disboscamento venivano attribuite le gravi inondazioni del Mesima del 1823 e dei bacini dell'Aspromonte del 1827. Con la formazione del Regno Unitario si sentì l'urgenza di affrontare su tutto il territorio nazionale il problema delle opere pubbliche e venne emanata *la Legge sui lavori pubblici n. 2248 del 20 marzo 1865*. Questa legge, tratta da un'analoga legge piemontese emanata nel 1859, limitò la

difesa idraulica soprattutto alla conservazione e sistemazione delle arginature esistenti, trascurando la sistemazione dei corsi d'acqua minori quali sono quelli calabresi, ed ebbe applicazione soprattutto nell'Italia Centro-Settentrionale.

Prima della fine del secolo vennero inoltre emanate leggi che miravano da una parte alla conservazione del patrimonio forestale e ad incentivare la costituzione di consorzi di rimboschimento fra Stato e Regione (*legge n. 3917 del 20 giugno 1877*) e dall'altra aprivano il concorso dello Stato alla realizzazione di rimboschimenti e opere idrauliche connesse, che venivano entrambi considerati come opere idrauliche di terza categoria (*legge n. 173 del 31 marzo 1893*).

Anch'esse tuttavia ebbero in Calabria scarsa efficacia dal momento che le realizzazioni effettuate furono sicuramente trascurabili. Pertanto negli anni successivi una maggiore attenzione venne dedicata ai problemi fluviali della Calabria: ciò è testimoniato da tutta una serie di interventi legislativi (*leggi del 21 gennaio 1897, del 27 aprile 1899, del 7 luglio 1901, del 8 luglio 1903, del 3 luglio 1904*) per erogare sussidi riguardanti danni prodotti dalle piene. Inoltre (*legge del 7 luglio 1902, n. 304*) venivano incrementati i contributi finanziari e modificate le procedure di intervento.

In questo periodo vennero realizzati, con i fondi stanziati, una serie di interventi che, tuttavia, volendo risolvere delle situazioni puntuali risultarono scarsamente efficaci. Lavori di sistemazione più efficaci furono realizzati in 3 torrenti in virtù del *Testo Unico n. 523 del 25 luglio 1904* sulle opere idrauliche. Questo intervento risultò comunque esiguo se si considera che nell'ambito di tale legge furono classificate in terza categoria opere per la sistemazione idraulica di 18 corsi d'acqua.

Il problema calabro fu affrontato in modo più organico e sistematico con la *legge speciale n. 255 del 25 giugno 1906* sulla Calabria. Con tale legge venne autorizzata la realizzazione di un complesso di opere pubbliche e venne dato un nuovo indirizzo alla politica idraulica che cominciò a considerare strettamente connesse la sistemazione montana e quella valliva. Ciò è testimoniato dal mirabile rapporto che Meuccio Ruini, direttore generale dei Servizi Speciali del Ministero dei Lavori Pubblici presentò nel 1913 al Ministro sulle opere pubbliche realizzate in Calabria in applicazione alla suddetta legge. Le indicazioni e le considerazioni in essa fatte hanno una attualità più che sorprendente, si legge infatti nella relazione: "*A questo triste esito ha contribuito, per la Calabria, l'errore tecnico ed economico, nei primi anni non evitato, di cominciare dal basso a lavorare, senza tener conto della parte alta dei fiumi. In Calabria le bonifiche non presentano il tipo padano o maremmano di basse terre soggiacenti agli elevati fiumi perenni o al livello del mare ed impaludate in stagni ed estesi acquitrini (dei quali è più facile e redditizio il prosciugamento). Non è la Calabria la terra delle colmate e delle idrovore; in essa si tratta essenzialmente di incanalare e regolare il corso dei torrenti che dagli alvei acclivi e con le origini in bacini disboscati e di facile disgregamento spingono nel breve piano imponenti materiali di deiezione, e dirigono a capriccio le piene che ristagnano nelle depressioni, ed a capriccio vagano con le acque di magra tortuose, causa continua di acquitrinio e di malaria grave. Il rimedio è nell'alto; la bonifica del piano non può prescindere da quella di monte, ed è andar contro l'ordine naturale delle cose se si comincia in arginature o incanalamenti vallivi, che le piene portano via, ove non sia rinforzato il regime boschivo. Meritano veramente gratitudine quegli scrittori che hanno gettato il grido d'allarme ed insistito sulla necessità di cominciar le bonifiche dal su in giù; ma, per la verità, convien riconoscere che, prima ancora delle autorevoli osservazioni fatte al riguardo in libri ed in relazioni, l'Amministrazione dei lavori pubblici, ammaestrata da alcuni deplorevolissimi errori, aveva posto in modo indiscusso il criterio del coordinamento delle opere montane; criterio interamente ribadito dai corpi tecnici dello Stato, ripetuto in circolari ed istruzioni, e divenuto insomma norma di amministrazione; tant'è vero che parecchi progetti sono stati rimandati perché non vi era data la necessaria precedenza ai lavori idroforestali.*"

E che il problema delle bonifiche fosse di rilevanza assoluta in Calabria lo dimostra il fatto che nel 1910 i morti per malaria erano 32.1 per 100.000 abitanti, l'indice più alto dopo la Basilicata dell'Italia continentale, ben lontano tuttavia dal triste primato nazionale della Sardegna (73.2 per 100.000 abitanti).

L'accurata cartografia che accompagna la relazione Ruini consente l'identificazione delle aree da bonificare e di quelle all'epoca già bonificate. L'applicazione della legge speciale trovò tuttavia notevoli ostacoli a causa prima del terrificante terremoto del 1908 e poi della prima guerra mondiale sicché alla fine dei 18 anni previsti per l'attuazione del programma era stato realizzato relativamente poco rispetto ai lavori programmati.

Il *Testo Unico del 21 marzo 1912, n. 442*, anticipato dalla *legge n. 774 del 13 luglio 1911*, stabilì nuove norme in base alle quali le opere di sistemazione montana sia idrauliche che forestali costituirono una categoria a se stante e a carico esclusivo dello Stato.

Questa legge diede l'avvio a nuovi lavori realizzati dal Genio Civile e dal Corpo Forestale. Questi lavori risultarono comunque alquanto frammentari, così come quelli incentivati: dal *Regio decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923* sul "Riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi", dall'Istituzione dei Provveditorati alle Opere pubbliche del Mezzogiorno (*Regio decreto del 7 luglio 1925*) e, infine, dalla legge sulla bonifica integrale (*Regio decreto n. 215 del 13 novembre 1933*).

I finanziamenti furono interrotti durante la seconda guerra mondiale e ricominciarono con la ripresa economica. Nel 1950 venne avviato un organico piano di sistemazione idraulico forestale grazie all'Istituzione, con la *legge 10 agosto 1950, n. 646*, della Cassa per opere straordinarie di pubblico interesse nell'Italia meridionale (Cassa per il Mezzogiorno). Venne infatti redatto per le tre province un primo piano degli interventi più urgenti da attuare. Tale piano prevedeva per i primi dieci anni lavori di rimboschimento e di sistemazioni montane in 64 bacini.

Ai lavori programmati dalla Cassa vennero date più chiare direttive dalla Commissione presieduta da Visentini, che venne istituita con *decreto interministeriale il 14 novembre 1953* in seguito all'evento alluvionale dell'ottobre, con il compito di "*determinare preliminarmente le cause del dissesto dei bacini montani e dei corsi d'acqua della Regione calabra ed in base alle risultanze degli studi ed accertamenti, fare proposte sulle provvidenze da adottare, tenuti presenti i programmi già predisposti dai Ministeri dei Lavori pubblici e dell'Agricoltura e Foreste nonché dalla Cassa per il Mezzogiorno per le sistemazioni montane in detta Regione*".

Questa Commissione, dopo i primi studi, fornì al Comitato dei Ministri per il Mezzogiorno una relazione preliminare che servì da base per la stesura di un disegno di legge per provvedimenti straordinari per la Calabria che si concretizzò nella *legge del 26 novembre 1955 n. 1177*.

Dalla relazione della Commissione Visentini risulta che, in base ai dati forniti dagli Ispettorati dipartimentali delle foreste della Calabria, dal 1867 al 1950 vennero interessati 16811 ha come opere estensive (rimboschimenti, rinsaldamenti, sistemazioni idraulico agrarie); mentre per opere intensive (opere idrauliche connesse con le opere estensive) vennero costruite complessivamente 274.019 m^3 di muratura.

I suddetti valori erano ripartiti nelle tre province secondo la Tab.1. E' da dire tuttavia che nello stesso periodo venne disboscata una superficie molto vasta, infatti nella sola Sila venne sottratta alla coltura forestale una superficie da sola superiore a quella rimboschita in tutta la Calabria.

Provincia	Numero di bacini	Opere estensive (ha)	Opere estensive (m^3)	Spesa (ML)
Cosenza	88	8889	140658	2412.9
Catanzaro	125	5016	36630	1873.2
Reggio Calabria	157	2906	96731	1518.8
TOTALE	370	16811	274019	5804.8

Tabella 1. *Interventi prima dell'applicazione della legge sulla Cassa per il Mezzogiorno, dal 1867 al 1950 (da Commissione "Visentini", 1958).*

Nella relazione definitiva pubblicata nel 1958 la Commissione individuò fra i bacini calabri 201 bacini che presentavano un grave stato di dissesto idrogeologico. Questi bacini rappresentavano circa l'87% dell'intera superficie regionale; 92 di essi erano comunque già oggetto dell'attenzione della Cassa per il Mezzogiorno. La Commissione rilevò come in detti bacini fosse necessario eseguire:

- lavori estensivi di rimboschimento, rinfoltimento, sistemazione idraulico-agraria, inerbimenti ed opere sussidiarie varie su un superficie di 113.821 ettari con una spesa prevista di £ 32.822.000.000;
- lavori di sistemazione e rivestimento vegetale di terreni franosi su una superficie di 18.943 ettari, con una spesa prevista di £ 16.220.000.000;
- costruzioni di opere idrauliche immediatamente connesse ai lavori estensivi per un importo di £ 20.542.000.000.

Nella relazione furono fornite direttive per i lavori di sistemazione idraulico-forestale da realizzare, per la difesa, conservazione ed ampliamento del patrimonio forestale, per il potenziamento dell'agricoltura montana, per i provvedimenti relativi alla parte valliva dei corsi d'acqua e alla bonifica dei territori di pianura e della bassa collina. Vennero infine fornite indicazioni più puntuali per aree di particolare importanza individuate dalla Commissione stessa nella zona dell'Aspromonte, in quella delle Serre, della Sila e della Valle del Crati con le sue adiacenze.

Nel 1954 venne pubblicato il "Piano orientativo ai fini di una sistematica regolazione dei corsi d'acqua naturali", in cui venivano fornite, a scala nazionale, sommarie indicazioni sulle opere da realizzare nei vari bacini. Un ulteriore incentivo alle sistemazioni in Calabria derivò dalla *legge del 25 gennaio 1962, n. 11*.

In seguito alla disastrosa alluvione che colpì tra il 4 ed il 7 novembre 1966 diverse regioni del Centro Nord, venne costituita con *decreto ministeriale del 23 novembre* la "Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del Suolo", presieduta da Giulio De Marchi. Questa Commissione aveva il compito di "*esaminare i problemi tecnici, economici, amministrativi e legislativi interessanti al fine di proseguire e intensificare gli interventi necessari per la generale sistemazione idraulica e di difesa del suolo, sulla base di una completa ed aggiornata programmazione*".

Nell'ambito del "Riesame del Piano orientativo per la sistemazione dei corsi d'acqua naturali. Proposte per il suo aggiornamento", il gruppo di lavoro per i bacini dell'Italia meridionale, presieduta da Travaglini, riconosce per la Calabria la massiccia opera di rimboschimento e di ricostituzione boschiva e la validità dei criteri tecnici che avevano ispirato gli interventi relativi sia alla parte montana che a quella valliva operata in ottemperanza alla legge n. 1177 del 1955.

Il gruppo di lavoro fornì una prima serie di indicazioni che furono interamente recepite dalla nuova *legge speciale sulla Calabria del 28 marzo 1968 n. 437* e che costituirono poi la base degli interventi proposti negli atti della Commissione (1974) sinteticamente riportati nella Relazione Conclusiva. La spesa complessiva

per la realizzazione degli interventi proposti per il territorio calabrese nel trentennio di attuazione del piano corrispondeva a 445874 milioni di lire ed era ripartito fra le varie opere secondo la Tab.2 nella quale sono presenti anche le spese previste nel primo quinquennio e nel decennio successivo.

Periodo	Opere idrauliche	Serbatoi	Opere idraulico-forestali	Opere idraulico-agrarie	Bonifiche	TOTALI
Trentennio	133294	8000	220175	12754	71651	445874
I quinquennio	51295	7500	84651	5196	31780	180422
Decennio successivo	43142	500	70412	4867	24444	143365

Tabella 2. *Previsioni di spesa per i bacini con foce sul litorale calabro effettuate dalla Commissione De Marchi (importo in milioni di lire).*

Un quadro puntuale degli interventi di sistemazione idraulico forestale nelle aste torrentizie e nei versanti montani e di regolazione delle acque effettuati è riportato nella Carta della Montagna, Calabria (1978).

La validità degli interventi attuata è riconosciuta fra gli altri da Ippolito e Ietto (1973) i quali notano a proposito dell'evento del 1973 che "nonostante l'evidente eccezionalità dell'evento, non si sono avute perdite di vite umane per danni indotti dai corsi d'acqua.... Tale constatazione dimostra la validità degli interventi di sistemazione operati sui torrenti specie in questi ultimi anni". Analogamente Giangrossi (1973), Provveditore alle opere pubbliche in Calabria, riconosce che "dai risultati dei più significativi accertamenti può affermarsi che, in generale, le opere realizzate hanno sempre ottenuto e, per quanto possibile, impedito che le recenti piogge ed alluvioni arrecassero disastri irreparabili ad interi abitati, provocando perdite umane".

Tuttavia come si osserva nella relazione De Marchi "gli interventi per le sistemazioni idrogeologiche in Calabria dovranno proseguire senza soluzione di continuità: se è vero che in Calabria più che altrove nessun piano di difesa idrogeologica potrà mettere definitivamente al sicuro i versanti dei bacini idrografici e regolarizzare definitivamente i deflussi, non è meno vero che in dipendenza di una eventuale attenuazione dell'opera di sistemazione idrogeologica o, peggio, di una sua interruzione sortirebbero ben più gravi conseguenze dagli ineluttabili eventi meteorici di caratteristiche eccezionali e su tante aree di quella regione verrebbero a consolidarsi quegli aspetti di insicurezza idrogeologica che sono la remora prima dello sviluppo regionale".

Ma come è noto le indicazioni della Commissione De Marchi rimasero lettera morta, per cui, terminato l'intervento straordinario, la difesa del suolo in generale e la sistemazione delle fiumare calabresi rimase affidata ad interventi sporadici e scoordinati affidati per di più ad una molteplicità di soggetti istituzionali, con risultati quindi complessivamente modesti.

- ***Piano di sistemazione idrogeologica di Crotone (1996)***

L'alluvione dell'ottobre 1996 nell'area crotonese fece emergere l'inadeguatezza di molti attraversamenti stradali e ferroviari, che furono distrutti perché insufficienti a consentire il passaggio delle enormi portate convogliate dal bacino di monte, a causa della loro rapida ostruzione per effetto dei sedimenti e dei detriti di varia natura trascinati dalla corrente. Inoltre, l'occupazione sistematica delle zone di pertinenza fluviale aveva progressivamente ridotto le aree di naturale espansione del torrente, facendo diminuire i volumi che, in caso di piena, possono essere in tali aree invasati, facendo aumentare conseguentemente le portate che transitano nel tratto terminale. Gli effetti furono poi aggravati dal pesante abusivismo edilizio. In seguito alla tragica alluvione del 14 ottobre fu dichiarato lo stato di emergenza con Decreto del Presidente del Consiglio del Ministri. Successivamente, con *Ordinanza N° 2469 del 26 ottobre 1996*, il Ministro degli Interni nominò Commissario Delegato il Presidente della Giunta Regionale della Calabria, affidandogli, tra l'altro, il compito di elaborare il Piano degli interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica della città di Crotone. La Commissione Tecnica, composta da P. Versace, S. Ammirati, V. De Cristofaro, G. De Martino, R. Niccoli, C. Serrao, A. Voce, allo scopo istituita dal Commissario Delegato con *Ordinanza N° 4 del 13 novembre 1996*, dopo aver preliminarmente individuato gli interventi indifferibili da attuare, predispose il Piano degli interventi infrastrutturali di emergenza (nel seguito denominato Piano) adottato dal Commissario Delegato e del quale il Dipartimento della Protezione Civile prese atto con *nota 56071/0P/SM del 15 gennaio 1997*. La prima stesura del Piano prevedeva la realizzazione di 22 interventi per un costo complessivo di 137.728 M£ (pari a 71,13 M€). Il piano, in particolare, prevedeva di laminare una consistente parte delle portate di piena, di realizzare opere di difesa longitudinale per le portate residue, di ridefinire adeguatamente le sezioni degli attraversamenti stradali e ferroviari, di proteggere convenientemente le foci e di provvedere alla sistemazione idraulico-forestale del territorio. Sulla base del Piano fu predisposto un progetto preliminare che analizzava la possibilità di realizzare vasche di laminazione sui principali tronchi fluviali cercando la soluzione che, con il minor numero di vasche, garantisse in termini di portata idraulica la sicurezza nelle aree di valle. Tra quelle analizzate, la soluzione con

due vasche di laminazione sul Passovecchio (Cacchiavia e Mezzaricotta) e quattro sull'Esaro (Campanaro, Acqua della Quercia, Migliarello e Tuvolo) fu posta alla base delle successive fasi progettuali.

Utilizzando anche i risultati della progettazione preliminare, il Piano degli interventi infrastrutturali di emergenza è stato sottoposto, nel tempo, a successivi approfondimenti. Gli interventi di emergenza inseriti nell'ultima rimodulazione del Piano possono essere raggruppati in interventi di manutenzione e ripristino, interventi di sistemazione idraulica e di laminazione delle piene, interventi di adeguamento della viabilità, interventi sulle reti di servizi, interventi di delocalizzazione, studi ed indagini.

Degli interventi sopra elencati, quelli di sistemazione idraulica e di laminazione delle piene sui fiumi Esaro e Passovecchio e quelli sulla viabilità comprensivi dell'adeguamento della sezione degli attraversamenti rappresentano gli interventi qualificanti, in grado di garantire all'intero territorio del comune di Crotone livelli di sicurezza idraulica adeguati. Per gli interventi di sistemazione idraulica e di laminazione è stata prevista la realizzazione delle categorie di seguenti opere: vasche di laminazione; sistemazioni idrauliche; scolmatori; deviazioni; opere di difesa alla foce; opere idraulico-forestali.

Gli interventi di adeguamento della viabilità riguardano tanto la viabilità nazionale che quella provinciale e comunale con le seguenti categorie di opere: interventi sulla rete stradale; interventi sugli attraversamenti.

Ad oggi, essendo terminata la gestione emergenziale, gli interventi di sistemazione idrogeologica previsti nel Piano degli interventi risultano in buona parte attuati, garantendo un livello di sicurezza molto maggiore di quello che caratterizzava il territorio prima dell'evento, anche se si tratta di un effetto non omogeneo sull'intero territorio comunale, in ragione del fatto che non tutti gli interventi previsti sono stati realizzati. Solo il completamento degli interventi previsti per ciascuno di questi livelli sarà in grado di aumentare progressivamente il livello di sicurezza idraulica del territorio del Comune di Crotone.

- ***Piano stralcio di Assetto Idrogeologico della Calabria (2001)***

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) della Calabria, adottato dall'Autorità di Bacino Regionale in data 29.10.2001 e approvato dal Consiglio Regionale il 28.12.2001, costituisce un primo intervento unitario ed organico di pianificazione sull'intero territorio regionale a partire dalle tematiche sulla sicurezza e sulla difesa del suolo. La concentrazione delle popolazioni nelle aree collinari e montane e lo stato di dissesto dei centri abitati hanno più volte richiamato l'attenzione delle autorità nazionali sul problema del consolidamento e del trasferimento degli abitati. La letteratura, al riguardo copiosa, registra non solo indagini sistematiche come quelle conseguenti al terremoto del 1783 e 1905-1908 o alle alluvioni del 1951 e 1953, ma anche inchieste parlamentari (inchiesta Jacini del 1880) ed emanazione di provvedimenti speciali, come quelli assunti dopo i terremoti del 1783, del 1905 e del 1908, e dopo le alluvioni del '51 e del '53, per la ricostruzione dei centri abitati distrutti. Questa complessità viene evidenziata dal PAI, che così come sancisce la L.R. n. 35/96 individua 13 aree programma, oltre le due interregionali con la Basilicata, in base alle diverse condizioni morfologiche ed idrologiche del territorio. In tali aree, i 409 centri urbani presenti sul territorio occupano storicamente giaciture difficili e complesse, che spesso hanno portato addirittura a scelte di delocalizzazione proprio in seguito ad eventi alluvionali disastrosi. Il PAI, nel campo della difesa del suolo, dopo il Piano Straordinario del 1957 (Legge Speciale per la Calabria), affronta complessivamente l'analisi del territorio, ne aggiorna i dati conoscitivi, inserisce regole comportamentali e pianificatorie che, seppur di natura vincolistica, mirano a creare condizioni e presupposti basilari ad un'azione di sviluppo del territorio.

Il PAI affronta organicamente le tre problematiche: frane, alluvioni ed erosione costiera.

Frane. Si sono analizzati tutti i centri urbani della Calabria, oltre i quattro della Basilicata appartenenti al bacino interregionale del Lao, comprese le frazioni con popolazione superiore a 200 abitanti. Sono stati analizzati quindi 837 siti con la perimetrazione di circa 8.000 frane.

Centri abitati studiati, comprese le frazioni con n° abitanti superiore a 200	837
Frane rilevate nei centri abitati	7928
Aree a rischio rilevate	5581
Comuni con almeno un'area con rischio molto elevato (R4)	268
Aree rilevate con rischio molto elevato (R4)	747
Comuni con almeno un'area con rischio di frana elevato (R3)	358
Aree rilevate con rischio elevato (R3)	1775

Tabella 3. *Riepilogo rischio frane (PAI Calabria0.*

Alluvioni. E' stato messo a punto il catasto del reticolo idrografico regionale con l'individuazione di 877 corsi d'acqua con superficie > 0.5 km^2. La banca dati creata anche con l'ausilio dei dati raccolti sul territorio dal servizio di Sorveglianza Idraulica, nonché le metodologie utilizzate per gli studi idraulici ed idrologici, sono stati finalizzati all'individuazione di modelli specifici del territorio calabrese. Sono state censite oltre 50.000 opere o elementi degni di catalogazione, quali: ponti, muri, briglie, discariche, scarichi, prelievi; sono stati censiti e misurati 1.200 ponti e tombini. I dati relativi alla posizione delle aree storicamente vulnerate, associati alla conoscenza delle modificazioni insorte nei bacini, rappresentano l'unico metodo per prevedere il comportamento delle fiumare in caso di eventi di entità simili a quelli occorsi in passato. A tal fine sono state elaborate cartografie in scala 1:10.000 della Calabria ionica, vulnerate dagli eventi alluvionali del 1951 e del 1953, attraverso la fotointerpretazione di foto aeree risalenti al 1954. Ad ogni tavola è stata collegata inoltre una tabella che riporta, per ciascuna fiumara, notizie sui danni causati dagli eventi alluvionali di gravità elevata che hanno colpito il bacino.

Bacini idrografici censiti	877
Tronchi idraulici esaminati	304939
Opere censite nei bacini (ponti, muri, briglie, discariche, scarichi, ecc.)	50000
Ponti e tombini misurati	1200
Superficie delle aree R4 ed aree di attenzione (km^2)	492
Comuni interessati da Zone di attenzione	251
Comuni con aree R4 ed aree di attenzione	351
Comuni interessati da Punti di attenzione	230
Punti di attenzione censiti	626

Tabella 4. *Riepilogo rischio idraulico (PAI Calabria).*

Erosione costiera. L'erosione costiera, anche se non espressamente prevista nei compiti dettati dal DL 180/98, è stata affrontata nel PAI alla scala di bacino idrografico. Tra l'altro i 739 km di costa calabrese, costituiscono per quantità e qualità, un problema di primo piano della regione, dalle implicazioni economiche e territoriale notevoli. Attraverso il raffronto della cartografia esistente al 1955, al 1972 ed al 1998, è stata effettuata una ricognizione sullo stato di erosione e di ripascimento su tutta la Regione.

Superficie interessata da fenomeni di erosione (km^2)	11
Superficie interessata da fenomeni di ripascimento (km^2)	6
Focus erosivi (con arretramento della linea di riva superiore a 100 metri)	25
Erosione massima: Foce fiume Neto (m)	300
Erosione massima: Foce fiume Mesima (m)	280
Centri abitati costieri a rischio	28

Tabella 5. *Riepilogo rischio erosione costiera (PAI Calabria).*

A seguito della entrata in vigore delle Misure di Salvaguardia del PAI (29 ottobre 2001) sono iniziate le attività di aggiornamento e di gestione. Il PAI prevede la possibilità di aggiornamento mediante la presentazione di studi di dettaglio che devono essere valutati dal Comitato Tecnico ed approvati mediante deliberazione del Comitato Istituzionale. La Segreteria Tecnico-Operativa è chiamata ad operare l'istruttoria tecnica di tali studi. Gli Art. 16, 17, 21 e 27 delle Norme di Attuazione prevedono inoltre che per qualsiasi intervento (tra quelli consentiti) che interessa aree perimetrate a rischio elevato o molto elevato sia necessario acquisire un parere dell'Autorità. Sulla base di tali norme l'Autorità esprime parere obbligatorio, preceduto da relativa istruttoria, su:

- Progetti di consolidamento di versanti, di messa in sicurezza aree a rischio inondazione, di difesa costiera e rinascimento che interessano l'intero territorio regionale
- Progetti di costruzione di reti infrastrutturali (strade, ferrovie, metanodotti ecc.) su tutto il territorio regionale
- Progetti di prelievo di inerti mediante l'apertura di cave in alveo
- Progetti di sdemanializzazioni di aree fluviali
- Progetti in merito ad istanze di condono paesaggistico
- Progetti in merito alla realizzazione di Parchi Eolici.

Con l'attuazione della Legge Urbanistica Regionale mediante l'approvazione definitiva delle Linee Guida, inoltre, l'Autorità è chiamata ad esprimere un parere di Coerenza con il PAI, considerato strumento di pianificazione sovraordinato, per tutti i Piani Strutturali Comunali.

- ***Piano di sistemazione idrogeologica di Vibo Valentia (2006)***

A seguito della grave situazione di dissesto verificatasi nel 2006, fu dichiarato lo stato di emergenza nel territorio della provincia di Vibo Valentia e fu emessa l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3531 del 7 Luglio 2006 "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi atmosferici che hanno colpito il territorio della provincia di Vibo Valentia il giorno 3 luglio 2006". L'Ordinanza prevedeva la nomina del Presidente della Regione Calabria quale Commissario delegato per gli eventi idrogeologici, stabilendo, tra l'altro, che egli provvedesse "al ripristino, in condizioni di sicurezza, delle infrastrutture pubbliche danneggiate, alla pulizia ed alla manutenzione straordinaria della viabilità, degli alvei dei corsi d'acqua ed alla stabilizzazione dei versanti, alla realizzazione di adeguati interventi ed opere di prevenzione dei rischi ed alla messa in sicurezza dei luoghi, nonché alla realizzazione di adeguati interventi, anche non infrastrutturali, di prevenzione dei rischi idrogeologici ed idraulici". È la successiva OPCM n. 3536 del 28 luglio 2006, recante "Disposizioni urgenti di protezione civile", a stabilire, all'art.12, che "Il Commissario delegato di cui all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3531 del 7 luglio 2006, sulla base del censimento dei danni effettuati dai competenti uffici e della valutazione economica presunta della loro entità, predispone, entro sessanta giorni un Piano di interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica, con la quantificazione finanziaria occorrente per la realizzazione degli interventi". Il Piano, predisposto dal CAMILab, ha avuto il compito d'individuare strategie complessive di recupero e di definire interventi ed opere finalizzate alla prevenzione dei rischi idrogeologici ed idraulici ed alla stabilizzazione dei versanti, per la messa in sicurezza dei luoghi colpiti dall'alluvione del 3 luglio 2006. Il Piano è stato articolato in due parti. Una prima parte riguarda le opere infrastrutturali per la sistemazione delle zone colpite dall'evento del comune di Vibo Valentia; una seconda riguarda, invece, le opere infrastrutturali per la sistemazione delle zone colpite dall'evento degli altri comuni interessati.

L'evento del 3 luglio 2006 ha aumentato notevolmente la vulnerabilità di un territorio già caratterizzato da una notevole esposizione a smottamenti e allagamenti urbani che si verificavano anche in conseguenza di precipitazioni non particolarmente significative. Nel complesso, dunque, ci si trova di fronte ad una serie diffusa di criticità, intrinseche allo stesso sistema territoriale ed urbano. La complessità dei problemi presenti ed i notevoli squilibri del territorio hanno imposto soluzioni complesse, in grado di intervenire su diversi fronti, con il concorso di più interventi ed un'articolazione delle attività in fasi.

La definitiva messa in sicurezza dell'area necessita, pertanto, di una strategia di ampio respiro, basata su un programma organico di interventi sia di tipo strutturale che non-strutturale, e che non preveda solo la realizzazione di interventi in alcuni punti critici, ma anche sistemazioni più diffuse, quali, ad esempio, quelle dei sistemi di raccolta delle acque bianche e delle fogne, soprattutto in alcune zone. Il piano degli interventi è stato, pertanto, finalizzato al conseguimento di due obiettivi fondamentali e interconnessi:

- assicurare un adeguato livello di sicurezza al territorio colpito dagli eventi del luglio 2006, riducendo il rischio di inondazione e di frana;
- avviare il recupero e il restauro del territorio con interventi di riqualificazione ambientale e di rinaturazione delle aree degradate.

In particolare, il Piano è finalizzato a mettere in sicurezza centri abitati ed infrastrutture da eventi di piena di rilevante intensità e fenomeni significativi di instabilità di versante; ripristinare l'officiosità del sistema di drenaggio costituito da fiumare, canali e fossi, aumentando in particolare la dimensione degli attraversamenti; stabilizzare i versanti in modo da ridurre il rischio di erosione e di frana; razionalizzare, integrare e ammodernare la rete di smaltimento delle acque bianche e nere; ripristinare e razionalizzare il sistema viario nazionale, provinciale e comunale; completare gli interventi di riduzione dell'erosione costiera; favorire la razionalizzazione degli insediamenti industriali che interferiscono con la zona urbana; bonificare e rinaturare i siti contaminati; avviare la riqualificazione delle aree degradate; promuovere indagini, studi e ricerche finalizzate al controllo, al monitoraggio e all'analisi del rischio ambientale; ridurre le interferenze antropiche con la dinamica evolutiva degli alvei e dei sistemi fluviali; promuovere la manutenzione ordinaria di opere di difesa e la pulizia degli alvei, quale intervento fondamentale per garantire la funzionalità e l'efficienza dei sistemi difensivi; promuovere la manutenzione dei versanti, con particolare riferimento alla forestazione ed alla regimazione della rete di deflusso superficiale.

In estrema sintesi gli interventi previsti dal Piano sono i seguenti:

Intervento	Costo previsto
Sistemazione e ripristino del reticolo idrografico	42,1
Integrazione e completamento della rete fognaria bianca e nera	13,7
Adeguamento del sistema viario	9,0
Altri interventi	21,8

Tabella 6. *Previsioni di spesa del Piano sistemazione idrogeologica di Vibo Valentia (importo in milioni di euro).*

- ***Piano generale di interventi per la difesa del suolo in Calabria (2010)***

Linee di indirizzo e fasi del Piano. L'*OPCM n. 3741 del 18 febbraio 2009*, recante "Primi interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi avversi che hanno colpito il territorio della Regione Calabria nel mese di gennaio 2009", ha nominato Commissario Delegato per l'emergenza nel territorio della Regione Calabria il Presidente della Regione Calabria, affidandogli, tra l'altro, il compito di predisporre un "piano generale degli interventi per la difesa del suolo in Calabria". Il Commissario Delegato con propria Ordinanza *(OCD) n. 1/3741/2009* ha istituito un Comitato di Indirizzo Regionale (COMIR) per definire le "linee di indirizzo per la redazione del Piano generale degli interventi per la difesa del suolo in Calabria", così come richiesto dall'OPCM 3741. Il COMIR ha completato i suoi lavori il 19 giugno 2009 con l'approvazione delle Linee di indirizzo, di cui il Commissario Delegato ha preso atto con *OCD n. 3/3741/2009*. Le Linee di indirizzo contenevano le caratteristiche essenziali da adottare nella redazione del Piano generale degli interventi per la difesa del suolo in Calabria, prevedendone l'articolazione in due fasi:

• *Fase 1*. Interventi a scala locale finalizzati alla mitigazione del rischio nelle aree interessate da fenomeni di dissesto nell'inverno 2008-09, secondo quanto disposto nell'OPCM 3741.

• *Fase 2*. Interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idrogeologico a scala regionale e alla risoluzione dei nodi essenziali del dissesto idrogeologico in Calabria ivi comprese le aree interessate da fenomeni di dissesto nell'inverno 2008-09.

Gli interventi di fase 1 erano finalizzati a rimuovere le condizioni di criticità lungo i corsi d'acqua, mitigare il rischio di frana attraverso azioni di consolidamento e mettere in sicurezza le aree a rischio di inondazione. In particolare, essi dovevano riguardare solo ed esclusivamente situazioni nelle quali si presentava un pericolo incombente per centri abitati o per la viabilità essenziale e che erano state interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico nell'inverno 2008-09. Si trattava di interventi finalizzati alle sistemazioni puntuali e/o all'eliminazione di situazioni di pericolo incombente, che rivestivano particolare urgenza, e quindi semplici da progettare e rapidi da attuare con un costo contenuto. Il criterio per valutare l'efficacia dell'intervento era basato sulla riduzione del rischio, secondo quanto indicato dal PAI. Le aree interessate dagli interventi dovevano essere classificate R3 o R4 dal PAI vigente o riclassificate come tali dall'Autorità di Bacino, anche in via provvisoria, prima della definitiva approvazione del Piano di fase 1 da parte del Commissario delegato.

L'obiettivo delle opere previste era di rimuovere in modo definitivo le situazioni di pericolo incombente o di mettere in sicurezza in modo adeguato i collegamenti essenziali oggetto degli interventi. Qualora non fosse stato possibile rispettare tali requisiti l'intervento di sistemazione avrebbe dovuto essere programmato nella seconda fase.

Il costo di ciascun intervento non poteva eccedere 1 M€, oppure 2 M€ in caso di intervento sui versanti.

La predisposizione del Piano degli interventi è stata effettuata a cura del Commissario Delegato, che si avvaleva di un Gruppo di lavoro (denominato GLADIS) composto da personale tecnico-scientifico messo a disposizione dall'Autorità di Bacino regionale, dal Dipartimento LL.PP., dal Dipartimento Presidenza – Settore Protezione Civile – nonché dai Centri di Competenza della Protezione Civile Nazionale.

Le Linee di indirizzo prevedevano che la selezione degli interventi da inserire nel Piano di fase 1 dovesse avvenire sulla base delle seguenti informazioni:

- interventi segnalati da Comitati di Indirizzo Provinciali (COMIP), che, seguendo le linee di indirizzo e i criteri di ammissibilità fissati dal COMIR, proponevano programmi di intervento articolati in interventi di prima e seconda fase, con le relative priorità e i costi presunti;
- criticità di particolare rilevanza evidenziate dall'Autorità di Bacino Regionale, sulla base delle conoscenze istituzionali;
- criticità di particolare rilevanza segnalate direttamente dai Comuni e altri soggetti pubblici agli Uffici regionali o agli Uffici del Commissario Delegato;
- criticità di particolare rilevanza segnalate dalla struttura di supporto ex articolo 5 dell'OCD 1/3734/2009.

Sulla base delle segnalazioni così acquisite il Gruppo di lavoro procedeva ad una ricognizione diretta dei casi segnalati e alla predisposizione di una scheda tecnica di intervento.

Completata questa fase istruttoria sono stati predisposti i programmi degli interventi da attuare nella fase 1 e nella fase 2, con le relative priorità.

I criteri adottati per la scelta degli interventi da inserire nei programmi sono stati i seguenti:

- rispondenza ai requisiti di tipologia, di problema, di caratterizzazione in ambito PAI e di limite di costo indicati nelle linee di indirizzo (ammissibilità della proposta);
- rispondenza ai requisiti di efficacia rispetto agli obiettivi, efficienza attuativa, qualità progettuale intrinseca, innovatività, integrazione con altri interventi, così come previsto dal POR Calabria per gli interventi di "Difesa del suolo, Tutela delle Coste, Prevenzione dei Rischi Naturali e Protezione Civile";
- priorità assegnata nell'ambito dei programmi provinciali;

• rilevanza del problema da risolvere con l'intervento e, in particolare, il numero di persone potenzialmente coinvolte, la rilevanza strategica delle infrastrutture interessate, la valenza culturale e ambientale del patrimonio a rischio;

• capacità dell'intervento di risolvere in modo funzionale e permanente il problema evidenziato;

• ubicazione all'interno di aree interessate da precedenti ordinanze di protezione civile;

• disponibilità di progetti di sistemazione validi ed efficaci;

• ulteriori valutazione motivate, portate dal Gruppo di lavoro.

Il COMIR ha fissato le modalità con le quali i diversi COMIP dovevano trasmettere le informazioni necessarie alla redazione del Piano di fase 1. Fu stabilito, infatti, che per ciascuno degli interventi proposti si sarebbe dovuta indicare: la tipologia del fenomeno da affrontare, l'esatta localizzazione dell'area di interesse, il livello di rischio previsto dal vigente PAI, l'emanazione di eventuali ordinanze di sgombero indicando se ancora vigenti, la tipologia di intervento prevista, l'efficacia dell'intervento nel risolvere la problematica di interesse, la stima di massima dei costi.

Anche per questi altri interventi era prevista una gerarchizzazione in ordine di priorità sulla base dei seguenti criteri:

- rilevanza del problema da risolvere con l'intervento proposto, con particolare riferimento al numero di persone potenzialmente coinvolte, alla rilevanza strategica delle infrastrutture interessate, alla valenza culturale e ambientale del patrimonio a rischio;

- capacità dell'intervento di risolvere in modo funzionale e permanente il problema evidenziato.

In ogni caso per ciascuna Provincia il costo complessivo degli interventi segnalati per la fase 1 non avrebbe dovuto eccedere la somma di 100 milioni di €.

Il Gruppo costituito dal Commissario Delegato ha analizzato la documentazione fornita dai Comitati di Indirizzo Provinciali (COMIP) così come indicato dalle linee di indirizzo. Complessivamente le cinque Province hanno proposto 2587 interventi per un ammontare complessivo di € 1.182.271.108,00, ben superiore al tetto di 150 milioni di € fissato dal COMIR per gli interventi di fase 1. Il Gruppo di lavoro ha effettuato una serie di sopralluoghi che hanno riguardato 201 Comuni calabresi. Le attività di sopralluogo sono state svolte da oltre 40 tra ricercatori e docenti dell'Università della Calabria e dell'Università Mediterranea, ricercatori del CNR, tecnici specializzati dell'Autorità di Bacino.

La selezione degli interventi. Sulla base della documentazione sopra indicata il Gruppo di lavoro ha analizzato tra gli interventi proposti, come previsto dal COMIR, solo quelli prioritari di importo complessivo non eccedente i 100 milioni di € per ciascuna Provincia. Tali interventi sono stati analizzati sulla base della documentazione fornita dai COMIP e, ove disponibile, sulla base del sopralluogo effettuato direttamente dal gruppo di lavoro GLADIS, nominato con *OCD n. 3/3741*. Sono stati altresì considerati alcuni interventi integrativi riguardanti i casi nei quali il sopralluogo effettuato aveva evidenziato situazioni di particolare pericolosità. Dall'analisi delle proposte è emerso che, in un gran numero di casi, più interventi riguardavano il medesimo centro abitato, il ripristino dell'officiosità idraulica in più punti dello stesso corso d'acqua, interventi puntuali di sistemazione sullo stesso versante. Si è ritenuto perciò opportuno razionalizzare la proposta complessiva procedendo all'accorpamento di interventi tecnicamente e funzionalmente aggregabili, con evidenti vantaggi in termini di economia di scala, semplificazione delle procedure tecnico-amministrative e razionalizzazione tecnica degli interventi, che attraverso una visione più organica potevano risultare più efficaci. Tale aggregazione ha comportato ovviamente il superamento in alcuni casi dell'importo massimo fissato dalle Linee Guida per ciascun intervento. In base alle informazioni disponibili e alla tipologia di intervento previsto, infine è stata messa in opera una sostanziale revisione della stima economica contenuta nella proposta. Sulla base di queste valutazioni puntuali effettuate collegialmente dal gruppo di lavoro si è ottenuto un elenco di 304 interventi complessivi per un ammontare di circa 215 milioni di €, ancora superiore al previsto ammontare di 150 milioni di €. Questi interventi sono stati confrontati utilizzando una griglia di valutazione, realizzata sulla base dei criteri di selezione delle operazioni del POR FESR 2007-2013, nonché delle indicazioni fornite dalle linee di indirizzo già citate. La griglia di valutazione è stata sottoposta preventivamente all'approvazione del Nucleo Regionale di Valutazione e Verifica degli Investimenti Pubblici. Utilizzando la griglia di valutazione sono stati identificati gli eventi che presentavano il livello di massima priorità e che quindi costituivano gli interventi di fase 1.

Gli interventi proposti sono riconducibili a tre tipologie:

Interventi che interessano il centro abitato, che comprendono interventi di consolidamento del centro abitato e interventi integrati di sistemazione dei versanti, che consentono di affrontare e avviare a soluzione organica e definitiva le diverse criticità presenti nel territorio comunale. In alcuni casi gli interventi riguardano contestualmente sia la sistemazione dei versanti sia il ripristino dell'officiosità idraulica, che spesso concorrono a determinare il quadro complessivo del dissesto idrogeologico alla scala di territorio comunale.

Interventi di sistemazione fluviale, che comprendono la realizzazione di semplici opere di difesa dalle inondazioni o di stabilizzazione dell'alveo e interventi finalizzati al ripristino dell'officiosità idraulica. Nella gran parte dei casi si tratta di interventi di tipo puntuale, che sono stati aggregati, dove possibile, a scala di

bacino sia per i motivi di razionalizzazione tecnico amministrativa ai quali si è fatto cenno, sia per motivi più specifici connessi alla dinamica degli alvei fluviali. Si è evitato, in tal modo, la possibilità che interventi di ripristino o di incremento dell'officiosità idraulica potessero comportare più a valle problemi connessi al funzionamento del reticolo di monte. È questo il caso di tronchi a debole pendenza che si trovano subito a valle di tronchi con trasporto solido elevato e che sono soggetti perennemente a fenomeni di sovralluvionamento.

Interventi riguardanti la sistemazione di versanti instabili, che pregiudicano la viabilità provinciale strategica. Non si tratta quindi di interventi di ripristino della viabilità incompatibili con le fonti di finanziamento del piano, ma solo di interventi più complessivi di sistemazione dei pendii che, soprattutto nel corso dell'inverno 2008-09, hanno sconvolto la rete dei collegamenti viari in gran parte del territorio regionale. In alcuni casi sono stati aggregati interventi che riguardano pendii che insistono sulla stessa strada provinciale, o su strade limitrofe.

Proprio per le ragioni fin qui esposte di razionalizzazione del quadro complessivo degli interventi che componevano il Piano, è stata utilizzata una ulteriore classificazione, che distingueva i diversi interventi in base al livello di aggregazione previsto.

In particolare, per gli interventi frutto dell'aggregazione di più interventi puntuali, è stata prevista la redazione, a cura dei progettisti, di un Master Plan, ossia di un quadro generale degli interventi necessari per la messa in sicurezza di un territorio comunale, o di un centro storico o di altro agglomerato urbano a rischio, oppure per la sistemazione idraulica di un bacino idrografico. Si tratta di un quadro generale da redigere in modo speditivo, sulla base di materiale esistente e della ricognizione diretta dei luoghi di interesse. Il gruppo di lavoro ha reso disponibile una guida illustrativa per la predisposizione di un Master Plan sia nel caso di bacini idrografici sia nel caso di versanti instabili.

La classificazione teneva altresì conto della necessità di coordinare gli interventi di Piano con quelli già effettuati o in corso di attuazione in base ad altri finanziamenti erogati a livello nazionale o regionale, riguardanti lo stesso ambito territoriale o idrografico. Pertanto, si doveva distinguere tra:

A. Interventi semplici che potevano essere immediatamente attivati da parte dell'Ente attuatore, non richiedendo Master Plan e riguardando zone non interessate da precedenti finanziamenti.

B. Interventi semplici che potevano essere attivati da parte dell'Ente attuatore, ma che riguardavano aree interessate da precedenti finanziamenti, e che richiedevano quindi una preventiva analisi degli interventi realizzati o in fase di realizzazione in base ai finanziamenti già ottenuti, senza necessità di Master Plan.

C. Interventi integrati che prevedevano l'aggregazione di più interventi puntuali o che riguardavano contesti particolarmente problematici, con la necessità, pertanto, di una preventiva redazione di Master Plan.

C/B. Interventi integrati per i quali si cumulavano le fattispecie di cui ai punti B e C. L'analisi degli interventi realizzati o in fase di realizzazione in base ai finanziamenti già ottenuti doveva essere, in tal caso, sviluppata all'interno del Master Plan.

*C**. Interventi compresi in Piani organici già predisposti dalla Regione Calabria (Crotone, Vibo, ecc.), per i quali è stata necessaria una preventiva analisi dello stato di attuazione del Piano e un inquadramento logico e funzionale del nuovo intervento proposto.

LO STATO DEI LUOGHI

5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E RILIEVI DELLE FIUMARE REGGINE

La particolare conformazione geografica dell'area presa in esame in questo rapporto è caratterizzata da elevate pendenze e dalla pressoché totale assenza della parte valliva dei corsi d'acqua, che scendendo a raggiera dagli impervi versanti dell'Aspromonte incontrano la costa con pendenze ancora assai elevate. Le fiumare di questo particolare territorio calabro hanno lunghezza assai breve e i bacini racchiudono al più aree di poche decine di km^2, che solo per le fiumare più grandi superano i 50 km^2. La tabella 7 riporta alcune delle caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici delle fiumare con superficie superiore a 5 km^2, da cui se ne evidenzia l'elevata acclività. Per le fiumare di minore dimensione si è provveduto a fornire solo qualche indicazione, quando disponibile, inserite nelle schede delle fiumare adiacenti caratterizzate da aree di maggiore estensione.

Nelle pagine seguenti, ad ogni fiumara è dedicata una specifica scheda che riporta alcune mappe utili per la loro caratterizzazione cartografica e geomorfologica (*localizzazione geografica, carta delle altimetrie, integrale ipsometrico, carta del reticolo idrografico con caratterizzazione di Horton, carta delle pendenze, carta dell'esposizione*), nonché la descrizione di alcuni eventi storici di dissesto idrogeologico mediante la documentazione tecnica (*fotografie e schede di sopralluogo*) di cui il CAMILab dispone. In particolare, sono evidenziati i dissesti provocati dall'evento pluviometrico del 2 novembre 2015, desunti dai sopralluoghi prontamente effettuati su molte fiumare dal CAMILab, dall'Associazione Terra 360 e dall'Azienda Calabria Verde, Ente strumentale della Regione Calabria.

Figura 9. Localizzazione delle fiumare considerate.

Numero ordine	Nome bacino	Quota massima [m]	Altitudine media [m]	Lunghezza asta [m]	Pendenza media versanti [%]	Perimetro [km]	Area [km^2]
1	Fiumara Stilaro	1422	585.48	28.08	33.17	59.79	95.17
2	Fiumara Precarito	1381	540.55	24.11	31.91	52.22	55.71
3	Fiumara Allaro	1422	731.98	36.91	31.30	76.82	130.18
4	Fiumara Amusa	1240	458.47	20.17	37.03	44.03	39.40
5	Fiume Torbido	1233	582.28	26.20	35.00	64.10	160.52
6	Fiumara Novito	970	441.93	19.55	30.53	45.44	55.86
7	Fiumara Gerace	989	361.52	18.03	31.51	39.06	38.98
8	Fiumara Portigliola	1036	400.26	19.05	33.86	41.06	35.02
9	Torrente Condoianni	1055	337.54	19.81	30.22	43.89	66.53
10	Fiumara Careri	1561	388.77	22.60	28.12	48.06	92.08
11	Fiumara Bonamico	1954	757.52	30.16	43.53	62.64	136.42
12	Fiumara La Verde	1953	733.40	34.95	38.70	71.57	116.97
13	Fiumara di Bruzzano	1181	349.15	17.85	31.17	39.00	52.62
14	Fiumara di Spartivento	905	332.45	12.89	38.65	25.42	16.39
15	Fiumara di Palizzi	1265	558.42	18.81	45.94	38.16	36.46
16	Fiumara S. Pasquale	1303	434.71	16.26	39.40	34.19	25.88
17	Torrente Sideroni	775	255.73	9.27	30.79	18.53	10.77
18	Torrente Vena	1011	290.50	9.44	31.87	19.35	7.95
19	Fiumara Amendolea	1821	848.05	41.21	42.20	69.65	150.38
20	Torrente Acrifa	651	278.66	10.77	24.72	21.71	17.32
21	Fiumara di Melito	1679	673.19	29.96	36.74	58.97	80.01
22	Fiumara di S. Elia	1016	520.51	16.00	35.56	31.79	28.95
23	Fiumara Molaro II	843	388.07	8.74	31.97	19.63	7.14
24	Fiumara Molaro I	757	276.68	6.39	33.77	14.28	7.29
25	Fiumara di S. Vincenzo	887	431.53	9.81	34.66	20.18	8.04
26	Torrente Oliveto	901	537.17	12.38	25.74	23.60	13.64
27	Fiumarella di Lume	718	260.04	8.15	30.98	16.89	8.16
28	Fiumara di S. Giovanni	804	385.43	7.34	27.51	15.26	5.96
29	Fiumara di Macellari	827	380.53	8.20	28.83	17.02	8.30
30	Fiumara Valanidi	1190	657.19	20.61	33.34	40.78	29.07
31	Fiumara d'Armo	970	378.81	11.16	37.27	20.96	15.05
32	Vallone Menga	580	147.62	7.98	18.26	17.43	7.36
33	Fiumara di S. Agata	1685	854.48	28.76	37.38	54.26	52.33
34	Fiumara Calopinace	1566	791.51	23.89	33.13	44.50	53.46
35	Fiumara dell'Annunziata	1393	647.73	20.69	35.33	38.60	22.52
36	Torrente Fiumetorbido	765	373.64	8.80	42.26	17.31	7.76
37	Torrente Scaccioti	756	342.57	7.78	38.46	15.23	7.31
38	Fiumara di Gallico	1780	716.84	25.22	39.02	49.69	59.63
39	Fiumara di Catona	1834	646.06	27.13	33.60	55.06	68.48
40	Fiumara di Favazzina	1556	876.79	16.02	32.90	31.20	20.46
41	Fiumara Sfalassá	1177	786.17	13.18	27.10	27.00	24.03

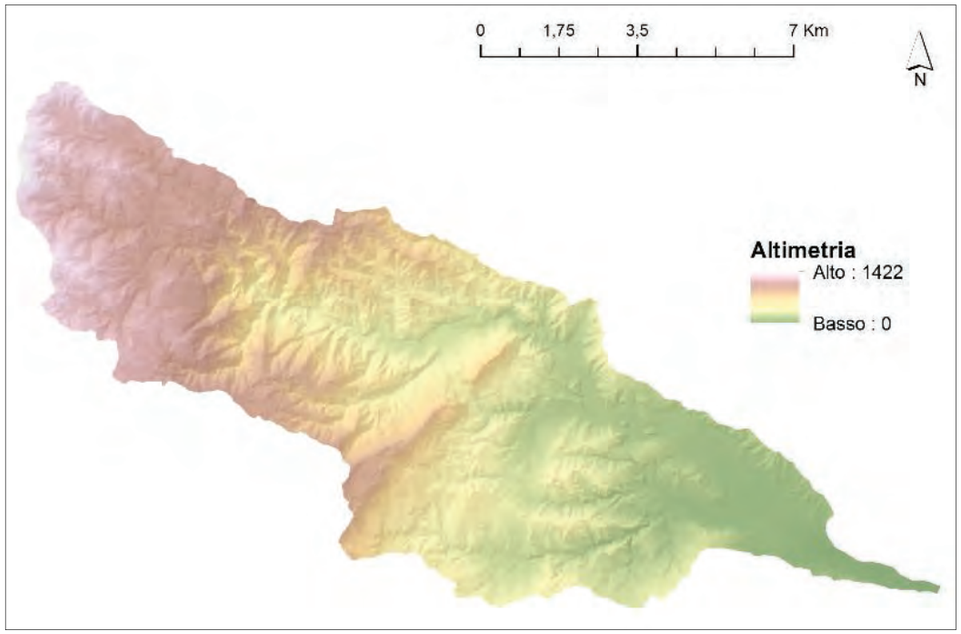
Tabella 7. *Caratteristiche morfologiche principali delle fiumare considerate.*

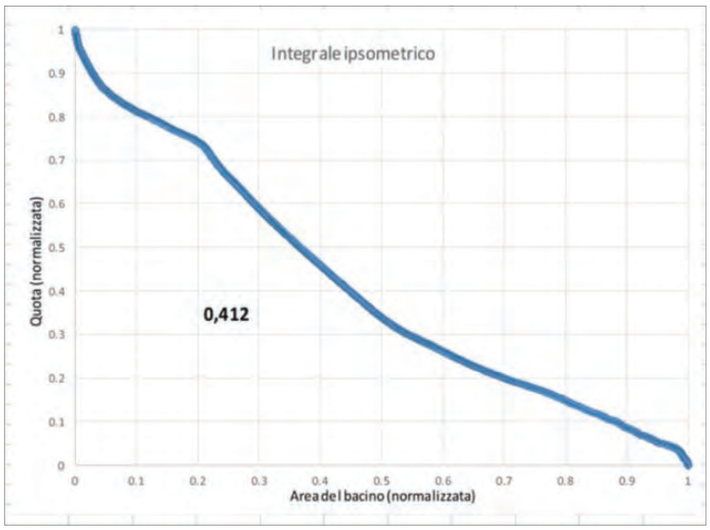
Fiumara Amusa. Per gentile concessione di G. Viggiani

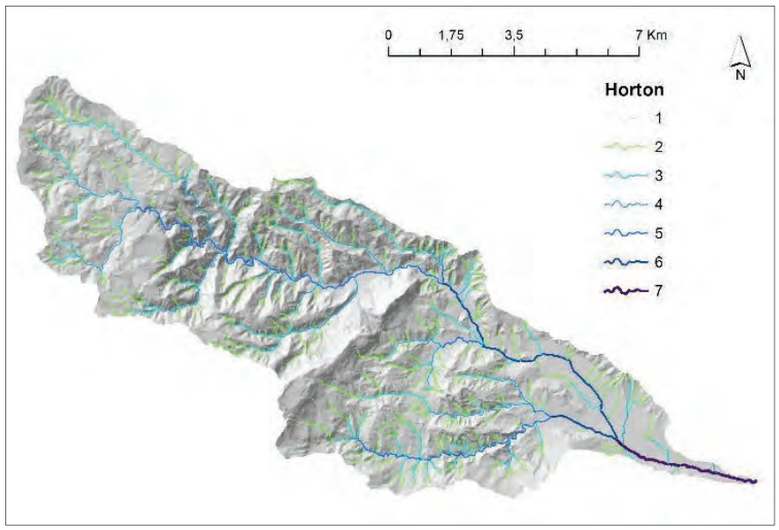
5.1 Fiumara STILARO

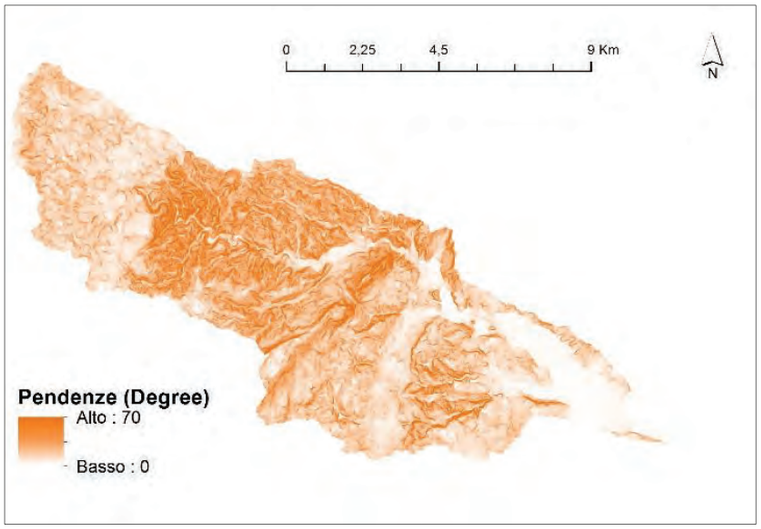
Lo Stilaro è una fiumara calabrese con una morfologia molto articolata, che dà il nome a tutta la vallata in cui scorre. Passa attraverso i monti Mammicomito, Stella, Consolino e Pecoraro e i paesi di Stilo, Bivongi e Pazzano, in cui nasce. I suoi affluenti sono l'Azzarera, il Cellia, il Don Luca, il Folea, il Melodare, il Mila, il Pardalà e il Ruggero. L'area del bacino misura 95.17 km^2, la lunghezza dell'asta principale 28.08 km e l'altitudine media 585.48 m s.l.m.

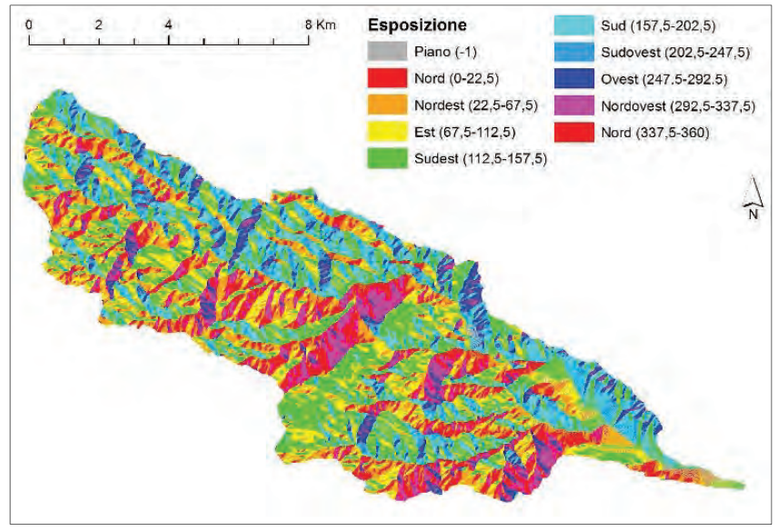
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1877. La piena del fiume Stilaro ha distrutto il ponte ferroviario in ferro di 60 metri di luce sulla nazionale 62.

09/12/1927. Ingenti danni dovuti a frane e alla furia dei torrenti (tra cui lo Stilaro), hanno travolto e trasportato a mare interi tronchi d'alberi e numerosi animali.

16/10/1951. A causa delle abbondanti piogge il fiume Stilaro è in piena.

20/12/1972. La piena del fiume Stilaro ha provocato locali danni.

20/12/1976. La piena del fiume Stilaro ha provocato locali danni, a Bivongi le acque del fiume erodono le fondamenta dei muri d'argine, infiltrandosi sotto la sede stradale e minacciandone la stabilità.

12/09/2000. Dissestata la strada San Domenico-Bordingiano (Stilo), minacciata dalla piena dello Stilaro. A Bivongi è crollato un muro d'argine in localitá Argalia sulla strada Bivongi-Vignali.

31/10 - 01/11/2015. Il fiume Stilaro è in piena, si sono registrate diverse rotture arginali nel territorio di Stilo ed esondazioni nel comune di Bivongi.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 1.1 sono evidenziate le zone oggetto del sopralluogo effettuato nel novembre 2015, inerente le maggiori criticità idrauliche della fiumara.

Figura 1.1 - Fiumara Stilaro. Zone oggetto del sopralluogo del novembre 2015.

Nei pressi di contrada Caldarella (Stilo al confine con Monasterace), non lontano dal ponte ferroviario (a monte), si è verificato un cedimento di alcuni pali Telecom che attraversavano l'alveo (figure 1.2 e 1.3). Inoltre si segnalano altri due pali con annessi cavi in stato pericolante e con rischio di prossimo cedimento, causato dallo scalzamento alla base (sponda sinistra e destra).

Figura 1.2 - Palo Telecom a monte del ponte ferroviario.

Figura 1.3 - Particolare del cedimento del palo.

In località Ciaramida (Stilo) il muro d'argine si presenta per circa 100 metri totalmente distrutto e interrito. L'esondazione dello Stilaro ha distrutto parte del terreno agricolo coltivato ad aranceto (fig. 1.4). A circa 60 metri dalla segnalazione precedente, in prossimità di un varco ostruito da terra e chiuso con un muro in calcestruzzo (lato strada di comunicazione Caldarella-Stilo), è presente una lesione con inizio di sifonatura, attualmente in assenza di acqua.

Figura 1.4 - Aranceto interessato dall'esondazione.

In località Malena (Stilo), lungo il torrente Ciaramida, si trova un argine scalzato alla base con evidenti segni di un notevole fenomeno erosivo, che ha ridotto la sezione dell'asse stradale adiacente che collega la contrada Caldarella a Stilo-Camino (fig. 1.5). Nel varco venutosi a creare sono stati posizionati, a protezione, terra e pietrame.

Figura 1.5 - Argine scalzato in località Malena.

Figura 1.6 - Foto indicativa della zona in esame in località Acqua Calda.

All'altezza della località Acqua Calda (Bivongi) lungo la SP 95, la fiumara Stilaro, in stato di piena, battendo in modo insistente e continuativo sul muro della strada che funge da argine, ha provocato una sifonatura creando una voragine sull'asse della strada stessa, che risulta essere chiusa al traffico (fig. 1.6).

In corrispondenza della confluenza col torrente Pardalà, un tratto di strada della SP 95 è messo a rischio dall'insistente azione erosiva dell'acqua, sia dello Stilaro che del Pardalà, sul muro della strada stessa che funge anche da argine (fig. 1.7). In alcuni punti si notano già lesioni importanti sul suddetto muro.

Figura 1.7 - Tratto della SP 95 messa a rischio dalla piena.

Figura 1.8 - Briglia del torrente Pardalà prima della piena.

Nella parte terminale del torrente Pardalà, quasi in prossimità della confluenza sullo Stilaro, una briglia si presenta lesionata in più punti, erosa e scalzata alla base (fig. 1.9). Sul torrente Melodari, che per un tratto passa accanto all'abitato di Bivongi, l'intubato ad anelli appare ostruito da tronchetti d'albero, rami e materiale alluvionale proveniente da monte facendo sì che l'acqua passi nella parte sovrastante l'opera idraulica (fig. 1.10). Inoltre su entrambe le spalle dell'intubato, l'acqua ha eroso il terreno adiacente provocando buche di grossa profondità.

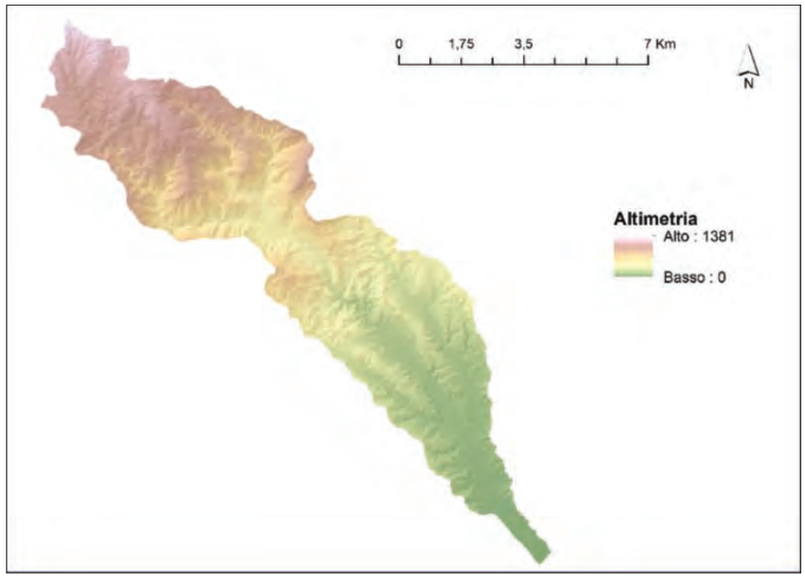
Figura 1.9 - Briglia del torrente Pardalà dopo la piena.

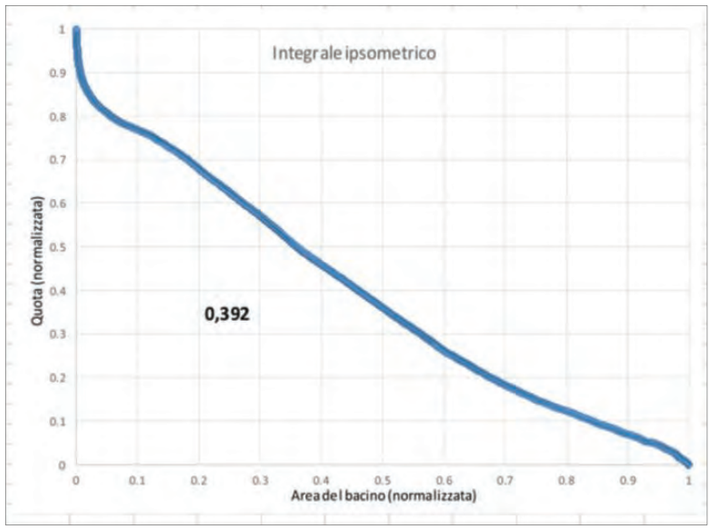
Figura 1.10 - Tratto tombato ostruito (torrente Melodari).

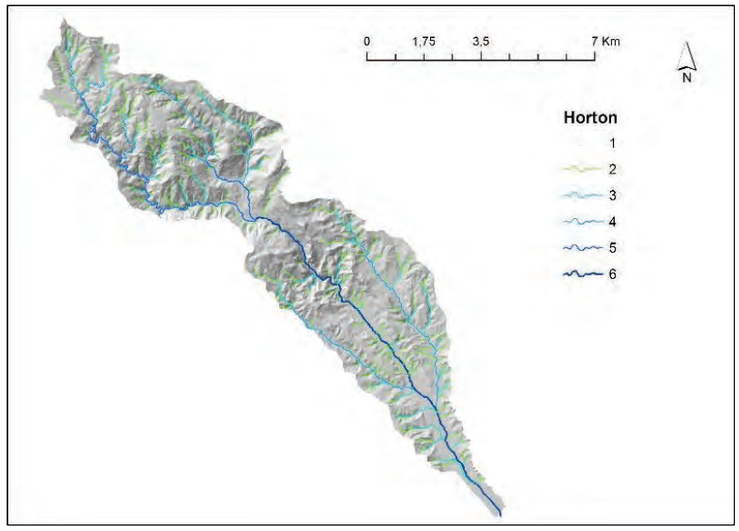
5.2 Fiumara PRECARITO

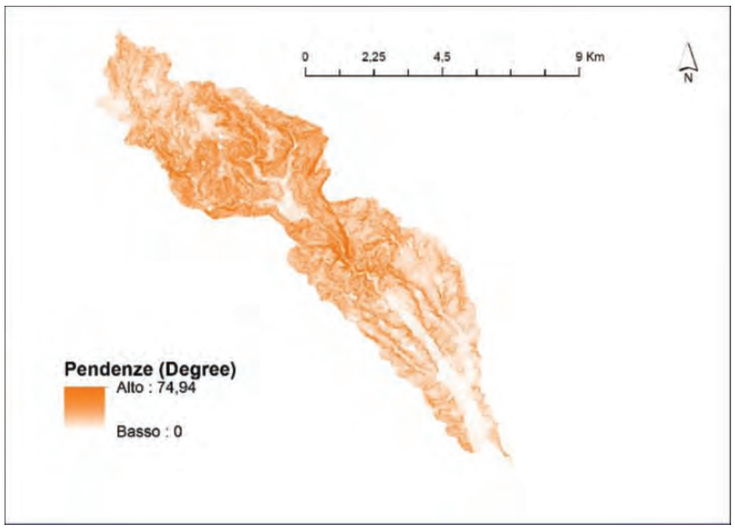
L'area del bacino della fiumara Precarito misura 55.71 km², la lunghezza dell'asta principale è pari a 24.11 km, mentre l'altitudine media è 540.55 m s.l.m.

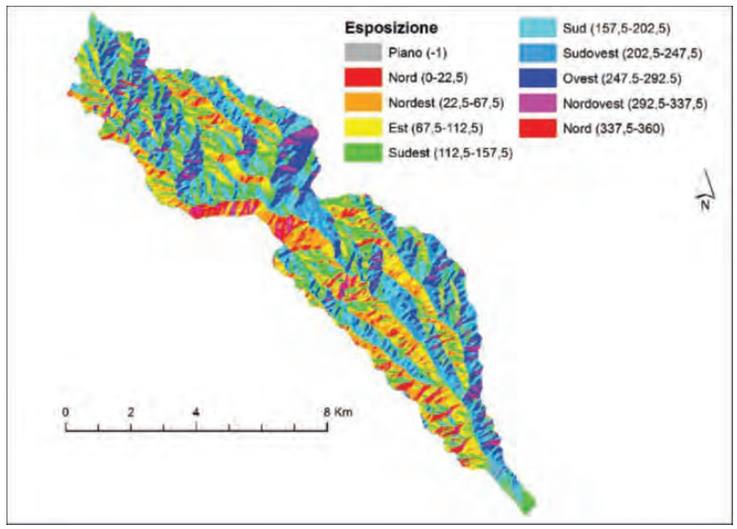
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1953. L'esondazione a monte della SS 106 ha provocato estese corrosioni delle scarpate dei rilevati stradali e ferroviari.
24/01/1973. E' stata registrata la piena della fiumara Precariti.
12/11/1976. E' crollato il ponte della SS 106 che attraversa la fiumara Precariti.
11/09/2000. La piena della fiumara Precariti ha incrinato il ponte che attraversa.
31-01/10-11/2015. La fiumara Precariti è in piena.

- *Documentazione fotografica*

○ *Vista da piattaforma (Google Earth).*

Vista (verso monte) dell'alveo della fiumara, dal ponte sulla SS 106.

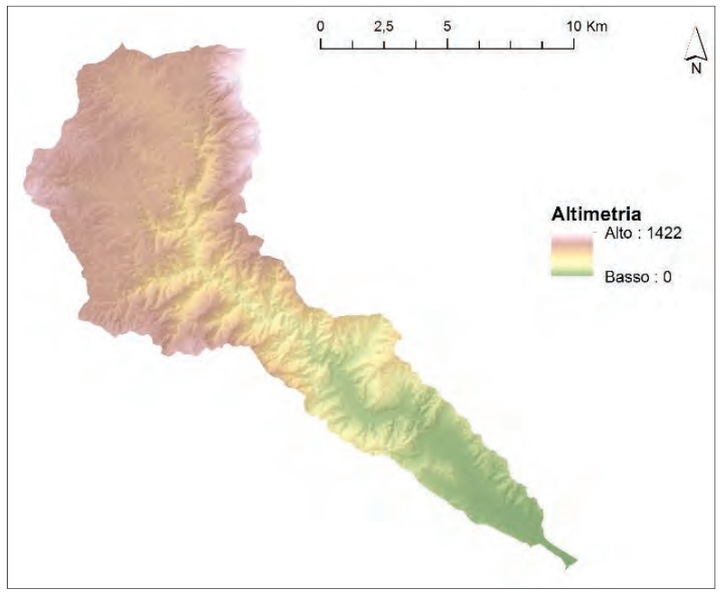
Condizione dell'alveo in contrada S. Domenica, nel comune di Placanica.

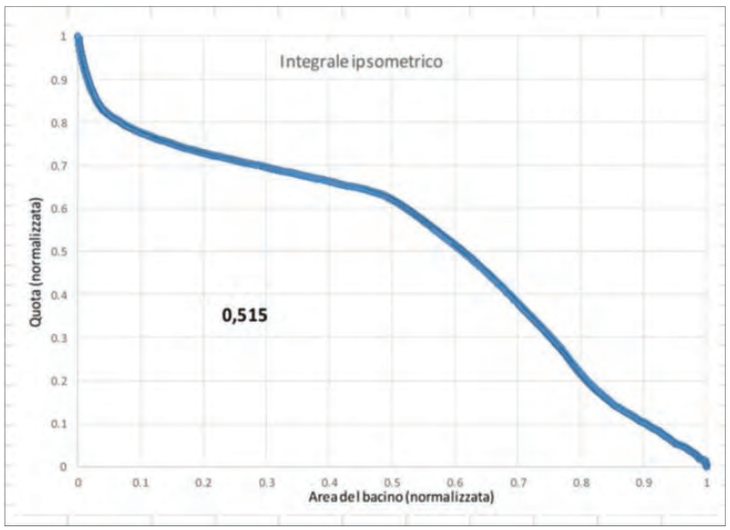
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

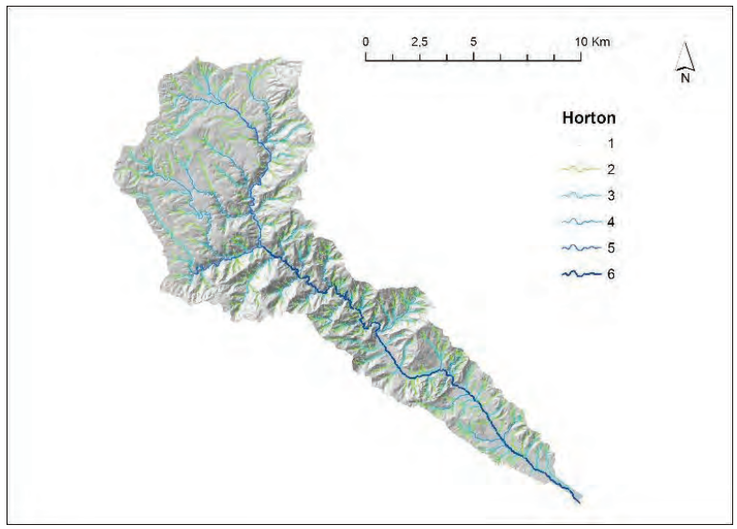
5.3 Fiumara ALLARO

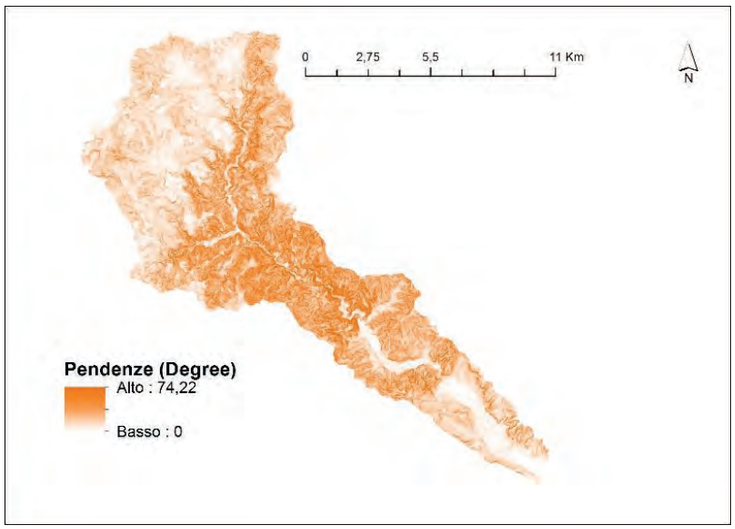
L'Allaro è una fiumara calabrese le cui sorgenti si trovano nel comune di Fabrizia. Il corso d'acqua passa accanto all'abitato di Nardodipace per entrare, infine, nel comune di Caulonia e sfociare nel Mar Jonio. Il tratto tra Nardodipace ed il convento di Sant'Ilarione (Caulonia) è caratterizzato da strette gole e tragitti con oasi naturali e laghetti, luogo ideale per attività escursionistiche. L'area del bacino è pari a 130.18 km^2 e la lunghezza dell'asta principale è 36.91 km. L'altitudine media è 731.98 m s.l.m.

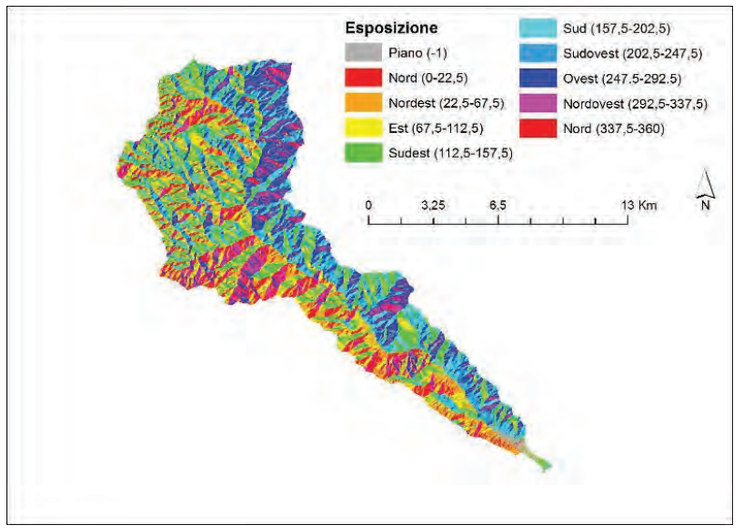
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1688. Il fiume Allaro è straripato spianando alberi e provocando gravi danni alle campagne.

1811. Il fiume Allaro è straripato sommergendo un muro d'argine di 5 metri.

Novembre 1855. Il fiume Allaro è straripato a causa delle violenti piogge.

Ottobre 1951. La piena del fiume Allaro ha rotto 900 metri di argine e divelto le briglie nella Stretta di Ursini, infrangendo poi le opere di consolidamento di S. Nicola (Caulonia).

17/11/1953. La piena ha reso inaccessibili alcune case a Caulonia, a Campoli sono crollate 3 abitazioni.

26/12/1972. Lo straripamento dei fiumi Allaro e Melochia ha provocato un interruzione del traffico sulla SS 106.

01/01/1973. Le fiumare Amusa e Allaro hanno minacciato l'abitato di Caulonia, a causa del cedimento di alcuni tratti dell'argine in sinistra dell'Allaro. Cedimenti d'argine lungo l'Allaro anche più a monte, presso Ragonà, con crolli di abitazioni nei rioni Furci e Caldara (Nardodipace). Danneggiato il ponte della SS 106.

24/01/1973. Il fiume Allaro è in piena.

05/11/1976. Le piene dell'Amusa e dell'Allaro hanno isolato il centro abitato della Marina di Caulonia.

12/11/1976. Le fiumare Allaro e Amusa straripano depositando fango nelle campagne e danneggiando la linea ferroviaria, per circa 100 metri, presso Vasì, tra le stazioni di Roccella Ionica e Caulonia Marina.

11/09/2000. I fiumi Allaro e Amusa sono in piena. A Caulonia nelle contrade San Nicola, Pirarelle, Ursini, Campoli, Agromastelli, Popelli, e Crochi le abitazioni sono isolate. Due strade provinciali che dalla SS106 portano al centro storico di Caulonia sono interrotte in più punti.

13/01/2009. Il fiume Allaro è in piena.

31/10 - 01/11/2015. La piena dell'Allaro, oltre a locali rotture arginali, ha causato il cedimento di una pila del ponte sulla SS 106, tra il km 121 e 122, compreso tra la Marina di Caulonia e la Marina di Riace. Ciò ha provocato un cedimento della campata nella corsia in direzione Nord con conseguente chiusura del ponte stesso.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

In particolare gran parte delle foto e delle informazioni qui presenti sono state ricavate da schede di segnalazione compilate da ufficiali e sorveglianti dell'azienda Calabria Verde appartenente alla Regione Calabria. Nella figura seguente vengono descritte le zone esaminate, riportanti le maggiori criticità idrauliche e ricadenti tutte nel comune di Caulonia.

La piena dell'Allaro ha causato l'inclinazione parziale di una pila (fig. 3.2) poggiata su piastra del ponte sulla SS 106, tra il km 121 e 122 compreso tra la Marina di Caulonia e la Marina di Riace, ciò ha provocato un cedimento di parte della campata (fig. 3.3) nella corsia in direzione Nord (a valle) con conseguente chiusura del ponte stesso. Invece la campata a monte (direzione Sud) costituita da pile su micropali non ha subito danni.

Figura 3.1 - Zone analizzate relative al fiume Allaro.

Figura 3.2 - Pila inclinata sul ponte della SS 106.

Figura 3.3 - Cedimento della campata sul ponte della SS 106.

In seguito è stata abbattuta la campata con relativo pilone che ha ceduto alla furia delle acque, come mostrato nelle figure 3.4 e 3.5.

In località Caulonia Marina ed Aguglia, in prossimità dei ponti SS 106 e ferroviario, è presente una folta vegetazione caratterizzata da alberi d'alto fusto, arbusti e canneti, sulle due sponde ed in alcuni punti anche a centro alveo (fig. 3.6).

Figura 3.4 - Abbattimento campata sul ponte della SS 106.

Figura 3.5 - Foto aerea della campata abbattuta sul ponte della SS 106.

Figura 3.6 - Fitta vegetazione in prossimità dei ponti.

In località Caulonia Marina, una vasta area risulta occupata da strutture in blocchi, baracche, recinzioni metalliche ed in lamiera, alberi da frutta ed ortaggi. La superficie occupata è di circa 1000 m^2 (figure 3.7 e 3.8).

In località Aguglia un argine in calcestruzzo si presenta scalzato per circa 40 metri, si presenta invece ribaltato in alveo per successivi 20 metri (fig. 3.9).

Sempre in località Aguglia un argine di calcestruzzo di tipo inclinato si presenta distrutto per circa 40 metri (fig. 3.10).

In località San Paolo un argine in calcestruzzo di tipo inclinato si presenta distrutto per circa 40 metri, resiste solamente la sabbia su cui poggiava (fig. 3.11).

In località Frauzzo un argine in calcestruzzo di tipo inclinato si presenta scalzato per circa 5 metri (fig. 3.12).

In località Dimilio un tratto d'argine in calcestruzzo di tipo inclinato si presenta scalzato per circa 20 metri ed in parte lesionato alla base, in seguito a questa lesione si è creato un vuoto sul materiale su cui poggia l'argine (fig. 3.13).

In località Casa Vetere una briglia in cemento armato presenta la spalla sinistra completamente distrutta per circa 30 metri. Le acque vanno ad interessare i terreni privati posti a valle dell'opera (fig. 3.14).

Figura 3.7 - Alberi da frutta e ortaggi a Caulonia Marina.

Figura 3.8 - Baracche a Caulonia Marina.

Figura 3.9 - Argine scalzato e ribaltato in località Aguglia.

Figura 3.10 - Parte d'argine distrutto a monte in località Aguglia.

Figura 3.11 - Argine inclinato distrutto in località San Paolo.

Figura 3.12 - Argine scalzato in località Frauzzo.

Figura 3.13 - Argine scalzato in località Dimilio.

Figura 3.14 - Briglia danneggiata in località Casa Vetere.

In contrada Batigiala, un tratto d'argine in gabbioni di circa 200 metri, posto a protezione di alcuni terreni coltivati ad agrumeto e di una stradina in terra battuta, si presenta in parte distrutto e in parte sovrastato da materiale alluvionale. Il corso d'acqua ha eroso parte di questi terreni privati (fig. 3.15).

Figura 3.15 - Tratto d'argine sovralluvionato in contrada Batigiala.

In località Percia, l'argine in calcestruzzo per circa 10 metri è distrutto proprio in corrispondenza del ponte sul vallone Percia. Il muro è stato momentaneamente rispristinato con la posa di grossi massi e materiale inerte (fig. 3.16).

In località Colatria, una luce del ponte sito sul vallone Barden si presenta completamente ostruita da materiale alluvionale (fig. 3.17).

Nella medesima località, l'argine posto sulla sponda sinistra risulta scalzato ed ha causato il cedimento di parte della strada che conduce alla frazione San Nicola e ad altre località (fig. 3.18). Sempre in località Colatria l'argine in calcestruzzo si presenta completamente dissestato per 200 circa metri, parte della strada è stata interessata ed ha ceduto (figure 3.19 e 3.20).

In località Eremo di Sant'Ilario un tratto d'argine in gabbioni risulta ribaltato in alveo per circa 5 metri, mentre la parte di gabbione che ancora resiste risulta scalzato (fig. 3.21). L'opera è posta a protezione di una stradina in terra battuta che conduce al convento di Sant'Ilario"

Figura 3.16 - Argine distrutto sul ponte del vallone Percia.

Figura 3.17 - Luce ostruita del ponte sul vallone Barden (località Colatria).

Figura 3.18 - Cedimento stradale per argine scalzato in località Colatria

Figura 3.19 - Cedimenti stradali per argine dissestato in località Colatria.

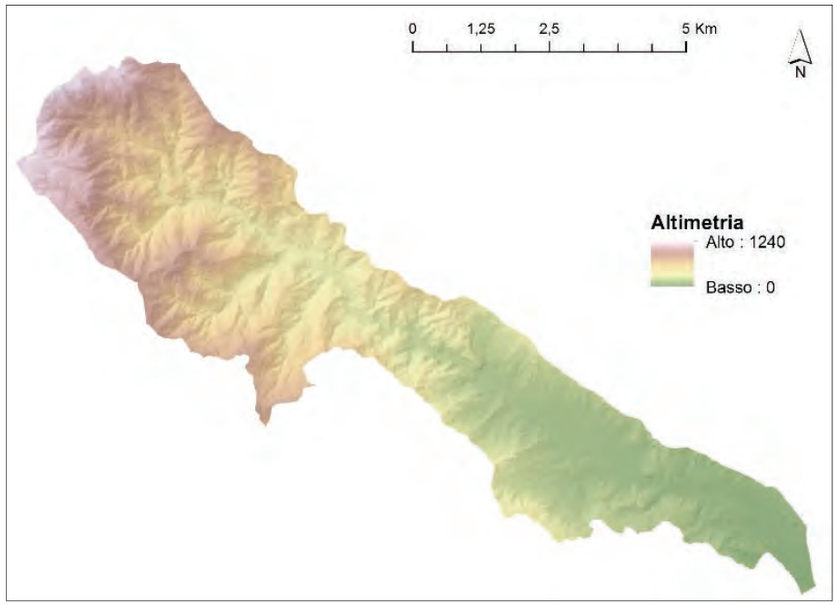
Figura 3.20 - Argine dissestato in località Colatria.

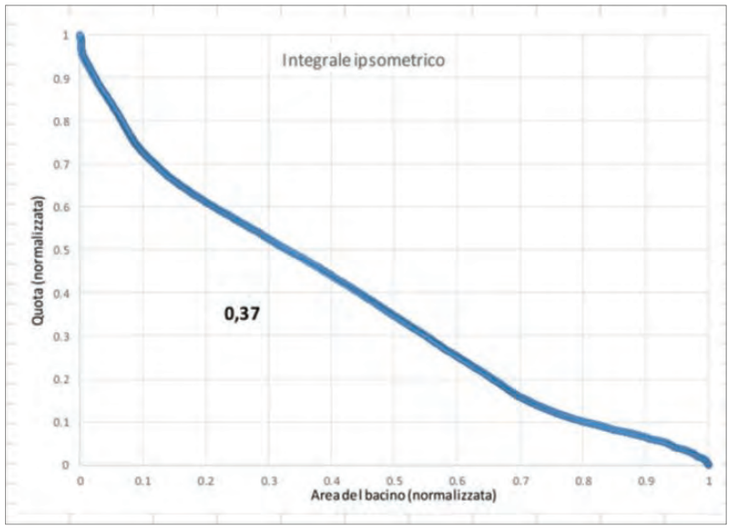
Figura 3.21 - Gabbione scalzato in località Eremo di Sant'Ilario.

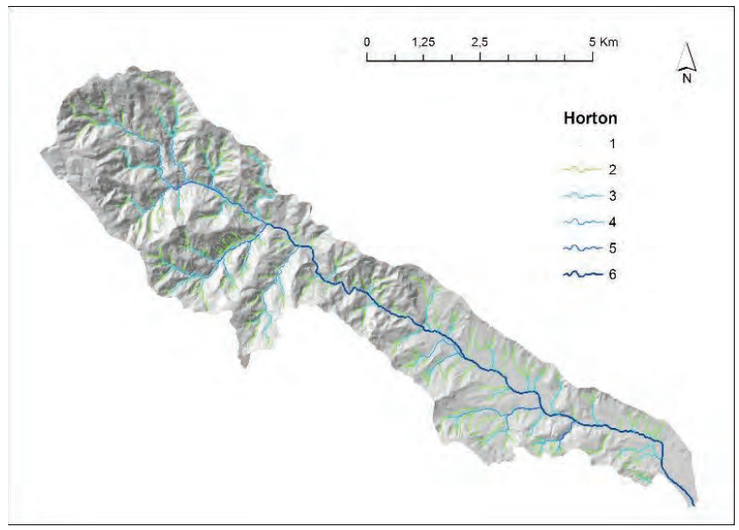
5.4 Fiumara AMUSA

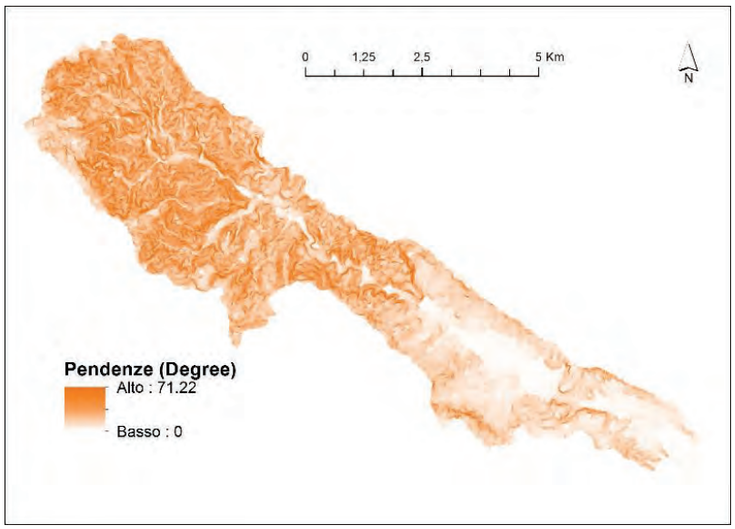
L'Amusa è una fiumara che scorre nel territorio di Caulonia e sfocia nel Mar Ionio. Viene considerata, assieme all'Allaro e al Precarito, una fiumara del complesso montuoso del Monte Mammicomito. Il bacino ha un'area di 39.40 km^2 e la lunghezza dell'asta principale è di 20.17 km. L'altitudine media è pari a 458.47 m s.l.m.

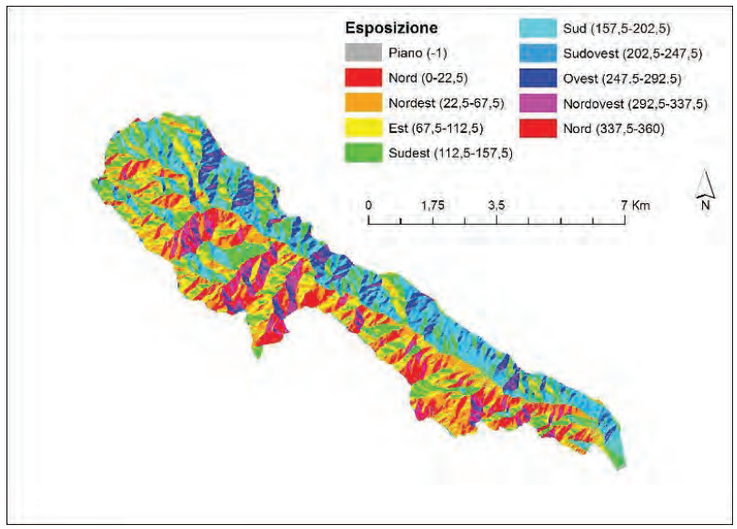
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1951. Il torrente Amusa ha rotto l'argine sinistro ed ha investito i binari posti a valle, distruggendo la spalla sinistra del ponte ferroviario e 100 metri di rilevato.

02/11/1953. Sul tratto ferroviario Monasterace – Roccella Ionica i binari sono stati divelti per alcune decine di metri a causa dello straripamento dell'Amusa.

01/01/1973. Le fiumare Amusa e Allaro hanno minacciato l'abitato di Caulonia.

05/11/1976. Le piene dell'Amusa e dell'Allaro hanno isolato il centro abitato della Marina di Caulonia.

12/11/1976. Le fiumare Allaro e Amusa hanno straripato depositando fango nelle campagne e danneggiando la linea ferroviaria, per circa 100 metri, presso Vasì, tra le stazioni di Roccella Ionica e Caulonia Marina.

11/09/2000. I fiumi Allaro e Amusa sono in piena. A Caulonia nelle contrade San Nicola, Pirarelle, Ursini, Campoli, Agromastelli, Popelli, e Crochi le abitazioni sono isolate. Due strade provinciali che dalla SS106 portano al centro storico di Caulonia sono interrotte in più punti.

13/01/2009. Il fiume Amusa è in piena.

31-01/10-11/2015. A causa della piena dell'Amusa si è registrato un cedimento stradale in località Sant'Elena (Caulonia) e conseguente interruzione della circolazione. Si sono verificate locali rotture arginali.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 4.1 vengono riportate le zone della fiumara Amusa che sono state oggetto del sopralluogo del novembre 2015, riportanti le maggiori criticità idrauliche e ricadenti tutte nel comune di Caulonia.

In località Sant'Elena un tratto della strada provinciale che conduce ad alcune località del comune di Caulonia ha ceduto causando l'interruzione della circolazione (fig. 4.2). Il tratto di fiumara nel punto interessato era privo di arginature. Procedendo verso valle, sempre in corrispondenza della strada oggetto del dissesto, inizia un argine in gabbioni (fig. 4.3).

In località Limisano un argine in gabbioni posto a protezione di un agrumeto risulta scalzato per circa 100 metri e dissestato in più punti (fig. 4.4).

In località Candidati è presente un'elevata quantità di materiale alluvionale per circa 300 metri, tale materiale raggiunge quasi la sommità di alcuni tratti d'argine, mentre il ponte stradale ha un'altezza residua di circa 2 metri (fig. 4.5). In località Crochi un argine in calcestruzzo risulta ribaltato in alveo per circa 80 metri, risulta invece scalzato per altri 40 metri ed a rischio crollo (fig. 4.6). Tale argine è posto a protezione di una strada in terra battuta che conduce ad alcune abitazioni.

Figura 4.1 - Zone oggetto del sopralluogo.

Figura 4.2 - Cedimenti della strada provinciale in località Sant'Elena.

Figura 4.3 - Inizio argine in gabbioni a valle del cedimento in località Sant'Elena.

Figura 4.4 - Argine in gabbioni scalzato in località Limisano.

Figura 4.5 - Sovralluvionamento in località Candidati.

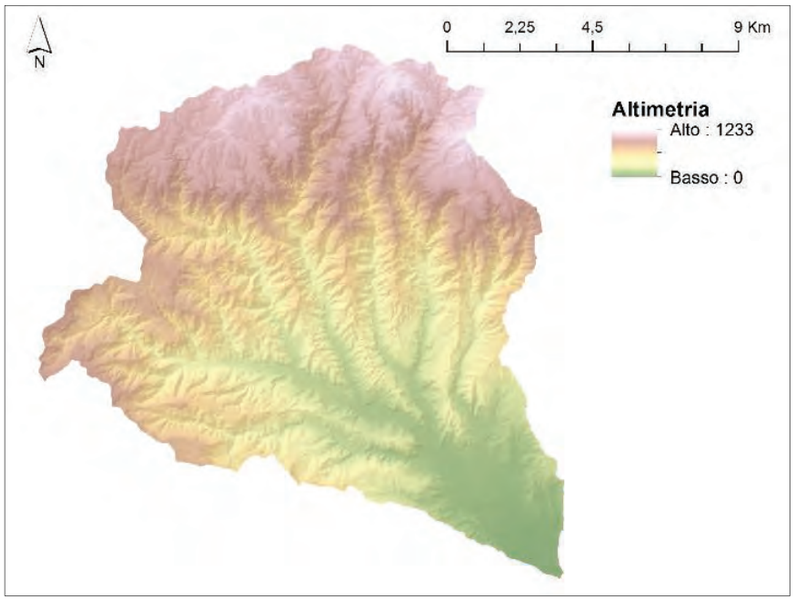
Figura 4.6 - Argine scalzato in località Crochi.

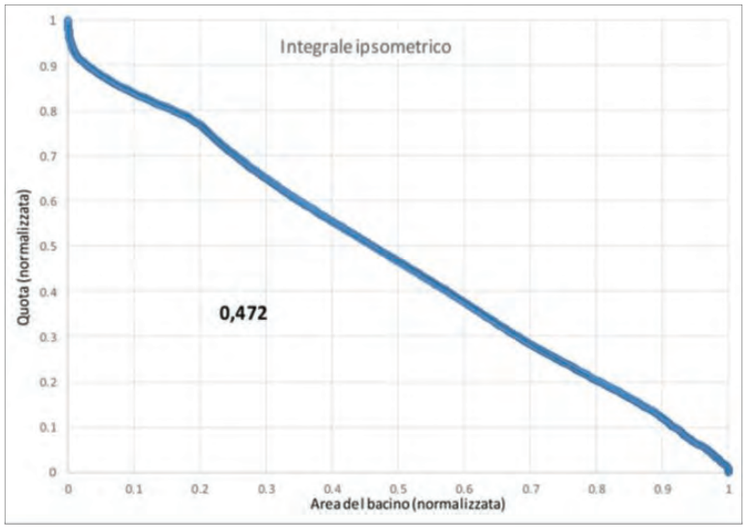
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

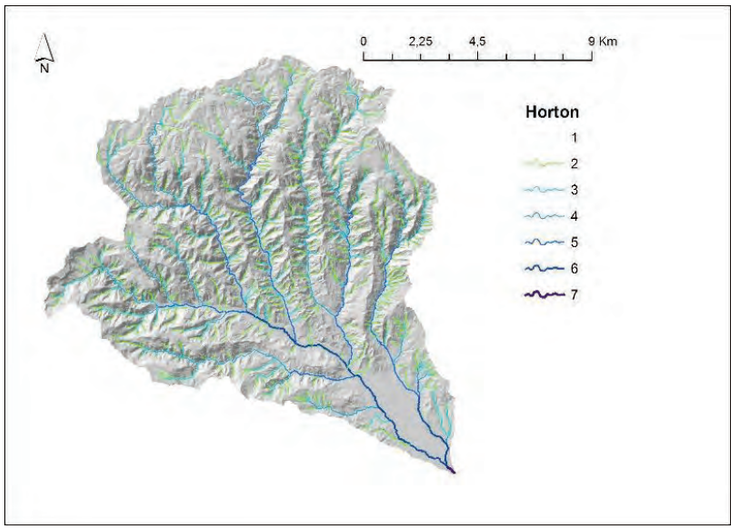
5.5 Fiumara TORBIDO

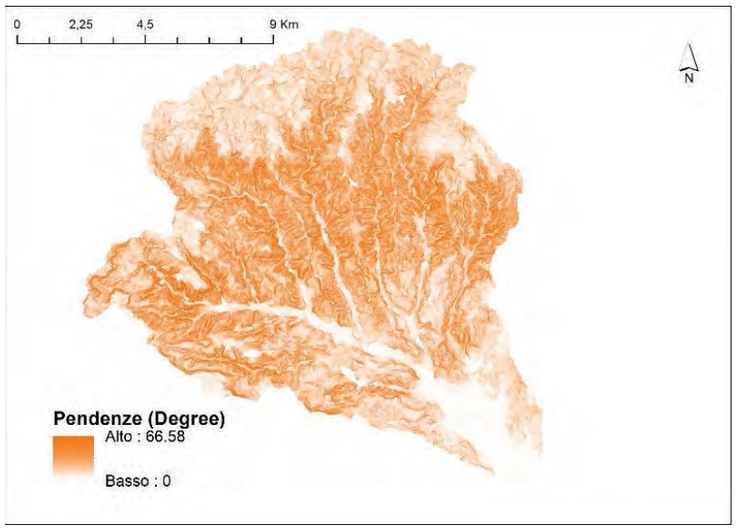
Il Torbido nasce in località Stimpato, alle spalle del monte San Nicodemo, ai confini tra i comuni di Mammola e di San Giorgio Morgeto. L'area del bacino è pari a 160 km^2, con altitudine media di 582 m s.l.m. Attraversa il territorio dei comuni di Mammola, Gioiosa Ionica, Grotteria e Marina di Gioiosa Jonica, sfociando infine nel mar Ionio, tra Marina di Gioiosa Ionica e Siderno. L'ampiezza del suo greto, soprattutto nella parte finale, insieme con elementi geologici ed archeologici, hanno avvalorato l'ipotesi che un tempo il fiume fosse navigabile. Gli affluenti più importanti del fiume Torbido sono il Salino, il Macariace, il Chiaro, il Neblà, la fiumara Caturello, la fiumara Zarapotamo e la fiumara Gallizzi. La fiumara Torbido dà il nome a tutta la vallata in cui scorre, al confine tra le Serre e l'Aspromonte. In prossimità di Mammola, su un pendio prospiciente il corso d'acqua, si trova il Parco museo Santa Barbara, museo privato di arte moderna realizzato sui resti di un antico monastero basiliano. Lungo la direzione principale della vallata è stata realizzata la SGC Jonio-Tirreno SS 682 (Gioiosa-Rosarno) che collega la costa tirrenica con la costa ionica attraversando in galleria il passo della Limina.

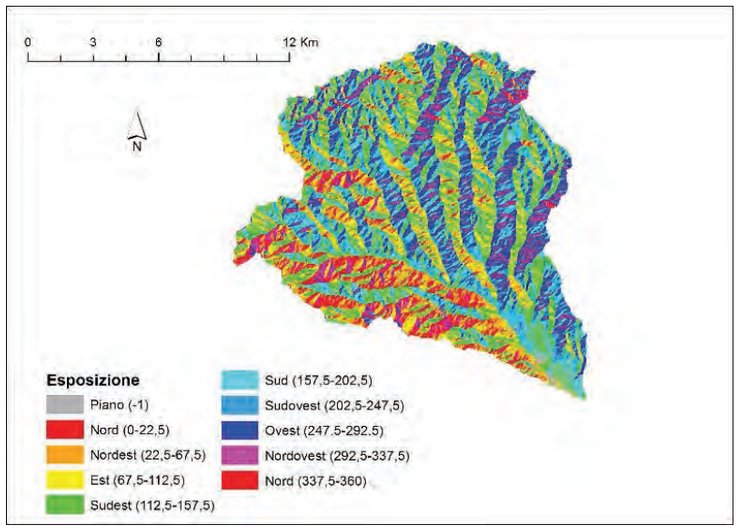
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1872. La piena del torrente Torbido ha danneggiato alcuni manufatti ferroviari e ha allagato le campagne circostanti (Gioiosa Ionica).

11/11/1932. E' crollato il ponte sul Torbido. La piena ha invaso Galea (Marina di Gioiosa) facendo crollare i piloni del ponte ferroviario. La strada Gioiosa-Mammola-Croceferrata è stata interamente distrutta.

Ottobre 1951. E' stata valutata empiricamente una portata al colmo del Torbido nella sezione di chiusura, tra le ore 6.00 e 7.00 del 18 ottobre, pari a 354 m^3/s. I corsi d'acqua a sud del Torbido hanno presentato un regime torrentizio aggravato dal notevole disordine idraulico dei loro alvei.

22/12/1972. Il torrente Torbido ha straripato in più punti provocando danni alle colture.

Gennaio 1973. Notevole la violenza dalla piena del torrente Torbido che, una volta rotti gli argini a circa un chilometro e mezzo dalla foce, presso Marina di Gioiosa, il giorno 1 gennaio ha inondato oliveti ed agrumeti nelle contrade Galea e Pantano, distruggendo case, strade ed abbattendo il ponte ferroviario della tratta Reggio Calabria-Metaponto. La contrada Galea era già stata invasa dalle acque nel 1932, quando lo stesso ponte ferroviario venne abbattuto dalla piena. Il torrente Torbido ha travolto 300 metri di argine nei pressi dell'abitato di Marcinà Inferiore (comune di Grotteria) ed in corrispondenza del punto di massima curvatura di un'ansa che il suo corso descrive, le acque hanno invaso le campagne e coperto di detriti la linea ferrata. Sono state registrate più piene nel mese di Gennaio.

7-10/03/1988. Le piene dei fiumi Novito e Torbido hanno danneggiato la rete idrica creando notevoli disagi (Siderno).

12/09/2000. Tracimazione del fiume Torbido, fra Marina di Gioiosa e Gioiosa Ionica sono crollati i muri d`argine lungo il fiume.

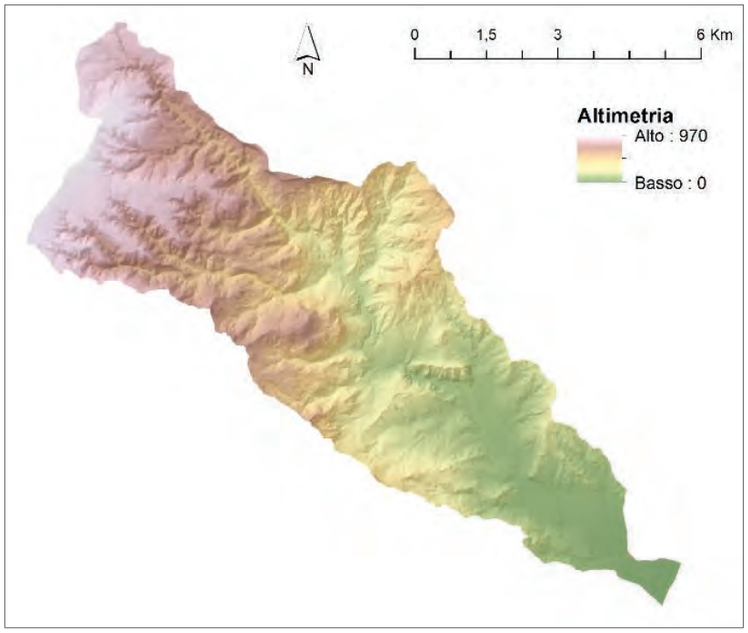
31/10 - 01/11/2015. Il fiume Torbido è in piena e si sono verificati vari crolli di muri d'argine.

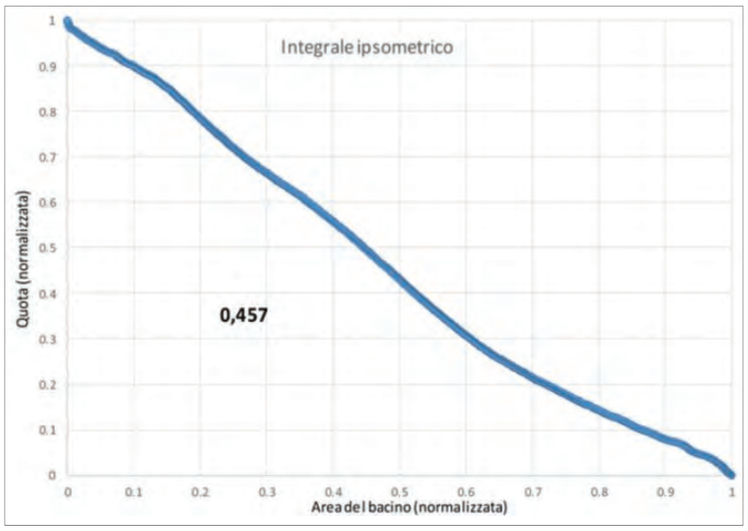
○ *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

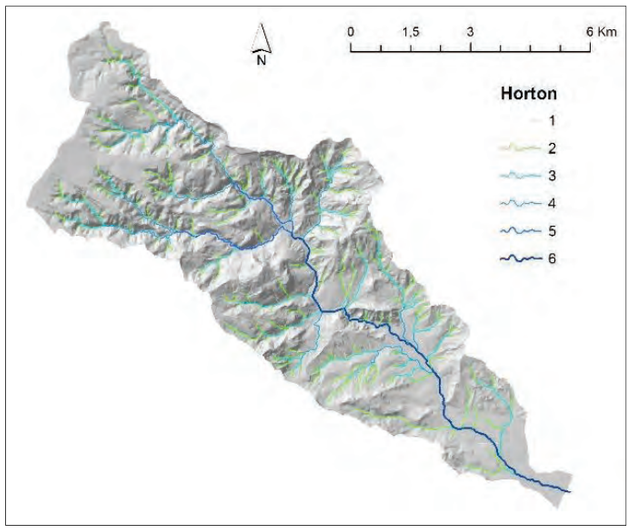
5.6 Fiumara NOVITO

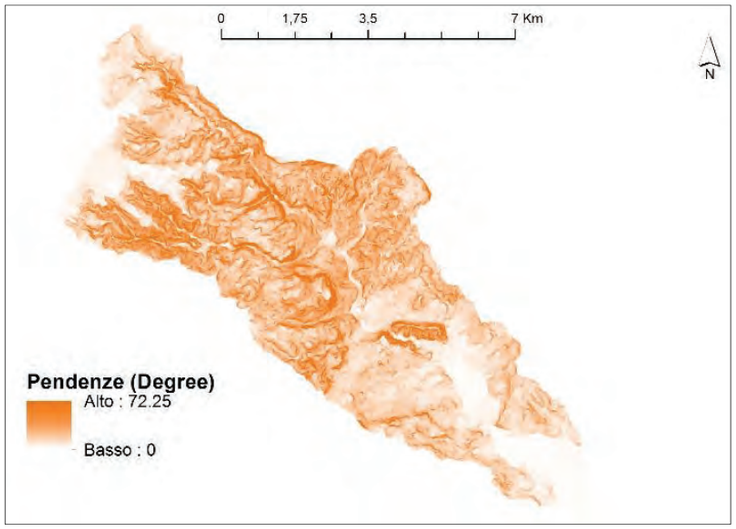
La fiumara Novito sfocia nel Mar Ionio tra i comuni di Siderno e Locri. Il bacino ha un'area di 55.86 km² e la lunghezza dell'asta principale è di 19.55 km. L'altitudine media è pari a 441.93 m s.l.m.

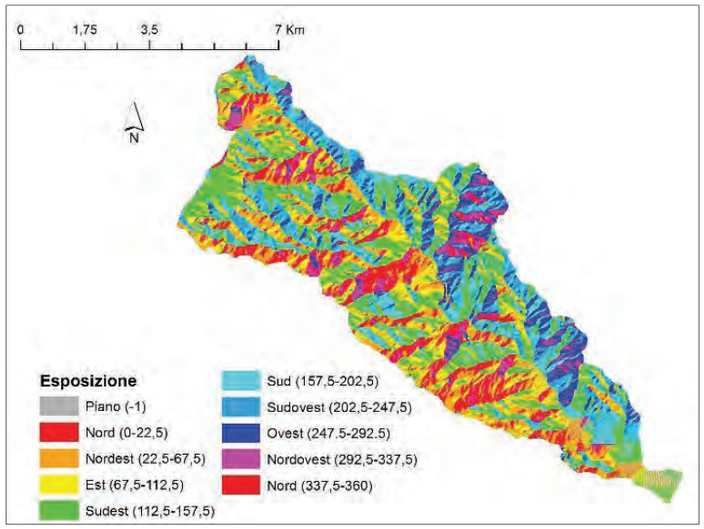
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1871. La piena del fiume Novito ha provocato la distruzione del ponte ferroviario e allagato le campagne circostanti. Tale piena ha elevato di oltre due metri il cono di deiezione e ne ha allargato il ventaglio in modo che non pochi terreni laterali alla conoide già coltivati ed alberati si sono visti interriti e solcati da varie vive diramazioni della corrente anche in tempo di magra. La testata sinistra del ponte ferroviario è stata asportata.

10/11/1953. Ad Agnana Calabra, la frazione di Salarice è stata evacuata per la piena del torrente Novito.

07-10/03/1988. Il fiume Novito ha spazzato via la rampa di accesso al ponte della SS 106. Le piene dei fiumi Novito e Torbido hanno danneggiato la rete idrica creando notevoli disagi.

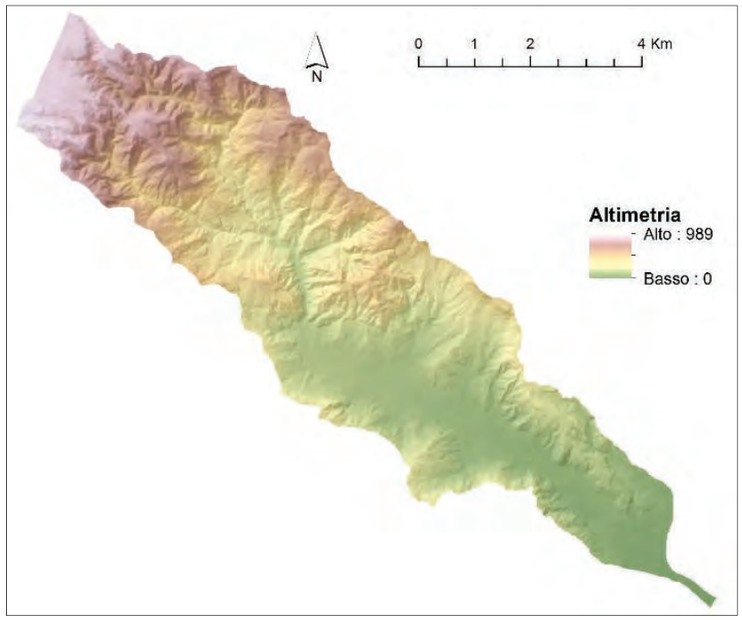
31/10 - 01/11/2015. Piena del fiume Novito con locali esondazioni nei territori di Gerace, Locri e Siderno.

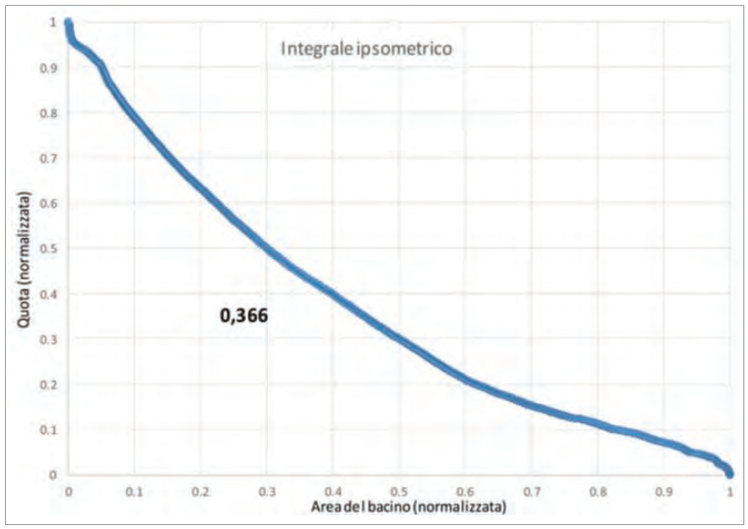
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

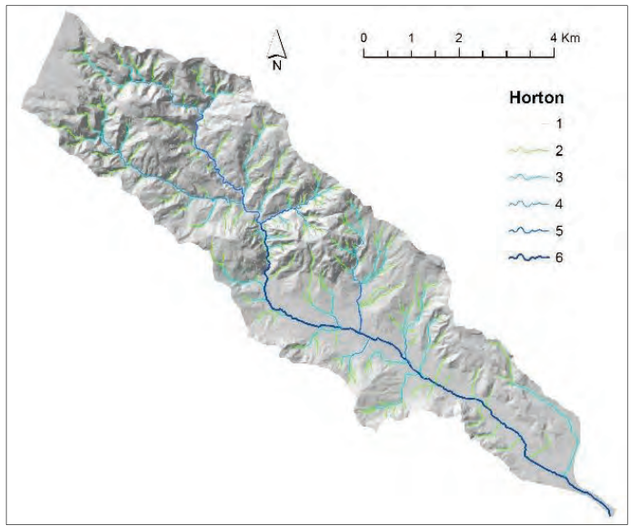
5.7 Fiumara GERACE

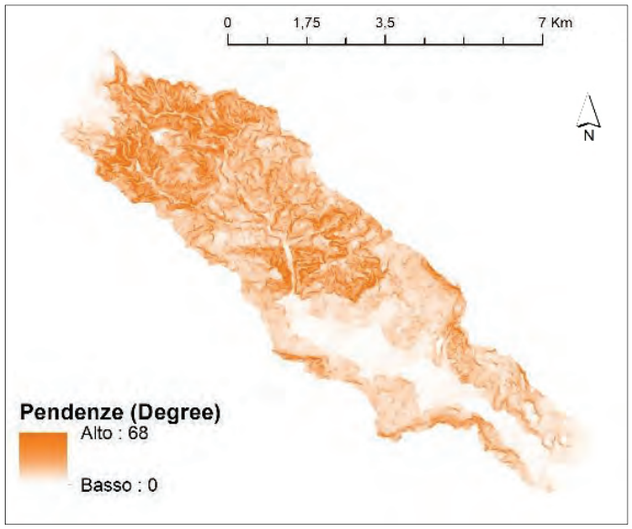
Il bacino della fiumara di Gerace ha un'area di 38.98 km^2 e la lunghezza dell'asta principale è di 18.03 km. L'altitudine media è pari a 361.52 m s.l.m.

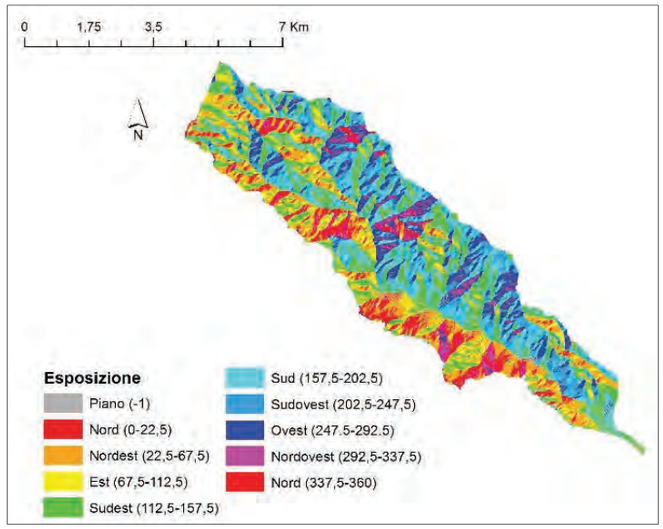
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Novembre 1871. Piena straordinaria del fiume Gerace, è stato asportato il ponte a due travate metalliche di ampiezza unita di 38 metri. Le acque hanno aperto un varco di 115 metri verso mare ed hanno allagato le campagne insabbiandole.

26/10/1976. In località Cantagallina (Gerace) una frana ha provocato la rottura di un tratto d'argine lungo il fiume Gerace.

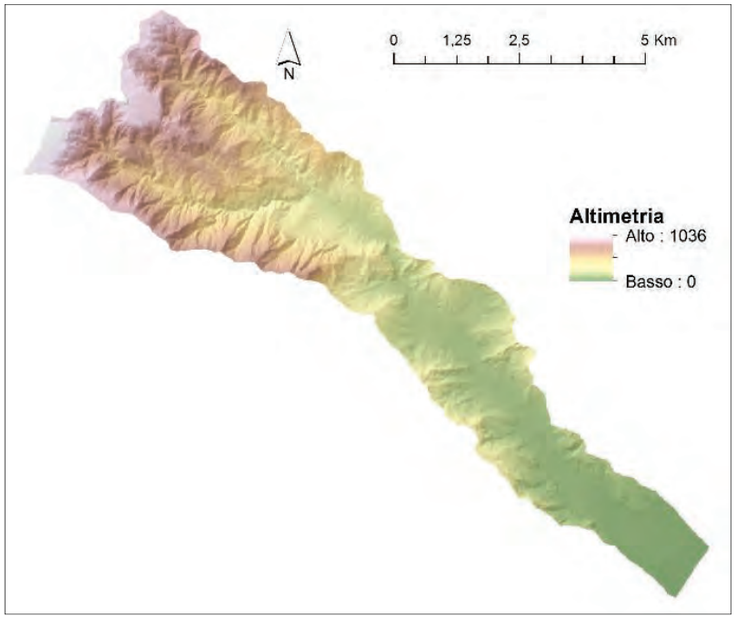
31/10 – 1/11/2015. Nella fiumara Gerace si è verificato un sifonamento argine-briglia nel comune di Locri. Locali esondazioni e rotture arginali sono state registrate nei territori di Gerace e Antonimina.

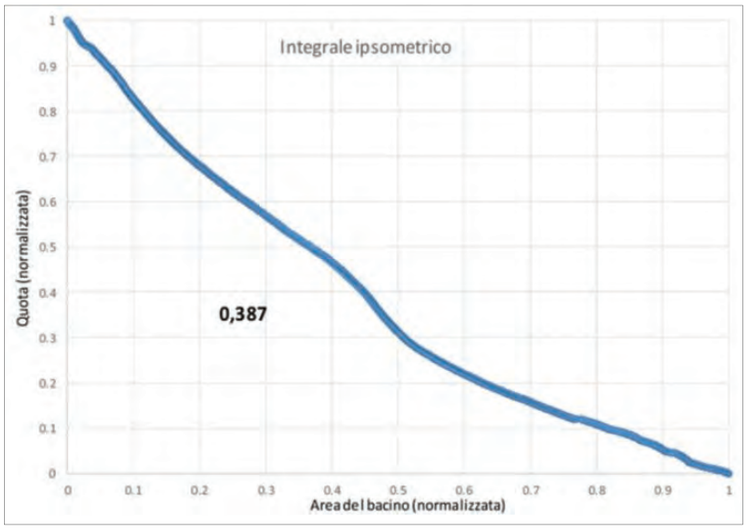
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

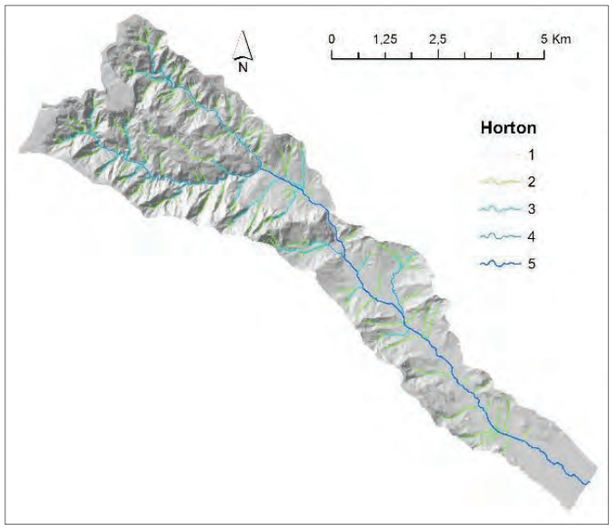
5.8 Fiumara PORTIGLIOLA

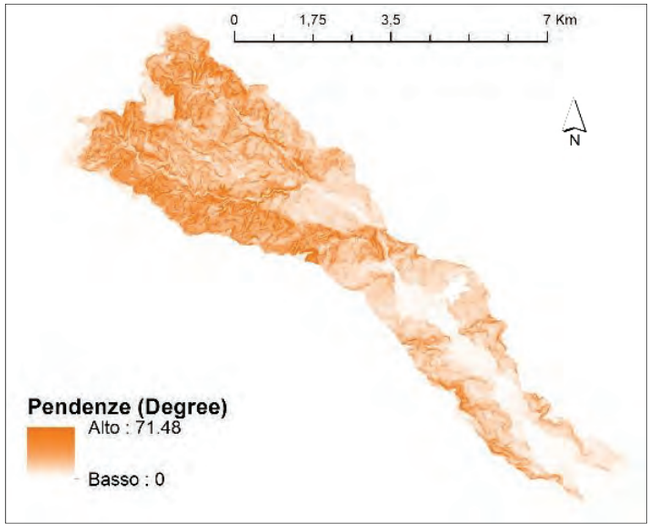
La fiumara Portigliola scorre tra i comuni di Antonimina, Ciminà, Portigliola e Sant'Ilario dello Ionio. Il bacino ha un'area di 35.02 km^2 e la lunghezza dell'asta principale è di 19.05 km. L'altitudine media è pari a 400.26 m s.l.m.

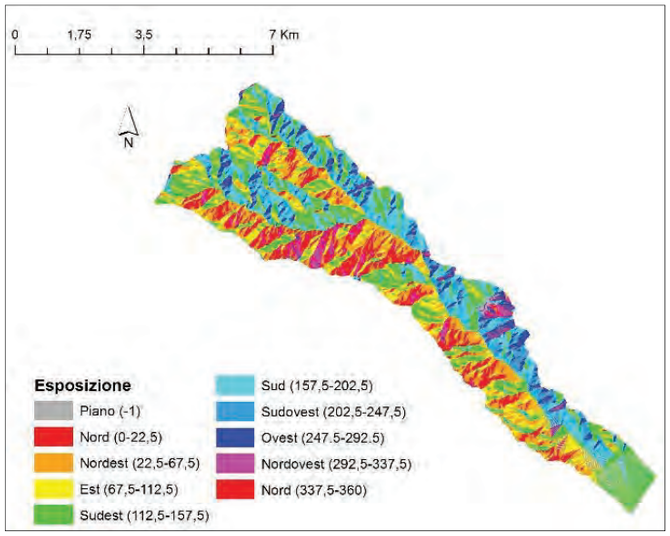
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1872. Le acque in piena del Portigliola squarciano la diga ferroviaria.

1873. L'argine della ferrovia viene invaso dalle acque del Portigliola in piena.

Novembre 1932. Piena della fiumara di Portigliola.

Marzo 2006. In contrada Tribona, presso la foce della fiumara di Portigliola, erosione fluviale a carico di argini.

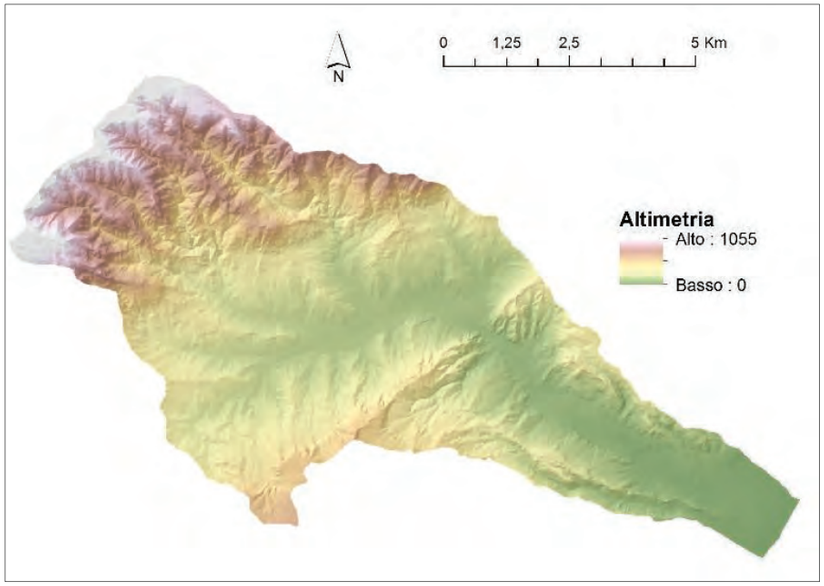
Marzo 2010. La fiumara Portigliola, per l'80% priva di argine, si trova in una situazione di pericolo determinato dalla mancata regimazione delle acque e dalla presenza di folta vegetazione. Sul torrente Mico le uniche due briglie esistenti sono state rotte dalla furia delle acque e la continua erosione dell'alveo sta determinando una situazione di pericolo alla stabilità del ponte della SP Locri-Antonimina.

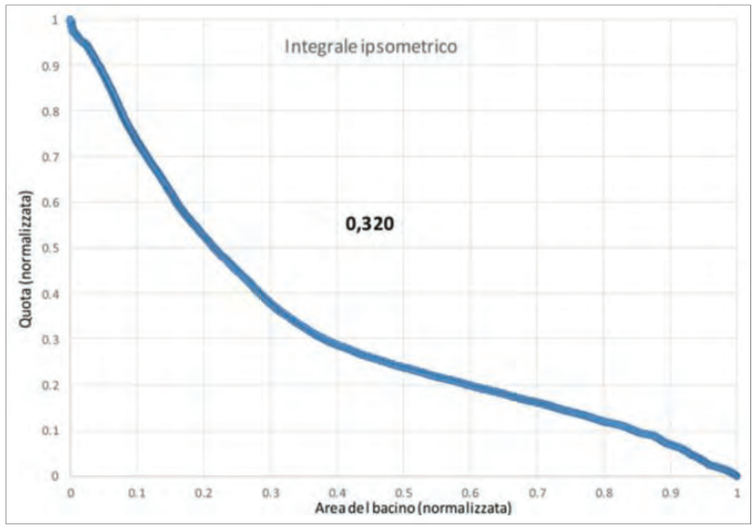
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

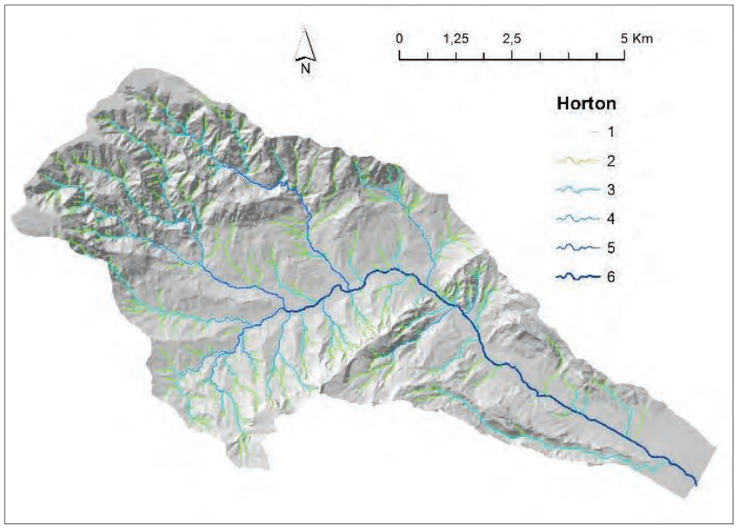
5.9 Fiumara CONDOIANNI

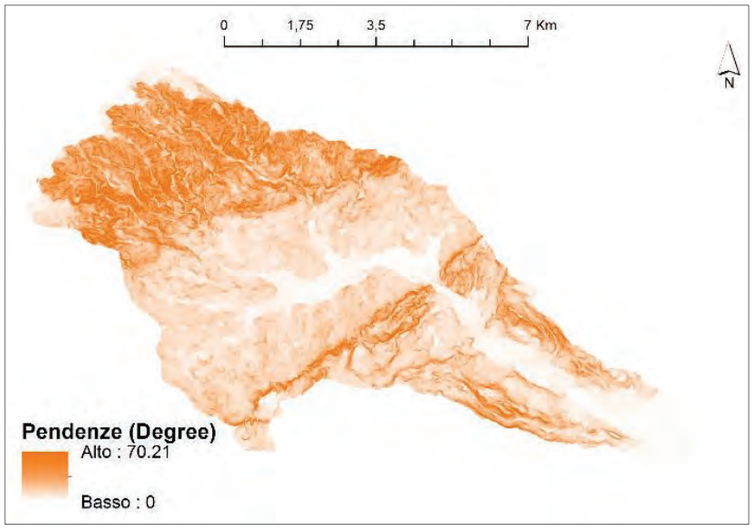
Il bacino della fiumara Condoianni ha un'area di 66.53 km^2 e la lunghezza dell'asta principale di 19.81 km. L'altitudine media è pari a 337.54 m s.l.m.

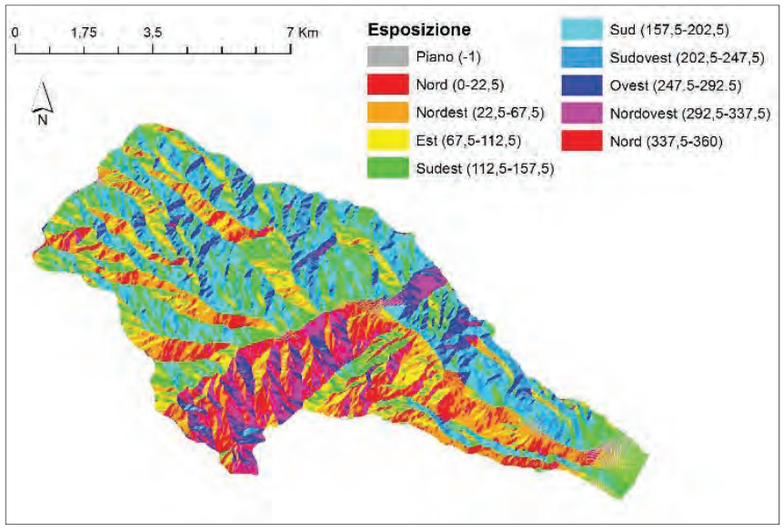
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1872. Crollo di diga ferroviaria sulla fiumara Condoianni. Esondazioni e distruzione di aree coltivate.

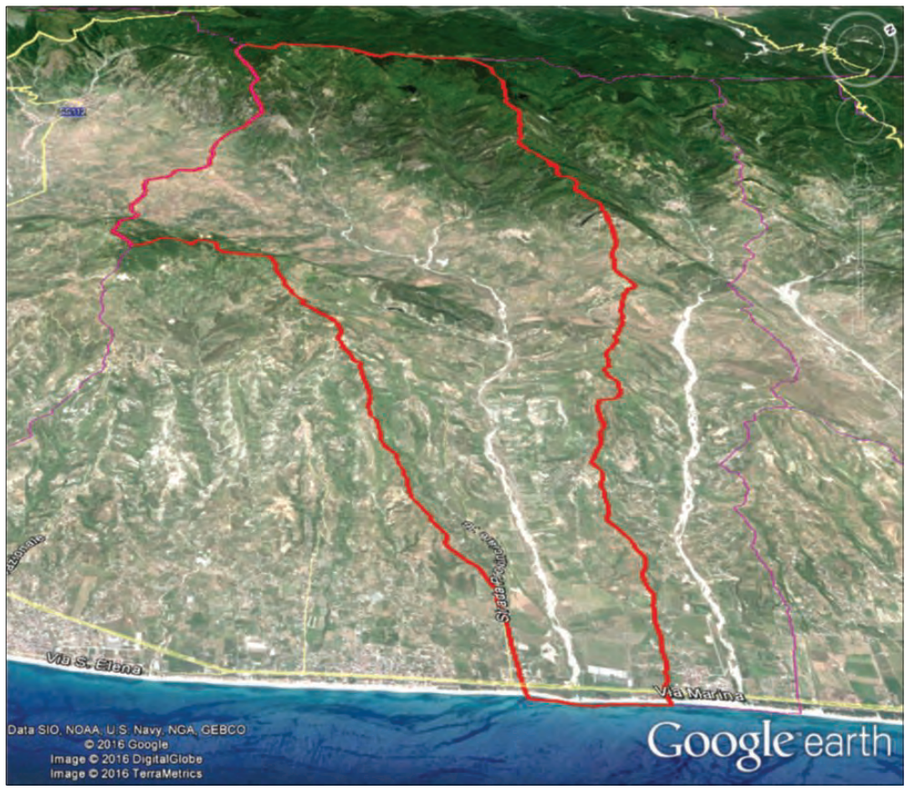
Novembre 1932. Piena della fiumara Condoianni.

Dicembre 1972. Esondazione della fiumara Condoianni, con danni all'agricoltura, alle abitazioni e alla viabilità comunale.

Novembre 1975. Nel bacino del Condoianni, tra le stazioni di Ardore e S. Ilario, crolla un tratto di massicciata ferroviaria.

Novembre 2011. A Ciminà crollo del ponte lungo la strada provinciale situato al di sopra del torrente Gelsi Bianchi: un'automobilista finisce nel fiume ma viene tratto in salvo.

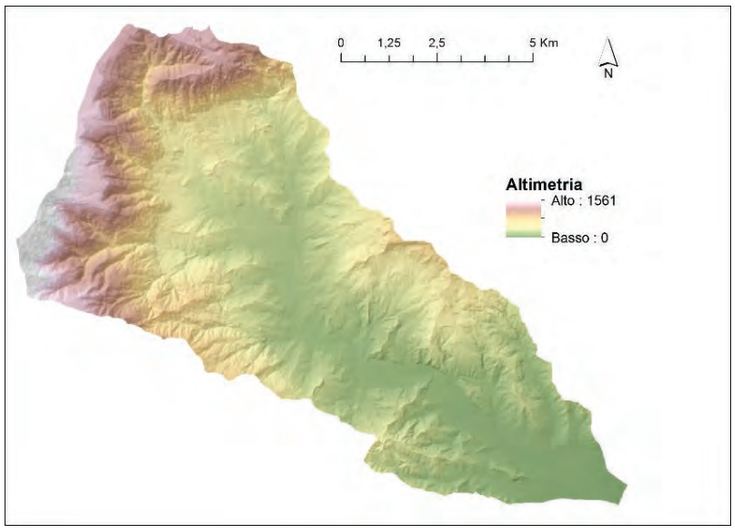
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

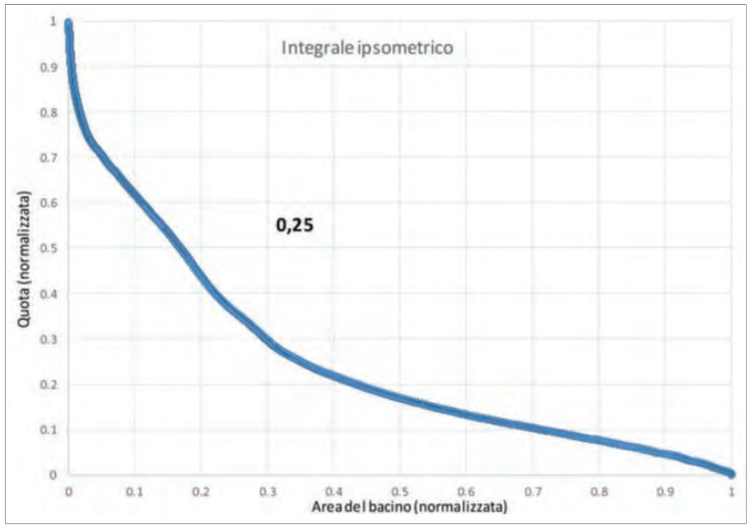


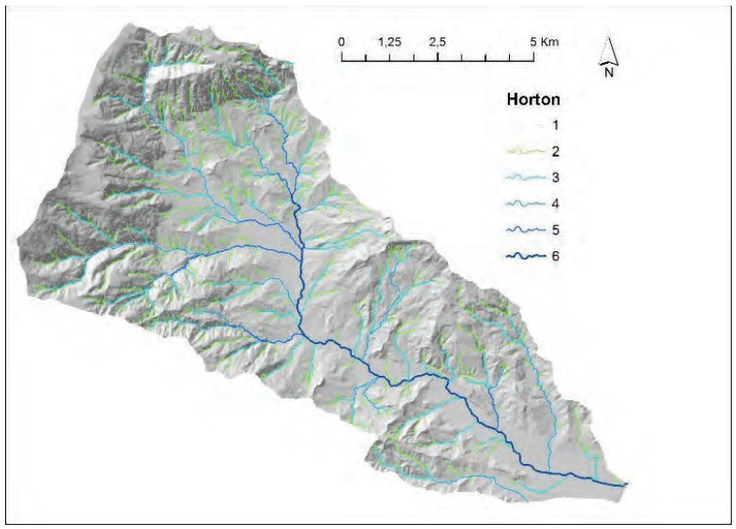
5.10 Fiumara CARERI

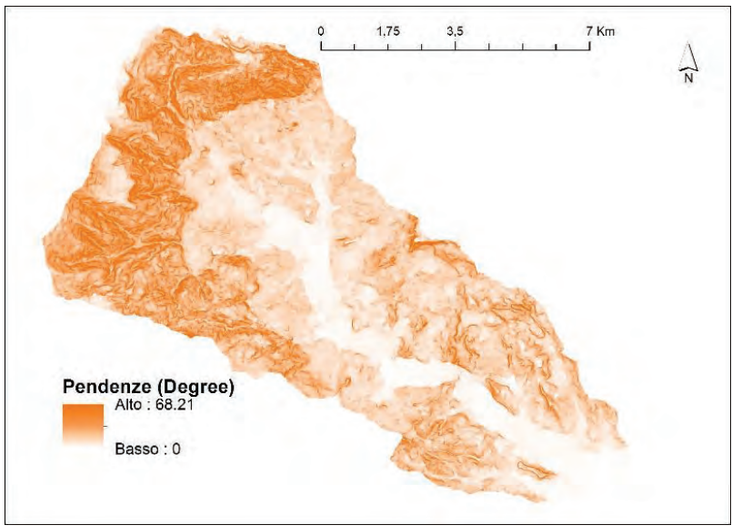
La fiumara Careri si origina a circa 1560 m s.l.m. nella dorsale aspromontana che collega il monte Scordia ai piani Zillastro-Mastrogiovanni-Alati. Attraversa l'abitato di Platì, per poi scorrere nei territori di Careri, Benestare e Bovalino, dove sfocia nel mar Ionio. Il bacino ha un'area di 92.08 km^2, la lunghezza dell'asta principale è 22.60 km e l'altitudine media 388.77 m s.l.m.

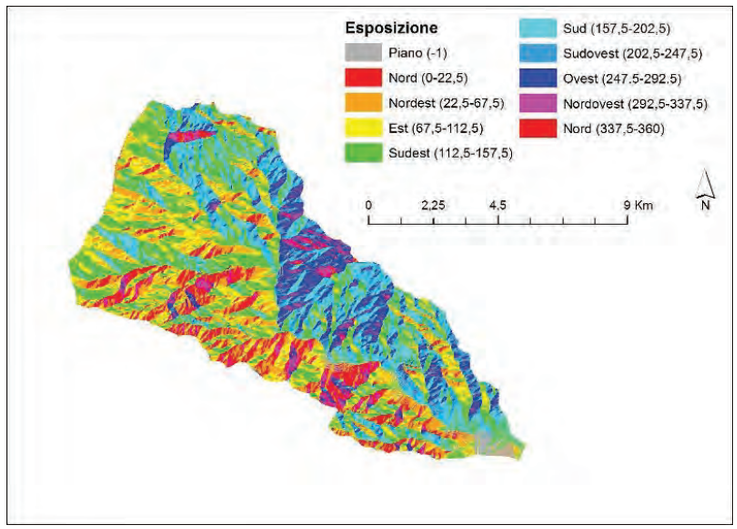
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1870. Crollo del ponte ferroviario sulla fiumara Careri. Distruzione di coltivi.

Ottobre 1951. La fiumara Careri è stata interessata da una piena di carattere eccezionale. Sulla parte alta del bacino l'affluente fiumara di Platì ha semidistrutto l'abitato omonimo con ingenti danni e vittime (18). Nel basso corso la fiumara Careri ha esondato e provocato il crollo del ponte sulla strada statale 106.

Ottobre 1953. La piena della fiumara Careri ha asportato la centina della luce centrale del ponte distrutto dall'alluvione del 1951 ed in corso di ricostruzione.

Ottobre 1971. La piena della fiumara Careri asporta la passerella che collega il centro di Careri con la frazione Natile, dove 150 persone rimangono isolate.

Gennaio 1973. La piena ha totalmente distrutto la stazione idrometrica sul Careri a Bosco e interrotto il traffico lungo la SS 106.

Novembre 1975. A Bovalino crolla il ponte sulla fiumara Careri.

Ottobre 1976. Le acque della fiumara Careri, cariche di tronchi d'albero, invadono la carreggiata della SS 106, minacciando il ponte ricostruito dopo l'alluvione dell'ottobre 1951; interruzione stradale nel tratto Bovalino-Bianco.

Novembre 1976. La fiumara di Platì causa interruzioni della SS 112 ai km 58 e 76.

Ottobre 1978. A Careri la piena della fiumara omonima invade oltre 200 metri della strada Careri-Gravidà.

Marzo 1995. In località Ancone (Careri) sifonamento muro d'argine dx torrente Careri per ml. 100.

Dicembre 2008. Un tratto tra il comune di Platì e Natile (frazione di Careri) della fiumara Careri è esondato, sfiorando le vicine case (fondamentale il tempestivo intervento, durante la notte, da parte degli stessi cittadini che con l'utilizzo di mezzi meccanici privati hanno ripulito velocemente il torrente e rinforzato gli argini). Particolarmente interessata la frazione Lacchi nel comune di Platì.

Gennaio 2009. Piena della fiumara Careri a Bovalino e Benestare; a Careri la fiumara danneggia agrumeti, oliveti e aziende agricole; lungo la SS 106 danni alla condotta per il collegamento tra l'impianto fognario di Bovalino ed il depuratore consortile di Bianco ancorata al ponte nel tratto di strada Bovalino-Bianco.

Novembre 2010. La fiumara Ciancio-Platì presenta una ridotta sezione idraulica a causa di detriti alluvionali che rendono difficoltoso il deflusso della corrente. I valloni Cuculo e Due Valloni presentano anch'essi criticità idraulica tanto da determinare il dissesto delle opere di attraversamento (ponte, interdetto al transito) e delle relative opere di protezione. La Fiumara Acone è esondata in più punti allagando le zone circostanti e danneggiando la strada comunale in Contrada Lacchi.

Novembre 2011. A causa della piena della fiumara Careri è crollato il ponte di collegamento tra Natile Nuovo e Natile Vecchio di Careri, isolando completamente quest'ultimo; non si registrano danni a persone. Nel comune di Platì sono state fatte evacuare alcune famiglie le cui abitazioni si trovano a ridosso del torrente Sancio, esondato a causa delle forti piogge.

Febbraio 2012. La fiumara Careri, in corrispondenza delle frazioni di Ancone, Belloro e Bosco del comune di Benestare, è esondata a causa del cedimento di un lungo tratto del muro di argine, danneggiando un tratto di rete fognaria e mettendo in pericolo le abitazioni e i terreni limitrofi.

Novembre 2014. A causa della piena della fiumara Careri crollo della parte terminale del ponte di collegamento tra Natile Nuovo e Natile Vecchio di Careri, con isolamento di quest'ultimo; nel crollo non sono coinvolte persone. A Bovalino esondazione della fiumara Careri, con danni all'agricoltura, alle abitazioni ed alla viabilità, incluso l'allagamento dei binari fra Bovalino e Bianco (linea Roccella Jonica - Reggio Calabria Centrale). A Platì esondazione della fiumara Ciancio; un'automobile è stata travolta dal torrente rendendo necessario l'intervento dei Vigili del fuoco per salvare due persone.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nelle figure 10.1-10.3 sono riportate le zone esaminate nel sopralluogo del novembre 2015, riportanti le maggiori criticità idrauliche.

Figura 10.1 - Zone oggetto del sopralluogo.

Figura 10.2 - Dettaglio zone di Benestare e Bovalino.

Figura 10.3 - Dettaglio zone di Platì.

A Bovalino si segnala l'esondazione del vallone delle Femmine, in località Sandrechi, tutto ciò ha creato ingenti danni a civili abitazioni e vie di comunicazione (fig. 10.4).

Risalendo nel territorio di Benestare, precisamente in una zona a monte rispetto alla contrada Belloro, si registra l'assenza dell'argine in destra idrografica con relativa erosione (fig. 10.5), si segnalano anche danni alla rete fognante. In caso di piena c'è il rischio di alluvionamenti di aree dove sono presenti attività agricole. In fig. 10.6 è riportato lo stralcio della cartografia IGM 25 di questa zona.

Figura 10.4 - Esondazione vallone delle Femmine - localitá Sandrechi – Bovalino.

Figura 10.5 - Argine rotto in dx idraulica vicino contrada Belloro – Benestare.

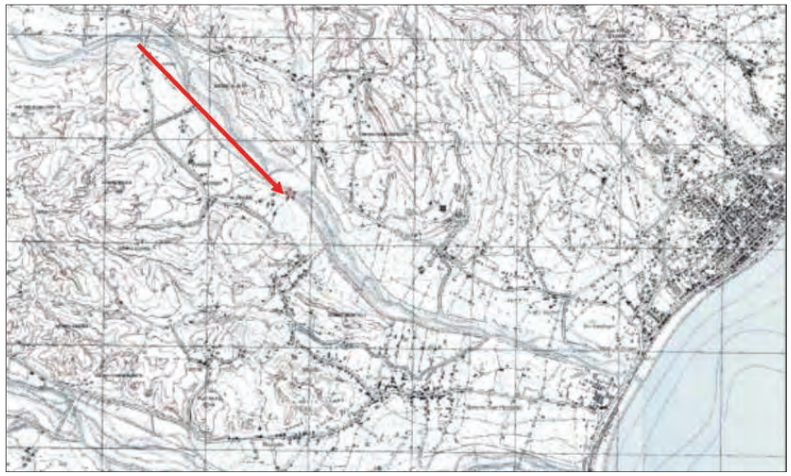


Figura 10.6 – Stralcio dell'IGM 25, relativo al dissesto della figura 10.5.

In corrispondenza del vallone Serra dei Morti (Benestare), affluente del Careri, si segnala il ritrovamento di reperti archeologici a centro alveo, consistenti in n° 3 tombe in terracotta (figure 10.7 e 10.8).

Per quanto riguarda il territorio di Platì, si ravvisa l'esondazione della fiumara Careri dalla parte dell'argine in sinistra idraulica, non lontano dalla contrada Giambattista, tutto ciò ha provocato l'interruzione dell'unica via di comunicazione che conduce al centro abitato del comune, cioè la SS 112 (fig. 10.9).

Sempre a Platì, si nota, in corrispondenza del vallone Sarello (affluente del Careri), il crollo dell'argine destro con relativa esondazione e fenomeni erosivi (fig. 10.10). Infine in corrispondenza di un altro affluente del Careri, cioè il vallone Due Valloni, si registra la distruzione totale di una tombatura carrabile e l'esondazione del vallone che ha interessato la frazione Cucculi di Platì e relative civili abitazioni.

Figura 10.7 - Vallone Serra dei Morti – Benestare.

Figura 10.8 - Reperto archeologico (tomba).

Figura 10.9 - Interruzione SS 112 in contrada Giambattista (Platì).

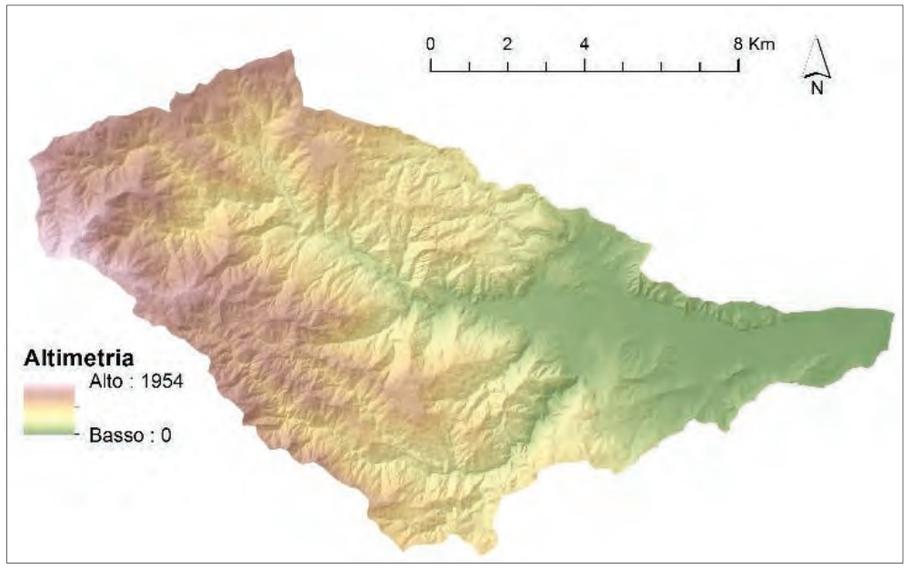
Figura 10.10 - Crollo argine dx - v.ne Sarello (Platì).

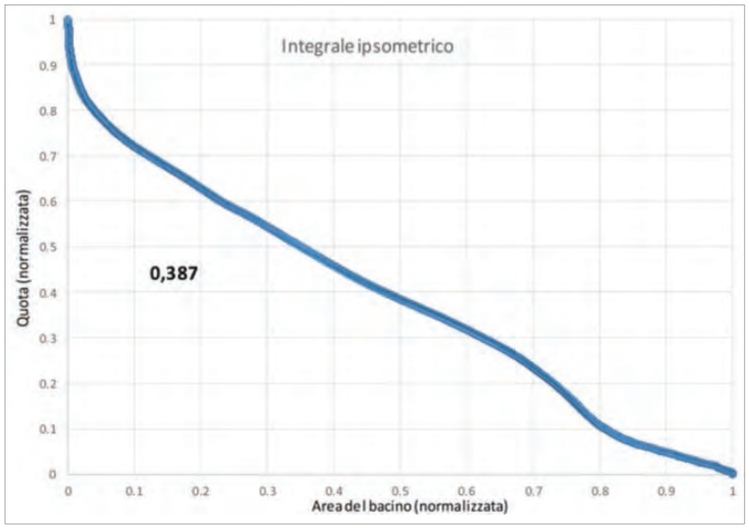
Figura 10.11 - Distruzione tombatura v.ne Due Valloni (Platì).

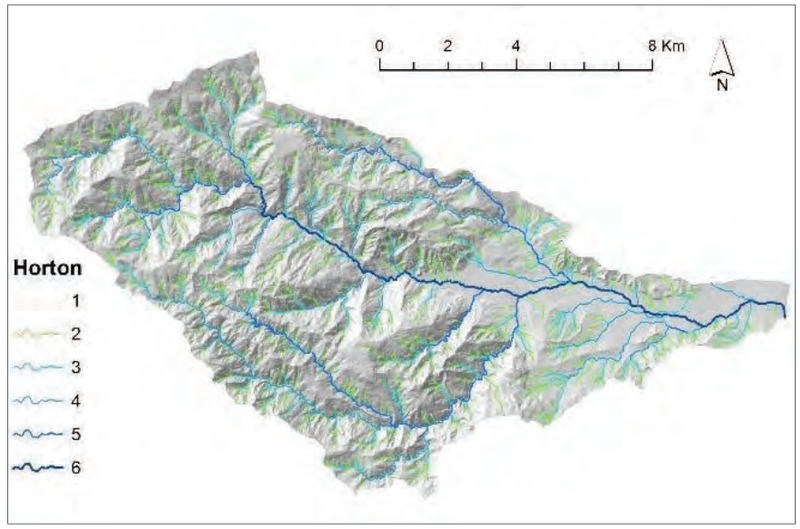
5.11 Fiumara BONAMICO

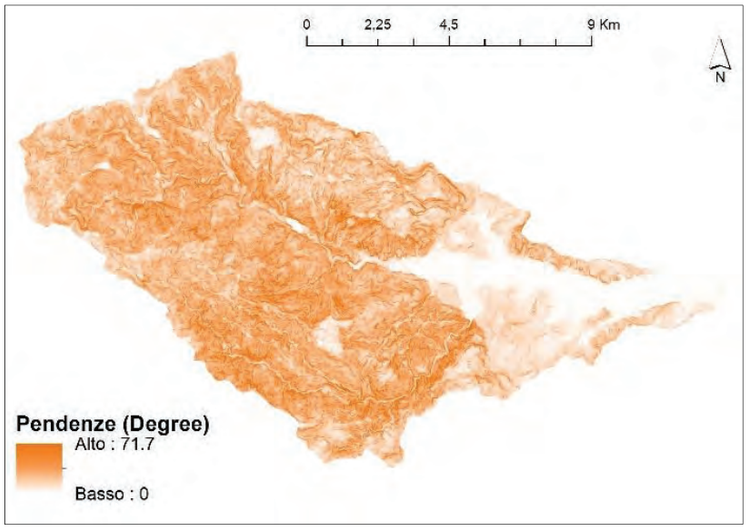
Il bacino idrografico della fiumara Bonamico si estende nei territori di San Luca, Bovalino e Casignana (foce). L'area del bacino è di 136.42 km^2, la lunghezza dell'asta principale misura 30.16 km e l'altitudine media è pari a 757.52 m s.l.m. L'alveo fluviale è caratterizzato, nel tratto centrale e finale, da un ampio letto ghiaioso-ciottoloso, con una pendenza media dell'asta fluviale pari al 2.2%, mentre a valle la pendenza si riduce a circa l'1.2%. Il substrato geologico della fiumara è costituito da depositi alluvionali localizzati lungo l'alveo, mentre il territorio circostante è di natura arenario-argillosa, a tratti arenario-marnosa. Il paesaggio circostante è collinoso, a tratti ondulato, e si alterna a vaste zone pianeggianti che delimitano l'alveo fluviale.

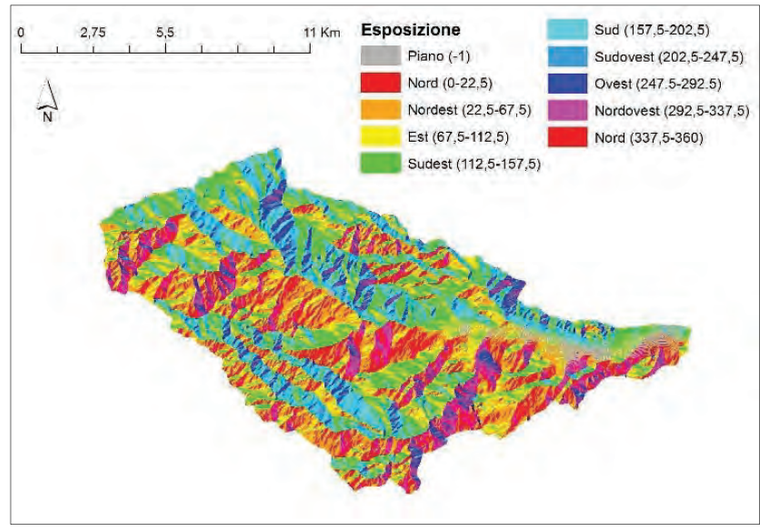
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1870. Crollo del ponte ferroviario sulla fiumara Bonamico. Distruzione di coltivi.

Ottobre 1951. La piena della fiumara Bonamico ha provocato gravi danni per le vaste esondazioni nel basso corso, oltre alla distruzione del ponte sulla strada statale 106 e del ponte ferroviario a travate metalliche.

Ottobre 1953. Pericolante il ponte sul Bonamico per la furia delle acque.

Febbraio 1954. Esondazione della fiumara Bonamico, con danni all'agricoltura, alle abitazioni e alla viabilità comunale.

Ottobre 1971. Piena della fiumara Bonamico.

Gennaio 1973. Il traffico lungo la SS 106 è interrotto per la piena della fiumara Bonamico. Una gigantesca frana, staccatasi dai versanti di M. Antenna, sbarra completamente il corso della fiumara Bonamico, creando un invaso a tergo (Lago Costantino). Nell'ipotesi di un cedimento della diga e della conseguente piena vengono evacuati gli abitati a valle. La situazione, tenuta costantemente sotto controllo, perdura per varie settimane, durante le quali le acque dell'invaso prendono a defluire attraverso il corpo dello sbarramento, finché una fenditura si apre nella diga naturale. L'onda di piena viene fortunatamente ben contenuta nell'alveo.

Marzo 1995. Danni alle colture e fabbricati rurali lungo la fiumara Bonamico.

Gennaio 1996. Danni alle colture nelle campagne di San Luca lungo la fiumara Bonamico.

Gennaio 2009. Innalzamento del greto della fiumara di Santa Venere che minaccia di far crollare il ponte in località Cocuzza, sulla SP San Luca-Bovalino, unica via d'accesso al centro abitato. La fiumara Bonamico rischia di straripare nelle frazioni di Timpa Bianca, Ricciolio e Bosco Sant'Ippolito; lungo la SS 106 danni alla condotta per il collegamento tra l'impianto fognario di Bovalino ed il depuratore consortile di Bianco ancorata al ponte nel tratto di strada Bovalino-Bianco.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

Il sopralluogo è stato effettuato il giorno 14 novembre 2015, a bordo dell'elicottero messo a disposizione dal Corpo Forestale dello Stato per conto della Protezione Civile della Regione Calabria. Esso ha avuto inizio immediatamente a monte della SS jonica 106 e si è sviluppato fino al greto della fiumara, in corrispondenza delle coordinate geografiche riportate nel prospetto seguente. Tutta l'area esaminata è risultata oggetto di abbondante trasporto solido con fenomeni di sovralluvionamento delle campagne limitrofe e fenomeni erosivi delle sponde sia puntuali sia diffusi.

Limiti del tratto ispezionato in elicottero

	Località	H (m.s.l.m)	Coordinate (WGS84)	
			E	N
Monte	San Luca	Quota elicottero	16° 2'11.04"E	38° 8'35.10"N
Valle	Foce Fiumara Casignana	Quota elicottero	16° 7'29.89"E	38° 7'35.12"N

Coordinate nel sistemaWGS84

Foto 11.1 - Sovralluvionamento d'alveo.

Foto 11.2 - Strada comunale Crocefisso.

Foto 11.3 - Strada comunale Crocefisso.

Foto 11. 4 – Morfologie fluviali.

Foto 11.5 – Morfologie fluviali.

Foto 11.6 - Morfologie fluviali.

Foto 11.7 - Attraversamento trasversale.

Foto 11.8 - Attraversamento trasversale.

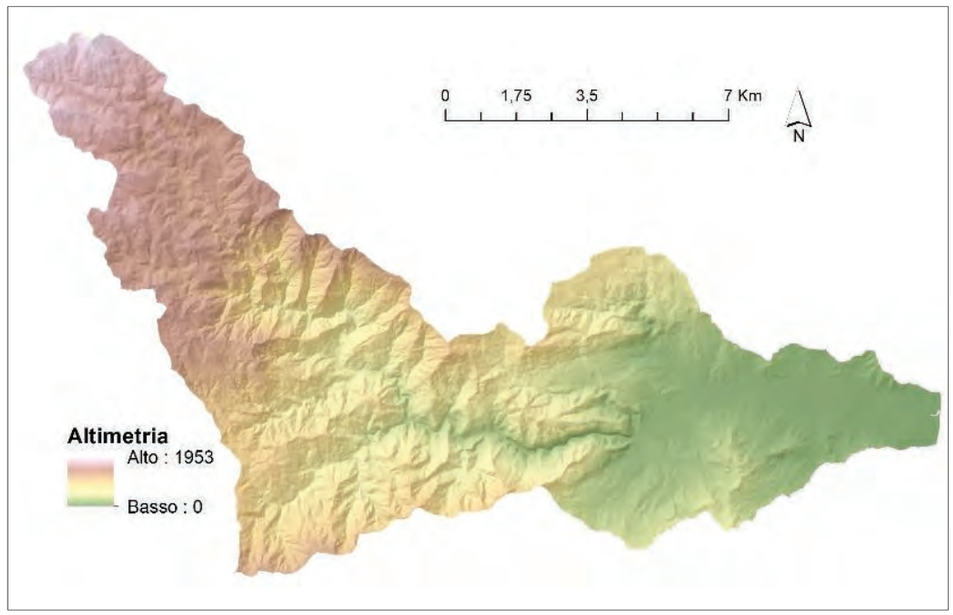
Foto 11.9 - Sviluppo della fiumara.

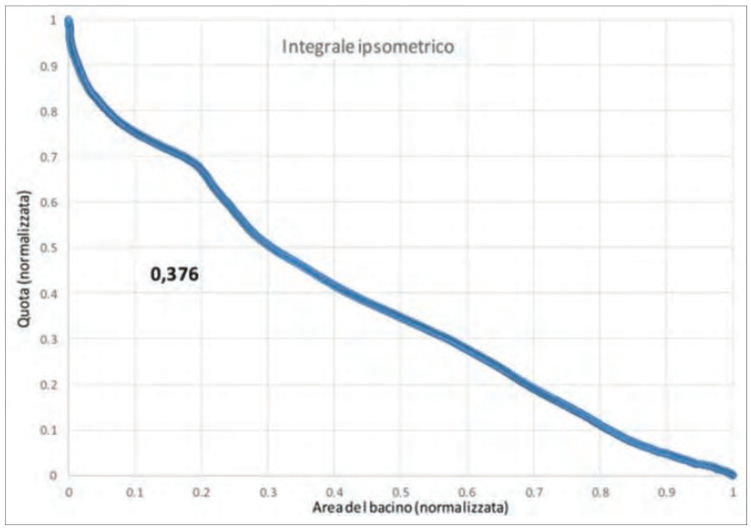
Foto 11.10 - Impianto di betonaggio.

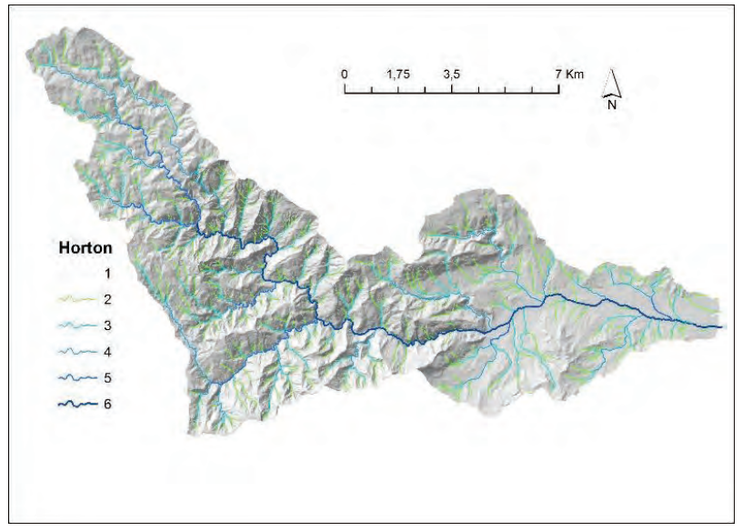
5.12 Fiumara LA VERDE

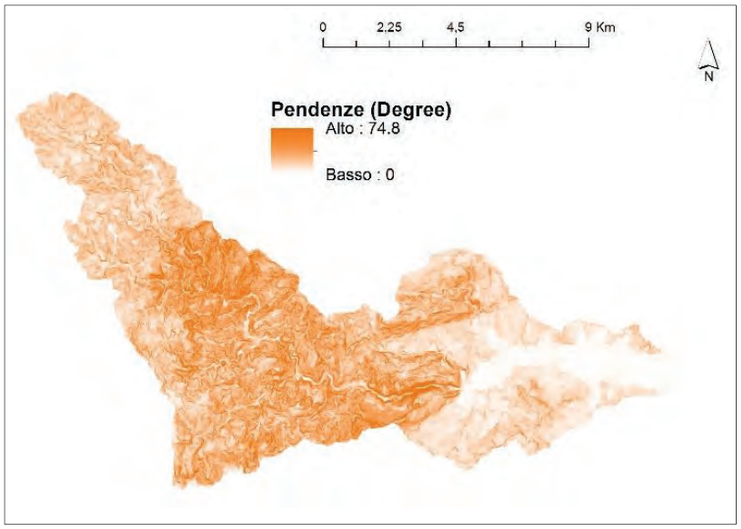
Il bacino idrografico della fiumara La Verde si estende nei territori di Bianco, in corrispondenza del quale è presente la foce, Caraffa del Bianco, Samo, Sant'Agata del Bianco e Africo. L'alveo fluviale si presenta ampio, di natura ciottolosa e pendenza media del 2,2%. La fiumara, a valle, permane ampia; la pendenza si riduce a circa l'1,5% e si sviluppa in una zona pianeggiante con andamento meandriforme. Il substrato geologico della fiumara è costituito da depositi alluvionali, mentre il territorio circostante è di natura arenario-argillosa, a tratti arenario-marnosa. Il suolo si presenta molto calcareo, con tessitura fine argilloso-sabbiosa. Lungo il tratto mediano, la vegetazione è rappresentata da querceti e specie tipiche della macchia mediterranea. Il bacino ha un'area di 116.97 km^2, lunghezza dell'asta principale pari a 34.95 km e altitudine media di 733.40 m s.l.m.

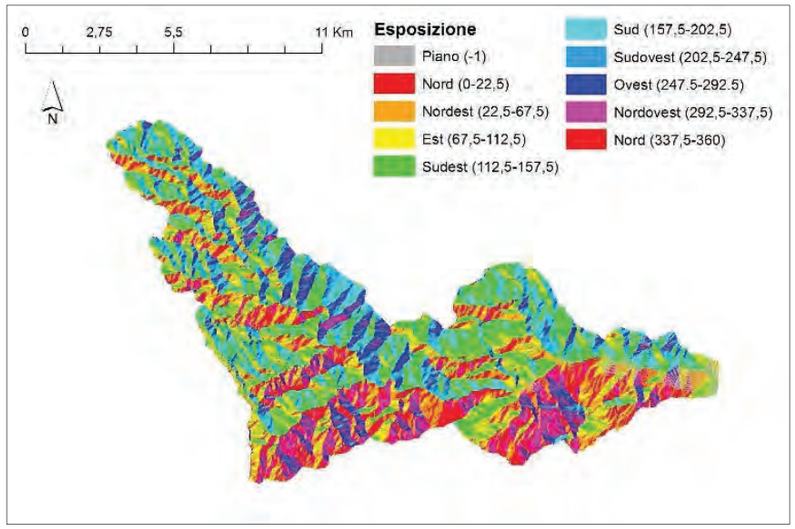
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Dicembre 1869. Danni al ponte ferroviario sulla fiumara La Verde.

Ottobre 1871. Asportati i rilevati della ferrovia dalla piena della fiumara La Verde.

Dicembre 1933. Lo straripamento di alcuni corsi d'acqua, fra cui il La Verde, ha provocato interruzioni stradali e danni alle colture e alle abitazioni rurali.

Ottobre 1951. La piena della fiumara La Verde ha provocato notevoli danni, con esondazioni nel basso corso e crollo del ponte sulla strada statale 106.

Ottobre 1953. Distruzione del rilevato nei pressi della fiumara La Verde e danni al ponte.

Novembre 1958. Il La Verde è straripato allagando le campagne.

Novembre 1959. Il La Verde è straripato.

Ottobre 1971. Piena della fiumara La Verde che straripa allagando numerosi ettari di terreno.

Gennaio 1973. Il traffico lungo la SS 106 è interrotto per la piena della fiumara La Verde.

Novembre 1976. La fiumara La Verde causa l'interruzione della strada comunale di ingresso a Samo.

Dicembre 1976. La fiumara La Verde invade decine di ettari di terreno.

Marzo 1995. La sezione è stata in grado di contenere la piena e non sono state registrate esondazioni. Laddove si sono attivati percorsi adiacenti alle sponde si sono verificati locali fenomeni erosivi a carico delle stesse. Fortunatamente tali fenomeni non hanno prodotto danni a cose o persone, non essendo presenti insediamenti o strutture di particolare valore nelle aree adiacenti.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

Il presente sopralluogo tecnico è stato effettuato il 3 novembre 2015 a terra ed il 14 novembre 2015 da elicottero, allo scopo di verificare alcune criticità segnalate dalla Prefettura, su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Reggio Calabria. L'area oggetto del sopralluogo ha riguardato i comuni di Bianco, Caraffa del Bianco, Samo, Sant'Agata del Bianco e Africo.

Limiti del tratto ispezionato

	Località	H (m.s.l.m)	Coordinate	
			E	N
Monte	Sant'Agata del Bianco	Quota elicottero	16° 2'41.30"E	38° 3'43.39"N
Valle	Foce Fiumara La Verde	Quota elicottero	16° 8'56.83"E	38° 3'32.19"N

- *Sopralluogo a terra* (3.11.2015)

Tratto 1T - Fiumara La Verde *Coordinate: (WGS84) 38° 3'30.07"N - 16° 8'43.83"E*

L'area analizzata ha riguardato essenzialmente l'asta terminale del fiume La Verde, come indicato in Figura 12.1. Nello specifico:

- Punto A: Ponte sulla SP107.
- Punto B: Ponte sulla SS106.

Punto A: Sia a monte che a valle del ponte sulla SP107, l'argine in sx idraulica è stato completamente distrutto dall'azione erosiva della corrente, con conseguente allagamento delle zone agricole circostanti. In sx idraulica i fenomeni erosivi sono diffusi in tutto il tratto di fiume compreso tra i punti A e B. In dx idraulica, invece, l'erosione è puntuale.

Punto B: La larghezza della sezione idraulica del fiume è circa 1/3 rispetto al punto A. In corrispondenza della dx idraulica, a monte del ponte sulla SS106, risultano evidenti fenomeni erosivi della corrente interessanti terreni di proprietà privata (Figure 12.7 e 12.8).

Figura 12.1 - Zone oggetto del sopralluogo nel territorio comunale di Bianco (RC).

Figura 12.2 - Argine in sx idraulica a valle del ponte SP 107.

Figura 12.3 - Argine in sx idraulica a valle del ponte SP 107.

Figura 12.4 - Argine in sx idraulica a monte del ponte SP 107.

Figura 12.5 - Argine in sx idraulica a monte del ponte SP 107.

Figura 12.6 - Argine in dx idraulica a monte del ponte SP 107.

Figura 12.7 - Erosione in dx idraulica a monte del ponte sulla SS 106.

Figura 12.8 - Erosione in dx idraulica a monte del ponte sulla SS 106.

- *Sopralluogo in elicottero (14.11.2015)*

Tratto 1 - Foce Fiumara La Verde *Coordinate: (WGS84) 38° 3'30.07"N - 16° 8'43.83"E (ponte ferroviario)*

38° 3'32.28"N - 16° 8'22.87"E (ponte statale 106)

In prossimità della foce sono presenti di due importanti infrastrutture per la viabilità carrabile: il ponte della SS 106 e il ponte delle ferrovie dello stato. In corrispondenza della dx idraulica, a monte del ponte sulla SS106, risultano evidenti fenomeni erosivi della corrente interessanti terreni di proprietà privata. Tutta l'area esaminata è stata oggetto di abbondante trasporto solido con fenomeni di sovralluvionamento delle campagne limitrofe e fenomeni erosivi delle sponde sia puntuali sia diffusi.

Foto 12.9 – Foce della Fiumara La Verde.

Foto 12.10– Ponte ferroviaria sulla Fiumara La Verde.

Foto 12.11 – Destra idraulica a monte della SS 106.

Tratto 2 – Compreso tra il ponte della SS 106 e il ponte della SP 107 *Coordinate: (WGS84)* *38° 3'32.28"N - 16° 8'22.87"E (ponte statale 106)*
38° 3'56.71"N - 16° 6'39.99"E (ponte provinciale 107)

Più a monte, è presente un'altra importante infrastruttura per la viabilità carrabile: il ponte della SP 107. Anche in questo caso, su tutta l'area esaminata, è possibile riscontrare un abbondante trasporto solido con fenomeni di sovralluvionamento delle campagne limitrofe e fenomeni erosivi delle sponde sia puntuali sia diffusi. In corrispondenza del ponte della strada Provinciale 107, è possibile apprezzare meglio il fenomeno del trasporto solido, poiché si evidenzia una netta riduzione del franco tra l'alveo e le campate del ponte, producendo una sostanziale riduzione della sezione di transito delle acque.

Foto 12.12 – Sovralluvionamento campagne adiacenti.

Foto 12.13 – Sovralluvionamento campagne adiacenti.

Foto 12.14 – Sovralluvionamento campagne adiacenti.

Foto 12.15 – Ponte della Strada Provinciale 107.

Foto 12.16 – Ponte della Strada Provinciale 107 (sponda destra).

Foto 12.17 – Ponte della Strada Provinciale 107 (sponda sinistra).

Tratto 3 – A monte del ponte della SP 107 *Coordinate: (WGS84) 38° 3'56.71"N - 16° 6'39.99"E (ponte provinciale 107)*

A monte del ponte della strada provinciale 107, sia a sinistra sia a destra dell'alveo, sono presenti delle strade comunali. Anche in questo caso, su tutta l'area esaminata, è possibile riscontrare un abbondante trasporto solido con fenomeni di sovralluvionamento delle campagne limitrofe e fenomeni erosivi delle sponde sia puntuali sia diffusi. Salendo verso monte, in corrispondenza del ponte della strada comunale (via La Verde), ai piedi della gola, è possibile apprezzare la rottura, nella parte interna, della briglia in conglomerato cementizio.

Foto 12.18 – Sovralluvionamento campagne adiacenti.

Foto 12.19 – Affluente della Fiumara La Verde.

Foto 12.20 – Briglia ai piedi della gola – Strada Comunale (via La Verde).

Foto 12.21 – Particolare rottura briglia.

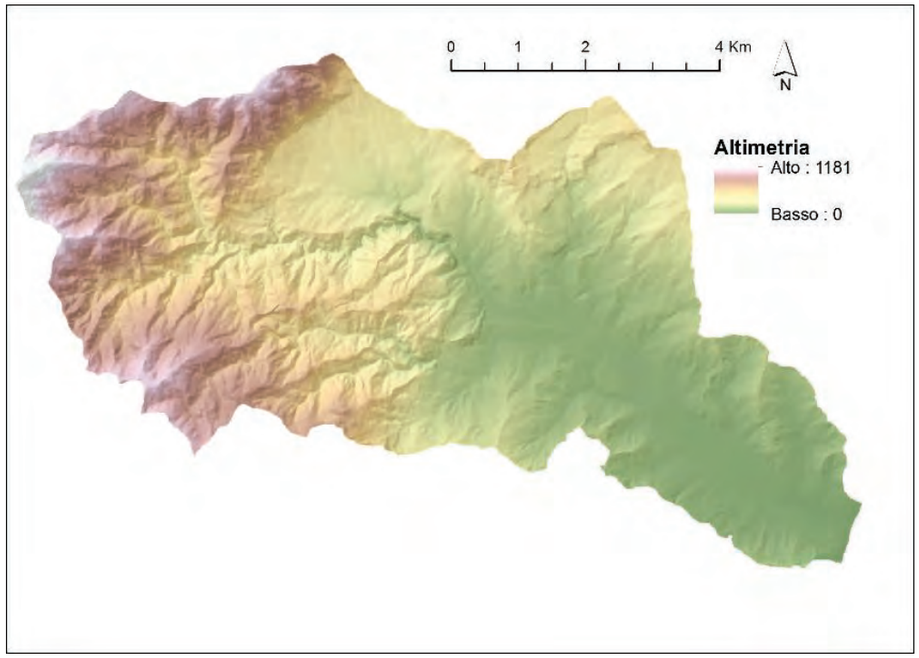
Foto 12.22 – Gola La Verde.

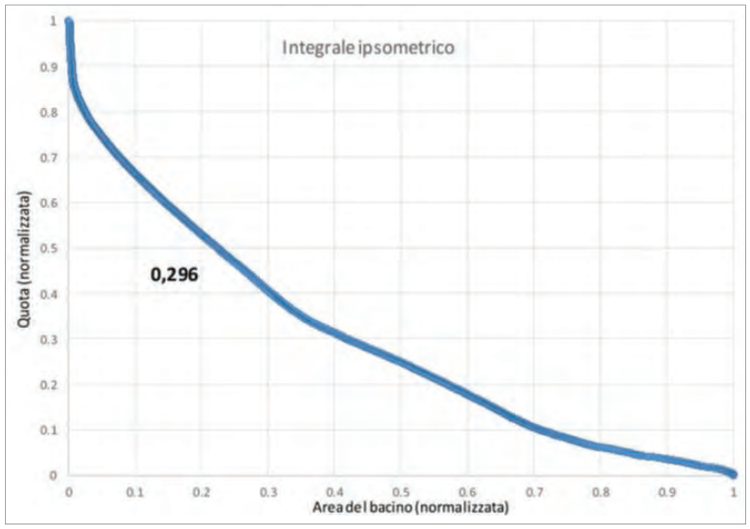
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

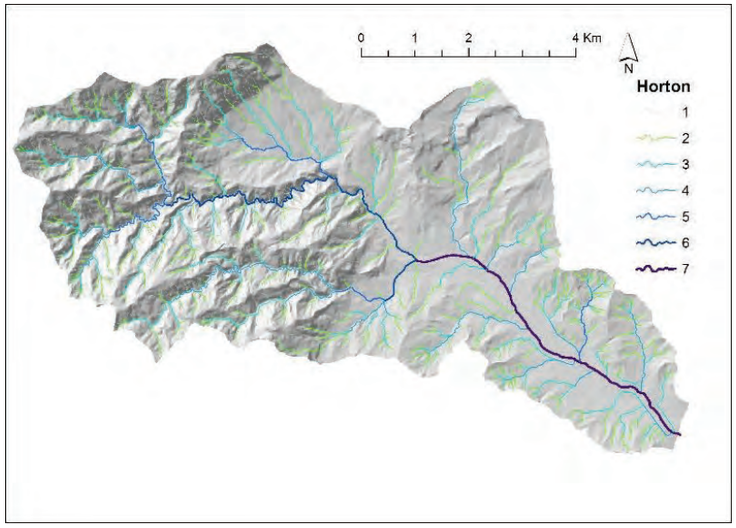
5.13 Fiumara BRUZZANO

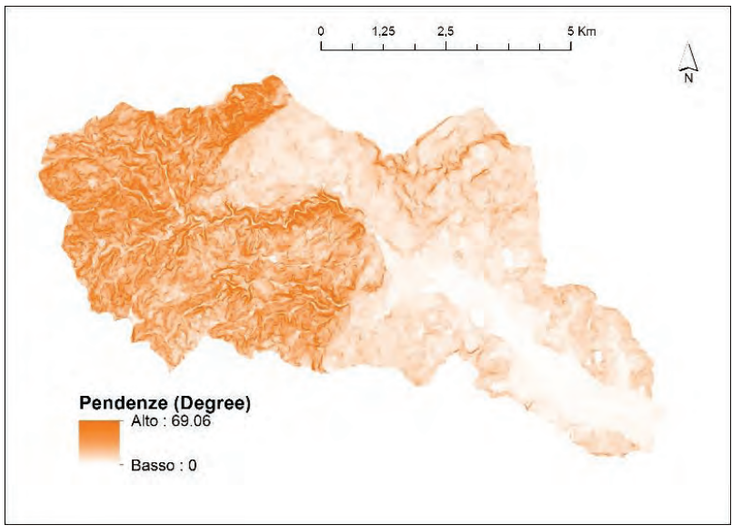
Il bacino idrografico del Torrente Bruzzano/Pantano Grande è ubicato a nord del comune di Brancaleone e rappresenta il confine amministrativo con il comune di Bruzzano. Si estende per un'area di 52.62 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 17.85 km e altitudine media di 349.15 m s.l.m.

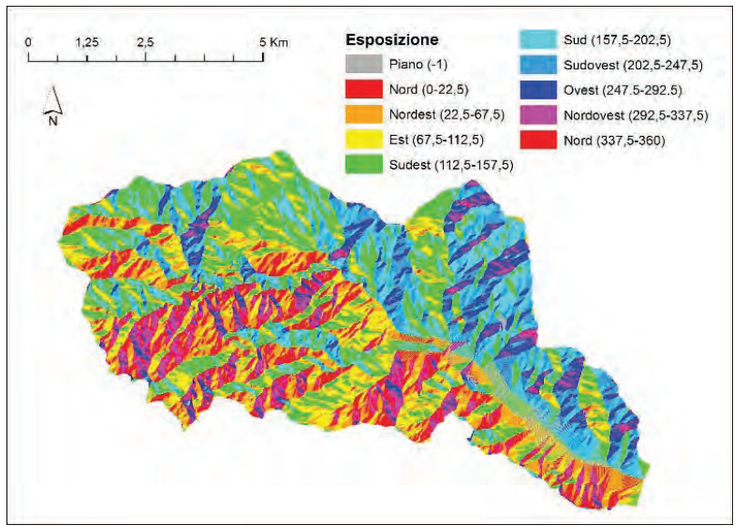
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Dicembre 1869. Livello idrico in corrispondenza dell'argine ferroviario alla foce della fiumara di Bruzzano: 4.5 m, cioè 50 cm sotto il piano delle rotaie e 30 cm sopra il piano di appoggio delle travate.

Dicembre 1927. La fiumara di Bruzzano allaga i vasti agrumeti interrompendo la strada nazionale e ogni comunicazione.

Novembre 2010. A Samo, in località Scinà, il Vallone Scinà Pezzi, deviando il naturale percorso, ha invaso la sede del depuratore comunale determinando la cancellazione della sede stradale di accesso invasa da una massa di fango.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

In data 4 novembre 2015, il personale tecnico del laboratorio CAMILab dell'UNICAL si è recato presso il comune di Bruzzano (RC), per effettuare sopralluoghi nelle aree interessate dagli eventi del periodo 31 ottobre -1 novembre 2015. L'area analizzata ha riguardato essenzialmente zone vallive relative all'asta terminale del fiume omonimo Bruzzano, come indicato in Figura 13.1.

Nello specifico:

- Punto A: abitazioni private a ridosso dell'alveo del fiume.
- Punto B: ponte collassato sulla SP65.
- Punto C: cedimento stradale lungo la SP68, in corrispondenza di un tratto tombato di un affluente del Fiume Bruzzano.
- Tratto di SP68 compresa tra il punto B e il punto D (intersezione SP68 con SS106): analisi dello stato di fatto.

Punto A

Si segnala la presenza di abitazioni private a ridosso della sinistra idraulica del Fiume Bruzzano. In particolare:

- un immobile è posizionato in corrispondenza della confluenza di un affluente con l'asta principale, ed ha riportato ingenti danni dovuti all'azione erosiva della corrente;
- diversi immobili, sia a monte che a valle della confluenza sopra citata, risultano potenzialmente esposti a rischio.

Figura 13.1 - Zone analizzate relative al territorio comunale di Bruzzano (RC).

Figura 13.2 - Foto verso monte dell'affluente, in sinistra idraulica, del fiume Bruzzano.

Figura 13.3 - Foto verso valle, in sinistra idraulica, del fiume Bruzzano: danni relativi all'abitazione.

Punto B

Il ponte sulla SP65 è costituito da due diverse tipologie di carreggiata:

- carreggiata di monte: tipologia di ponte ad archi;
- carreggiata di valle: tipologia di ponte con travatura su pile verticali.

La carreggiata di valle, di costruzione più recente, ha subito un notevole cedimento (Figure 13.4-5) a seguito del trascinamento/ribaltamento verso valle della pila centrale (Figura 13.6). Inoltre, si segnala a valle del ponte (Figure 13.5 e 7) la presenza del depuratore comunale, le cui vasche di sedimentazione risultano danneggiate.

Figura 13.4 - Cedimento della carreggiata di valle del ponte.

Figura 13.5 - Particolare del cedimento della carreggiata di valle del ponte.

Figura 13.6 - Trascinamento/ribaltamento della pila centrale.

Figura 13.7 - Depuratore comunale.

Punto C

Lungo la strada SP68, si nota l'interruzione del tratto stradale in corrispondenza della confluenza di un affluente minore con la fiumara (Figure 13.8-9-10).

Tratto di SP68 compresa tra il punto B e il punto D (intersezione SP68 con SS106)

Lungo il tratto stradale analizzato, si segnalano diffusi cedimenti in corrispondenza del bordo stradale sul lato sinistro (Figure 13.11-12).

Figura 13.8 - Interruzione della SP68.

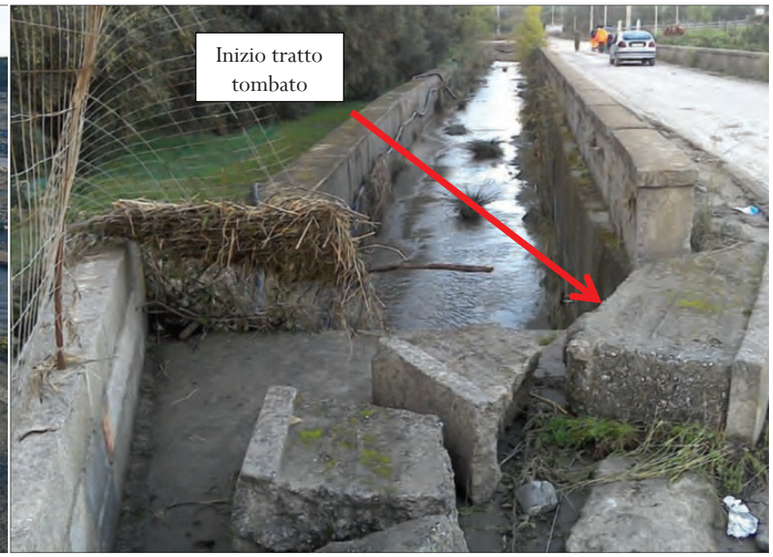


Figura 13.9 - Affluente in sx idraulica del Bruzzano.

Figura 13.10 - Interruzione della SP68 in corrispondenza del tratto tombato.

Figura 13.11 - Cedimento della SP68.

Da rilievi fotografici effettuati in corrispondenza del ponte sulla SS106 (Punto D), si evidenzia come la sezione fluviale subisca un significativo restringimento dovuto alla presenza di zone con notevole vegetazione e zona di produzione di inerti (Figure 13.13-14).

Figura 13.12 - Cedimento della SP68.

Figura 13.13 - Zona di produzione di inerti presenta in dx idraulica dell'asta principale.

Figura 13.14 - Presenza di fitta vegetazione in sx idraulica.

Dal sopralluogo effettuato, emerge la necessità di agire prioritariamente in corrispondenza del Punto A (abitazioni private a ridosso dell'alveo del fiume), con interventi di somma urgenza (livello 0) atti a contrastare l'azione erosiva del Fiume Bruzzano in sx idraulica. Più in generale, è necessaria una sistemazione idraulica dell'asta principale del Fiume Bruzzano (intervento di livello 1).

- *Documentazione Associazione Terra 360*

Il sopralluogo è stato effettuato nei giorni 14 e 15 novembre 2015. In particolare, il sopralluogo del 15 è stato effettuato insieme a personale del CAMILab a bordo dell'elicottero messo a disposizione dal Corpo Forestale dello Stato per conto della Protezione Civile della Regione Calabria. Dal punto di vista geologico il bacino è caratterizzato dalla presenza di sabbie ed arenarie tenere, altamente erodibili, sovrastanti depositi argillosi Miocenici. Nei tratti rilevati, procedendo da monte verso valle, si distinguono aree a diverso utilizzo che, nella maggior parte dei casi, sono caratterizzate dalla presenza di agrumeti e uliveti posti sia in dx sia in sx orografica dell'alveo principale. Dal punto più a monte rilevato sino alla foce della fiumara si notano coltivazione intensive di bergamotto ed uliveti. In generale, per le caratteristiche geolitologiche del settore rilevato, si riscontrano vaste aree sovralluvionate con deposizioni di sedimenti eterogenei anche con spessore metrici.

In prossimità della strada comunale, posta in sx orografica del T. Bruzzano, in località Praca, il sopralluogo ha evidenziato un cedimento superficiale della strada dovuto ad assenza di canalizzazione delle acque di ruscellamento. Tale strada carrabile è l'unica via di accesso alle località situate a monte del comune di Bruzzano (fig. 13.15). Dal lato monte si nota un sovralluvionamento diffuso su entrambe le sponde del torrente (affluente sinistro del T. Bruzzano), nonché la presenza di agrumeti ed uliveti. Il ponte appare totalmente sommerso dai sedimenti con luce, per il deflusso, quasi totalmente occlusa (fig. 13.16).

Si nota, infine, la presenza di sedimenti ghiaiosi immersi in matrice sabbiosa. L'alveo si presenta molto ampio, con presenza di confluenza in dx orografica. In dx si segnalano argini artificiali; in particolare a monte sono inesistenti, mentre a valle esistono argini artificiali a tratti.

Figura 13.15 – Cedimento della carreggiata in località Praca (Bruzzano), dovuto ad assenza di canalizzazione delle acque di ruscellamento. La strada è l'unica via di accesso alle località situate più a monte.

Figura 13.16 – Attraversamento carrabile in località Praca, vista monte. Si nota sovralluvionamento diffuso, in presenza di agrumeti ed uliveti. Il ponte è totalmente sommerso dai sedimenti con luce quasi totalmente occlusa.

Figura 13.17 – Argine artificiale, crollato a tratti. Argini artificiali in sx orografica, intatti a tratti.

Figura 13.18 – Attraversamento carrabile in località Praca, vista monte.

Figura 13.19 - Totale erosione con asportazione argine artificiale dx e parte dell'agrumeto sovrastante.

Figura 13.20 - Lato in erosione con asportazione totale di argini artificiali per circa 350 metri lineari.

Figura 13.21 - Vista centro abitato di Bruzzano dall'alveo della fiumara. Erosione con asportazione degli argini artificiali in sx. Danni ingenti alle case adiacenti, ad alto rischio di inondazione.

Figura 13.22 - Traliccio elettrico pericolante. Area in erosione con presenza di sedimenti alluvionati sul tratto sommitale.

Figura 13.23 – Bruzzano, ponte carrabile. In sx idraulica briglie con ingenti accumuli di sfalci e detriti in alveo e sui margini del canale. A valle del ponte (in sx) scivolamento superficiale di manufatto di origine antropica e presenza in alveo di ingenti quantità di rifiuti solidi, sfalci e sedimenti.

Figura 13.24 – Argine naturale in sx idraulica ubicato a 4 m dalla carreggiata della SP di Bruzzano. Oltre ad agrumeti fra strada e argine, si nota la presenza di antiche "gabbionate" trasversali alla direzione di deflusso.

Figura 13.25 – Impianto di depurazione posto sull'argine sx, ponte carrabile. Briglie con ingenti accumuli di sfalci e detriti in alveo e sui margini del canale (in sx). A valle del ponte si notano scivolamento superficiale di manufatto e ingenti quantità di rifiuti solidi, sfalci e sedimenti in alveo.

Figura 13.26 – Cedimento SP Bruzzano (sx). Area in erosione a rischio arretramento, con condotta fognaria.

Figura 13.27 – Foce della fiumara Bruzzano. In prossimità della foce, i ponti della SS 106 e delle FF.SS. non hanno subito danni. A monte dei due ponti, si notano ingenti accumuli di materiale terrigeno e ramaglie.

Figura 13.28 - SP Motticella, Bruzzano Zeffirio (RC). Tratto prossimo ad attraversamento carrabile di un piccolo canale di drenaggio situato in sx del T. Bruzzano. Il ponte è stato completamente alluvionato con straripamento degli argini. Benché fortemente ridotto per il deposito, il deflusso nel canale è attualmente garantito.

Il sopralluogo effettuato a bordo dell'elicottero ha riguardato il tronco fluviale corrispondente alle coordinate geografiche riportate nel prospetto seguente.

Limiti di tutto il tratto ispezionato

	Località	H (m.s.l.m)	Coordinate	
			E	N
Monte	Alveo Fiumara Bruzzano	Quota elicottero	16° 3'4.43"	38° 1'36.76"
Valle	Foce Fiumara Bruzzano	0,00	16° 6'54.23"	37°58'52.26"

Tratto 1: Dalla foce all'alveo

Coordinate:	16° 6'54.23"E	37°58'52.26"N
(WGS84)	16° 5'26.56"E	37°59'49.51"N

Nel sopralluogo aereo, sono state riscontrate una serie di criticità di seguito riportate.

Il primo tratto rilevato va dalla foce della fiumara fino alle coordinate 16° 5'26.56"E - 37°59'49.51"N in alveo. Lungo questo tratto si sono rilevati sia problemi di sovralluvionamento, sia problemi di rottura di argini, sia problemi di cedimento di carreggiate di strade limitrofe alla fiumara. In particolare si è registrato il cedimento in diversi punti della carreggiata della SP Bruzzano causato dalla rottura degli argini.

Figura 13.29 - Foce della fiumara Bruzzano.

Figura 13.30 - Incrocio SP Bruzzano con contrada Monica.

Figura 13.31 - Particolare cedimento della carreggiata.

Figura 13.32 - Cedimento della carreggiata della SP e rottura degli argini.

Foto 13.33 – Sovralluvionamento.

Foto 13.34 - Erosione delle sponde.

Foto 13.35 - Vista d'insieme del tratto 1.

Tratto 2: Dall'impianto di depurazione all'abitato di Bruzzano Zeffirio

Coordinate:	16° 5'8.69"E	38° 0'8.62"N
(WGS84)	16° 5'2.08"E	38° 0'15.59"N

Nel secondo tratto si nota la zona ove è ubicato l'impianto di depurazione che è completamente in erosione, con conseguente pericolo ambientale. A monte dell'impianto di depurazione vi è l'attraversamento della strada provinciale Africo. La strada è costituita da una carreggiata a due corsie, una sorretta da un sistema ad arco (vecchia carreggiata) e una sorretta da piloni in cemento armato (parte di più recente costruzione). È possibile notare il cedimento di un pilone con relativo sprofondamento della carreggiata. Più a monte, la fiumara costeggia l'abitato di Bruzzano Zeffirio. Qui è possibile notare la rottura delle sponde dell'alveo e la conseguente erosione verso l'abitato. Si possono notare sia problemi alla viabilità, sia problemi alle abitazioni. Sempre nei pressi dell'abitato, è presente un'attività produttiva che ha subito fenomeni di sovralluvionamento.

Foto 13.36 - Impianto di depurazione.

Foto 13.37 - SP Africo.

Foto 13.38 - Vista da valle.

Foto 13.39 - Vista da valle.

Foto 13.40 - Vista da monte.

Foto 13.41 - Vista da monte.

Foto 13.42 - Abitato di Bruzzano Zeffirio.

Foto 13.43 - Attività produttiva.

Tratto 3: Alveo della Fiumara

Coordinate:	16° 5'2.08"E	38° 0'15.59"N
(WGS84)	16° 3'17.50"E	38° 1'21.06"N

Dall'abitato di Bruzzano Zeffirio, salendo verso monte, si notano fenomeni diffusi di sovralluvionamento, rottura degli argini ed erosione delle sponde. In alcuni punti, dove le strade carrabili sono vicine alle sponde, si possono notare anche fenomeni di cedimento della carreggiata.

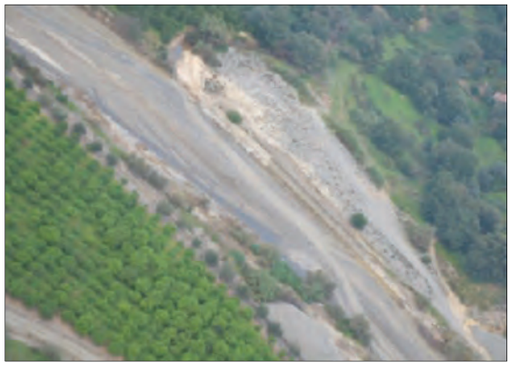


Foto 13.44 – Punti vari del tratto 3 soggetti a sovralluvionamento ed erosione.

Tratto 4: Abitato di Motticella	
Coordinate (WGS84):	16° 3'13.45"E 38° 1'36.77"N

L'ultimo tratto analizzato riguarda l'abitato di Motticella. L'abitato sorge su un costone posto a strapiombo sulla fiumara. Sono stati registrati fenomeni franosi superficiali che regredendo possono compromettere la stabilità dei suoli su cui si sviluppa l'abitato.

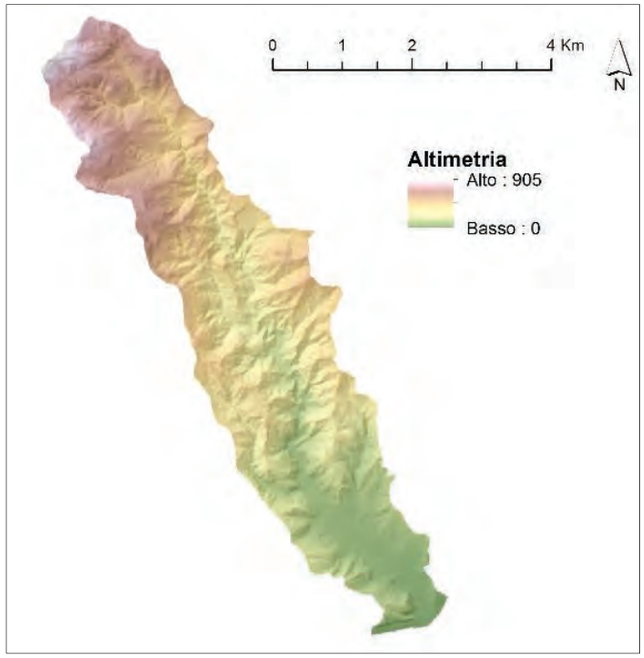
Foto 13.45 - Abitato di Motticella.

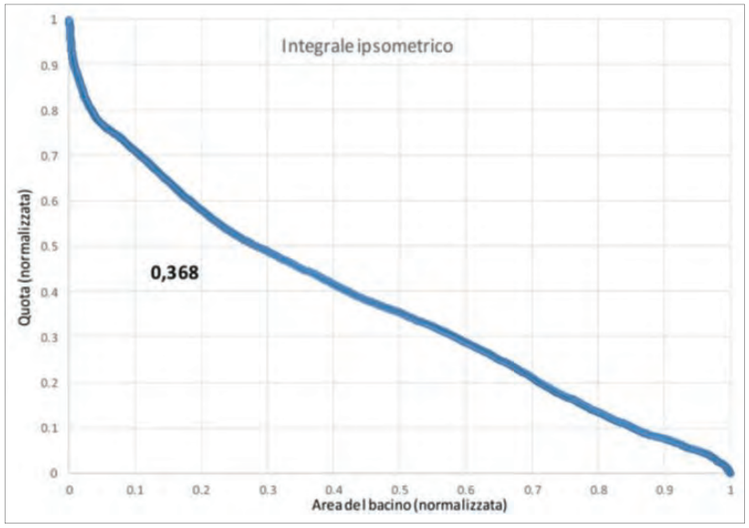
Foto 13.46 - Frane superficiali.

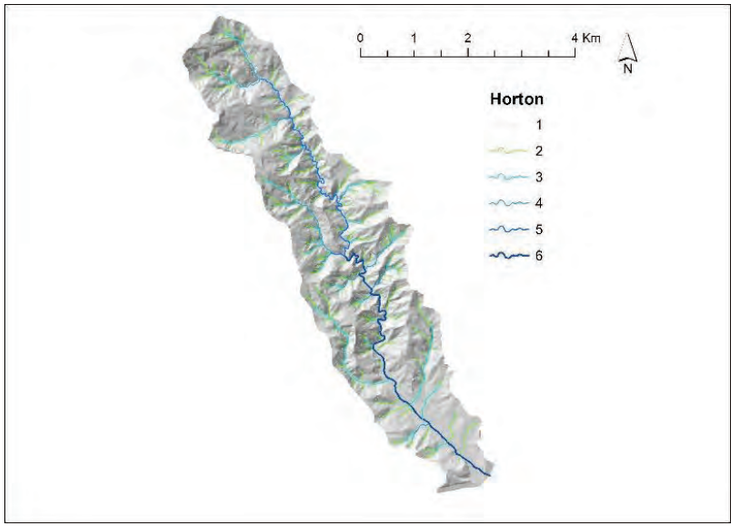
5.14 Fiumara SPARTIVENTO

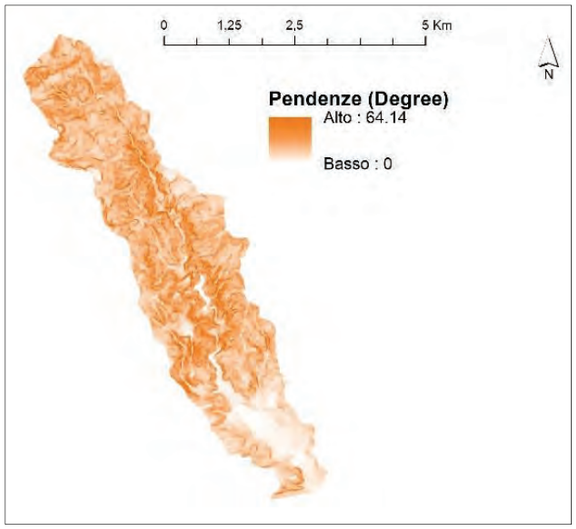
Il bacino idrografico della fiumara Spartivento si estende per un'area di 16.39 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 12.89 km e altitudine media di 332.45 m s.l.m.

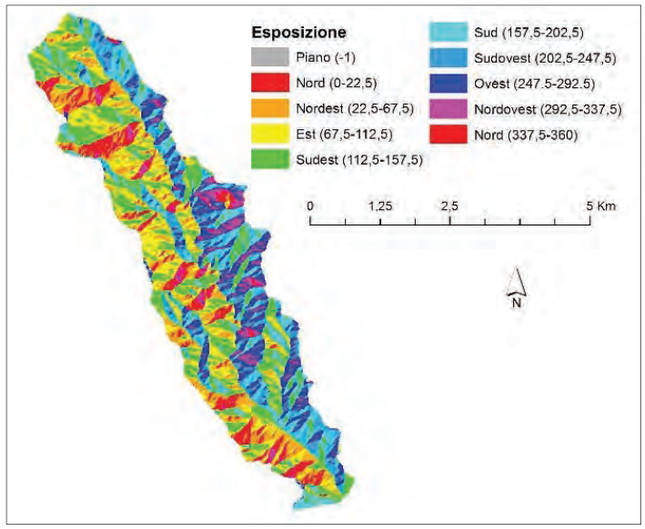
- *Caratteristiche geomorfologiche*







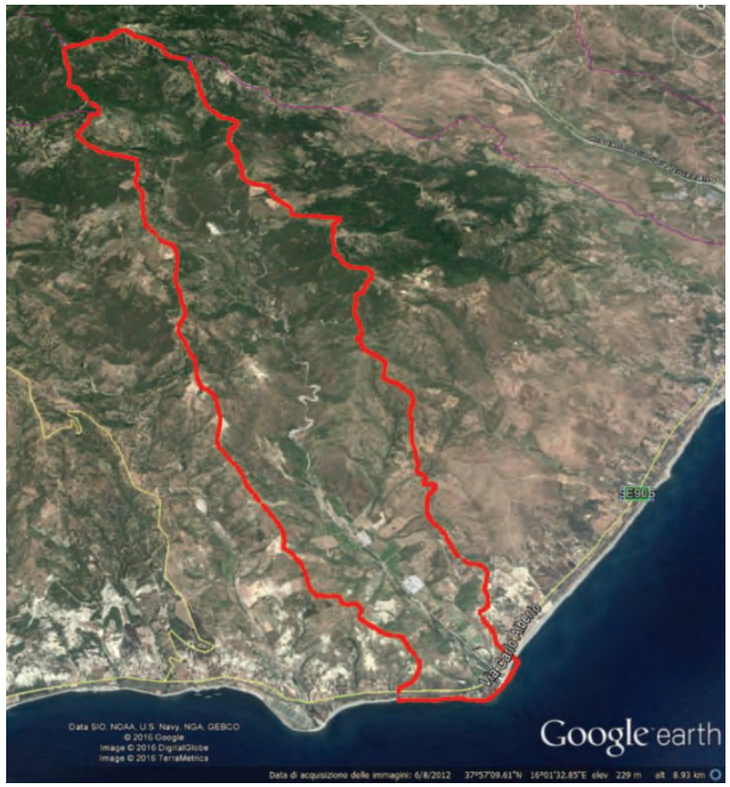




- *Eventi storici*

Gennaio 2009. Piena delle fiumare Palizzi, Sinnero, Spropoli, Capo Spartivento, con danni a muri d'argine e briglie. Inondazione dei pozzi Sorical con interruzione della somministrazione di acqua ai serbatoi ed interruzione del servizio idrico. Infiltrazioni di acqua in vari edifici pubblici e privati.

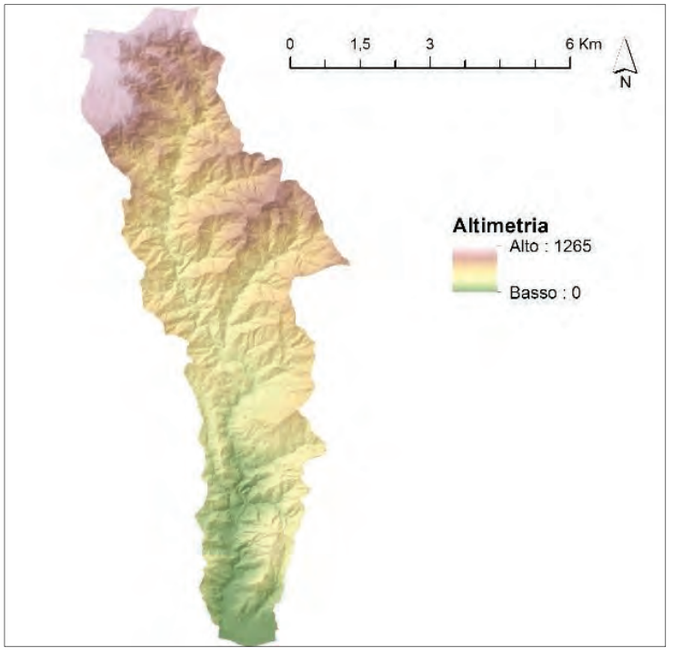
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

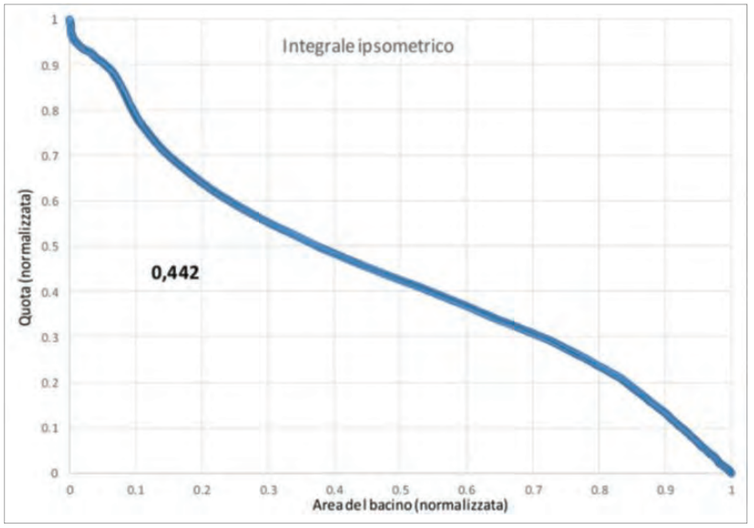


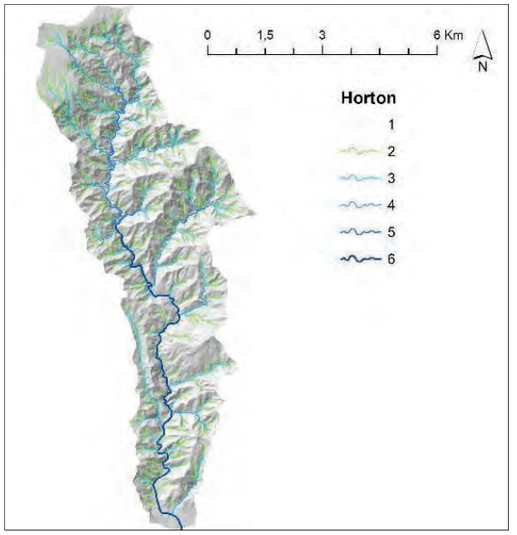
5.15 Fiumara PALIZZI

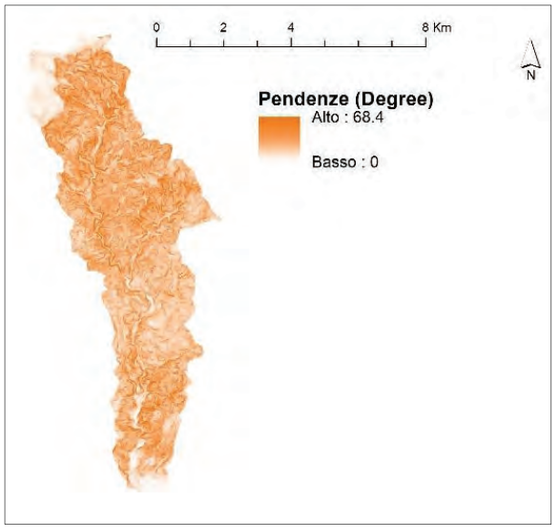
La fiumara Palizzi nasce nel territorio di Bova per poi attraversare il comune da cui prende il nome, passando vicino al centro storico e sfociando nel mar Ionio a Palizzi Marina. Il bacino ha un'area di 36.46 km^2, lunghezza dell'asta principale di 18.81 km e altitudine media di 558.42 m s.l.m.

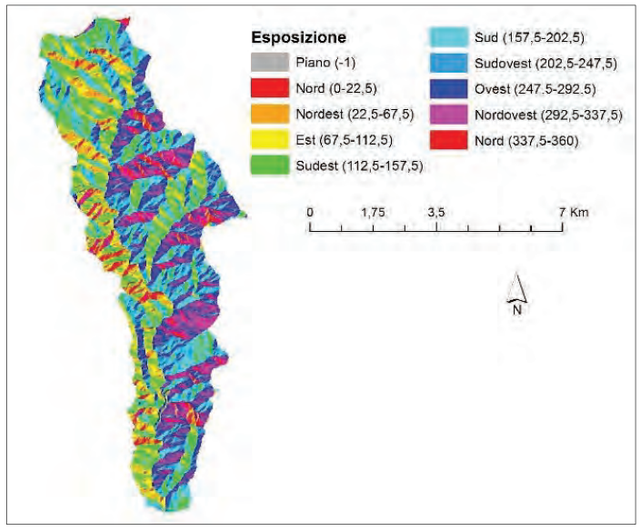
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici (bacini tra la Fiumara di Bruzzano e la Fiumara di Amendolea)*

Novembre 1920. Il fiume Palizzi ha rotto gli argini danneggiando gli agrumeti.

Ottobre 1925. Esondazioni dei torrenti: l'acqua, nelle contrade Stracia e Murorotto, ha invaso le case per circa 1 m di altezza.

Gennaio 1969. Esondazione del torrente S. Pasquale con danni alla viabilità e all'agricoltura.

Ottobre 1971. A Brancaleone Marina esonda il torrente Fiumarella. Tutte le strade che conducono a Bova Marina sono interrotte: il torrente Sideroni abbatte il ponte che assicura il collegamento verso l'entroterra con Bova Superiore; la piena del torrente Palizzi interrompe il transito lungo la SS 106, oltre a provocare gravi danni all'abitato omonimo; il torrente Vena causa il crollo del ponte della SS 106, rendendo impossibile il collegamento con Reggio Calabria.

Marzo 1995. A Brancaleone una trentina di famiglie nomadi (circa 120 persone), che abitavano nella baraccopoli lungo l'argine della fiumara Pantano Piccolo, sono state fatte evacuare. In località Pantano Grande il torrente omonimo ed alcuni canaloni sono straripati allagando decine di ettari di terreno coltivato e alcune serre di un'azienda floricola. Coltivazioni distrutte per lo straripamento del Torrente Galati. La piena del fiume ha poi invaso anche la carreggiata della SS 106 causando l'interruzione della circolazione e bloccando alcune auto.

Marzo 1996. La piena del torrente Altalia interessa la viabilità comunale nel territorio di Brancaleone.

Gennaio 2009. Piena delle fiumare Palizzi, Sinnero, Spropoli, Capo Spartivento, con danni a muri d'argine e briglie. Inondazione dei pozzi Sorical con interruzione della somministrazione di acqua ai serbatoi ed interruzione del servizio idrico. Infiltrazioni di acqua in vari edifici pubblici e privati.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 15.1 sono evidenziate le zone esaminate nel sopralluogo, inerente le maggiori criticità idrauliche conseguenti l'evento alluvionale del novembre 2015. Il tratto esaminato, relativo alla parte terminale della fiumara Palizzi, nella zona di Palizzi Marina, presenta vari danni anche diffusi. La fiumara risultava essere in piena idraulica il giorno 3 novembre a causa delle abbondanti precipitazioni dei giorni precedenti. Si evidenziano, in più punti, movimenti franosi delle pareti sovrastanti gli argini del corso d'acqua.

Figura 15.1 - Zone oggetto del sopralluogo.

Si segnalano diversi argini crollati. In prossimità della SS 106, sulla sponda sinistra i grossi massi in calcestruzzo posti a protezione risultano divelti in più punti. La fig. 15.2 mostra i massi scardinati dalla forza dell'acqua. Nella fig. 15.3 è riportato lo stralcio della CTR.

Figura 15.2 - Blocchi in calcestruzzo divelti poco a monte dal ponte sulla SS106.

Figura 15.3 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 15.2.

La fig. 15.4 mostra i ponti ferroviario e stradale sulla SS 106, si nota un certo accumulo di materiale alluvionale in destra idraulica. Nella fig. 15.5 è riportato lo stralcio della cartografia IGM 25 di questa zona.

A circa un km e mezzo a monte, non lontano dalla SP 154, viene segnalato il crollo dell'argine sulla sponda destra. Nella fig. 15.7 è evidenziato lo stralcio della cartografia IGM 25 della zona. In base alle tavole sugli effetti al suolo pubblicate sul sito dell'Autorità di Bacino della Calabria, sulla fiumara in questione risultano essere segnalati dei danni anche a monte del tratto relativo al presente sopralluogo.

Figura 15.4 - Ponti ferroviario e stradale sulla SS 106.

Figura 15.5 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 15.4.

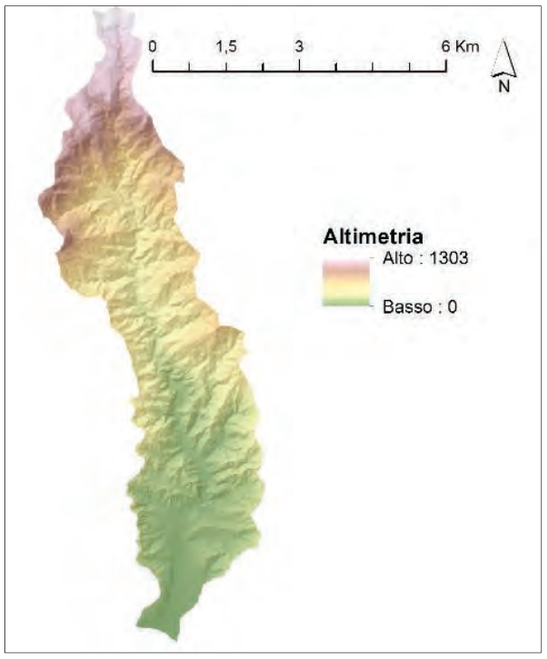
Figura 15.6 - Crollo argine in sponda dx.

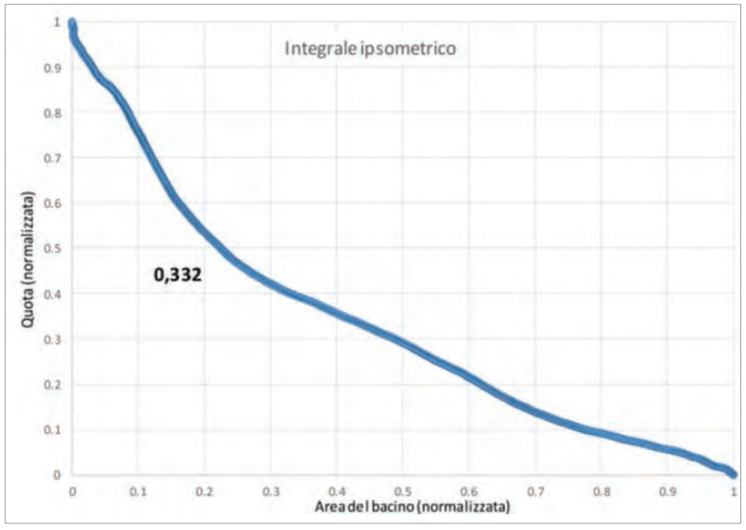
Figura 15.7 - Stralcio della CTR relativa alla fig. 15.6.

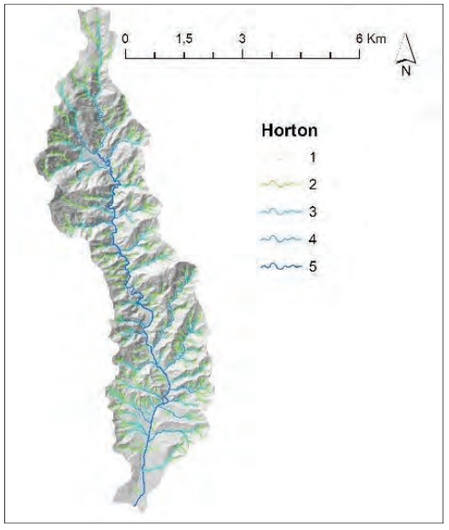
5.16 Fiumara SAN PASQUALE

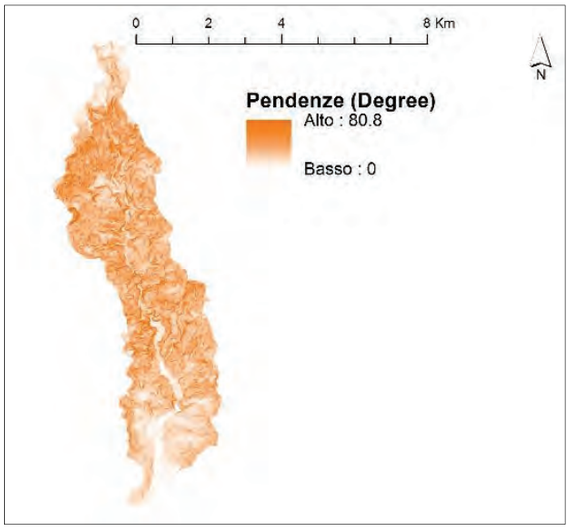
La fiumara San Pasquale nasce dall'omonimo promontorio nel comune di Bova, per poi attraversare Bova Marina e sfociare nel mar Ionio. L'area del bacino è di 25.88 km^2, la lunghezza dell'asta principale è pari a 16.26 km e l'altitudine media pari a 434.71 m s.l.m.

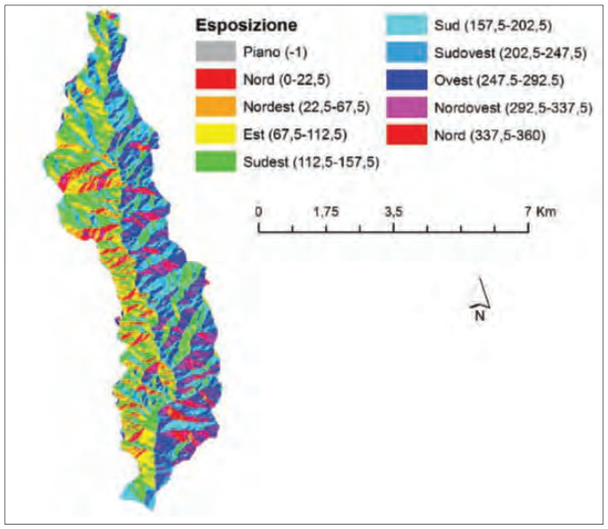
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella seguente figura vengono riportate le zone esaminate in tale monografia, relative alla fiumara San Pasquale, riportanti le maggiori criticità idrauliche.

Figura 16.1 - Zone oggetto del sopralluogo.

Nella zona che va dallo sbocco a mare fino a località Cunicolo (comune di Bova Marina), la fiumara risultava in data 04/11/2015 con deflusso di importante entità delle acque. Evidenti i segni derivanti dalle piogge alluvionali, con crolli di arginatura, accumulo di materiale alluvionale e dissesto della strada a margine del corso d'acqua (sponda sinistra). Si segnala che l'argine sinistro in prossimità dello sbocco risulta eroso con dissesto diffuso. In prossimità della foce, fig. 16.2, l'argine destro risulta dissestato. Nella fig. 16.3 è riportato uno stralcio della relativa CTR.

La fig. 16.4 mostra il ponte stradale sulla SS 106 libero da ostruzioni. Nella fig. 16.5 è riportato uno stralcio della relativa CTR.

Figura 16.2 - Argine dx dissestato presso la foce.

Figura 16.3 – Stralcio della CTR relativa alla fig.16.2.

Figura 16.4 - Ponte stradale sulla SS 106.

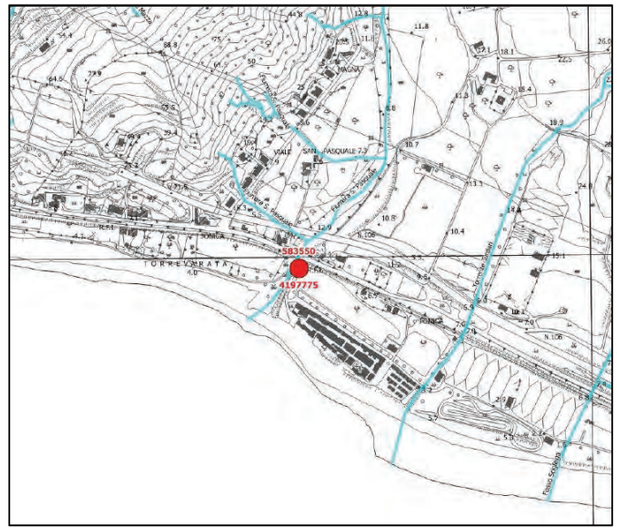


Figura 16.5 - Stralcio della CTR relativa alla fig.16.4.

Salendo per circa 1 km a monte rispetto al ponte stradale, si trova una briglia distrutta (fig. 16.6).

Nella medesima zona, si registrano accumuli di materiale alluvionale, illustrati in fig. 16.7. Nella fig. 16.8 è riportato lo stralcio della CTR relativa alla zona individuata dalle figure 16.6 e 16.7.

Figura 16.6 - Briglia distrutta a 1 km a monte del ponte stradale sulla SS 106.

Figura 16.7 - Sovralluvionamento a circa 1 km a monte del ponte stradale su SS 106.

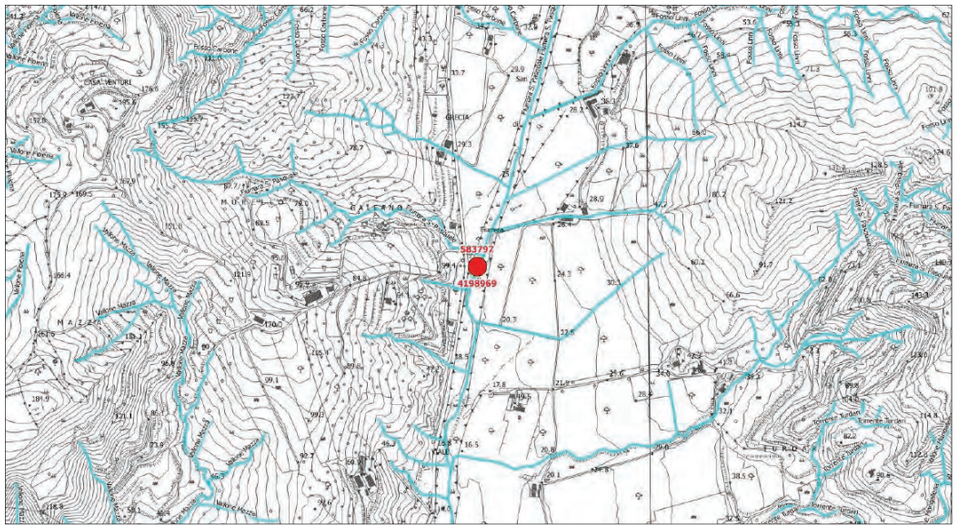


Figura 16.8 – Stralcio della CTR relativa alle figure 16.6 e 16.7.

A circa 2 km a monte della segnalazione precedente, è presente un ponte stradale che risulta libero da ostruzioni (figure 16.9 e 16.10). Nella fig. 16.11 è riportato lo stralcio della relativa CTR.

A circa 100 metri a monte del ponte stradale indicato in precedenza, viene segnalata una voragine sulla strada relativamente alla sponda sinistra, con la messa in luce di tubazioni fognanti (fig. 16.12). Uno stralcio della CTR corrispondente è riportato nella fig. 16.13.

Figura 16.9 - Ponte stradale libero da ostruzioni.

Figura 16.10 - Alveo visto dal ponte stradale.

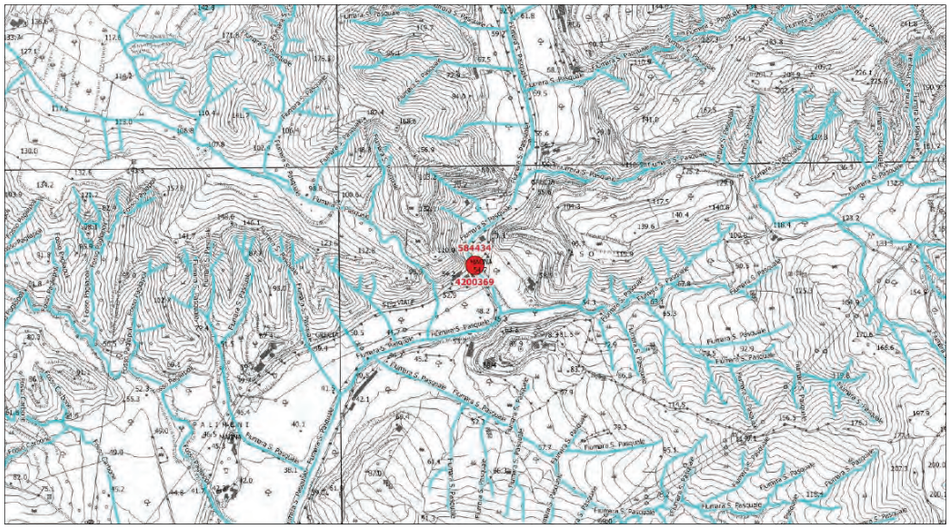


Figura 16.11 – Stralcio della CTR relativa alle figure 16.9 e 16.10.

In località Cunicolo, la fig. 16.14 mostra l'argine destro distrutto per una lunghezza di circa 50 metri. Nella stessa zona, la fig. 16.15 ritrae l'argine sinistro distrutto per una lunghezza di circa 50 metri. Nella fig. 16.16 è riportato lo stralcio della CTR relativa alle figure 16.14 e 16.15.

Figura 16.12 - Voragine su strada in sponda sx.

Figura 16.13 -1 Stralcio della CTR relativa alla fig.16.12.

Figura 16.14 - Argine dx distrutto in località Cunicolo.

Figura 16.15 - Argine sx distrutto in località Cunicolo.

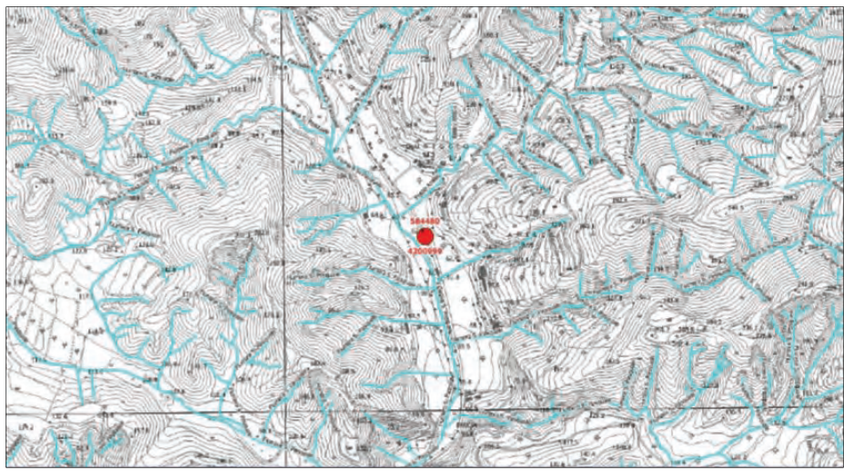


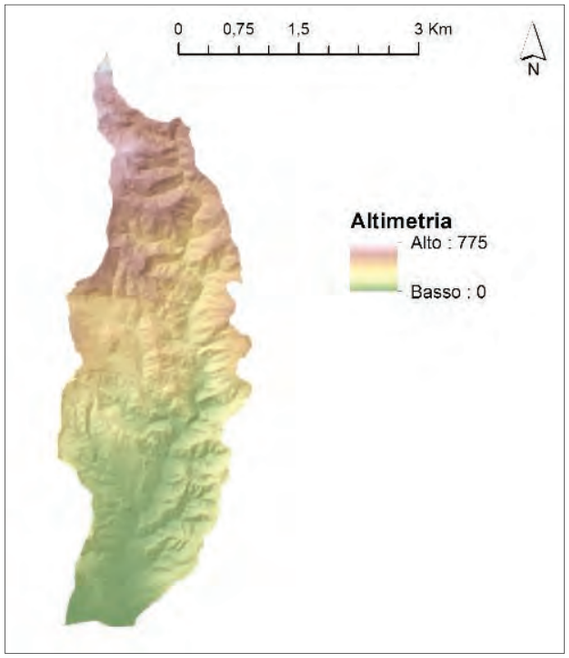
Figura 16.16 – Stralcio della CTR relativa alle figure 16.14 e 16.15.

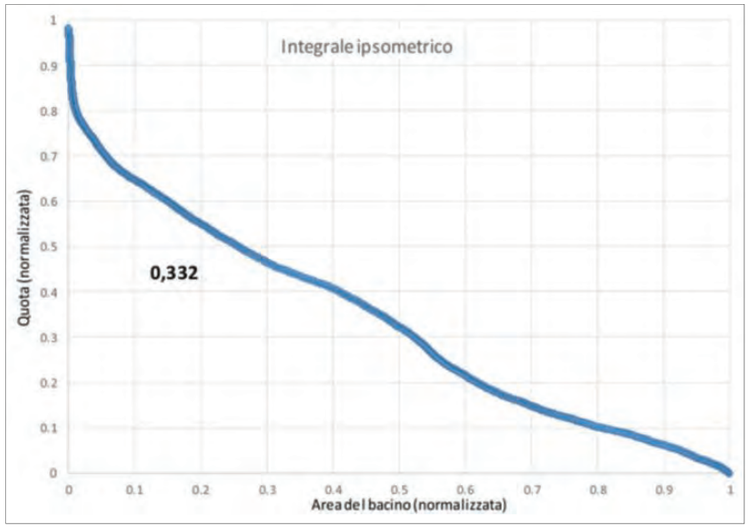
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

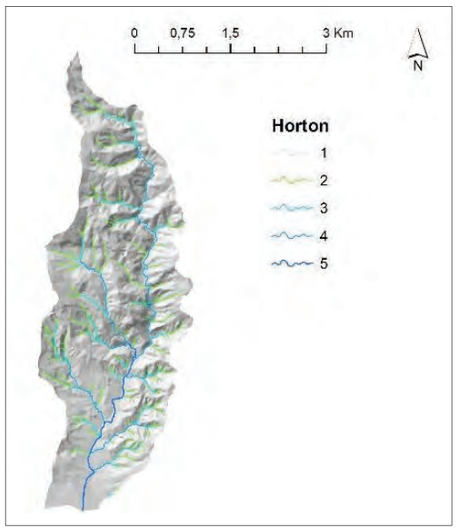
5.17 Fiumara SIDERONI

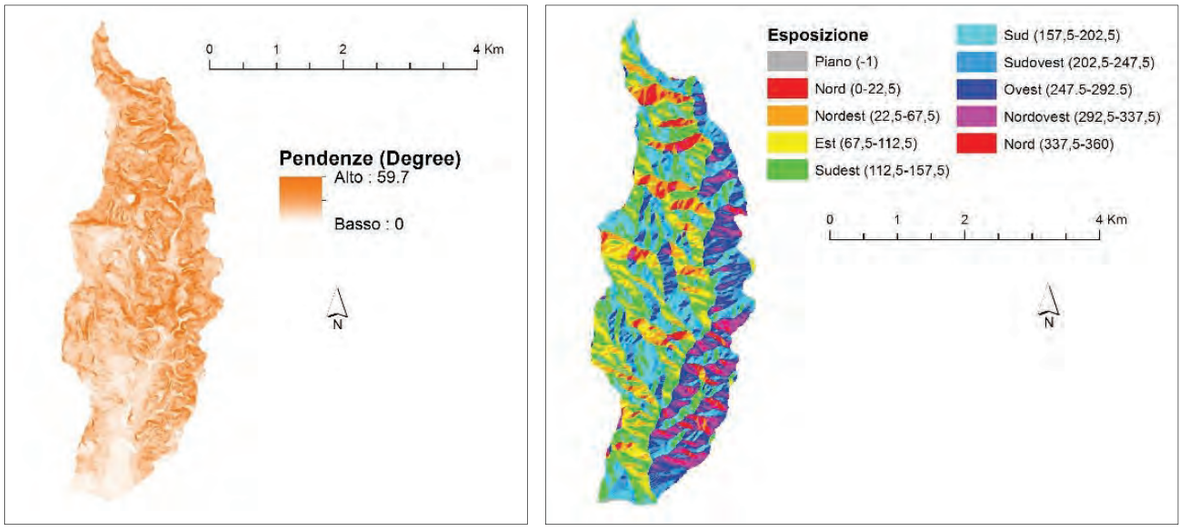
Il torrente Sideroni nasce nel comune di Bova e attraversa Bova Marina, dove sfocia nel mar Ionio. Risalendo il corso del torrente è possibile scorgere, oltre agli agrumeti, anche le "sene" (norie), cioè vecchie opere di ingegneria idraulica per captare l'acqua di falda portandola in superficie, nonché diversi antichi mulini ad acqua costeggianti il torrente. Il bacino ha un'area di 10.77 km^2 e la lunghezza dell'asta principale è di 9.27 km. L'altitudine media del bacino è 255.73 m s.l.m.

- *Caratteristiche geomorfologiche*









- *Eventi storici*

Ottobre 1971. Il torrente Sideroni abbatte il ponte che assicura il collegamento verso l'entroterra con Bova Superiore.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 17.1 sono riportate le zone relative al torrente Sideroni esaminate in un sopralluogo del novembre 2015 relativo alle maggiori criticità idrauliche della fiumara. Il sopralluogo ha riguardato l'asta terminale del torrente (Bova Marina), in particolare dalla foce risalendo fino all'ex convento vescovile in contrada Spina Santa. Il corso d'acqua presenta delle criticità diffuse, gli argini appaiono erosi in più punti con crolli diffusi, la strada posta in adiacenza all'argine sinistro risulta collassata ed impraticabile, gli attraversamenti sono interrotti. Lo sbocco a mare evidenzia accumuli di materiale alluvionale fino alla foce stessa.

Figura 17.1 - Zone analizzate relative al torrente Sideroni.

Il ponte ferroviario, distante poco più di un centinaio di metri dalla foce, appare libero da ostruzioni anche se si evincono fenomeni erosivi sulla sponda sinistra (fig. 17.2).

Figura 17.2 - Ponte ferroviario sul torrente Sideroni.

Figura 17.3 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 17.2.

A monte dell'abitato di Bova Marina, a più di 100 metri a valle dell'Azienda Agrituristica "La Spina Santa", si rilevano fenomeni di sovralluvionamento (fig. 17.4).

Figura 17.4 - Sovralluvionamento a valle dell'Agriturismo "La Spina Santa".

Figura 17.5 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 17.4.

Nella zona sita a circa 100 metri a valle rispetto all'ex convento vescovile, l'argine destro risulta crollato per circa 200 metri (fig. 17.6).

Figura 17.6 - Argine crollato a valle dell'ex convento.

Figura 17.7 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 17.6.

Salendo per più di 50 metri a monte rispetto alla zona precedente, l'arginatura sinistra risulta divelta (fig. 17.8). Nella fig. 17.9 è riportato lo stralcio della CTR corrispondente.

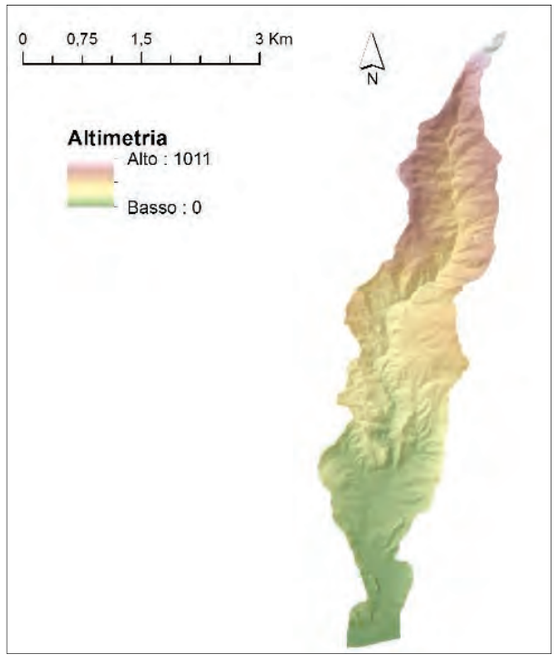
Figura 17.8 - Argine divelto a valle dell'ex convento (in sx idraulica).

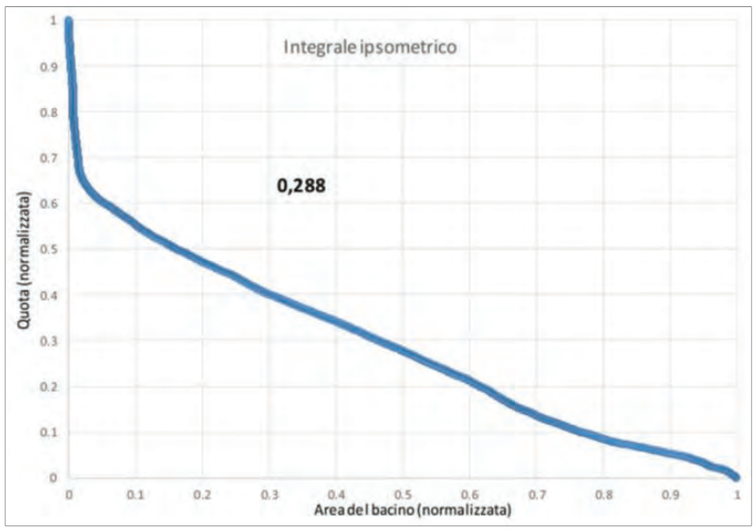
Figura 17.9 – Stralcio della CTR relativa alla fig. 17.8.

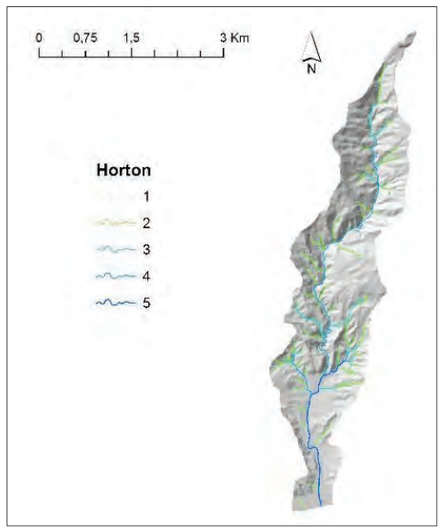
5.18 Fiumara VENA

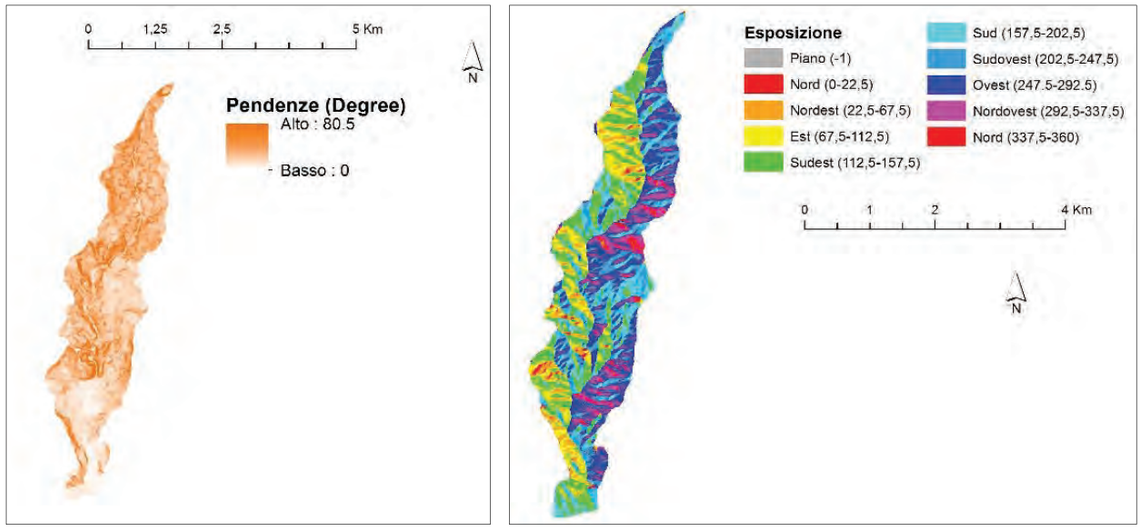
Il torrente Vena nasce ai piedi di Bova per poi attraversare il comune di Bova Marina e sfociare nel mar Ionio. Con la sua forza erosiva ha scavato dei veri e propri canyon, risultato di fenomeni erosivi dell'acqua in rocce compatte e resistenti che generano valli strette con pareti molto ripide. Il bacino ha un'area di 7.95 km^2, una lunghezza dell'asta principale di 9.44 km e un'altitudine media di 290.50 m s.l.m.

- *Caratteristiche geomorfologiche*









- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella fig. 18.1 sono riportate le zone oggetto del sopralluogo effettuato il 4 novembre 2015 sul torrente Vena, in cui sono state rilevate le maggiori criticità idrauliche. In particolare le foto, le CTR e le informazioni qui presenti sono state ricavate da schede di segnalazione compilate da ufficiali e sorveglianti dell'azienda Calabria Verde appartenente alla Regione Calabria. Nel momento in cui è stato fatto il sopralluogo (nel comune di Bova Marina), risulta esservi un deflusso di magra. Sono presenti accumuli di materiale in alveo trasportato dalle recenti piogge, evidenti segni di dissesto diffuso, in particolare nelle arginature. I ponti (stradale sulla SS 106 e ferroviario) risultano essere liberi da impedimenti. Alla foce si riscontra una notevole quantità di materiale alluvionale trasportato da monte. In prossimità dello sbocco, la strada posta in sinistra idraulica (Via Marina) appare dissestata con messa in luce di tubazioni (figure 18.2 e 18.3).

Figura 18.1 - Zone esaminate nel sopralluogo della fiumara Vena. A destra vista d'insieme da ortofoto (GE)

Figura 18.2 - Strada dissestata (Via Marina, prossimità della foce).

Figura 18.3 - Stralcio della CTR relativa alla fig.18.2.

Come evidenziato nella fig. 18.4 (mappa 18.5), il ponte stradale della SS 106 e quello ferroviario risultano liberi da particolari ostruzioni.

Figura 18.4 - Ponti stradale e ferroviario sul torrente Vena.

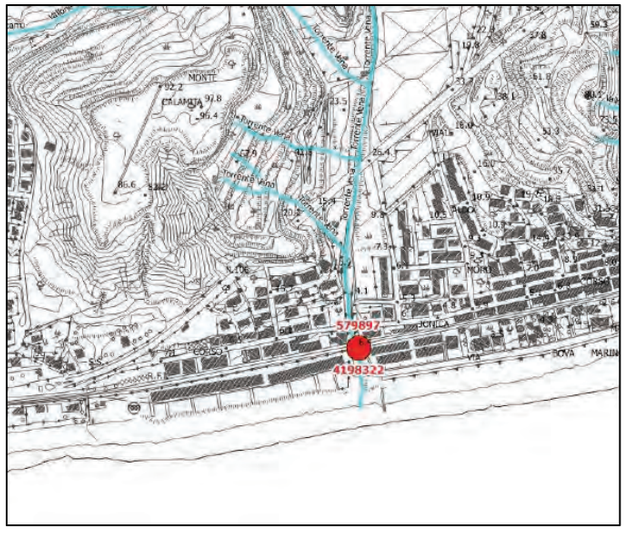


Figura 18.5 - Stralcio della CTR relativa alla fig.18.4.

Nei pressi della zona industriale, l'argine in sinistra idraulica risulta dissestato e si registrano accumuli di materiale alluvionale (fig. 18.6 e mappa 18.7). Salendo più a monte, in una zona in prossimità dell'Agriturismo Rio Rosa, il ponte stradale ivi presente risulta libero da ostruzioni (fig. 18.8 e mappa 18.9).

Figura 18.6 - Argine dissestato nei pressi della zona industriale.

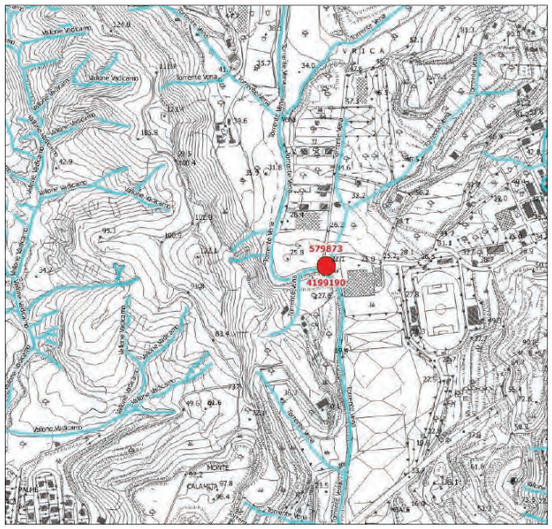


Figura 18.7 - Stralcio della CTR relativa alla fig.18.6.

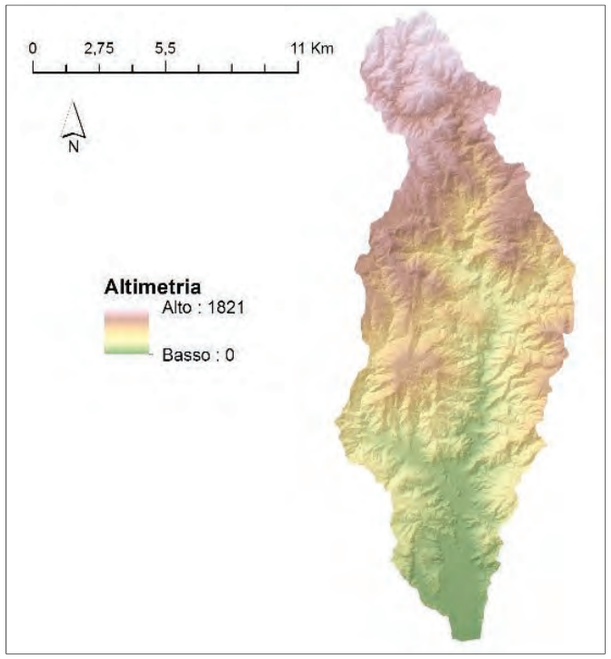
Figura 18.8 - Ponte stradale prossimo ad Agriturismo Rio Rosa.

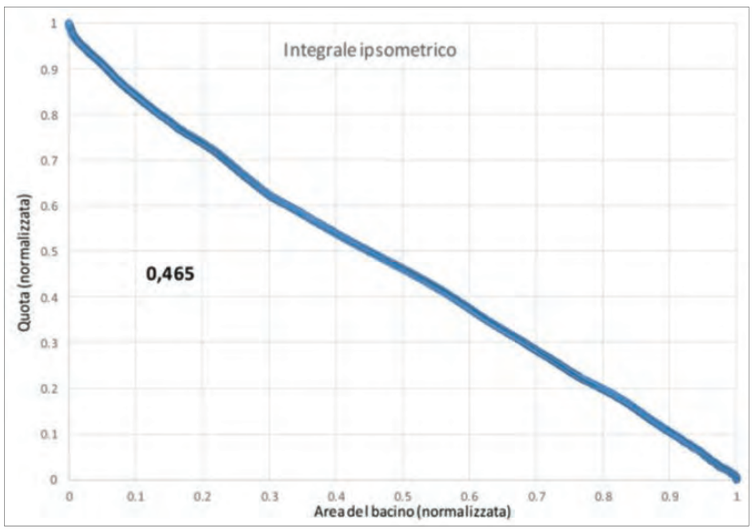
Figura 18.9 - Stralcio della CTR relativa alla fig.18.8.

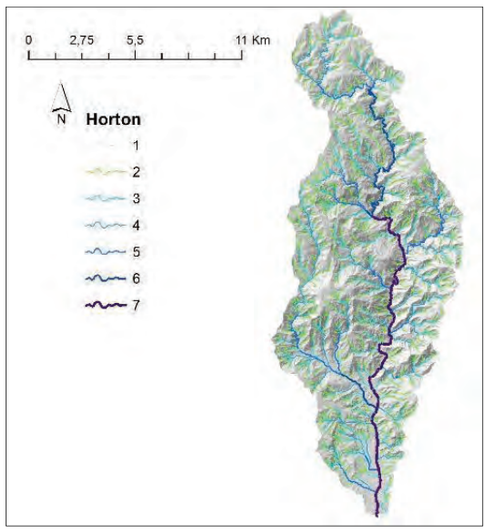
5.19 Fiumara AMENDOLEA

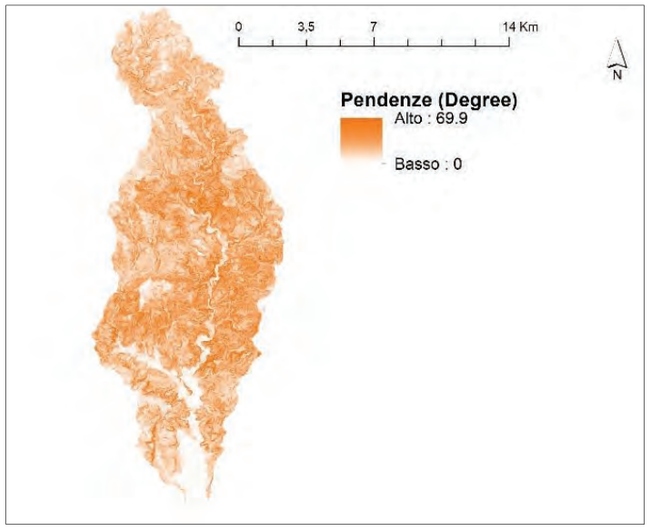
La fiumara Amendolea nasce nel cuore del Parco nazionale dell'Aspromonte, creando meravigliose cascate per poi sfociare nel Mar Jonio, nei pressi di Condofuri. La cospicua produzione di materiale solido, il cui deposito caratterizza le maestose golene della fiumara, trova origine dall'enorme frana "Colella" situata nella parte montana del bacino. La fiumara, scendendo da ripidi versanti, ha creato nei millenni la rigogliosissima e fertile Valle dell'Amendolea. Il suo principale affluente è il torrente Menta, sul quale è stata costruita una diga (Diga del Menta), un altro affluente è il torrente Condofuri. L'area del bacino è di 150.38 km^2, la lunghezza dell'asta principale è di 41.21 km e l'altitudine media 848.05 m s.l.m.

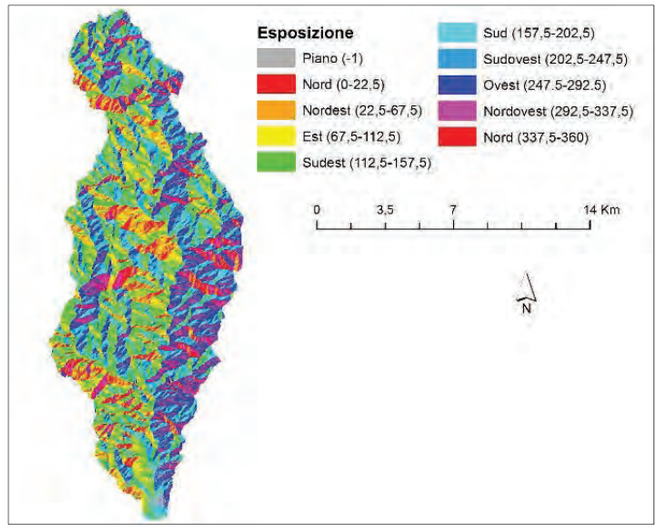
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1971. Il paese viene scalzato al piede delle acque della fiumara Amendolea.

Ottobre 1971. La fiumara Amendolea travolge il ponte della ferrovia.

Gennaio 2009. Pericolo di straripamento della Fiumara Amendolea nella zona Cimitero, zona Ponte, strada Provinciale zona Mazzabarone, in corrispondenza dell'abitato di San Carlo ed in località Zirri. Pericolo di straripamento della Fiumara Pisciato in località Carcara e sulla strada Muccari.

Gennaio 2010. Pericolo straripamento Fiumara Amendolea e Torrente Pisciato.

Novembre 2011. Crollo di argini e danneggiamento di coltivazioni.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 19.1 sono riportate le zone della fiumara Amendolea esaminate nel sopralluogo.

Figura 19.1 - Fiumara Amendolea. Zone oggetto del sopralluogo del novembre 2015.

Le foto e le informazioni riportate sono state ricavate da schede di segnalazione compilate da ufficiali e sorveglianti dell'azienda Calabria Verde appartenente alla Regione Calabria.

Nel tratto che va dalla foce fino alla confluenza con il torrente Condofuri, si registra la presenza di banchi di materiale alluvionale proveniente da monte, per l'intera sezione idraulica, nonché una forte azione erosiva dell'acqua su ambo le arginature, con conseguente cedimento di alcuni argini. L'enorme portata di materiale alluvionale proveniente da monte ha prodotto un allungamento considerevole della punta della foce. Nella fig. 19.2 è evidenziato un evidente sovralluvionamento nell'area del ponte stradale sulla SS 106 e di quello ferroviario in prossimità della foce. La mappa che localizza l'area è riportata in fig. 19.3.

Figura 19.2 - Sovralluvionamento nella zona dei ponti ferroviario e stradale sulla SS 106.

Figura 19.3 - Stralcio della CTR relativa alla fig.19.2.

Dalle figure 19.4 e 19.5 si evince come un banco di materiale alluvionale riseziona l'arginatura destra, poco a valle di via Torre (Condofuri). La localizzazione della relativa sezione fluviale è riportata nella mappa in fig. 19.6.

Figura 19.4 - Risezionatura argine dx vicino via Torre.

Figura 19.5 - Sovralluvionamento vicino via Torre.

La fig. 19.7 mostra il ponte che collega la strada provinciale per Condofuri Superiore con la strada comunale di Amendolea, mentre la fig. 19.8 mostra un argine sinistro distrutto nella medesima zona. Nella fig. 19.9 è riportato lo stralcio della CTR dell'area in questione.

Figura 19.6 - Stralcio della CTR relativa alle figure 19.4 e 19.5.

Figura 19.7 - Ponte tra la SP per Condofuri e la strada per Amendolea.

Figura 19.8 - Crollo dell'argine in sx idraulica vicino al ponte.

Figura 19.9 - Stralcio della CTR relativa alle figure 19.7 e 19.8.

Nella fig. 19.10 si evince una forte erosione dell'argine sinistro in prossimità della confluenza tra l'Amendolara e il torrente Condofuri. Nella fig. 19.12 è evidenziata la localizzazione del sito relativo alla fig. 19.11.

A partire dalla confluenza sovra detta e risalendo il torrente Condofuri (affluente dell'Amendolea) fino al municipio dell'omonimo comune, esso presenta evidenti segni di piena fluviale. Si riscontrano argini divelti in alcuni punti con presenza di un'enorme quantità di materiale alluvionale su tutta la sezione idraulica, sono evidenti i segni di una forte azione erosiva dell'acqua in prossimità delle arginature sulla sponda destra. La fig. 19.13 denota il fenomeno del sovralluvionamento in prossimità del ponte stradale della strada provinciale Condofuri Superiore che conduce alla frazione di Carcara. Nella fig. 19.14 è riportato uno stralcio della corrispondente CTR 25.

Figura 19.11 - Erosione argine sinistro vicino la confluenza.

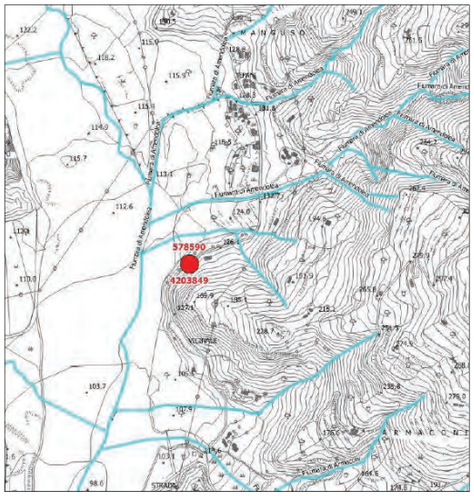


Figura 19.12 – Localizzazione sulla CTR dell'area in fig.19.11.

Figura 19.13 - Sovralluvionamento sul ponte che porta alla frazione di Carcara.

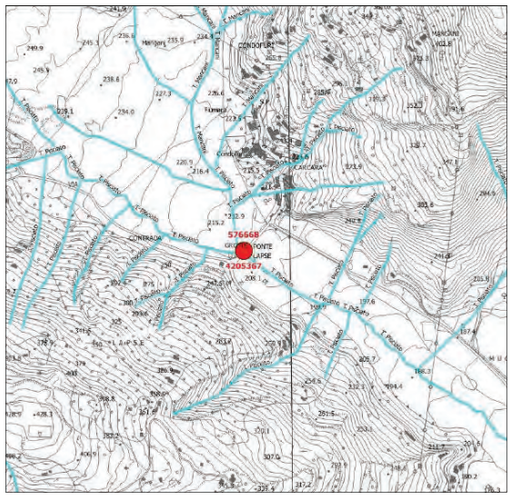


Figura 19.14 - Stralcio della CTR relativa alla fig.19.12.

Nella fig. 19.15 si evidenzia l'erosione dell'argine destro a circa 400 metri a valle di Condofuri Superiore. Nella fig. 19.16 è riportato lo stralcio della relativa CTR. Infine, in fig. 19.17 si indica, a circa 200 metri a valle dell'abitato di Condofuri Superiore, il crollo di un'arginatura in destra e fenomeni diffusi di erosione d'alveo. Nella fig. 19.18 è riportato lo stralcio della CTR corrispondente.

Figura 19.15 - Argine dx eroso a 400 m a valle di Condofuri Superiore.

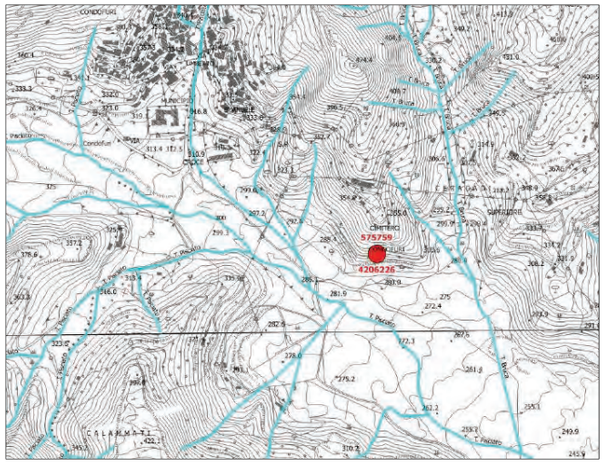


Figura 19.16 - Stralcio della CTR relativa alla fig.19.15.

Figura 19.17 - Crollo arginatura in dx a circa 200 m a valle di Condofuri Superiore.

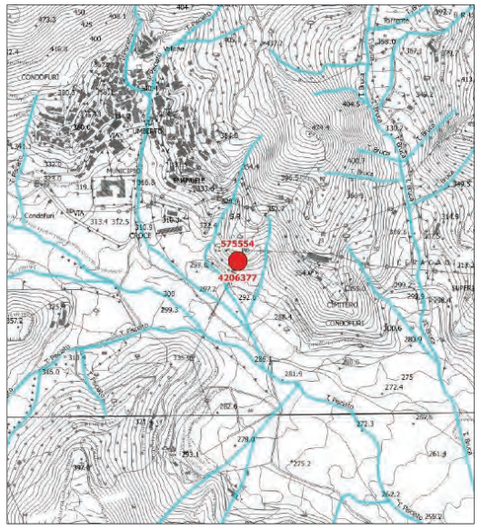
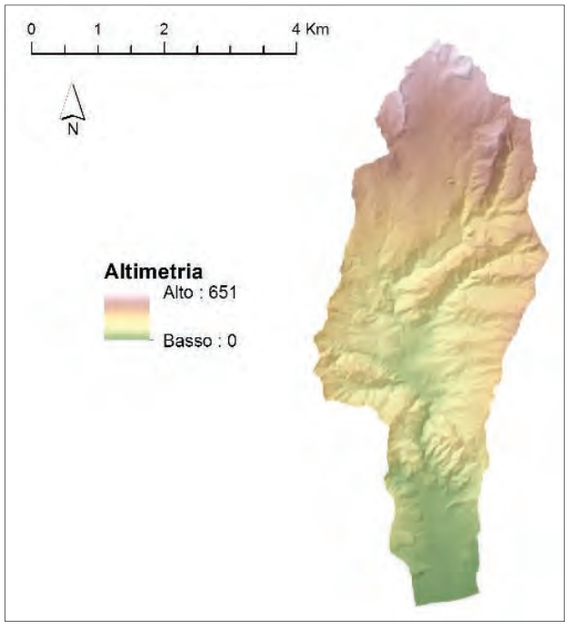


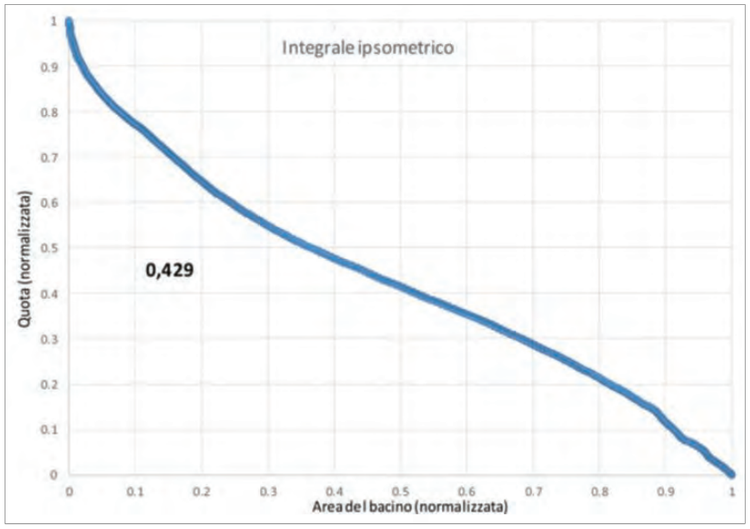
Figura 19.18 - Stralcio della CTR relativa alla fig. 19.17.

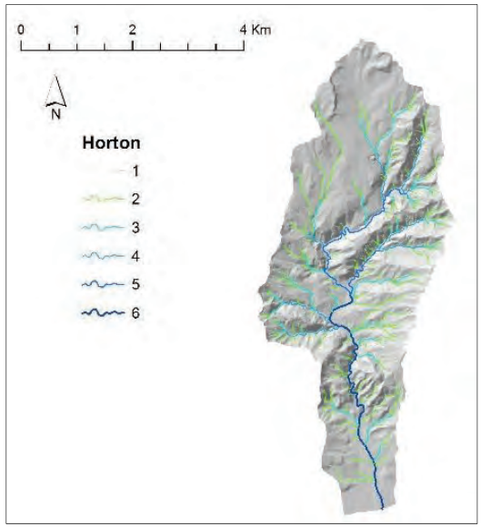
5.20 Fiumara ACRIFA

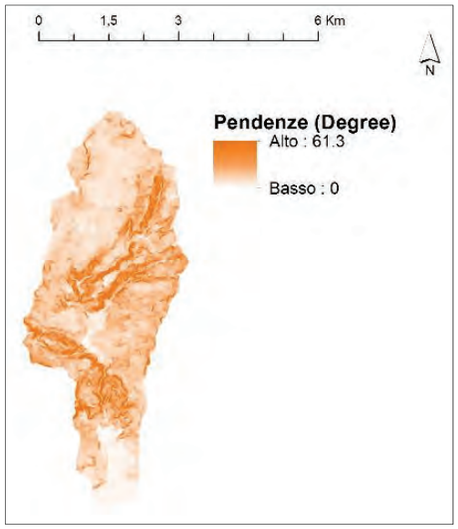
La fiumara Acrifa ha un'area di 17.32 km^2, la lunghezza dell'asta principale è di 10.77 km e l'altitudine media 278.66 m s.l.m.

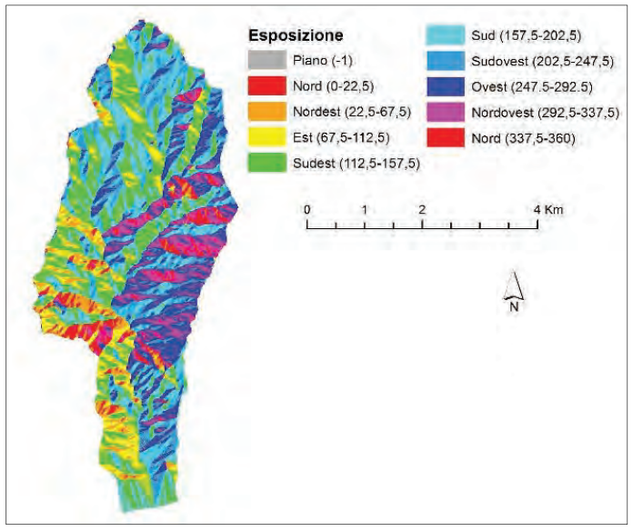
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

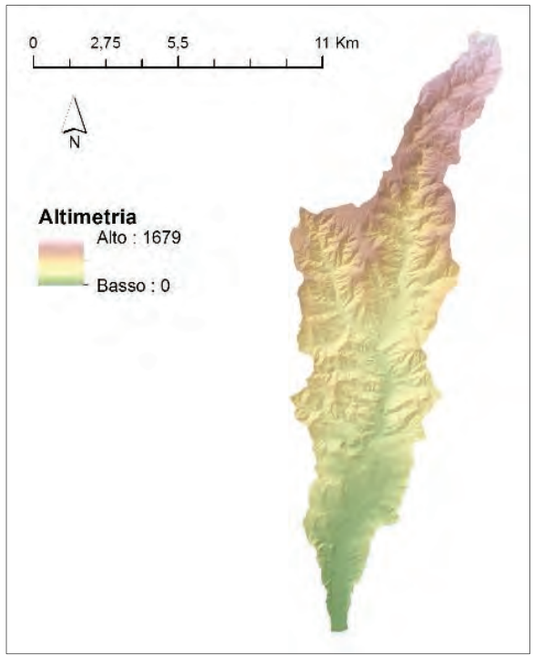
Ottobre 1971. Interrotto il traffico perché un convoglio ferroviario deraglia a causa della presenza di fango trasportato sulle rotaie dal torrente Acrifa.

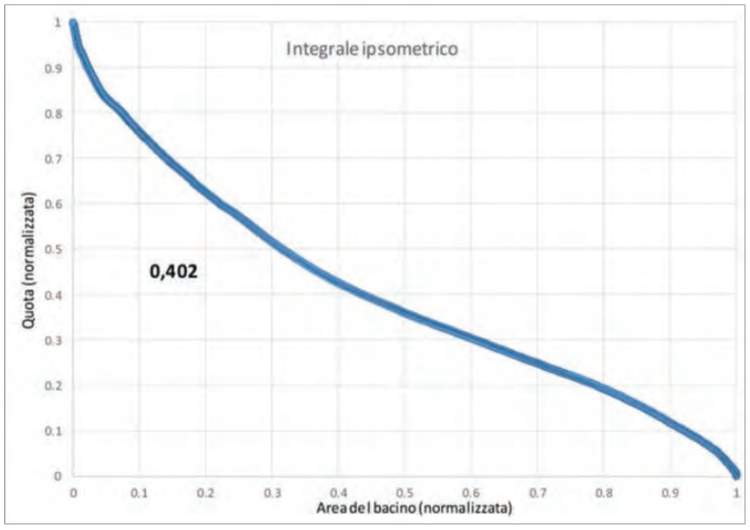
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

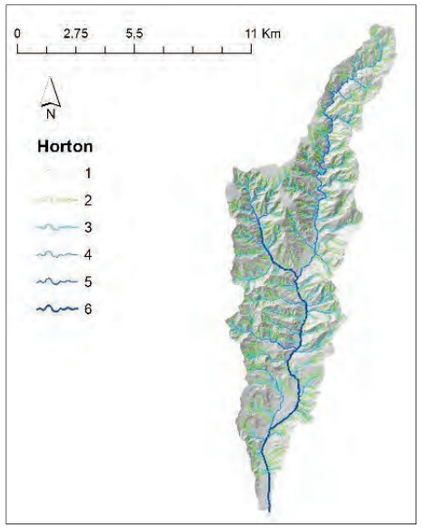
5.21 Fiumara MELITO

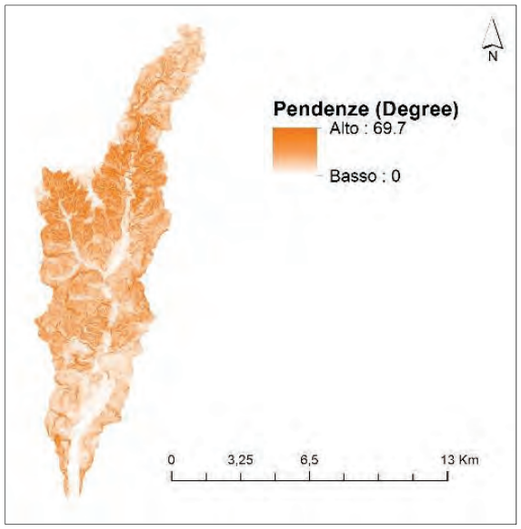
La fiumara Melito nasce a 1588 metri s.l.m. nella località Cufalo-Pantanizzi (Bagaladi) caratterizzata da gole di granito. Essa delimita per una buona parte del suo corso i comuni di Bagaladi e San Lorenzo, in un tortuoso percorso nella vallata del Tuccio, per poi sfociare a Melito di Porto Salvo nel mar Ionio. Ha come affluente principale la fiumara Paludi. Il suo bacino ha un'area di 80.01 km^2, lunghezza dell'asta principale di 29.96 km e altitudine media di 673.19 m s.l.m.

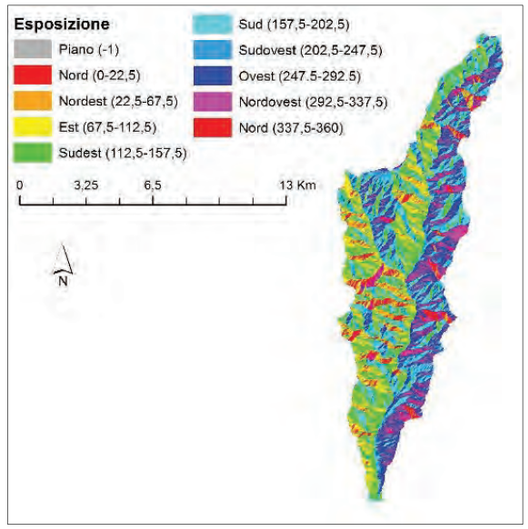
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1953. A Torre del Salto di S. Lorenzo danni al cimitero per l'ingrossamento del torrente Spinosanto. Presso l'argine destro della strada, verso la stazione ferroviaria, è crollato un muro di sostegno.

Ottobre 1951. Esondazioni nel medio e basso corso.

Ottobre 1971. La fiumara di Melito deposita detriti sulla carreggiata della SS 106 e interrompe il traffico.

Ottobre 1971. La fiumara di Melito distrugge il ponte sull'unica via di accesso alla frazione Prunella che rimane completamente isolata.

Ottobre 1951. Pentadattilo è circondato da frane. Il Melito che scorre nei suoi pressi rompe gli argini vicino alla SS per Bova Marina.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nella figura 21.1 sono riportate le zone esaminate nel sopralluogo della fiumara Melito, riportanti le maggiori criticità idrauliche.

Figura 21.1 - Zone analizzate nel sopralluogo relative alla fiumara Melito.

Figura 21.2 - Dettaglio della frazione Chorio di San Lorenzo.

Figura 21.3 - Dettaglio dell'abitato di Bagaladi.

In località Chorio, frazione del comune di San Lorenzo, si registra un accumulo di materiale alluvionale fine trasportato da monte che ostruisce quasi del tutto le due luci del ponte SP 3 per Gambarie (fig. 21.4). Tale ponte attraversa la fiumara Targhe, ovvero un affluente del Melito, dove la luce si è ridotta ad appena 60 cm. In caso di piogge forti potrebbero verificarsi esondazioni della fiumara. In corrispondenza del dissesto, su entrambe le sponde, sorgono edifici per civile abitazione.

Figura 21.4 - Ponte della SP 3 sul Targhe in località Chorio.

Figura 21.5 – Localizzazione della fig. 21.4.

Sempre in località Chorio, sul Melito, più a monte rispetto alla segnalazione precedente, un muro d'argine risulta dissestato. In particolare, il muro lungo circa 120 m risulta divelto per circa 40 m in corrispondenza del centro abitato. Tale muro, da ispezioni precedenti gli eventi del 31/10 - 01/11/2015, risultava

solamente scalzato alla base. In prossimità del muro dissestato insistono terreni adibiti ad agrumeti ed una cabina in calcestruzzo probabilmente di condotta idrica (fig. 21.6).

Figura 21.6 - Muro dissestato in località Chorio.

Figura 21.7 - Localizzazione della fig. 21.6.

Nella zona del Melito adiacente all'abitato di Bagaladi, in corrispondenza del campo sportivo, una passerella carrabile risulta dissestata. La prima pila della passerella sulla sponda sinistra risulta scalzata alle fondamenta, essa poggia su quattro pali in calcestruzzo del diametro di 50 cm (fig. 21.8). Il dissesto si è verificato in seguito al cedimento della soglia di protezione della passerella, lunga circa 80 m e divelta per un tratto di 20 m circa, nello specifico è spezzata in più tronconi e riversa in alveo. Tali danneggiamenti non erano presenti nelle ispezioni antecedenti gli eventi del 31/10 - 1/11/2015.

Figura 21.8 - Prima pila sulla sponda sx della passerella nei pressi di Bagaladi.

Figura 21.9 - Stralcio dell'IGM 25 relativo al dissesto della fig. 21.8.

Qualche metro più a monte rispetto alla passerella, sulla sponda sinistra è presente un muro d'argine in muratura a piastra e in calcestruzzo lungo circa 150 m, che risulta divelto in più punti (fig. 21.10). A ridosso del muro, sulla stessa sponda, si trovano terreni destinati a coltivazioni arboree. Il dissesto non era presente nelle ispezioni antecedenti gli eventi del 31/10 - 1/11/2015.

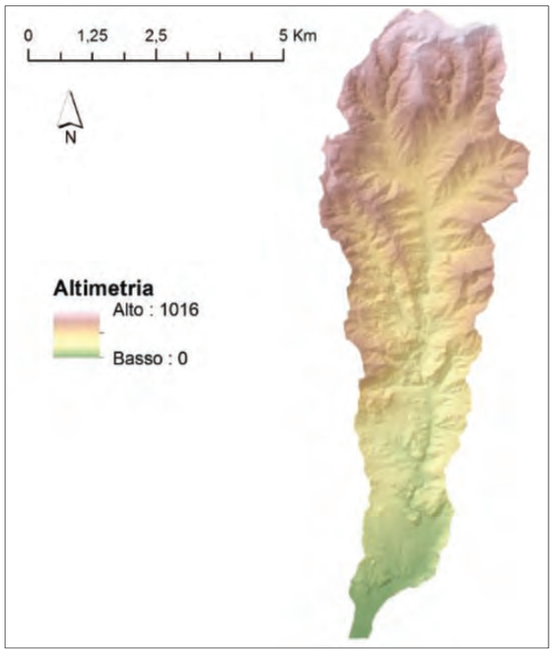
Figura 21.10 - Muro divelto a monte della passerella.

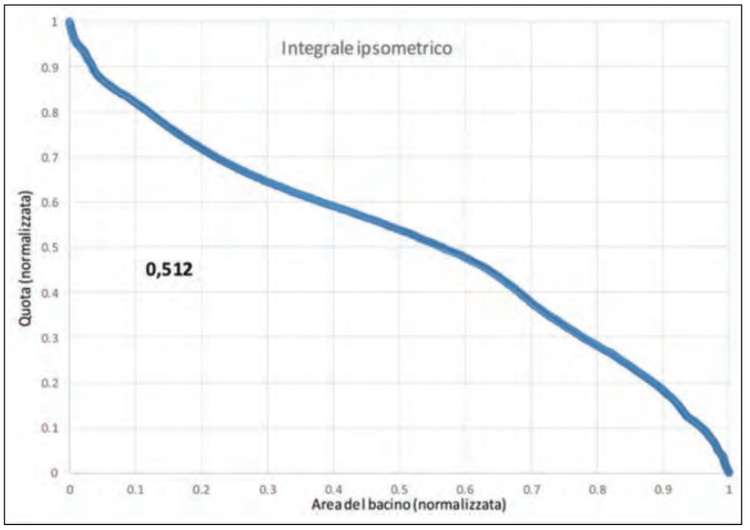
Figura 21.11 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 21.10.

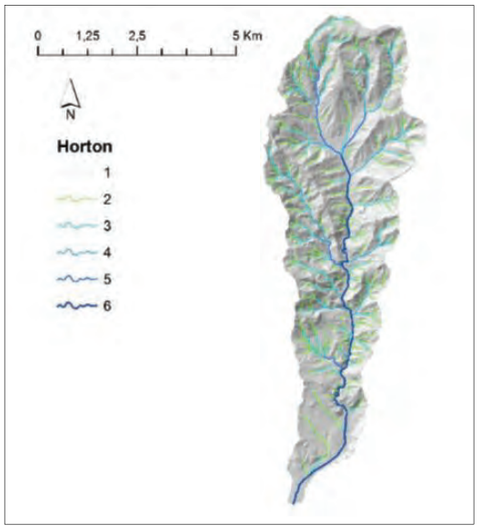
5.22 Fiumara SANT'ELIA

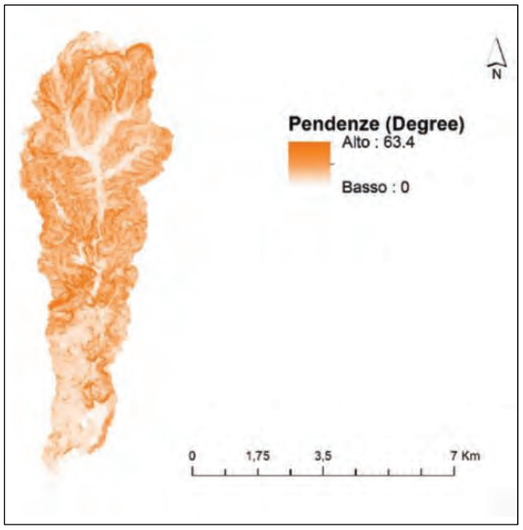
La fiumara Sant'Elia è caratterizzata da un bacino idrografico con area 28.95 km², lunghezza dell'asta principale 16.00 km e altitudine media 520.51 m s.l.m.

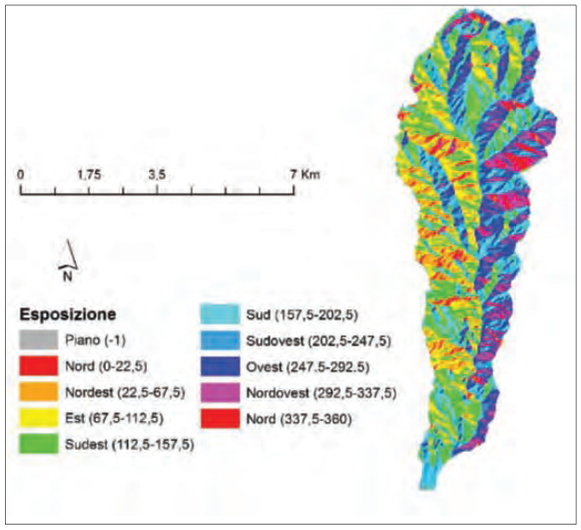
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1953. Rotti gli argini in più punti per una lunghezza complessiva di 350 metri. Danni gravi all'abitato di Annà ed erosioni sulla SS 106.

Ottobre 1953. Interruzioni stradali e ferroviarie fra Saline-Pellaro dovute all'esondazione di molti fiumi.

Novembre 1976. Le fiumare Calamaci e San Pietro straripano, provocando danni al centro abitato.

Dicembre 1976. Si segnalano violente piene delle fiumare Colamaci e San Pietro, che provocano allagamenti di campagne e case coloniali.

Dicembre 1976. I corsi d'acqua sono in piena e rendono difficile il transito lungo la SS 106.

Dicembre 1976. Le fiumare Colamaci e San Pietro, in piena, minacciano l'abitato.

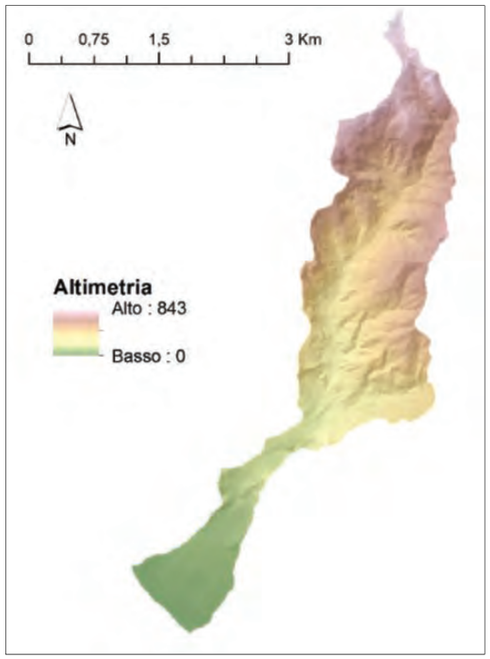
Dicembre 2008. Allagamenti si sono verificati sulla Statale 106, all'altezza dell'ingresso sud di Saline, dove un torrente è straripato invadendo e mettendo in crisi la circolazione sulla statale, e allagando alcune aziende agricole con danni alle serre e alle colture. A Sant'Elia un paio di case si sono allagate.

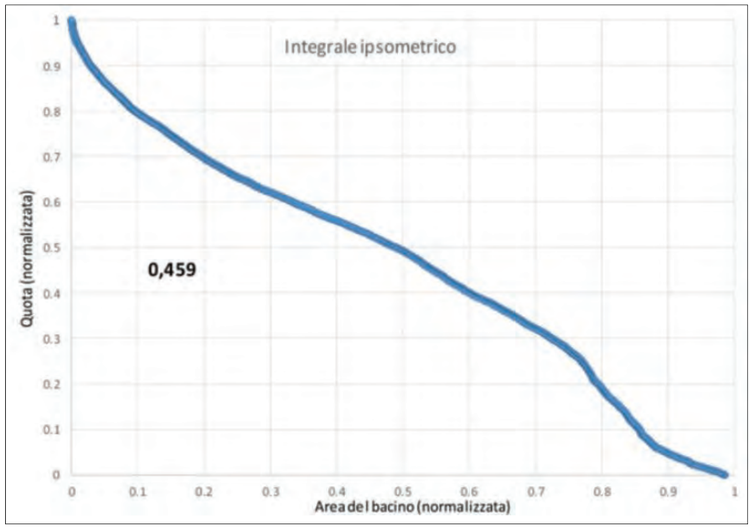
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

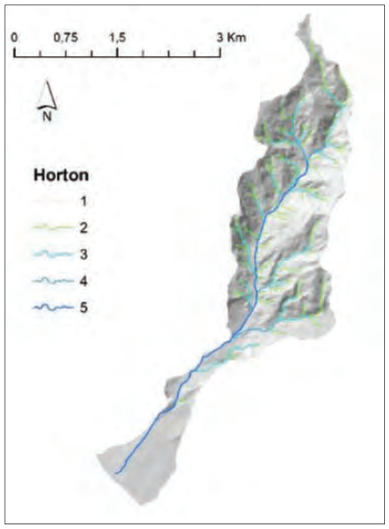
5.23 Fiumara MOLARO II

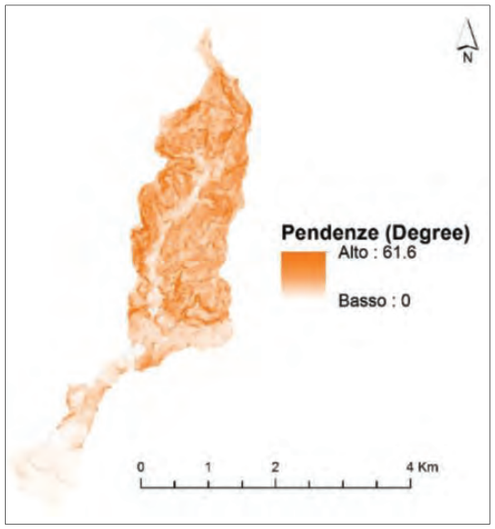
La fiumara Molaro II ha un bacino idrografico con area 7.14 km^2, lunghezza dell'asta principale 8.74 km e altitudine media 388.07 m s.l.m.

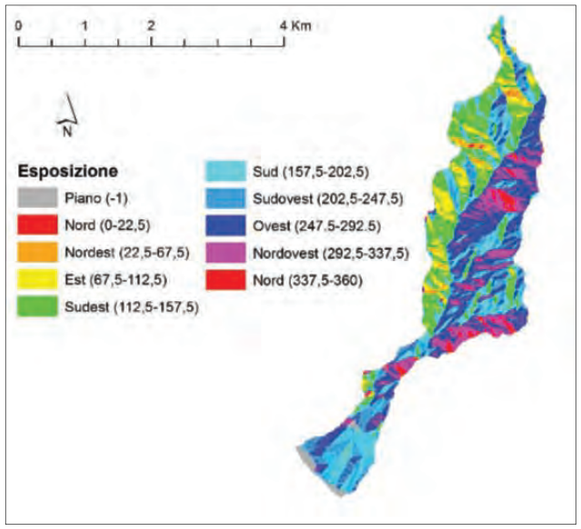
- *Caratteristiche geomorfologiche*









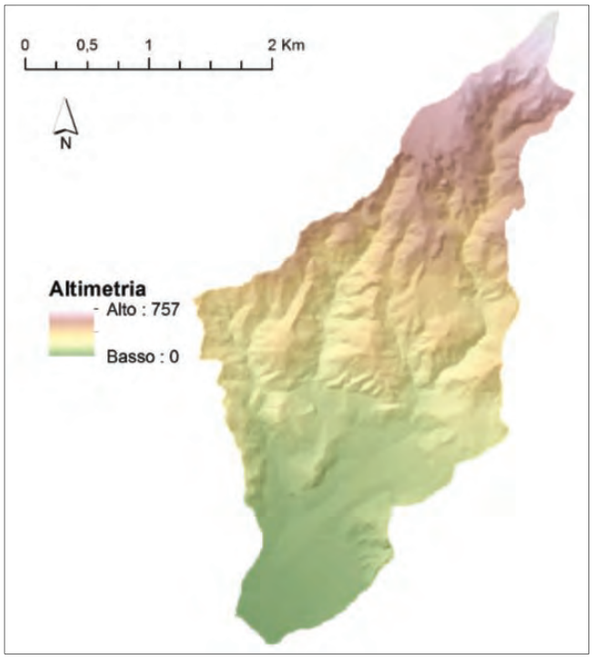


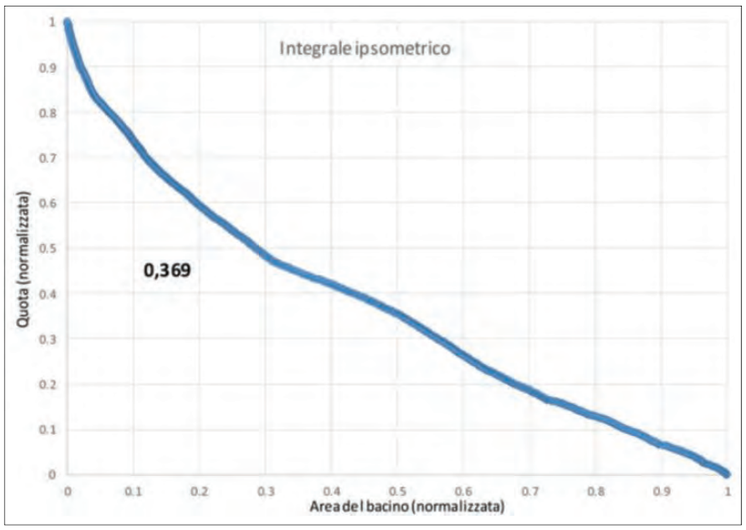
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

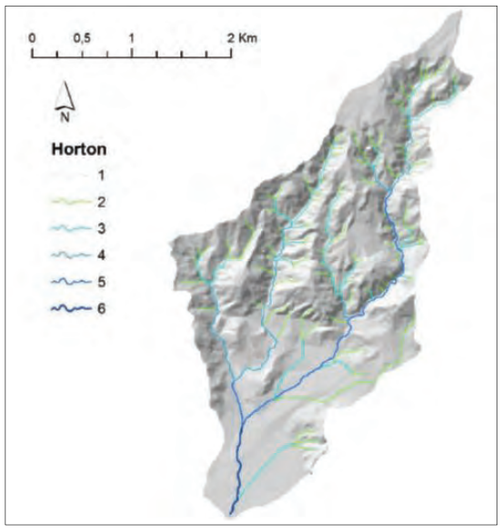
5.24 Fiumara MOLARO I

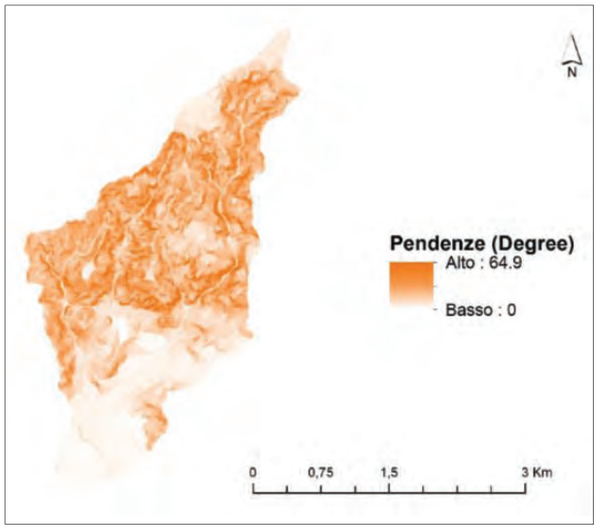
La fiumara Molaro I ha un bacino idrografico con area 7.29 km^2, lunghezza dell'asta principale 6.39 km e altitudine media 276.68 m s.l.m.

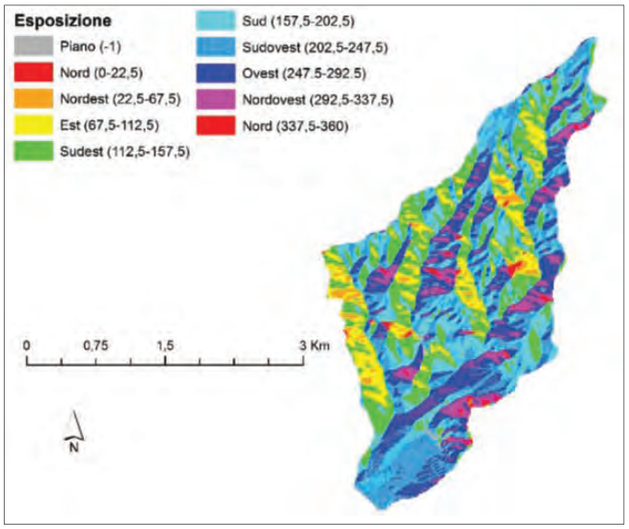
- *Caratteristiche geomorfologiche*









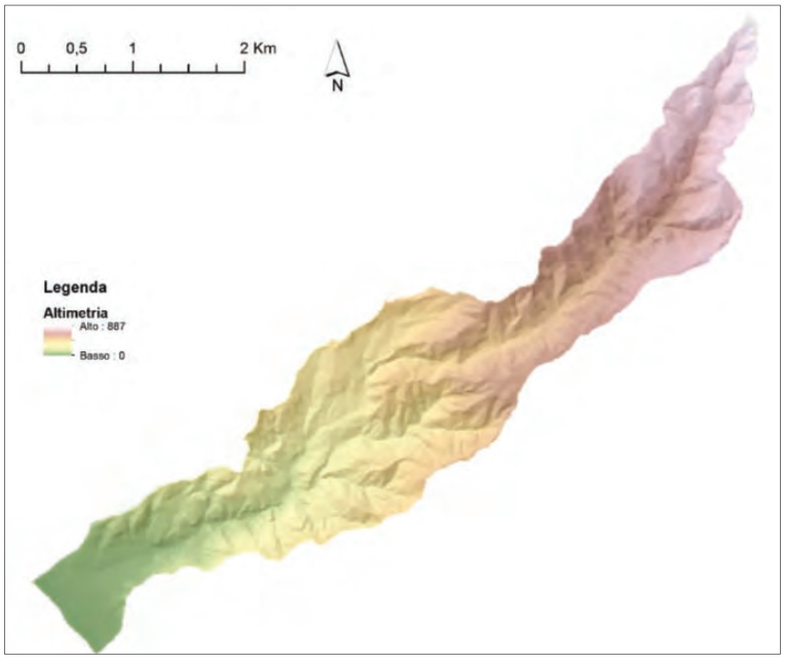


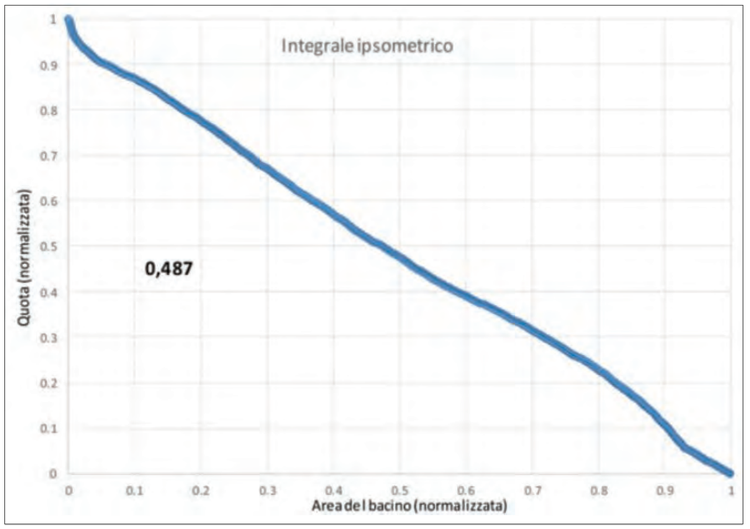
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

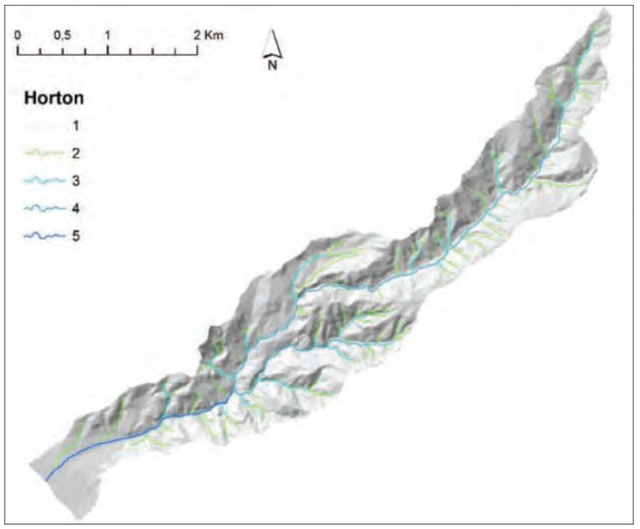
5.25 Fiumara S. VINCENZO

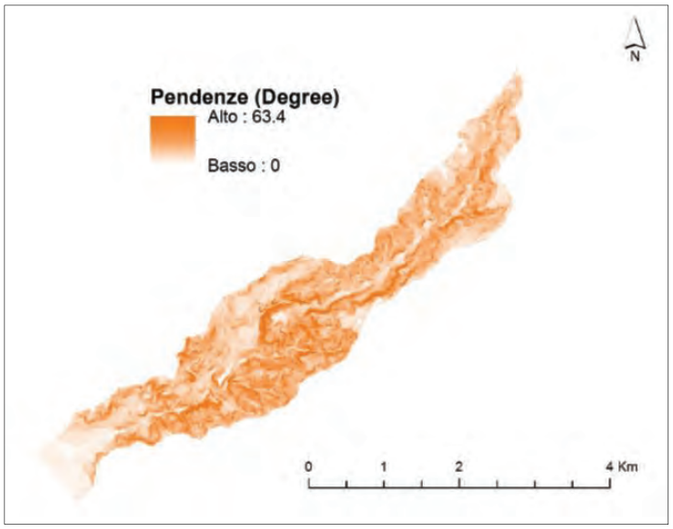
La fiumara San Vincenzo ha un bacino idrografico con area 8.04 km^2, lunghezza dell'asta principale 9.81 km e altitudine media 431.53 m s.l.m.

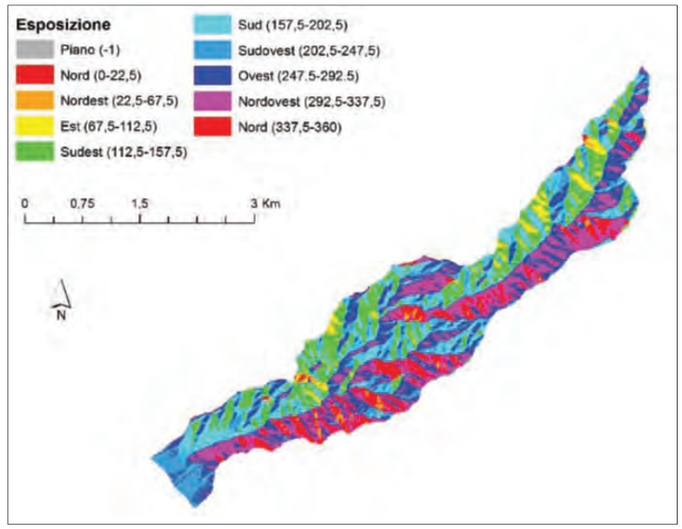
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

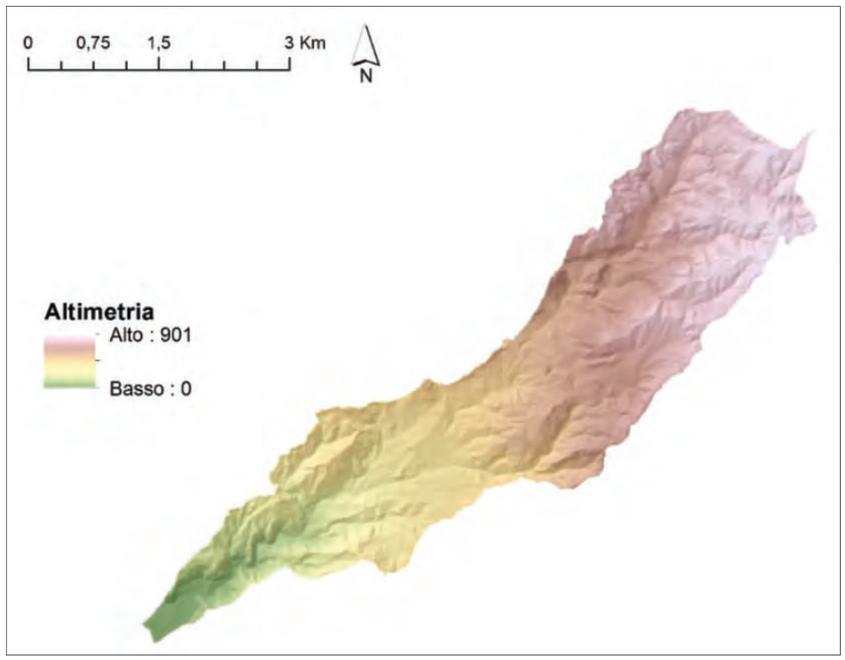
Febbraio 1930. Il torrente S. Vincenzo straripa a causa delle forti piogge e allaga la strada interrompendo la viabilità.

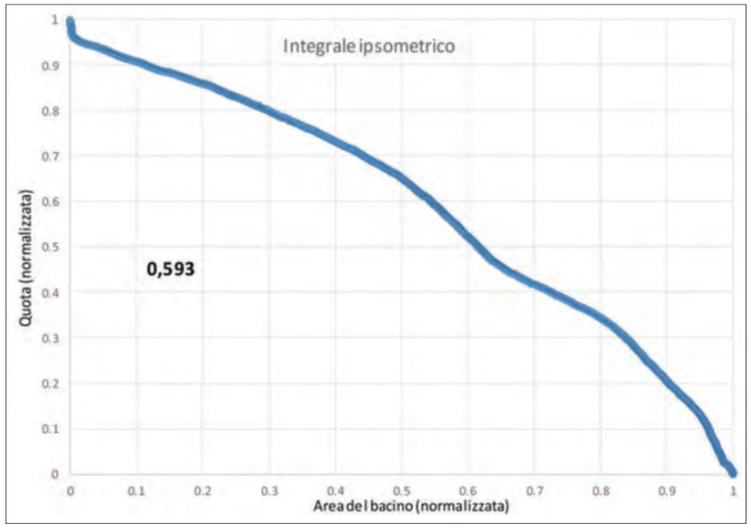
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

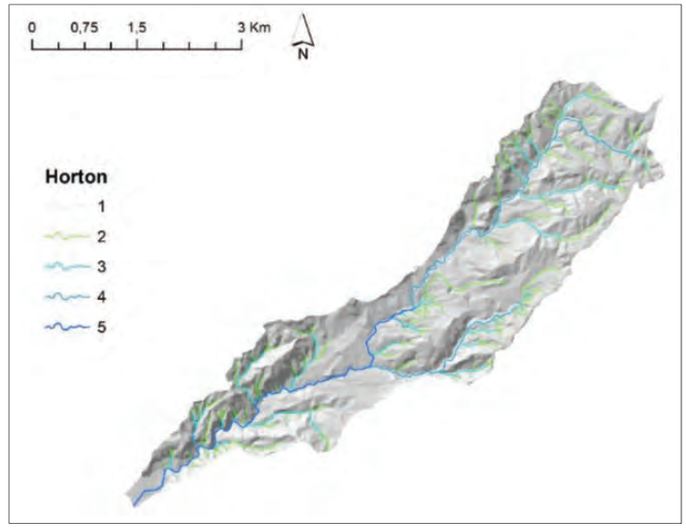
5.26 Fiumara OLIVETO

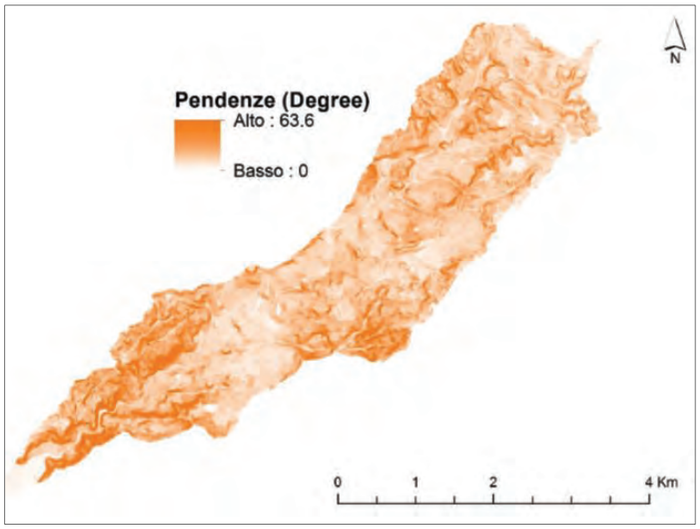
La fiumara Oliveto ha un bacino idrografico con area 13.64 km^2, lunghezza dell'asta principale 12.38 km e altitudine media 537.17 m s.l.m. A testimonianza dell'economia legata alla tradizione contadina dell'area, nel bacino rimangono oggi i ruderi di alcune importanti strutture architettoniche rurali legate al lavoro agricolo.

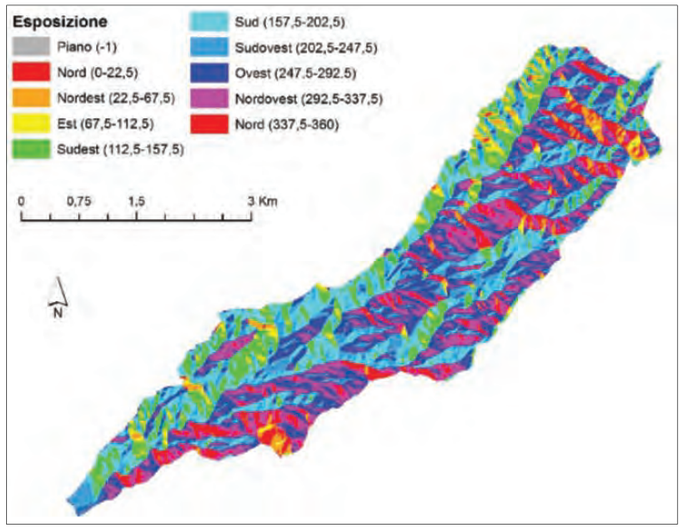
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

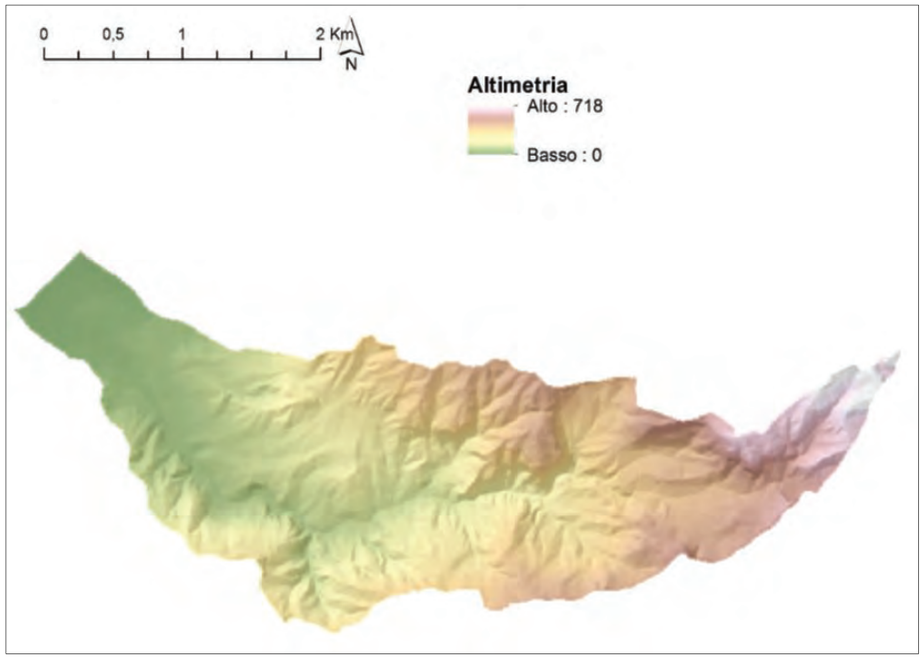
Ottobre 1953. Il torrente Oliveto scalza le spalle del ponte distruggendolo completamente.
Ottobre 1953. Si lavora per ripristinare il ponte metallico che il torrente Oliveto ha travolto.
Ottobre 1953. Una pila del ponte Oliveto fra San Gregorio e Reggio è stata distrutta dalla piena.
Novembre 1976. I torrenti Chianalea e Oliveto esondano bloccando la strada di accesso al paese.

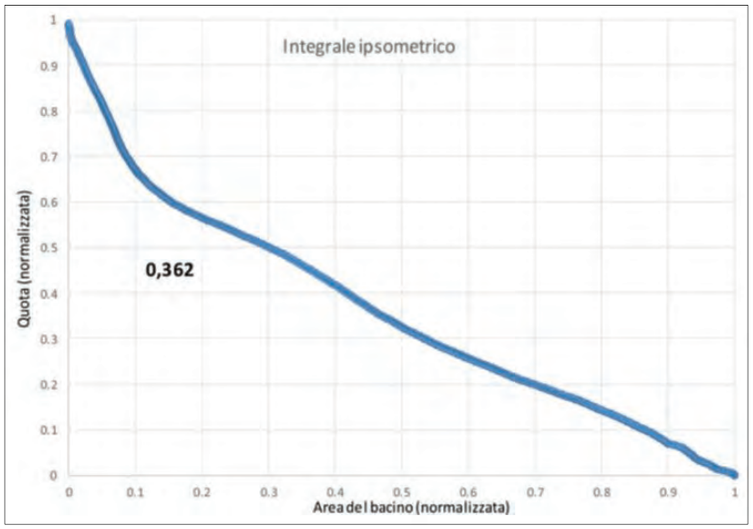
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

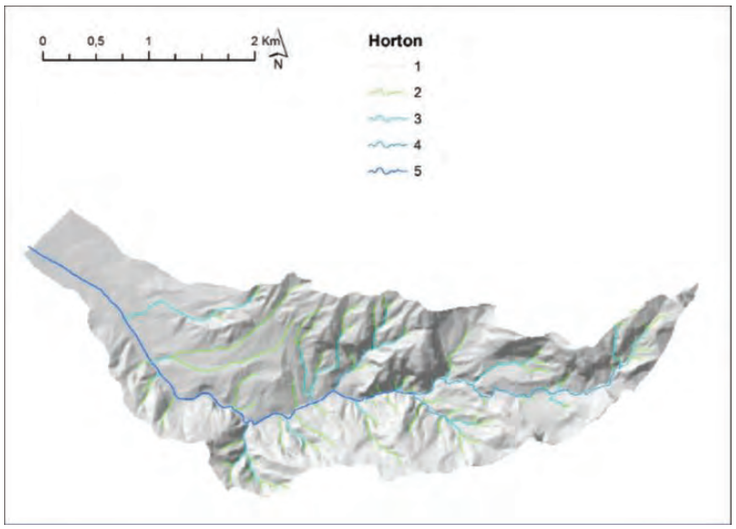
5.27 Fiumara LUME

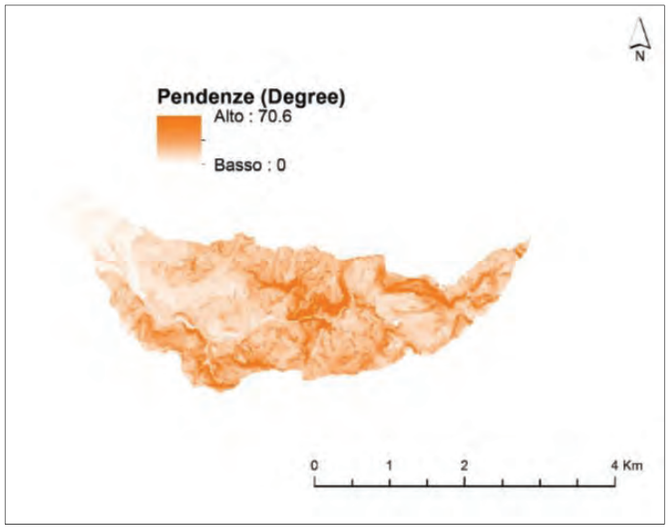
La fiumarella di Lume ha un bacino idrografico con area 8.16 km^2, lunghezza dell'asta principale 8.15 km e altitudine media 260.04 m s.l.m.

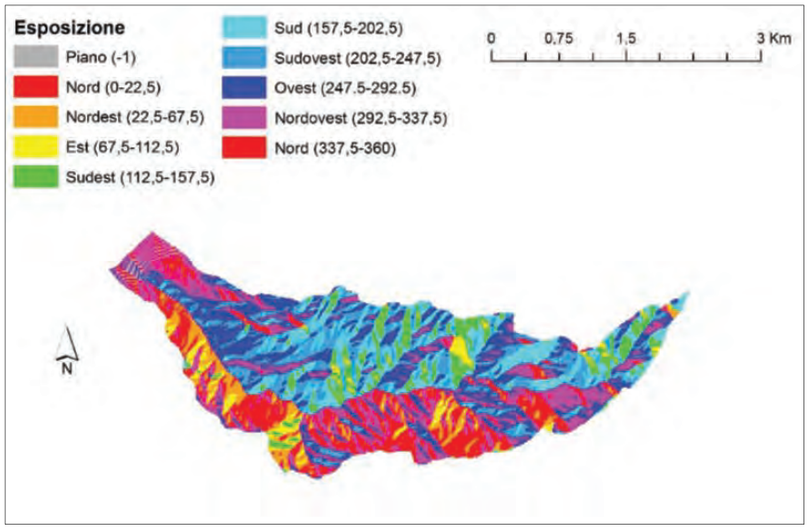
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

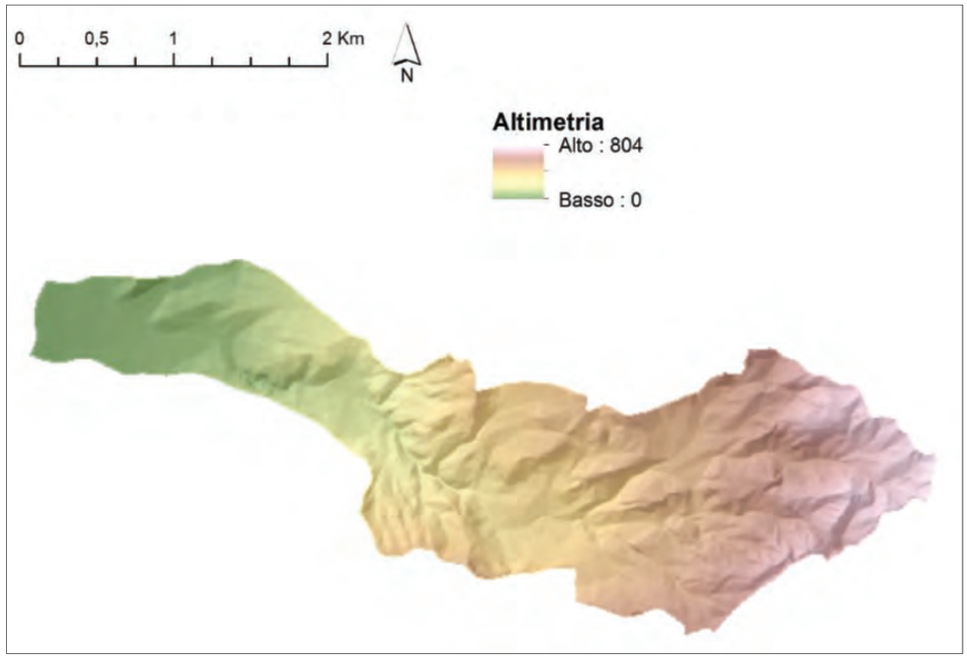
1825. Avendo avuto luogo straordinarie piene in molti siti si ruppero gli argini dei torrenti ed estese campagne furono interamente devastate.
1825. Straordinaria piena che ruppe gli argini e allagò vaste campagne coltivate.
Ottobre 1953. Il torrente ha rotto gli argini, mentre le acque del Sant'Agata hanno invaso il rione Modena.
Ottobre 1953. La fiumara causa gravi danni nella zona di Pellaro.

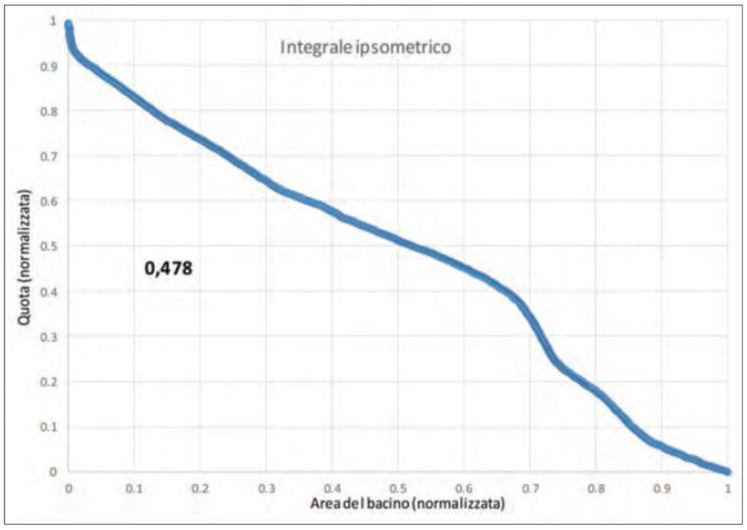
○ *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

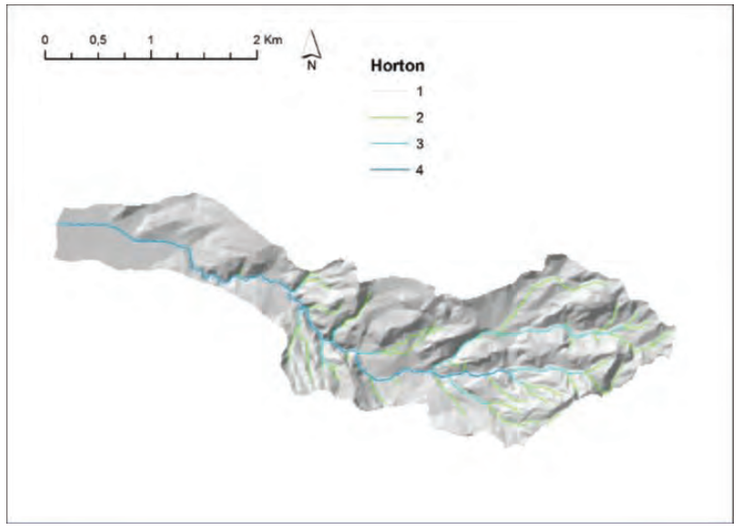
5.28 Fiumara SAN GIOVANNI

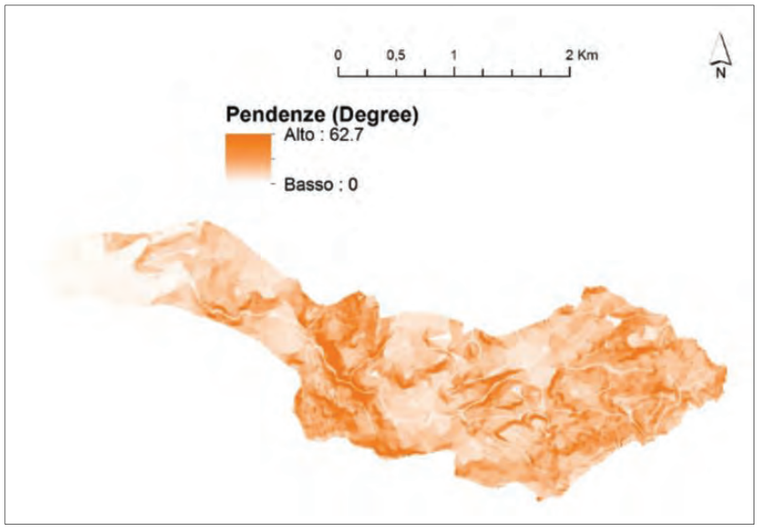
La fiumara di San Giovanni ha un bacino idrografico con area 5.96 km², lunghezza dell'asta principale 7.34 km e altitudine media 385.43 m s.l.m.

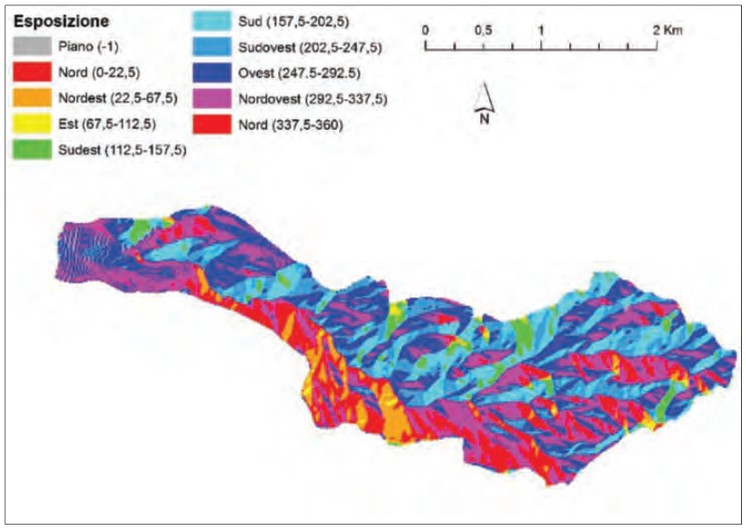
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Novembre 1953. A Paterriti 37 famiglie evacuate perché le loro abitazioni sono minacciate da due torrenti. Crollate altre due case, una a S. Sperato e una nel rione Caserta.

- *Documentazione fotografica*

  - Foto storiche *(alcune immagini CAMILab, scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

- Confronto con stato attuale

Vista da valle verso monte dell'attraversamento ferroviario (loc. Pellaro), nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra)

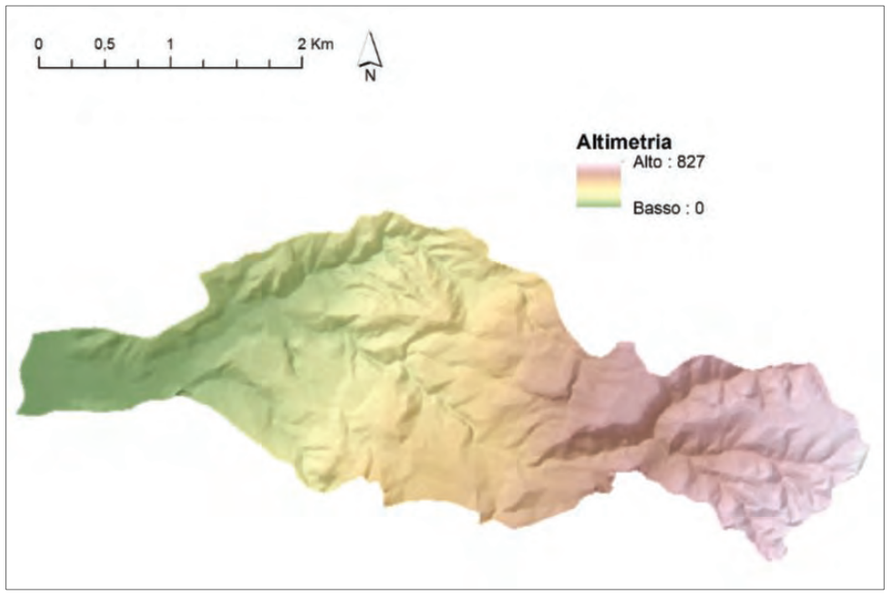
Vista da valle verso monte del tratto di alveo immediatamente a monte della SS 106, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra)

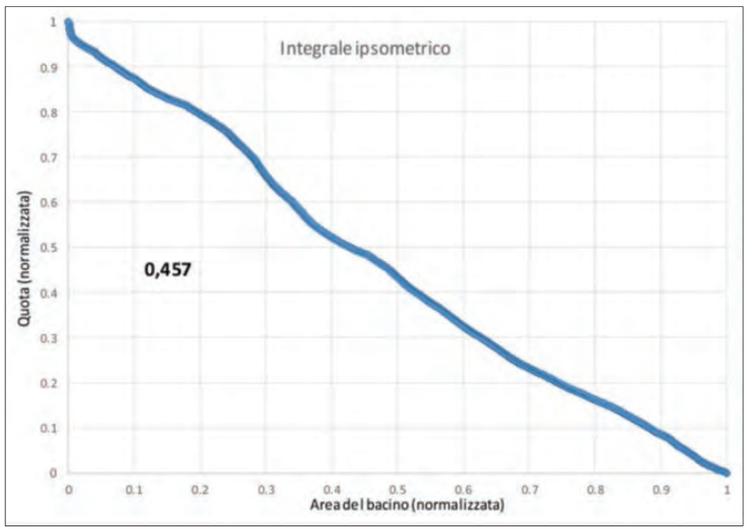
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

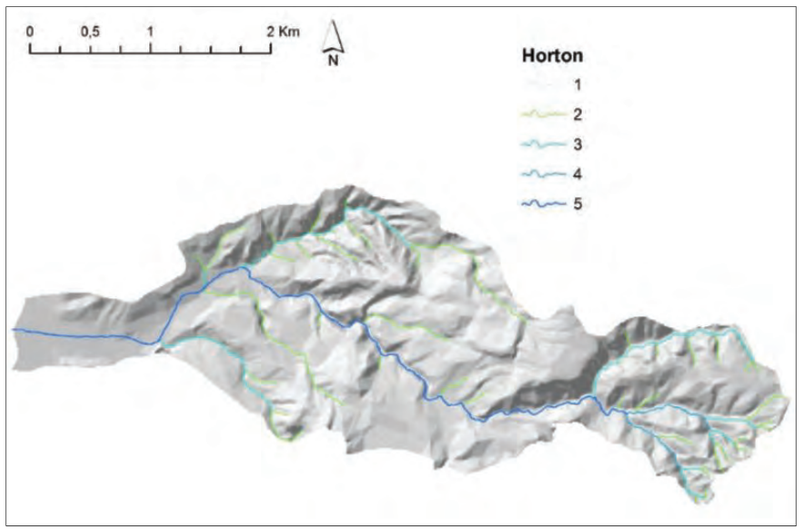
5.29 Fiumara MACELLARI

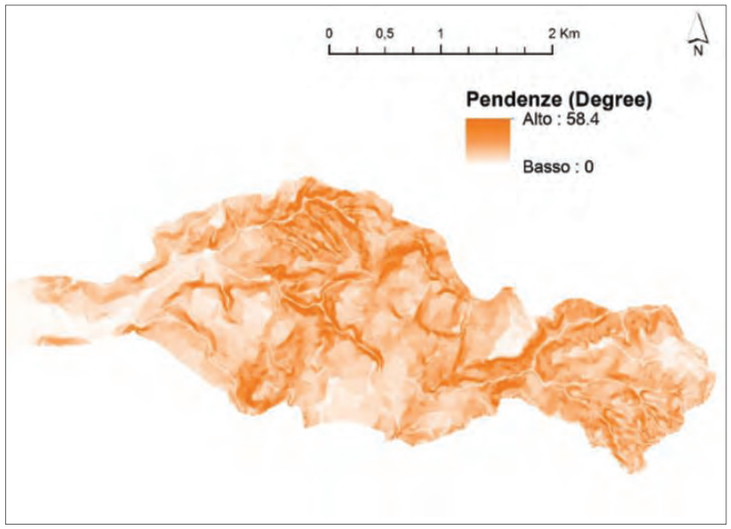
La fiumara Macellari ha un bacino idrografico con area 8.30 km^2, lunghezza dell'asta principale 8.20 km e altitudine media 380.53 m s.l.m.

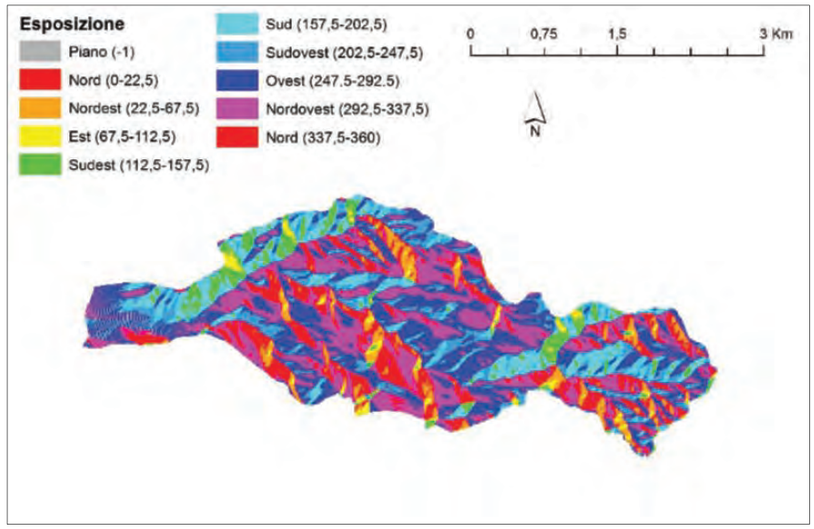
- *Caratteristiche geomorfologiche*











○ *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

- Confronto con stato attuale

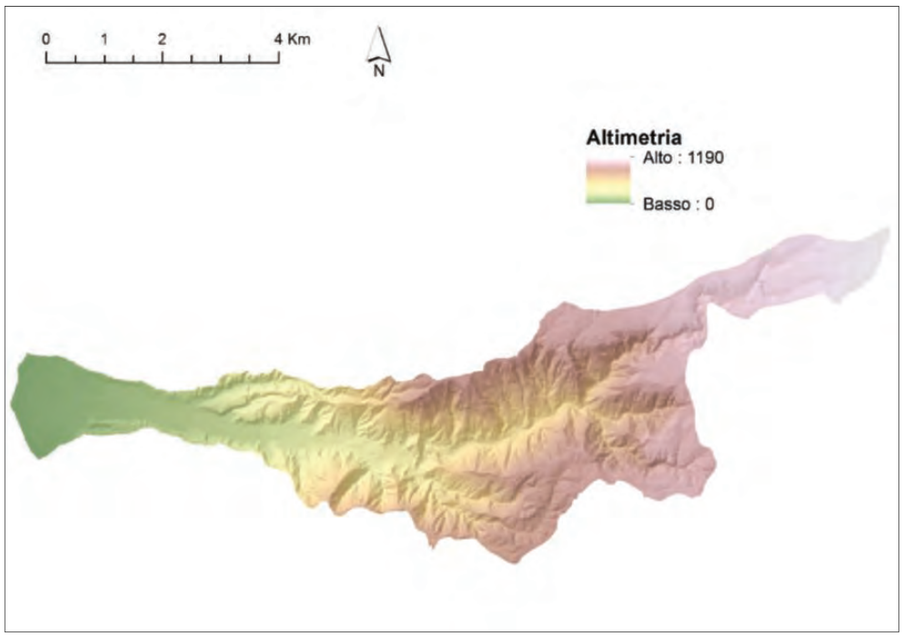
Vista dell'attraversamento ferroviario nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

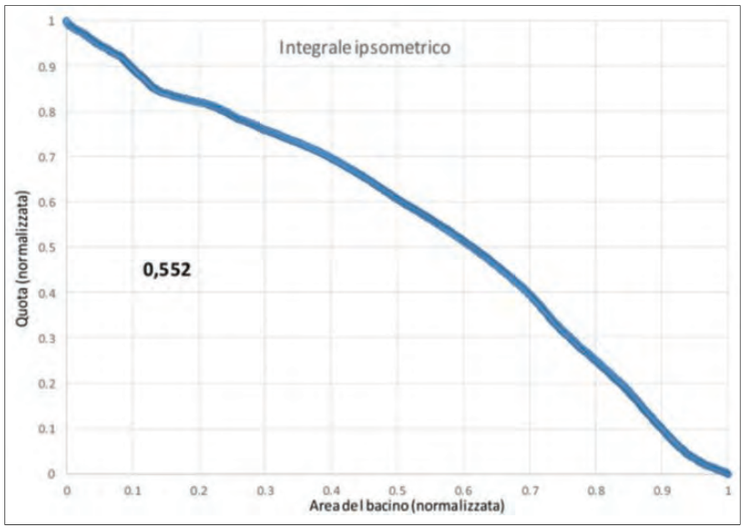
Vista di un tronco fluviale del Macellari nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

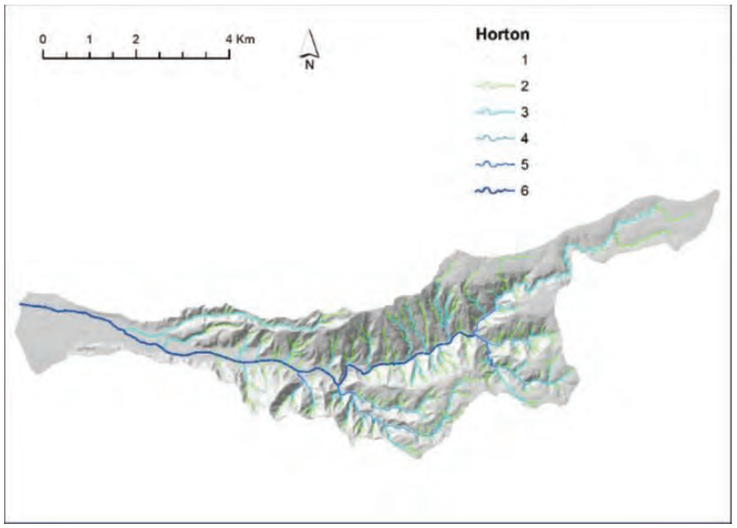
5.30 Fiumara VALANIDI

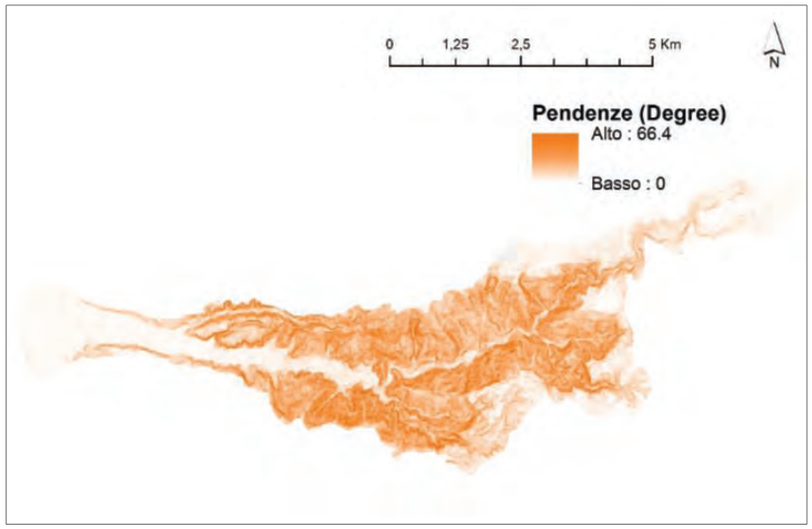
La fiumara Valanidi è situata a sud del territorio di Reggio Calabria, nella parte terminale a poco più di 2 km dalla foce, si divide in due tronchi (Valanidi I e Valanidi II), creando una sorta di delta con un "triangolo" di terra asciutta al suo interno, chiamato la Forbice. Il suo affluente principale è il torrente Pernasiti. Nel suo percorso la fiumara bagna il territorio di tre differenti comuni (Reggio Calabria, Motta San Giovanni e Montebello Ionico). Il bacino ha un'area di 29.07 km^2, con lunghezza dell'asta principale pari a 20.61 km. L'altitudine media è 657.19 m s.l.m.

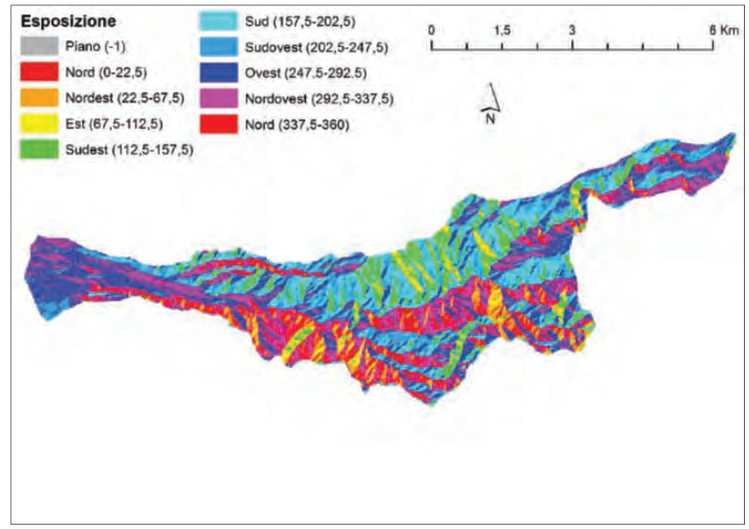
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1953. Il torrente Valanidi distrugge le travature del ponte.
1953. Le attrezzature di due industrie di laterizi del reggino sono state invase dalle piene dei torrenti Bovetto e Valanidi.
Novembre 1953. Dopo diversi giorni di isolamento per le piene dei torrenti i soccorsi sono giunti nella frazione. Molte frane investono l'abitato.
Ottobre 1953. Distruzione del ponte di m 35 sul torrente Valanidi.
Ottobre 1953. Isolate le frazioni Trunca, S. Giuseppe e Occhio a causa delle piene dei torrenti S. Agata, Armo e Valanidi.
Febbraio 1954. La frazione Oliveto resta isolata a causa dello straripamento della fiumara Valanidi.
Ottobre 1971. La linea ferroviaria è interrotta per la piena della fiumara Valanidi.
Dicembre 1972. Le fiumare comprese tra Valanidi e L'Annunziata sono in piena.
Gennaio 1972. Le acque del fiume asportano la passerella di collegamento tra i rioni Trunca ed Oliveto, isolando quest'ultimo centro.
Gennaio 1972. La piena della fiumara Valanidi travolge la passarella isolando la scuola media.
Gennaio 1973. La piena della fiumara provoca l'isolamento del paese.
Novembre 1976. La fiumara Valanidi, in piena, isola numerose frazioni.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Le criticità idrauliche riportate nella relazione seguente sono il risultato di un sopralluogo effettuato nel novembre 2015, in conseguenza dell'evento alluvionale che ha colpito la Calabria meridionale. I punti critici presi in esame, che comunque in questo sopralluogo non hanno evidenziato dissesti importanti, sono quelli evidenziati nelle figure 30.1-3.

In particolare, sul torrente Valanidi II, il sopralluogo ha riguardato un tronco del corso d'acqua in corrispondenza del ponte ferroviario in località San Gregorio (Reggio Calabria), dove è stata riscontrata la presenza di materiale alluvionale che riduce notevolmente la luce del ponte stesso (fig. 30.4).

Figura 30.1 - Zone analizzate nel sopralluogo.

Figura 30.2 - Dettaglio zona terminale dei torrenti Valanidi I (N) e Valanidi II (S).

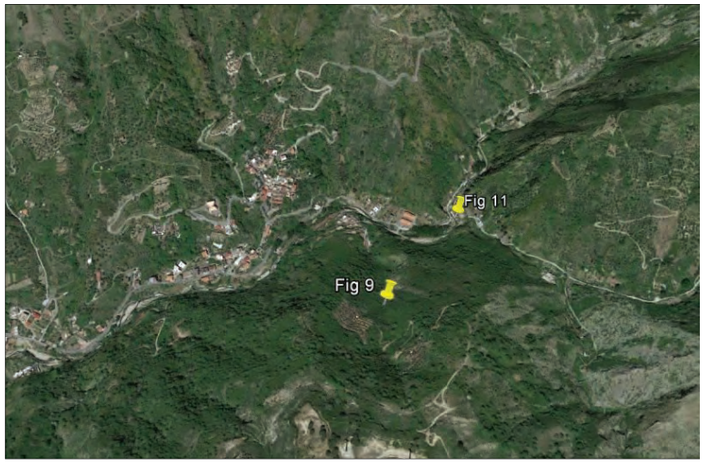


Figura 30.3 - Dettaglio di località Trunca (Reggio Calabria).

Figura 30.4 - Ponte ferroviario sul Valanidi II.

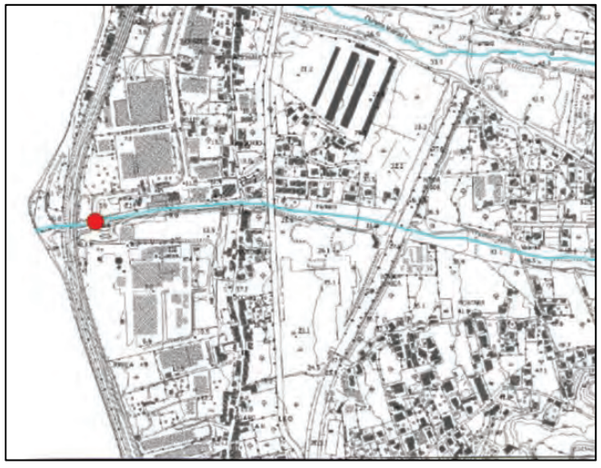


Figura 30.5 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 30.4.

Sempre in località San Gregorio, viene osservato il torrente Valanidi I (sito a Nord rispetto al Valanidi II) dal ponte della Via Nazionale, senza riscontrare variazioni di rilievo (fig. 30.6). E' stato osservato da vicino il ponte stradale della zona industriale (fig. 30.7) non riscontrando alcun dissesto della struttura.

Figura 30.6 - Foto dal ponte della via nazionale sul Valanidi I.

Figura 30.7 - Ponte stradale della zona industriale sul Valanidi I.

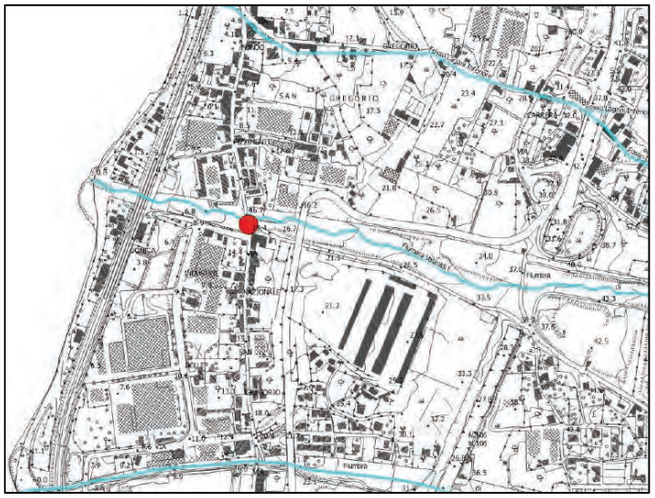


Figura 30.8 – Localizzazione delle figure 30.6 e 30.7.

In località Trunca (Reggio Calabria), una zona collinare del comune a circa 600 m s.l.m., è stata osservata una prima passerella carrabile che non presenta alcun dissesto (fig. 30.9). Sempre in località Trunca, è stata osservata una seconda passerella stradale, sita poco più a monte rispetto alla precedente, la quale risulta integra (fig. 30.11).

Figura 30.9. Prima passerella in località Trunca.

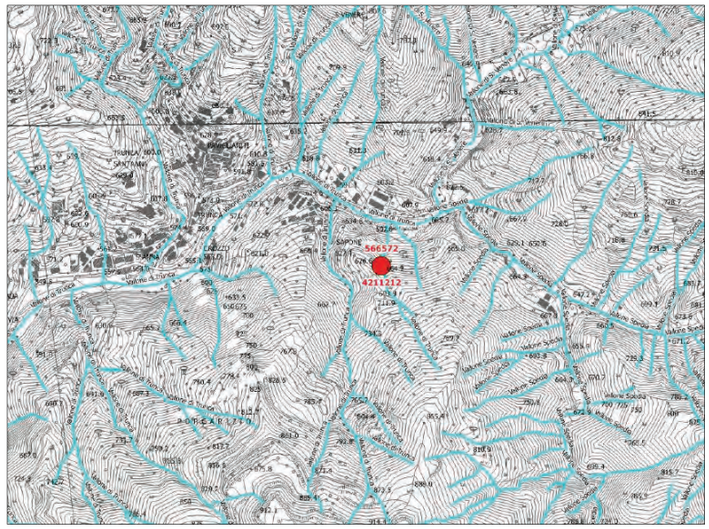


Figura 30.10. Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 30.9.

Figura 30.11 - Seconda passerella in località Trunca.

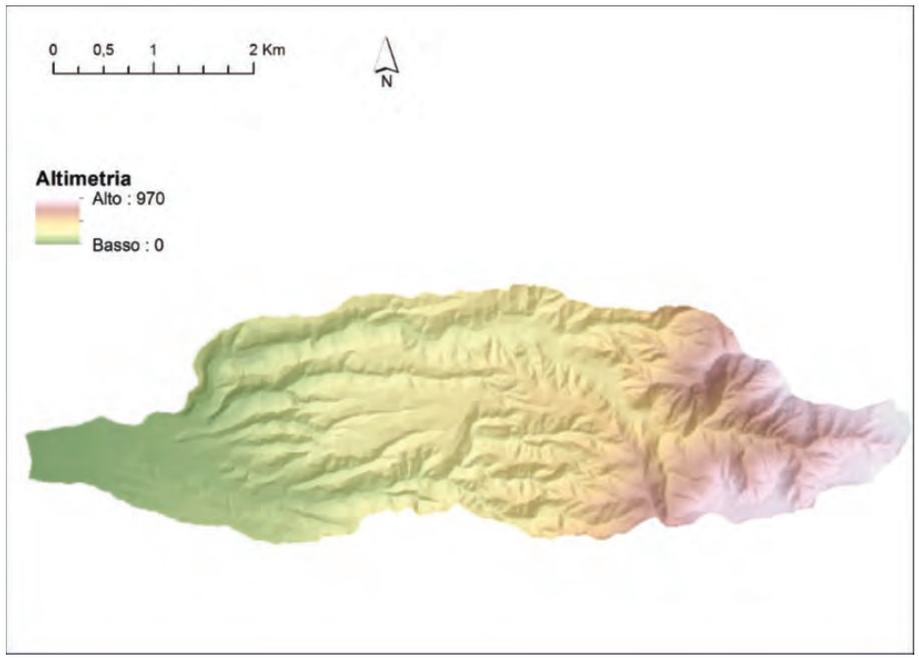
Figura 30.12 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 30.11.

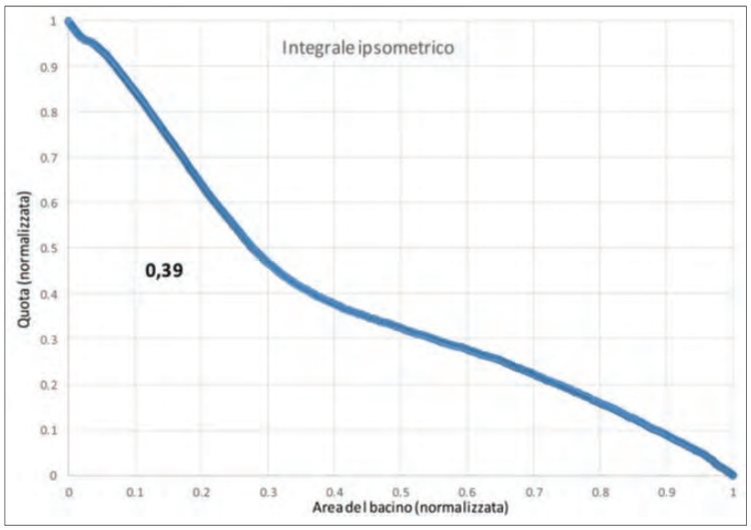
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

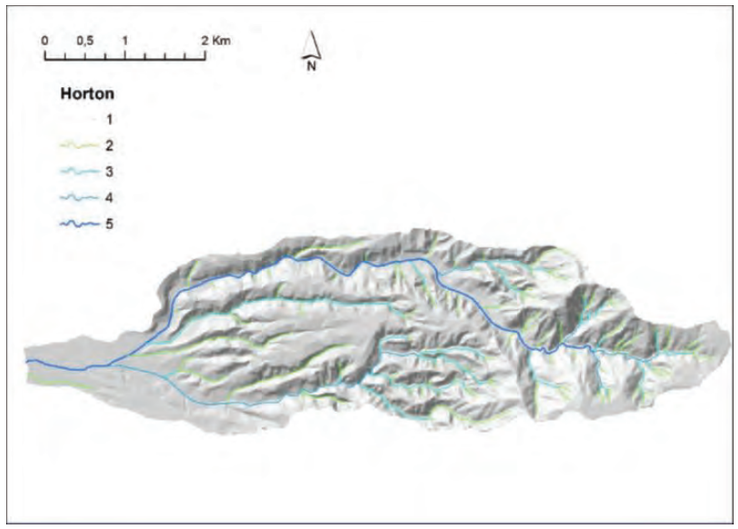
5.31 Fiumara ARMO

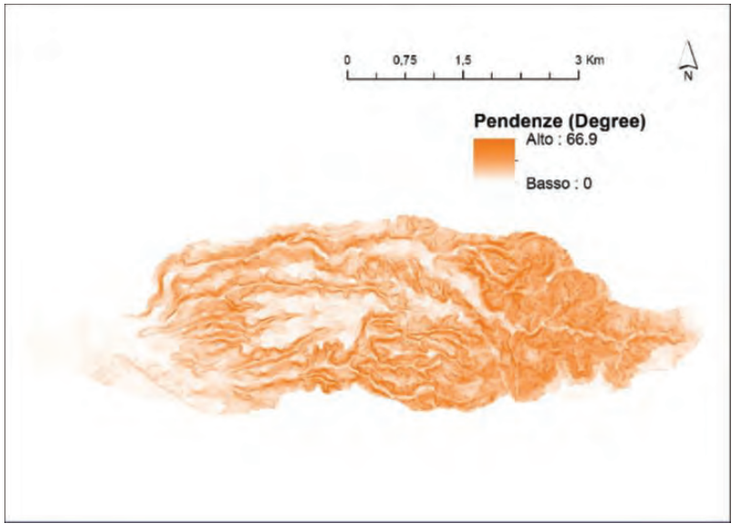
La fiumara Armo ha un bacino idrografico con area 15.05 km^2, lunghezza dell'asta principale 11.16 km e altitudine media 378.81 m s.l.m.

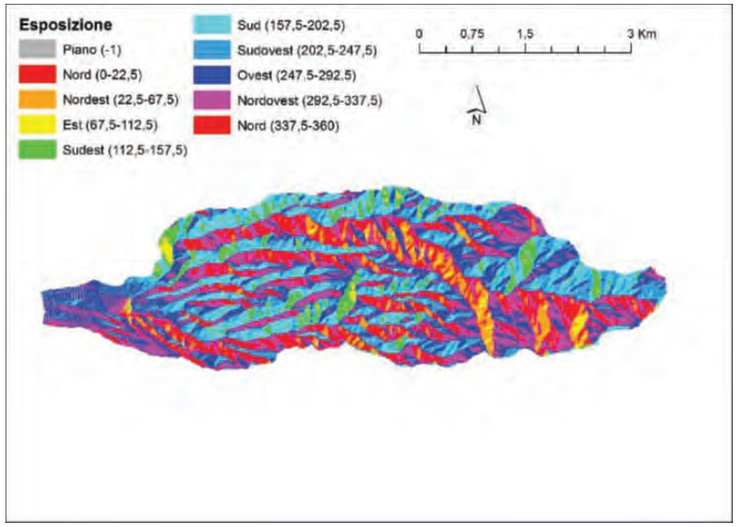
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1953. Isolate le frazioni Trunca, S. Giuseppe e Occhio a causa delle piene dei torrenti S. Agata, Armo e Valanidi.
Dicembre 1972. Ingenti sono i danni provocati dalle piene del torrente Armo e dei suoi affluenti.
Novembre 1987. È straripato un torrente causando il blocco di numerose strade d'accesso a diverse frazioni. Danni alle colture e alle abitazioni.

○ *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

- *Documentazione fotografica*

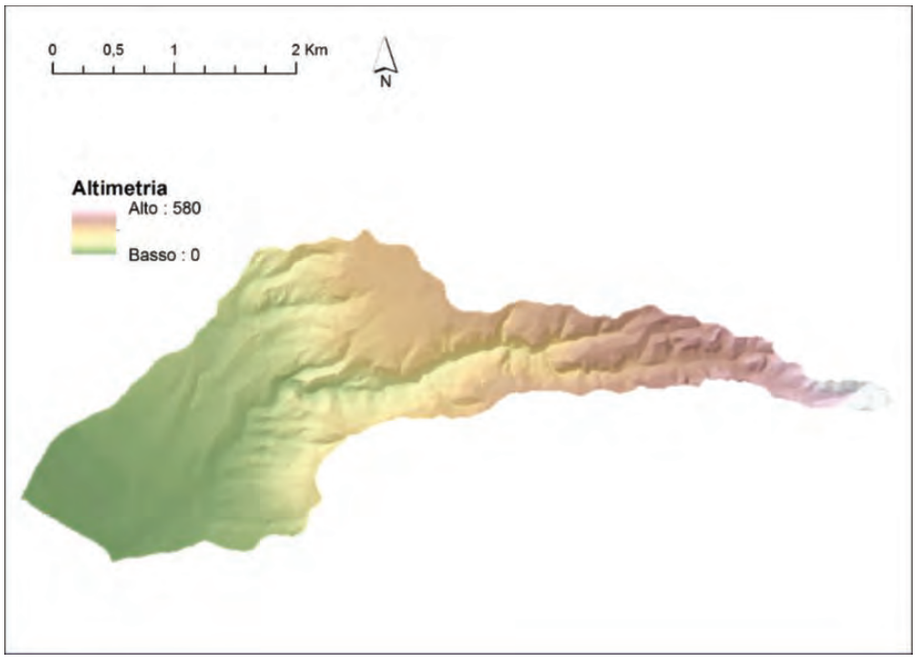
○ Foto *storiche (immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

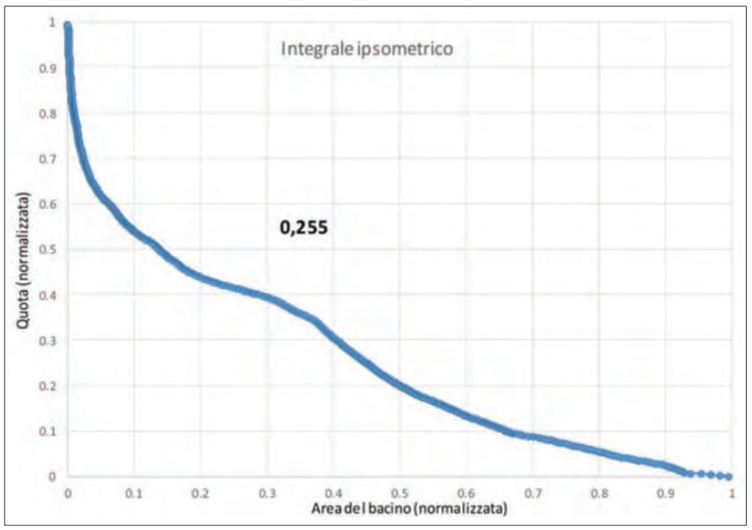
Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. La Fiumara Armo

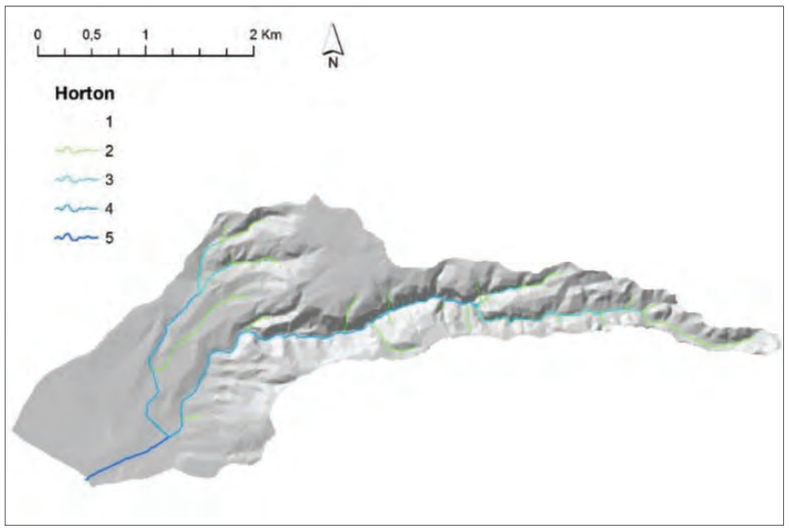
5.32 Fiumara MENGA

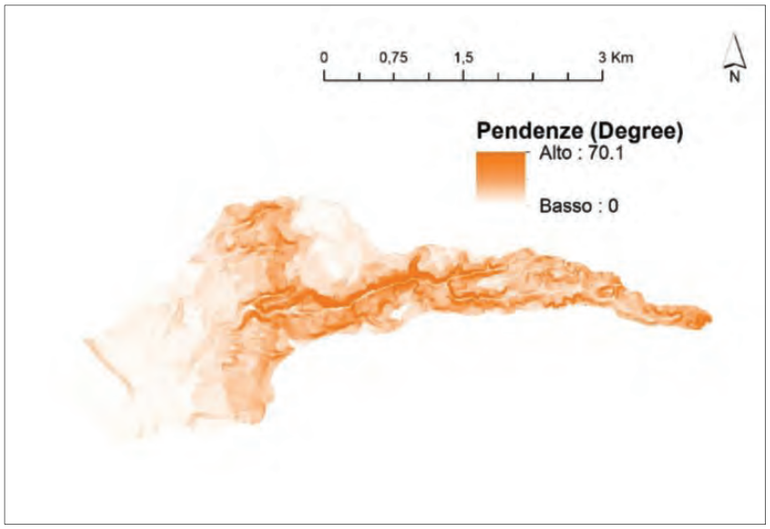
La fiumara Menga ha un bacino idrografico con area 7.36 km^2, lunghezza dell'asta principale 7.98 km e altitudine media 147.62 m s.l.m.

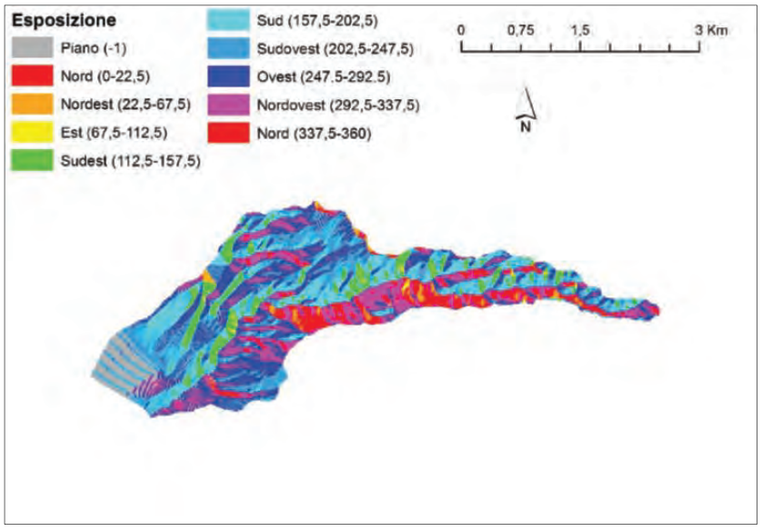
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Documentazione fotografica*

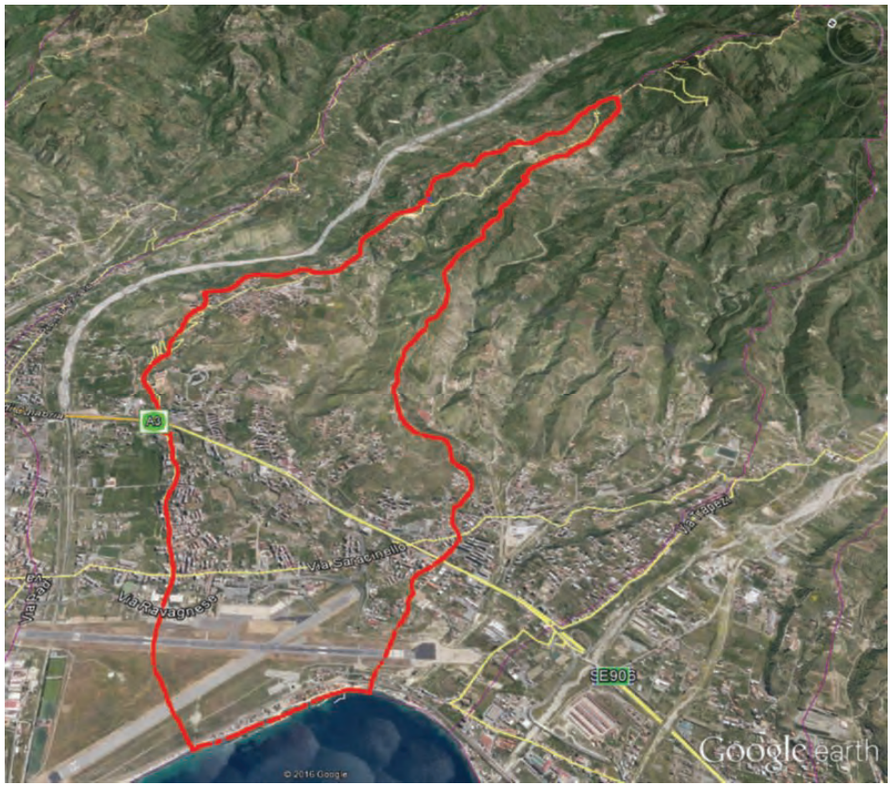
  - Foto storiche *(alcune immagini CAMILab, scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

○ Confronto con stato attuale

Vista da valle verso monte dell'attraversamento aeroportuale, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

Vista da monte verso valle dell'attraversamento di via Nazionale San Gregorio, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

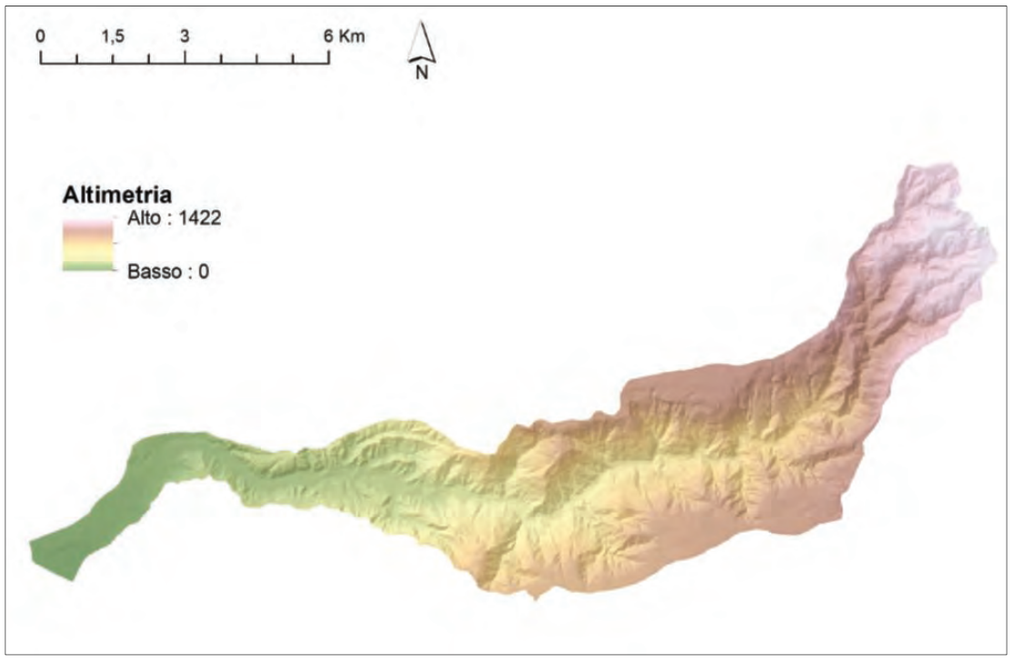
- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

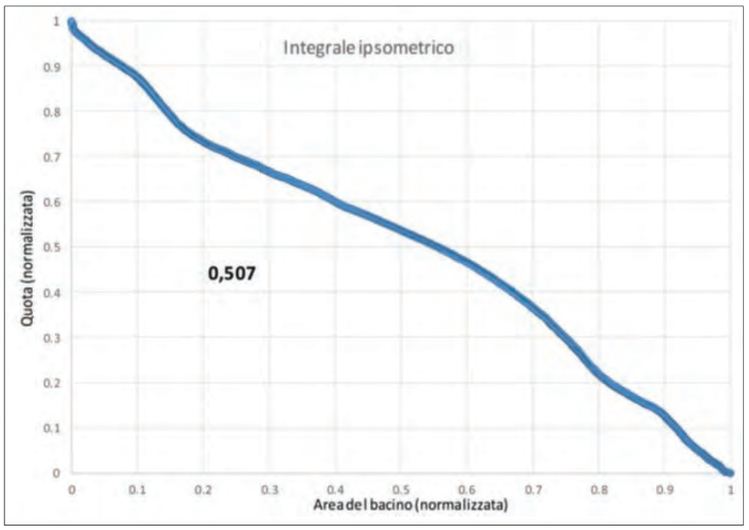


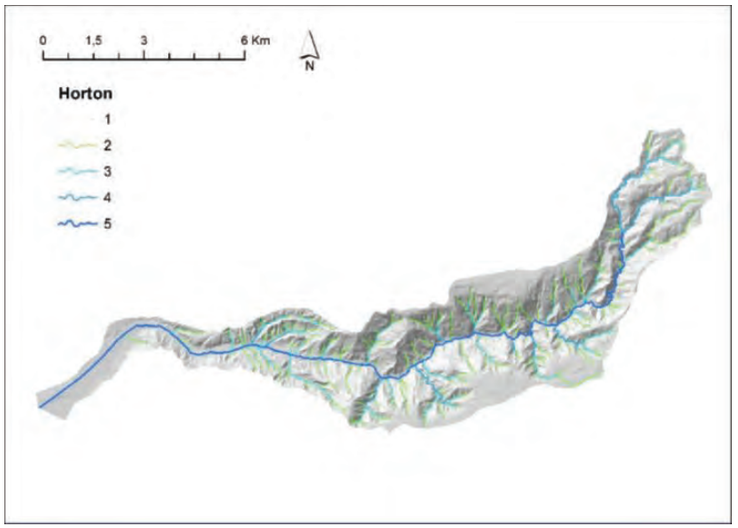
5.33 Fiumara SANT'AGATA

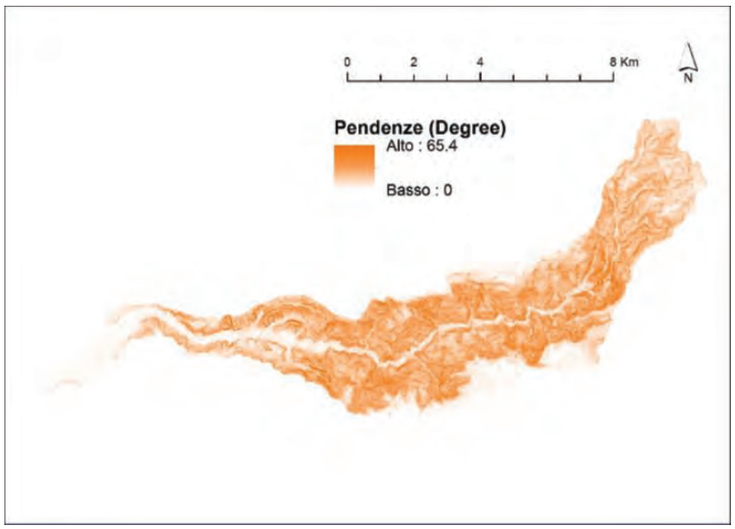
La fiumara di Sant'Agata è una delle fiumare più ampie che attraversano la città di Reggio Calabria, ha origine a Cardeto sull'Aspromonte e sfocia in città nei pressi dell'Aeroporto, nel mar Tirreno. Il bacino ha un'area di 52.33 km^2, la lunghezza dell'asta principale è di 28.76 km e l'altitudine media è 854.48 m.

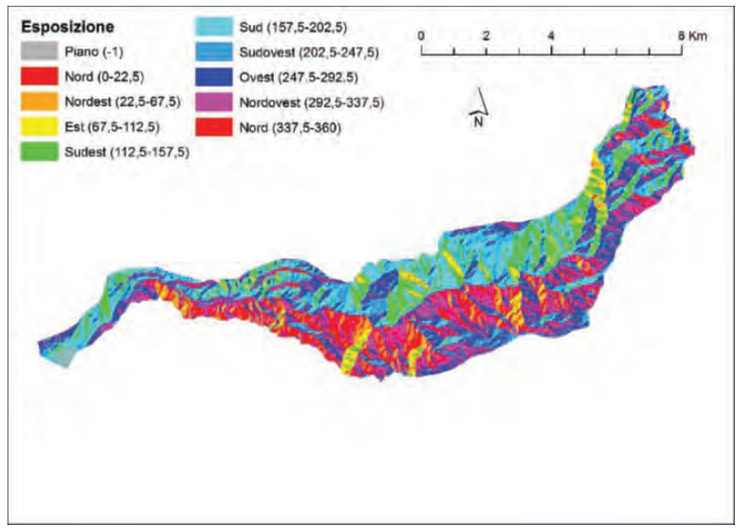
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1846. Una straordinaria alluvione provoca l'esondazione del fiume Sant'Agata, le acque rompono gli argini e le mura di vari ponti producendo danni gravissimi.
1869. Piena del fiume Sant'Agata che danneggia un ponte ferroviario in allestimento.
Ottobre 1872. Piena del fiume Sant'Agata che danneggia un ponte ferroviario in allestimento.
Ottobre 1902. Un evento alluvionale provoca lo straripamento del Sant'Agata che allaga i terreni coltivati nei fondi adiacenti.
Marzo 1928. Il torrente Sant'Agata, superando un muraglione, ha invaso le campagne allagando una vasta distesa di terreno coltivato.
Febbraio 1931. Il forte temporale provoca la piena del torrente Sant'Agata sconvolgendo l'intero villaggio di Ravagnese.
Febbraio 1931. A seguito di una rotta del fiume Sant'Agata, un muro di difesa è travolto dalla valanga di materiali solidi trasportati dalla piena. Danni ai coltivi.
Dicembre 1933. Si registrano frane, allagamenti ed esondazioni. Il Sant'Agata esonda allagando gli agrumeti e minacciando le case coloniche.
Ottobre 1951. Le acque del torrente invadono la frazione di S. Lorenzo di Cataforio. La piena rompe l'argine presso Cardeto travolgendo 7 persone.
Ottobre 1951. Il torrente Tuccio, che scorre tra Bagaladi e S. Lorenzo, è nuovamente in piena e provoca crolli di case e allagamenti di campagne.
Ottobre 1953. Il Sant'Agata in piena ha raggiunto i livelli di guardia e le acque esercitano una maggiore pressione sugli argini della zona sud, nei pressi dell'aeroporto.
Ottobre 1953. Tutta la zona che dal Sant'Agata porta al Sant'Elia è un immenso torrente rotto dagli abitati di Pellaro e Bocale.
Ottobre 1953. Isolate le frazioni Trunca, S. Giuseppe e Occhio a causa delle piene dei torrenti Sant'Agata, Armo e Valanidi.
Ottobre 1971. La fiumara Sant'Agata straripa e travolge parte del muraglione dell'aeroporto.
Dicembre 1972. Danni contenuti ma l'alluvione provoca l'abbassamento dell'alveo del torrente Sant'Agata.

- *Documentazione 2015 Azienda Calabria Verde*

Nelle figure 33.1-4 sono evidenziate le zone esaminate nel sopralluogo con le maggiori criticità idrauliche. In particolare le foto, le CTR e le informazioni qui presenti sono state ricavate da schede di segnalazione compilate da ufficiali e sorveglianti dell'azienda Calabria Verde appartenente alla Regione Calabria. In particolare, nel sopralluogo che ha interessato l'attraversamento in via Sbarre Centrali, in prossimità dell'Aeroporto di Reggio Calabria, non sono state riscontrate variazioni di rilievo (figure 33.5 e 33.6). Nella fig. 33.7 è riportato lo stralcio della cartografia IGM 25 di questa zona.

Figura 33.1 - Zone oggetto del sopralluogo.

Figura 33.2 - Dettaglio zona vicino all'aeroporto di Reggio Calabria.

Figura 33.3 - Dettaglio della zona nei pressi della località San Salvatore (RC).

Figura 33.4 - Dettaglio delle zone a monte dell'abitato di Cardeto.

Figura 33.5 - Dall'attraversamento in via Sbarre Centrali (vista verso valle).

Figura 33.6 - Dall'attraversamento in via Sbarre Centrali (vista verso monte).

Figura 33.7 Stralcio dell'IGM 25 relativo alle figure 33.5 e 33.6.

Sono stati effettuati dei sopralluoghi lungo la parte più a monte della fiumara, individuando tre situazioni di disagio, cioè due passerelle completamente distrutte ed una praticamente inaccessibile. Dopo vari tentativi di accedere alla parte più a monte del corso d'acqua, non è stato possibile individuare altri dissesti.

In località San Salvatore (RC) è stata osservata la passerella stradale, la quale risulta essere danneggiata in quanto manca completamente la rampa di destra, è quindi inaccessibile (fig. 33.8). Nella fig. 33.9 è riportato lo stralcio della cartografia IGM 25 dell'area descritta.

Figura 33.8 - Passerella stradale inaccessibile in località San Salvatore (Reggio Calabria).

Figura 33.9 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 33.8.

Nel territorio di Cardeto, poco a monte dal centro abitato, pressappoco all'altezza di Contrada Liso e Contrada Sant'Elia, è stato riscontrato il completo dissesto di un attraversamento in calcestruzzo e pietrame portato via dalla piena (fig. 33.10). Si evidenziano notevoli difficoltà d'accesso alle aree limitrofe. Nella fig. 33.11 è evidenziato lo stralcio della cartografia IGM 25 di questa zona.

Figura 33.10 - Primo attraversamento dissestato a monte dell'abitato di Cardeto.

Figura 33.11 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 33.10.

A circa 600 metri a monte rispetto alla segnalazione precedente, in prossimità di Contrada Mallamaci, è stato riscontrato un secondo dissesto ad una seconda passerella stradale completamente dissestata dalla piena (fig. 33.12). Si evidenziano, anche in questo caso, notevoli difficoltà d'accesso per gli abitanti della zona.

Figura 33.12 - Secondo attraversamento dissestato a monte dell'abitato di Cardeto.

Figura 33.13 - Stralcio dell'IGM 25 relativo alla fig. 33.12.

- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

- Confronto con stato attuale

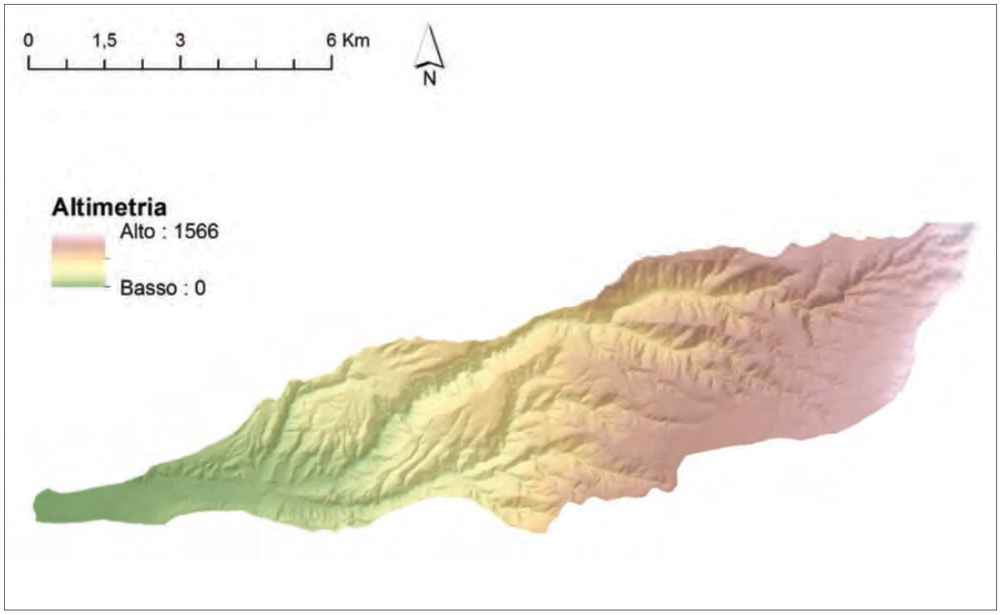
Vista da valle verso monte dell'imbocco del tratto tombato in zona aeroporto, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

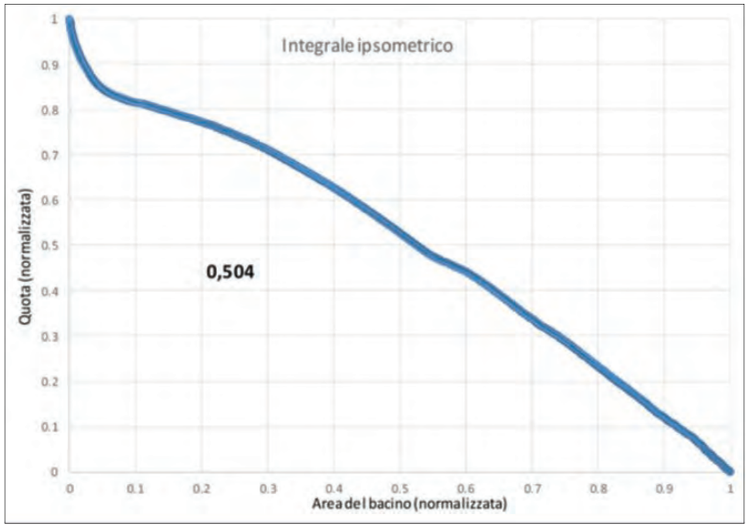
Particolare dello scivolo realizzato a monte del ponte dell'A3, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

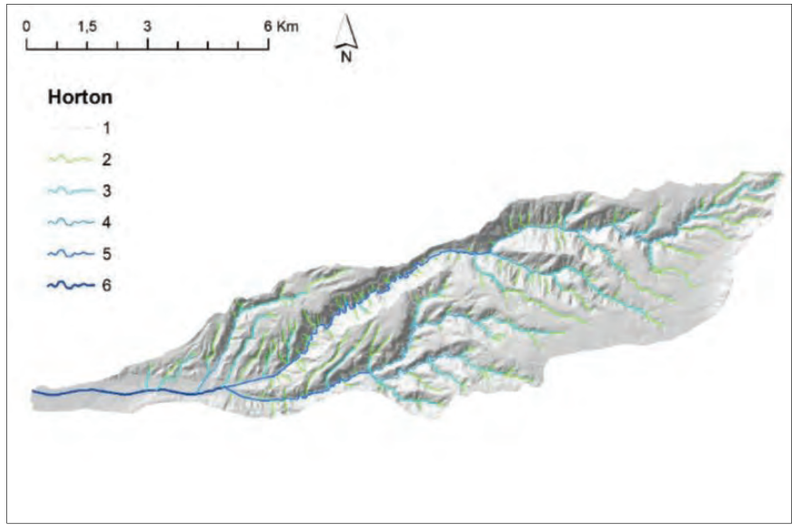
5.34 Fiumara CALOPINACE

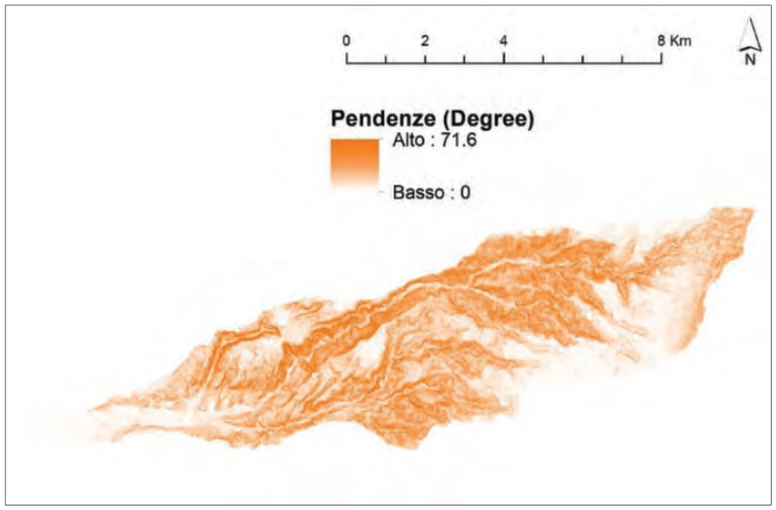
La fiumara Calopinace nasce sull'Aspromonte e sfocia nelle vicinanze della stazione centrale di Reggio Calabria, nei pressi di quella che anticamente era Punta Calamizzi. Il bacino idrografico della fiumara si estende per 53.46 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 23.89 km e altitudine media pari a 791.51 m s.l.m. Le continue esondazioni nella zona urbana hanno richiesto la creazione di lunghi argini in cemento, intersecati però da diversi attraversamenti viari, necessari per i trasporti urbani della città. Il fiume, durante la stagione estiva, è costantemente secco, mentre durante quella invernale talvolta riempie la sezione.

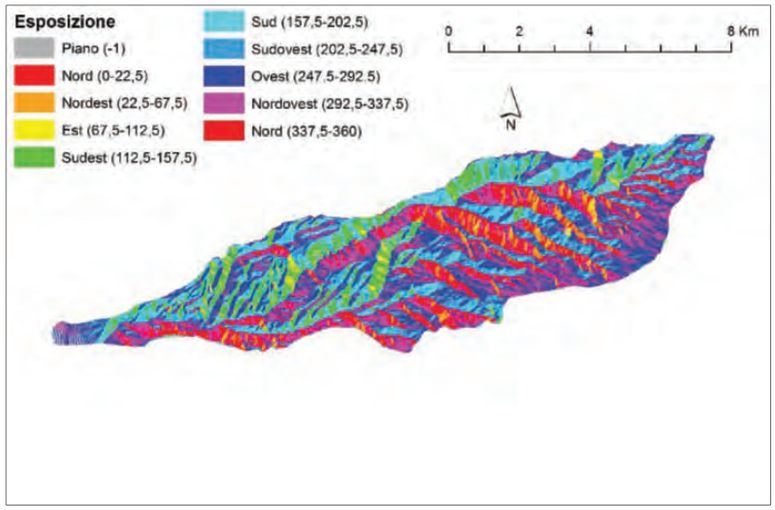
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Ottobre 1707. La pioggia caduta per più giorni oltre ad allagare le campagne ha fatto straripare il Calopinace che ha devastato e trasportato fino a mare i poderi.

Settembre 1742. La pioggia causa l'esondazione del Calopinace che riversa le acque in città, procurando danni ai poderi e al caseggiato della contrada Gabella.

Settembre 1743. A causa delle piogge le fiumare straripparono provocando gravi danni. Il Calopinace inondò la contrada San Filippo.

1780. Per le forti piogge un torrente straripa allagando le campagne e provocando ingenti danni.

Settembre 1793. Il rione Sbarre fu il più colpito dall'esondazione del Calopinace che ha seminato distruzione di case, terreni e morti. 400 furono le vittime.

1795. Le acque del Calopinace straripparono travolgendo le abitazioni e gli uomini del rione popolare S. Filippo.

Dicembre 1852. Una pioggia incessante gonfia smisuratamente il fiume Calopinace ed allaga abitazioni e fondi.

Dicembre 1852. Una pioggia incessante, dirotta, straordinaria riempie i fiumi che arrivano ad allagare piazze, abitazioni e fondi coltivati.

1872. Piena del fiume Calopinace che dopo un periodo di piogge persistenti rompe gli argini ed invade le abitazioni.

1872. Piena del fiume Calopinace che asporta la parte destra del ponte ferroviario alto di 40 metri di luce.

1872. A tre km dalla foce il torrente pensile sormontò i muri a destra ed invase il quartiere S. Filippo in Reggio, arrecando gravi danni.

Ottobre 1872. Il Calopinace rompe gli argini, allaga la parte bassa della città rovinando case, giardini e strade. Rovinate le spalle dei ponti S. Agata e Boetto. Traffico ferroviario interrotto.

Ottobre 1880. Piena straordinaria. Le acque tracimarono a destra e sinistra presso il ponte della strada provinciale vicino Reggio allagando i terreni. Un suo affluente ebbe una rotta in contrada Baschiello a 65m dallo sbocco. Le acque distrussero una casa.

Ottobre 1902. Un evento alluvionale provoca lo straripamento del Calopinace che distruggendo gli argini a valle dell'influente Pruno, ha allagato le campagne e messo in pericolo le abitazioni.

Dicembre 1903. Lo straripamento del Calopinace distrugge l'argine in contrada San Cristoforo.

Ottobre 1925. Il fiume Ponzo asporta il tronco ferroviario.

Novembre 1932. Nei rioni Scala di Giuda, Sbarre e Schiavone danni alle abitazioni per lo straripamento del Calopinace.

Agosto 1949. I torrenti Gallico, Catona, Calopinace sono straripati. Il rione S. Anna è minacciato dal Calopinace.

Settembre 1949. Alcuni torrenti straripano nel centro abitato. La piena del Calopinace minaccia il rione S. Anna mentre altri corsi d'acqua straripano invadendo le campagne.

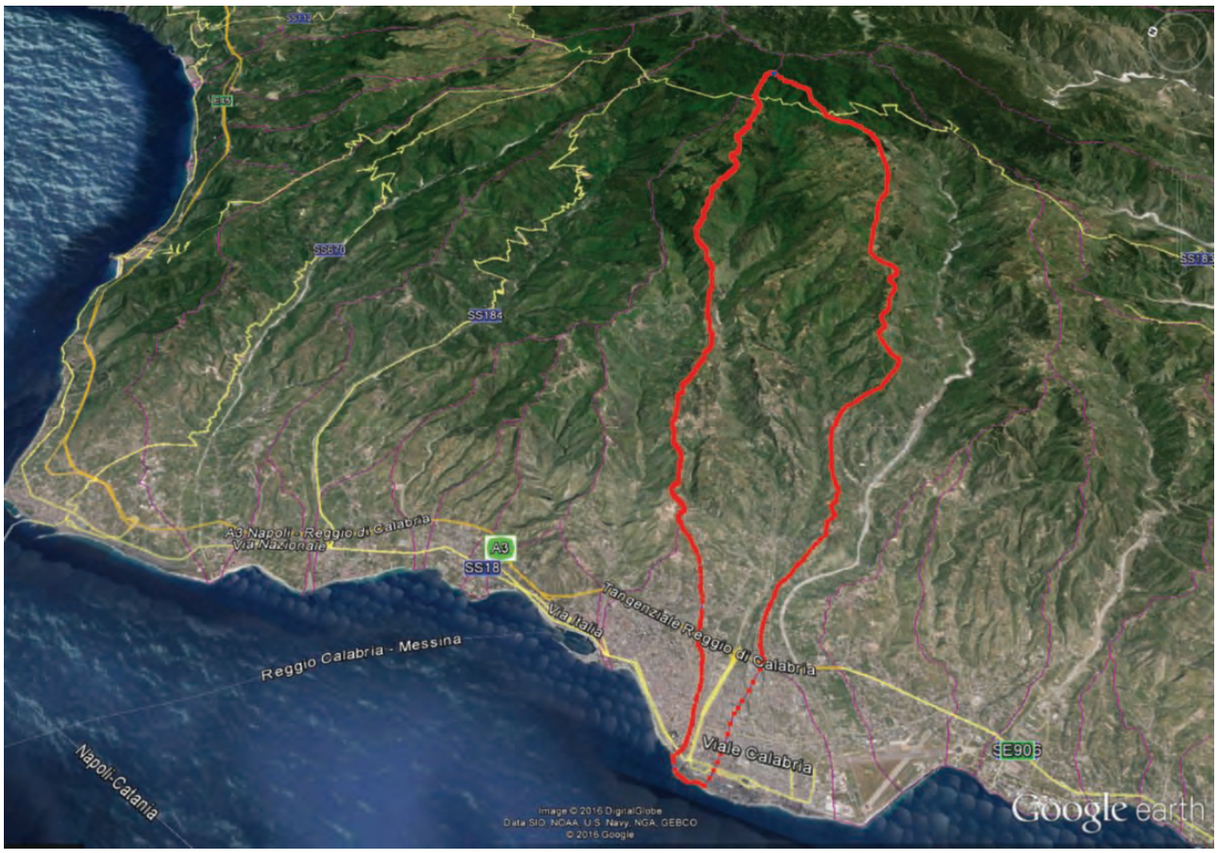
Ottobre 1953. Il Calopinace al ponte di S. Pietro e a quello ferroviario ha raggiunto rispettivamente la sede stradale e i binari. In pericolo S. Giorgio, dove gli argini subiscono la pressione più forte.

Ottobre 1953. Il torrente ha tagliato in due fette il paese di Ravagnese.

Ottobre 1971. Il centro abitato di Paterriti è isolato dalla piena del torrente Marianazzu.

Ottobre 1971. Il fiume è in piena e rende difficile l'accesso a quasi tutte le frazioni delle vallate circostanti.
Gennaio 1972. Il fiume straripa e invade i binari della linea ferroviaria Reggio Calabria-Metaponto.
Novembre 1976. Il torrente abbatte la passerella e parte dell'argine destro all'altezza del rione S. Anna.
Aprile 2011. Strada danneggiata dal maltempo. Esondazione.

- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*



- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

- Confronto con stato attuale

Vista del tratto di alveo a monte dell'attraversamento ferroviario, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

Vista da monte verso valle dell'attraversamento ferroviario, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

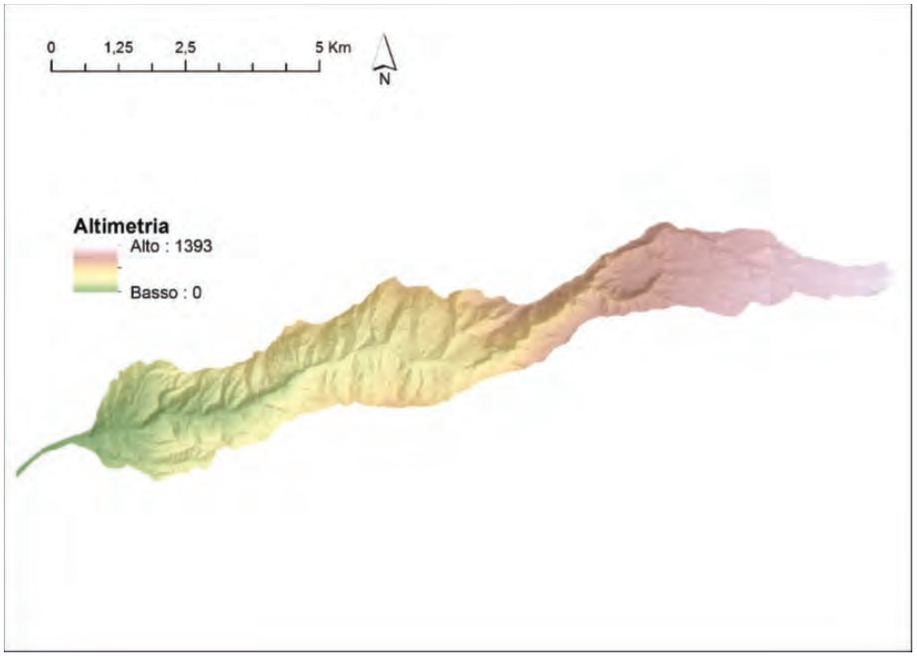
Vista dell'alveo verso valle dall'attraversamento di via Riparo Vecchio, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

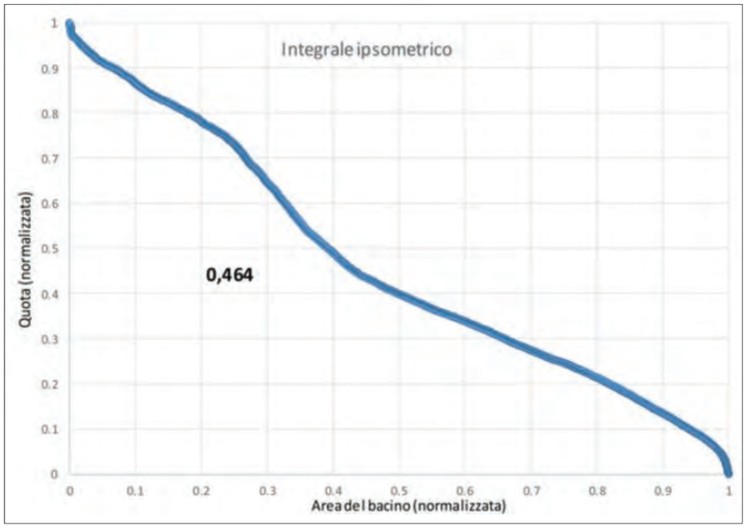
Vista dell'alveo verso monte dall'attraversamento di via Riparo Vecchio, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

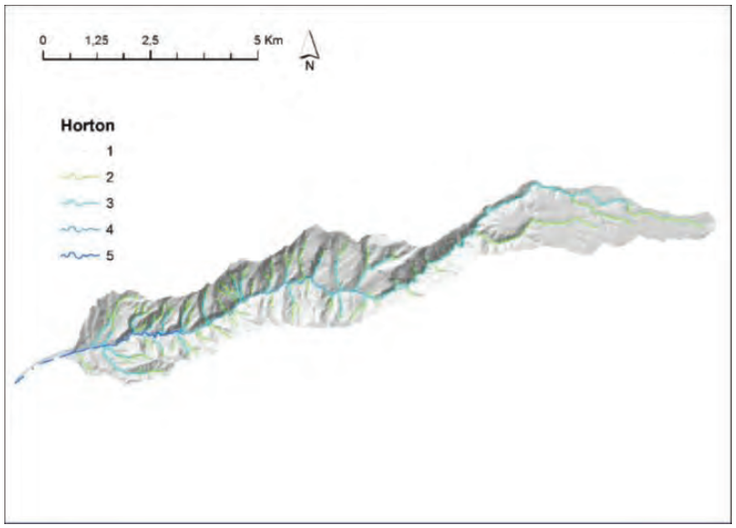
5.35 Fiumara ANNUNZIATA

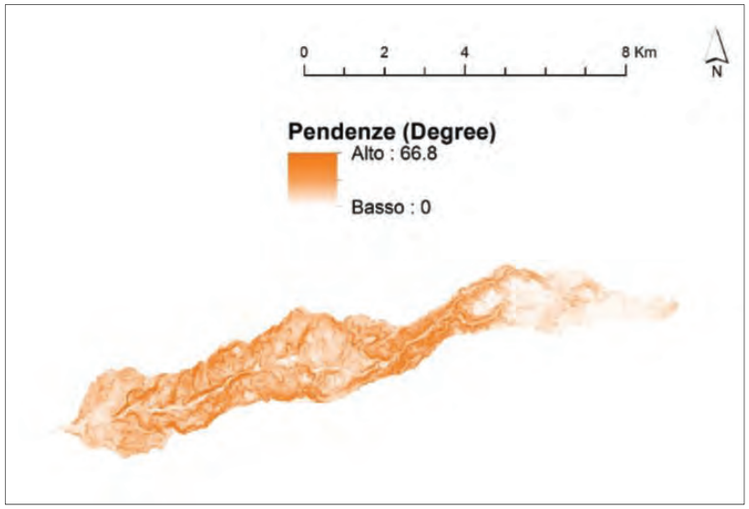
La fiumara Annunziata, al pari di altre fiumare della zona, attraversa il centro urbano di Reggio Calabria. Il bacino idrografico della fiumara si estende per 22.52 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 20.69 km e altitudine media pari a 647.73 m s.l.m. La fiumara, in parte intubata, è stata oggetto negli ultimi decenni di una notevole espansione urbana lateralmente al corso principale.

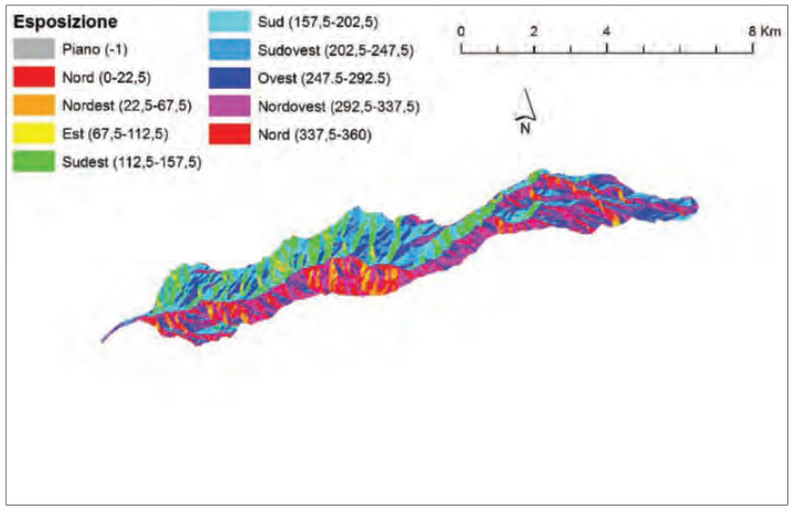
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1795. Straripa l'Annunziata.

Ottobre 1877. Piena del fiume Annunziata. Danni alle pile del ponte della nazionale.

Ottobre 1880. Ruppe gli argini a destra vicino alla chiesa di S. Brunello. Le acque si diressero verso la chiesa di S. Caterina abbattendo case e giungendo a mare a sinistra del porto di Reggio.

Dicembre 1972. Le fiumare comprese tra Valanidi e l'Annunziata sono in piena.

- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

○ Confronto con stato attuale

Ponte dell'A3 visto da valle verso monte, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

Vista dell'imbocco del tratto tombato di viale Manfroce e viale della libertà, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

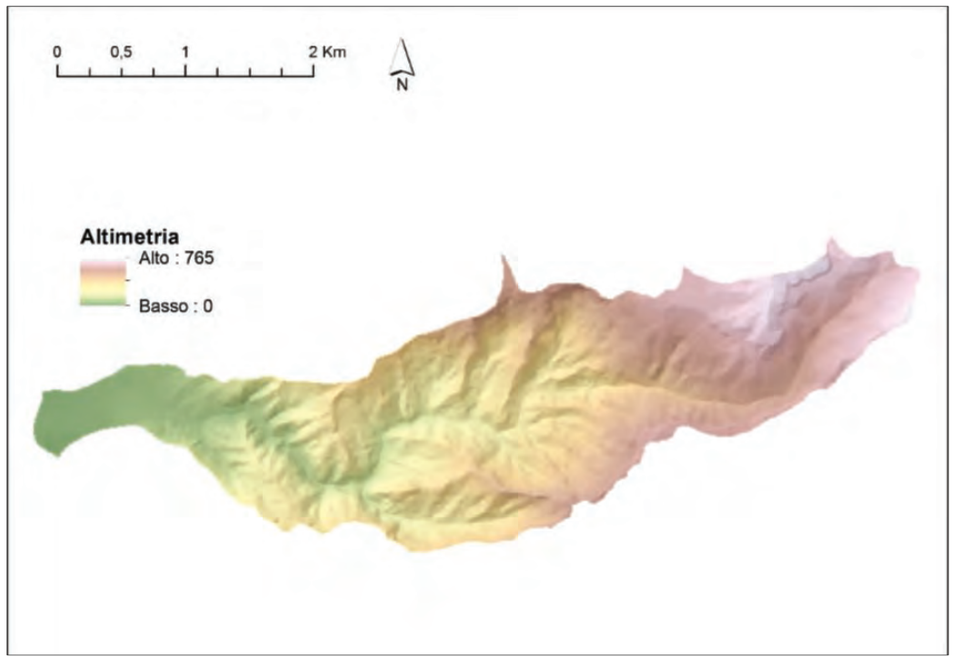
Vista dell'alveo (verso monte) dal ponte di viale Manfroce, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

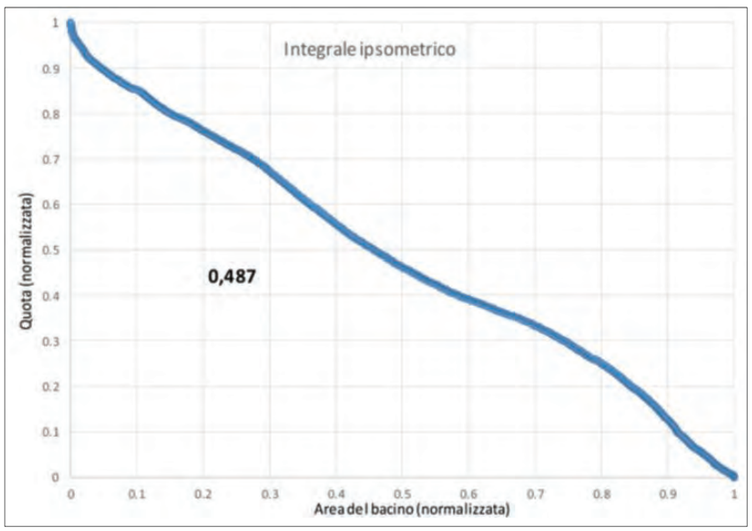
Vista dell'alveo (verso valle) dal ponte di viale Manfroce, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

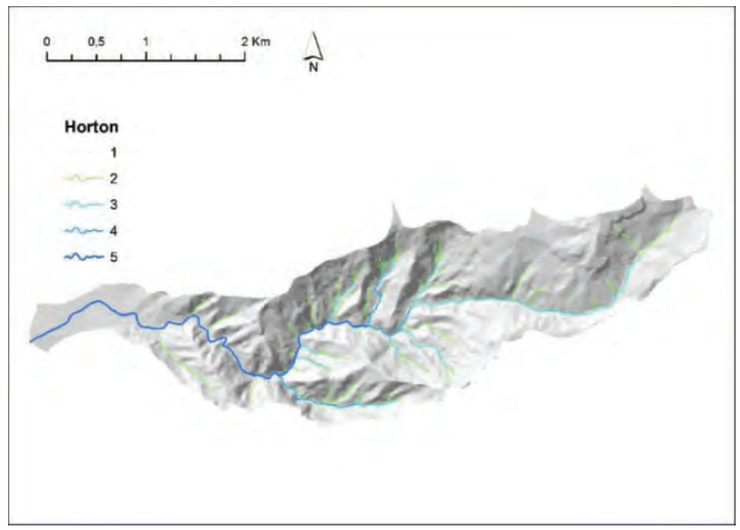
5.36 Fiumara FIUMETORBIDO

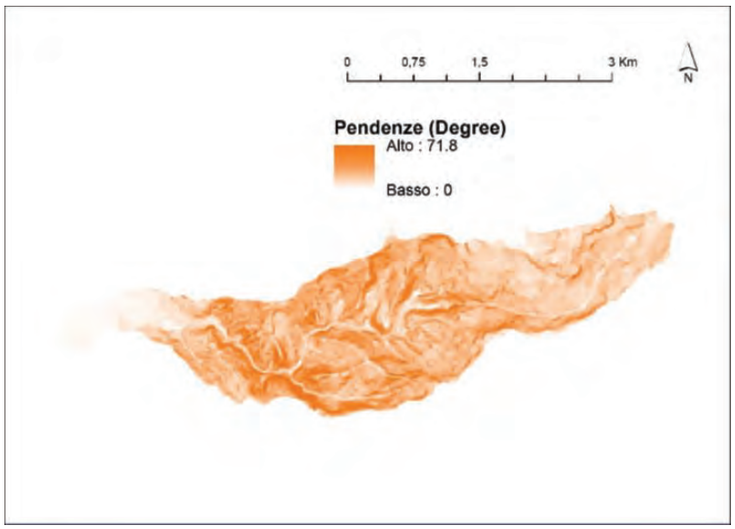
Il bacino idrografico della fiumara Fiumetorbido si estende per 7.76 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 8.80 km e altitudine media pari a 373.64 m s.l.m.

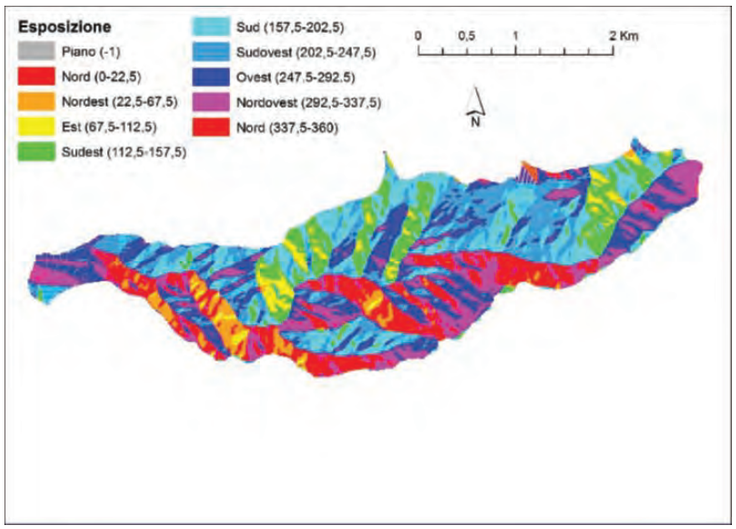
- *Caratteristiche geomorfologiche*



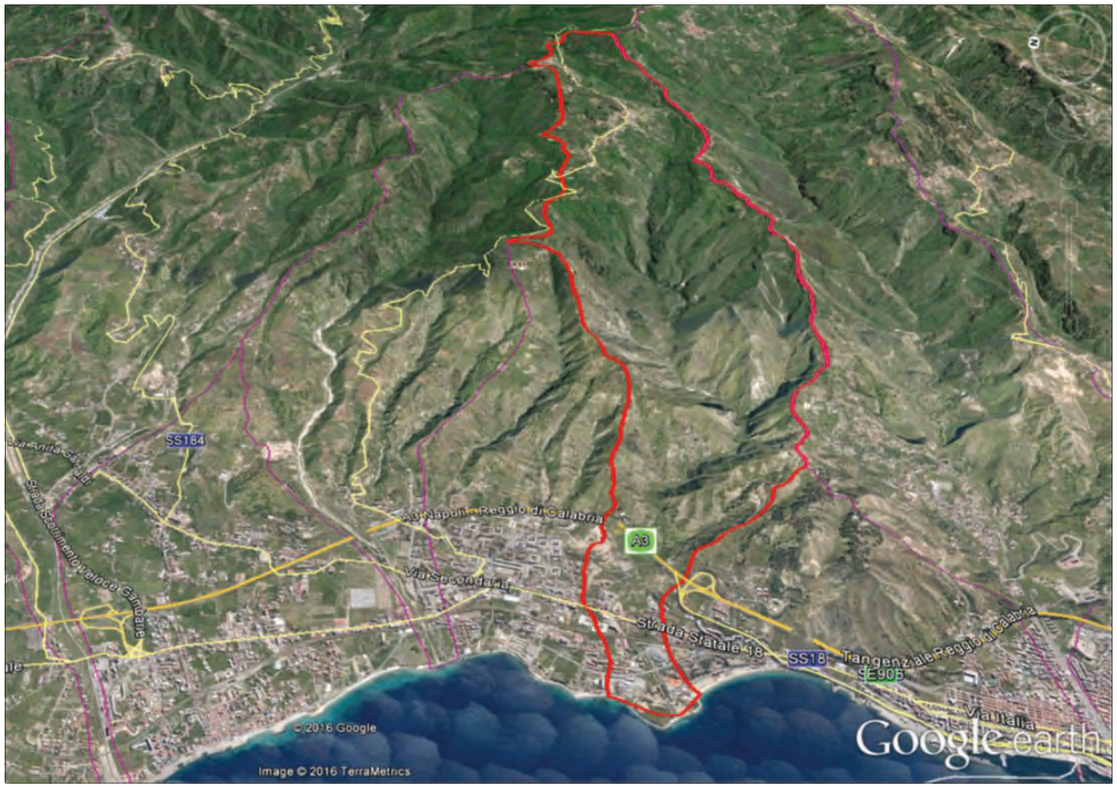








- *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*



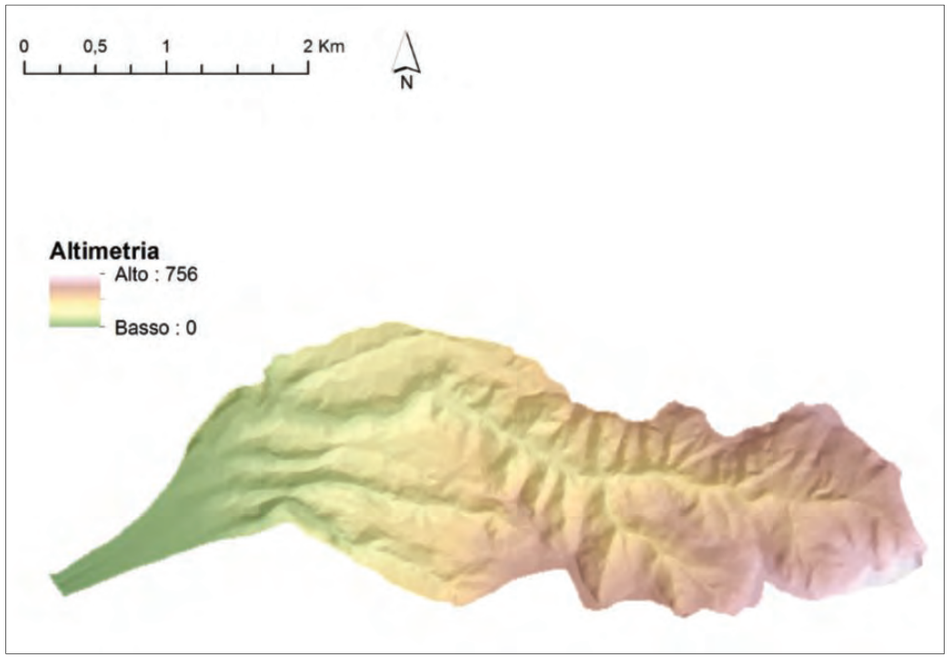
- *Documentazione fotografica*

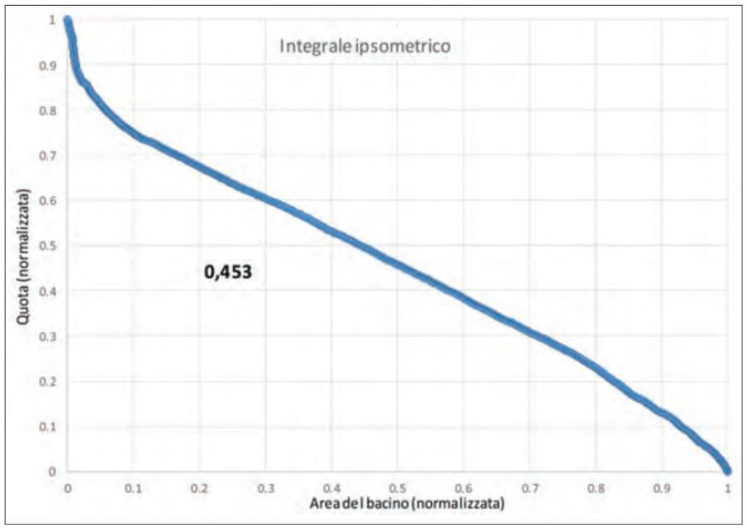
○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

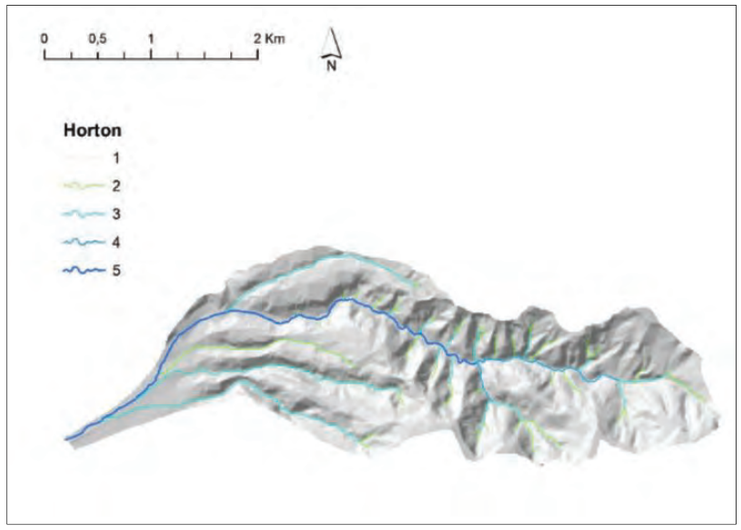
5.37 Fiumara SCACCIOTI

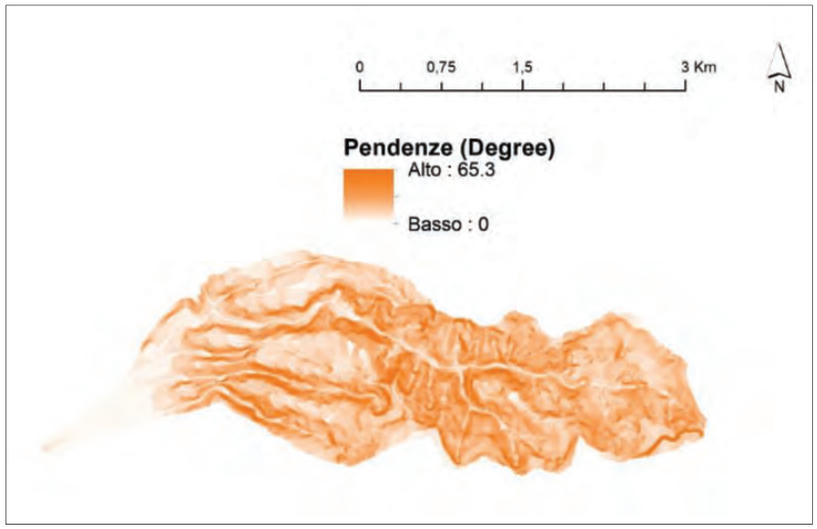
Il bacino idrografico della fiumara Scaccioti si estende per 7.31 km^2, con lunghezza dell'asta principale di 7.78 km e altitudine media pari a 342.57 m s.l.m.

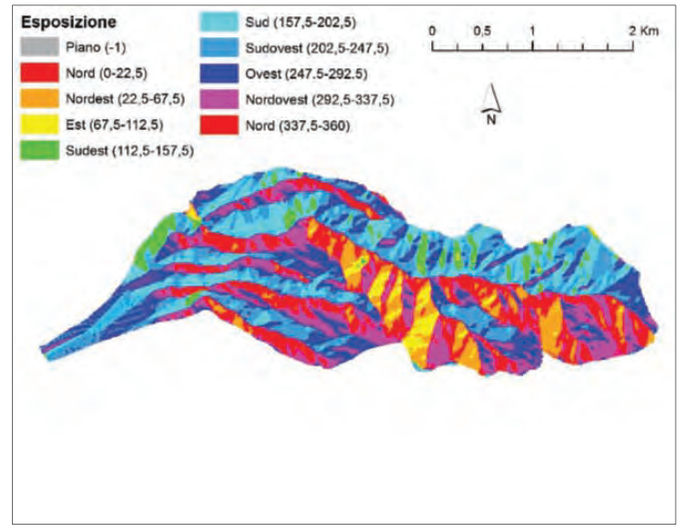
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Novembre 1976. Straripa il torrente e le acque sommergono alcune autovetture.

○ *Vista d'insieme da ortofoto (GE)*

- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

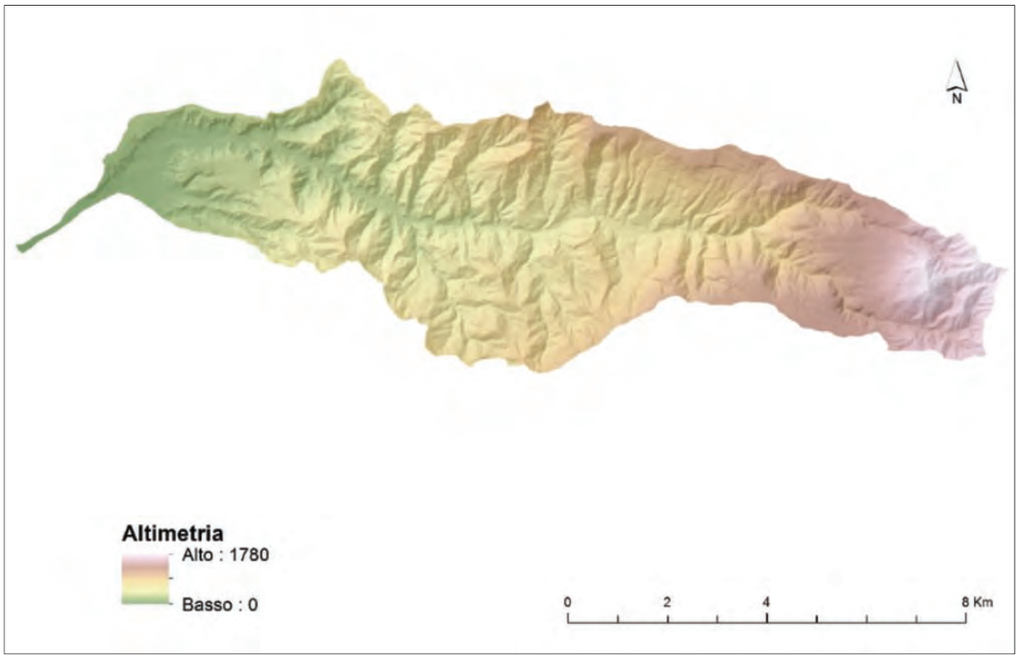
Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. La Fiumara Scaccioti

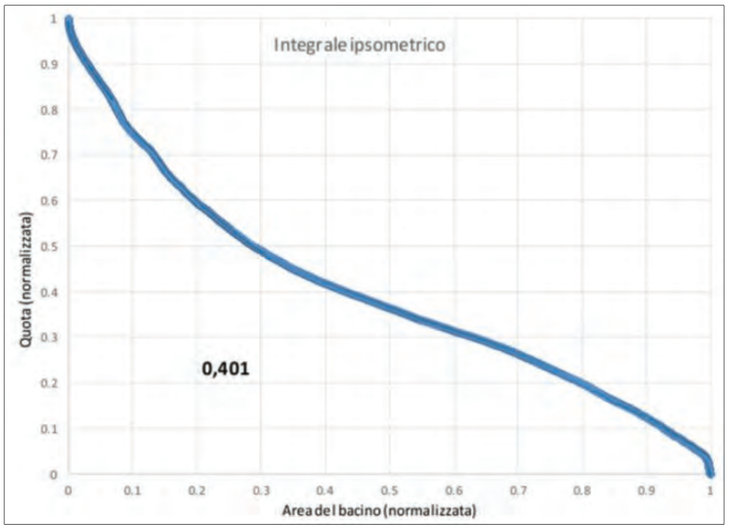
Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. La Fiumara Scaccioti

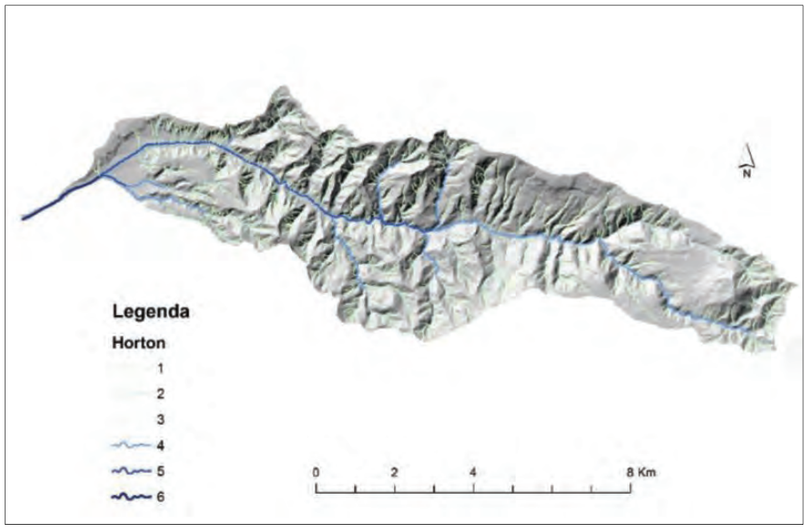
5.38 Fiumara GALLICO

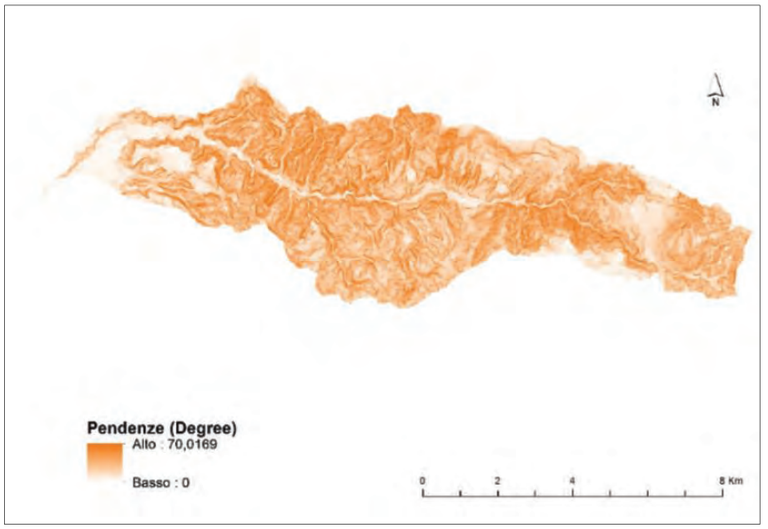
La fiumara di Gallico nasce dalle alture dell'Aspromonte per poi sfociare nel Mar Tirreno poco a nord di Reggio Calabria. Il bacino racchiude alla foce un'area di 59.63 km^2, con lunghezza dell'asta principale pari a 25.22 km. L'altitudine media è 716.84 m, mentre la pendenza media dei versanti risulta pari a 39.02 %.

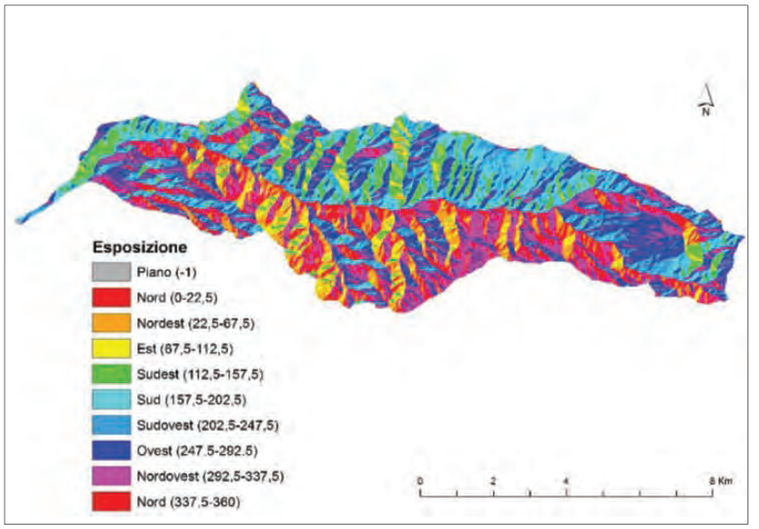
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Settembre 1825. Forte inondazione dei torrenti S. Biagio e Scaccioti che con le loro acque invasero tutti i terreni circostanti. Richiesti e accordati i lavori di arginazione.

1827. Inondazione terribile che distrugge la borgata di Gallico che dal fiume prende il nome.

1827. Una alluvione distrugge Gallico e Catona. Brasacchio: I depositi alluvionali hanno elevato il letto dei torrenti "che in molti siti trovansi superiore di più di venti palmi alle adiacenti campagne". Le piene del 1827 del Gallico e del Catona arrecarono danni per più di mezzo milione di abitanti.

Luglio 1851. Il Torrente S. Biagio minaccia le abitazioni dell'intero paese. Richiesta di lavori.

1874. La piena della fiumana Gallico danneggia la strada nazionale 36, i ponti e la borgata omonima.

Gennaio 1973. Il torrente Gallico minaccia la strada di accesso al paese.

- *Documentazione CAMILab*
  - *3 novembre 2015.*

Il sopralluogo tecnico è stato effettuato su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Reggio Calabria, allo scopo di verificare le criticità segnalate dalla Prefettura per alcune fiumare del reggino, in conseguenza dell'ondata di maltempo che ha colpito il versante ionico della Calabria meridionale. L'area oggetto del sopralluogo riguarda la zona che va dalla foce fino alla deviazione verso contrada Sambatello. La zona di foce non risulta aver avuto danni visibili dalla piena, ma è evidente che la fiumara ha versato in mare enormi quantità di limo e materiale litoide provenienti dalla zona di monte, modificando la struttura e la forma della foce. L'impianto di depurazione situato in destra idraulica di quest'area non è stato interessato dalla piena, ma l'accumulo di materiale potrebbe avere causato l'ostruzione dello scarico dell'impianto stesso. La strada che corre lungo la sponda in sinistra idraulica dell'alveo non ha subito danni, né risulta ostruita da detriti. Le zone golenali del tronco che vanno dal ponte della SS18 alla foce sono comunque erose in più parti, avendo la piena costituito un evento di modellamento dell'alveo fluviale.

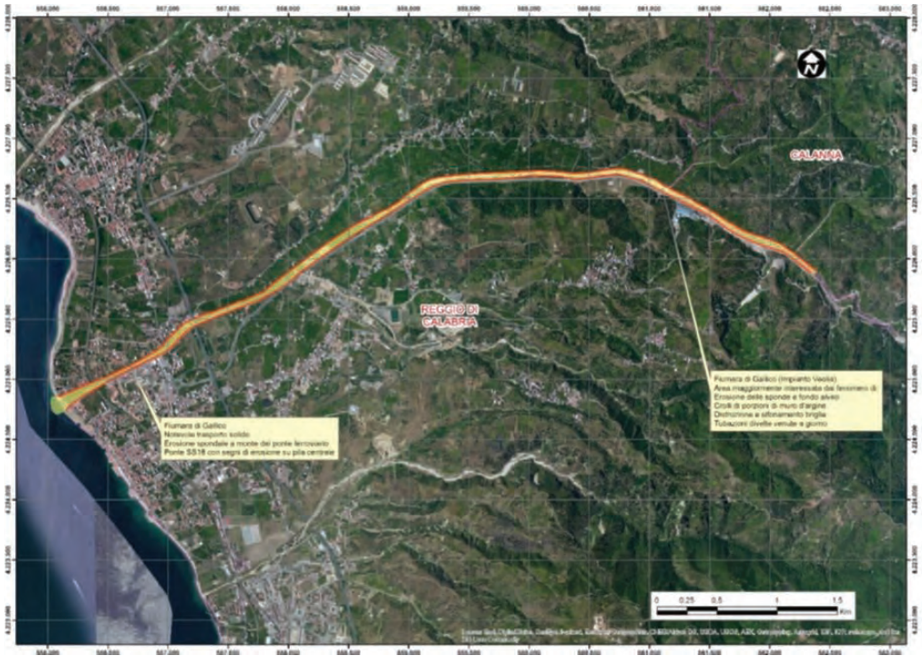


Figura 38.1 - Inquadramento area indagata (in colore: asta principale della fiumara di Gallico).

Risalendo la fiumara lungo la SS184, il tratto che va da alcune centinaio di metri a valle dell'impianto Veolia Servizi Ambientali fino al bivio per contrada Sambatello è risultato interessato da notevoli dissesti. Alcune briglie sono state distrutte, con conseguente fluitazione verso valle del materiale solido da esse accumulato e con la venuta a giorno delle condotte di alcuni sottoservizi non meglio identificati durante il sopralluogo. Si fa notare, però, che nel tratto in cui si è verificata l'escavazione del fondo alveo, sono presenti indicazioni del transito della rete del metanodotto. Per diverse decine di metri la carreggiata ha perso l'appoggio del muro, che costituiva in pratica l'argine sinistro della fiumara, ed è rimasta in posizione di grave pericolo per il traffico veicolare a causa della sottoescavazione del rilevato stradale. Con apposita segnalazione, l'ANAS ha opportunamente interdetto il transito per la porzione interessata dai crolli. Per tutto il tronco in questione, il muro di arginatura risulta crollato in più punti, sia in sinistra che in destra idraulica.

Figura 38.2 - Erosione di sponda e fondo alveo in contrada Sambatello.

Figura 38.3 - Crolli delle sponde in contrada Sambatello.

In corrispondenza del bivio per contrada Sambatello, si evidenzia una frana sulla sede stradale, con perdita di acqua e forte sconnessione del manto stradale. Con apposita barriera, l'ANAS ha impedito il transito, che in parte continuava tuttavia a sussistere per un passaggio a margine della segnalazione di pericolo.

Per questa fiumara, si segnalano infine alcune abitazioni costruite su entrambe le rive in aree molto prossime ai muri di arginatura (a volte addossate ad essi). Queste strutture sono da considerare con estrema attenzione per la possibile erosione del muro e le diverse discontinuità che lo stesso presenta in più punti, sia a monte che a valle, dovute a precedenti eventi di piena o a mancata/errata costruzione.

Figura 38.4 - Particolari dell'escavazione del fondo alveo e delle sponde della fiumara.

Figura 38.5 - Particolare della venuta a giorno di sottoservizi.

Figura 38.6 - Frana superficiale sulla strada per Sambatello.

Durante il sopralluogo sulla fiumara di Gallico, si è avuto modo di constatare che l'Anas ha predisposto il restringimento della carreggiata e la segnalazione di pericolo per gli automobilisti con nastro bicolore. Inoltre, nel tronco in questione, l'ANAS effettuava lavori di emergenza mediante escavatore, in azione sul posto nel momento del sopralluogo. Il mezzo movimentava materiale grossolano a valle di una briglia in cui era in atto un vistoso fenomeno di sifonamento.

Dal sopralluogo emerge che:

- il tronco della fiumara di Gallico che ha subito danni necessita di interventi di rispristino dell'arginatura sia in sinistra che in destra idraulica, per la messa in sicurezza della carreggiata stradale della SS184, anche a beneficio dell'impianto Veolia Servizi Ambientali e delle abitazioni prospicienti gli argini;
- per l'impianto Veolia, visionato solo dall'esterno in quanto non è stato possibile accedervi, non si è potuto accertare l'entità dei possibili danni relativi ai fenomeni di rigurgito legato allo scarico dell'impianto nel fiume nel tratto in questione e/o all'esondazione della fiumara che per via stradale ha interessato l'area dell'impianto;
- nella parte terminale della fiumara di Gallico che va dal ponte della SS18 fino alla foce, in sinistra idraulica, l'arginatura manca in più tratti. E' presente solo un muretto che funge da argine a bordo strada. In questo tratto il letto della fiumara ha quasi raggiunto il livello sommitale del muretto, esponendo pericolosamente sia la strada (denominata Via del Torrente) che gli edifici presenti in sinistra idraulica.

○ *14 gennaio 2016.*

Il sopralluogo tecnico è stato effettuato su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Regionale per illustrare ai colleghi del Dipartimento Nazionale lo stato dei luoghi post evento 2015. In tale occasione sono stati ripercorsi gli stessi luoghi visitati nel precedente sopralluogo, per verificarne le eventuali variazioni sopraggiunte nel lasso di tempo intercorso tra le due visite.

Figura 38.7 - Particolare della sistemazione in gabbioni in fase di realizzazione.

Figura 38.8 – Particolare delle rotte arginali in prossimità di aree abitate.

- *Documentazione fotografica*

○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

- Confronto con stato attuale

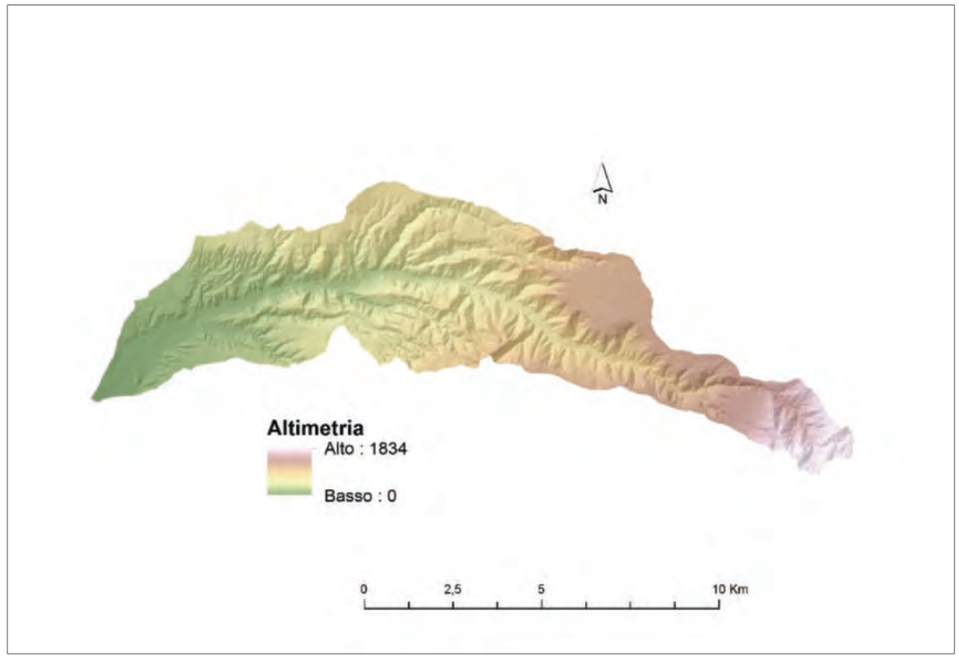
Ponte dell'A3 visto da valle verso monte, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

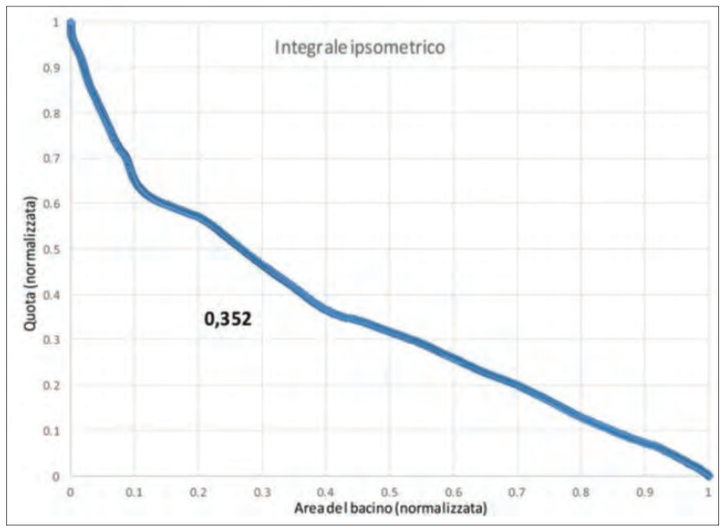
Condizione dell'alveo nei pressi dell'impianto Veolia, nel 1999 (foto a sinistra) e nel 2015 (foto a destra).

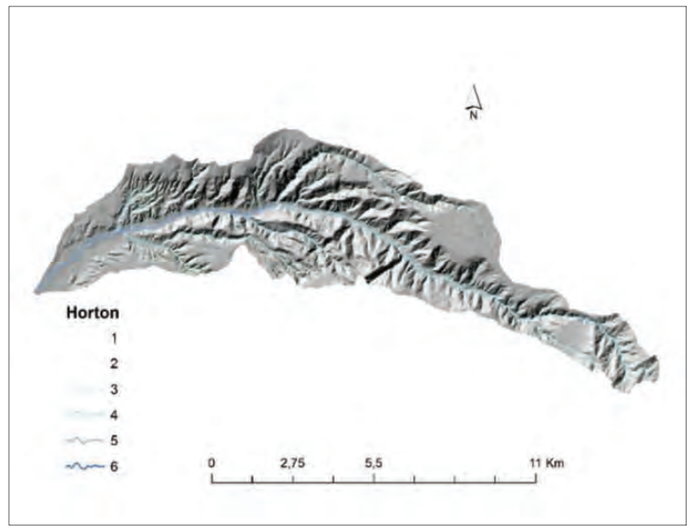
5.39 Fiumara CATONA

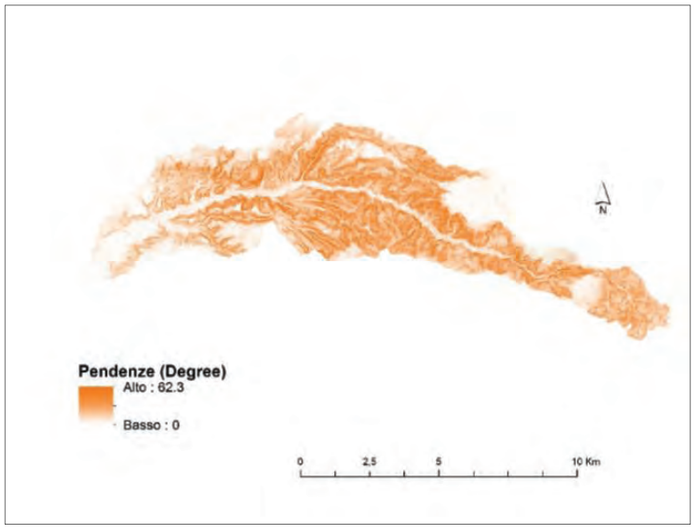
La fiumara Catona è inserita nel tessuto urbano della città di Reggio Calabria. Il suo bacino racchiude alla foce un'area di 68.48 km^2, con lunghezza dell'asta principale pari a 27.13 km. L'altitudine media è 646.06 m, mentre la pendenza media dei versanti risulta pari a 33.60 %.

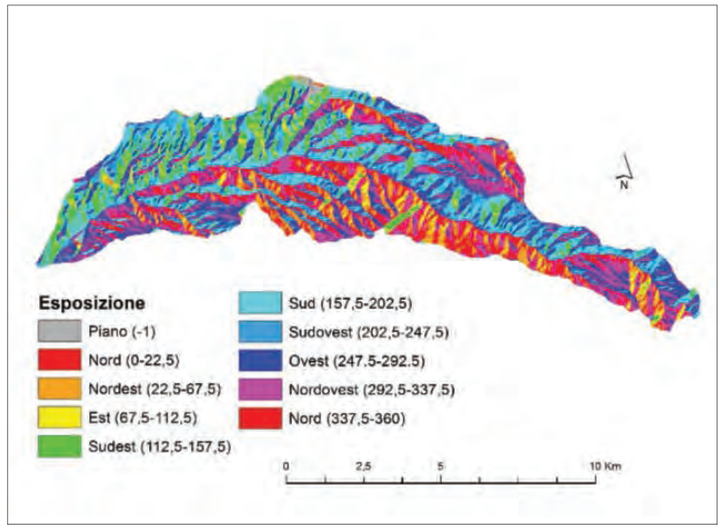
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1880. Inondazione delle fiumare aspromontane con distruzione di vie di comunicazione.

Settembre 1934. Al sottopasso del rione Catona il livello dell'acqua dell'omonima fiumara raggiunge i 2 metri. Il torrente S. Lucia invade uno stabilimento.

Novembre 2011. Esondazioni; allagamenti di strade per pioggia intensa, allagamento di abitazioni, crollo di detriti su area cantiere A3.

Settembre 2012. Allagamenti per pioggia, l'acqua sommerge i marciapiedi, e fiumare in piena. Danni alla rete fognaria, che si riversa in abitazioni, e alla rete elettrica.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

Il presente sopralluogo tecnico è stato effettuato il 3 novembre 2015 su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Reggio Calabria, allo scopo di verificare alcune criticità segnalate dalla Prefettura. L'area oggetto del sopralluogo riguarda la fiumara Catona (dalla foce alla SS18). La zona di foce della fiumara non evidenzia danni di alcun tipo. La portata di piena non ha modificato in modo sensibile il tronco fluviale, rimanendo confinata nelle aree golenali più prossime alla sezione di magra, mentre le aree golenali con vegetazione arbustiva non sono state interessate dall'evento. E' altresì evidente il notevole afflusso di materiale solido veicolato dalla piena. Le abitazioni prossime ai muri di arginatura non sembrano aver subito danni. Qualche preoccupazione la desta invece il ponte della SS18 più a monte, tra il ponte ferroviario e quello autostradale. Il ponte, che è piuttosto vecchio e molto degradato, presenta una delle pile in condizioni di forte erosione dovuta probabilmente a tutta una serie di recenti eventi di deflusso intenso. Pertanto il ponte è da mettere in attenzione per verifiche tecniche particolareggiate, che tengano conto delle fondazioni originarie della pila e di quanto eventualmente ripristinato e/o modificato con interventi successivi di rinforzo/protezione.

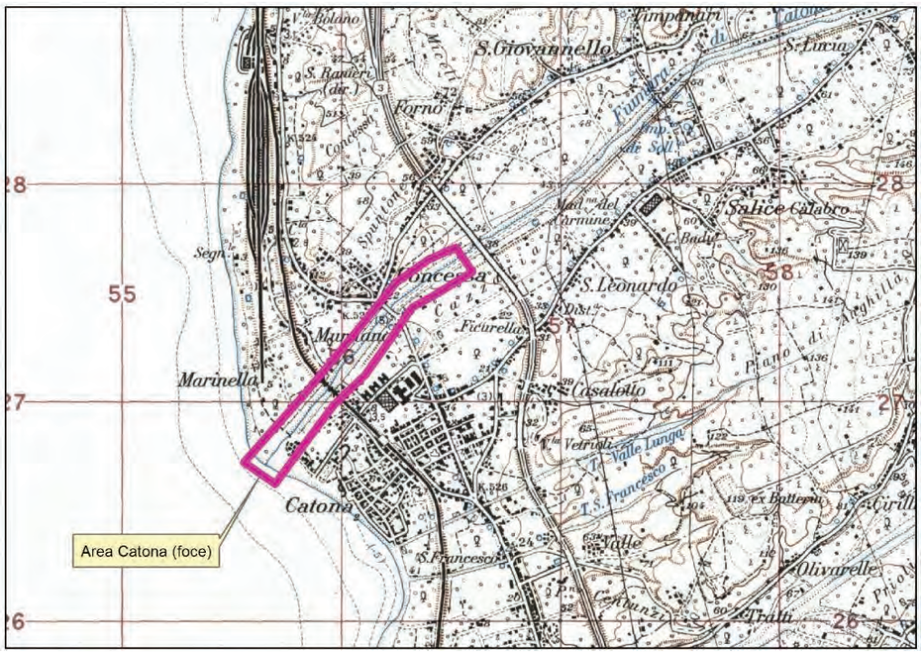


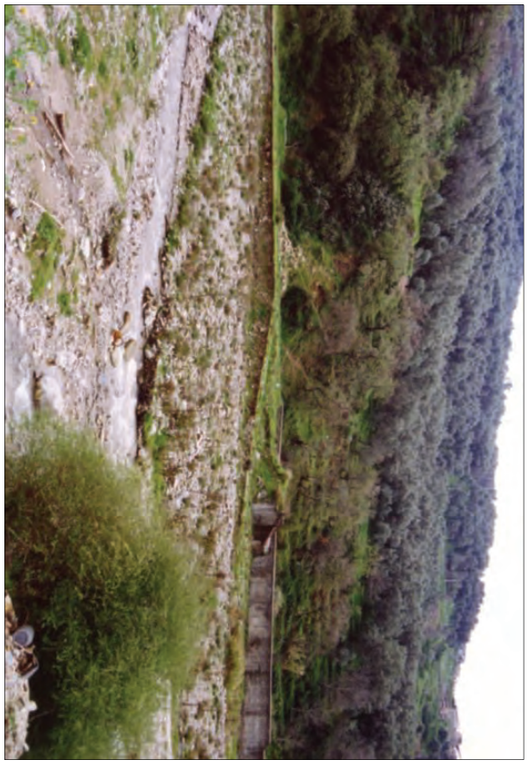
Figura 39.1 – Inquadramento area indagata.

Figura 39.2 – Particolari dell'attraversamento della SS 18.

Dal sopralluogo emerge che il ponte della SS18 sulla fiumara Catona, piuttosto vecchio e abbastanza degradato, presenta una delle pile centrali in condizioni di forte erosione dovuta probabilmente a tutta una serie di recenti eventi di deflusso intenso. Pertanto si tratta di un ponte da mettere in attenzione, per verifiche tecniche particolareggiate, che tengano conto delle fondazioni originarie della pila e di quanto eventualmente ripristinato e/o modificato in sede di interventi successivi di rinforzo.

- *Documentazione fotografica*

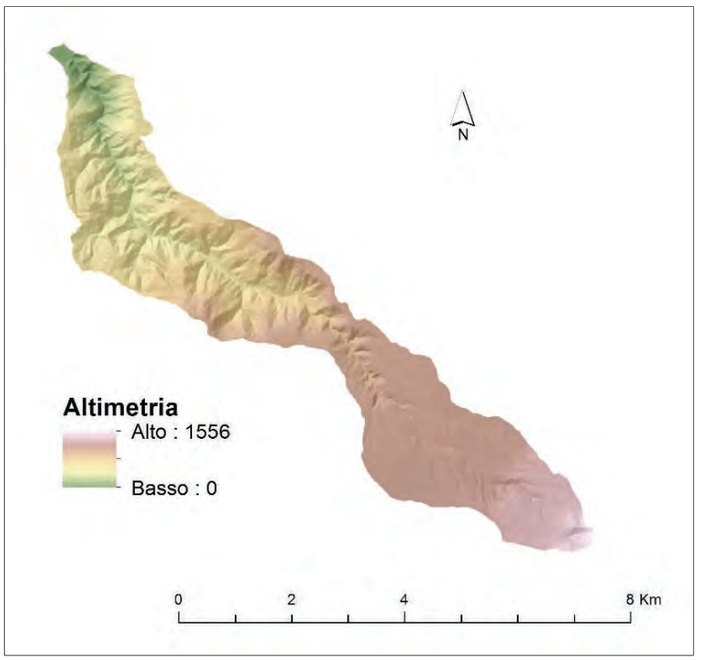
○ Foto storiche *(immagini CAMILab scattate nel 1999, percorrendo la fiumara da valle verso monte)*

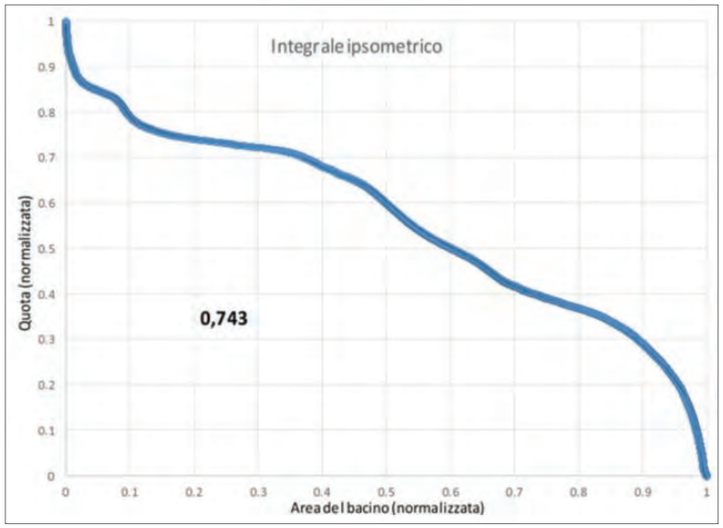


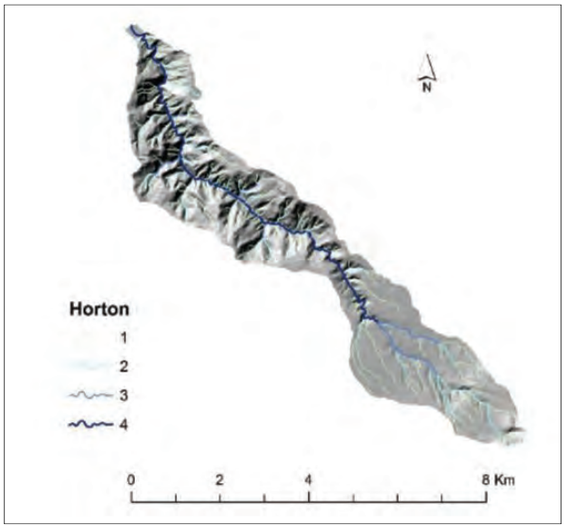
5.40 Fiumara FAVAZZINA

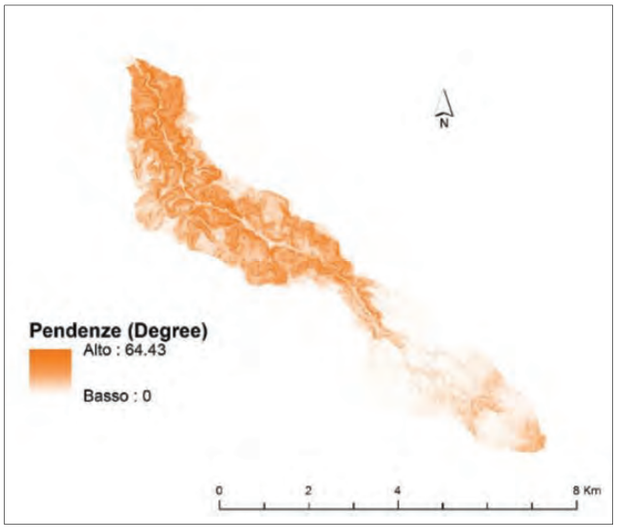
Il bacino idrografico della fiumara Favazzina racchiude alla foce un'area di 20.46 km^2, con lunghezza dell'asta principale pari a 16.02 km. L'altitudine media è 876.79 m, mentre la pendenza media dei versanti risulta pari a 32.90 %.

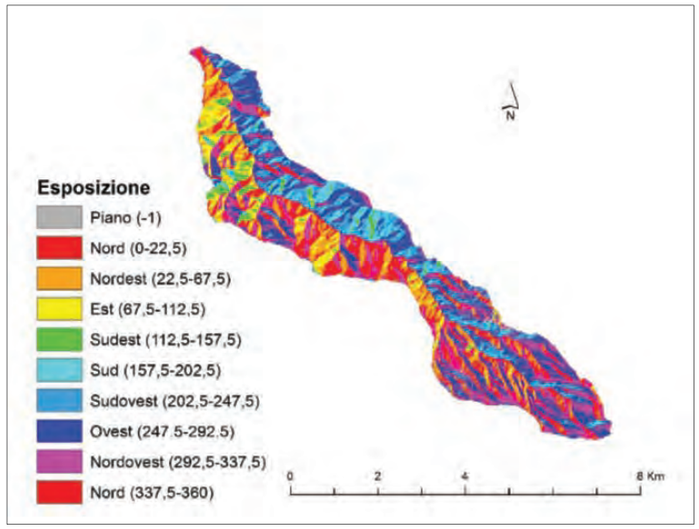
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

Agosto 1949. Danni alle colture per lo straripare dei torrenti.
Maggio 1968. La linea ferroviaria è coperta di detriti asportati dal torrente. Si notano anche delle nicchie di distacco per frane di dimensioni modeste.
Novembre 1976. I torrenti con foce fra Bagnara e Favazzina danneggiano la linea ferroviaria, causando il deragliamento di un treno.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

Il sopralluogo è stato effettuato il 2 novembre 2015 su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Reggio Calabria, allo scopo state verificare alcune criticità segnalate dalla Prefettura su alcune fiumare dell'area compresa tra Bagnara Calabra e Favazzina. Il sopralluogo è conseguente all'ondata di maltempo che ha colpito il versante ionico della Calabria meridionale ed è pertanto di carattere straordinario.

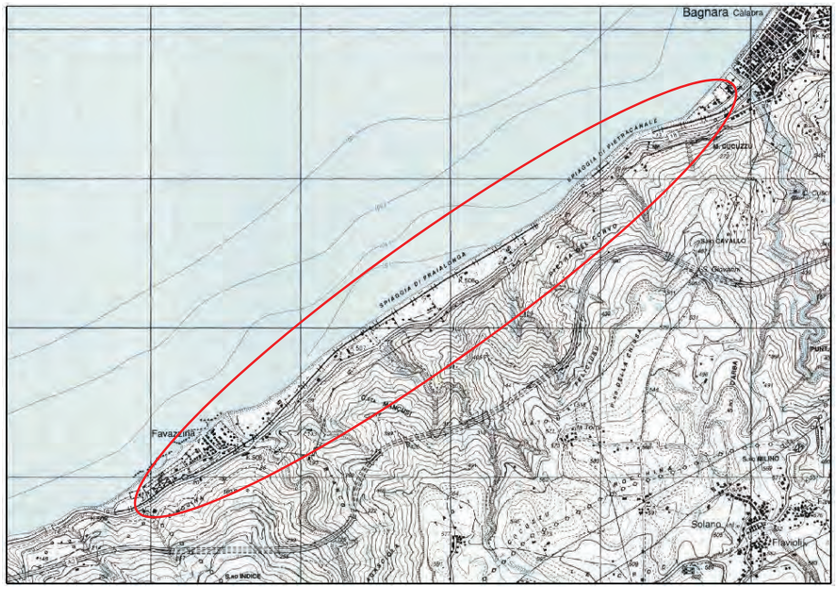


Figura 40.1 – Inquadramento area indagata (cerchiata in rosso).

L'area oggetto del sopralluogo è quella compresa tra gli abitati di Bagnara e Favazzina ed in particolare la fiumara Sfalassà (dalla foce alla SS18), la fiumara di Favazzina (dalla foce alla SS18), il torrente Praialonga (dalla foce alla SS18) ed il versante a monte della SS18 compreso tra i due abitati.

✓ *Fiumara di Favazzina*

La fiumara nella zona di foce risulta colma di materiale litoide proveniente dalla zona di monte. Risulta modificata la struttura e la forma dell'area della foce, spostata verso il mare di oltre 50 m. La piena che si è verificata ha depositato notevoli quantità di materiale lapideo, fin quasi a rendere l'alveo pensile nella zona a valle del ponte ferroviario. In questa parte, l'argine in sinistra idraulica non è continuo ed inoltre vi sono numerose abitazioni il cui accesso avviene direttamente dal letto della fiumara.

Figura 40.2 – Dettaglio dell'area indagata della fiumara di Favazzina.

Figura 40.3 – Particolari di alcuni dei fenomeni di dissesto verificatisi in alveo.

Figura 40.4 – Tratto della foce (in rosso l'avanzamento della foce).

Il versante a monte della SS18, nel tratto compreso tra gli abitati di Bagnara e Favazzina, presenta vari movimenti franosi e forme di erosione (sia areale che concentrata) lungo il versante e le scarpate prospicienti la statale. Alcuni di questi fenomeni, manifestatisi a seguito dell'evento meteorico, non hanno prodotto danni, mentre altri di maggiore consistenza hanno causato rotture delle barriere protettive (guard-rail) in più punti della statale.

Dal sopralluogo è emerso che i diversi movimenti gravitativi interessano in particolare la coltre eluvio colluviale del versante. Si tratta di fenomeni per lo più superficiali (lo spessore della coltre è di circa 2 metri), che comunque determinano una situazione di assoluta pericolosità e rischio elevato per il traffico veicolare. Gli eventi meteorici che hanno interessato l'area, caratterizzati da intense precipitazioni, hanno innescato il fenomeno gravitativo. In particolare le abbondanti piogge hanno imbibito la coltre eluvio colluviale che già di suo presenta delle proprietà geotecniche alquanto scadenti. La forza di gravità su un pendio già caratterizzato da forte pendenza ha fatto il resto. Si sono così mobilizzate varie zolle della coltre, che si sono riversate, e che tuttora si riversano, sulla sottostante carreggiata. Dal sopralluogo effettuato si è potuto constatare l'assoluta mancanza di un idoneo sistema di regimazione delle acque meteoriche nella zona alta del versante.

Figura 40.5 – Particolari di alcuni dei fenomeni franosi verificatisi sul versante.

Figura 40.6 – Particolari di alcuni dei fenomeni di dissesto verificatisi sul versante.

Figura 40.7 – Particolari di alcuni dei fenomeni verificatisi sul versante, con impatti sulla costa.

Durante il sopralluogo, si è constatato che l'ANAS ha predisposto tempestivamente la chiusura della SS18, nonché i lavori di emergenza mediante escavatore, che è stato visto in azione sul posto nel momento del sopralluogo. Il mezzo movimentava il materiale accumulato sulla sede stradale.

✓ *Torrente Praialonga*

Riguardo al torrente Praialonga, la zona di foce risulta colma di materiale litoide proveniente dalla zona alta del bacino. Risulta modificata la struttura e la forma dell'area compresa tra il ponte ferroviario e la zona a monte della SS18, nei pressi della foce. La piena che si è verificata ha depositato materiale anche oltre gli argini, in modo particolare in sinistra idraulica. Durante il sopralluogo erano in atto lavori di emergenza mediante escavatore che movimentava materiale grossolano al fine di realizzare un canale che consentisse il deflusso delle acque verso valle, oltre il ponte ferroviario.

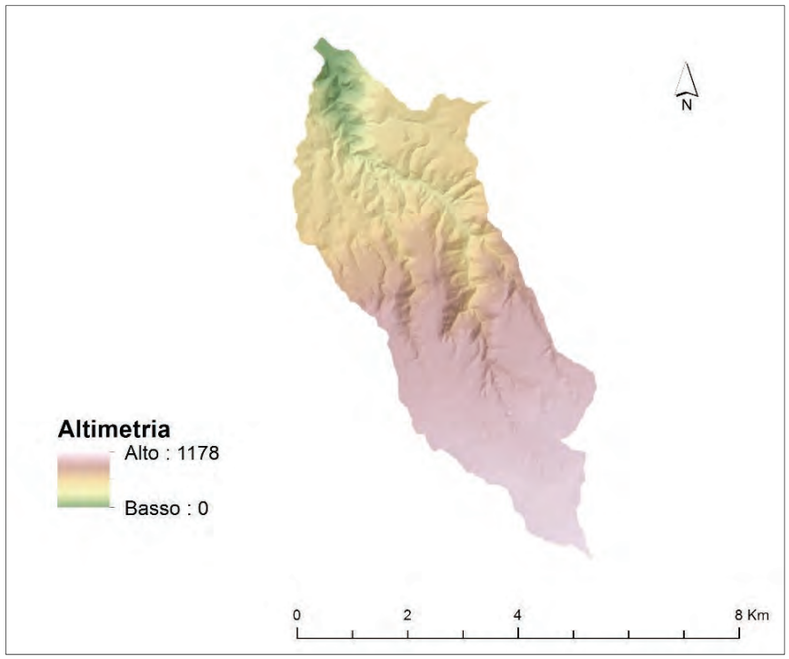
Figura 40.8 – Tratto tra la foce e monte del ponte sulla SS18 (torrente Praialonga).

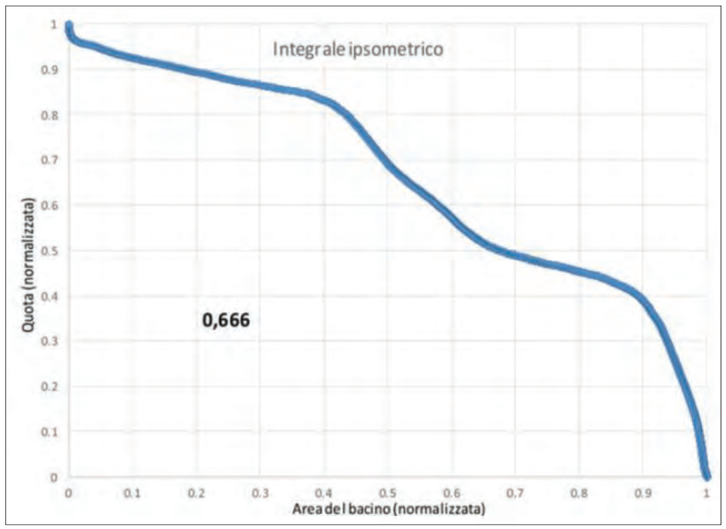
Dal sopralluogo emerge che le fiumare presentano tutte un notevole quantitativo di materiale accumulato presso le foci che ne riduce l'officiosità. Il versante a monte della SS18 presenta numerosi punti in cui le reti paramassi risultano colme di materiale detritico ed in molte zone sono anche rotte e discontinue. La regimazione delle acque del versante, infine, non risulta adeguata.

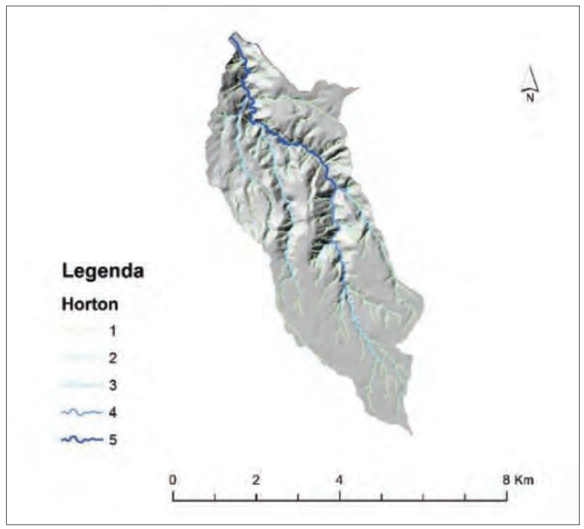
5.41 Fiumara SFALASSÁ

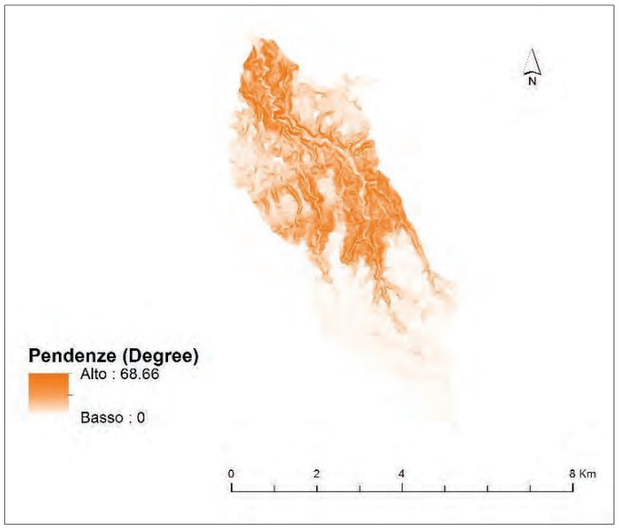
Il bacino idrografico della fiumara Sfalassà racchiude alla foce un'area di 4.03 km^2, con lunghezza dell'asta principale pari a 13.18 km. L'altitudine media è 786.17 m, mentre la pendenza media dei versanti risulta pari a 27.10 %.

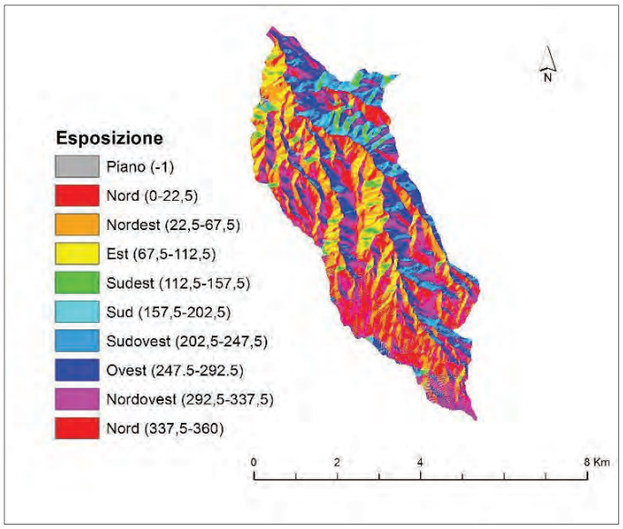
- *Caratteristiche geomorfologiche*











- *Eventi storici*

1786. Il torrente Canaletto inondò Bagnara ove affogarono 15 persone.

Novembre 1822. Forte alluvione che provoca la fuoriuscita dagli argini dei torrenti Canaletto e Ballerina.

Gennaio 1949. A Bagnara il torrente Sfalassà straripando invade il rione Calcara.

Maggio 1968. Dal torrente Acqua della Signora, a seguito di una intensa pioggia, si è originata una notevole quantità di fango e detriti che si riversa sulla SS Tirrenica Inferiore e sulla linea ferroviaria.

Novembre 1976. I torrenti con foce fra Bagnara e Favazzina danneggiano la linea ferroviaria, causando il deragliamento di un treno.

Ottobre 1982. Il torrente Sfalassà è in piena, supera gli argini naturali nella zona collinare sottostante l'omonimo viadotto della SA-RC.

Novembre 1988. Il fiume Sfalassà straripa portando a mare case di campagna, baracche, ovili e capi di bestiame. Anche i torrenti nei valloni di Caliello, Graziano e Malopasso straripano e portano a valle vigneti.

- *Documentazione 2015 CAMILab*

Il sopralluogo è stato effettuato il 2 novembre 2015 su richiesta dell'unità operativa della Protezione Civile di Reggio Calabria. La zona di foce della fiumara non evidenzia danni di alcun tipo. La portata di piena non ha modificato in modo sensibile il tronco fluviale, rimanendo confinata entro gli argini. E' da evidenziare il notevole afflusso di materiale solido veicolato dalla piena che si è in parte depositato alla foce. Le abitazioni prossime ai muri di arginatura non sembrano aver subito danni. L'officiosità del ponte ferroviario e del ponte di via Garibaldi risulta ridotta per effetto del materiale depositato durante la piena. Qualche fenomeno di erosione localizzata è presente sul ponte della SS18 situato tra il ponte ferroviario e quello autostradale. Il ponte, che è piuttosto vecchio e molto degradato, presenta segni di erosione in prossimità delle spalle e sullo scivolo di fondo, dovuti probabilmente a tutta una serie di recenti eventi di deflusso intenso.

Figura 41.1 – Inquadramento area indagata.

Figura 41.2 – Attraversamento ferroviario.

Figura 41.3 – Ponte SS 18.

Il sopralluogo ha evidenziato un notevole quantitativo di materiale accumulato presso la foce della fiumara che ne riduce l'officiosità. Il versante a monte della SS18 presenta numerosi punti in cui le reti paramassi sono risultate colme di materiale detritico, mostrando in molte zone rotture e discontinuità. La regimazione delle acque del versante non sembra adeguata.

6. BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1980). Il dissesto idrogeologico in Calabria. CNR-IRPI, Regione Calabria. Rubbettino srl, Soveria Mannelli (CZ), pp. 721.

AA.VV. (1991). Indagine a scala regionale sul dissesto idrogeologico in Calabria provocato dalle piogge dell'inverno 1990. Antronico L., Critelli S., Gabriele S. e Versace P. (a cura di), Editoriale Bios, Cosenza, pp. 171.

Afan de Rivera (1832). Considerazioni sui mezzi per restituire il valore proprio ai danni che la natura ha largamente conceduto al Regno delle Due Sicilie. Stamperia del Fibreno, Napoli.

Bianchini L. (1839). Della storia delle finanze del Regno di Napoli. Libri sette, Vol. I, Stamperia di Francesco Lao, Palermo.

Caloiero D., Mercuri T. (1980). Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1970. CNR-IRPI, Geodata n. 7, pp. 161.

Cassa per il Mezzogiorno (1957). Piano regolatore di massima per la Calabria, Roma, pp. 721.

Catenacci V. (1992). Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990. Cronistorie Calabresi. S.G.N., Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 228-245.

CNR-GNDCI (1995). Progetto AVI, Censimento delle aree vulnerate da calamità idrogeologiche. Rapporto di sintesi, Calabria. Grifo, Perugia, pp. 40.

Fiore G. (1691). Della Calabria Illustrata. Stamperia Domenico Roselli, Napoli. Tomo I, Libro II, pp. 286.

Gambi L. (1965). La Calabria. UTET, Torino.

Giangrossi L., Ietto A. (1971). La scarsa considerazione dei fattori geologici e i dissesti di alcuni centri urbani in Calabria. Atti del II Convegno Nazionale sui problemi della Geologia Applicata, Genova 24-26 settembre, 281-301.

Giangrossi L. (1973). Nubifragi ed alluvioni in Calabria. Ministero LL.PP., Catanzaro, La Tipo Meccanica, Catanzaro, pp. 85.

Greco V.M. (1845). La inondazione avvenuta in Cosenza nel 23 settembre 1729. Il Calabrese, Anno 3, n. 7, 54-55.

Grimaldi A. (1863). La Cassa Sacra, ovvero la soppressione delle manimorte in Calabria nel secolo XVIII. Stamperia dell'Iride, Napoli.

Ietto A. (1975). Geologia e pianificazione urbana in Calabria. Memorie della Società Geologica Italiana, 14, 421-490.

Ippolito F., Paganelli F. (1984). Il dissesto idrogeologico in Basilicata. Situazioni ed interventi. Cassa per il Mezzogiorno, quaderno n.9, 1-96.

Lazzari S., Caloiero D., Gabriele S., Lambiase S., Mercuri T., Pesce F., Versace P. (1990). Effetti prodotti in Basilicata dagli eventi meteorici verificatisi nel periodo Dicembre 1984-Aprile 1985. CNR-IRPI, Geodata 37, Tipografia Benvenuto, Cosenza, pp. 126.

Marone V. (1992). La ricchezza idrologica dello sfasciume. Scritti calabresi di Vincenzo Marone. Editoriale BIOS, 9-14.

Ministero LL.PP., Servizio Idrografico, Sez. Catanzaro. Annali Idrologici, parte I e II. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Nicotera P. (1959). Lo stato di dissesto idrogeologico della penisola calabrese. Associazione Geotecnica Italiana. Quarto convegno di Geotecnica, Padova, maggio 1959, 251-288.

Petrucci O., Chiodo G., Caloiero D. (1996). Eventi alluvionali in Calabria nel decennio 1971-1980. Pubblicazione GNDCI n. 1374, Rubbettino Arti Grafiche, Soveria Mannelli (CZ), pp. 142.

Pirozzi T. (1935). L'alluvione del 21-22 novembre 1935 sul versante ionico della Calabria. Stabilimento tipografico del Genio Civile, Roma, pp. 23.

Pirrello S. (1954). Dopo le alluvioni del 1953. Realtà nuova, XIX, 669-678.

Regione Calabria, ARPACAL (2015). Evento meteopluviometrico del 12 agosto 2015. Rapporto speditivo di evento. Centro Funzionale Multirischi di Catanzaro, pp. 17.

Regione Calabria, ARPACAL (2015). Evento meteopluviometrico del 30 ottobre - 2 novembre 2015. Rapporto di evento. Centro Funzionale Multirischi di Catanzaro, pp. 36.

Sabato L., Tropeano M. (2004). Fiumara: a kind of high hazard river. Physics and Chemistry of the Earth 29, 707–715.

Sorriso-Valvo M. (1985). Mass movement and slope evolution in Calabria. Proceedings of the IVth International Conference and Field Workshop, Tokio, 23-30.

Sorriso-Valvo M., Tansi C. (1995). Carta delle grandi frane e delle deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria. CNR-DGPV. SELCA, Firenze.

Travaglini G. (1985). Il controllo delle acque e la difesa del suolo. In: Storia d'Italia. Le Regioni dall'Unità ad oggi. La Calabria. Giulio Einaudi Editore, Torino.

Versace P. (1995). Aspetti idraulici ed idrologici del sistema fluviale. In: Le vie dell'acqua in Calabria e Basilicata. Cassa di Risparmio di Calabria e Lucania. S.p.A., 65-103.

Versace P., Ferrari E., Fiorentino M., Gabriele S., Rossi F. (1989). Valutazione delle piene in Calabria. CNR-IRPI, Geodata n. 30, Cosenza.

Viparelli C. (1964). Granulometrie delle alluvioni dei torrenti calabri. Geotecnica, 1, 10-35.

Viparelli M. (1972). La sistemazione delle aste terminali delle fiumare calabre. Università di Napoli, Istituti Idraulici, Pubbl. n. 276, pp. 95.

Viparelli C. (1972). Corsi d'acqua e leggi che ne regolano il modellamento. Istituto di costruzioni idrauliche, bonifiche ed irrigazioni, Facoltà di Ingegneria, Università di Napoli, quaderno n. 4, 1-96.

Viparelli M., Maione U. (1959). Sulla sistemazione delle aste terminali di alcuni torrenti calabri. VI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Padova, 25-27 maggio 1959, A24, 1-12.

PIENE ECCEZIONALI DEL MARZO ED OTTOBRE 1951 NEI CORSI D'ACQUA CALABRO-LUCANI

PREMESSA

Durante l'anno 1951 si verificarono nel Compartimento Calabro-Lucano due eventi di piena di notevole rilievo; l'uno, in marzo, interessò una vasta zona nella parte Centro-Settentrionale della Calabria ed Occidentale della Lucania; l'altro, in ottobre, la parte meridionale della Calabria a Sud del parallelo per Catanzaro.

Vengono illustrati di seguito gli aspetti più salienti degli eventi dal punto di vista idrologico, premettendo che in quei corsi d'acqua sottoposti alle periodiche osservazioni della Sezione e provvisti di idrometrografo, il valore della punta di piena è stato ottenuto con l'estrapolazione della curva delle portate, per quelli in cui si produssero notevoli esondazioni a monte del registratore, e per gli altri sprovvisti d'idrometrografo, la valutazione della piena è stata condotta avvalendosi, sia dei dati sugli afflussi meteorici, sia dei rilievi delle sezioni, dei profili di piena e delle pendenze d'alveo successivamente rilevate.

Il metodo degli afflussi meteorici è basato sulla corrispondenza fra gli afflussi sul bacino e i relativi deflussi attraverso una determinata sezione del corso d'acqua. Il procedimento è stato sviluppato suddividendo il bacino in superfici isocorrive e calcolando il deflusso alla sezione considerata generato dalla pioggia media ragguagliata sul bacino, distribuita con lo andamento orario del pluviografo medio della zona. Operando in tal modo si è ottenuto un diagramma, chiamato delle portate fittizie, che rappresenterebbe l'andamento degli effettivi deflussi nel caso limite di dispersioni nulle e con l'ipotesi che fosse costante il tempo di corrivazione di ciascuna porzione di bacino.

Nella fase di colmo si può ritenere che, per punte orarie di precipitazione che seguono un esteso e prolungato periodo di pioggia, il rapporto fra la portata reale e quella fittizia si mantenga entro limiti abbastanza ristretti e dipenda principalmente dalla configurazione orografica dei bacini. Pertanto, con l'introduzione di un opportuno coefficiente di riduzione, dalla portata massima fittizia così determinata è stato ricavato il valore della massima punta di piena.

Il tempo di corrivazione di ciascun bacino considerato è stato determinato per tentativi in maniera tale da far coincidere l'ora di colmo delle portate fittizie con l'ora durante la quale si è verificata la piena, risultante da testimonianze locali. Ove non si siano avute informazioni attendibili si è adottato un tempo di corrivazione dedotto per analogia a quelli conosciuti per bacini di caratteristiche geologiche e morfologiche simili a quelli interessati.

Nell'applicazione pratica del metodo, le aree scolanti nelle varie ore sono state ottenute dividendo il bacino in un numero di parti uguali alle ore del tempo di corrivazione, identificando le linee isocorrive con archi di cerchio equidistanti, con centro nella sezione considerata; inoltre si è supposto che la distribuzione oraria della precipitazione sia stata uniforme su tutto il bacino e che le cause ritardatrici dei deflussi (capacità di invasamento degli alvei e del terreno) siano rimaste costanti per tutta la durata del fenomeno.

PIENE DEL MARZO 1951 SUI CORSI D'ACQUA CON FOCE ALL'JONIO FRA BASENTO E CRATI E CON FOCE AL TIRRENO DAL LAO AL NOCE

GENERALITA'

Le intense precipitazioni che si ebbero la notte nell'8 marzo sulla dorsale dell'Appennino Calabrese da Cosenza al confine con la Lucania, trovarono nel preesistente stato di imbibizione del terreno determinato dalle abbondanti pioggie di febbraio e da quelle leggere per intensità, ma persistenti della prima settimana di marzo, condizioni favorevoli per un

rapido deflusso. Le conseguenti piene registrate sono da annoverarsi fra le maggiori, specie per il Basento a Pignola, il Crati a Conca, l'Esaro a La Musica e il Lao a Piè di Borgo, nei quali sono stati superati i

Fig. 1 — Piana di Sibari
Esondazione del Canale Stombi a monte della S. S. 106.

massimi valori istantanei riscontrati negli anni precedenti. Il bacino maggiormente interessato è stato quello del Crati, specie per il contributo proveniente

Fig. 2 — Canale Stombi al Ponte sulla S. S. 106.

dall'Esaro. Si sono avute vaste zone sommerse dalle acque esondate nel medio e basso corso del Crati, nonchè dal basso corso dell'Esaro e del Coscile, per rottura degli argini (vedi fotografie 1, 2, 3, 4).

Fig. 3 — Fiume Crati
Esondazione in sinistra a monte della confluenza col Coscile in località La Pollinara.

PRECIPITAZIONI

L'inizio della precipitazione si verificò quasi ovunque verso le ore 8 del 7, ma assunse particolare persistenza nella notte sull'8 (vedi riproduzioni fotografiche n. 5, 6, 7, di diagrammi di pluviografi). Le massime intensità orarie registrate furono:

a Domanico	40,6 *mm*	dalle	2,30	alle 3,30	dell'8
a Lagonegro	39,0 *mm*	dalle	2	alle 3	dell'8
a Montalto U.	26,4 *mm*	dalle	22	alle 23	del 7

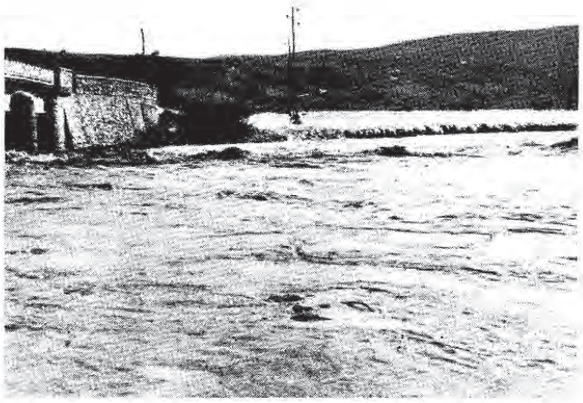


Fig. 4 — Fiume Esaro
Esondazione a monte della S. S. 19 a Piano La Musica

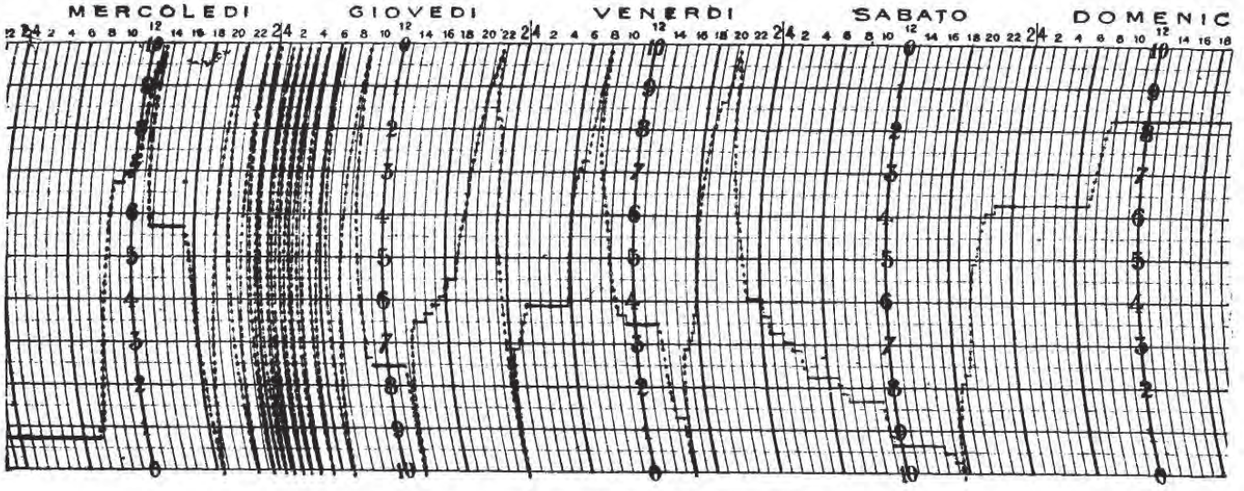


Fig. 5 — Registrazione pluviografica a Lagonegro (7-11 marzo 1951).

Non si tratta di valori eccessivi, però è da rilevare che la pioggia continuò ancora con i seguenti valori registrati per tre ore consecutive:

a Domanico	84,6 *mm*
a Lagonegro	92,0 *mm*

e per 6 ore consecutive:

a Domanico	135 *mm*
a Lagonegro	150 *mm*

Risulta che la pioggia di 24 ore cadde per una forte percentuale (70 ÷ 90 %) durante le 12 ore dalle 21 del 7 alle 9 dell'8, assumendo cospicui valori per le stazioni di Cogliandrino, Lagonegro, Domanico, Montalto Uffugo.

La carta delle piogge, tracciata per la giornata inclusa tra le ore 9 del 7 e le ore 9 dell'8 marzo (figura 11), mostra che il nubifragio investì la parte più elevata dei bacini dal Basento al Crati e dal Lao al

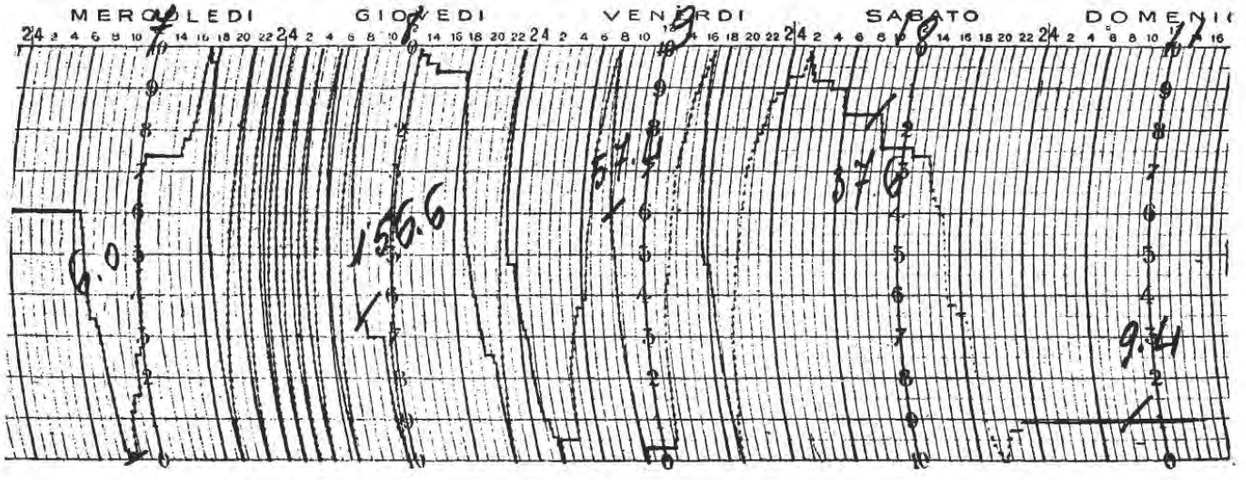


Fig. 6 — Registrazione pluviografica a Cogliandrino (7-11 marzo 1951).

Nel prospetto I vengono riportati per alcune stazioni pluviografiche i valori delle piogge registrate dalle ore 21 del 7 alle ore 9 dell'8 marzo e confrontate con i relativi totali delle 24 ore antecedenti alle 9 dell'8 marzo.

Noce e che si ebbero due centri di scroscio: l'uno con valori di pioggia superiori ai 200 *mm* si verificò nell'alto bacino del Sinni e del Noce, l'altro con valori superiori ai 300 *mm* nell'alto bacino dell'Esaro (massima precipitazione: *mm* 390 a S. Agata d'Esaro).

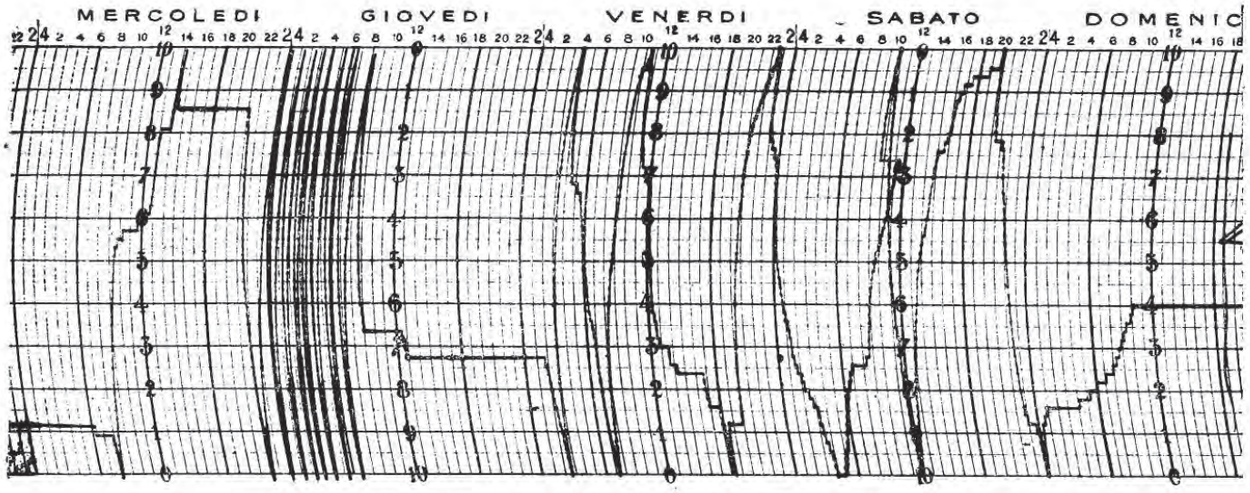


Fig. 7 — Registrazione pluviografica a Domanico (7-11 marzo 1951).

Per mettere in evidenza l'entità dell'evento, sul bacino del Crati, sono state tracciate per l'Esaro e La Musica, e per il Crati a Conca ed alla foce, le curve delle altezze di pioggia ragguagliata, che mostrano il notevole contributo dell'Esaro, che con un'altezza di *mm* 178, fece incrementare i 96 *mm* di afflusso sul Crati a Conca (bacino Km^2 1332) a 101,5 *mm* sul Crati alla foce (bacino Km^2 2430) (figg. 8, 9 e 10).

PROSPETTO I

BACINO E STAZIONE	Pioggia di 12 ore dalle 21 del 7 alle 9 dell' 8-3-1951 *mm*	Totale misurato alle 9 dell' 8-3-1951 *mm*	Percentuale del totale giornaliero caduta in 12 ore
AGRI			
Moliterno	49,4	67,4	73
Castelsaraceno	60,6	84,8	72
S. Chirico Raparo	8.0	19,6	41
SINNI			
Cogliandrino	128,4	156,6	82
S. Severino Lucano	52,2	61,8	84
CRATI			
Castrovillari	57,2	67,4	85
Torano Scalo	72,8	78,0	93
Montalto Uffugo	134,2	149,8	90
Cosenza	68,4	75,4	91
Domanico	191,0	198,6	96
LAO			
Papasidero	100,3	110,4	91
NOCE			
Lagonegro	220,6	249,2	89

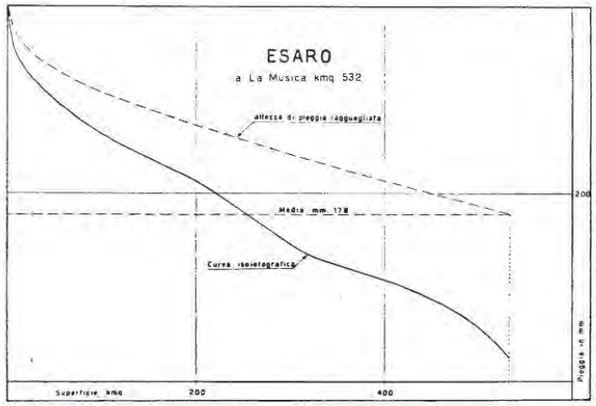


Fig. 9

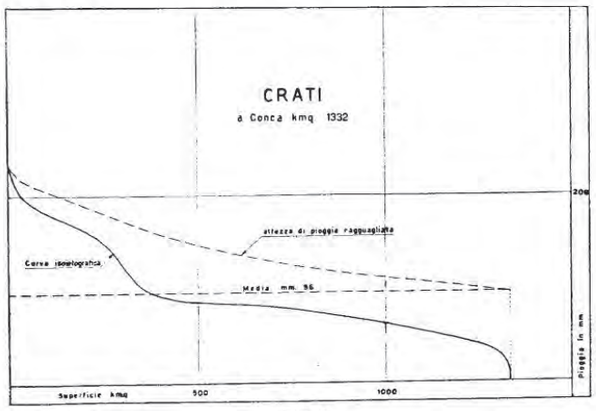


Fig. 8

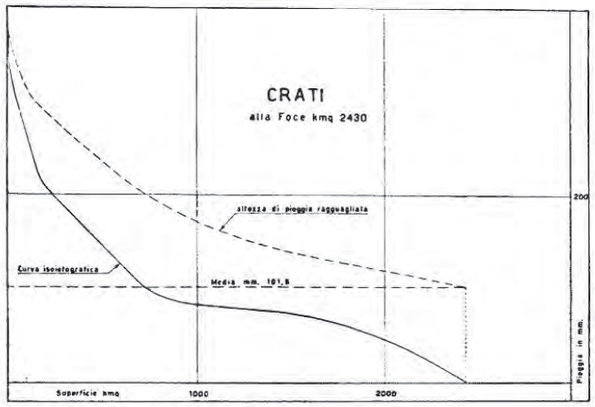


Fig 10

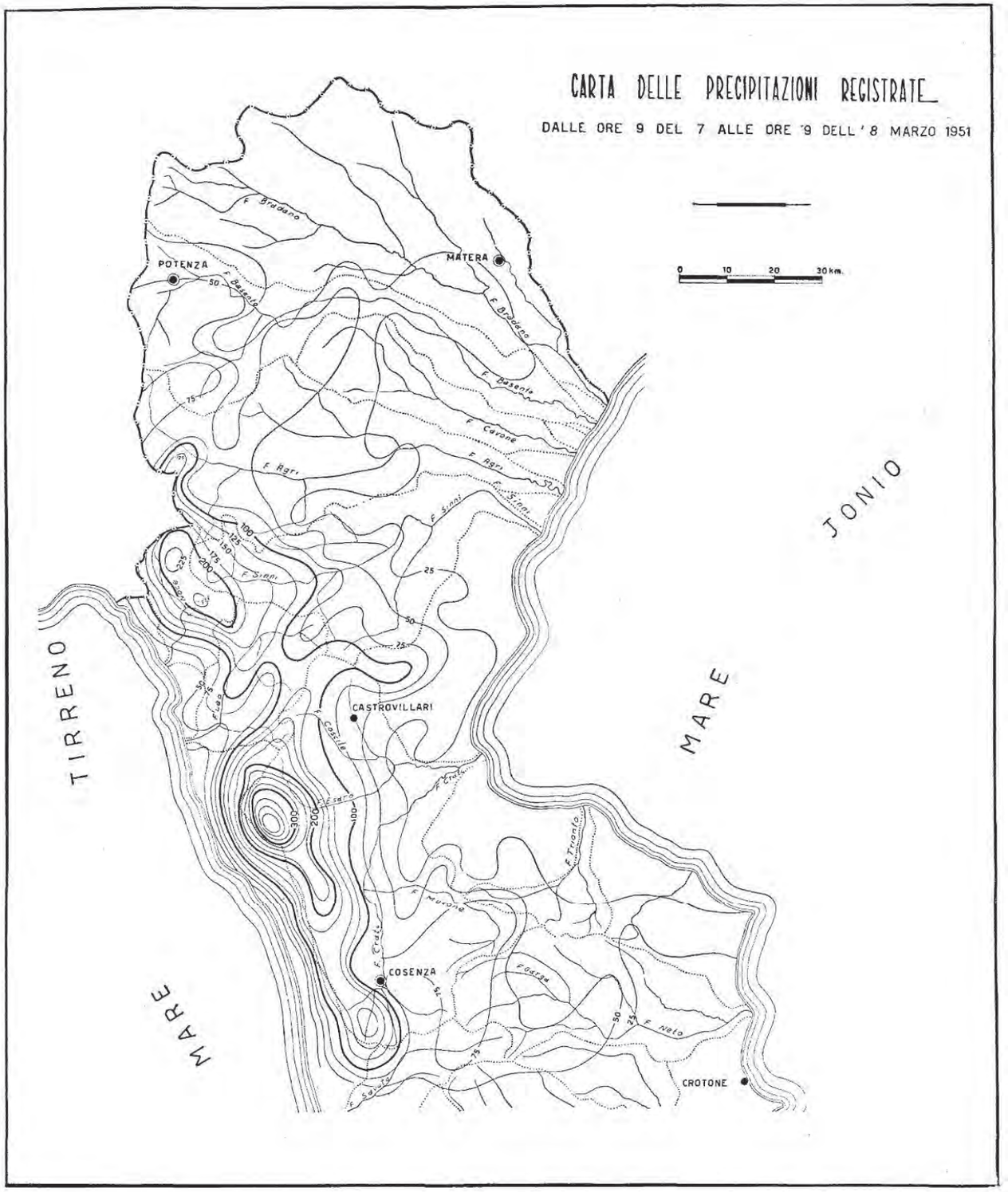

CARTA DELLE PRECIPITAZIONI REGISTRATE
DALLE ORE 9 DEL 7 ALLE ORE 9 DELL'8 MARZO 1951
0 10 20 30 km.
POTENZA
MATERA
CASTROVILLARI
COSENZA
CROTONE
TIRRENO
MARE
JONIO
MARE
F. Bradano
F. Basento
F. Cavone
F. Agri
F. Sinni
F. Crati
F. Neto

Fig. 11

P O R T A T E

Le registrazioni agli idrometrografi dislocati sui principali corsi d'acqua hanno fornito gli elementi necessari per un soddisfacente studio delle piene.

Per l'Esaro a La Musica ed il Crati alla foce, interessati in modo eccezionale dall'evento pluviometrico è stato effettutato un calcolo indiretto della portata massima che sarebbe stata raggiunta in assenza di esondazioni a monte, basandosi sul citato metodo degli afflussi meteorici sui rispettivi bacini.

Ciò premesso vengono considerati i vari corsi d'acqua come segue.

FIUMI LUCANI
CON FOCE ALL'JONIO E AL TIRRENO

Sono stati interessati dalla precipitazione prevalentemente nella parte alta del loro bacino.

Considerando il Basento, si rileva che alla Sezione di Pignola (bacino Km^2 58) si ebbe una portata al colmo superiore a tutti i massimi verificatisi dal 1926, mentre alla sezione di Gallipoli (bacino Km^2 848) l'intumescenza ebbe modo di smorzarsi grandemente, al punto che la massima ivi registrata è di gran lunga inferiore alle massime del periodo ed altrettanto dicasi per la sezione di Menzena (bacino Km^2 1405).

Altrettanto si può affermare per l'Agri; mentre a Le Tempe (bacino Km^2 174) la punta massima raggiunse 80,7 m^3/s, prossima, seppure inferiore alla massima del periodo precedente, ammontante a 130 m^3/s, alla sezione di Tarangelo (bacino km^2. 507) si ebbero al colmo 194 m^3/s, molto lontani dai 543 m^3/s, raggiunti durante la piena eccezionale del 29 novembre 1944.

PROSPETTO II

ALTEZZE IDROMETRICHE MASSIME RISCONTRATE NELLE PIENE DELL'8 MARZO 1951

CORSO D'ACQUA E STAZIONE	Inizio della piena		Punta massima	
	Ore e minuti	h (*cm*)	Ore e minuti	h (*cm*)
Basento a Pignola	9 del 7	25	7 dell'8	184
Basento a Gallipoli	11,30 » 7	132	5,30 » 8	360
Basento a Menzena	12,— » 7	266	18,30 » 8	610
Agri a Le Tempe	10,— » 7	52	6,30 » 8	286
Agri a Tarangelo	10,15 » 7	128	7,— » 8	488
Sinni a Valsinni	10,— » 7	80	4,— » 8	320
Crati a Conca	12,30 » 7	150	7,— » 8	378
Lao a Piè di Borgo	11,— » 7	-13	1,30 » 8	+219

Nell'alto e medio corso dei fiumi, l'inizio della piena si ebbe nella giornata del 7 nelle ore antimeridiane con una intumescenza della durata di poche ore. A questa, nella serata del 7 seguì l'onda di piena principale, che raggiunse il colmo al primo mattino

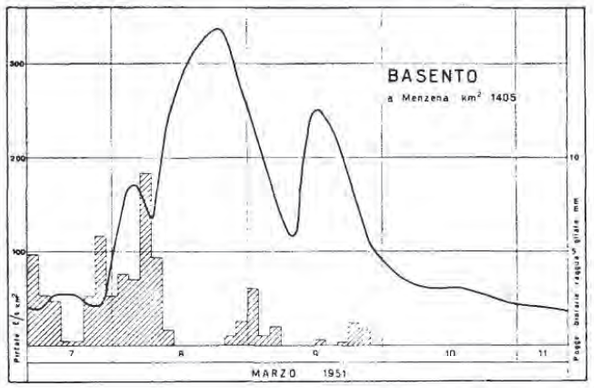


Fig. 12

dell'8 (vedi prospetto II), decrescendo poi immediatamente. Nella notte del 9 si ebbe una seconda onda di piena, di minore entità della precedente.

Dall'esame dei grafici tracciati per il Basento a Menzena fig. 12, Agri a Le Tempe fig. 13, Agri a Tarangelo fig. 14, emerge come l'andamento dei deflussi seguì, come al solito, fedelmente quello degli afflussi.

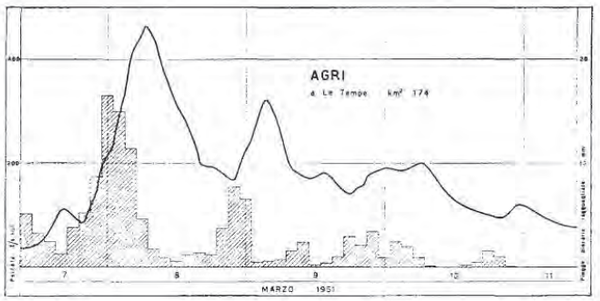


Fig. 13

Dalle registrazioni idrometrografiche, mediante

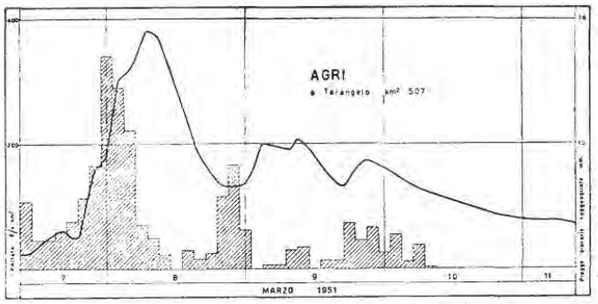


Fig. 14

l'estrapolazione delle curve di portata sono stati calcolati gli elementi caratteristici dei deflussi, che insieme agli afflussi vengono riportati nel prospetto III.

E' da notare che nel Basento a Pignola e Lao a Piè di Borgo la portata di colmo registrata nella piena di che trattasi superò tutti i valori riscontrati nel periodo precedente di osservazione.

CRATI ED AFFLUENTI

Anche il Crati, come i fiumi lucani fu interessato in misura notevole dalla piena proveniente dalla parte alta e media del bacino, nonchè dal contributo del suo sub-affluente Esaro nel cui bacino si ebbe il centro principale di scroscio con il massimo di 390 *mm* nelle 24 ore a S. Agata d'Esaro.

L'Esaro si immette nel Coscile poco a valle del Piano La Musica, il Coscile nel Crati (in sinistra) a pochi *km.* dalla foce, nella zona pianeggiante denominata piana di Sibari. In tale zona il Coscile provocò vasti allagamenti per la rottura di argini, in conseguenza degli apporti dell'Esaro, a sua volta esondato nella zona pianeggiante La Musica.

Anche in sinistra del Crati, a monte della confluenza col Coscile, e precisamente al piano Macchia della Tavola è da segnaalre una vasta esondazione, seppure di minore importanza delle suddette.

La piena è stata fedelmente registrata dall'idrometrografo a Conca e mediante estrapolazione della curva delle portate, col controllo dei rilievi di piena e del metodo degli afflussi, è stato possibile valutare la massima portata al colmo, che ha superato tutti i precedenti valori del periodo di osservazione.

Per le sezioni dell'Esaro a La Musica e del Crati alla foce, entrambe sprovviste di registratori, si è ritenuto opportuno eseguire un calcolo del colmo di piena basato sugli afflussi meteorici — nell'ipotesi di assenza di esondazioni. Il valore ottenuto per l'Esaro supera di gran lunga il massimo del periodo precedente e conferma l'eccezionalità dell'evento per tale bacino e per il Crati.

Il rilievo della sezione di piena nella zona di Conca diede i seguenti valori medi: Sezione di piena m^2 342, perimetro bagnato m 114, pendenza 2,78 per mille. La formula di Ganguillet e Kutter, con m = 0,035 dà una velocità $V = 3{,}073\ m/s$ e quindi una portata $Q = 1051\ m^3/s$.

Il calcolo mediante il metodo degli afflussi, assumendo un tempo di corrivazione di 12 ore, una pioggia media ragguagliata per le 24 ore valutata in 96 *mm*, distribuita secondo il *Pr* medio del bacino, dà una portata fittizia di 3220 m^3/s e col coefficiente di riduzione 0,38, una portata probabile massima al colmo di 1220 m^3/s, in buon accordo con il valore proveniente dal rilievo e col valore di 1120m^3/s ottenuto mediante estrapolazione della curva delle portate, che viene assunto come probabile valore del colmo di piena.

Per l'Esaro a La Musica il calcolo della punta di piena è stato eseguito in base al metodo degli afflussi,

PROSPETTO III

VALORI CARATTERISTICI DELLE PIENE DEL 7-8 MARZO 1951

CORSO D'ACQUA E STAZIONE	BACINO TRIBUTARIO			AFFLUSSO METEORICO				DEFLUSSO						Portata media onda di piena		Portata massima		RAPPORTI CARATTERISTICI				
	Superficie	Altitudine media	Parte permeabile	Nelle 24 ore di massima precipitaz. A		Nell'ora di massima precipitaz. A_1		Nelle 24 ore di massimo deflusso D			Nell'ora di massimo deflusso D_1							$\frac{D}{A}$	$\frac{D_1}{A_1}$	$\frac{Q\max}{A}$	$\frac{Q\max}{A_1}$	$\frac{Q\max}{Q\text{med}}$
	km^2	m s.m.	%	mm	$10^6\ m^3$	mm	$10^6\ m^3$	m^3/s	$l/s\ km^2$	$10^6\ m^3$	m^3/s	$l/s\ km^2$	$10^6\ m^3$	m^3/s	$l/s\ km^2$	m^3/s	$l/s\ km^2$					
Basento a Pignola	58	1.015	25	55,5	3,2	7,6	0,44	39,7	684	3,43	72,0	1.241	0,26	37,6	648	**74,5**	1.284	1,07	0,59	0,20	0,61	1,98
Basento a Gallipoli	848	893	20	50,5	42,8	4,1	3,48	193	228	16,70	269	317	0,97	124	146	270	318	0,39	0,28	0,55	0,28	2,18
Basento a Menzena	1.405	664	15	44,0	61,8	6,6	9,27	357	254	20,8	470	335	1,69	231	164	472	336	0,50	0,18	0,66	0,18	2,04
Agri a Le Tempe	174	933	85	80,0	13,9	9,2	1,60	50,3	289	4,3	79,3	456	0,29	42,4	244	80,7	464	0,31	0,18	0,50	0,18	1,90
Agri a Tarangelo	507	870	55	81.1	41,1	8,5	4,30	127	250	11,0	192	379	0,69	106	209	194	383	0.27	0,16	0,41	0,16	1,83
Sinni a Valsinni	1.142	752	46	66,8	76,3	8,7	9,94	260	228	22,9	415	363	1,49	223	195	419	367	0,29	0,15	0,47	0,15	1,88
Crati a Conca	1.332	664	50	96,0	127,9	13,8	18,38	617	463	53,3	1.094	821	3,94	571	429	**1.120**	841	0,42	0,21	0,76	0,22	1,96
Esaro a La Musica	532	496	65	178,0	94,7	21,5	11,44	—	—	—	—	—	—	—	—	**1.100**	2.070	—	—	1,00	0,35	—
Crati alla foce	2.430	597	60	101,5	246,6	14,4	34,99	—	—	—	—	—	—	—	—	(1) 2.400	988	—	—	0,84	0,25	—
Lao a Piè di Borgo	279	832	55	138,9	38,8	14,0	3,91	291	1.043	25,1	468	1.677	1,68	182	652	(1) **490**	1.760	0,65	0,43	1,09	0,45	2,69

(1) Portata teorica che sarebbe stata raggiunta in assenza di esondazioni a monte, dedotta col metodo degli afflussi meteorici.

con i seguenti dati: tempo di corrivazione 8 ore, pioggia media ragguagliata nelle 24 ore 178 *mm*, distribuita secondo il *Pr* medio del bacino. La portata fittizia è risultata 2900 m^3/s e la portata probabile del colmo, in base al coefficiente di riduzione 0,38 risulta 1100 m^3/s.

E' sembrato opportuno effettuare anche un calcolo del colmo di piena alla foce del Crati, supposto che non si fossero verificate esondazioni, col solito metodo degli afflussi.

In base ai seguenti dati: tempo di corrivazione 14 ore, pioggia media ragguagliata 101,5 *mm*, si ha una portata fittizia di 6400 m^3/s.

La portata probabile, col coefficiente di riduzione 0,38 fornisce: $Q = 2430$ m^3/s che è stato arrotondato in 2400 m^3/s.

L'andamento generale della piena registrata al Crati è molto simile a quello già descritto per i fiumi lucani, e ciò anche in considerazione della contemporaneità della pioggia sui bacini lucani e su quello del Crati.

Alla sezione di Conca la piena ebbe inizio alle ore 12,30 del 7 con un'altezza di *m* 1,50, il colmo si ebbe alle 7 dell' 8 con un'altezza di *m* 3,78. La permanenza al livello massimo si ebbe per una mezz'ora circa, e la piena venne smaltita entro la mezzanotte dello stesso giorno. Il 9 ed il 10 marzo si ebbero due successive intumescenze di poca importanza (vedi figura 15).

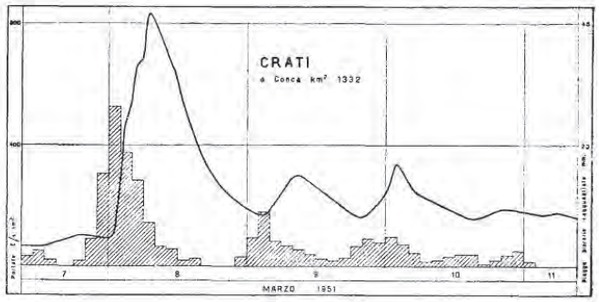


Fig. 15

I valori caratteristici della piena, riferiti alla sezione di Conca, unitamente a quelli alla foce e dell'Esaro a La Musica, sono riportati nel prospetto III. Si osserva che le portate massime istantanee del Crati a Conca e dell'Esaro a La Musica hanno superato i massimi valori riscontrati nelle precedenti piene.

ALLUVIONE DELL'OTTOBRE 1951 SULLA CALABRIA MERIDIONALE (1)

GENERALITA'

Nei giorni 15-16-17-18 ottobre sulla fronte sud-orientale dell'estrema parte meridionale della penisola calabrese si è verificato un evento pluviometrico notevole, da ritenersi eccezionale per la continuità e l'intensità dei rovesci di pioggia mai riscontrati in precedenza.

La zona colpita dall'alluvione può delimitarsi: a nord da una linea obliqua fra il Golfo di Squillace e quello di S. Eufemia; per i rimanenti lati dalla fascia costiera che congiunge i due golfi attraverso il Capo d'Armi.

Le piene hanno avuto un carattere di eccezionalità per i bacini jonici e tirrenici con origine sul crinale appenninico fra Lenza di Gerace e Montalto; meno eccezionali quelli interessanti i bacini jonici con origine fra Monte Cucco e Lenza di Gerace.

I rilevanti deflussi di piena, protrattisi per diverse ore, con la violenza della corrente e conseguente forza viva delle notevoli ed insolite masse liquide in movimento hanno provocato corrosioni e cadute di argini con estese esondazioni, crollo di ponti, asportazione di rilevati stradali e ferroviari.

Estese pendici montuose del versante jonico costituite da filladi e da graniti variamente alterati, in dipendenza della persistenza delle piogge, hanno iniziato movimenti franosi con gravi danni agli abitati su di esse fondati (Isca, S. Sostene, S. Andrea, Nardò di Pace, Grotteria, Platì) o addirittura con la rovina dell'intero abitato (Africo).

PRECIPITAZIONI

L'entità e la distribuzione superficiale delle precipitazioni è messa in evidenza dalla carta delle isoiete relative alle 72 ore, dalle 9 del 15 alle 9 del 18 ottobre (fig. 16) e da quella di 48 ore, per i giorni 16 e 17 (fig. 17). I nuclei di maggior piovosità si sono verificati:

1) sul massiccio dell'Aspromonte. E' questa la zona di maggior piovosità delimitata dall'isoieta 1500 *mm* in base alla registrazione pluviografica di S. Cristina d'Aspromonte, con un totale di 1495 *mm*. E'

(1) Nota pubblicata sul « Giornale del Genio Civile » Fascicolo 3°-4° Marzo-Aprile 1952.

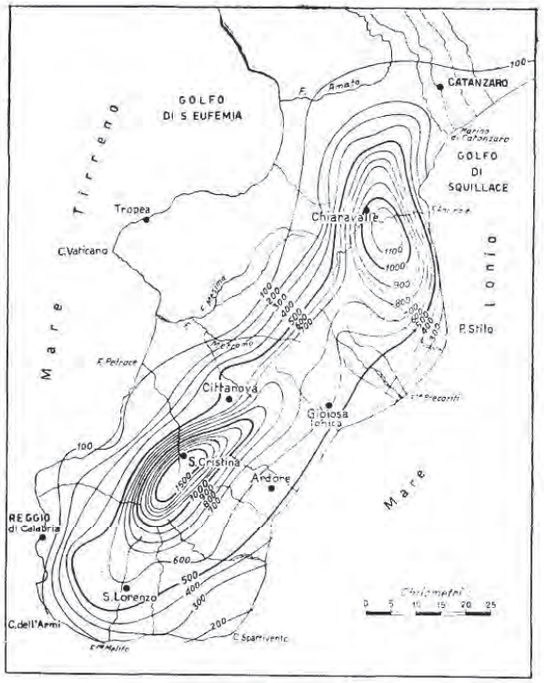


Fig. 16 — Isoiete dei giorni 16-17-18 ottobre.

probabile che tale valore sia stato superato sulle cime più alte ove non esistono stazioni di osservazione;

2) sul piano della Melia. L'isoieta 1000 *mm* è stata

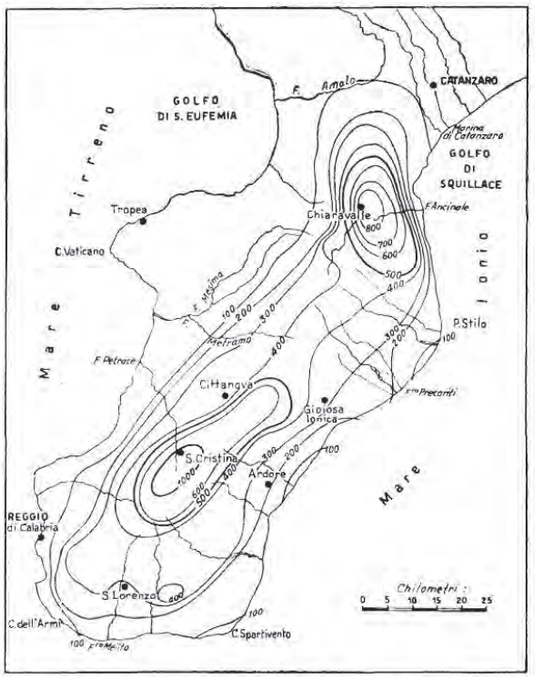


Fig. 17 — Isoiete dei giorni 16-17 ottobre.

individuata sui dati della stazione di Perrone con 1043 *mm;*

3) a S. Sostene. E' stato registrato un totale di 1126 *mm* che ha permesso di tracciare l'isoieta 1100 *mm*.

Le superfici delle varie zone comprese fra le isoiete di 100 in 100 *mm* sono riportate nel prospetto ove figurano i valori degli afflussi e della pioggia ragguagliata.

Rilevante è stata la superficie interessata dallo evento, in quanto su un'estensione di 4600 km^2 si sono superati i 100*mm* nelle 72 ore con pioggia media ragguagliata di 507 *mm* ed afflusso complessivo di 2,33 x 10^9 m^3 (vedi prospetto IV), mentre su circa 1/5

PROSPETTO IV

PIOGGIA 15-18 OTTOBRE 1951
SU TUTTA LA ZONA ALLUVIONATA

Isoiete che limitano la zona	Altezza media di precipitaz.	Superficie km^2	Zona con precipitazione superiore a *mm*	Superficie S km^2	Volume delle precipitazioni fra due successive isoiete 10^6 m^3	Volume V complessivo delle precipitazioni 10^6 m^3	Pioggia ragguagliabile V/S *mm*
1495-1400	1447	22	1400	22	31,8	31,8	1447
1400-1300	1350	8	1300	30	10,8	42,6	1421
1300-1200	1250	25	1200	55	31,2	73,8	1343
1200-1100	1150	45	1100	100	51,8	125.6	1256
1100-1000	1050	115	1000	215	127,5	253,1	1177
1000- 900	950	217	900	432	206,2	459,2	1063
900- 800	850	205	800	637	174,3	633,5	995
800- 700	750	353	700	990	264,7	898,2	907
700- 600	650	517	600	1507	336,1	1234,3	819
600- 500	550	748	500	2255	411,4	1645,7	730
500- 400	450	570	400	2825	256,5	1902,2	673
400- 300	350	490	300	3315	171,5	2073,7	626
300- 200	250	648	200	3963	162,0	2235,7	564
200- 100	150	637	100	4600	95,6	2331,3	507

di tale superficie, interessante prevalentemente i bacini jonici, è stato raggiunto e superato il 50 % della precipitazione annua media. Punte eccezionali pari al 99 e all'80 % della precipitazione annua media si sono avute rispettivamente a S. Cristina e a Badolato.

Nel prospetto V sono riportati i massimi valori riscontrati, raffrontati col totale annuo medio di precipitazione.

Nei riguardi della distribuzione giornaliera si rileva un andamento simile a quello del periodo di 72 ore, con centri principali di precipitazione sull'Aspromonte, sul Piano Melia e a S. Sostene.

Come si rileva dalle carte delle isoiete, per cia-

PROSPETTO V

TOTALI DELLA PRECIPITAZIONE
CONFRONTATI CON I TOTALI ANNUI

LOCALITA'	Totale pioggia di 72 ore *mm* 1	Totale pioggia annua media *mm* 2	Rapporto 1/2
Chiaravalle Centrale	1004	1575	0,64
S. Sostene	1126	1489	0,76
Badolato	928	1160	0,80
Roccella Jonica	428	677	0,63
Gioiosa Jonica	605	991	0,61
Canolo	783	1237	0,63
Bovalino Marina	511	837	0,61
Montebello	545	853	0,64
S. Cristina	1495	1503	0,99

scuno dei giorni 16 e 17, riportate nelle figure 18 e 19, le precipitazioni giornaliere più notevoli si sono avute:

Il 16 ottobre sull'Aspromonte con 535 *mm* registrati a S. Cristina e il 17 ottobre sulla zona fra Chiaravalle e S. Sostene con rispettivi 436 e 417 *mm* su queste località.

La precipitazione ha presentato uno spiccato carattere di continuità per oltre 72 ore, superando il valore medio orario di *mm* 10 a Chiaravalle (*mm* 13,9) e a Stilo (*mm* 10,3) e quello di *mm* 20 a S. Cristina (*mm* 20,7).

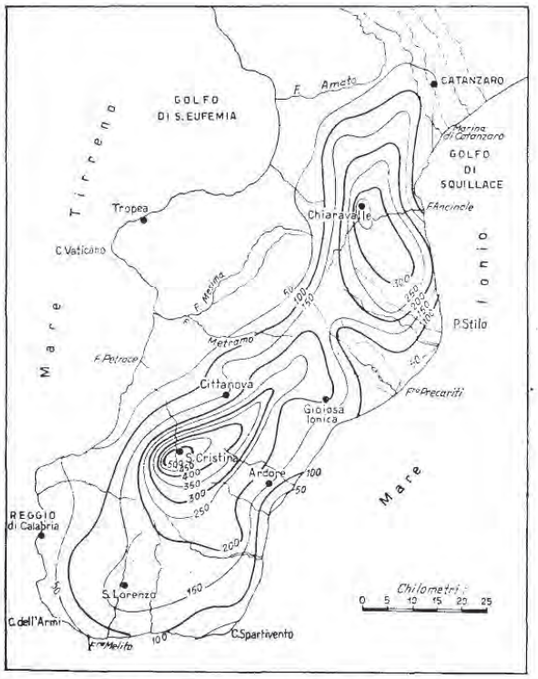


Fig. 18 — Isoiete del giorno 16 ottobre.

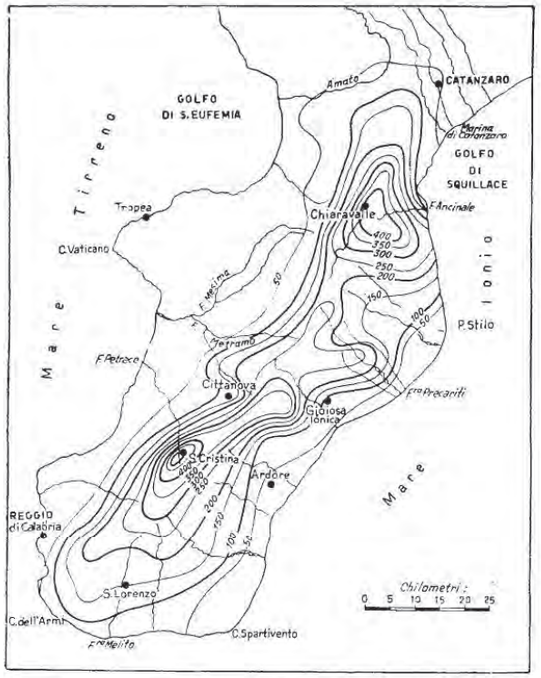


Fig. 19 — Isoiete del giorno 17 ottobre.

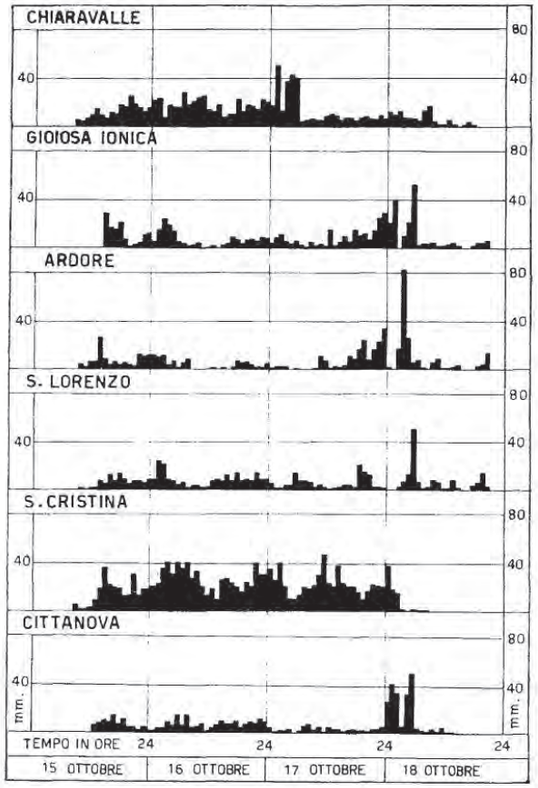


Fig. 20 — Andamento delle precipitazioni in alcune stazioni.

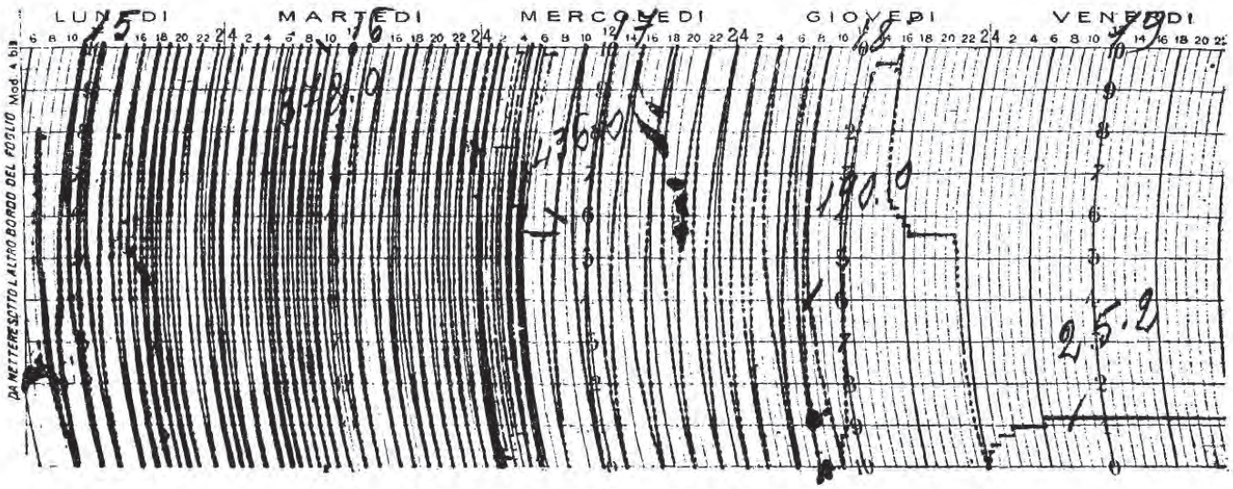


Fig. 21 — Registrazione pluviografica a Chiaravalle (15-19 ottobre 1951).

Le intensità orarie più elevate sono state registrate nell'ordine ad Ardore con *mm* 82,2, Gioiosa Jonica con *mm* 52, Croce S. Lorenzo con *mm* 50,5, Chiaravalle con *mm* 50, Cittanova con *mm* 49, S. Cristina con *mm* 47, Riace con *mm* 42.

Sono state tali punte eccezionali, verificatesi per la maggior parte durante la notte tra il 17 e il 18 ottobre, a provocare le disastrose ondate di piena dei corsi d'acqua.

PORTATE DEI CORSI D'ACQUA

Sulla zona maggiormente interessata dall'alluvione non ricadono corsi d'acqua sottoposti alle periodiche osservazioni da parte della Sezione. Mancando quindi registrazioni sulle altezze idrometriche raggiunte, l'indagine per la valutazione delle piene è stata condotta avvalendosi sia dei dati sugli afflussi meteorici nel modo indicato in precedenza, sia dei rilievi delle sezioni, dei profili di piena e delle pendenze di alveo successivamente rilevate.

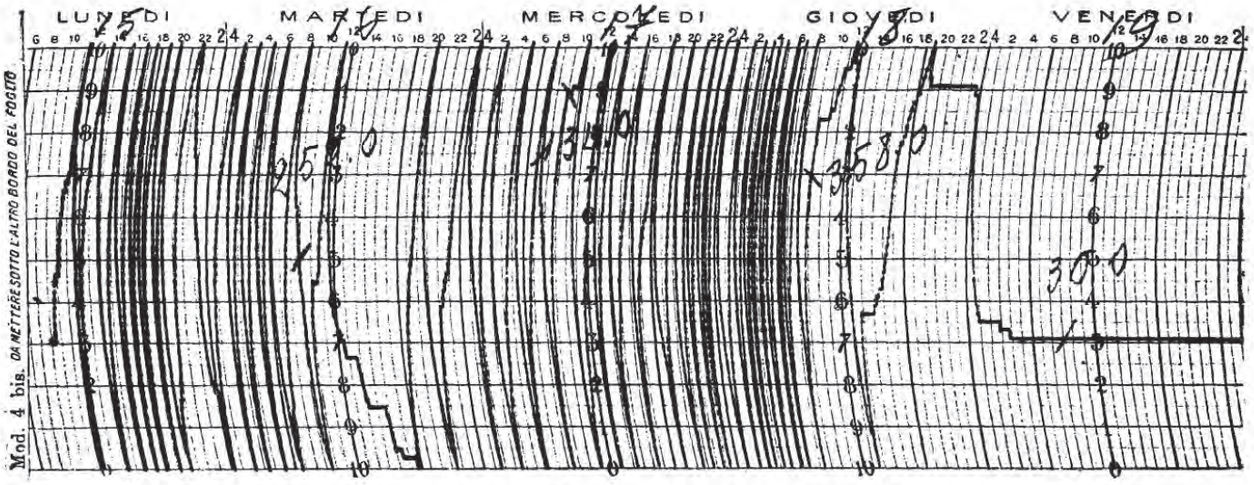


Fig. 22 — Registrazione pluviografica a Stilo (15-19 ottobre 1951).

Nei grafici di fig. 20 è riportato l'andamento orario delle precipitazioni rilevate dalle registrazioni pluviografiche in alcune località maggiormente interessate, mentre le figure 21, 22, 23 riportano le riproduzioni fotografiche dei diagrammi più interessanti e sufficientemente nitidi.

Poichè dall'esame dei diagrammi pluviografici è risultato che le ore di pioggia critica sui bacini considerati sono comprese nelle 24 ore intercorrenti tra le 9 del 17 ottobre e le 9 del giorno successivo, il cal-

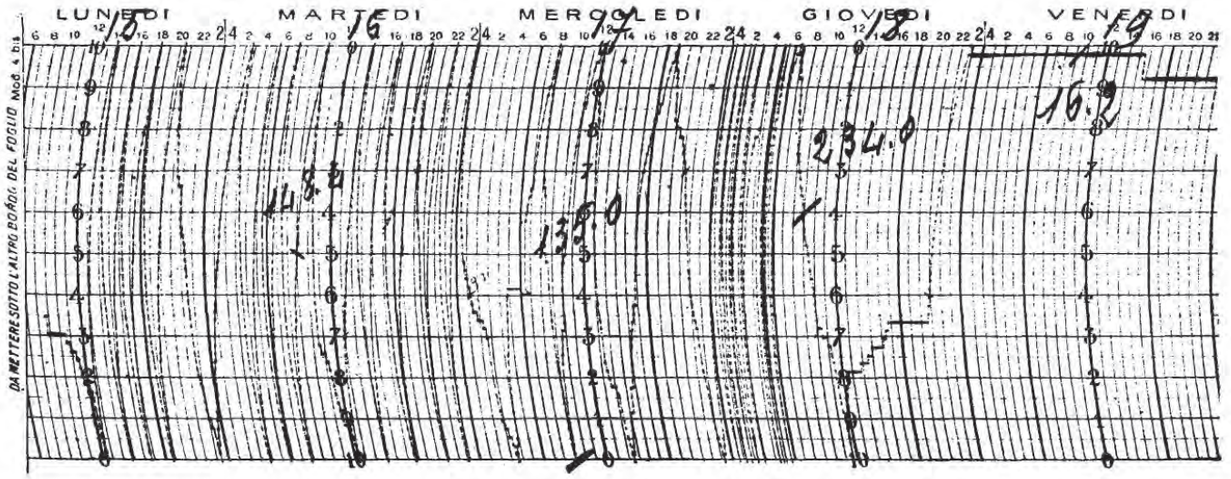


Fig. 23 — Registrazione pluviografica a Cittanova (15-19 ottobre 1951).

colo delle piogge ragguagliate è stato eseguito per tale intervallo di 24 ore.

I risultati della valutazione delle piene, basandosi su tali pioggie, come indicato nelle premesse, sono qui di seguito riportati.

I. — *Bacino dell'Alaco.*

L'Alaco è un corso d'acqua di modesta entità, che trova origine a quota 1250 sul versante orientale dei monti posti ad oriente di Serra S. Bruno. Il Bacino si presenta con pendici ripidissime ricavate in formazioni granitiche impermeabili. L'alveo incassato fra sponde rocciose è a forte pendenza ed ingombro di grossi massi rotolati dalle acque. Il trasporto solido è notevole e nella piena considerata ha dato luogo a rilevanti depositi alluvionali nel basso corso in prossimità del litorale.

Il bacino chiuso alla foce ha una superficie di km^2 42,87. Il relativo afflusso meteorico nelle 24 ore 17-18 ottobre risultò di 314 *mm*, con un andamento orario simile a quello di S. Sostene, cosicchè è risultata un'intensità oraria media su tutto il bacino di 26,8 *mm*, per l'intervallo fra le ore 19 e le ore 20 del 18 ottobre.

Supposto un tempo di corrivazione di un'ora, si può assumere come massima portata fittizia il valore:

$$\frac{26.8 \times 42,87 \times 1000}{3600} = 319 \ m^3/s$$

pari a 7,44 $m^3/s \cdot km^2$.

Data la piccola estensione del bacino, si può assumere come coefficiente di riduzione il valore 0,90 onde la massima portata risulta essere stata pari a 287 m^3/s, con un contributo unitario di 6,69 $m^3/s \cdot km^2$.

Un rilievo di piena effettuato in località Santa Teresa non è sembrato utilizzabile per il calcolo della portata mediante le formule del regime uniforme, stante le condizioni di irregolarità dell'alveo, nonchè il rilevante trasporto di massi.

II. — *Bacini jonici a sud dell'Alaco.*

Piene di rilevante entità ma non eccezionali si possono ritenere quelle del Gallipari e del Vodà che hanno esondato nel basso corso, del Guardavalle che ha pure esondato e provocato il crollo del ponte sulla statale 106. Lo stesso può dirsi per le piene dell'Assi, dello Stilaro, dell'Allaro, del Precariti e dell'Amusa.

Fra i piccoli corsi d'acqua di tale zona è stato eseguito il rilievo della piena del vallone Favaco che ben si presta allo scopo per la sistemazione a sezione tra-

Fig. 24
Sormonto del ponte ferroviario sul T. Alaco, alla foce.

pezia delle sue sponde e col fondo reso stabile da briglie. Trattasi di un piccolo bacino di circa km^2 10,5 con origine ad una quota di 450 metri. Il rilievo è stato effettuato su un tratto di circa m 100 con pendenza dell'alveo del 0,0084, a quota 30, ove il bacino si chiude su una superficie di km^2 9,2. La sezione è risultata di m^2 17,40 con raggio medio di $R = 1{,}09$. Applicando la formula semplificata di Kutter con coefficiente di scabrezza $m = 1{,}75$, trattandosi di corso di acqua naturale con alveo in terra, è risultato un valore di piena di m^3/s 62, pari a 6,74 $m^3/s \cdot km^2$.

La portata fittizia calcolata partendo dalla precipitazione oraria di 42 mm/h verificatasi al pluviografo di Riace (praticamente entro il bacino del Favaco) dalle ore 8 alle 9 del 18 ottobre, è risultata di

$$42 \times 9{,}2 \times \frac{1000}{3600} = m^3/s\ 107.$$

Il coefficiente di riduzione corrispondente risulta uguale a $\frac{62}{107} = 0{,}58$, valore accettabile, trattandosi di un piccolo bacino collinare ricavato nelle formazioni argillose e sabbiose del pliocene.

III. — *Bacino del Torbido.*

Il Torbido ha un bacino di dominio di km^2 162,29 con origine a circa 900 metri. Per il presente studio viene considerato il bacino parziale chiuso poco a monte della confluenza col Neblà sotto l'abitato di Mammola (km^2 53). Il rilievo di piena è stato effettuato su un tratto della lunghezza di m 190 con pendenza di 0,0170. La sezione media è risultata di m^2 133 con raggio medio $R = 0{,}83$. Applicando la formula di Ganguillet e Kutter, ove è stato assunto $m = 0{,}04$, si ottiene una portata massima di piena di 262 m^3/s, corrispondenti ad un contributo unitario di piena di 4,94 $m^3/s \cdot km^2$.

Avvalendosi invece dei dati di pioggia si è determinata l'altezza media dell'afflusso meteorico nelle 24 ore del 17-18 ottobre in 206 mm, assumendo l'andamento orario simile a quello risultante dalla registrazione pluviografica di Gioiosa. Scelto un tempo di corrivazione di 2 ore si è suddiviso il bacino in due parti, e col procedimento avanti indicato si è ricavato un valore della portata di colmo fittizia pari a 354 m^3/s, verificatosi fra le 6 e le 7 del 18 ottobre.

Il rapporto fra la portata rilevata e quella così calcolata risulta $\frac{262}{354} = 0{,}74$ valore accettabile trattandosi di bacino prevalentemente impermeabile per i graniti e le filladi che lo compongono.

IV. — *Bacini a sud del Torbido.*

I corsi d'acqua a sud del Torbido presentano un regime torrentizio aggravato dal notevole disordine idraulico dei loro alvei, che nei tronchi terminali assumono l'aspetto di grandi coni di deiezione. Dalle zone della dorsale appenninica ove hanno origine, sboccano dopo un corso relativamente breve a notevole pendenza spesso inciso nelle strette vallate rocciose, nella fascia litoranea.

Nella parte alta i bacini sono nettamente impermeabili per i gneiss e micascisti fondamentali che formano i principali rilievi montuosi della zona. Nella parte collinare e litoranea, vi sono estese masse impermeabili di arenarie ed argille del miocene con modeste zone permeabili di arenarie grossolane, conglomerati e terreni alluvionali.

V. — *Bacino del Careri.*

Eccezionale può considerarsi la piena di questo corso d'acqua di limitato bacino, verificatasi fra le ore 2 e le 5 del 18 ottobre. Il rilievo della piena è stato effettuato a quota 40 in località Zopa (superficie del relativo bacino km^2 78,90) su un tratto di alveo sufficientemente regolare della lunghezza di circa m 200 con pendenza di 0,0066. La sezione di piena è risultata di m^2 337 con raggio medio $R = 1{,}87$.

In base alla formula di Ganguillet e Kutter, nella quale è stato assunto per m il valore 0,04, si è ottenuto in cifra tonda $Q = 1000\ m^3/s$, con un contributo unitario pari a 12,70 $m^3/s \cdot km^2$.

Il controllo mediante gli afflussi meteorici risulta come segue: calcolata l'altezza media dell'afflusso meteorico su tutto il bacino in mm 354,9 si è supposta una distribuzione oraria simile a quella della registrazione del pluviografo di Ardore (che ha registrato per le 24 ore 17-18 ottobre mm 317,9). Assunto un tempo di corrivazione di 3 ore, è stato diviso il bacino in tre zone mediante archi di cerchio con centro nella sezione considerata ed applicando il metodo precedentemente descritto, è stata ottenuta una portata massima fittizia al colmo di 1170 m^3/s. Il rapporto fra la portata ottenuta col rilievo e questa è:

$$\frac{1000}{1170} = 0{,}85$$

valore accettabile trattandosi di bacino per la maggior parte impermeabile e molto acclive.

Disastrosi effetti ha avuto la piena del Careri. Sulla parte alta del bacino l'affluente Fiumara di Platì ha semidistrutto l'abitato omonimo con ingenti danni e vittime. Nel basso corso ha esondato e pro-

vocato il crollo del ponte sulla strada statale 106 (vedi fig. 25).

Fig. 25 — Asportazione del ponte della statale 106 sul T. Careri.

VI. — *Bacino del Buonamico.*

E' molto simile per geologia ed orografia al bacino del Careri, col quale ha in comune lo spartiacque dalla parte nord-est. Ha origine sulle pendici settentrionali del Montalto a quota 1730. Il bacino alla sezione considerata in località Riccioli, a circa 4 *km* dalla foce, ha un'estensione di 130,60 km^2. La sezione di piena è stata rilevata lungo un tratto di alveo rettilineo per *m* 200 circa, con pendenza di 0,0144, sezione media di m^2 344 e raggio medio R = 0,80.

Applicando la formula di Ganguillet e Kutter con m = 0,04, è risultato Q = 870 m^3/s corrispondenti ad un contributo unitario di piena di 6,66 $m^3/s \cdot km^2$.

Il calcolo mediante gli afflussi meteorici, assegnando all'altezza media di afflusso calcolata in *mm* 307,8 un andamento orario simile a quello risultante dalla media oraria delle precipitazioni di Ardore e Croce S. Lorenzo, con un tempo di corrivazione di 4 ore, ha dato per risultato una portata massima fittizia di 1270 m^3/s.

Pertanto il rapporto fra le portate risulta pari a $\frac{870}{1270} = 0{,}69$, valore accettabile.

Gravi danni ha provocato la piena del Buonamico per le vaste esondazioni nel basso corso, oltre alla distruzione del ponte sulla strada statale 106 e del ponte ferroviario a travate metalliche (vedi figura 26).

VII. — *Bacino del La Verde.*

Il La Verde ha origine sulle pendici meridionali di Montalto a quota 1800. Il suo alto e medio corso si svolge incassato fra formazioni arcaiche impermeabili (gneiss e micascisti) che costituiscono la maggior parte del bacino. E' stato eseguito un rilievo di piena sotto l'abitato di Precacore, ove il La Verde, che ivi prende il nome di Aposcipo, scorre fra due alte sponde rocciose. Il bacino di dominio riferito a tale sezione è di km^2 72,50. Individuate le traccie di piena, si sono rilevate due sezioni di piena su un tratto di alveo rettilineo, di *m* 102 con pendenza di 0,0190. E' risultata una sezione media di m^2 120 con raggio medio R = *m* 1,27.

Fig. 26 — Asportazione del ponte sul T. Buonamico.

Con la formula di Ganguillet e Kutter, assunto m = 0,04 si è ottenuto per la portata di piena il valore di 492 m^3/s corrispondente ad un contributo unitario di 6,75 $m^3/s \cdot km^2$.

Il calcolo basato sugli afflussi meteorici risulta come appresso:

L'altezza media di afflusso sul bacino è stata per le 24 ore 17-18 ottobre di *mm* 274,5. Assegnando un andamento orario medio fra quello di Ardore e Croce S. Lorenzo ed assumendo un tempo di corrivazione di tre ore, risulta una portata fittizia di 690 m^3/s. Il rapporto fra la portata desunta dal rilievo e quella fittizia è:

$$\frac{492}{690} = 0{,}71$$

Estendendo la ricerca della portata massima a tutto il bacino (km^2 113,63) si trova come altezza media di afflusso il valore di 246,4 *mm*. Assegnando a questo l'andamento orario medio desunto dalla media delle registrazioni di Ardore e Croce S. Lorenzo, ed assunto un tempo di corrivazione di quattro ore si ottiene una portata massima fittizia di 850 m^3/s.

Attribuendo un coefficiente di riduzione di 0,70, si ricava come massima punta di piena alla foce il valore di:

$$850 \times 0{,}70 = 595 \ m^3/s$$

corrispondenti ad un contributo unitario di 5,24 $m^3/s \cdot km^2$.

Anche la piena del La Verde ha prodotto notevoli danni, con esondazioni nel basso corso e crollo del ponte sulla statale 106.

VIII. — *Bacino dell'Amendolea.*

Il bacino dell'Amendolea è il più grande fra quelli jonici esaminati, misurando una superficie di km^2 150,41. E' molto simile ai precedenti considerati e col La Verde possiede in comune lo spartiacque lungo il versante est.

Ha origine dalle pendici sud-occidentali del Montalto intorno ai 1750 metri. Non è stato possibile eseguire rilievo di piena, comunque basandosi sugli afflussi meteorici, ed assegnando alla portata massima fittizia un coefficiente di riduzione pari a quello del La Verde alla foce è stato possibile ottenere un valore della massima punta di piena attendibile.

L'altezza media di afflusso è stata su tutto il bacino di *mm* 232,7. Assegnando un andamento orario simile a quello ottenuto al registratore di Croce S. Lorenzo, ubicato a margine del medio bacino, ed assumendo un tempo di corrivazione di quattro ore, si ottiene una portata massima fittizia di 1330 m^3/s.

Applicando il coefficiente di riduzione 0,70, si ottiene la massima portata effettiva alla foce:

$$Q = 1330 \times 0{,}70 = 930 \ m^3/s$$

corrispondenti ad un contributo unitario di 6,20 $m^3/s \, . \, km^2$.

IX. — *Bacino del Melito.*

Ha origine a quota 1600 circa nelle pendici di sud-ovest del Monte Cacciadiavoli, presenta una forma piuttosto allungata ed una superficie, alla foce, di km^2 80,33.

Non essendosi potuto procedere a rilievi di piena, è stato effettuato il calcolo della portata massima in base agli afflussi meteorici, assumendo un coefficiente di riduzione 0,75.

L'altezza media di afflusso meteorico è stata di *mm* 247,7 alla quale si è assegnato un andamento orario simile alla registrazione di Croce S. Lorenzo, ubicata al margine del medio bacino. Con un tempo di corrivazione di quattro ore si ottiene una portata massima fittizia di 750 m^3/s.

Applicando il coefficiente 0,75, risulta la massima punta di piena alla foce:

$$Q = 750 \times 0{,}75 = 563 \ m^3 \, s$$

corrispondente ad un contributo unitario di 7,00 $m^3/s \, . \, km^2$.

Il Melito ha esondato nel medio e basso corso.

X. — *Bacino del Petrace.*

La denominazione di Petrace si riferisce ad un largo alveo, incassato tra alte rive, lungo 8 *km*, che porta a sfociare nel Mar Tirreno le acque di vari torrenti. Il ramo principale è il Marro che nasce sotto il Piano dei Corvi a 1000 *m* circa. Altri affluenti sono il Calabro, detto anche Boscaino, che ha origine sotto il Monte Scorda a quota 1250 e il Duverso che nasce nelle pendici nord-occidentali del Montalto a quota 1750.

Gli altipiani predominanti nella parte più montuosa del bacino, mediante ripide pendici si collegano ad ampie zone pianeggianti, solcate da profonde e larghe valli. La parte alta è costituita in prevalenza da rocce arcaiche cristalline rappresentate da gneiss, micascisti fondamentali e graniti.

Nel medio e basso bacino predominano invece le formazioni sedimentarie, ossia sabbie gialle giacenti sopra argille turchine del pliocene e terrazzi marini quaternari di sabbioni con relativi conglomerati.

Tali caratteristiche geomorfologiche dell'alto bacino, costituito da ripide pendici impermeabili, accoppiate ai rilevanti afflussi meteorici, dànno ragione delle imponenti piene verificatesi nei corsi d'acqua scorrenti nella zona, quì di seguito analizzate.

a) *Bacino del Razzà a Cittanova.* — Tale corso d'acqua è un affluente di destra del Marro.

Nella sua parte alta l'alveo scorre con forte pendenza nel fondo di una vallata fra ripide pareti.

E' stato tentato un rilievo in prossimità di Cittanova, senza risultati attendibili a causa del rilevante trasporto solido, data anche la forte pendenza dell'alveo. Alla sezione considerata il bacino misura 8,5 km^2. Volendo eseguire un calcolo in base alla distribuzione oraria della pioggia risultante dal pluviografo di Cittanova, si avrebbe per l'intervallo dalle 5 alle 6 del 18 ottobre un afflusso meteorico di 49 *mm* ed una portata massima fittizia:

$$49 \times 8{,}5 \times \frac{1000}{3600} = 115 \ m^3 \, s$$

Praticamente, data la piccola estensione del bacino, si può assumere un coefficiente di riduzione di 1, ossia si può ritenere tale valore come portata effettiva. Si avrebbe così un contributo unitario di 13.53 $m^3/s \, . \, km^2$.

b) *Bacino del Razzà a Taurianova.* — Nei pressi di Taurianova (superficie del bacino 25 km^2) è stato eseguito un rilievo di piena su un tratto di alveo lungo *m* 134, con pendenza di 0,0180.

In base agli elementi rilevati (sezione m^2 80, raggio medio $R = 0{,}88$) ed assumendo un coefficiente $m = 0{,}04$, la formula di Ganguillet e Kutter fornisce

un valore per la portata di piena di 240 m^3/s, che però è da ritenersi in eccesso, dato il trasporto solido rilevante anche in questa parte del bacino. Appare quindi opportuno eseguire una adeguata riduzione che tenga conto della forza viva dissipata nel trasporto dei materiali. Applicando un coefficiente di riduzione del 20% si avrebbe:

$$Q = 240 \times 0{,}80 = 192 \ m^3 s$$

ed in cifra tonda 190 m^3/s pari ad un contributo unitario di 7,6 $m^3/s \, . \, km^2$.

Il controllo mediante gli afflussi meteorici, tenuto conto che l'altezza media di afflusso sul bacino considerato è stata di 296 *mm*, assunto un andamento orario simile a quello registrato al pluviografo di Cittanova, e un tempo di corrivazione di un'ora, fornisce una portata massima fittizia di 236 m^3/s.

Il rapporto tra i valori delle due portate, pari a $\frac{190}{236} = 0{,}80$ risulta attendibile.

c) *Bacino del Marro.* — L'estensione del bacino sotteso dalla sezione posta a circa 3 *km* a monte della confluenza col Calabro è di km^2 109,75.

Il rilievo di piena, effettuato su un tronco lungo *m* 159, con pendenza 0,0110 ha dato una sezione di m^2 210 con raggio medio $R = 1{,}20$.

La formula di Ganguillet e Kutter con $m = 0{,}04$ fornisce una portata di 630 m^3/s corrispondenti ad un contributo unitario di 5,74 $m^3/s \, . \, km^2$.

Fig. 27
T. Calabrò a monte della confluenza col Marro, dopo la piena.

Il calcolo mediante gli afflussi meteorici, in base ad una altezza media di afflusso di 322,5 *mm*, con una distribuzione oraria media fra le registrazioni di S. Cristina e Cittanova e con un tempo di corrivazione di tre ore, dà una portata massima fittizia di 890 m^3/s.

Il rapporto tra la portata ottenuta col rilievo e questa risulta:

$$\frac{630}{890} = 0{,}71.$$

Gravi danni hanno prodotto il Marro ed i suoi affluenti con rottura di argini, esondazioni e distruzione di tre ponti sulla provinciale Taurianova-Varapodio.

Fig. 28
Esondazione a monte della confluenza del Marro col Duverso.

d) *Bacino del Porcello.* — Questo corso di acqua, affluente di destra del Calabro, con un piccolo bacino di km^2 19,30 è caratteristico per la sua forma allungata verso il crinale appenninico, ove ha origine a quota 1120. Il rilievo di piena effettuato in località La Ferrandina qualche chilometro a monte della confluenza col Calabro su una lunghezza di alveo di *m* 60 con pendenza 0,0180 ha dato una sezione di m^2 66 con raggio medio di *m* 0,92.

In base alla formula di Ganguillet e Kutter con $m = 0{,}04$ si è ottenuto in cifra tonda $Q = 200 \ m^3/s$ con contributo di piena di 10,40 $m^3/ \, . \, km^2$.

La determinazione in base agli affiussi meteorici, con l'altezza media di affiusso di *mm* 362,7, distribuita secondo l'andamento orario del pluviografo di S. Cristina, con tempo di corrivazione di un'ora, dà una portata massima fittizia di 214 m^3/s.

Il rapporto tra la portata ottenuta col rilievo è la fittizia risulta:

$$\frac{200}{214} = 0{,}93.$$

Tale coefficiente può ritenersi accettabile trattandosi di un piccolo bacino molto acclive e di forma allungata.

e) *Bacino del Calabro.* — Il bacino alla sezione di rilievo, qualche chilometro a monte della confluenza col Marro, ha un'estensione di km^2 79,08.

La sezione di piena, rilevata su un tratto di alveo lungo m 134 con pendenza 0,0120 ha una superficie di m^2 195 con raggio medio 0,88.

La formula di Ganguillet e Kutter con $m = 0{,}04$ fornisce per la portata di piena il valore di 500 m^3/s corrispondente ad un contributo orario di 6,32 $m^3/s \,.\, km^2$.

Il calcolo mediante gli afflussi meteorici, con un'altezza di afflusso medio di mm 344 distribuiti secondo l'andamento orario del pluviografo di S. Cristina, e con un tempo di corrivazione di due ore, fornisce una portata massima fittizia di $Q = 690$ m^3/s.

Il rapporto fra le due portate risulta quindi:

$$\frac{500}{690} = 0{,}72.$$

f) *Bacino del Duverso.* — Il bacino di dominio del Duverso chiuso in corrispondenza della sezione di rilievo, qualche chilometro a monte della confluenza col Calabro, ha una superficie di km^2 154,80. La sezione di piena rilevata su un tratto lungo m 122 con pendenza 0,0126 ha una superficie di m^2 175 con raggio medio $R = 1{,}24$. Applicando la formula di Ganguillet e Kutter, con $m = 0{,}04$ si ottiene per Q il valore di 574 m^3/s corrispondente ad un contributo unitario di 3,71 $m^3/s \,.\, km^2$.

Il calcolo condotto partendo dagli afflussi meteorici, essendo l'altezza media di afflusso di mm 218,3, nell'ipotesi di una distribuzione oraria simile a quella del pluviografo di S. Cristina, con un tempo di corrivazione di quattro ore, porta ad una portata massima fittizia di 728 m^3/s.

Il rapporto fra la portata ottenuta col rilievo e quest'ultima risulta quindi pari a

$$\frac{574}{728} = 0{,}79.$$

g) *Bacino del Petrace alla foce.* — Presso la foce, in prossimità dei ponti ferroviari, è stato eseguito un rilievo di piena, su un tratto di alveo di circa m 300 con pendenza 0,0045. Il bacino, chiuso alla sezione di rilievo, ha un'estensione di km^2 411,70. I risultati del rilievo di piena hanno dato, come valori medi, sezione m^2 410, raggio medio 2,73. Con la formula di Ganguillet e Kutter, assunto $m = 0{,}04$ si ottiene per Q il valore di 1390 m^3/s, corrispondenti ad un contributo di piena di 3,37 $m^3/s \,.\, km^2$.

Il calcolo mediante gli afflussi meteorici, essendo l'altezza media di afflusso sul bacino di 250,4 millimetri, assumendo per questo una distribuzione oraria simile alla media delle registrazioni di Cittanova e S. Cristina, con tempo di corrivazione di sei ore, conduce ad una portata massima fittizia di 2170 m^3/s.

Il rapporto fra portata ottenuta dal rilievo e quest'ultima risulta:

$$\frac{1390}{2170} = 0{,}64$$

valore apparentemente basso che appare però giustificato dalle esondazioni verificatesi a monte della sezione di rilievo, che hanno invasato una notevole massa d'acqua attenuando così la punta di piena.

Come era prevedibile, data la diversità dei bacini

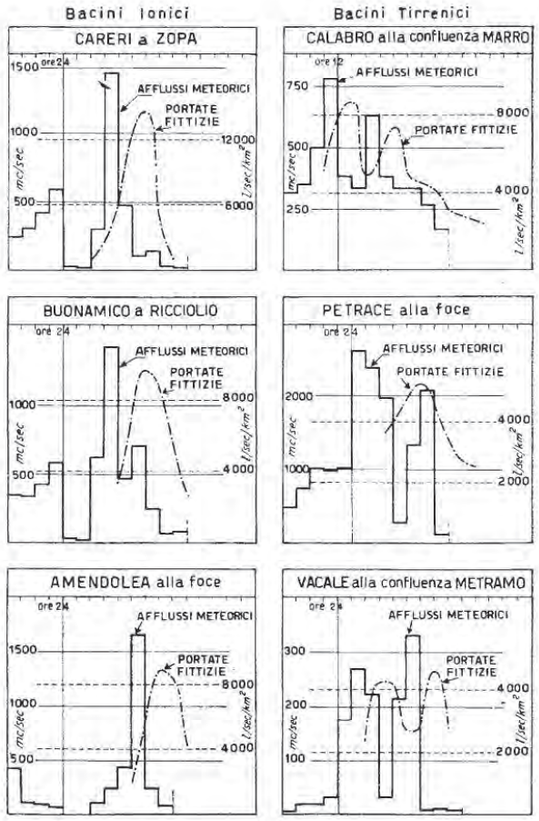


Fig. 29 — Afflussi e portate fittizie per alcuni corsi d'acqua.

tributari Marro, Calabro e Duverso, la portata massima valutata per il Petrace risulta inferiore alla somma delle portate massime di questi tre corsi di acqua.

Il Petrace ha provocato allagamenti di vaste zone di terreno con colture pregiate, nonchè il crollo del ponte sulla strada statale 18 in prossimità di Gioia Tauro.

XI. — *Bacino del Vacale.*

Il Vacale è un affluente di sinistra del Mesima, che ha origine a quota 900 sotto l'altopiano denominato Lenza di Gerace, ed il suo alto bacino è adiacente a quello del Razzà, col quale ha in comune lo spartiacque fino a Cittanova.

Il suo bacino alla sezione di rilievo, alcuni chilometri a monte della confluenza col Metramo, ha una superficie di km^2 58,50. Il rilievo di piena ha dato: pendenza media dell'alveo 0,0135, sezione m^2 90, raggio medio 0,63. Applicando la formula di Ganguillet e Kutter con $m = 0{,}04$, è risultato un valore di massima piena di 184 m^3/s, corrispondenti ad un contributo di piena di 3,14 $m^3/s \cdot km^2$.

Il calcolo mediante gli afflussi meteorici, essendo l'altezza media di afflusso di 194 *mm*, alla quale è stata attribuita una distribuzione oraria simile a quella registrata a Cittanova ed assunto il tempo di corrivazione uguale a tre ore, dà una portata massima fittizia uguale a 266 m^3/s.

Il rapporto fra le due portate risulta pari a

$$\frac{184}{266} = 0{,}69.$$

Il Vacale ha esondato in alcuni tratti e provocato il crollo del ponte sulla provinciale Rosarno — contrada Santopoli — Galatro.

Nella figura 29 sono state riportate le curve delle portate fittizie con i relativi diagrammi pluviometrici per sei bacini fra i considerati. I risultati delle indagini sulle massime portate verificatesi in tutti i bacini presi in esame sono raggruppati nel prospetto VI, in cui figurano gli afflussi meteorici nell'ora di massima precipitazione, nonchè le portate fittizie e reali massime, le superfici dei bacini ed i tempi di corrivazione assunti.

PROSPETTO VI

ELEMENTI CARATTERISTICI DELLA PIENA PER I DIVERSI BACINI CONSIDERATI.

CORSO D'ACQUA	Superficie del bacino	Afflussi meteorici: nell'ora di massima precipitazione Am			Afflussi meteorici: mass. portata fittizia P		Portata massima Q		Rapporto $M = \frac{Q}{P}$	Tempo di corrivazione
	km^2	$10^3\ m^3$	m^3/s	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	$l/s \cdot km^2$		*Ore*
BACINI TIRRENICI										
Vacale alla confluenza Metrano	58,50	1,31	364	6.220	266	4 550	(*a*) 184	3.150	0,69	3
Razzà a Cittanova	8,50	0,42	115	13.500	115	13.500	(*b*) 115	13.500	1,00	1
Razzà a Taurianova	25,00	0,85	236	9.440	236	9.440	(*a*) 190	7.600	0,80	1
Marro a S. Martino	109,75	3,51	975	6.790	890	8 110	(*a*) 630	5.740	0,71	3
Porcello a La Ferrandina	19,30	0,77	214	11.100	214	11.100	(*a*) 200	10.400	0,93	1
Calabro alla confluenza Marro	79,08	3,01	836	10.600	690	8 730	(*a*) 500	6.320	0,72	2
Duverso a Quarantane I	154,80	3,73	1.040	6 690	728	4.700	(*a*) 574	3.710	0,79	4
Petrace alla foce	411,70	10,33	2.870	6.970	2.170	5.270	(*a*) 1.390	3.390	0,64	6
BACINI JONICI										
Alaco alla foce	42.87	1,14	319	7.440	319	7.440	(*b*) 287	6.690	0,90	1
Favaco a quota 30	9,20	0,39	107	11.600	107	11.600	(*a*) 62	6.740	0,58	1
Torbido a Mammola	53,00	1,88	522	9.850	354	6.680	(*a*) 262	4.940	0,74	2
Careri a Zopa	78,90	7,24	2.010	25.500	1.170	14.800	(*a*) 1.000	12.700	0,85	3
Buonamico a Ricciolio	130,60	7,32	2 030	15.600	1.270	9.690	(*a*) 870	6.660	0,69	4
La Verde a Precacore	72,50	3,63	1.010	13.900	690	9.520	(*a*) 492	6.750	0,71	3
La Verde alla foce	113,63	5,08	1.410	12.400	850	7.480	(*b*) 595	5 240	0,70	4
Amendolea alla foce	150,41	10,18	2.830	18.800	1.330	8.840	(*b*) 930	6.200	0,70	4
Melito alla foce	80,33	5,78	1.600	19.900	750	9.340	(*b*) 563	7.000	0,75	4

(*a*) Risultato ottenuto mediante rilievo e controllato col metodo degli afflussi meteorici. — (*b*) Risultato ottenuto mediante gli afflussi meteorici.

ERRATA CORRIGE

Pag. 5 - Arvo a Nocelle: *leggere* Km² 77,6 *invece di* 776.

» 27 - Coefficienti di deflusso per il periodo, *inserire*: 0,60; 0,73; 0,77; 0,85; 0,67; 0,52; 0,59; 0,56; 0,42; 0,29; 0,34; 0,50; 0,64.

» 32 - Q max per il periodo, mese di novembre: *leggere* [85,80] *invece di* 85,80.

» 38 - Deflusso per il periodo; anno: *leggere* 1142 *invece di* 1141.

ALLUVIONE DI OTTOBRE 1953 IN CALABRIA

1) PLUVIOMETRIA.

In Calabria le consuete precipitazioni autunnali del 1953, susseguenti ad un'estate secca, sono cominciate in settembre con modesti valori di 20 - 50 *mm* nei tre giorni 10 - 12, seguiti da un periodo di siccità fino al 5 ottobre.

Successivamente si sono avute scarse piogge dell'ordine di alcuni millimetri dal 5 al 10, il 17 ed il 19. Nella terza decade si è sviluppato un evento pluviometrico notevole, che ha avuto una vasta ripercussione per le numerose vittime umane e gli ingenti danni che causò.

Il 21 ottobre le condizioni atmosferiche generalmente buone, peggiorarono con rapidità in relazione ad una depressione barica estesa dalla Tunisia all'Italia Meridionale, che provocò nella zona l'afflusso di massa d'aria umida molto calda e masse d'aria temperata instabile provenienti rispettivamente dall'Africa Settentrionale e dai Balcani. La pioggia cominciò a cadere il pomeriggio del 21 con modeste intensità orarie, che aumentarono rapidamente nella notte sul 22 con notevoli intensità orarie. I valori di pioggia registrati alle ore 9 del 22, che rappresentarono l'acqua caduta nelle 24 ore precedenti, sono stati in alcune zone elevati.

I più notevoli valori vengono riportati di seguito per ordine idrografico:

Strongoli	*mm*	268
Sellia Marina . . .	„	205
Petilia Policastro . .	„	215
Palermiti	„	216
S. Sostene	„	252
Badolato	„	362
Punta Stilo	„	262
Stilo	„	315
Riace	„	237
Antonimina . . .	„	221
Platì	„	258
S. Luca	„	271
Montebello	„	293
Motta S. Giovanni . .	„	281
Armo	„	195
Perrone	„	206

La pioggia delle 24 ore dalle 9 del 21 alle ore 9 del 22 forma oggetto della carta delle isoiete riportata nella fig. 1.

Si rileva che sulla fascia Jonica da Punta dell'Alice a Reggio Calabria il totale di pioggia delle 24 ore ha superato quasi ovunque i 100 *mm*, con quattro nuclei di 250 - 300 *mm* dislocati in zone collinari e precisamente a Strongoli (342 *m* s. m.), a Badolato (250 *m* s. m.), nel territorio da Platì (310 *m*

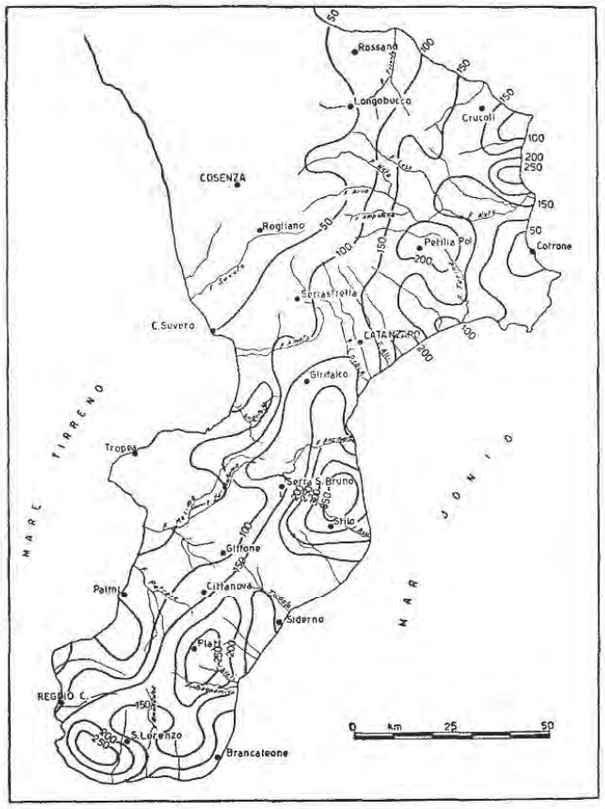


Fig. 1
Isoiete della pioggia caduta dalle ore 9 del 21 ottobre alle ore 9 del 22 ottobre.

s. m.) a San Luca (250 *m* s. m.), nel territorio da Motta S. Giovanni (480 *m* s. m.) a Montebello (470 *m* s. m.).

Il 22 ottobre la depressione formatasi sul Ca-

nale di Sicilia continuò a stazionare inalterata, generando altre perturbazioni sulla Calabria, ove la pioggia continuò a cadere con alterne vicende.

I valori misurati il giorno 23 nelle stazioni pluviometriche della zona Jonica, pur essendo più bassi dei precedenti, aggravarono la situazione già grave del giorno precedente. Nei giorni 24 e 25 la pioggia cadde con intermittenza mantenendosi come volume nelle 24 ore su valori meno accentuati dei precedenti e risalendo tuttavia il 26 con punte superiori a 150 *mm* giornalieri a Croceferrata, Platì, Staiti, Bova Superiore, Santa Cristina d'Aspromonte.

Le piogge diminuirono ovunque il 28 e cessarono del tutto il 29.

TAB. I - PIOGGIA 21 - 28 OTTOBRE 1953 SULLA CALABRIA

ISOIETE che limitano la zona	Altezza media di prec. *mm*	Superficie *Km²*	Zona con precip. superiore a *mm*	Superficie *Km²*	Volume delle prec. fra due success. isolete 10^6 m^3	Volume complessivo delle precip. 10^6 m^3	Piogge ragguagliate V/S *mm*
724 ÷ 700	712	268	700	268	191	191	712
700 ÷ 600	650	988	600	1256	642	833	663
600 ÷ 500	550	1630	500	2886	897	1730	599
500 ÷ 400	450	1968	400	4854	885	2615	539
400 ÷ 300	350	1935	300	6789	677	3292	485
300 ÷ 200	250	1963	200	8752	491	3783	432
200 ÷ 100	150	2525	100	11277	379	4162	369

2) CONFRONTO CON L'ALLUVIONE DELL'OTTOBRE 1951.

Nell'alluvione dell'ottobre 1953, protrattasi come si è visto con alterne vicende di piogge e di brevi intervalli di stasi dal pomeriggio del 21 alla mattina del 28, è stata investita la parte della penisola Calabrese posta ad Oriente della linea che grosso modo va dal Golfo di Gioia Tauro all'estremità settentrionale della Sila Grande con una superficie di 11.200 *kmq*. L'altezza di acqua caduta negli otto giorni in tale zona fu nel complesso notevole; il relativo volume complessivo risulta di 4.160×10^6 m^3.

Il maggior afflusso risultò però sul versante Jonico da Reggio Calabria a Catanzaro Marina, dove superò i 700 *mm* su una cospicua zona in corrispondenza delle pendici Sud-Orientali dell'Aspromonte ed una più modesta nel versante Orientale del Monte Crocco a Sud di Serra S. Bruno.

La distribuzione del totale complessivo di pioggia viene illustrata convenientemente dalla carta delle isoiete per i giorni 21 - 28 ottobre; gli afflussi parziali, ossia i volumi compresi fra due successive isoiete ed inoltre le relative piogge ragguagliate, sono riportati nella tabella I.

Nell'evento pluviometrico del 15 - 17 ottobre 1951 la zona colpita fu più ristretta, essendo stata interessata la parte ad Oriente della linea Golfo di Gioia Tauro, propaggini meridionali della Sila piccola con una superficie di *kmq* 4600 e a titolo orientativo si precisa che in tre giorni si ebbe su tale superficie un afflusso di 2.330×10^6 m^3 con una pioggia ragguagliata di 507 *mm*.

Risulta quindi che il volume complessivo di precipitazione dell'alluvione del 1953 è stato superiore a quello dell'alluvione del 1951, però il fenomeno si è svolto in un tempo più che doppio interessando una superficie 2,5 volte più grande.

E' da ritenere che i quantitativi d'acqua caduta risultano di entità elevata, poichè se si eseguono a titolo orientativo due paralleli, l'uno con la pioggia media di ottobre e l'altro con la pioggia media annua, ambedue ricavate in base alle osservazioni di un lungo periodo di anni, si trova che quasi dappertutto in otto giorni ha piovuto più di quattro volte la media mensile, con punte che raggiungono 7,5 e 7,9 volte rispettivamente a Bova Superiore e Motta S. Giovanni e più del 30% della media annua, toccando in alcuni posti il 78% (Punta Stilo, Motta S. Giovanni).

Prendendo in esame per le due alluvioni del 1951 e del 1953 le piogge di un giorno, risulta che nel primo evento si ebbero totali giornalieri elevati e di uguale ordine di grandezza nei tre giorni 15, 16, 17 ottobre 1951, mentre nel secondo evento i totali giornalieri del 21 - 22 sono i più alti di tutto il periodo dell'alluvione.

Eseguendo poi un confronto fra questi ed i più alti dell'alluvione del 1951, si nota che nelle zone del Crinale Appenninico Aspromonte - Serra S. Bruno i totali di 24 ore nel 1953 si aggirano appena sul 50% dei corrispondenti valori dell'alluvione 1951 e precisamente: a Perrone 206 *mm* nel 1953 contro 300 *mm* nel 1951 con un rapporto 0,69 e a Chiaravalle 185 *mm* nel 1953 contro 436 *mm* nel 1951 con un rapporto 0,42.

Più elevate invece risultano le altezze di pioggia delle prime 24 ore dell'alluvione 1953 sulle zone collinari e del litorale da Reggio Calabria a Punta Stilo e da Capo Rizzuto a Punta Fiumenicà, con rapporti fra queste e quella del 1951 di 3,53 per Capo d'Armi ed Ardore, 3,62 per Staiti, 5,8 per Petilia Policastro e 11,4 per Punta Stilo.

Nella tabella II vengono riportati per alcune stazioni pluviometriche opportunamente scelte, i dati più significativi delle due alluvioni 1951 e 1953, insieme ai valori medi delle piogge di ottobre e dell'anno.

TABELLA II

STAZIONE	Pioggia del 17-X-1951 *mm*	Pioggia del 16-17-18-X-1951 *mm*	Pioggia del 22-X-1953 *mm*	Pioggia del 21-28-X-1953 *mm*	Media mensile normale di ottobre *mm*	Media annua normale *mm*	g = d/e	h = d/f	i = c/a
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
Petilia Pol.	37	136	215	542	114	1193	4,8	0,45	5,80
Catanzaro	76	132	136	321	92	1009	3,5	0,32	1,79
Borgia	187	423	171	556	131	1372	4,2	0,41	0,91
Palermiti	369	843	216	576	129	1418	4,5	0,41	0,58
Chiaravalle	436	1004	185	572	140	1547	4,1	0,37	0,42
Serra S. Bruno	217	469	145	579	150	1872	3,9	0,31	0,67
S. Sostene	417	1126	252	523	130	1437	4,0	0,36	0,60
Badolato	255	928	362	659	117	1159	5,6	0,57	1,42
Punta Stilo	23	236	262	538	90	686	6,0	0,78	11,40
Stilo	134	744	315	655	117	1091	5,6	0,60	2,35
Fabrizia	280	752	162	703	147	1801	4,8	0,39	0,58
Nardò di P.	267	537	219	574	147	1499	3,9	0,38	0,82
Mammola	237	693	169	638	147	1296	4,3	0,49	0,71
Croceferrata	253	761	172	682	161	2010	4,2	0,34	0,68
Gioiosa J.	92	605	172	465	100	996	4,7	0,52	1,87
Antonimina	104	720	221	622	152	1621	4,1	0,38	2,12
Ardore	44	523	155	405	92	935	4,4	0,43	3,53
Staiti	45	269	163	705	149	1030	4,7	0,68	3,62
Bova Sup.	261	622	152	724	97	983	7,5	0,74	0,58
Croce S. Lorenzo	120	571	178	568	100	1029	5,7	0,55	1,48
Capo d'Ar.	49	111	173	387	59	539	6,6	0,72	3,53
Motta S. G.	132	330	281	647	82	832	7,9	0,78	2,13
Armo	186	514	195	553	96	865	5,8	0,64	1,05
Reggio Cal.	32	91	94	279	62	596	4,5	0,47	2,94
S.Cristina A.	533	1495	155	682	123	1518	5,6	0,45	0,29
Cittanova	135	517	149	385	133	1499	2,9	0,26	1,10
Perrone	300	1043	206	669	155	1752	4,3	0,38	0,69

3) ESAME DELLE INTENSITA' ORARIE E CONFRONTO CON GLI EVENTI PRECEDENTI.

Per l'intervallo dalle ore 2 alle ore 10 del 22 sono state riscontrate alle registrazioni pluviografiche intensità orarie molto elevate che hanno prodotto i primi e più gravi danni.

La carta delle isoiete per la pioggia caduta in otto ore, dalle 2 alle 10 del 22 (fig. 2) mostra che le

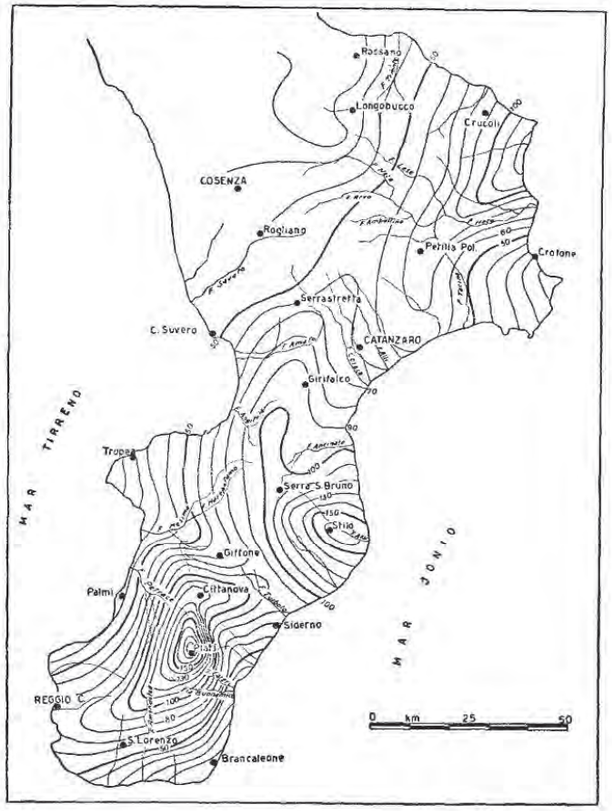


Fig. 2

zone più intensamente colpite appartengono al versante Jonico e comprendono la fascia estesa del Crinale Aspromonte - Monte Cucco al mare Jonio ed una ristretta zona collinare ad Oriente della Sila Grande.

Le fotografie dei diagrammi delle più interessanti registrazioni pluviografiche (Riace, La Ferdinandea e Platì) riportate nelle fig. 3, 4, 5 ed il grafico degli sviluppi orari delle piogge in alcune stazioni (fig. 6) mettono in evidenza la violenza del fenomeno nella sua fase iniziale e cioè nelle prime dieci ore del 22 ottobre 1953.

I più notevoli valori della pioggia caduta nell'intervallo di un'ora sono riportati nella tabella III.

Alcuni di questi valori sono veramente notevoli e superiori ai più alti riscontrati nell'alluvione del 1951, che furono: Ardore *mm* 82,2, Gioiosa Jonica *mm* 52,0, Croce S. Lorenzo *mm* 50,5, Chiaravalle *mm* 50,0.

Anzi sotto questo punto di vista si può affermare che la caratteristica più spiccata dell'alluvione del 1953 consiste proprio nella concentrazione su zone per fortuna di modesta ampiezza di violentis-

simi rovesci tutti prodottisi nelle prime dieci ore della giornata del 22.

L'ordine di grandezza di tali quantità orarie di pioggia si può considerare eccezionale e dà ragione della violenza di quei corsi d'acqua ove particolari condizioni geologiche, orografiche, superficiali, hanno agito in concomitanza ad esaltarne gli effetti distruttivi.

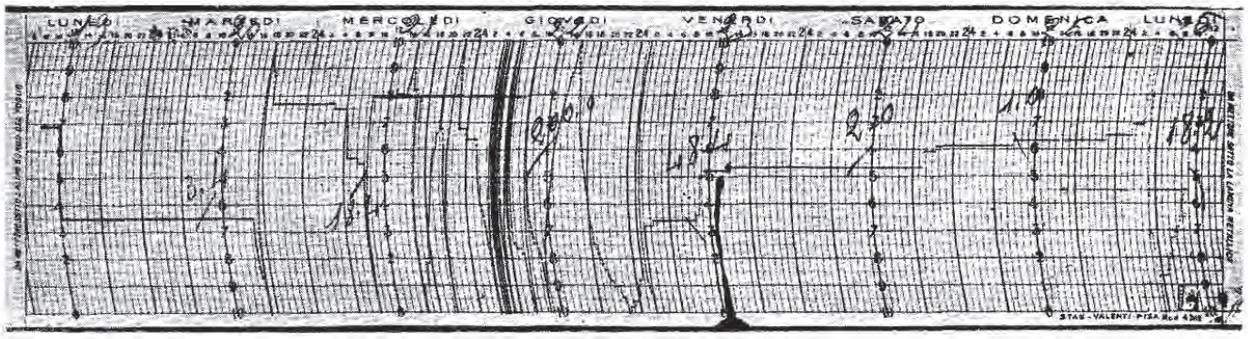


Fig. 3
Registrazione al Pr di Riace 19-26 ottobre 1953.

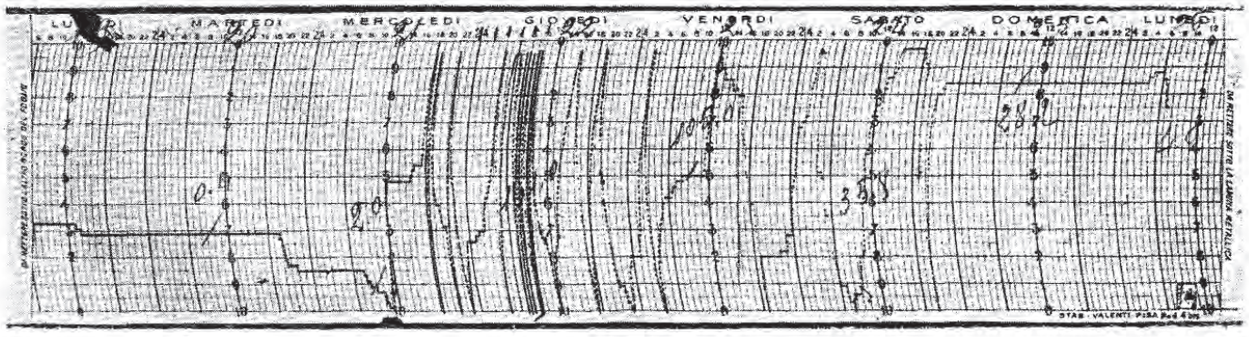


Fig. 4
Registrazione al Pr della Ferdinandea 19-26 ottobre 1953.

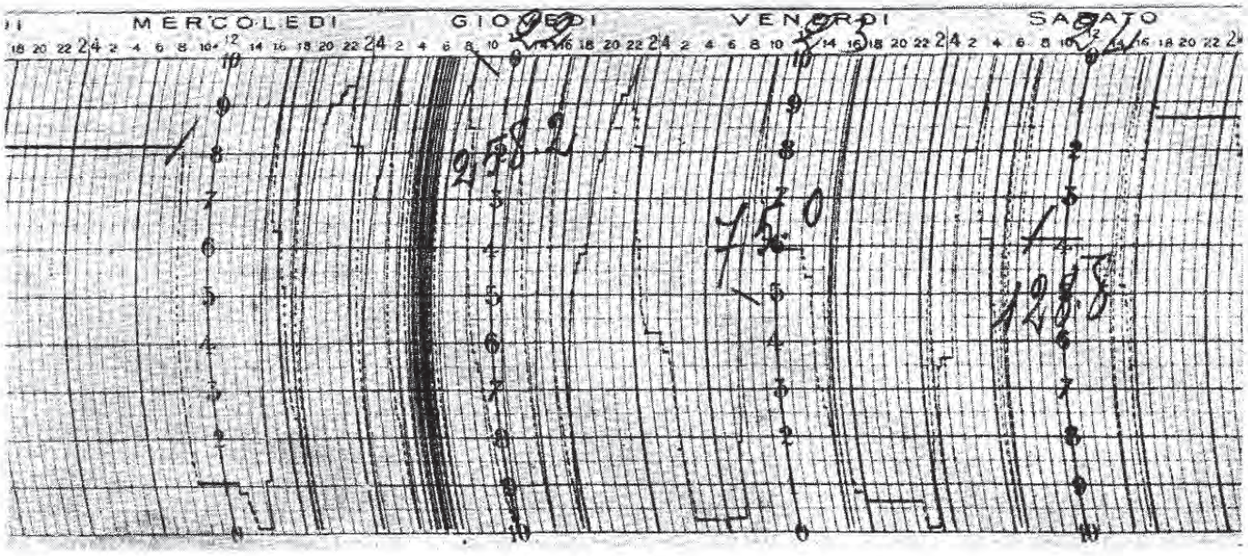


Fig. 5
Registrazione al Pr di Platì. 21÷24 ottobre 1953.

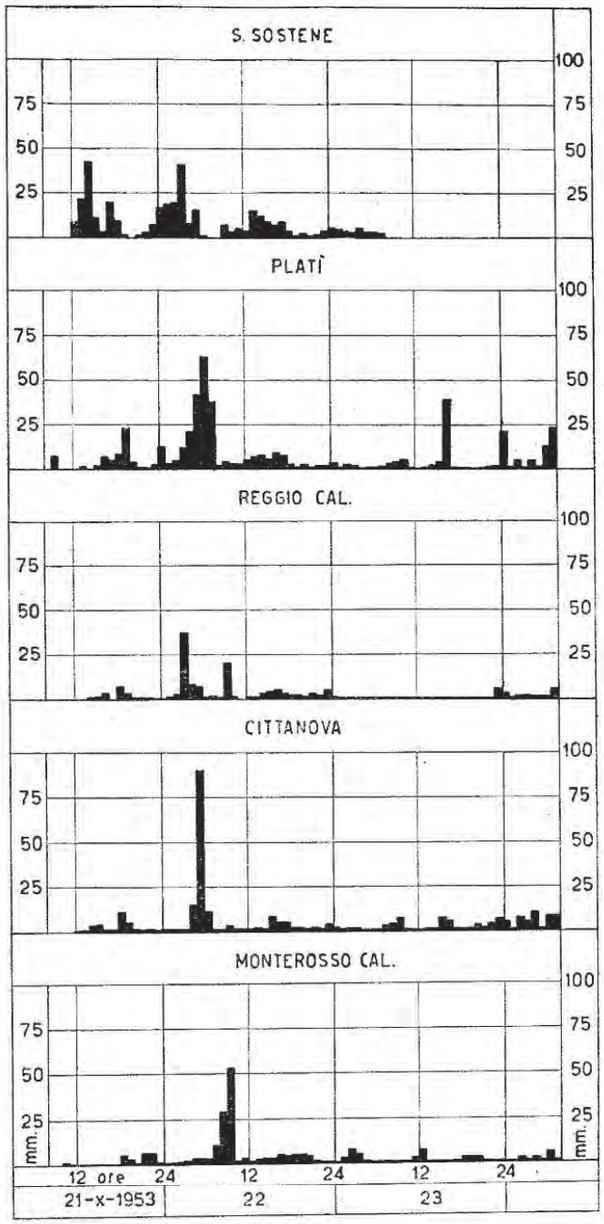


Fig. 6

4) CURVA RAPPRESENTATIVA DELLE MASSIME PIOGGE VERIFICATE E PREVEDIBILI IN CALABRIA NELLA PARTE FRA IL PARALLELO PER CATANZARO E CAPO D'ARMI.

Sono state opportunamente scelte n. 9 stazioni pluviografiche con lunghe effemeridi dislocate nella zona della Calabria ove si sono prodotti i più rilevanti eventi pluviometrici negli ultimi 26 anni, e precisamente: Catanzaro, Chiaravalle, Stilo, Gioiosa Jonica, Ardore, Croce S. Lorenzo, Reggio Calabria, S. Cristina d'Aspromonte, Cittanova.

TABELLA III

STAZIONE	*mm*	Ore	Giorno
Strongoli	48,0	5 - 6	22-10-1953
Petilia Policastro .	35,0	23 - 24	21-10-1953
Girifalco	47,0	5 - 6	22-10-1953
Chiaravalle . . .	40,0	7,30 - 8,30	22-10-1953
Serra S. Bruno . .	52,0	5 - 6	22-10-1953
S. Sostene	56,0	3 - 4	22-10-1953
Ferdinandea . . .	45,0	7 - 8	22-10-1953
Stilo	115,0	5 - 6	22-10-1953
Riace	60,0	4 - 5	22-10-1953
Platì	85,0	5,30 - 6,30	22-10-1953
Santuario di Polsi .	41,0	6 - 7	22-10-1953
Brancaleone . . .	48,0	14 - 15	22-10-1953
Croce S. Lorenzo .	40,0	4,15 - 5,15	22-10-1953
Reggio Calabria .	37,0	3 - 4	22-10-1953
Gambarie . . .	40,0	5,30 - 6,30	22-10-1953
S. Cristina . . .	48,0	6 - 7	22-10-1953
Cittanova . . .	90,0	5 - 6	22-10-1953
Giffone	40.0	4,30 - 5,30	22-10-1953
Monterosso . . .	70,0	8,30 - 9,30	22-10-1953
Maida	60,0	7,30 - 8,30	22-10-1953

Dallo spoglio delle relative registrazioni settimanali, sono state ricavate le piogge più notevoli di 1, 3, 6, 12, 24 ore, 2 e 3 giorni consecutivi, che vengono riportate nella tabella IV.

In base ai massimi valori riportati in un diagramma logaritmico è stata costruita la retta:

$$\log h = \log 115 + 0{,}60 \log T$$

passante per i punti rappresentativi delle piogge di un'ora e 72 ore, cui corrisponde in coordinate nor-

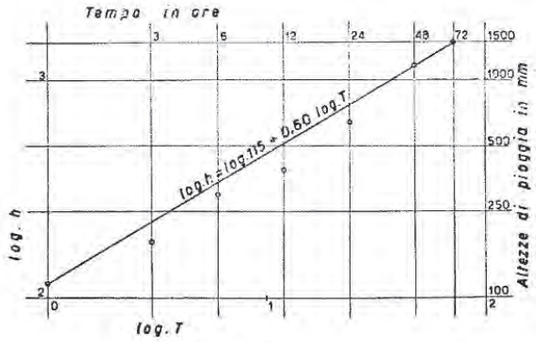


Fig 7

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 1

TABELLA IV

STAZIONE Pr	1 Ora		3 Ore		6 Ore		12 Ore		24 Ore		2 Giorni		3 Giorni	
	H	Data	H	Data	H	Data	H	Data	H	Data	H	Data	H	Data
Catanzaro	88,0	22-11-35	155,0	22-11-35	194,0	22-11-35	235,4	21-11-35	270,0	21-11-35	281,0	21-11-35	281,0	21-11-35
Chiaravalle	68,2	21-11-35	**181,6**	21-11-35	**295,0**	21-11-35	**385,8**	21-11-35	512,6	16-10-51	831,0	15-10-51	1012,0	15-10-51
Stilo	**115,0**	21-10-53	140,0	21-10-53	165,5	21-11-35	264,0	17-10-51	359,2	17-10-51	492,0	17-10 51	744,0	15-10-51
Gioiosa J.	52,0	17-10-51	114,0	17-10-51	166,8	21-11-35	237,0	17-10 51	306,0	17-10-51	395,0	17-10-51	604,6	15-10-51
Ardore	82,2	17-10-51	124,8	18-10-51	161,0	18-10-51	261,2	17-10-51	321,2	17-10-51	381,7	17-10-51	541,5	15-10-51
Croce S. Lorenzo	92,8	9-8-49	104,2	9-8-49	104,2	9-8-49	104,2	9-8-49	265,4	4-12-33	265,4	4-12-33	273,0	23-1-34
Reggio Cal.	40,0	30-10-48	52,0	22-10-53	80,0	30-10-48	85,6	30-10-49	94,3	22-10-53	160,6	22-10-53	182,0	22-10-53
S. Cristina	47,0	17-10-51	110,0	17-10-51	220,0	17-10-51	359,6	17-10-51	**637,8**	17-10-51	**1178,8**	15-10-51	**1489,8**	15-10-51
Cittanova	90,0	22-10-53	116,0	22-10-53	185,0	18-10-51	201,4	17-10-51	270,0	2-12-33	369,0	17-10-51	517,4	15-10-51

mali la parabola $h = 115\ T^{0.60}$ che inviluppa i massimi eventi pluviometrici.

Tale parabola può essere assunta come espressione analitica dei massimi eventi pluviometrici prevedibili nella parte della penisola Calabrese compresa fra il parallelo per Catanzaro e Capo d'Armi.

5) PORTATA DEI CORSI D'ACQUA.

Le piogge del pomeriggio del 21 provocarono le intumescenze iniziali in tutti i corsi d'acqua a Sud della Stretta S. Eufemia, Golfo di Squillace, che furono trasformate dai successivi rovesci in piene nella tarda notte sul 22.

Le registrazioni idrometrografiche su alcuni fiumi confermano il carattere di violenza dell'alluvione nella sua fase iniziale.

Precisamente per due corsi d'acqua del versante Jonico, sottoposti a sistematiche osservazioni, l'Ancinale (a Razzona) e il Corace (a Grascio), si notano rapidissimi incrementi di portata rispettivamente da 4 a 106 m^3/s e da 5 a 75,3 m^3/s.

La portata massima peraltro persiste per breve tempo decrescendo con la stessa rapidità della salita.

Le piene dei corsi d'acqua con foce all'Jonio provenienti dal versante orientale appenninico, da Serra S. Bruno a Monte Crocco, sono da segnalare per l'imponenza dei trasporti solidi depositati nelle zone vallive, specie per l'Alaco, il Gallipari che ha esondato a monte e a valle della strada Statale 106 ed il Vodà che ha sollevato il proprio alveo di un paio di metri.

Si segnalano inoltre esondazioni dell'Assi a monte della Statale 106 e del Favaco a valle della detta Statale con estese corrosioni della scarpata del rilevato ferroviario.

Passando ai corsi d'acqua provenienti dall'Aspromonte con foce all'Jonio è da rilevare la piena del Careri che ha asportato la centina della luce centrale del ponte distrutto dall'alluvione del 1951 ed ora in corso di ricostruzione e le piene dei corsi d'acqua della zona di Melito Porto Salvo a Reggio Calabria che hanno prodotti i più gravi danni con le esondazioni e i rilevanti depositi di materiale ghiaioso e sabbioso.

Hanno esondato con maggiore o minore gravità: l'Annà, l'Oliveto, che hanno fatto crollare il ponte feroviario per il sifonamento della spalla sinistra, diversi valloncelli notevoli per i trasporti di materiale sproporzionati alla modestissima estensione dei bacini. La Fiumara di S. Giovanni che ha prodotto danni nella zona di Pellaro, il Valanidi e

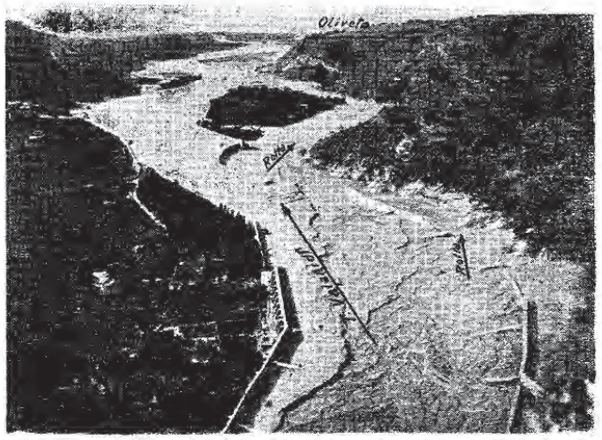


Fig. 8
Torrente Valanidi
Zona delle rotte a monte dell'abitato di Oliveto.

l'Armo che hanno provocato diecine di vittime umane e gravissimi danni nei loro bacini.

Queste due fiumare per quasi dieci mesi all'anno sono asciutte, tanto che l'alveo del Valanidi serve di tratturo carrabile per raggiungere dal mare alcune frazioni della valle.

Il Valanidi alla foce ha un bacino di km^2 28,7 ed ha origine nelle pendici del Monte Caldara sul versante meridionale dell'Aspromonte a quota 1190. Il suo corso ha una lunghezza di *km* 18,7 ed un'altitudine media di *m* 676. Le falde montane scolanti nonchè l'alveo presentano una rilevante pendenza i cui effetti sono stati aggravati dal dissesto geologico relativo, poichè alla massa liquida rovinante a valle si è unita quella solida, ossia lo sfasciume detritico delle falde degradate aumentando il peso specifico del liquido e quindi la relativa forza viva d'urto.

Sul Valanidi si sono prodotte tre rotte in corrispondenza dell'argine destro da Candico a Croce Valanidi. In questa zona, in destra, si è costituito un nuovo alveo alcuni metri più basso e con maggiore pendenza del vecchio (vedi foto 8, 9, 10).

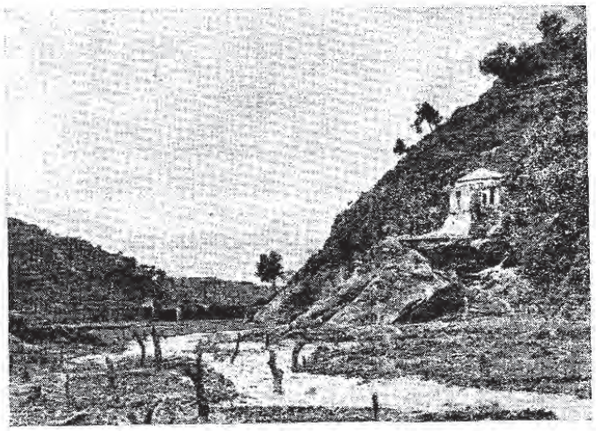


Fig. 9
Torrente Valanidi
Rotta in destra a monte dell'abitato di Oliveto.

Nel tratto da Rosario ad Oliveto sono stati eseguiti alcuni rilievi della pendenza longitudinale dell'alveo e della sezione di piena ricavata in base alle tracce visibili sulla sponda.

La sezione media di deflusso di piena nella stretta a valle della località Immacolata risulta in cifra tonda di m^2 100 e la relativa pendenza 5,76%.

In corrispondenza delle rotte verificatesi 300 metri più a valle la sezione media di deflusso è quasi doppia con m^2 190 ed una pendenza 5,70%.

Tale aumento della sezione di deflusso può spie-

Fig. 10
Torrente Valanidi
Rotta in destra a monte dell'abitato di Oliveto
E' visibile l'erosione e lo scalzamento degli argini.

garsi con le notevoli erosioni in corrispondenza dell'alveo vecchio com'è visibile dalle fotografie relative.

Non è possibile eseguire un calcolo della portata di piena con le normali formule dell'idraulica che darebbero risultati inaccettabili e ben lontani dalla realtà. Comunque, partendo dai rilievi che hanno dato una sezione bagnata di m^2 100 ed assumendo in via approssimativa e prudenziale una velocità media di 4 ÷ 5 m/s, si ottiene una portata istantanea di 400 ÷ 500 m^3/s.

Tale portata enorme per il piccolo bacino del Valanidi non dev'essere stata d'altro canto molto lontana dall'effettiva, poichè un calcolo basato sugli afflussi meteorici conduce ad un valore dello stesso ordine di grandezza.

Per il bacino del Valanidi è stata riscontrata una pioggia di 207 *mm* dalle 9 del 21 alle 9 del 22 ottobre.

Ammettendo una distribuzione oraria simile a quella registrata al pluviografo di Reggio Calabria che dista 10 *km* dal baricentro del bacino del Valanidi risulta la massima pioggia di 1 ora uguale a 82,8 *mm*.

Questo valore è da ritenersi probabile, poichè in altre stazioni pluviografiche durante la medesima notte sul 22 si sono registrate intensità orarie anche più notevoli (Stilo: 115 mm/h; Platì: 85 mm/h; Cittanova: 90 mm/h).

Assunto quindi il tempo di corrivazione di una ora e tenuto conto che il bacino in corrispondenza della sezione rilevata misura km^2 21,5 risulta:

$$Q = \frac{0{,}0828 \times 1.000.000 \times 21{,}5}{3.600} = 495\ m^3/s.$$

Tale portata presuppone che tutti gli afflussi

dell'ora di massimo rovescio siano defluiti entro l'ora successiva. Ciò potrebbe essersi verificato trattandosi di un piccolo bacino di natura impermeabile e con forti pendenze.

Tuttavia volendo assumere prudenzialmente un coefficiente di riduzione 0,85, si ha come massima portata probabile:

$$Q \text{ max} = 0{,}85 \times 495 = 420 \ m^3/s$$

con un contributo unitario di piena:

$$19{,}50 \ m^3/s \ km^2.$$

Tale valore, in buon accordo con il precedente, può essere assunto per l'evento eccezionale di piena del Valanidi.

Le rotte di cui si è detto avanti hanno causato vittime e danni nella zona di S. Nicola a Croce Valanidi, inoltre le esondazioni del basso corso a quota 25 del ramo Nord del Valanidi hanno prodotto altre vittime e danni altrettanto gravi nella zona a Sud di S. Gregorio.

L'Armo ha origine ai piedi di Murmara a quota 986. Il suo bacino si sviluppa immediatamente a Nord di quello del Valanidi ed ha una superficie di km^2 14,66 con una altitudine media di m 387.

Dalla curva ipsografica si rileva che esso è essenzialmente collinare, poichè il 73% della superficie si sviluppa al disotto dei 500 metri.

L'asta del torrente misura una lunghezza di km 10,0.

L'Armo ha esondato a quota 70 provocando vittime e danni nella frazione Saracinello le cui case di abitazione sono prevalentemente disposte ai margini della strada che collega Croce Valanidi con Reggio, tagliando obbliquamente il torrente.

Imponenti banchi di sabbia e limo sono stati depositati nella zona.

Altra grave esondazione si è avuta a valle, a quota 30 circa, in destra, ove una massa notevole di acqua e sabbia si è riversata sull'abitato di S. Gregorio producendo altre vittime e danni, fra cui la rottura del rilevato ferroviario alto circa 6 m sulla campagna, per una lunghezza di m 25.

Sull'Armo non è stato posibile eseguire soddisfacenti rilievi per il calcolo della portata di piena.

Tuttavia basandosi sugli afflussi meteorici si è ottenuto un risultato che può ritenersi accettabile.

Nell'abitato di Armo funziona un pluviometro che ha dato per le 24 ore 21 - 22 ottobre un totale di 195 mm.

Assumendo per questo evento una distribuzione oraria simile a quella registrata al pluviografo di Reggio Calabria, che dista km 7 dal baricentro del bacino dell'Armo, si perviene ad una pioggia oraria massima di 76,5 mm.

La portata in corrispondenza della rotta a monte di Saracinello, essendo la superficie del bacino di km^2 9,76, con un tempo di corrivazione di un'ora risulta:

$$Q = \frac{0{,}0765 \times 1.000.000 \times 9{,}76}{3.600} = 207 \ m^3/s.$$

Assumendo un coefficiente di deflusso 0,90:

$$Q \text{ max} = 0{,}90 \times 207 = 186 \ m^3/s.$$

ed in cifra tonda

$$Q = 180 \ m^3/s.$$

pari ad un contributo unitario per km^2:

$$q = \frac{180}{9{,}76} = 18{,}5 \ m^3/s \ km^2.$$

Tale valore, in buono accordo con quello calcolato per il Valanidi, conferma l'eccezionalità dell'evento pluviometrico per questi due bacini.

Per quanto riguarda i bacini con foce al Tirreno si nota che le relative piene non hanno assunto caratteri di eccezionalità.

Si segnalano inoltre le piene dei corsi d'acqua con foce nel Golfo di S. Eufemia fra cui quella dell'Angitola verificatasi il 22, che però non ha prodotto danni.

ERRATA - CORRIGE

Pag. 10 - Tacina a Rivioto	*leggere*	22 nov. 1935	*invece di*	22 nov. 1953
» 11 - Basento a Ponte San Vito - giorno 2-II	»	54	»	» 56
» 21 - Bradano a Tavole Palatine - giorno 18-XI	»	0,92	»	» *0,92*
» 35 - Scala numerica delle portate	»	22,20	»	» 22,30
» 48 - Della Nice - Media luglio	»	6,34	»	» 6,48
» 49 - Vaccarizzo - giorno 28-VIII	»	2,09	»	» 2,08
» 50 - Casello ferroviario 48 - agosto	»	3,13	»	» 3,15

EVENTI METEORICI DEL NOVEMBRE 1959

PREMESSE

Il mese di novembre del 1959 è stato dominato, dal punto di vista climatico ed idrologico, da due eventi la cui eccezionalità va ascritta all'estrema violenza delle precipitazioni che hanno dato luogo a piene disastrose nei vari corsi d'acqua del Compartimento interessati.

Il primo evento è stato circoscritto ad una limitata zona della Calabria centrale e si è verificato tra il 12 ed il 13 novembre.

Il secondo è stato di natura più complessa ed ha interessato in giorni e con aspetti differenti l'intiero Compartimento, dalla fossa premurgiana al massiccio dell'Aspromonte.

Esso si è verificato nei giorni dal 24 al 26 novembre, ma può peraltro essere collegato, da un punto di vista meteorologico, al nubifragio precedente. Ambedue i fenomeni infatti presentano la loro genesi nella famiglia di depressioni cicloniche che, come ogni autunno, anche nel 1959 si sono formate sul golfo del Leone dirigendosi poi sul mare di Sardegna e sul Tirreno sino ad investire le estreme regioni meridionali della penisola.

Il particolare svolgimento delle meteore è stato reso ancora più violento dall'effetto orografico che ha provocato le piogge più intense, oltre che dalla situazione frontologica che, nello svolgimento dei fenomeni ciclonici indicati, ha presentato proprio sulla Calabria la formazione di fronti occlusi.

Il conseguente accavallamento di masse d'aria diverse, congiunto all'azione delle barriere montuose, ha creato ovviamente il presupposto di eccezionali eventi meteorici.

Se è pur vero che la situazione meteorologica illustrata si presenta con periodicità annuale, va precisato che nel novembre 1959 essa ha però provocato nubifragi della massima violenza su gran parte della Calabria e della Lucania.

Ad illustrazione di tale aspetto si sono riportate nella fig. 1 le zone più interessate dai singoli eventi, indicandone anche le zone alluvionate e le località ove più gravi sono risultati i dissesti e le interruzioni

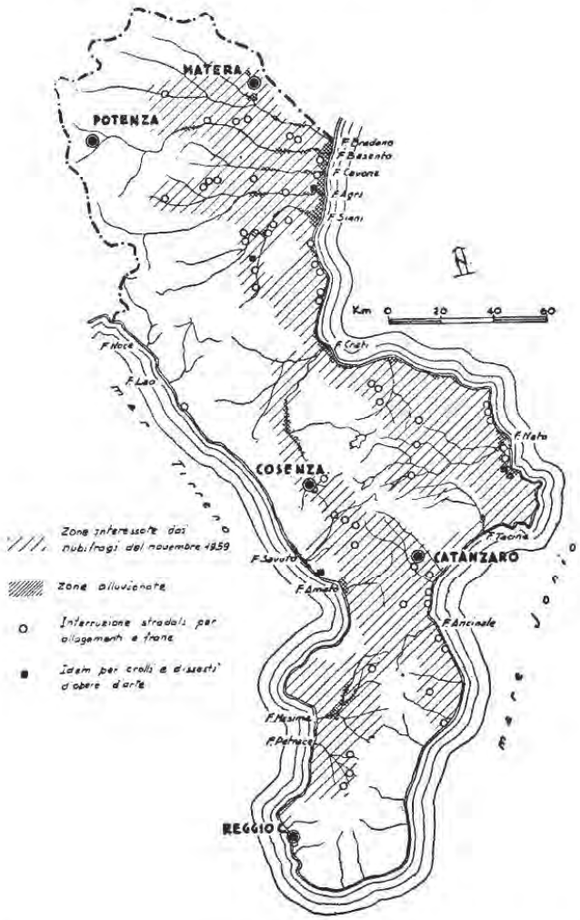


Fig. 1 — Zone interessate dai nubifragi e dalle alluvioni del novembre 1959.

stradali. Tali elementi sono stati dedotti dalle indicazioni all'uopo fornite dai competenti Ispettorati Compartimentali Agrari e dagli Uffici dell'A.N.A.S.

La gravità e la eccezionalità dei nubifragi del novembre 1959 è resa inoltre evidente dal cartogramma di fig. 2.

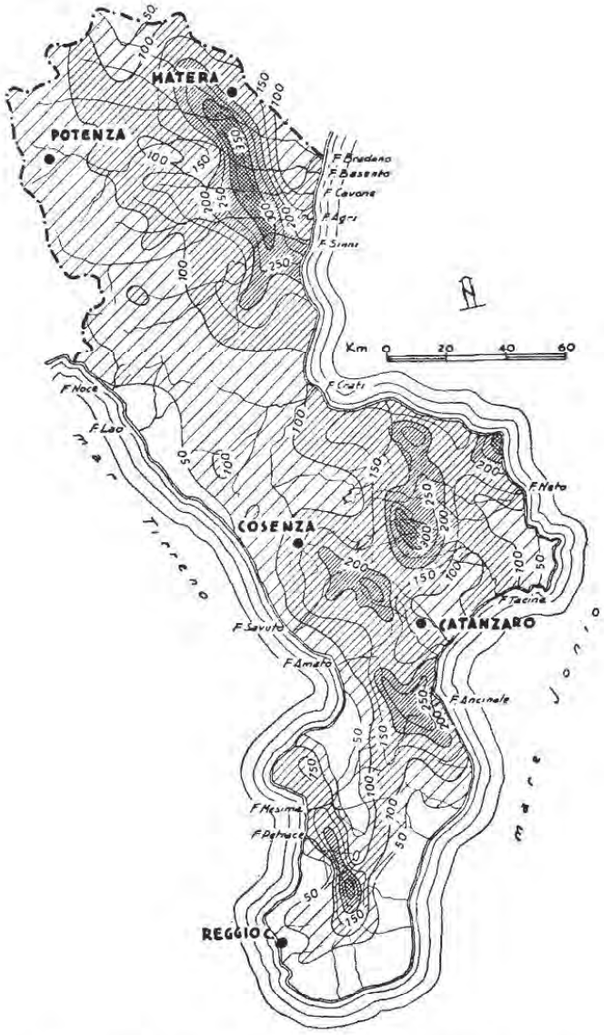


Fig. 2 — Curve di egual rapporto percentuale tra le maggiori precipitazioni del novembre 1959 e le massime precedenti.

In esso sono riportate le curve di egual rapporto percentuale tra le più forti precipitazioni giornaliere registrate nel novembre 1959 e quelle massime precedentemente osservate.

Da esse si riesce ad avere un quadro preciso degli eventi meteorici che si descrivono, osservando per inciso come in tutte le estese zone con rapporto superiore al 100% le precipitazioni abbiano superato i precedenti primi casi critici di pioggia con durata di un giorno. Tali zone sono principalmente due: la prima è localizzata in una fascia che si estende dal medio bacino del Bradano alla foce del Sinni e si riferisce al nubifragio ivi abbattutosi il giorno 24. L'altra è circoscritta all'alto bacino del Mesima, quasi a cavallo delle Serre, e si ricollega al nubifragio della notte tra il 12 ed il 13 novembre.

NUBIFRAGIO DEL 12 - 13 NOVEMBRE 1959

Le condizioni atmosferiche sulla Calabria, mantenutesi relativamente calme e normali nella prima decade del mese, hanno dato luogo nella notte tra il 12 ed il 13 novembre ad un violento nubifragio. Esso si è manifestato particolarmente sul versante tirrenico delle Serre calabresi, e precisamente nel bacino del Mesima, quando una depressione secondaria proveniente da W - NW, ha interessato la regione.

La pressione atmosferica ha subito in quella occasione una prima diminuzione graduale dalle ore 22 del 12 alle ore 11 del 13, abbassandosi quindi rapidamente sino ad un minimo registrato alle ore 14 e prendendo in seguito a salire lentamente (fig. 3).

Già nella mattinata del 12 la regione era stata interessata a venti meridionali; essi alla stazione ane-

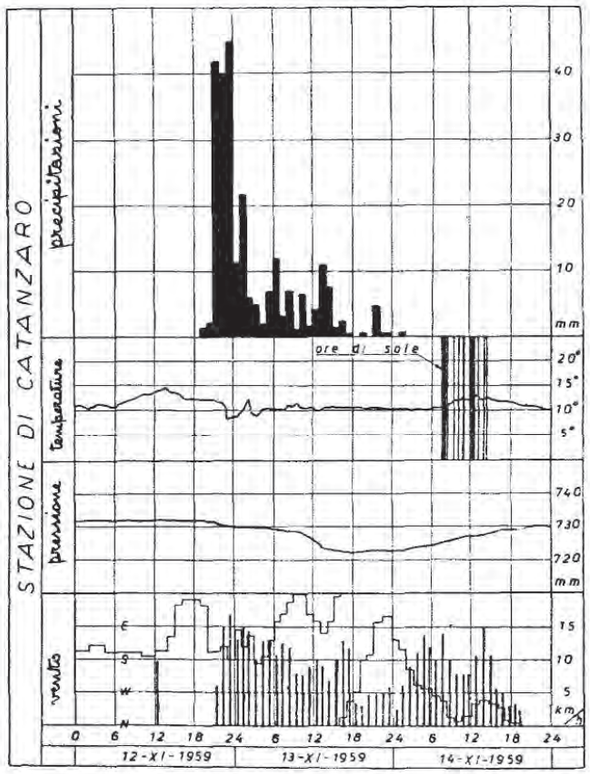


Fig. 3 — Stazione di Catanzaro. Osservazioni metereologiche del 12-14 novembre 1959.

mografica di Catanzaro raggiungevano alle ore 22 del 12 la velocità massima di 35 *km* all'ora, diminuendo gradualmente nelle ore successive. Il vento cessava quindi verso le ore 13 del giorno 13 per riprendere in seguito da Nord con intensità minore.

Le piogge, collegate ai venti ciclonici meridionali, sono iniziate con fenomeni locali secondari, cui hanno fatto seguito gli scrosci più intensi. La propagazione della meteora da SE verso NW appare evidente dal cartogramma di fig. 5: le curve in esso riportate congiungono infatti i punti ove alla stessa ora sono stati raggiunti 10 *mm* di pioggia dall'inizio della meteora stessa, e presentano alcune lievi anomalie solo nei punti ove il fenomeno ha presentato attività marginali, come ad esempio sul versante meridionale dell'Aspromonte.

Da tali curve si può notare che le precipitazioni sono iniziate tra le ore 20 e le ore 24 del giorno 12 nelle zone maggiormente interessate.

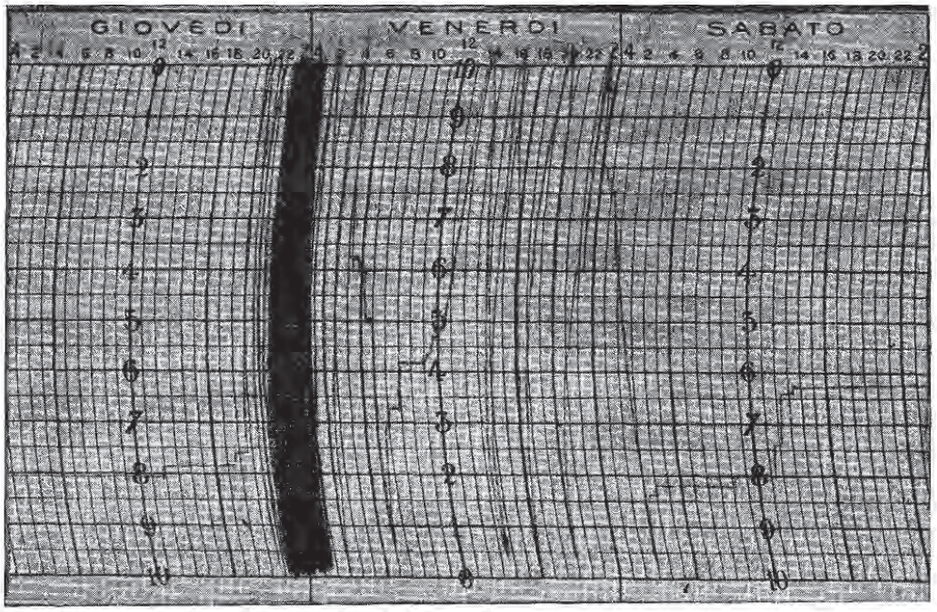


Fig. 4 — Stazione pluviografica di Giffone. Precipitazioni del 12-13 novembre 1959.

Come innanzi accennato, il centro di massimo rovescio è da ubicarsi sul versante tirrenico del complesso orografico dei monti Seduto e Crocco. In tale zona la massima precipitazione è stata registrata alla stazione pluviografica di Giffone, ove sono stati totalizzati 520 *mm* di pioggia in 24 ore (fig. 4). Le altre zone più interessate sono state quelle dei rilievi mon-

PROSPETTO I - *Precipitazioni del 12 - 13 novembre 1959*

STAZIONE	Media		Max del nov. 1959 in ore			Max precedenti in ore			Max nov. 1959 in giorni		Max precedenti in giorni		RAPPORTI					
	annua	nov.	1	6	24	1	6	24	1	2	1	2	I/B	I/M	L/N	C/F	D/G	E/H
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N						
Verzino . . .	1054	179	46,0	107,0	204,8	56,6	178,0	252,4	151,4	226,8	252,4	285,0	0,85	0,60	0,80	0,81	0,60	0,81
Sersale . . .	1153	186	32,0	86,6	185,0	56,0	126,0	310,0	132,4	208,2	300,4	358,6	0,71	0,44	0,58	0,57	0,69	0,60
Catanzaro . .	1009	164	60,0	162,0	240,8	97,0	194,0	270,0	204,8	246,8	270,0	281,0	1,25	0,76	0,88	0,62	0,84	0,89
S. Sostene . .	1491	219	51,0	105,4	221,6	110,0	242,0	545,0	179,2	290,0	417,0	818,0	0,82	0,43	0,35	0,46	0,44	0,41
Arena . . .	1181	150	—	—	—	—	—	—	200,6	255,8	206,9	304,4	1,34	0,97	0,84	—	—	—
S. Pier Fedele	1137	156	80,0	150,0	200,0	32,0	56,8	60,6	157,8	211,8	175,0	235,0	1,01	0,90	0,90	2,50	2,64	3,30
Giffone . . .	1725	280	160,0	444,0	520,0	53,0	96,4	234,0	462,0	539,8	199,8	305,8	1,65	2,31	1,77	3,01	4,60	2,22
Marcellinara .	1214	173	75,0	160,0	233,0	65,0	98,0	239,0	198,2	240,0	239,0	306,4	1,15	0,83	0,89	1,15	1,63	0,97
Caraffa di Cat.	1219	188	—	—	—	—	—	—	189,2	245,7	223,0	295,0	1,01	0,85	0,83	—	—	—

tuosi che fanno da cornice alla Piana di Rosarno, cioè la parte alta dei bacini dei fiumi Marepotamo e Metramo, ambedue affluenti del Mesima.

In tale zona le pioggie totalizzate in un giorno

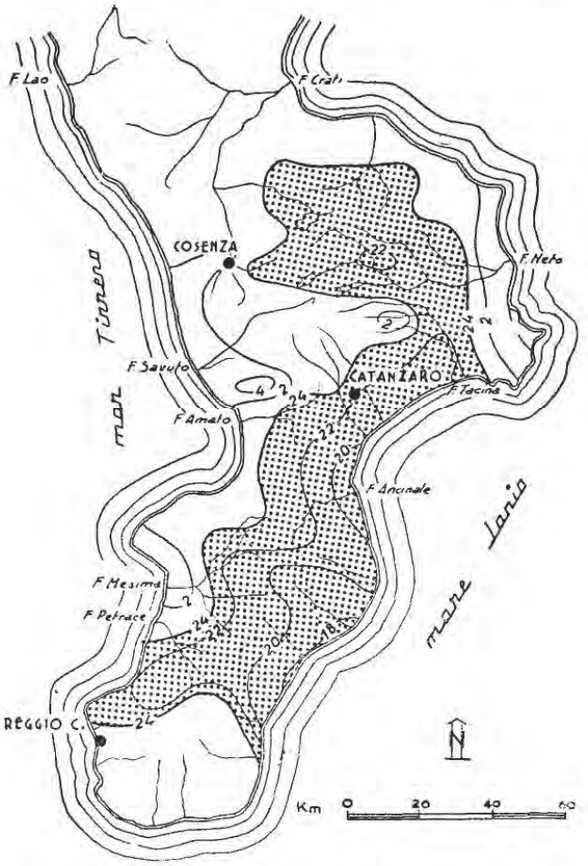


Fig. 5 — Carta degli orari di inizio delle precipitazioni intense del 12-13 novembre 1959.

hanno notevolmente superato i 200 *mm*, mentre nella piana sottostante esse non hanno raggiunto che poche diecine di *mm*.

Un'altra zona, interessata da piogge non molto superiori ai 100 *mm*, si è estesa dalla zona citata lungo i crinali delle Serre fino alla Sila; ivi peraltro la meteora mentre è riuscita a superare i primi rilievi del massiccio Silano, si è esaurita senza interessare il bacino del Crati e l'Appennino Calabro.

La caratteristica precipua del fenomeno è stata comunque la quantità delle precipitazioni cadute nel centro di massimo rovescio e la loro violenza, che ha raggiunto, in varie località, intensità mai sin'ora registrate.

Ciò è avvenuto in maniera del tutto eccezionale alla stazione di Giffone le cui precipitazioni, registrate per durate sino a 12 ore consecutive, sono superiori a qualsiasi altra pioggia registrata in precedenza in tutta la Calabria.

Messe a paragone con i primi casi critici di precipitazione per i bacini tirrenici meridionali, quelle registrate a Giffone in ½ ora, 1, 3, 6, 12 ore ne rappresentano rispettivamente il 170%, 172%, 267%, 202% e 128%.

Alla stazione di Catanzaro le precipitazioni pure essendo state intense non sono state violente come a Giffone, risultando di intensità inferiori alle massime in precedenza registrate.

Esse ne rappresentano infatti il nuovo quinto caso critico per piogge di durata di ½ ora, il terzo caso per durate da 1 a 6 ore ed il secondo caso per 12 e 24 ore.

Le quantità di precipitazione hanno raggiunto i valori più intensi alle stazioni di Marcellinara e S.

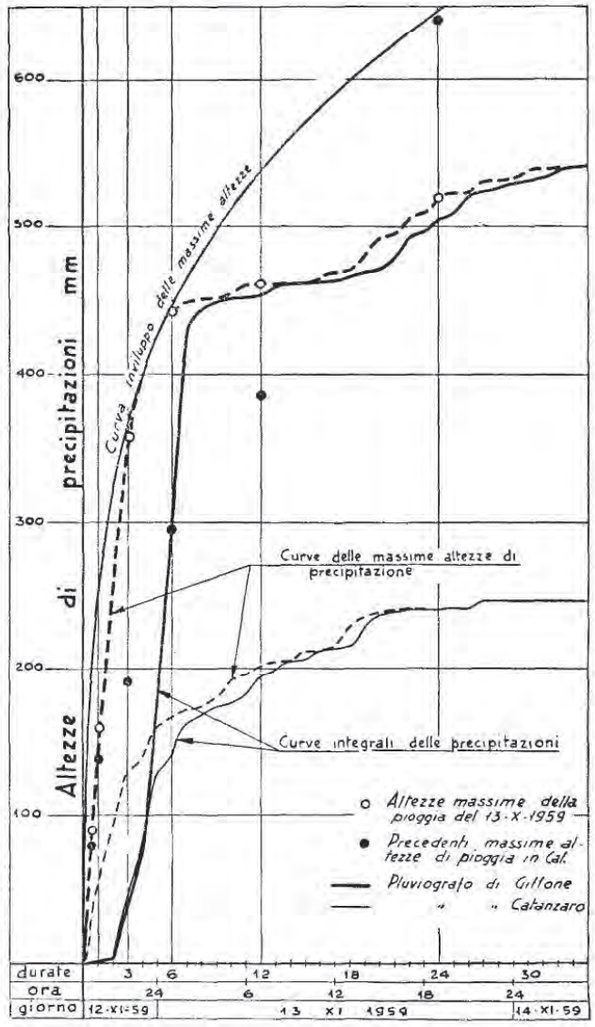


Fig. 6 — Curve caratteristiche delle precipitazioni del 12-13 novembre 1959.

PROSPETTO II - *Precipitazioni del 23 - 25 novembre 1959*

STAZIONE	Media		Max del nov. 1959 in ore			Max precedenti in ore			Max nov. 1959 in giorni		Max precedenti in giorni		RAPPORTI					
	annua	nov	1	6	24	1	6	24	1	2	1	2	I/B	I/M	L/N	C/F	D/G	E/H
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N						
Miglionico . .	652	86	—	—	—	—	—	—	248,9	358,9	145,3	217,2	2,89	1,71	1,65	—	—	—
Gravina di P.	585	70	35,0	65,0	170,0	49,6	62,4	68,2	152,2	189,6	70,0	100,0	2,17	2,17	1,90	0,70	1,04	2,49
Matera . . .	548	73	33,0	91,6	174,0	45,8	90,0	101,0	149,4	184,0	121,2	188,1	2,05	1,23	0,97	0,72	1,02	1,72
Ferrandina .	626	83	27,0	65,0	170,2	43,2	59,6	115,2	139,0	178,2	115,0	186,5	1,67	1,21	0,96	0,62	1,09	1,48
Pisticci . . .	727	111	—	—	—	—	—	—	314,6	375,6	142,0	254,8	2,83	2,22	1,47	—	—	—
Pomarico . .	691	88	—	—	—	—	—	—	272,0	329,0	184,1	314,3	3,08	1,48	1,05	—	—	—
Montalbano I .	636	91	—	—	—	—	—	—	262,0	322,4	166,0	229,0	2,88	1,58	1,41	—	—	—
Policoro . . .	613	79	80,0	125,4	198,4	26,6	46,0	80,8	165,2	207,4	97,4	153,8	2,09	1,70	1,35	3,01	2,73	2,46
Nova Siri Sc. .	595	80	86,8	150,8	250,0	92,0	112,0	163,4	202,0	259,8	125,6	178,6	2,53	1,61	1,45	0,94	1,34	1,53
Cosenza . . .	1041	147	13,0	71,4	122,6	40,6	76,0	103,0	72,3	132.5	102,7	121,4	0,49	0,70	1,09	0,32	0,93	1,19
Piane Crati .	1203	198	—	—	—	—	—	—	190,8	227,0	64,0	116,6	0,96	2,98	1,95	—	—	—
Trenta . . .	1066	150	—	—	—	—	—	—	134,3	176,1	115,8	148,2	0,90	1,16	1,19	—	—	—
Cirò Marina .	742	126	—	—	—	—	—	—	202,2	322,4	180,0	211,6	1,60	1,12	1,52	—	—	—
S. Giov. in F.	1251	208	35,0	95,0	250,4	40,0	100,0	240,0	190,4	270,4	286,8	439,0	0,92	0,66	0,62	0,88	0,95	1,08
Trepidò . . .	1472	249	34,0	155,0	342,0	74,4	220,4	405,0	280,4	363,8	336,5	498,8	1,13	0,83	0,73	0,46	0,70	0,84
Crotone . .	670	122	90,0	109,8	162,0	60,0	97,4	228,2	161,4	162,8	200,2	276,8	1,32	0,81	0.59	1,50	1,13	0,71
S. Sostene . .	1491	219	87,0	178,0	260,4	110,0	242,0	545,0	208,0	262,0	417,0	818,0	0,95	0,50	0,32	0,79	0,74	0,48
S. Crist. d'Aspr.	1726	269	60,0	228,0	398,6	51,6	220,0	637,8	246,6	399,4	534,6	1067,6	0,92	0,46	0,37	1,16	1,04	0,61
Serra del Gelo	1972	294	—	—	—	—	—	—	191,2	281,6	211,9	339,1	0,65	0,90	0,83	—	—	—
Rogliano . .	1252	168	35,0	88,0	170,6	44,0	122,2	146,4	109,6	181,6	146,4	146,6	0,65	0,75	1,24	0,80	0,72	1,17

Pier Fedele oltre a quelle citate di Giffone e Catanzaro, ed i valori caratteristici sono stati riassunti nei dati inseriti nel prospetto I.

A seguito delle precipitazioni del 12 - 13 novembre risulta variata anche la curva segnalatrice delle massime altezze di precipitazione in Calabria: essa è riportata nel grafico di fig. 6 e la sua nuova espressione è ora la seguente $H = 260\, T^{0,288}$.

Le importanti precipitazioni del 12 - 13 novembre 1959, come innanzi illustrate, non potevano non provocare sui corsi d'acqua interessati fenomeni di piena di un certo interesse. Ciò è accaduto principalmente nel versante meridionale della Sila, nella zona di Catanzaro ed in maniera più grave nel bacino del Mesima. Quivi i corsi d'acqua più impegnati sono stati i vari affluenti del Marepotamo a sua volta affluente, insieme al Metramo del F. Mesima.

L'evento di piena ha presentato un inizio repentino con altezze idrometriche rapidamente crescenti man mano che le acque, riversandosi con violenza lungo i ripidi impluvi su terreni sciolti e facilmente erodibili, confluivano a valle ingrossando paurosamente la rete idrografica del bacino del Mesima.

I terreni venivano soggetti in tale occasione a sensibili e gravissime erosioni oltre che ad imponenti smottamenti con conseguenti notevolissimi trasporti torbidi dei corsi d'acqua interessati.

Questi si sono rapidamente impinguati dopo l'inizio del nubifragio esondando in estese zone del loro corso vallivo ove l'onda di piena è transitata nelle prime ore del 13 novembre. Mentre è stato possibile registrare l'evento sul F. Metramo alle stazioni di Carmine e di Castagnara, altrettanto non è risultato possibile alla stazione idrometrografica di Barbassano sul F. Mesima. Quivi infatti la violenza delle acque è stata tale da distruggere completamente gli impianti per cui il valore della portata al colmo in quella sezione è stata calcolata a seguito di rilievi e calcoli indiretti di piena.

Da essi risulta che tale portata può indicarsi in 348 m^3/s per il Mesima a Barbassano ed in 319 m^3/s per il Metramo a Carmine (prospetti III e IV).

Dall'andamento delle portate registrate a quest'ultima stazione, riportato in fig. 8 insieme a quelle registrate sullo stesso Metramo a Castagnara, risulta appunto come il colmo sia stato raggiunto rapidissi-

PROSPETTO III - *Valori caratteristici al colmo delle massime piene del novembre 1959*

CORSO D'ACQUA	STAZIONE	Superficie del Bacino	DATA	MASSIMA PIENA PORTATA			Portata massima precedente
		km^2		m^3/s	$m^3/s\ km^2$	q 100	m^3/s
Bradano	P.te Colonna	459	24-11-59	617	1,344	3.712	640
Bradano	Tavole Palatine	2743	25-11-59	1930 (1)	0,704	6.404	852
Basento	Pignola	57	24-11-59	63	1,092	0.751	750
Basento	Gallipoli	848	24-11-59	748	0,882	3.668	1250
Basento	Menzena	1405	25-11-59	1420	1,011	5.887	806
Basento	P.te SS. 106	1510	25-11-59	1780	1,179	7.207	»
Cavone	P.te Citrangola	496	25-11-59	950	1,915	5.319	»
Agri	Tarangelo	507	24-11-59	254	0,501	1.478	543
Agri	P.te Frasca Rossa	1522	24-11-59	820	0,539	3.311	»
Sinni	Valsinni	1142	24-11-59	1803	1,579	8.015	2370
Sinni	P.te SS. 106	1303	24-11-59	1730	1,328	9.578	»
Crati	Guarazzano	132	24-11-59	437	3,310	3.963	»
Busento	Cosenza	277	24-11-59	524	1,892	3.753	»
Crati	Conca	1332	24-11-59	580	0,435	2.446	1120
Esaro	La Musica	532	24-11-59	180	0,338	1.030	1100
Ponticelli	P.te SS. 106	14	25-11-59	80	5,714	1.540	»
Corace	Grascio	178	24-11-59	302	1,696	2.490	520
Metramo	Carmine	233	13-11-59	319	1,369	2.406	600
Mesima	Barbassano	416	13-11-59	348	0,837	2.151	65 (2)
Amato	Marino	115	24-11-59	387	3,365	3.395	340
Amato	Licciardi	467	24-11-59	307	0,657	1.836	»
Bagni	P.te SS. 18 bis	22	24-11-59	126	5,720	2.085	»

(1) Portata influenzata dalla laminazione della piena all'invaso di S. Giuliano.
(2) Max portata giornaliera alla stazione di «Sbarretta» (km^2 424).

mamente poco dopo le ore 2 del giorno 13, e come la fase più violenta della piena sia durata solo qualche ora. Dal confronto delle portate al colmo transitate alla stazione di monte e di valle del Metramo si ha la conferma infine del fatto che gli afflussi meteorici si sono concentrati fortemente in zone assai

PROSPETTO IV - *Valori caratteristici delle piene*

CORSO D'ACQUA E STAZIONE	BACINO TRIBUTARIO			AFFLUSSO METEORICO				DEFLUSSO						Portata media onda di piena		Portata massima		RAPPORTI CARATTERISTICI				
	Superficie	Altitudine media	Parte permeabile	Nelle 24 ore di massima precipitaz. A		Nell'ora di massima precipitaz. A_1		Nelle 24 ore di massimo deflusso D			Nell'ora di massimo deflusso D_1			m^3/s	$l/s\ km^2$	m^3/s	$l/s\ km^2$	$\frac{D}{A}$	$\frac{D_1}{A_1}$	$\frac{QMax}{A}$	$\frac{QMax}{A_1}$	$\frac{QMax}{QMed}$
	km^2	m s.m.	%	mm	$10^6 m^3$	mm	$10^6 m^3$	m^3/s	$l/s\ km^2$	$10^6 m^3$	m^3/s	$l/s\ km^2$	$10^6 m^3$									
Bradano a Ponte Col.	459	560	40	93,9	43,1	7,2	3,30	330	719	28,5	614	1338	2,21	182	396	617	1344	0,66	0,67	1,24	0,67	3,39
Bradano a T. Palatine	2743	407	38	129,7	355,8	10,0	27,4	—	—	—	—	—	—	—	—	1930	704	—	—	0,47	0,25	—
Basento a Pignola	57,6	1015	25	84,3	4,86	4,9	0,28	17,2	298	1,48	61,5	1068	0,22	11,3	196	62,9	1092	0,30	0,79	1,12	0,80	5,57
Basento a Gallipoli	848	893	20	88,6	75,1	5,2	4,41	321	379	27,7	691	815	2,49	196	231	748	882	0,37	0,56	0,86	0,61	3,82
Basento a Menzena	1405	664	15	127,8	179,6	7,5	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	1420	1011	—	—	0,68	0,49	—
Metramo a Castagnara	19,7	1007	10	173,3	3,41	4,0	0,079	2,74	139	0,24	4,64	236	0,017	2,08	106	4,92	250	0,07	0,22	0,12	0,22	2,37
Metramo a Carmine	233	516	50	212,4	49,5	49,1	11,4	77,0	330	6,65	295	1266	1,06	49,1	211	319	1369	0,13	0,09	0,56	0,10	6,50

circoscritte sede di scrosci particolarmente intensi. Infatti l'esiguo bacino imbrifero sotteso dalla Stazione di Castagnara (km^2 19,7) pur essendo poco più a monte della stazione pluviografica di Giffone, delle

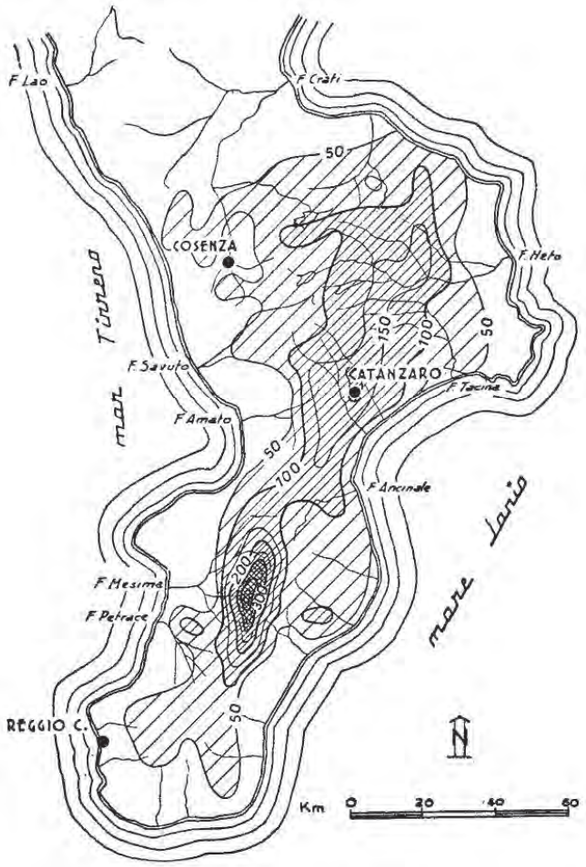


Fig. 7 — Carta delle isoiete dalle ore 9 del 12 alle ore 9 del 13 novembre 1959.

cui violente precipitazioni si è innanzi discusso, non è stato da esse altrettanto interessato ed il corso d'acqua non ha presentato di conseguenza che una modesta onda di piena.

NUBIFRAGI DEL 24 - 25 NOVEMBRE 1959

Esauritosi il nubifragio del 12 - 13 novembre innanzi illustrato, le condizioni atmosferiche si sono presentate ancora per qualche giorno incerte con precipitazioni sparse che si sono esaurite verso il giorno 17. Nei giorni seguenti si è poi registrata una schiarita generale su tutto il Compartimento, e solo verso il giorno 21 sono riprese a cadere piogge sparse poco intense.

Queste, intensificatesi verso la sera del giorno 23, si sono quindi ancor più violentemente abbattute nella notte e durante la giornata del 24 sino a raggiungere intensità notevolissime ed altezze di pioggia in molti casi superiori alle massime in precedenza registrate.

Le zone ove per prime le precipitazioni hanno assunto la violenza del nubifragio sono state quelle che fanno corona all'ampio arco del golfo di Squillace, da Punta Stilo al promontorio di Capo Rizzuto e sin oltre Crotone. In tali zone le prime avvisaglie del nubifragio si sono avute nella tarda serata del giorno 23 e le precipitazioni si sono intensificate senza un

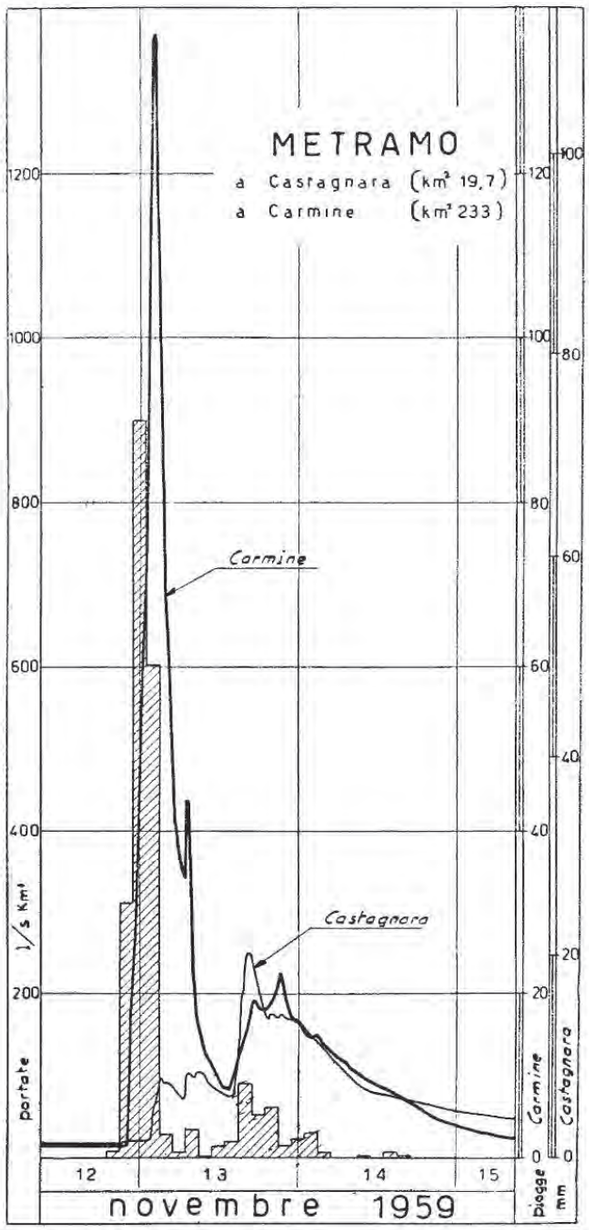


Fig. 8 — F. Metramo a Castagnara ed a Carmine. Piena del 12-13 novembre 1959.

attimo di tregua sin verso le ore 6 del giorno 24.

Le piogge frattanto erano incominciate a cadere insistenti su tutta la Calabria eccezion fatta per la stretta fascia del versante tirrenico e per l'estremità meridionale della penisola.

Durante il giorno 24 le precipitazioni si estendevano anche alla Lucania ove l'inizio del nubifragio si presentava più ritardato nelle zone litoranee rispetto a quelle dell'interno (fig. 9).

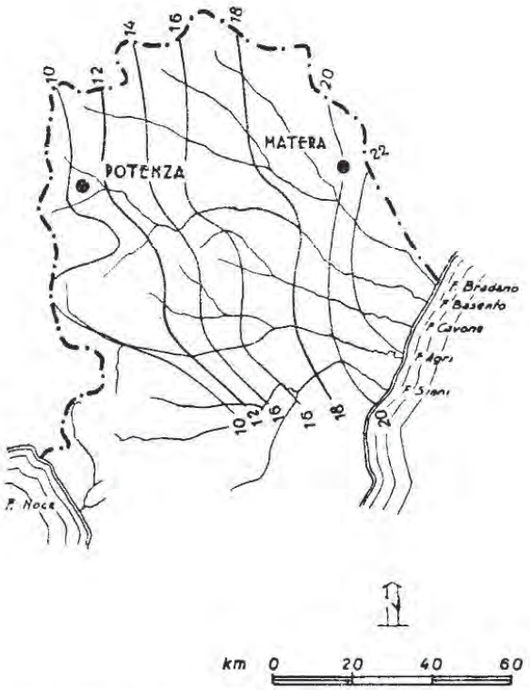


Fig. 9 — Carta degli orari di inizio delle precipitazioni intense del 24 novembre in Lucania.

Mentre peraltro in alcune stazioni le precipitazioni si sono presentate pressochè continue, in quelle ove maggiore è stata la violenza dei rovesci, questi si sono intervallati fra loro presentando le massime intensità durante la serata (fig. 10).

Anche in Calabria le precipitazioni, mantenutesi molto intense per tutta la giornata solo sul massiccio Silano, riprendevano nel frattempo la primitiva violenza. Il nubifragio manifestava appunto nel pomeriggio del 24 novembre il suo culmine, abbattendosi ovunque con estrema violenza e particolarmente sull'alto bacino del Crati.

Con le precipitazioni della notte tra il 24 ed il 25 novembre si esauriva il maltempo generale, e permanevano solo fenomeni marginali prolungatisi sino al giorno seguente.

Tra questi ha assunto particolare interesse il nubifragio che ha interessato l'estremità sud orientale

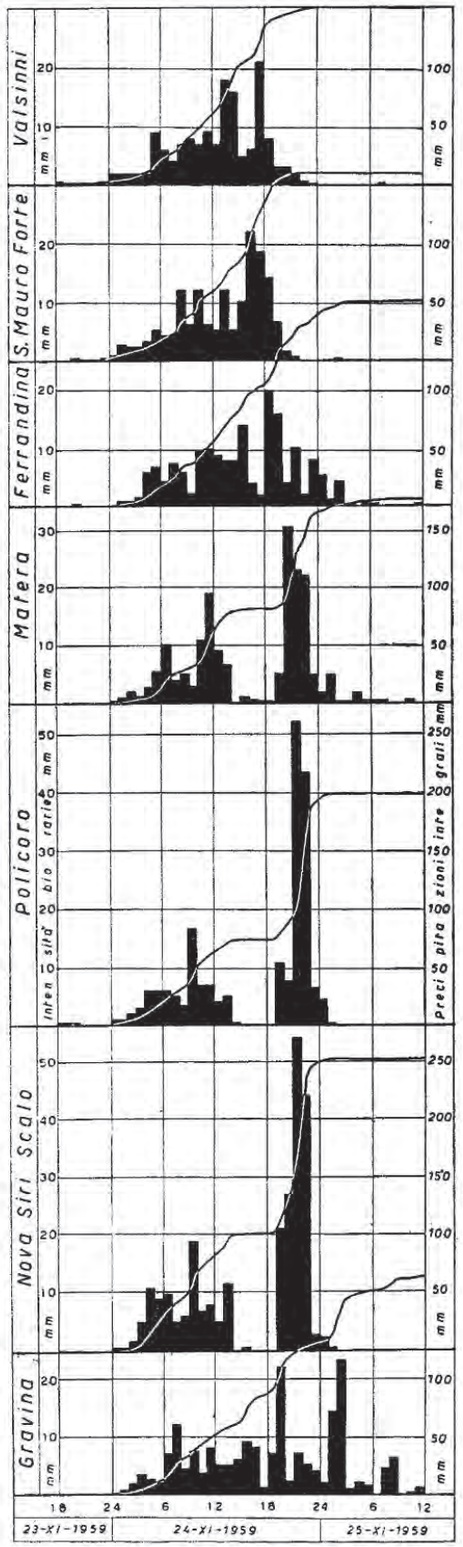


Fig. 10 — Precipitazioni del 23-25 novembre 1959 in Lucania.

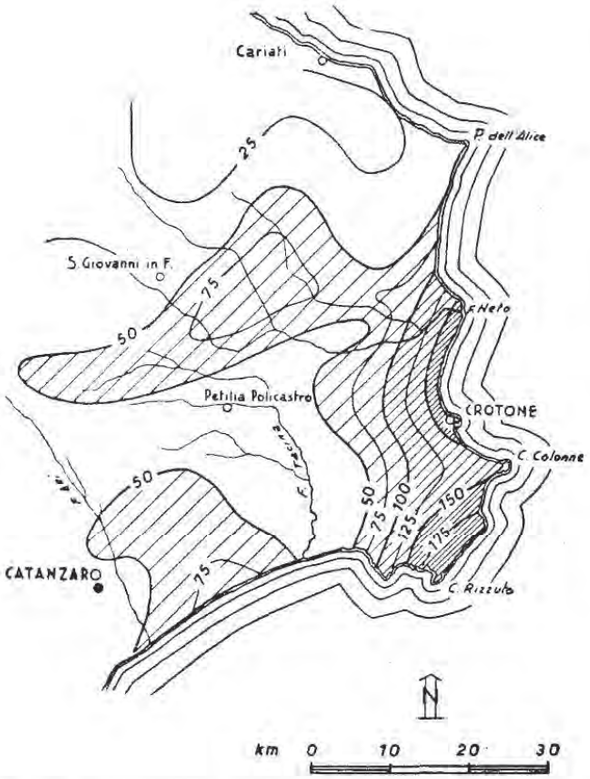


Fig. 11 — Carta delle isoiete dalle ore 9 del 25 alle ore 9 del 26 novembre 1959.

della Sila: esso ha presentato la sua massima intensità circa alle ore 19 del giorno 25 e si è esaurito in qualche ora, investendo con maggiore violenza la fascia costiera da Capo Colonna alla foce del F. Neto (fig. 11).

Da quanto sopra illustrato si può osservare come il maltempo abbia presentato aspetti diversi e si sia intensificato in orari successivi nelle varie parti del Compartimento. Poichè tuttavia i vari fenomeni si sono susseguiti interferendosi a vicenda, non si è creduto opportuno studiare i singoli eventi preferendo mantenerne un quadro più generale ed unitario.

La distribuzione delle precipitazioni, come può osservarsi dalle carte delle isoiete di fig. 13 e 14, che si riferiscono rispettivamente alle piogge cadute dalle ore 9 del 23 alle ore 9 del 25 la prima e dalle ore 9 del 24 alle ore 9 del 25 la seconda, indica chiaramente le zone maggiormente interessate.

Esse risultano ubicate principalmente nel medio e basso bacino dei fiumi Lucani e sull'altopiano Silano, nonchè su limitate zone dell'Aspromonte e delle Serre.

Durante i due giorni di maltempo nelle zone maggiormente interessate sono state totalizzate altezze di pioggia sovente superiori a 300 *mm* con un massimo di 375,6 *mm* in Lucania a Pisticci e di 399,4 *mm* in Calabria a S. Cristina d'Aspromonte.

Come può rilevarsi dagli elementi riportati nel prospetto II, quest'ultimo valore è di gran lunga in-

Fig. 12 — Danni provocati dal nubifragio del 12-13 novembre 1959 nel bacino del F. Marepotamo.

feriore a quello altre volte raggiunto nello stesso periodo di due giorni in quella stazione, mentre altrettanto non può dirsi per la stazione di Pisticci ed in genere per le altre stazioni lucane ove le piogge

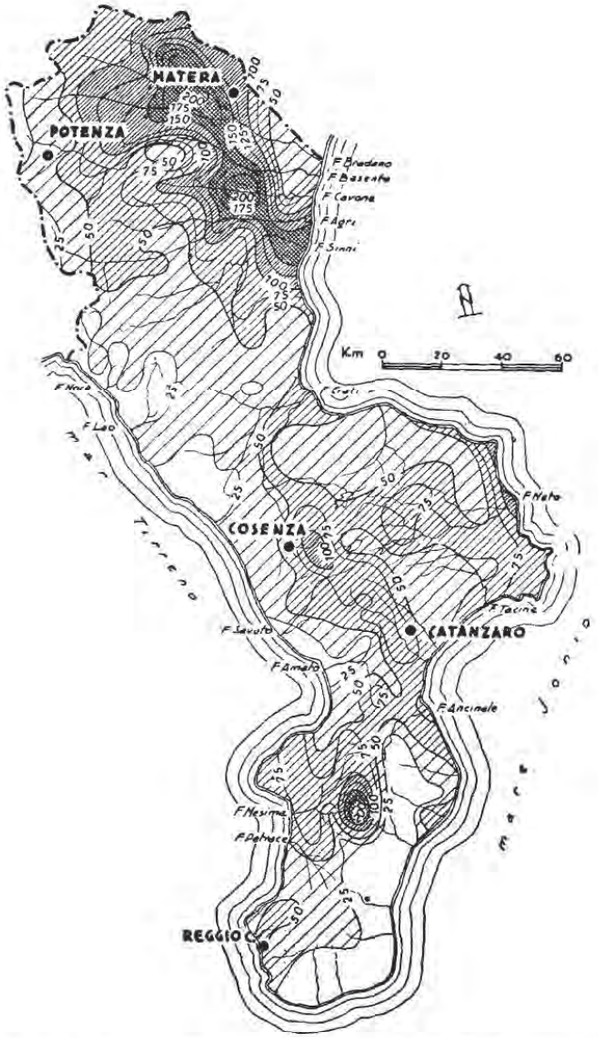


Fig. 13 — Carta delle isoiete dalle ore 9 del 23 alle ore 9 del 25 novembre 1959.

dell'evento ricorrente hanno notevolmente superato i corrispondenti valori altre volte registrati.

Lo stesso può dirsi per le stazioni dell'alto bacino del Crati ove, a Piane Crati, le precipitazioni totalizzate in un giorno sono risultate pari al 298% della precedente massima precipitazione giornaliera ivi registrata.

Anche la intensità delle precipitazioni è stata in molti casi superiore alla corrispondente massima precedente. Ciò è stato in genere registrato nelle stazioni della Lucania interessate dal nubifragio, per precipitazioni con durate superiori a 3 ore.

Anche per durate inferiori si sono peraltro registrate quantità notevoli di pioggia, con un massimo di 80 *mm* e 86,8 *mm* caduti rispettivamente a Policoro e Nova Siri Scalo in una ora. Nel caso di Policoro tale quantità ammonta al 301% della massima precipitazione registrata nei precedenti otto anni di osservazioni pluviografiche, mentre a Nova Siri Scalo il valore citato risulta pari al 94% del massimo corrispondente registrato nei precedenti 24 anni.

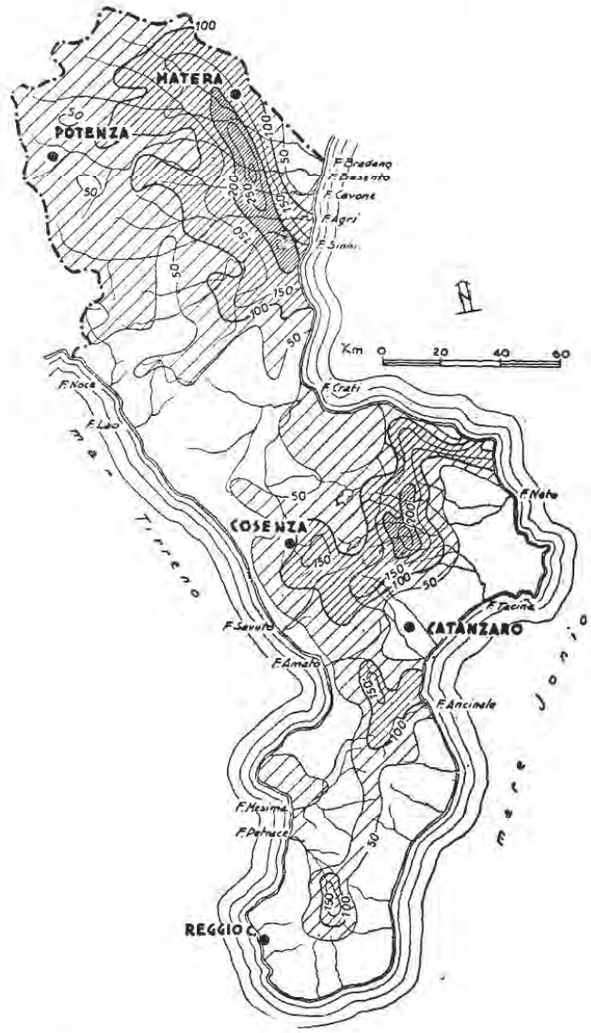


Fig. 14 — Carta delle isoiete dalle ore 9 del 24 alle ore 9 del 25 novembre 1959.

Anche le piogge cadute la sera del giorno 25 sono state tali da superare in alcune località le massime precedenti. A Crotone infatti si sono totalizzati 90

mm di pioggia caduti in 1 ora contro i 60 *mm* che rappresentavano la massima precipitazione di quella durata osservata in 32 anni.

Circa le piogge brevi ed intense sull'alto bacino del Crati non si sono potuti raccogliere dati o fare raffronti per la mancanza di apparecchi registratori nella limitata zona di massimo rovescio. Tuttavia gli alti valori dei totali giornalieri, oltre che la constatazione dei danni provocati in quella occasione dalla violenza delle acque, fa pensare che anche in quella zona le intensità della pioggia siano state elevatissime e verosimilmente insuperate in precedenza.

A seguito delle precipitazioni sin qui illustrate si sono avuti in tutto il Compartimento Calabro-Lucano notevolissimi fatti di piena. Essi si possono ascrivere a tre eventi successivi.

Il primo riguarda le onde di piena della mattina del giorno 24; queste si sono dimostrate particolarmente notevoli sui corsi d'acqua della Sila meridionale e del versante Jonico delle Serre, ove un'altra onda di piena, in genere più violenta della prima, si è verificata nel tardo pomeriggio dello stesso giorno 24. Tutti i corsi d'acqua delle zone investite dal nubifragio venivano egualmente interessati da questa seconda onda di piena, che ha presentato in moltissimi casi aspetti del tutto inconsueti ed eccezionali.

Infine, mentre tali piene si esaurivano lentamente, le piogge che investivano il Crotonese nella serata del giorno 25 provocavano ulteriori fatti di piena sui corsi d'acqua compresi tra i bacini del Neto e del Tacina.

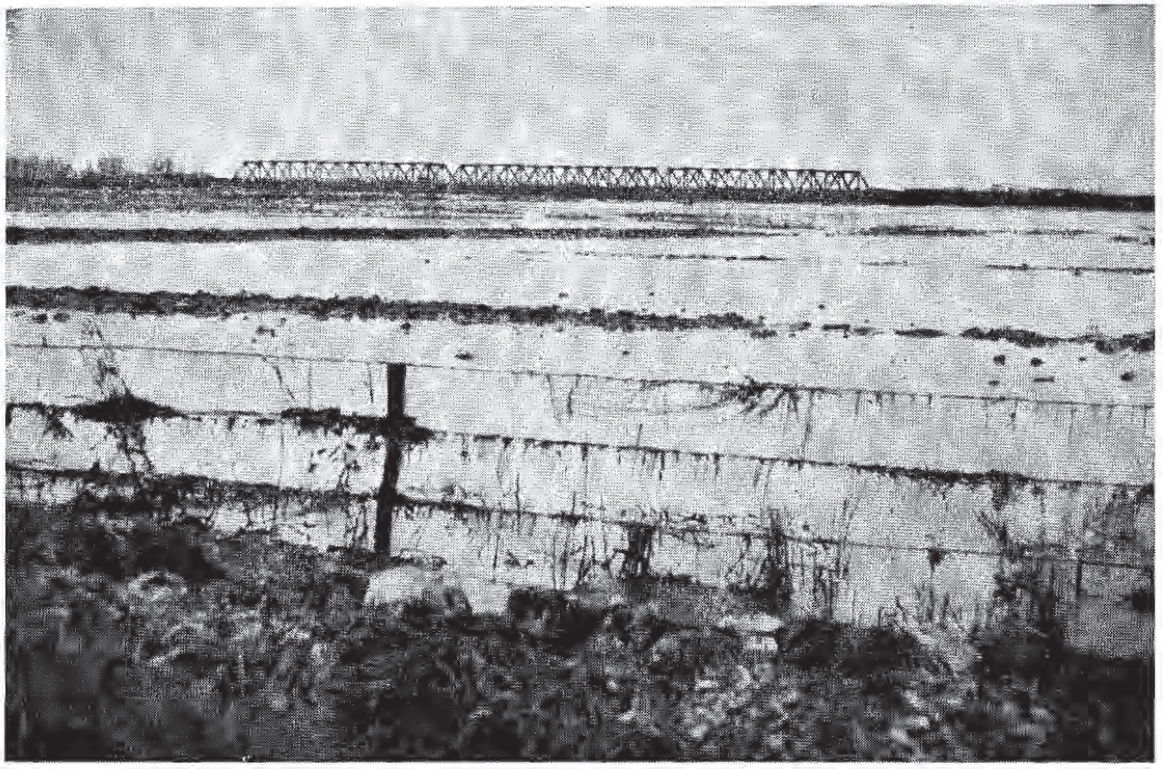


Fig. 15 — Nubifragio del 25 novembre 1959. Allagamenti in sponda sinistra del F. Neto.

Circa i valori delle portate raggiunte al colmo, questi sono stati in genere notevoli e superiori a quelli delle piene normali; su alcuni corsi d'acqua essi hanno superato ogni altra portata in precedenza registrata.

Ciò è accaduto in particolare per i fiumi Bradano e Basento alle rispettive stazioni di Tavole Palatine e Menzena, e cioè per i bacini ove anche le precipitazioni sono risultate superiori a quelle precedenti.

Il valore della massima portata istantanea è stato ottenuto, a seconda dei casi e degli elementi disponibili, con l'estrapolazione della curva delle portate in base alle misure di piena eseguite in quelle occasioni e con vari metodi indiretti, confrontandone infine i risultati ottenuti.

Tali determinazioni sono state ovviamente estese anche a quei corsi d'acqua, sforniti di stazioni di osservazione, che sono stati interessati da piene di particolare interesse, ed i risultati relativi sono stati ri-

portati nel prospetto III insieme alla corrispondente massima portata istantanea altre volte verificata.

Nello stesso prospetto III è stato riportato anche il valore dell'indice q_{100} che riassume le caratteristiche dell'evento di piena dei singoli corsi d'acqua e ne permette un utile paragone.

Detto valore rappresenta come noto il contributo unitario rapportato a 100 km^2 di bacino ed è legato alla portata q del corso d'acqua dalla relazione

$$\log q = \log q_{100} + \alpha \log \frac{S}{100}$$

ove S è la superficie del bacino tributario ed α è un coefficiente considerato pari a -2/3.

Dal citato prospetto pertanto si rileva quanto notevoli siano state le piene dei fiumi lucani per le quali si sono avuti valori di q_{100} superiori a quelli generalmente ammessi per le relative massime piene (1).

Se inoltre la piena del fiume Bradano non si è presentata nella zona valliva con portate al colmo superiori ai calcolati 1930 m^3/s, ciò è dovuto alla azione di laminazione svolta dal serbatoio esistente a S. Giuliano. Mentre infatti alle ore 18 del giorno 24 erano invasati nel serbatoio 8,50 $m^3 \times 10^6$, alle ore 4 del giorno 25 il volume d'invaso era salito a 41,25 $m^3 \times 10^6$ ed alle ore 10 circa a 64 $m^3 \times 10^6$, con un massimo di 64,98 $m^3 \times 10^6$ alle ore 18 del giorno 25.

Stante quindi la laminazione dell'onda di piena realizzata con la variabile apertura degli scarichi, non si è potuto apprezzare con la voluta esattezza il valore del massimo contributo di piena alla stazione di Tavole Palatine.

E' facile inoltre immaginare gli alti valori che la portata al colmo avrebbe raggiunto senza la cennata laminazione, rispetto alla massima portata registrata nei precedenti 20 anni di osservazioni, considerata anche la forte piena formatasi già a monte dell'invaso di S. Giuliano (617 m^3/s alla stazione di Ponte Colonna).

Lo sviluppo della piena registrata in questa stazione è illustrato dal grafico di fig. 18; il contributo al colmo ha ivi raggiunto il valore di 1,344 $m^3/s \times km^2$ e la portata relativa è risultata di poco inferiore a

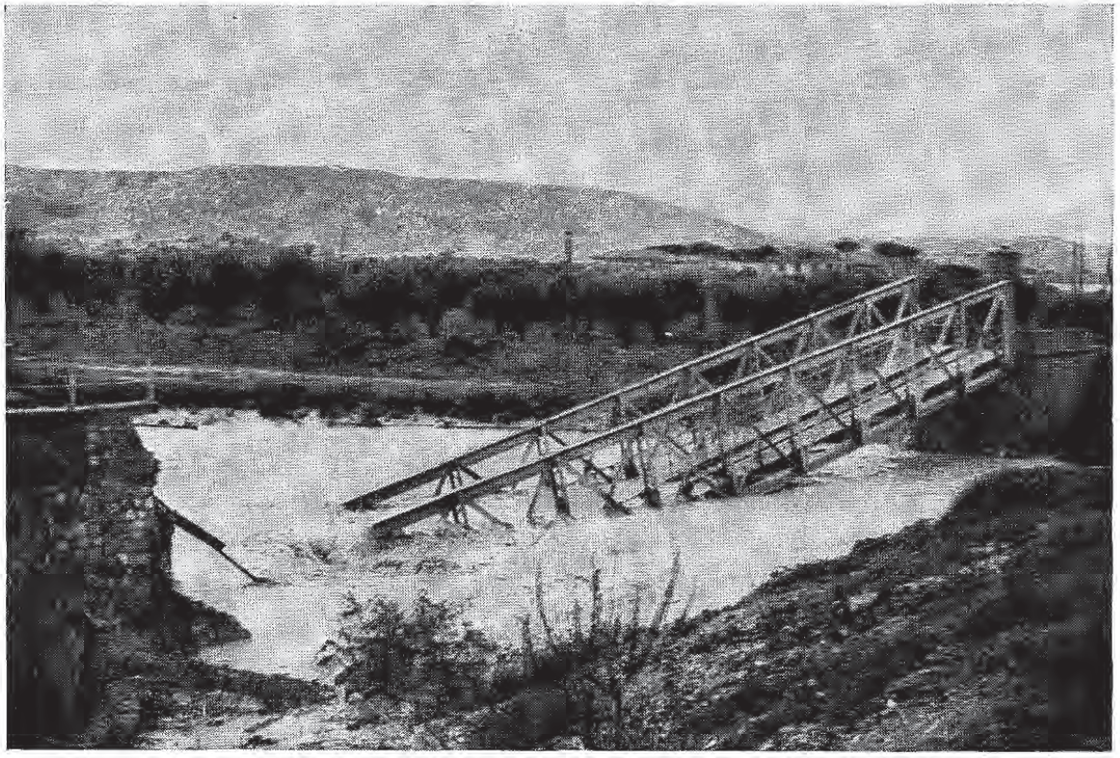


Fig. 16 — Ponte ferroviario a Crotone sul F. Esaro crollato durante la piena del 25 novembre 1959.

(1) G. Marchetti: *Sulle massime portate di piena osservate nei corsi d'acqua italiani a tutto il 1953. Giornale del Genio Civile, fasc. 3-4 anno 1955.*
V. Mongiardini: *Sui contributi di massima piena dei corsi d'acqua italiani. L'Energia Elettrica, n. 7 anno 1959.*

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 1
286

quella massima di 640 m^3/s che risaliva al lontano 1929.

Se si considera inoltre che la parte di bacino sotteso dalla stazione di Ponte Colonna è stata meno colpita dal nubifragio rispetto a quella più a valle, appare comprensibile come la piena abbia raggiunto

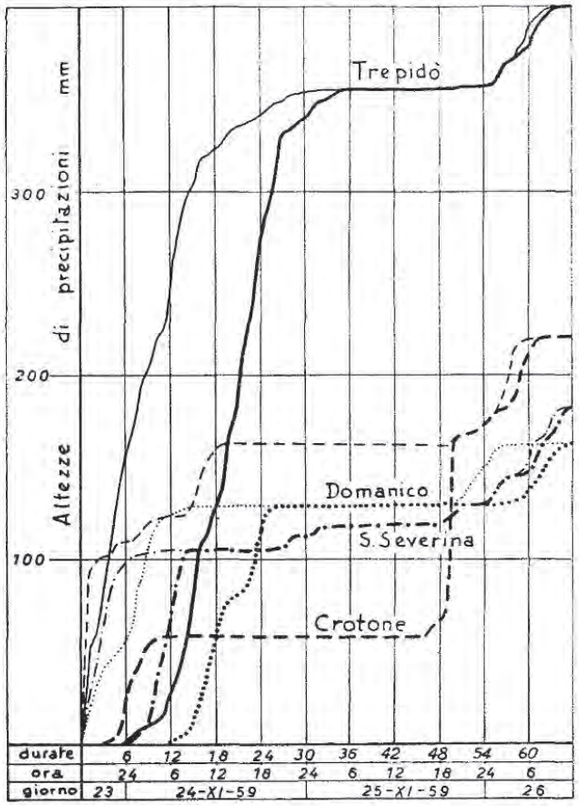


Fig. 17 — Curve delle precipitazioni integrali e delle massime altezze di precipitazione per alcune stazioni silane.

alla stazione di Tavole Palatine una portata che rappresenta il 226% di quella massima precedentemente osservata.

Conseguenze dirette della piena sono state le gravi esondazioni che hanno provocato l'allagamento di circa 4.000 ettari. Questi si sono distribuiti principalmente lungo l'asta valliva del Bradano e sulla fascia litoranea jonica, e vanno aggiunti agli altri 9.000 ettari di terreno allagati complessivamente in Lucania.

Se il Bradano infatti ha dato luogo a tanto estesi allagamenti, anche il Basento, il Cavone, l'Agri, il Sinni ed i molti altri corsi d'acqua minori hanno esondato e provocato considerevoli danni.

Le portate al colmo sono state ovunque notevoli, ed il valore calcolato per il Basento alla stazione di Menzena ha largamente superato quello del precedente periodo di osservazioni. Anche per tale fiume è stato possibile registrare l'andamento della piena alle stazioni di Pignola e Gallipoli (fig. 19), mentre ciò non è stato altrettanto possibile a quella di Menzena, rimasta danneggiata dalla piena stessa (fig. 20).

Anche nel corso vallivo del Sinni l'evento di piena è risultato notevolissimo ed è stato caratterizzato dai più elevati valori del q_{100}. Fra i danni provocati dalla piena del Sinni vanno ricordati quelli subiti dalla traversa costruita recentemente dal Consorzio di Bonifica di Metaponto (fig. 21) e l'inondazione di circa 1.000 ettari di terreno.

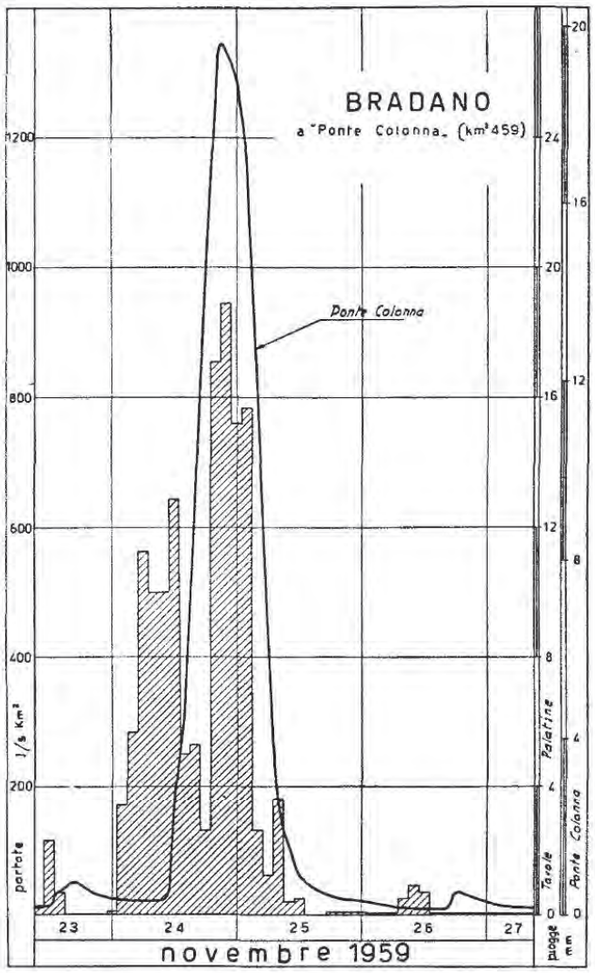


Fig. 18 — F. Bradano a Ponte Colonna. Piena del 24-25 novembre 1959.

Le piene e le alluvioni del litorale jonico della Lucania innanzi illustrate si sono ripetute con eguale gravità su tutto il litorale orientale della Calabria sino alla Locride.

Molto spesso i fatti di piena notevoli si sono veri-

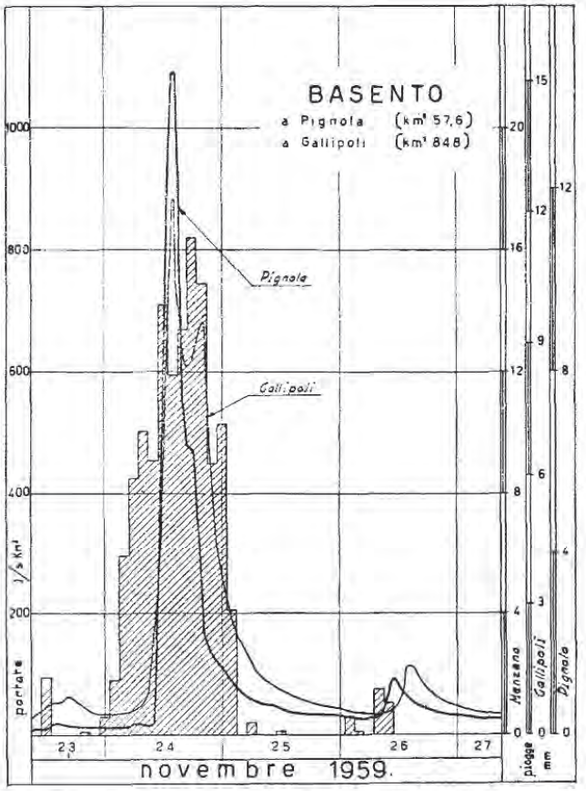


Fig. 19 — F. Basento a Pignola ed a Gallipoli. Piena del 24-25 novembre 1959.

ficati sui corsi d'acqua minori: ad esempio sul Ponticelli, modesto torrente del Crotonese con bacino di 14 km^2, il quale ha fatto registrare un contributo di 5,714 $m^3/s \times km^2$ al colmo dell'onda di piena durata solo poche decine di minuti.

Altre piene notevoli sono state infine registrate sui corsi d'acqua del versante meridionale della Sila e sul Crati. Nell'alto bacino di quest'ultimo le fortissime piogge cui si è innanzi accennato hanno provocato violente e repentine onde di piena.

Queste hanno assunto aspetti eccezionali provocando ingentissimi danni per l'allagamento di terreni e di alcune zone dell'abitato di Cosenza. Le portate al colmo calcolate in tale occasione risultano pari a 437 m^3/s per il Crati e di 524 m^3/s per il Busento a Cosenza. A tali valori corrispondono rispettivamente contributi di piena pari a 3,310 e 1,892 $m/^3s \cdot km^2$, contro i 0,435 ottenuti nello stesso evento alla stazione sul Crati a Conca, ove la portata massima è risultata di 580 m^3/s.

Tale valore, di molto inferiore alle citate portate calcolate per sezioni più a monte, va considerato tenendo presente sia la distribuzione pluviometrica innanzi descritta che la laminazione subita dall'onda di piena lungo il percorso, principalmente a seguito delle estese esondazioni cui il Crati ha dato luogo lungo il suo medio corso.

Vanno infine ricordati i fatti di piena dei fiumi

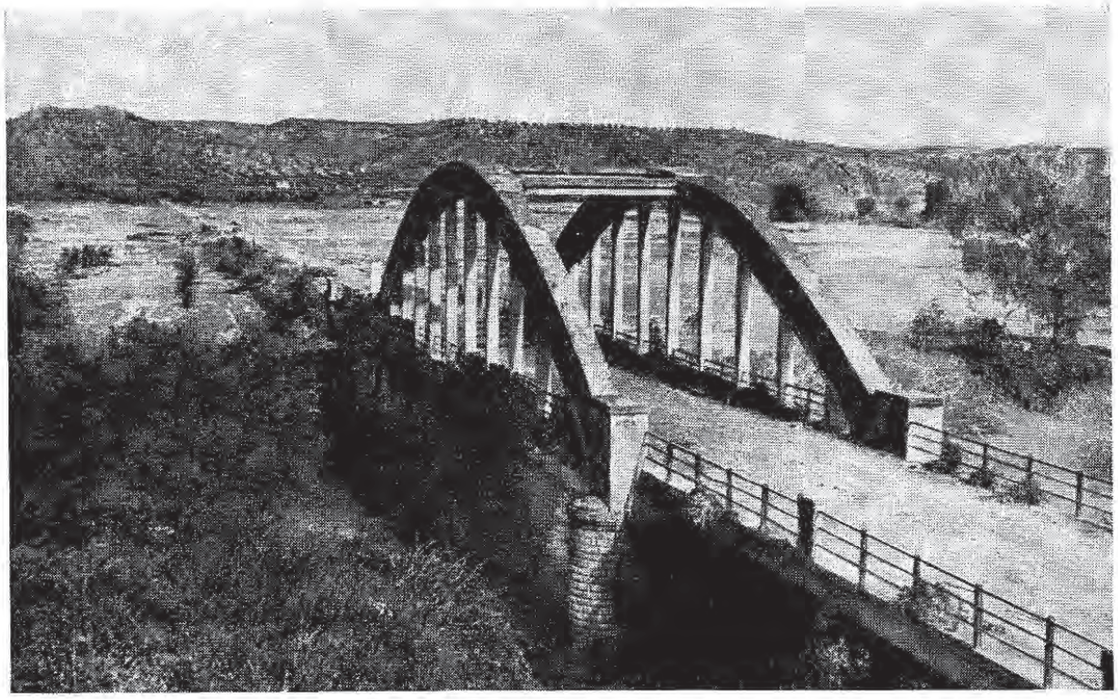


Fig. 20 — Stazione idrometrografica sul F. Basento a Menzena. Si notano le tracce della piena sul parapetto del ponte.

Tacina, Corace, Amato e del torrente Bagni, i quali ultimi due sono esondati nel corso del giorno 24 ben due volte allagando estese zone della piana di S. Eufemia.

Si osserva infine che i citati bacini del Savuto, dell'Amato e dei corsi d'acqua minori ad essi limitrofi rappresentano la sola zona del versante tirrenico interessata dal nubifragio. Ciò trova una spiegazione

Fig. 21 — Opera di presa sul F. Sinni danneggiata dalla piena del 24-25 novembre 1959. Si nota l'esportazione del rilevato in terra e lo scalzamento delle opere murarie.

Altre limitate esondazioni sono state causate dalla piena del fiume Savuto, provocata, come quella dell'Amato e del Bagni, dalle precipitazioni della parte alta dei loro bacini, contigui a quello dell'alto Crati.

nella ubicazione e nella orografia stessa dei bacini in relazione allo svolgimento della meteora che, provenendo dal mar jonio, più facilmente li ha investiti dopo aver superato l'istmo di Catanzaro.

ELENCO ALFABETICO DELLE STAZIONI

B

		pag.
Barbassano	M	7 11 17 42
Botteria	M	6 11 16 39

C

Calabrese	F	52 55 58
Carmine	Mr	7 11 17 44
Casa Ricotta	F	52 54 58
Casa Rurale N. 6	F	53 56 58
Casa Teresa	F	52 54 58
Casello Ferroviario 46	F	52 55 58
Casello Ferroviario 48	F	52 56 58
Casello Ferroviario 49	F	53 56 58
Casello Ferroviario 51	F	53 56 58
Casello Ferroviario 72	F	53 57 58
Casinello	F	52 55 58
Casino Ricotta	F	52 54 58
Castagnara	Mr	6 11 17 43
Conca	Mr	5 10 14 31 61

D

Della Nice	F	53 57 58

G

Gallipoli	Mr	4 10 12 25
Grascio	Mr	6 11 15 36
Graziadei	F	52 55 58

I

Ingegno	F	53 57 58

L

La Calda	Mr	7 11 18 48
Le Fornaci	Mr	7 11 18 49
Le Tempe	Mr	4 10 13 27

M

Macchia Gallotta	F	52 55 58
Marino	Mr	7 11 18 46
Marzocco III	F	53 56 58
Mazzari	F	53 57 58
Menzena	Mr	4 10 13 26

M

		pag.
Mercuragno	F	52 55 58
Monte Morello	M	7 11 17 45

O

Orso	Mr	6 10 15 35
Orto Bellini	F	53 56 58
Orto Cruciglio	F	52 54 58

P

Pantanella	F	52 54 58
Piè di Borgo	Mr	7 11 18 47
Pignola	Mr	4 10 12 24
Pirrella	M	6 11 16 38
Pizzutello	Mr	4 10 13 29
Ponte Colonna	Mr	4 10 12 22

R

Racioppolo	F	52 54 58
Razzona	M	6 11 15 37
Rivioto	Mr	5 10 15 34

S

Sansone N. 2	F	52 54 58
S. Palagina	F	52 55 58
S. Salvatore	F	52 54 58
S. Sofia	F	53 57 58
Schiena d'Asino	Mr	5 10 14 33
Scifà	M	6 11 16 41
Stazione Scanzano	F	53 57 58
Straorino	M	6 11 16 40

T

Tarangelo	Mr	4 10 13 28 60
Tavole Palatine	M	4 10 12 23 60
Terzo dei Preti	F	53 56 58
Terzotto	F	53 56 58
Torre Garga	M	5 10 14 32

V

Vaccarizzo	F	53 57 58
Valsinni	Mr	5 10 14 30 61
Vitelli	F	52 55 58

ELENCO ALFABETICO DEI CORSI D'ACQUA

A

pag.

Agri 4 10 13 27 28 60
Alaco 6 11 16 38
Alli 6 10 15 35
Amato 7 11 18 46
Ancinale 6 11 15 37
Angitola 7 11 17 45
Annunziata 6 11 16 40
Assi 6 11 16 39

B

Basento 4 10 12 13 24 25 26
Bradano 4 10 12 22 23 60

C

Corace 6 11 15 36
Crati 5 10 14 31 61

G

Garga 5 10 14 32

L

pag.

Lao 7 11 18 47
Lese 5 10 14 33

M

Mesima 7 11 17 42
Metrano 6 7 11 17 43 44

N

Noce 7 11 18 48 49

S

Sinni 4 5 10 13 14 29 30 61

T

Tacina 5 10 15 34

V

Vasì 6 11 16 41

GLI EVENTI METEORICI E LE PIENE DEL 21 - 24 DICEMBRE 1972

EVENTI METEORICI

Durante il 1972 le piogge si erano presentate abbondanti nei primi mesi dell'anno, tanto da fare registrare in gennaio i totali mensili piu' alti dell'anno in tutta l'area settentrionale del Compartimento. Dopo il periodo secco dei mesi estivi si erano osservate piogge autunnali segnatamente abbondanti in settembre e ottobre, cui aveva fatto seguito un novembre ovunque poco piovoso.

Nel successivo mese di dicembre abbondanti piogge interessarono principalmente la Sila piccola e tutta la Calabria meridionale facendo talvolta totalizzare in tale mese piu' del 50% della pioggia dell'intero anno (bacino Alaco: in dicembre 1278 contro 2540 mm dell'anno, bacino Assi: 1447 contro 2546 mm, bacino Careri: 1052 contro 2083 mm).

Tali piogge presero ad assumere particolare violenza il giorno 21 dicembre e durarono ininterrottamente per 48 ore e, nelle zone piu' colpite, per piu' di 72 ore consecutive.

La distribuzione di tali piogge e' illustrata nella figura 1, in cui sono riportate le isoiete dei tre giorni compresi tra le ore 9 del 21 e le ore 9 del 24 dicembre 1972. In questa carta appaiono ben evidenziate le aree ove piu' violente ed abbondanti furono allora le piogge; in linea generale si osserva che l'evento meteorico colpi' essenzialmente il versante jonico della Calabria meridionale, dall'Aspromonte alle Serre, e marginalmente anche il versante jonico della Sila. La provenienza jonica della idrometeora e' evidenziata anche dalle modestissime piogge che interessarono la piana di Gioia Tauro, il promontorio del M. Poro e, piu' a nord, il bacino del Crati e il versante tirrenico dell'Appennino Calabro.

La massima precipitazione totalizzata tra il 21 ed il 24 dicembre fu osservata al Santuario di Polsi, ove si raggiunsero 839.9 mm; un'altro centro di massimo scroscio si verifico' nelle Serre, ove si totalizzarono 753.2 mm (Pietracupa). In quei giorni su piu' di 360 km2 di superficie si totalizzarono precipitazioni superiori ai 500 mm, e su piu' di 3000 km2 si ebbero piogge superiori ai 200 mm.

I piu' significativi totali di pioggia osservati durante quello evento in durate di 1 o piu' giorni consecutivi sono riportati nella tabella 1. Da essa si constata che le piogge dell'evento in studio non si collocano tra le piu' intense ed abbondanti in precedenza osservate, ma presentano comunque una notevole persistenza nei vari giorni consecutivi.

Le precipitazioni piu' intense avvennero quasi ovunque nella giornata del 21 dicembre e nella nottata successiva. In quel giorno si erano registrati ben 310.6 mm a Pietracupa, 285.6 mm a Mammone, 271.7 mm a Palermiti, mentre in altre 7 stazioni pluviome-

TAB. 1 - PRECIPITAZIONI NOTEVOLI CON DURATE DA 1 A 5 GIORNI CONSECUTIVI OSSERVATE DURANTE L'EVENTO

STAZIONE	PIOGGIA MAX GIORNALIERA PRECEDENTE		PIOGGIA MAX (mm) TOTALIZZATA IN GIORNI				
	mm	data	1	2	3	4	5
Palermiti	368.6	17 X 51	270.7	374.4	545.8	579.1	611.4
Serra S.Bruno	509.0	22 XI 35	233.0	382.6	547.2	595.6	612.4
Simbario	350.0	22 XI 35	205.0	290.0	398.5	428.5	453.8
Mammone	322.4	22 IX 65	285.6	417.6	560.6	646.0	670.2
Pietracupa	362.5	2 X 71	310.6	508.2	753.2	571.8	859.1
S.Sostene	417.0	17 X 51	229.0	318.0	531.0	571.8	609.2
Stilo	358.0	18 X 51	293.3	406.9	647.2	687.2	722.2
Croce Ferrata C.C.	312.5	23 I 46	203.5	349.1	483.9	541.5	576.2
Antonimina	386.0	10 XI 32	200.0	280.8	440.8	491.3	521.3
Plati'	373.2	18 X 51	211.0	378.0	516.0	563.0	577.0
Santuario di Polsi	437.0	23 I 46	382.4	707.3	838.9	919.3	945.6
S.Cristina d'Aspromonte	534.6	16 X 51	227.0	391.9	515.9	610.9	615.4

triche venivano misurati piu' di 200 mm di pioggia. Alla fine dell'evento, tra il 23 e il 24 dicembre, le piogge ritornarono ad essere violente specie nella regione delle Serre, ove vennero totalizzati in un giorno 293.3 mm a Stilo e 382.4 mm al Santuario di Polsi. Quivi in 24 ore consecutive, si erano registrati ben 436 mm di pioggia, che risultano di poco inferiori al massimo valore registrato in precedenza in tale durata (440 mm il 22 gennaio 1946).

Nella stessa stazione si erano verificate pioggie intense e persistenti sin dalle prime ore del 21 dicembre; queste piogge dopo una diminuzione di intensita' nella notte seguente, ripresero con violenza il giorno 22, diminuirono gradualmente fin verso mezzogiorno del 23 e ripresero ininterrottamente per altre 12 ore, durante le quali si verificarono gli scrosci piu' violenti (la registrazione di tali piogge e' riportata in fig. 2 per la stazione pluviografica del Santuario di Polsi).

I valori piu' elevati di intensita' di pioggia registrati in una o piu' ore consecutive nelle localita' piu' colpite dal nubifragio sono riportati nella tabella 2, ove sono paragonate con quelle massime registrate in precedenza.

AFFLUSSI METEORICI SUI BACINI IDROGRAFICI

Durante gli eventi meteorici del 21-24 dicembre ingenti volumi di acqua affluirono sui bacini imbriferi dei corsi d'acqua della Calabria centro-meridionale, ed in particolare su quelli del versante jonico. Tra i piu' colpiti vanno menzionati quelli tra l'Ancinale, l'Alaco e l'Assi, tutti i bacini lungo le falde dello Aspromonte, gli alti bacini degli affluenti del Petrace e del Mesima.

La distribuzione delle aree a massima piovosita' dimostra, dalla figura 1, una notevole influenza orografica, per cui in genere la precipitazione sui bacini e' stata notevolissima sulle aree piu' in quota, decrescendo piu' o meno sensibilmente man mano che si procede verso le quote inferiori sino alla foce.

Questo aspetto della distribuzione dell'afflusso meteorico e' evidenziato dalle curve isoietografiche riportate in figura 3 per alcuni casi caratteristici. Nel caso di curve isoietografiche relative ad interi bacini, come nella figura e' esemplificato per i bacini dell'Ancinale (a) e del Mesima (b), si nota l'esistenza di abbondanti precipitazioni in una modesta area di massimo scroscio, ed una decrescenza delle piogge su aree piu' estese, sino a valori davvero modesti di piogge verso la foce. Data la citata maggiore precipitazione sul versante jonico rispetto a quello tirrenico, si nota come nel caso dell'Ancinale sia evidente un centro di massimo scroscio esteso a circa 30 km2 di bacino, una estesa zona di piogge ancora abbastanza abbondanti nell'alto e medio bacino, un'area li-

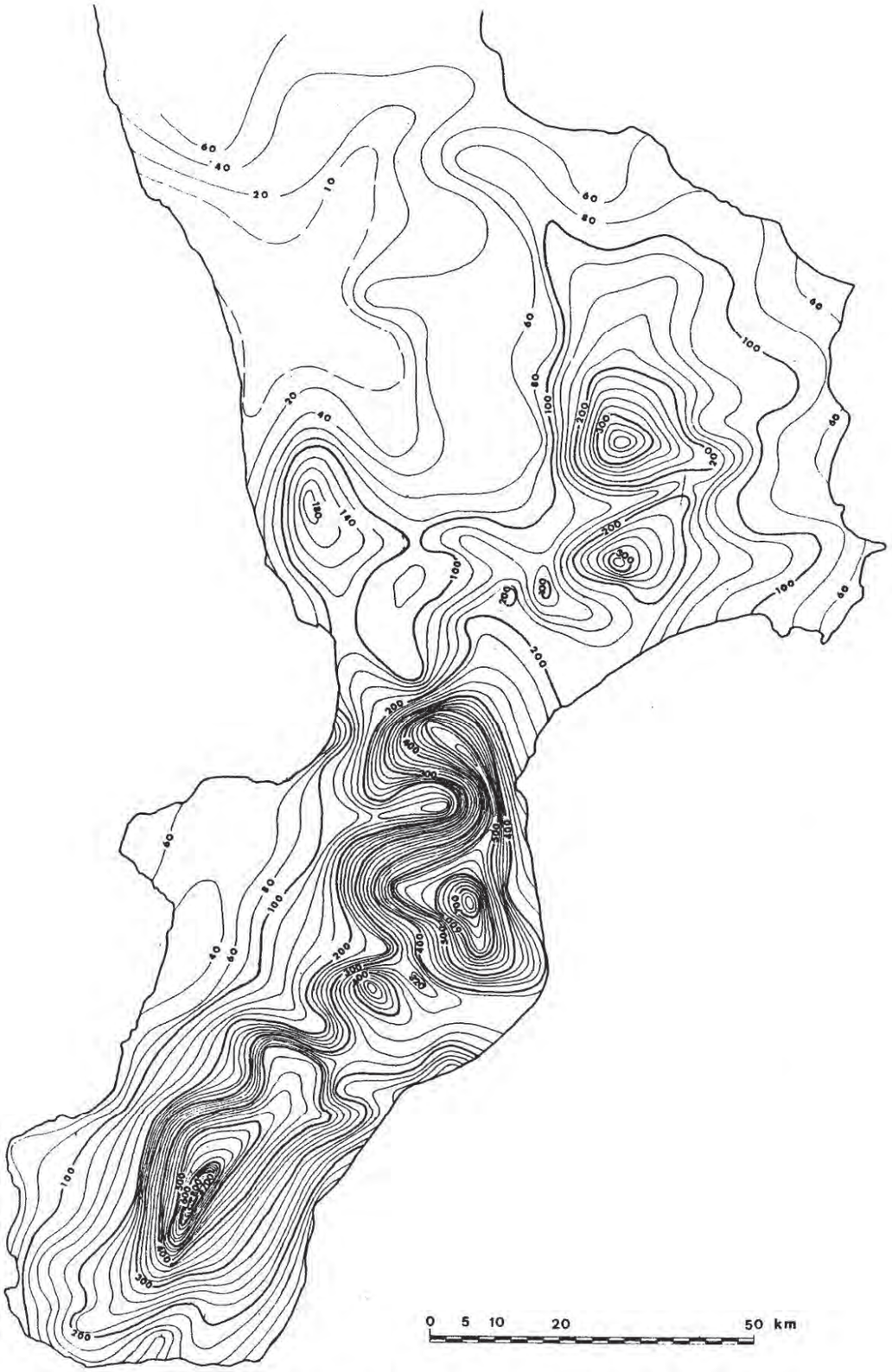


FIGURA 1 - Carta delle piogge totalizzate tra le ore 9 del giorno 21 e le ore 9 del giorno 24 dicembre 1972 (72 ore).

TAB. 2 - PRECIPITAZIONE DI MASSIMA INTENSITA' REGISTRATE AI PLUVIOGRAFI E CONFRONTO CON I MASSIMI VALORI REGISTRATI IN PRECEDENZA

STAZIONE	EVENTO	Intervallo di ore 1		3		6		12		24	
		mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
Serra S.Bruno	1972	26.0	21 dic	48.4	21 dic	95.6	21 dic	172.2	21 dic	253.8	21 dic
	periodo prec.	90.0	21 nov 35	240.0	21 nov 35	405.6	21 nov 35	510.0	21 nov 35	575.0	21 nov 35
Santuario di Polsi	1972	41.5	23 dic	111.0	23 dic	202.0	23 dic	296.8	23 dic	436.0	23 dic
	periodo prec.	74.0	5 ott 51	142.0	20 nov 45	234.0	20 nov 45	363.0	20 nov 45	440.0	22 gen 46
Croce S.Lorenzo (C.C.)	1972	24.0	23 dic	38.4	23 dic	61.2	23 dic	74.4	23 dic	110.6	23 dic
	periodo prec.	92.8	9 ago 49	104.2	9 ago 49	104.2	9 ago 49	138.0	16 ott 51	274.2	16 ott 51
Cittanova	1972	23.0	22 dic	42.4	22 dic	74.0	23 dic	123.0	23 dic	169.0	23 dic
	periodo prec.	92.0	8 nov 32	116.0	22 ott 53	185.0	18 ott 51	201.4	17 ott 51	270.0	1 dic 33

TAB 3 - VALORI IDROMETRICI E DI PORTATA AL COLMO DELLA MASSIMA ONDA DI PIENA REGISTRATA TRA IL 21 ED IL 24 DICEMBRE 1972

CORSO D'ACQUA E STAZIONE		Superf. Bacino sotteso	ALTEZZE IDROMETRICHE 1972		PERIODO PRECEDENTE		PORTATE 1972			PERIODO PRECEDENTE		RAPPORTO 1972
		km2	DATA ORA	cm	DATA	cm	DATA ORA	m3/s	m3/s km2	DATA	m3/s	per.preo.
Melito a Olivella	1962	41.2	22 dic 10.50	0.91	25 feb 1972	2.02	22 dic 10.50	7.098	0.172	25 feb 1972	34.40	0.21
Ancinale a Spadola	1968	42.5	24 dic 1.00	2.40	2 ott 1971	2.40	24 dic 1.00	123.00	2.894	2 ott 1971	48.80	2.52
Ancinale a Razzona	1925	116.0	24 dic 1.10	3.70	2 ott 1971	2.96	24 dic 1.10	177.00	1.526	22 nov 1935	1650.00	0.11
Alaco a Mammone	1969	14.8	24 dic 1.20	2.29	22 set 1965	2.16	24 dic 1.20	24.50	1.655	22 set 1965	22.00	1.11
Allaro a Ponte Mongiana	1968	11.8	23 dic 23.60	1.86	23 set 1969	1.56	23 dic 23.60	13.66	1.158	23 set 1969	10.10	1.35

toranea con piogge decisamente inferiori. Nel caso del bacino tirrenico del Mesima, disposto sul versante opposto, le precipitazioni del centro di massimo scroscio diminuiscono rapidamente scendendo dallo spartiacque alle quote piu' basse, per cui gran parte del bacino risulta interessato da piogge modeste.

Nei bacini sottesi da stazioni idrometriche poste a quote elevate, e comunque a non breve distanza dalla foce (esempio b e c della figura 3), non si osserva una altrettanto notevole variazione delle precipitazioni al loro interno, in quanto essi ricadono interamente nella fascia di piu' violenta precipitazione.

Questo e' il caso del bacino dell'Allaro sotteso alla stazione di Ponte Mongiana e, piu' ancora, quello del bacino dell'Alaco sotteso alla stazione di Mammone in cui sull'80% della superficie la precipitazione si e' mantenuta tra i 540 ed i 600 mm, restandone escluso un esiguo centro di massimo scroscio con pioggia di 640 mm ed una modesta area a precipitazione leggermente piu' debole, mai inferiore comunque ai 500 mm.

LE PIENE DEI CORSI D'ACQUA

Le abbondanti piogge descritte nei paragrafi precedenti hanno provocato nella rete idrografica della Calabria centro-meridionale, ed in particolare sui corsi d'acqua jonici, violenti e persistenti piene, che hanno impegnato totalmente gli alvei, spesso esondando e provocando ingenti danni ai territori interessati.

I corsi d'acqua sono entrati in piena nella mattinata del giorno 21 dicembre ed hanno mentenuto livelli costantemente elevati sino nel pomeriggio del giorno 24, dando luogo ad una successione di onde di piena cui si alternavano brevi periodi di stanca.

Nei corsi d'acqua delle Serre e dell'Aspromonte si sono verificate in particolare quattro onde di piena, delle quali la piu' forte e' stata quella registrata intorno alla mezzanotte del 23 dicembre. Questa era stata preceduta da altre due onde di piena con colmi nelle ultime ore del giorno 21 ed intorno al mezzogiorno del 22. Una onda di piena minore, nel pomeriggio del giorno 24, concluse l'evento con una successiva ampia fase di esaurimento sviluppatasi nei cinque giorni successivi.

Questa fase di esaurimento fu ovunque bruscamente interrotta il giorno 30 dicembre da una nuova e piu' violenta ondata di precipitazioni, che investi' nuovamente la regione provocando nuove e piu' disastrose piene sui corsi d'acqua. Tali piene raggiunsero i massimi valori al colmo il 2 gennaio 1973 e vengono quindi descritte nell'Annale Idrologico di tale anno.

Durante le piene del 21-24 dicembre la violenza delle acque produsse ingenti danni anche alle apparecchiature delle stazioni idrometrografiche, e per alcune di esse non e' stato piu' possibile studiare lo sviluppo dell'evento a causa della interruzione del

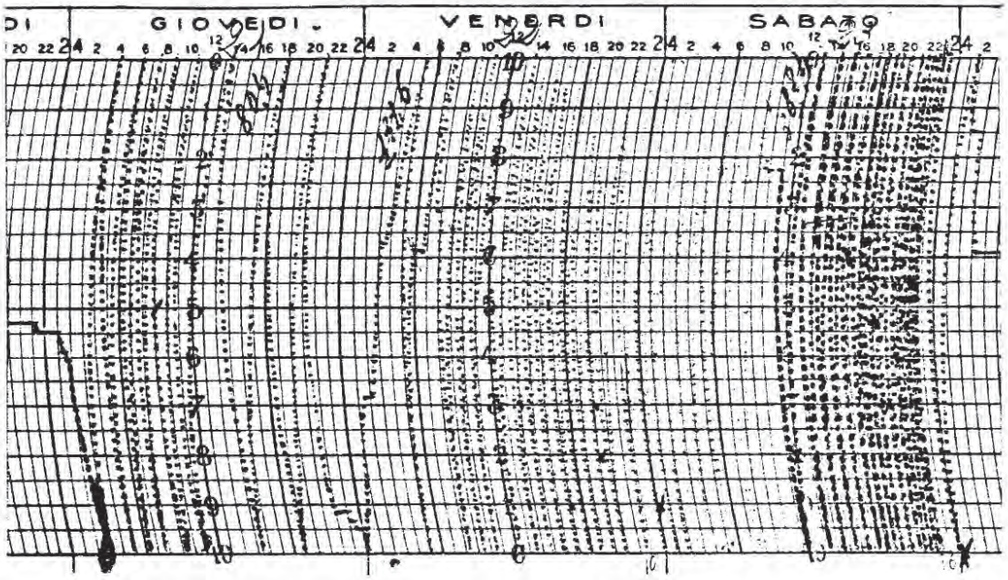


FIGURA 2 - Registrazioni delle piogge cadute al Santuario di Polsi tra il 21 ed il 23 dicembre 1972.

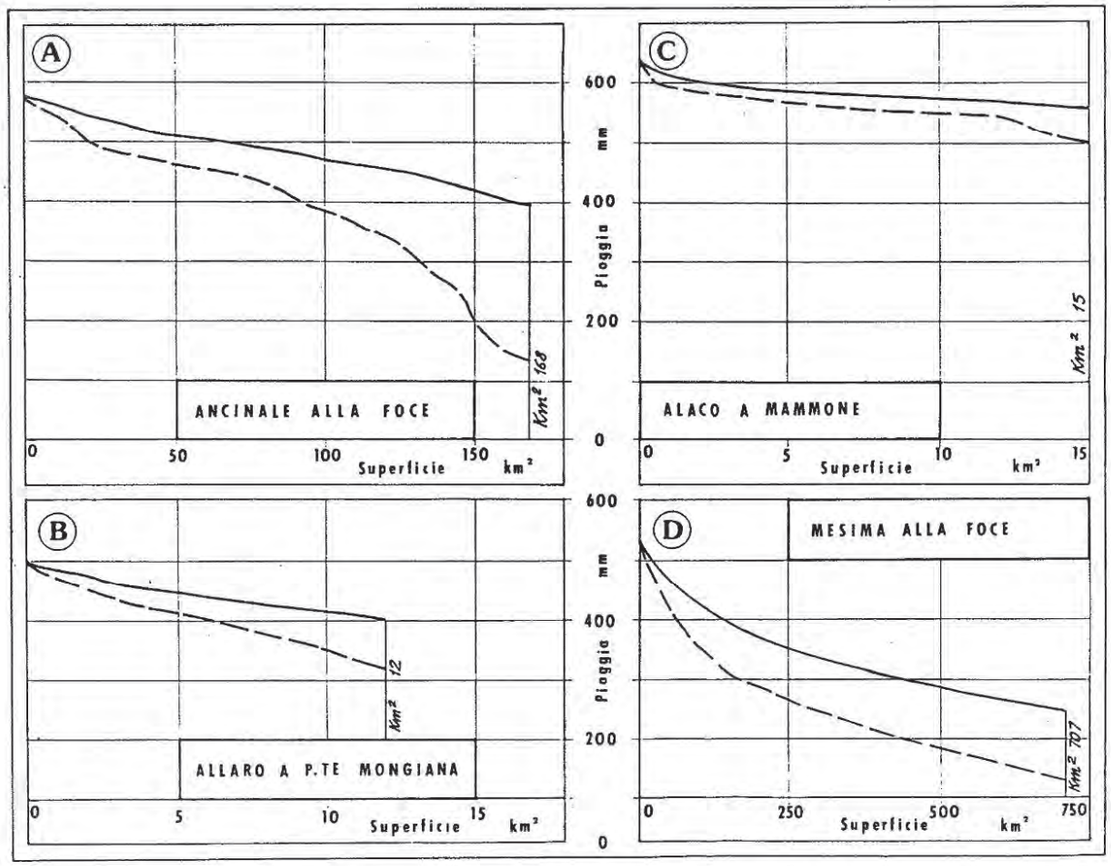


FIGURA 3 - Curva isoietografica e curva delle piogge ragguagliate per alcuni bacini imbriferi della Calabria; piogge totalizzate tra le ore 9 del 21 e le ore 9 del 24 dicembre 1972.

funzionamento dei registratori o per la repentina modificazione della morfologia degli alvei con conseguente impossibilita' di uso delle curve di deflusso sino allora valide.

Per alcuni dei corsi d'acqua jonici maggiormente interessati e' stato tuttavia possibile ricostruire gli idrogrammi di piena, che sono riportati nella figura 4 per l'Ancinale a Spadola e a Razzona, per l'Alaco a Mammone, per l'Allaro al ponte di Mongiana e, ad indicazione delle piene che hanno interessato la Sila, per il Melito a Olivella.

In ogni caso le altezze al colmo hanno coinciso con le portate massime; esse sono state contemporanee per i tre corsi d'acqua suelencati che scendono dalle Serre (intorno alla mezzanotte del 23 dicembre) mentre sul Melito si sono verificate verso le ore 11 del 22 dicembre. Nella tabella 3 le altezze idrometriche e le portate al colmo osservate in questi eventi sono confrontate con i corrispondenti massimi valori osservati nei precedenti periodi di osservazione. Da tale tabella si nota che nei corsi d'acqua delle Serre i livelli al colmo della piena del 1972 sono stati superiori o eguali a quelli precedenti; non sempre tuttavia questa informazione e' segno di piene eccezionali, sia per i brevi periodi di osservazione di alcune stazioni, sia per le variazioni di zero idrometrico avvenute nei decenni trascorsi alle stazioni funzionanti da lungo tempo.

Per quanto concerne le portate al colmo, si accerta che esse sono state nei bacini delle Serre le piu' alte osservate nei dieci anni precedenti. Nel caso dell'Ancinale a Razzona, la cui stazione di misura inizio' a funzionare nel lontano 1925, la portata al colmo del dicembre del 1972 risulta invece di gran lunga inferiore a quella, nove volte maggiore, stimata in occasione delle catastrofiche alluvioni del novembre 1935.

Paragonando i contributi unitari al colmo delle piene del 1972 riportati nella tabella 3, con la curva inviluppo delle massime piene di questo Compartimento Idrografico, si nota che l'evento del 1972 e' stato, anche nelle zone in cui esso e' apparso piu' violento, notevolmente inferiore ai valori che sugli stessi corsi d'acqua si possono prevedere in base ai massimi eventi di piena avvenuti nel compartimento.

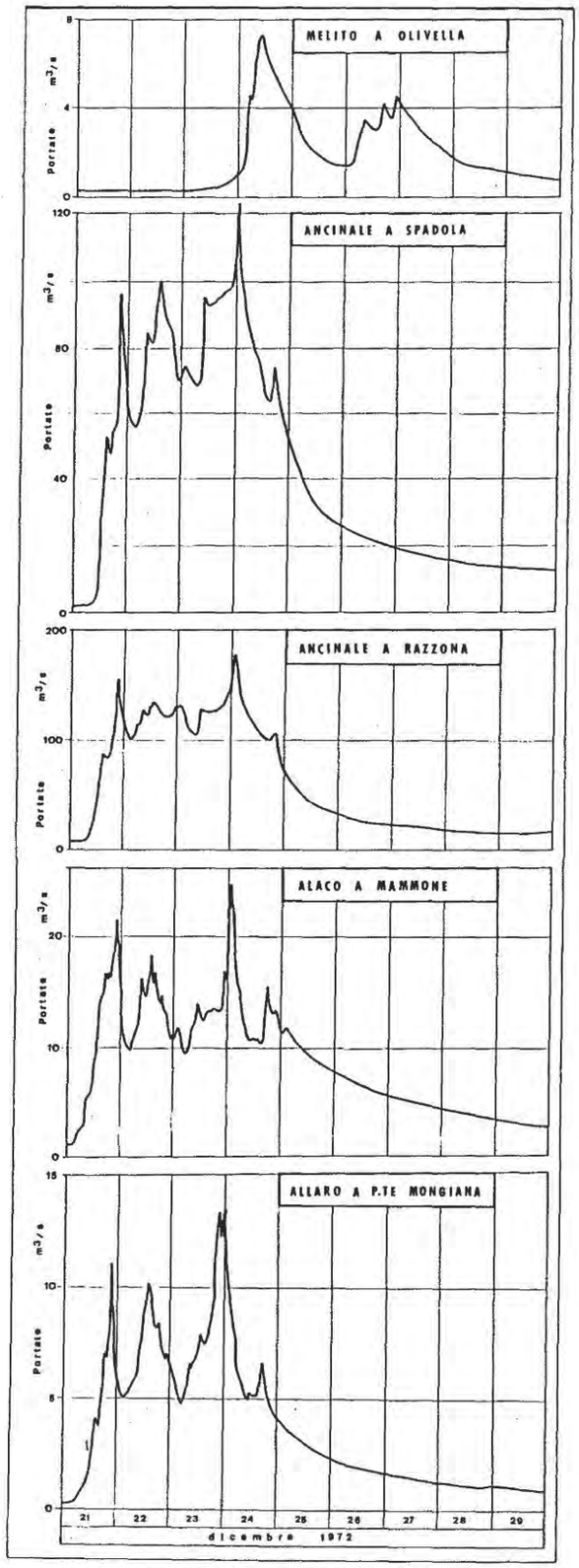


FIGURA 4 - Idrogrammi di piena osservati su alcuni corsi d'acqua jonici tra il 21 ed il 29 dicembre 1972.

EVENTI METEORICI E PIENE DEL 2 GENNAIO 1973

PRECIPITAZIONI

Il gennaio 1973 e' stato preceduto da uno scorcio del 1972 particolarmente piovoso, specie nei mesi di settembre, ottobre e dicembre. Tra il 21 ed il 24 di quest'ultimo mese violenti nubifragi si erano abbattuti in particolare sulla Calabria centro-meridionale; le precipitazioni piu' intense si erano susseguite in quei giorni principalmente sui rilievi delle Serre e dell'Aspromonte, provocando violente piene specie sui bacini che da tali rilievi scendono al mare Jonio.

Dopo qualche giorno di relativa calma, le piogge ripresero a cadere, dal 27 dicembre in poi, con intensita' che furono crescenti di giorno in giorno e che raggiunsero i valori massimi nella notte tra il 1^ ed il 2 gennaio 1973.

Gia' nel pomeriggio del 30 e nella notte successiva si erano registrate precipitazioni superiori ai 100 mm in varie localita' dell'alto bacino del Neto e, piu' a sud, sul bacino dell'Ancinale e dell'Alaco.

Le piogge proseguirono ovunque ininterrottamente sino alle prime luci del 2 gennaio, estendendosi su tutta la regione ed aumentando progressivamente e senza sosta di intensita' e di violenza.

Le zone piu' colpite continuarono ad essere localizzate inizialmente negli alti bacini del versante jonico ed in particolare in quelli silani e in quelli delle Serre. Il giorno 1 gennaio uno scroscio di pioggia estremamente violento fu comunque registrato anche piu' a sud,sull'alto bacino del Bonamico, ove tra le 9 del 31 dicembre e le 9 del 1^ gennaio venne registrata al Santuario di Polsi una precipitazione di ben 393.5 mm, mentre a S. Cristina d'Aspromonte ne venivano registrati 237.6 mm.

Le 24 ore in cui il nubifragio raggiunse la sua massima violenza furono quelle tra le 9 del 1^ e le 9 del 2 gennaio, e in particolare il periodo compreso tra la mezzanotte e l'alba del 2 gennaio.

In quelle 24 ore in cui le piogge superarono i 300 mm su gran parte dei territori montani e di mezza costa del versante jonico, e raggiunsero la massima violenza a Palermiti ed a Pietracupa, ove furono totalizzati rispettivamente 433.4 e 420.6 mm di pioggia. Piu' di 300 ne erano stati misurati in quello stesso giorno alle stazioni pluviometriche di Casa Pasquale, Savelli, Cerenzia, Petilia Policastro, Sersale, Mammone, S. Sostene, Canalo Nuovo, Plati', e sul versante tirrenico anche a Cittanova.

Tra le ore 6 e le 8 del giorno 2 gennaio le piogge cessarono repentinamente quasi ovunque, dando luogo qua' e la' a residui piovaschi che conclusero l'evento meteorico.

In quei giorni le effemeridi idrologiche della Calabria centro-meridionale registrarono una serie di nuovi massimi giornalieri di

TAB. 1 - PRECIPITAZIONI NOTEVOLI CON DURATE DA 1 A 5 GIORNI CONSECUTIVI OSSERVATE DURANTE L'EVENTO NELLE STAZIONI IN CUI E' STATO STABILITO IL NUOVO MASSIMO GIORNALIERO DI PRECIPITAZIONE

STAZIONE	PIOGGIA MAX GIORNALIERA PRECEDENTE		PIOGGIA MAX (mm) TOTALIZZATA IN GIORNI				
	mm	data	1	2	3	4	5
Savelli	231.0	1 dic 33	320.8	364.4	369.2	379.2	386.6
Cerenzia	252.0	1 dic 33	375.0	496.2	499.6	512.8	522.3
Sersale	300.4	21 nov 45	328.3	342.6	362.4	380.0	411.0
Albi	301.0	11 mar 43	398.6	481.8	489.8	510.6	510.6
S. Elia	201.6	13 nov 53	290.0	342.0	349.2	361.6	361.6
Umbri	119.6	25 dic 64	356.2	479.4	480.7	494.0	494.0
Olivella	147.8	11 dic 63	326.0	524.0	542.6	551.2	551.2
Girifalco	290.5	26 ott 21	399.6	448.8	449.4	456.8	456.8
Palermiti	368.6	17 ott 51	433.4	482.0	482.6	487.1	487.1
Mammone	322.4	22 set 65	357.0	477.0	487.2	489.6	490.4
Pietracupa	362.5	2 ott 71	420.6	564.3	577.8	579.8	581.0
Ferdinandea	276.8	17 ott 51	281.5	373.3	383.7	393.9	394.3
Molochio	115.6	25 dic 64	146.5	163.3	163.3	163.3	163.3
Cittanova	270.0	2 dic 33	327.2	490.2	495.2	498.6	498.6
Polistena	209.1	17 ott 51	278.5	343.0	358.0	358.0	358.0
Tiriolo	126.4	5 nov 66	234.8	292.2	293.7	311.6	311.6
Marcellinara	239.0	11 mar 43	252.0	301.0	307.8	315.8	317.0
Caraffa di C.	223.0	25 ott 21	234.1	268.3	270.0	284.5	284.5
Serra del Gelo	192.2	25 gen 34	201.3	318.1	402.7	402.7	402.7

pioggia , mai in precedenza verificati.

Nella tabella 1 sono riportate le stazioni in cui sono stati superati i precedenti massimi giornalieri di pioggia; da essa si nota come sovente i nuovi massimi superino quasi del 50% i precedenti (Cerenzia, S. Elia) e come le piogge totalizzate in 2 o 3 giorni consecutivi siano aumentate sensibilmente per la persistenza delle piogge stesse durante tutto l'evento.

Per quanto concerne la intensita' dei singoli scrosci di pioggia, nella tabella 2 sono riportate le massime precipitazioni registrate in durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive nelle stazioni pluviografiche piu' significative. I valori relativi all'evento del gennaio 1973 sono confrontati in tale tabella con i corrispondenti valori massimi registrati in passato. Dal confronto dei dati appare evidente la caratteristica di persistenza delle piogge del gennaio 1972, per cui, mentre le piogge di durata di 1 ora sono risultate in questo evento ovunque inferiori a quelle corrispondenti registrate in passato nelle stesse localita', quelle di durata di 12 e 24 ore consecutive ne sono risultate talvolta superiori, costituendo quindi dei nuovi massimi mai osservati in passato.

In particolare sono stati registrati nuovi massimi a Savelli, Sersale, Albi, Umbri, Cittanova, per durate di 12 e 24 ore (553.0 mm contro 440.0 mm massimi precedenti).

La distribuzione geografica delle piogge, gia' individuata dai dati sin qui commentati, e' illustrata nella figura 1 dalle isoiete delle 48 ore comprese tra le ore 9 del 31 dicembre e le ore 9 del 2 gennaio 1973.

Tali isoiete mostrano chiaramente come l'idrometeora abbia investito da Sud-Est il versante jonico della regione, risparmiando quindi quasi completamente il bacino del Crati, il versante tirrenico e in particolare il vibonese.

Le aree di massima precipitazione risultano pertanto situate sull'altopiano della Sila Piccola e lungo il crinale delle Serre sino al rilievo dell'Aspromonte.

Le massime precipitazioni di 48 ore superano i 500 mm e si localizzano in piccole aree sul medio bacino del Neto e sull'alto bacino del Corace e dell'Assi.

Molto piu' ampie risultano le aree in cui sono caduti in 48 ore piu' di 400 mm di pioggia: esse interessarono gli alti e medi bacini silani dal Neto al Corace, i rilievi tra il Corace e l'Ancinale e tra l'Alaco e l'Assi, lo spartiacque sopra Cittanova e tra il Careri ed il Petrace.

In contrasto con tali abbondanti precipitazioni chiaramente influenzate dall'effetto orografico, pochi km piu' a valle le precipitazioni furono estremamente modeste, risultando lungo il litorale jonico sempre inferiori ai 100 mm (con l'eccezione del golfo di Squillace), e inferiori persino ai 40 mm nel Crotonese.

TAB. 2 - PRECIPITAZIONE DI MASSIMA INTENSITA' REGISTRATE AI PLUVIOGRAFI E CONFRONTO CON I MASSIMI VALORI REGISTRATI IN PRECEDENZA

STAZIONE	EVENTO	Intervallo di ore 1		3		6		12		24	
		mm	data inizio	mm	data inizio	mm	data inizio	mm	data inizio	mm	data inizio
San Giovanni in Fiore	1973	24.6	2 gen	66.0	2 gen	111.6	2 gen	158.8	2 gen	263.0	1 gen
	periodo prec.	76.0	24 ott 64	123.0	1 nov 64	247.2	31 ott 64	350.2	31 ott 64	406.6	31 ott 64
Savelli	1973	24.0	1 gen	69.0	1 gen	117.0	1 gen	185.6	1 gen	320.6	1 gen
	periodo prec.	85.0	25 nov 59	113.6	25 nov 59	145.6	25 nov 59	168.4	29 gen 64	250.6	24 nov 59
Sersale	1973	28.2	1 gen	68.6	1 gen	118.4	1 gen	216.2	1 gen	344.6	1 gen
	periodo prec.	56.0	25 ott 50	98.2	25 ott 40	126.0	30 nov 33	205.0	30 nov 33	310.0	30 nov 33
Albi	1973	26.6	1 gen	61.4	1 gen	129.6	1 gen	246.2	1 gen	407.6	1 gen
	periodo prec.	63.7	21 ott 35	127.6	9 set 39	151.2	9 set 39	229.4	20 dic 46	342.4	20 dic 46
Catanzaro	1973	60.0	1 gen	97.0	1 gen	105.0	1 gen	184.0	1 gen	213.4	1 gen
	periodo prec.	97.0	17 lug 55	155.0	22 nov 35	194.0	22 nov 35	235.0	22 nov 35	270.0	22 nov 35
Umbri	1973	19.0	2 gen	44.0	2 gen	81.6	1 gen	158.0	1 gen	281.0	1 gen
	periodo prec.	42.0	4 nov 66	81.6	4 nov 66	111.2	4 nov 66	117.8	4 nov 66	122.6	4 nov 66
Serra S. Bruno	1973	17.0	2 gen	46.0	2 gen	80.0	1 gen	154.0	1 gen	229.6	1 gen
	periodo prec.	90.0	21 nov 35	240.0	21 nov 35	405.0	21 nov 35	510.0	21 nov 35	575.0	21 nov 35
San Sostene	1973	38.0	1 gen	72.1	1 gen	120.0	1 gen	206.0	1 gen	302.8	1 gen
	periodo prec.	99.0	9 set 39	190.4	9 set 39	242.0	21 nov 35	328.0	16 ott 51	545.0	16 ott 51
Santuario di Polsi	1972	31.0	31 dic	86.0	31 dic	165.0	31 dic	317.0	31 dic	553.0	31 dic
	periodo prec.	74.0	5 ott 51	142.0	20 nov 45	234.0	20 nov 45	363.0	20 nov 45	440.0	22 gen 46
Cittanova	1973	25.0	1 gen	58.0	1 gen	118.0	1 gen	220.0	1 gen	327.2	1 gen
	periodo prec.	92.0	8 nov 32	116.0	22 ott 53	185.0	18 ott 51	201.4	17 ott 51	270.0	1 dic 33

FIG. 1 - Carta delle piogge totalizzate tra le ore 9 del giorno 31 dicembre 1972 e le ore 9 del giorno 2 gennaio 1973 (48 ore).

AFFLUSSI METEORICI SUI BACINI IDROGRAFICI

Durante gli eventi meteorici in esame ingenti volumi di acqua affluirono in brevissimo tempo sui bacini imbriferi dei corsi di acqua della Calabria centro-meridionale, e, in maniera particolarmente violenta, su quelli del versante jonico.

Tra i piu' colpiti vanno menzionati i bacini di numerosi corsi d'acqua posti sotto osservazione da questo Servizio Idrografico, per i quali e' stato possibile seguire l'evoluzione dell'evento e le piene che ne hanno fatto seguito.

La distribuzione delle aree a massima piovosita' dimostra, come gia' accennato, una notevole influenza orografica, per cui in genere la precipitazione sui bacini e' stata notevolissima sulla parte piu' in quota, decrescendo piu' o meno sensibilmente man mano che si procede verso valle sino alla foce.

Questo aspetto della distribuzione dell'afflusso meteorico e' evidenziato dalle curve isoietografiche riportate in figura 2 per alcuni casi caratteristici. Nel caso dei bacini silani del Neto, del Tacina e del Corace e' evidente la graduale diminuzione di precipitazione all'aumentare della superficie, che, stante la localizzazione del centro di massimo scroscio sull'altopiano, corrisponde a incrementi di superficie alle quote inferiori del bacino. Nel bacino del Neto si denota anche una diminuzione abbastanza moderata delle precipitazioni dal centro di massimo scroscio verso il medio e il basso bacino. Nel bacino del Tacina, sempre in figura 2, si osserva la maggiore estensione della superficie colpita dalle piogge piu' violente, cui fa seguito bruscamente, verso valle, una zona interessata da piogge decisamente inferiori.

Nel bacino del Corace, che fu uno dei piu' colpiti, le precipitazioni si estesero abbondanti sino nelle immediate vicinanze della costa.

I bacini sottesi da stazioni di misura situate nell'alto o medio tronco dei corsi d'acqua, e comunque lontano dalla fascia costiera ove le precipitazioni furono piu' modeste, sono caratterizzati invece da curve isoietografiche a bassa variazione di precipitazione, in quanto in qei casi tutto il bacino veniva investito dalle precipitazioni piu' violente; questo e' il caso, nella figura 2, del bacino dell'Alli a Orso (km2 46), nel quale il 25% della superficie fu interessata dal centro di massimo scroscio, e lo e' ancora maggiormente il caso degli alti bacini delle Serre e dello Aspromonte tenuti sotto osservazione da questo Servizio Idrografico.

LE PIENE DEI CORSI D'ACQUA

Le violente precipitazioni sin qui descritte, che hanno assunto l'aspetto di nubifragio nella notte tra l'1 ed il 2 gennaio 1973,

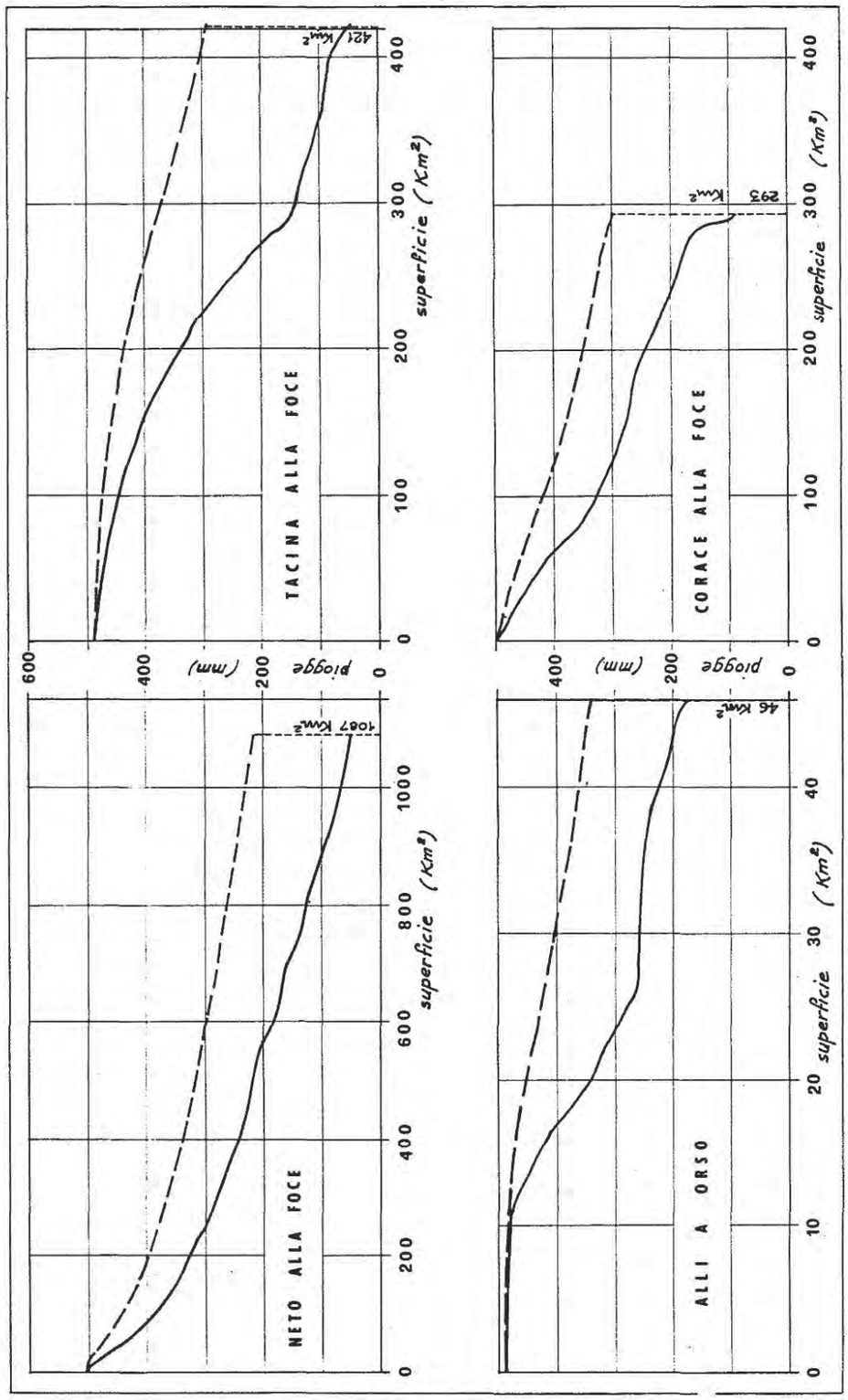


FIG. 2 - Curva isoietografica e curva delle piogge ragguagliate per alcuni bacini imbriferi della Calabria; piogge totalizzate tra le ore 9 del 31 dicembre 1972 e le ore 9 del 2 gennaio 1973.

TAB 3 - VALORI IDROMETRICI E DI PORTATA AL COLMO DELLA MASSIMA ONDA DI PIENA REGISTRATA TRA IL 30 DICEMBRE 1972 ED IL 2 GENNAIO 1973

CORSO D'ACQUA E STAZIONE	Superf. Bacino sotteso	ALTEZZE IDROMETRICHE 1973		PERIODO PRECEDENTE		PORTATE 1973			PERIODO PRECEDENTE		RAPPORTO 1973
	km2	DATA ORA	cm	DATA	cm	DATA ORA	m3/s	m3/s km2	DATA	m3/s	per.prec.
Neto a Ponte Carrozzo (2)	880.0	2 gen 7.00	406	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponticelli a S.S. 106	13.4	2 gen	251	14 ott 1963	244	2 gen	106	7.910	14 ott 1963	101	0.95
Tacina a Riviato (1)	77.0	2 gen	300	22 nov 1935	540	2 gen	127	1.649	22 nov 1935	460	0.26
Tacina a Serrarossa (2)	223.0	2 gen	300 (3)	25 dic 1964	372	-	-	-	25 dic 1964	244	-
Alli a Orso (1)	46.0	2 gen	250	1 dic 1933	164	2 gen	74	1.609	1 dic 1933	38	1.95
Melito a Olivella (1)	41.2	2 gen	250	25 dic 1964	143	2 gen	49	1.189	25 dic 1964	18	2.72
Corace a Grascia	178.0	2 gen 6.50	218	21 feb 1931	350	2 gen	430	2.416	21 feb 1931	520	0.83
Aninale a Spadola	42.5	2 gen 6.00	280	24 dic 1972	240	2 gen 6.00	160	3.765	24 dic 1972	123	1.30
Ancinale a Razzona	116.0	2 gen 6.00	470	24 dic 1972	370	2 gen 6.10	310	2.672	24 dic 1972	177	1.75
Alaco a Mammone (2)	14.8	2 gen 5.80	286	24 dic 1972	229	2 gen 5.80	44	2.973	24 dic 1972	25	1.76
Allaro a Ponte Mongiana	11.8	2 gen 4.80	247 (4)	23 dic 1972	186	2 gen 4.80	22 (4)	1.864	23 dic 1972	14	1.57
Portigliola a Stretta Gabella (2)	19.6	2 gen	330	2 ott 1971	204	-	-	-	2 ott 1971	38	-
Careri a Bosco (1)	48.0	2 gen 6.50	250	7 ott 1966	278	-	-	-	7 ott 1966	98	-
Mesima a Sbarretta (2)	424.0	2 gen	300	15 gen 1961	290	2 gen	272	0.642	15 gen 1961	195	1.39
Metramo a Carmine (1)	233.0	2 gen	370 (3)	13 nov 1959	403	-	-	-	1 dic 1933	600	-
Amato a Marino	115.0	2 gen 7.00	355	15 gen 1961	195	2 gen 7.00	270	2.348	24 dic 1959	387	0.70

NOTE
(1) Stazione idrometrografica e per misure di portata totalmente distrutta durante l'evento
(2) Stazione idrometrografica e per misure di portata danneggiata durante l'evento
(3) Possibilita' che il valore sia stato in realta' superato al colmo di piena
(4) Analogo valore era stato raggiunto il giorno precedente alle ore 22.30

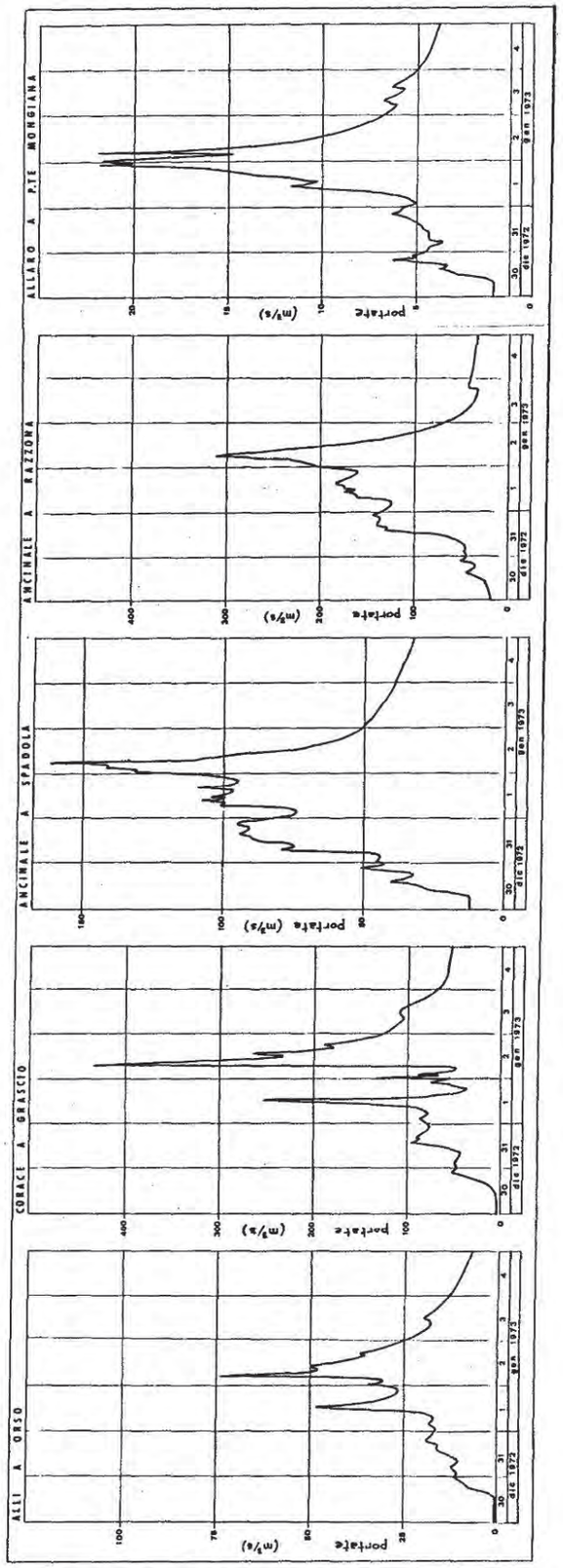


FIG. 3 - Idrogrammi di piena per alcune significative stazioni di misura.

hanno provocato in tutta la rete idrografica della Calabria centro-meridionale, e in particolare sui vari corsi d'acqua del versante jonico, violente e persistenti piene, le quali hanno sconvolto gli alvei, distrutto ponti e opere idrauliche, provocato inondazioni, causato danni ingenti di estrema gravita' a persone e cose, innescato innumerevoli fenomeni franosi e dissesti di abitati.

I corsi d'acqua furono molto sensibili gia' alle prime precipitazioni intense del 30 dicembre 1972, in quanto non si erano ancora esaurite le forti piene del 21-24 dicembre, per cui le capacita' di invaso naturale dei terreni erano ancora impegnate a seguito delle forti piogge della settimana precedente.

Sui corsi d'acqua i livelli iniziarono a salire, intorno a mezzogiorno del 30 dicembre, con due modeste intumescenze; dopo una breve stasi, i livelli ripresero ulteriormente a crescere con altri colmi, peraltro ancora modesti, nella serata del 31 dicembre.

Nelle prime ore del 1^ gennaio un ulteriore aumento dei livelli inizio' a fare insorgere le prime preoccupazioni, non assopite da una temporanea fase di stanca nella seconda meta' della giornata.

Il massimo colmo della piena si ebbe infatti, nel breve giro di qualche ora in cui si verificarono fortissime escursioni idrometriche (in 1 ora le acque del Corace a Grascio si innalzarono di m 1.40, con portate che dai 47 m3/s passarono a 430 m3/s) tra le ore 5 e le ore 7 del mattino del 2 gennaio.

A quell'ora cessava ovunque il nubifragio ed i livelli dei corsi d'acqua presero a scendere rapidamente secondo curve di esaurimento prolungatesi poi nei giorni successivi.

I valori delle altezze idrometriche furono regstrati solo su un certo numero delle stazioni di misura, in quanto molte di esse furono danneggiate o distrutte durante l'evento di piena.

In particolare furono seriamente danneggiate le stazioni idrometrografiche sul Neto a P.te Carrozzo, sul Tacina a Serrarossa, sull'Alaco a Mammone, sul Portigliola alla Stretta Gabella e sul Mesima a Sbarretta.

Totalmente distrutte dalle piene furono inoltre sette stazioni idrometrografiche sul Tacina a Rivioto, sull'Alli a Orso, sul Melito a Olivella, sul Careri a Bosco, sull'Alaco a Pirrella, sull'Assi a Botteria e sul Metramo a Carmine.

Per alcune di tali stazioni e' stato possibile ricostruire l'idiogramma di piena mediante letture idrometriche o riferimenti di livello effettuati dagli osservatori e dal personale di questo Ufficio, e nelle figure 3 e 4 sono riportati tali idiogrammi per alcune stazioni significative.

I massimi livelli al colmo delle piene, avvenuti tutti il 2 gennaio, sono riportati nella tabella 3, e sono messi in confronto con i corrispondenti valori massimi del precedente periodo di osservazione di ciascuna stazione.

Da tale confronto risulta che nella maggior parte dei casi i livelli raggiunti al colmo delle piene hanno superato nel 1973 i massimi precedenti. Vale la pena ricordare a tale riguardo che nel caso dell'Alli a Orso il precedente massimo era stato insuperato dal lontano 1^ dicembre 1933.

Particolarmente complessa e' stata la valutazione delle massime

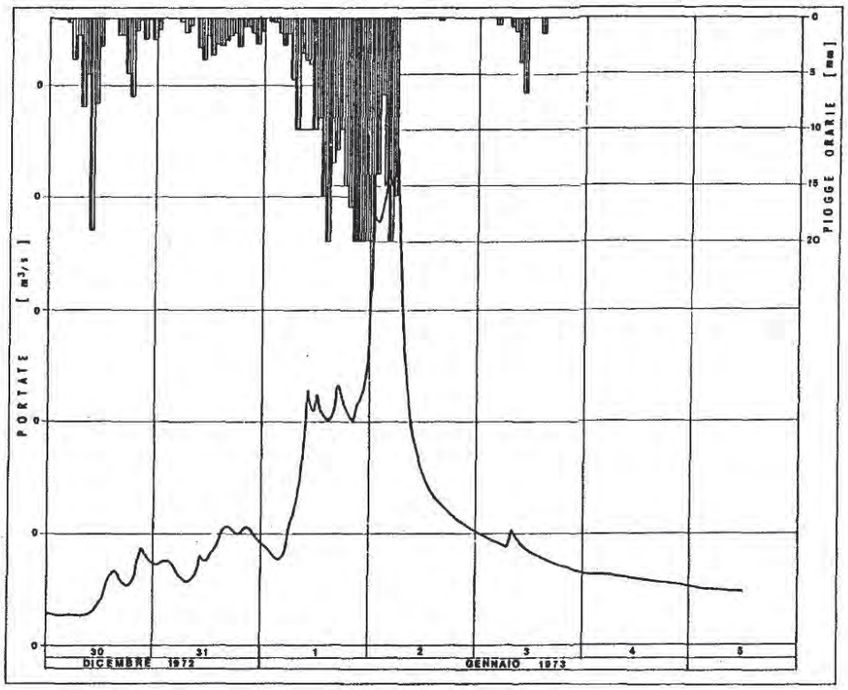


FIG. 4 - Alaco a Mammone: idrogramma di piena e relative precipitazioni orarie.

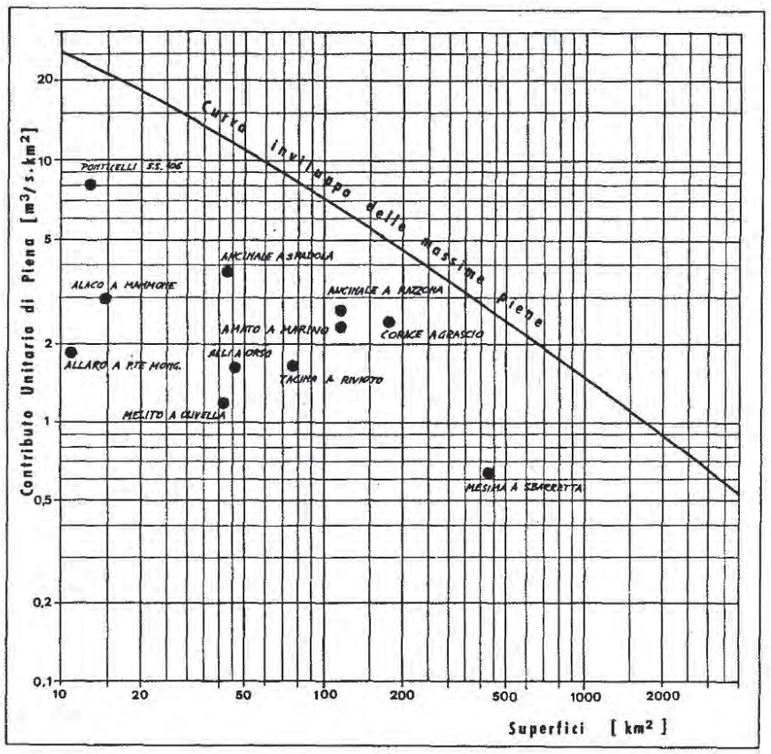


FIG. 5 - Curva inviluppo delle massime piene del Compartimento Calabro-lucano: confronto con le piene del 2 gennaio 1973.

portate ai colmi di piena, e spesso i valori che qui si forniscono sono stati desunti da stime comparate eseguite con differenti metodi di calcolo idrologico e idraulico.

Anche tali valori sono riportati nella tabella 3 e comparati con le portate massime istantanee in precedenza raggiunte.

Le piu' forti portate al colmo sono state stimate alle stazioni di misura del Corace a Grascio (430 m3/s) e dell'Ancinale a Razzona (310 m3/s). I massimi contributi unitari al colmo di piena sono attribuiti invece al Ponticelli (7.91 m3/s km2) ed all'Ancinale a Spadola (3.765 m3/s km2); valori superiori a 2 m3/s km2 sono stati inoltre ottenuti per l'Ancinale a Razzona, per l'Alaco a Mammone e per il Corace a Grascio.

Come gia' evidenziato per le altezze idrometriche, anche le portate al colmo raggiunte il 2 gennaio 1973 hanno superato in molti casi i corrispondenti valori precedenti, e cio' in particolare nelle stazioni di misura di piu' recente costruzione. Nel caso dell'Alli a Orso, tuttavia, i 74 m3/s registrati nel 1973 superano quasi del doppio la massima portata di piena precedente (38 m3/s) che risale alla disastrosa piena del 1^ dicembre 1933.

Paragonando i contributi unitari al colmo delle piene del 1973 con la curva inviluppo delle massime piene di questo Compartimento Idrografico (figura 5), si nota che tale evento, pur essendo particolarmente violento, ha comunque fatto registrare valori dei contributi inferiori a quelli che si possono prevedere in base ai massimi eventi di piena avvenuti in passato nel Compartimento.

Ai margini della presente illustrazione idrologica, sembra opportuno ricordare la grave situazione creata dalle piene sulla fiumara Bonamico.

A seguito delle forti e persistenti piogge una prima frana di notevolissime proporzioni aveva messo in pericolo l'abitato di S. Luca. Una seconda gigantesca frana, staccatasi nella notte tra il 3 ed il 4 gennaio dagli aspri versanti della vallata circa 4 km a monte di tale abitato, ostrui' completamente la vallata creando uno sbarramento al deflusso del Bonamico. Da valutazioni fatte in quei giorni risulto' che il volume del materiale franato era di circa 1.5 milioni di m3 e che il volume dell'acqua invasato a monte era di circa 8 milioni di m3.

Tale situazione, tenuta costantemente sotto controllo, perduro' per varie settimane, durante le quali man mano le acque dell'invaso, pur alimentate da ulteriori piogge per fortuna non molto violente, presero a defluire attraverso il corpo dello sbarramento senza mai tracimare.

Nella notte tra il 3 ed il 4 febbraio 1973 lo sbarramento inizio' a cedere, dando luogo lungo il Bonamico ad una onda di piena, la cui portata al colmo fu stimata tra i 1000 ed i 1100 m3/s.

Regione Calabria

ARPACAL

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

REGIONE CALABRIA

CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI DELLA CALABRIA

(Centro Funzionale Decentrato di Protezione Civile - Legge n. 100 del 12.07.2012)

Evento meteopluviometrico del 30 ottobre - 2 novembre 2015

Rapporto di evento

Direttore Ing. Raffaele NICCOLI

a cura di:
ing. Salvatore Arcuri
ing. Loredana Marsico
ing. Roberta Rotundo

Novembre 2015

INDICE

1. Premessa **2**
2. Caratteristiche pluviometriche dell'evento **2**
2.1 Precipitazioni cumulate 2
2.1.1 Andamento temporale della cumulata di precipitazione 6
2.2 Precipitazioni a scala oraria 8
2.3 Analisi statistica 10
2.3.1 Determinazione delle massime precipitazioni di breve durata 10
2.3.2 Mappa dei massimi di precipitazione 16
2.3.3 Calcolo dei tempi di ritorno 17
2.3.4 Determinazione dei casi critici 19
2.4 Alcuni diagrammi pluviometrici 20
3. Idrogrammi di piena **25**
4. Comuni allertati dal Sistema di Allertamento del Centro Funzionale Multirischi **28**

1. Premessa

L'evento pluviometrico che ha caratterizzato gli ultimi giorni di ottobre e i primi giorni di novembre si è sviluppato quasi completamente sul versante jonico dove ha avuto inizio sull'estrema zona settentrionale per poi spostarsi e intensificarsi sulla zona centrale e sull'intera provincia di Reggio Calabria. Le precipitazioni sono state intense e persistenti raggiungendo in alcuni pluviometri valori superiori a 300 mm in 24 ore e a 500 mm in 48 ore. In particolare il pluviometro di Sant'Agata del Bianco ha registrato quasi 400 mm in 24 ore, di poco superiore a Chiaravalle Centrale (373 mm), dove invece è stata registrato il valore più elevato in 48 ore pari a 690 mm.

2. Caratteristiche pluviometriche dell'evento

2.1 Precipitazioni cumulate

In Fig.1 è rappresentata la distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate durante tutto l'evento e a seguire la tabella con i relativi valori.

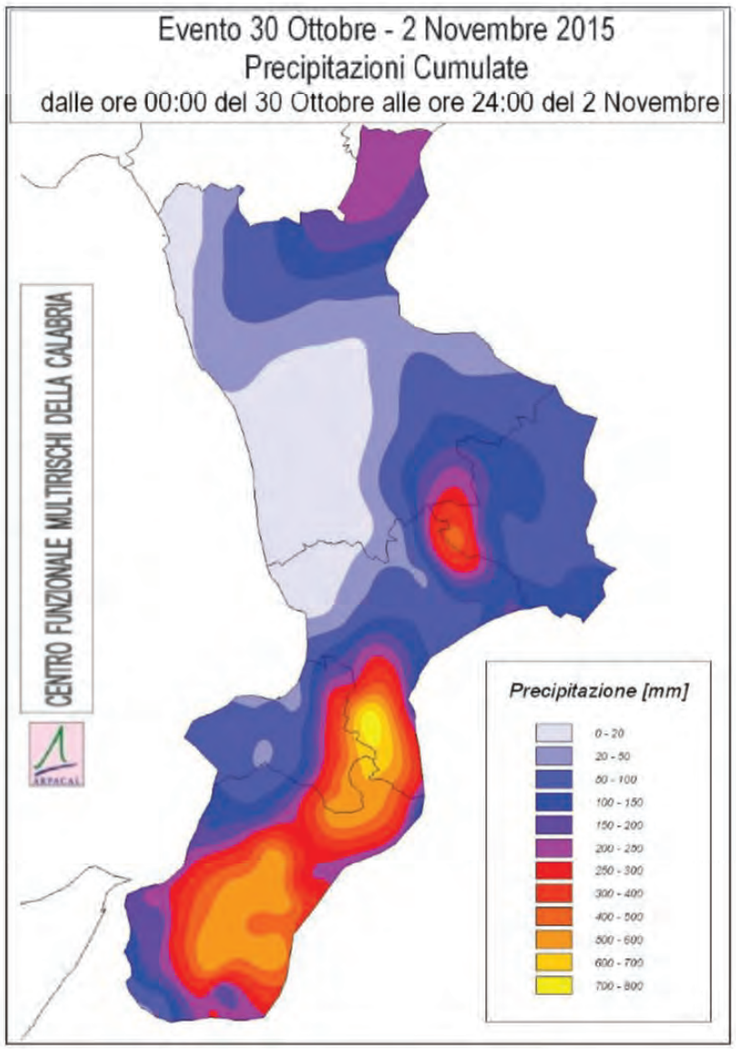


Figura 1 - Mappa delle precipitazioni cumulate

Tabella 1 – Precipitazioni cumulate registrate durante l'evento [mm]

Codice_Stazione	Pluviometro	totali
1960	Chiaravalle Centrale	739,4
2270	Sant'Agata del Bianco	592,4
2150	Fabrizia - Cassari	580,2
2230	Plati'	565,4
2180	Antonimina - Canolo Nuovo	550,4
2340	Roccaforte del Greco	523,0
2540	Santa Cristina d'Aspromonte	513,6
2210	Ardore Superiore	506,6
2025	Santa Caterina dello Ionio	492,6
2086	Mongiana P.	487,8
2600	Cittanova	460,4
2090	Fabrizia	449,0
8007	Mesoraca-Fratta	446,3
2260	San Luca	444,8
2580	Molochio	443,0
1980	Serra San Bruno	416,8
2072	Stignano	412,6
1940	Palermiti	408,0
2470	Gambarie	407,2
2560	Sinopoli	390,0
2220	Bovalino Marina	381,0
2290	Staiti	342,6
2465	Cardeto	337,6
2647	San Nicola da Crissa	325,8
2200	Antonimina	314,6
2417	Cardeto - Liddu	302,8
2722	Taurianova	291,8
8009	Petilia Marrata	290,3
2820	Monterosso Calabro	282,4
1935	Cenadi - Serralta	276,6
1755	Petilia Policastro Pagliarelle	273,0
2205	Locri	272,2
2515	Scilla - Solano	271,6
2710	Mammola - Limina	270,2
1735	Petrona'	265,0
2514	Scilla - Tagli	249,8
2337	Bova Superiore - Frana	248,8
2310	Capo Spartivento	243,6
870	Oriolo	240,4
2520	Bagnara Calabra	239,2
2513	Scilla - Piano delle Aquile	229,0
2512	Scilla - Villaggio del Pino	221,2
2160	Gioiosa Ionica	220,6
2517	Scilla - Monte Scrisi	219,8
2924	Cortale	218,6
1737	Petilia Policastro meteo	218,2
2650	Pizzoni	217,2
2700	Giffone	213,8
900	Albidona	213,2
2130	Roccella Ionica	212,4
2466	Sant'Alessio in Aspromonte	203,0

Codice_Stazione	Pluviometro	totali
2721	Polistena	202,6
2510	Scilla	201,0
2040	Monasterace - Punta Stilo	196,8
865	Roseto Capo Spulico	190,2
2457	Motta San Giovanni - Allai	189,0
2460	Reggio Calabria - Arasi'	185,2
2530	Palmi	184,8
2463	Reggio Calabria - Rosario	181,0
1580	Cerenzia	180,2
924	Cerchiara di Calabria	176,2
1970	Soverato Marina	175,2
1724	Cotronei	175,0
2320	Bova Superiore	173,4
2830	Filadelfia	172,8
8010	Foresta	171,6
2495	Reggio Calabria - Catona	167,6
2544	Rizziconi - Ponte Vecchio	162,6
2467	Reggio Calabria - Pietrastorta	162,0
2487	Reggio Calabria - Scaccioti	161,8
1760	Botricello	160,0
2610	Rizziconi	156,8
2621	Gioia Tauro - Budello	155,0
1570	Savelli	151,2
2450	Reggio Calabria	142,6
2670	Arena	142,4
1500	Nocelle - Arvo	121,2
970	Cassano Jonico	120,2
1695	Crotone - Salica	120,2
2380	Montebello Ionico	118,4
1780	Cropani	118,2
1700	Isola Capo Rizzuto Campolongo	118,2
1180	Castrovillari	110,4
2690	Feroleto	109,0
1865	Borgia - Roccelletta	108,6
1640	San Nicola dell'Alto	103,6
1675	Crotone - Papanice	98,2
930	Villapiana Scalo	98,2
1740	San Mauro Marchesato	97,8
1670	Cutro	96,2
1360	Longobucco	95,8
1850	Catanzaro	93,4
1910	Gimigliano	92,0
2760	Joppolo	91,6
1820	Soveria Simeri	91,4
2890	Tiriolo	90,8
2740	Rosarno	85,4
1857	Gimigliano - Corbino	81,8
3160	Campotenese	81,0
1733	Roccabernarda - Serrarossa	80,6
1455	Ciro' Marina - Punta Alice	76,8
2815	Capo Vaticano	75,8
1456	Ciro' Superiore	74,6
1185	Castrovillari - Camerata	72,0
1440	Crucoli	72,0

Codice_Stazione	Pluviometro	totali
2780	Zungri	71,2
1851	Catanzaro - Jano'	70,8
1680	Crotone	69,0
2665	Dinami - San Pietro di Carida'	67,6
1847	Sellia Superiore	66,8
3170	Mormanno meteo	65,4
1100	Cecita	64,2
2902	Maida - Licciardi	63,8
2802	Vibo Valentia - Longobardi	63,8
1825	Taverna - Ciricilla	63,2
2800	Vibo Valentia	63,0
1830	Albi	61,0
1410	Cariati Marina	59,4
1230	San Sosti	57,4
2730	Mileto	57,0
1380	Cropalati	56,8
1295	Sibari	53,0
2955	Lamezia Terme - Palazzo	51,6
2816	Maierato	51,0
2804	Vibo Marina	48,4
1324	Corigliano Calabro	46,2
3150	Laino Borgo	43,2
3090	Cetraro Superiore	33,6
1092	Camigliatello - Monte Curcio	32,6
3180	Papasidero	29,0
1140	Tarsia	28,6
8006	Parenti Favali	24,7
3100	Belvedere Marittimo	22,2
2940	Nicastro - Bella	21,6
1120	Acri	19,2
1060	Montalto Uffugo	19,2
2877	Decollatura	18,2
2990	Parenti	17,8
3161	Tortora	17,6
1135	Fitterizzi	17,2
8004	Domanico SP60	17,0
1130	Torano Scalo	15,4
1000	Domanico	14,0
8005	Paterno Calabro	13,6
1017	Cosenza 118	13,2
3000	Rogliano	13,0
1010	Cosenza	12,8
3010	Martirano	11,8
3060	Paola	11,6
3007	Belsito	11,4
1030	San Pietro in Guarano	10,8
8003	Fiumefreddo Ex Discarica	10,6
2987	Altilia	10,4
3040	Amantea	10,2
8002	Fiumefreddo San Biase	6,8
8001	Fiumefreddo Scalo	5,4

2.1.1 Andamento temporale della cumulata di precipitazione

Di seguito vengono riportate alcune mappe di precipitazione dalla cui analisi si evince che il fenomeno ha interessato l'intera fascia ionica sia pure in tempi diversi, manifestandosi dapprima nella zona settentrionale e successivamente estendendosi alle zone centro-meridionali.

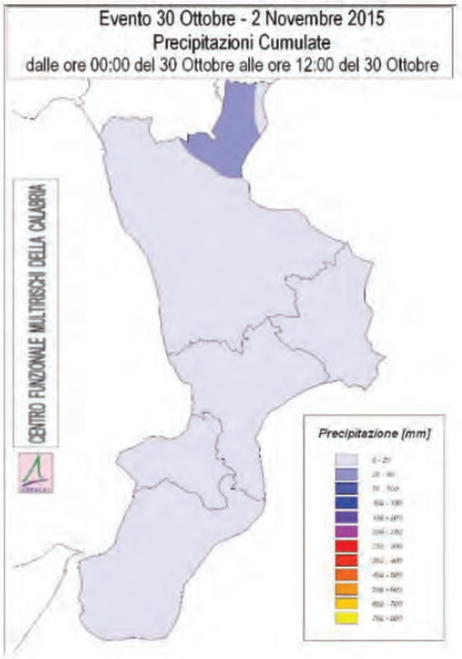


Figura 2 - dalle 0:00 alle 12:00 del 30/10

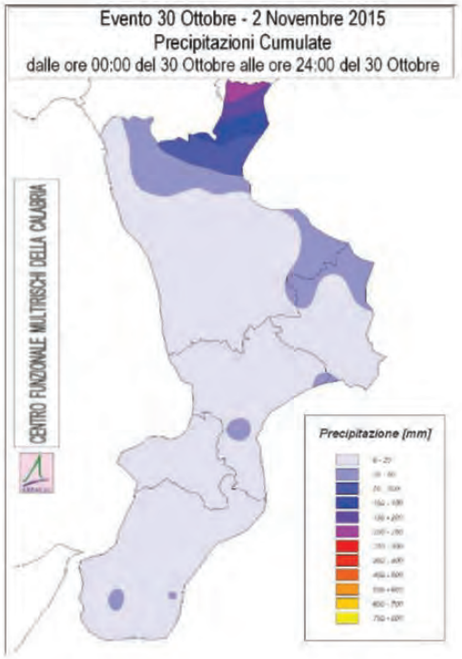


Figura 3 - dalle 0:00 alle 24:00 del 30/10

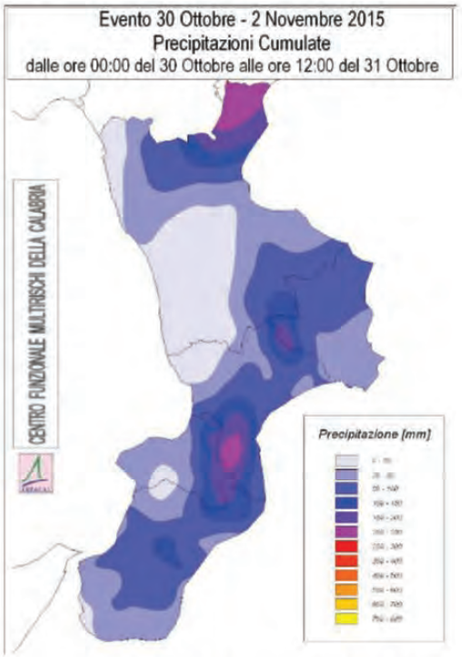


Figura 4 - dalle 0:00 del 30/10 alle12:00 del 31/10

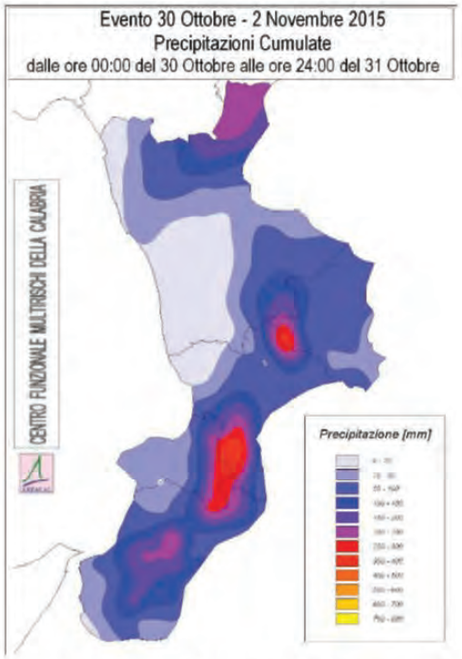


Figura 5 - dalle 0:00 del 30/10 alle 24:00 del 31/11

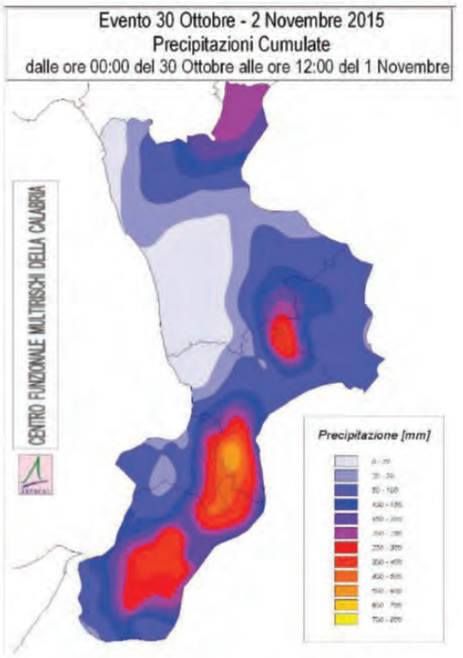


Figura 6 –dalle 0:00 del 30/10 alle12:00 del 1/11

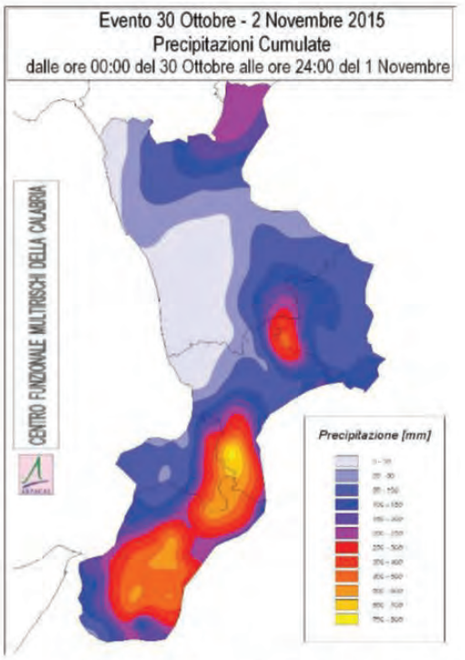


Figura 7 – dalle 0:00 del 30/10 alle 24:00 del 1/11

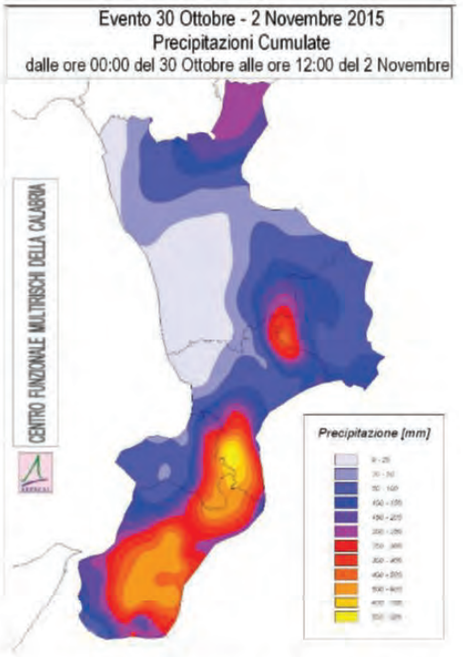


Figura 8 – dalle 0:00 del 30/10 alle12:00 del 2/11

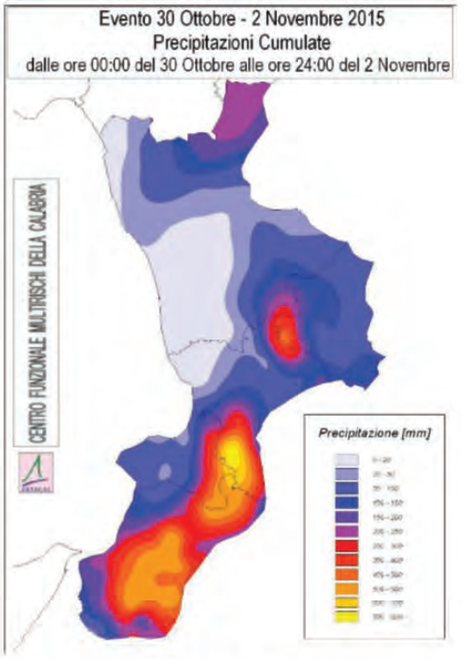


Figura 9 – dalle 0:00 del 30/10 alle 24:00 del 2/11

2.2 Precipitazioni a scala oraria

Per la caratterizzazione dell'evento sono state analizzate le precipitazione a scala oraria scegliendo l'aggregazione a 12 ore.

Dall'analisi delle mappe riportate di seguito risulta evidente l'andamento temporale delle precipitazioni, con i fenomeni che iniziano a manifestarsi giorno 30 ottobre sulla estrema zona settentrionale, continuano il 31 coinvolgendo la Sila Catanzarese, le Serre Vibonesi e la provincia di Reggio, dove si intensificano nella giornata seguente.

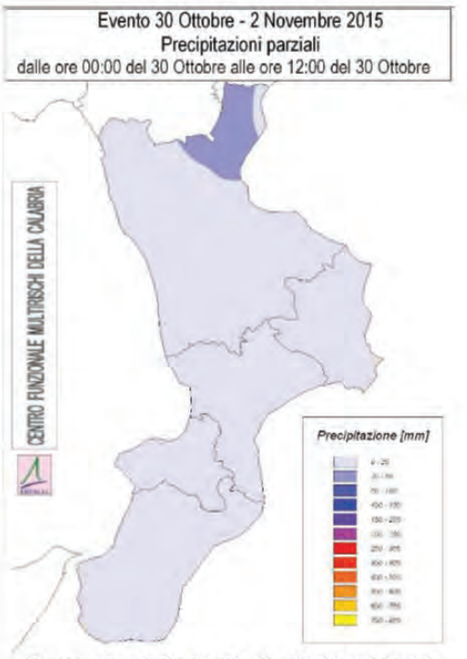


Figura 10 - dalle 00:00 alle 12:00 del 30/10

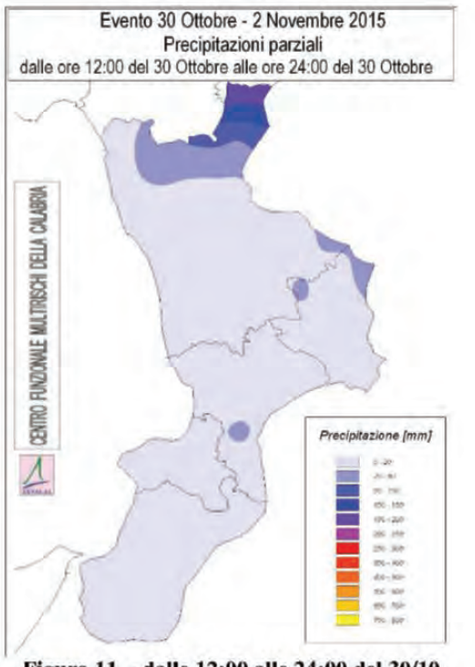


Figura 11 - dalle 12:00 alle 24:00 del 30/10

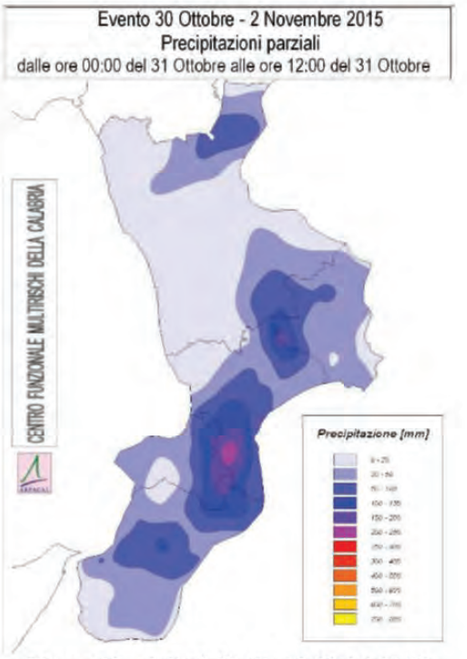


Figura 12 – dalle 0:00 alle 12:00 del 31/10

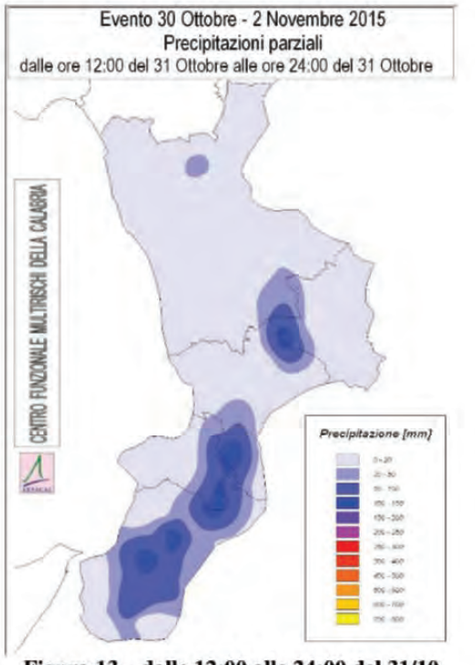


Figura 13 – dalle 12:00 alle 24:00 del 31/10

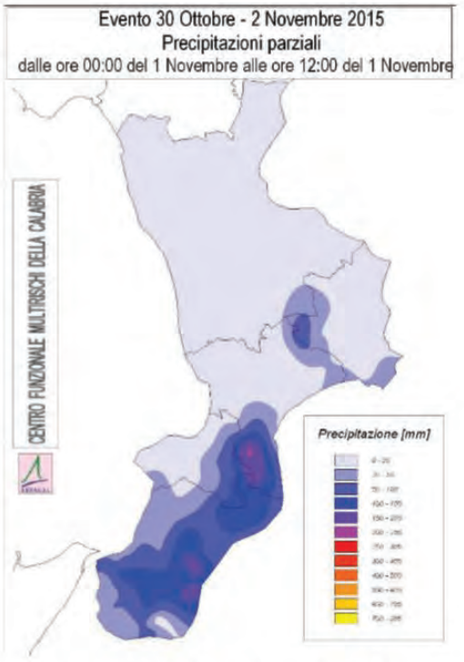


Figura 14 – dalle 0:00 alle 12:00 del 1/11

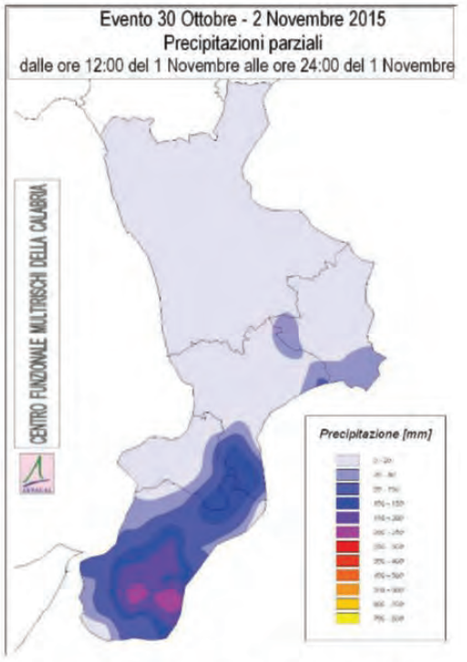


Figura 15 – dalle 12:00 alle 24:00 del 1/11

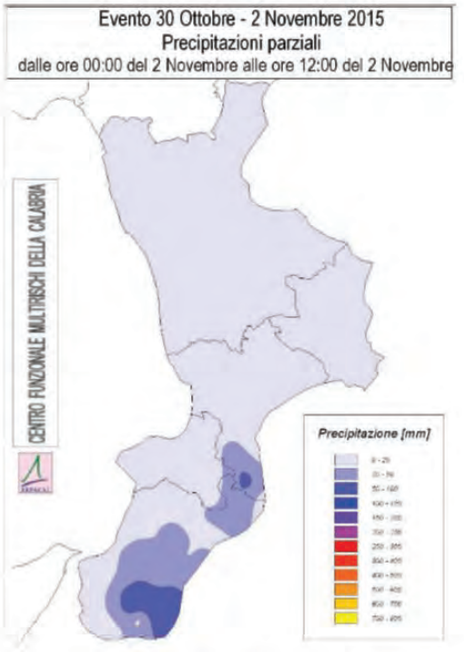


Figura 16 – dalle 0:00 alle 12:00 del 2/11

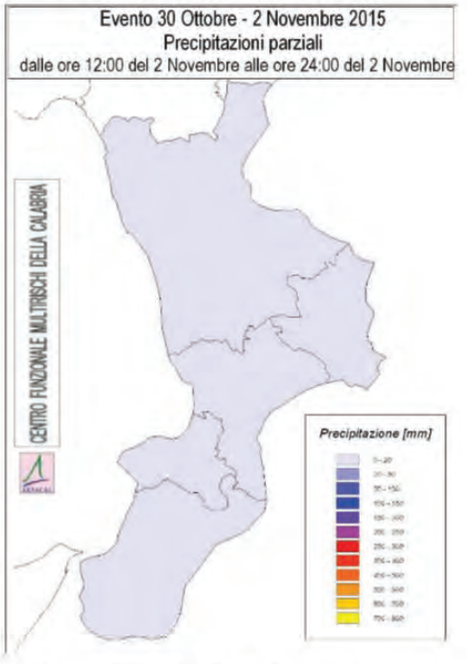


Figura 17 – dalle 12:00 alle 24:00 del 2/11

2.3 Analisi statistica

2.3.1 Determinazione delle massime precipitazioni di breve durata

Per la valutazione dell'eccezionalità dell'evento sono state calcolate le massime altezze di precipitazione per le diverse durate ottenute aggregando i dati registrati ogni 60 minuti utilizzando una finestra mobile della relativa ampiezza. I valori così ottenuti sono riportati nella tabella 2.

Nella stessa tabella sono stati aggiunti anche i valori massimi a 48 ore.

Tabella 2 - Massime precipitazioni di breve durata [mm]

Stazioni	max 1	max 3	max 6	max 12	max 24	max 48
Acri	2,2	5,2	8,8	9,4	12,6	18,8
Albi	6,2	15,2	23,4	43,2	57,8	60,6
Albidona	16,6	36,6	52,4	87,6	167	210
Altilia	2	3,6	3,8	6	6,8	10,4
Amantea	4,4	6,6	6,8	6,8	7,2	10,2
Antonimina	37,4	53	62	114,4	181,6	289,8
Antonimina - Canolo Nuovo	46,8	74,8	95,6	160,4	290,8	511,6
Ardore Superiore	50,2	96	119,8	228,2	321,2	464
Arena	8,8	19,6	36,2	57,8	79	138,8
Bagnara Calabra	22,6	41	50	70,2	124	219
Belsito	1,6	3,8	4,6	7	8,6	11,4
Belvedere Marittimo	5,2	9,6	11,2	12,8	20,4	21,2
Borgia - Roccelletta	10,8	25,4	41,4	65,2	76,8	106,4
Botricello	12,8	25,2	43,6	78,4	97,4	141,4
Bova Superiore	17,4	33	49,2	75	104,2	138,2
Bova Superiore - Frana	35,7	66,7	79,1	104,1	157,3	217,1
Bovalino Marina	43,8	93,4	123,2	184,2	269	336,2
Camigliatello - Monte Curcio	3,2	7,6	9,6	17,6	24,8	31,4
Campotenese	9,2	26,8	31,8	45,8	66,8	75,6
Capo Spartivento	41,6	73,4	92,4	145,8	184,6	215,2
Capo Vaticano	16,6	32,8	40	41,4	45,8	73,6
Cardeto	22,2	49,6	87,6	150,8	223,2	287,6
Cardeto - Liddu	25	45,4	74,1	123	185,2	251,8
Cariati Marina	11,2	24,6	31,4	35,6	46,6	59
Cassano Jonico	10,6	24,2	30,4	45,6	82,6	118,2
Castrovillari	6,8	17,4	29,2	43,8	76,6	109
Castrovillari - Camerata	6,2	12	19	27,2	48	69
Catanzaro	11,4	24,2	42,2	64,8	80	92,2
Catanzaro - Jano'	6,8	16,6	28,8	48	64,4	69,2
Cecita	5,4	14	23,6	43,4	56,8	61,6
Cenadi - Serralta	22,2	54,6	85,2	133	191	266,8
Cerchiara di Calabria	24	44,6	58,4	83,4	141,6	172
Cerenzia	15,2	33,4	49	89,8	125,8	177,8
Cetraro Superiore	4,2	9	13,8	24,8	29	31,6
Chiaravalle Centrale	31	87,8	140	227,2	373,2	691,2
Ciro' Marina - Punta Alice	12,6	24,8	39	48	63,6	76,4
Ciro' Superiore	10,4	22,8	31,2	44,4	62,2	71,4
Cittanova	48,8	67,2	83,4	132,4	238,6	430,2
Corigliano Calabro	5,4	11	17,6	23	37,4	44,8
Cortale	17,4	44,6	80,4	130,2	169,4	214,8
Cosenza	2,4	5,4	6,6	6,6	11,4	12,8
Cosenza 118	2,6	6	7,2	7,2	12,2	13,2
Cotronei	11,4	26,2	38,4	74	113,4	173,2
Cropalati	5,2	13	20,4	28	48,6	55

Stazioni	max 1	max 3	max 6	max 12	max 24	max 48
Cropani	8,4	22,8	33,6	54,6	68,2	115,6
Crotone	4,8	12,4	20,6	27,6	34,4	63,4
Crotone - Papanice	11	14,6	20,2	37,6	59	94,2
Crotone - Salica	8,4	22,8	37,6	62,2	74,4	109,6
Crucoli	7,8	18,2	28,2	40,8	59,6	71,6
Cutro	5,4	13,2	20,8	35,8	47,2	90
Decollatura	3,4	5,4	6,6	10,8	12,8	18,2
Dinami - San Pietro di Carida'	6,2	14,6	20	27,4	33,2	65,2
Domanico	2,8	5,2	5,4	6,6	10	14
Domanico SP60	4	7,4	7,6	7,6	11,6	16,8
Fabrizia	23,4	64	94,4	150	238,6	433,6
Fabrizia - Cassari	27,6	66,4	94,2	162,8	288	548,2
Feroleto	8,2	20,4	26,6	42,2	62,8	103
Filadelfia	13,2	35,6	63,6	103	131,2	166,6
Fitterizzi	2,8	6	6,4	8,4	11,8	13,2
Fiumefreddo Ex Discarica	2,8	5	5	5	7,4	10,6
Fiumefreddo San Biase	2,4	4,4	4,6	4,6	5,2	6,8
Fiumefreddo Scalo	2,2	4,2	4,4	4,4	4,4	5,2
Foresta	12,9	30,9	39,6	73,5	116,8	169,4
Gambarie	42,6	66	116,4	167,4	269,8	375
Giffone	15,4	36,6	46,6	71,8	112,8	204
Gimigliano	8,6	22,4	39,8	61,6	86,4	91,2
Gimigliano - Corbino	7,8	19	33,4	54,8	74	80,2
Gioia Tauro - Budello	21,8	47,8	53,6	63,4	86	145,6
Gioiosa Ionica	19,8	50,4	72,8	101,2	144,2	196,6
Isola Capo Rizzuto Campolongo	7,2	15,6	24,8	46,4	54,8	106,6
Joppolo	20,8	34,4	41,6	45,6	50	88,6
Laino Borgo	8,2	18,4	27	32	43,2	43,2
Lamezia Terme - Palazzo	12,8	14,8	22,2	36	37,6	51,4
Locri	21,4	40,2	51	84	151,6	235,8
Longobucco	6,2	15,2	26,4	49,6	80	87,8
Maida - Licciardi	7,8	20	30,6	52,2	58,6	62
Maierato	6,6	11,8	21,6	32,8	37,2	47,8
Mammola - Limina	18,4	35,8	52,4	87	150	247,6
Martirano	3,2	5,8	6,2	8,4	8,4	11,8
Mesoraca-Fratta	21,1	53,9	96,6	174,4	303,9	431,5
Mileto	5,8	13	20	28,2	32,4	55
Molochio	57,4	87	101,6	128,8	230,6	415,6
Monasterace - Punta Stilo	23,6	47,4	64	78	108,2	176,8
Mongiana P.	20,2	57,4	95	153,6	260,4	467,6
Montalto Uffugo	2,8	7,6	9,2	11,6	13,4	18,4
Montebello Ionico	17	27,6	34,2	38,4	61,2	97,8
Monterosso Calabro	25,4	57,6	97,4	151	202,6	274,6
Mormanno meteo	12,6	24,6	31,8	40,6	58	65
Motta San Giovanni - Allai	18,8	33,2	51,4	70,2	117,2	163
Nicastro - Bella	4,8	9,6	11,4	16,6	17,4	21,6
Nocelle - Arvo	8,2	21,8	35,2	67,4	97,2	114,6
Oriolo	28,2	61,8	93	180,6	221,4	240,2
Palermiti	23,8	59,8	104,2	175,4	247	390,6
Palmi	18,8	41,4	47,6	68,4	100,4	172,8
Paola	2,4	5,8	6,6	6,8	10,2	11,6
Papasidero	6	13,4	17,4	21,2	29	29
Parenti	2,8	5,2	6,4	9,2	14,2	17,8
Parenti Favali	3	6,8	8	14,2	20,5	24,7

Stazioni	max 1	max 3	max 6	max 12	max 24	max 48
Paterno Calabro	2	4,2	5,2	6,6	9,8	13,6
Petilia Marrata	21	45,6	70,3	128,9	204,5	285,7
Petilia Policastro meteo	17,2	40,6	53,6	101,4	156,2	215,8
Petilia Policastro Pagliarelle	19,2	39,6	62,4	113,8	181	267,8
Petrona'	16,8	44,6	71,4	113,6	178,4	261,2
Pizzoni	17	36,4	62,4	106,4	134,4	214
Plati'	35,4	79	116,4	199,6	332,2	518
Polistena	12,4	30,6	46,2	71,4	121,6	190
Reggio Calabria	21,6	33,4	41,2	49,4	95,4	124
Reggio Calabria - Arasi'	13,6	33,4	48,4	74	133,2	165,8
Reggio Calabria - Catona	17,8	33,4	44	67,2	122,2	149,4
Reggio Calabria - Pietrastorta	23,6	35,4	45,6	59,8	107,6	140,4
Reggio Calabria - Rosario	20	34,8	52	68,6	119,4	162,2
Rizziconi	22,6	48,4	53,2	60	86,8	149,4
Rizziconi - Ponte Vecchio	29	49,2	53,4	60	82,6	151,2
Roccabernarda - Serrarossa	6,4	14,8	20	38,4	54,8	77,6
Roccaforte del Greco	30,6	68,4	116,6	218,8	309,8	468,4
Roccella Ionica	26,6	50	69,4	90,4	134	182,8
Rogliano	1,8	4	4,8	6,2	9,4	13
Rosarno	8,4	19,8	27,6	39,8	52,2	80
Roseto Capo Spulico	27,4	69,2	91,6	121,6	170,4	189,8
San Luca	28	58,8	94	162,4	277,8	392,8
San Mauro Marchesato	9,2	15,4	20,8	40,4	62	92,8
San Nicola da Crissa	18,8	37	69,6	130,2	197,8	314,4
San Nicola dell'Alto	9,8	20,8	32,8	65,2	86,8	101,2
San Pietro in Guarano	2	4,4	5,4	5,6	9,4	10,8
San Sosti	4,2	10,6	17	25,4	40	51,8
Santa Caterina dello Ionio	57,4	107,8	150,4	211,4	340,2	453
Santa Cristina d'Aspromonte	31,8	58	81,4	146,2	269,4	458,8
Sant'Agata del Bianco	36	93,6	153	244,6	399,6	523,8
Sant'Alessio in Aspromonte	18,8	32,4	50,2	74,2	136,2	184,2
Savelli	13	26,8	39,8	76,8	112	147,4
Scilla	16,4	33,6	49,4	77,8	136,8	183,6
Scilla - Monte Scrisi	22,4	37,4	54,2	81,8	144	199
Scilla - Piano delle Aquile	26,2	43,4	58,2	84,4	138,8	207,2
Scilla - Solano	21,8	47,6	64,4	97,2	157,4	248,2
Scilla - Tagli	23,4	46	61	91	148,4	228
Scilla - Villaggio del Pino	24	40,8	55,4	82,8	138	200,4
Sellia Superiore	6,8	17	27,8	46,6	61,6	65,8
Serra San Bruno	24	55,8	96	168,8	250,4	404,8
Sibari	6	13,2	20,2	22,4	36,8	51
Sinopoli	28	53,6	66,8	122	202,4	358
Soverato Marina	18	33,4	48,6	86	106	165,4
Soveria Simeri	8,6	20	34,4	59,4	74,2	91
Staiti	40,8	83,8	101	168,6	257,4	296,6
Stignano	21	56,2	90,6	137,2	212,8	368,4
Tarsia	3	7	11,8	14	20,2	28
Taurianova	43	64,6	70	94	154,4	278,8
Taverna - Ciricilla	5,2	12,2	19,8	36	53,2	60,4
Tiriolo	9,8	25,4	39	65,6	85,2	90
Torano Scalo	2,2	4	5	5,2	9,8	10,6
Tortora	6,6	10,6	13,4	15	17,4	17,4
Vibo Marina	8,2	14,4	24,2	32,8	37,8	46
Vibo Valentia	7,6	15,2	24,2	33,8	41,6	59

Stazioni	max 1	max 3	max 6	max 12	max 24	max 48
Vibo Valentia - Longobardi	7,4	16,2	27,6	38,8	45,2	60,4
Villapiana Scalo	25,4	35,2	41,6	52,6	85	97
Zungri	7	15	28,6	37	43,6	68,2

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i pluviometri con valori elevati dei valori massimi di pioggia

Tabella 3 – Massime precipitazioni di durata 1 ora superiori a 40 mm

Stazioni	max 1
Molochio	57,4
Santa Caterina dello Ionio	57,4
Ardore Superiore	50,2
Cittanova	48,8
Antonimina - Canolo Nuovo	46,8
Bovalino Marina	43,8
Taurianova	43
Gambarie	42,6
Capo Spartivento	41,6
Staiti	40,8

Tabella 4 – Massime precipitazioni di durata 3 ore superiori a 80 mm

Stazioni	max 3
Santa Caterina dello Ionio	107,8
Ardore Superiore	96
Sant'Agata del Bianco	93,6
Bovalino Marina	93,4
Chiaravalle Centrale	87,8
Molochio	87
Staiti	83,8

Tabella 5 – Massime precipitazioni di durata 6 ore superiori a 100 mm

Stazioni	max 6
Sant'Agata del Bianco	153
Santa Caterina dello Ionio	150,4
Chiaravalle Centrale	140
Bovalino Marina	123,2
Ardore Superiore	119,8
Roccaforte del Greco	116,6
Gambarie	116,4
Plati'	116,4
Palermiti	104,2
Molochio	101,6
Staiti	101

Tabella 6 – Massime precipitazioni di durata 12 ore superiori a 150 mm

Stazioni	max 12
Sant'Agata del Bianco	244,6
Ardore Superiore	228,2
Chiaravalle Centrale	227,2
Roccaforte del Greco	218,8
Santa Caterina dello Ionio	211,4
Plati'	199,6
Bovalino Marina	184,2
Oriolo	180,6
Palermiti	175,4
Mesoraca-Fratta	174,4
Serra San Bruno	168,8
Staiti	168,6
Gambarie	167,4
Fabrizia - Cassari	162,8
San Luca	162,4
Antonimina - Canolo Nuovo	160,4
Mongiana P.	153,6
Monterosso Calabro	151
Cardeto	150,8
Fabrizia	150

Tabella 7 – Massime precipitazioni di durata 24 ore superiori a 200 mm

Stazioni	max 24
Sant'Agata del Bianco	399,6
Chiaravalle Centrale	373,2
Santa Caterina dello Ionio	340,2
Plati'	332,2
Ardore Superiore	321,2
Roccaforte del Greco	309,8
Mesoraca-Fratta	303,9
Antonimina - Canolo Nuovo	290,8
Fabrizia - Cassari	288
San Luca	277,8
Gambarie	269,8
Santa Cristina d'Aspromonte	269,4
Bovalino Marina	269
Mongiana P.	260,4
Staiti	257,4
Serra San Bruno	250,4
Palermiti	247
Cittanova	238,6
Fabrizia	238,6
Molochio	230,6
Cardeto	223,2
Oriolo	221,4
Stignano	212,8
Petilia Marrata	204,5
Monterosso Calabro	202,6
Sinopoli	202,4

Tabella 8 – Massime precipitazioni di durata 48 ore superiori a 250 mm

Stazioni	max 48
Chiaravalle Centrale	691,2
Fabrizia - Cassari	548,2
Sant'Agata del Bianco	523,8
Plati'	518
Antonimina - Canolo Nuovo	511,6
Roccaforte del Greco	468,4
Mongiana P.	467,6
Ardore Superiore	464
Santa Cristina d'Aspromonte	458,8
Santa Caterina dello Ionio	453
Fabrizia	433,6
Mesoraca-Fratta	431,5
Cittanova	430,2
Molochio	415,6
Serra San Bruno	404,8
San Luca	392,8
Palermiti	390,6
Gambarie	375
Stignano	368,4
Sinopoli	358
Bovalino Marina	336,2
San Nicola da Crissa	314,4
Staiti	296,6
Antonimina	289,8
Cardeto	287,6
Petilia Marrata	285,7
Taurianova	278,8
Monterosso Calabro	274,6
Petilia Policastro Pagliarelle	267,8
Cenadi - Serralta	266,8
Petrona'	261,2
Cardeto - Liddu	251,8

2.3.2 Mappa dei massimi di precipitazione

Le mappe seguenti riportano la spazializzazione dei massimi di pioggia a 12, 24 e 48 ore.

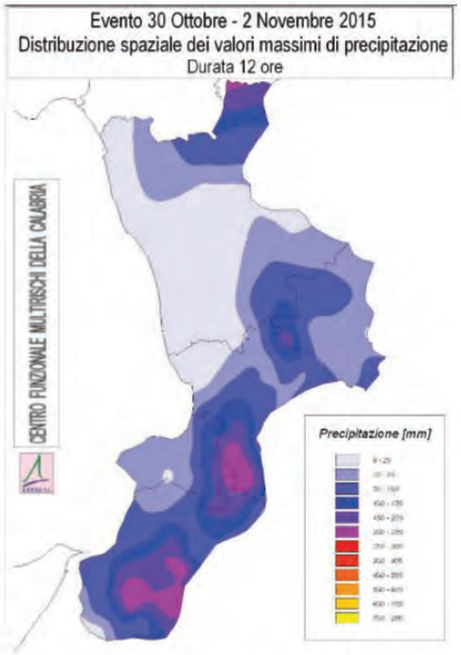


Figura 18 – massimi di durata 12 ore

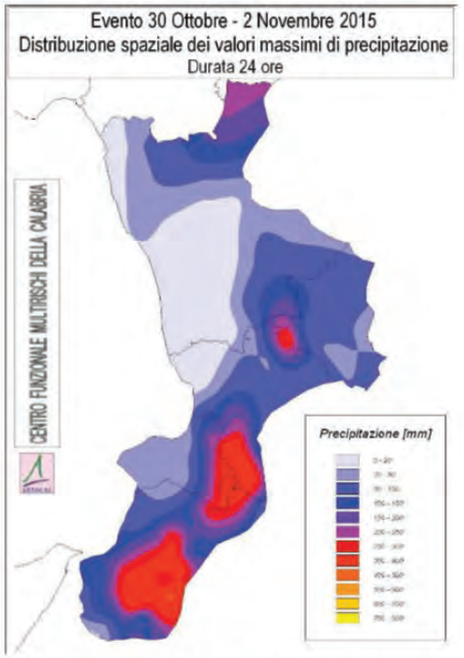


Figura 19 - massimi di durata 24 ore

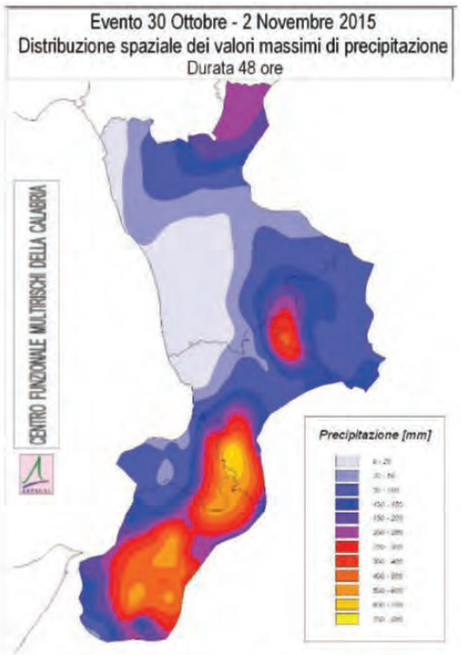


Figura 20 - massimi di durata 48 ore

2.3.3 Calcolo dei tempi di ritorno

Come si può vedere dai dati e dalle tabelle esposte precedentemente non si è trattato di piogge brevi e intense, ma piuttosto di una precipitazione di lunga durata e persistente. La valutazione del tempo di ritorno è stata effettuata comunque per tutte le durate

Il calcolo dei tempi di ritorno è stato effettuato utilizzando il metodo TCEV (Two Components Extreme Value), per le stazioni in cui sono stati registrati valori di precipitazione significativi e con serie storiche relativamente numerose.

In particolare, nel caso in cui la numerosità della serie risulta minore di 10 dati il tempo di ritorno 'T' non è stato calcolato; per le serie con numerosità maggiore o uguale a 10 dati 'T' è stato comunque calcolato pur non rappresentando per n< 20 un'informazione statisticamente significativa.

Tabella 8 – Tempi di ritorno per le diverse durate

Stazioni	max 1	T(anni)	consistenza serie n.
Molochio	57,4	**ND**	*3*
Santa Caterina dello Ionio	57,4	**ND**	*3*
Ardore Superiore	50,2	**4**	*55*
Cittanova	48,8	**10**	*71*
Antonimina - Canolo Nuovo	46,8	**4**	*28*
Bovalino Marina	43,8	**ND**	*3*
Taurianova	43	**ND**	*3*
Gambarie	42,6	**19**	*27*
Capo Spartivento	41,6	**5**	*14*
Staiti	40,8	**2**	*14*

Stazioni	max 3	T(anni)	consistenza serie n.
Santa Caterina dello Ionio	107,8	**ND**	*3*
Ardore Superiore	96	**11**	*55*
Sant'Agata del Bianco	93,6	**9**	*10*
Bovalino Marina	93,4	**ND**	*3*
Chiaravalle Centrale	87,8	**5**	*66*
Molochio	87	**ND**	*3*
Staiti	83,8	**6**	*14*

Stazioni	max 6	T(anni)	consistenza serie n.
Sant'Agata del Bianco	153	**14**	*10*
Santa Caterina dello Ionio	150,4	**ND**	*3*
Chiaravalle Centrale	140	**8**	*66*
Bovalino Marina	123,2	**ND**	*3*
Ardore Superiore	119,8	**12**	*55*
Roccaforte del Greco	116,6	**10**	*13*
Gambarie	116,4	**45**	*27*
Plati'	116,4	**11**	*41*
Palermiti	104,2	**6**	*18*
Molochio	101,6	**ND**	*3*
Staiti	101	**8**	*14*

Stazioni	max 12	T(anni)	consistenza serie n.
Sant'Agata del Bianco	244,6	**27**	*10*
Ardore Superiore	228,2	**64**	*55*
Chiaravalle Centrale	227,2	**16**	*66*
Roccaforte del Greco	218,8	**49**	*13*
Santa Caterina dello Ionio	211,4	**ND**	*3*
Plati'	199,6	**37**	*41*
Bovalino Marina	184,2	**ND**	*3*
Oriolo	180,6	**77**	*33*
Palermiti	175,4	**14**	*18*
Mesoraca-Fratta	174,4	**ND**	*1*
Serra San Bruno	168,8	**5**	*72*
Staiti	168,6	**45**	*14*
Gambarie	167,4	**37**	*27*
Fabrizia - Cassari	162,8	**5**	*14*
San Luca	162,4	**22**	*37*
Antonimina - Canolo Nuovo	160,4	**10**	*28*
Mongiana P.	153,6	**9**	*14*
Monterosso Calabro	151	**128**	*13*
Cardeto	150,8	**ND**	*5*
Fabrizia	150	**12**	*24*

Stazioni	max 24	T(anni)	consistenza serie n.
Sant'Agata del Bianco	399,6	**138**	*10*
Chiaravalle Centrale	373,2	**30**	*66*
Santa Caterina dello Ionio	340,2	**ND**	*3*
Plati'	332,2	**86**	*41*
Ardore Superiore	321,2	**118**	*55*
Roccaforte del Greco	309,8	**40**	*13*
Mesoraca-Fratta	303,9	**ND**	*1*
Antonimina - Canolo Nuovo	290,8	**28**	*28*
Fabrizia - Cassari	288	**13**	*14*
San Luca	277,8	**48**	*37*
Gambarie	269,8	**90**	*27*
Santa Cristina d'Aspromonte	269,4	**7**	*39*
Bovalino Marina	269	**ND**	*3*
Mongiana P.	260,4	**17**	*14*
Staiti	257,4	**94**	*14*
Serra San Bruno	250,4	**7**	*72*
Palermiti	247	**23**	*18*
Cittanova	238,6	**21**	*71*
Fabrizia	238,6	**22**	*24*
Molochio	230,6	**ND**	*3*
Cardeto	223,2	**ND**	*5*
Oriolo	221,4	**64**	*33*
Stignano	212,8	**ND**	*3*
Petilia Marrata	204,5	**ND**	*1*
Monterosso Calabro	202,6	**87**	*13*
Sinopoli	202,4	**32**	*26*

2.3.4 Determinazione dei casi critici.

Dalle tabelle precedenti si evince che i tempi di ritorno più alti sono relativi alle piogge di durata più lunga e che diverse stazioni presentano una serie storica di piogge di breve durata non sufficientemente consistente.

Pertanto si è proceduto all'analisi delle precipitazioni plurigiornaliere, confrontando i dati con le relative serie storiche e determinando il livello di caso critico

Tabella 9 – Massime precipitazioni con altezze di pioggia di due giorni consecutivi superiore a 300 mm

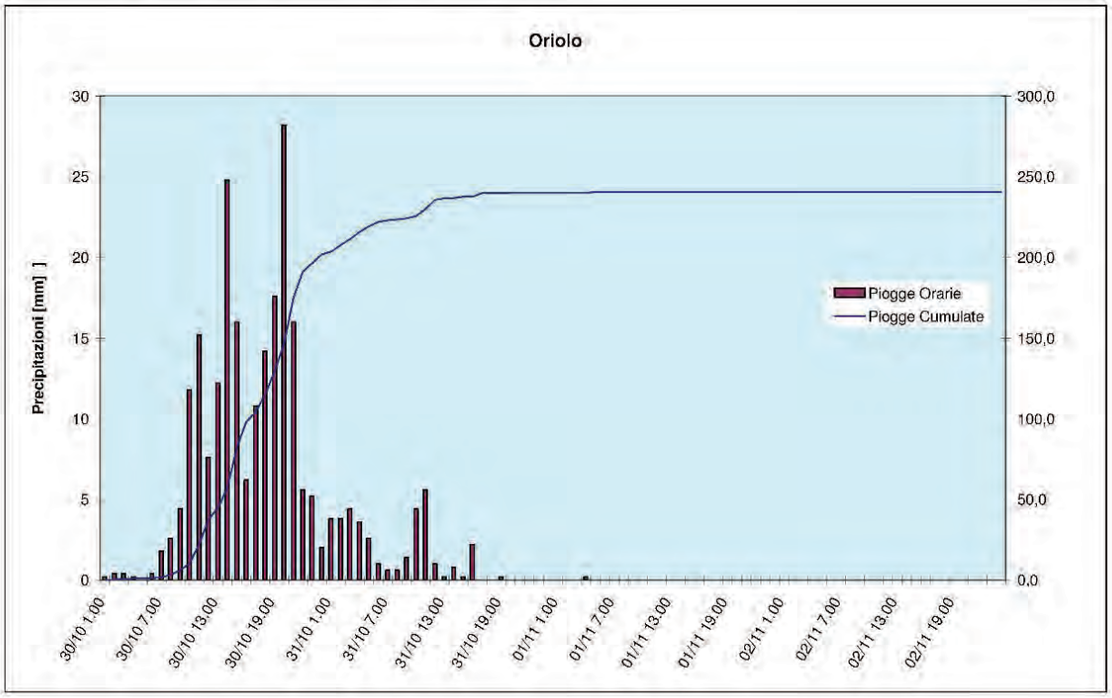
Codice stazione	pluviometro	max 2gg	Caso critico
1960	Chiaravalle Centrale	687,2	2°
2150	Fabrizia - Cassari	545,8	1°
2230	Plati'	504,6	2°
2180	Antonimina - Canolo Nuovo	499,2	1°
2270	Sant'Agata del Bianco	479,6	1°
2086	Mongiana P.	467,6	1°
2210	Ardore Superiore	457,2	1°
2540	Santa Cristina d'Aspromonte	446,0	4°
2340	Roccaforte del Greco	435,2	2°
2090	Fabrizia	433,6	1°
2025	Santa Caterina dello Ionio	427,6	1°
8007	Mesoraca-Fratta	421,0	ND
2600	Cittanova	417,2	2°
1980	Serra San Bruno	404,8	2°
2580	Molochio	404,4	1°
2260	San Luca	387,6	2°
1940	Palermiti	366,0	5°
2470	Gambarie	364,0	2°
2072	Stignano	357,8	ND
2560	Sinopoli	347,4	1°
2220	Bovalino Marina	333,0	ND
2647	San Nicola da Crissa	314,2	ND

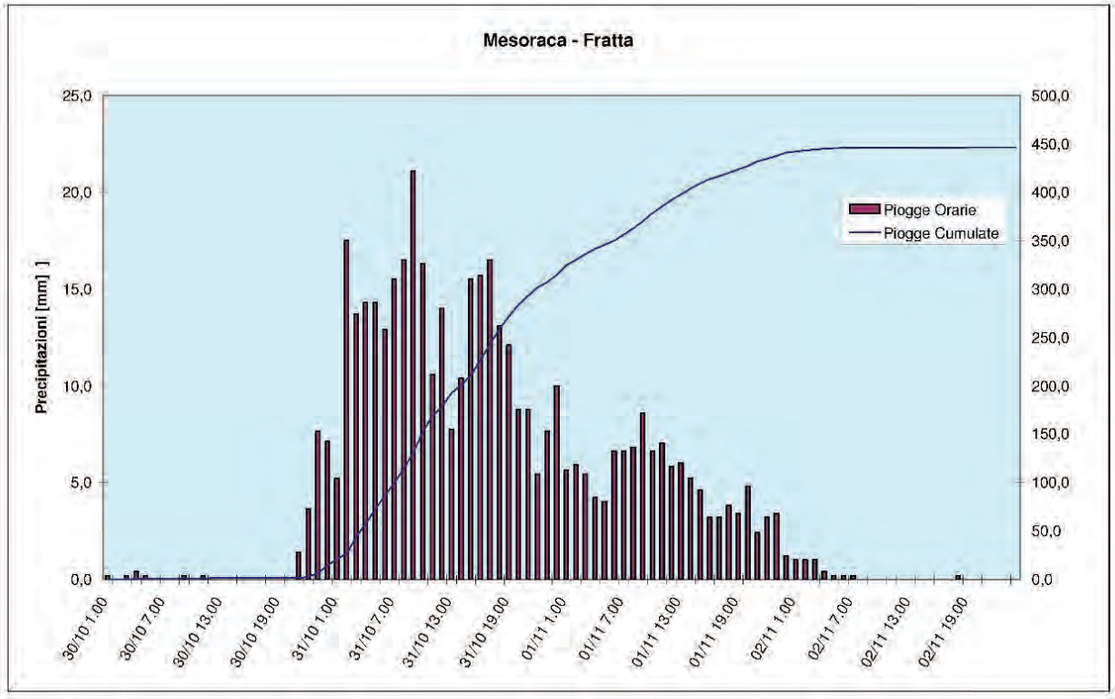
Tabella 10 – Massime precipitazioni con altezze di pioggia di tre giorni consecutivi superiori a 400 mm

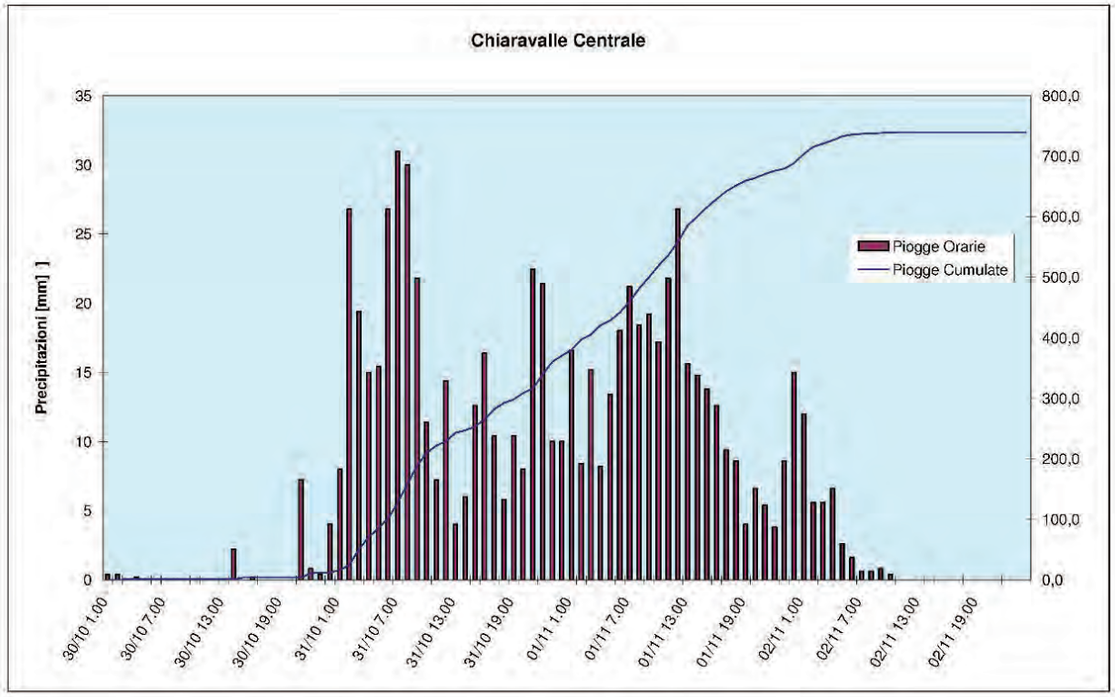
Codice stazione	pluviometro	max 3gg	Caso critico
1960	Chiaravalle Centrale	723,6	2°
2150	Fabrizia - Cassari	571,6	1°
2270	Sant'Agata del Bianco	566,4	1°
2230	Plati'	546,2	2°
2180	Antonimina - Canolo Nuovo	542,2	1°
2340	Roccaforte del Greco	507,4	3°
2540	Santa Cristina d'Aspromonte	495,8	2°
2210	Ardore Superiore	491,6	2°
2025	Santa Caterina dello Ionio	483,8	1°
2086	Mongiana P.	479,4	1°
2600	Cittanova	452,8	3°
2090	Fabrizia	442,4	1°
8007	Mesoraca-Fratta	442,1	ND
2580	Molochio	436,2	1°
2260	San Luca	426,0	4°
1980	Serra San Bruno	412,6	4°
2072	Stignano	402,4	ND
1940	Palermiti	400,2	6°

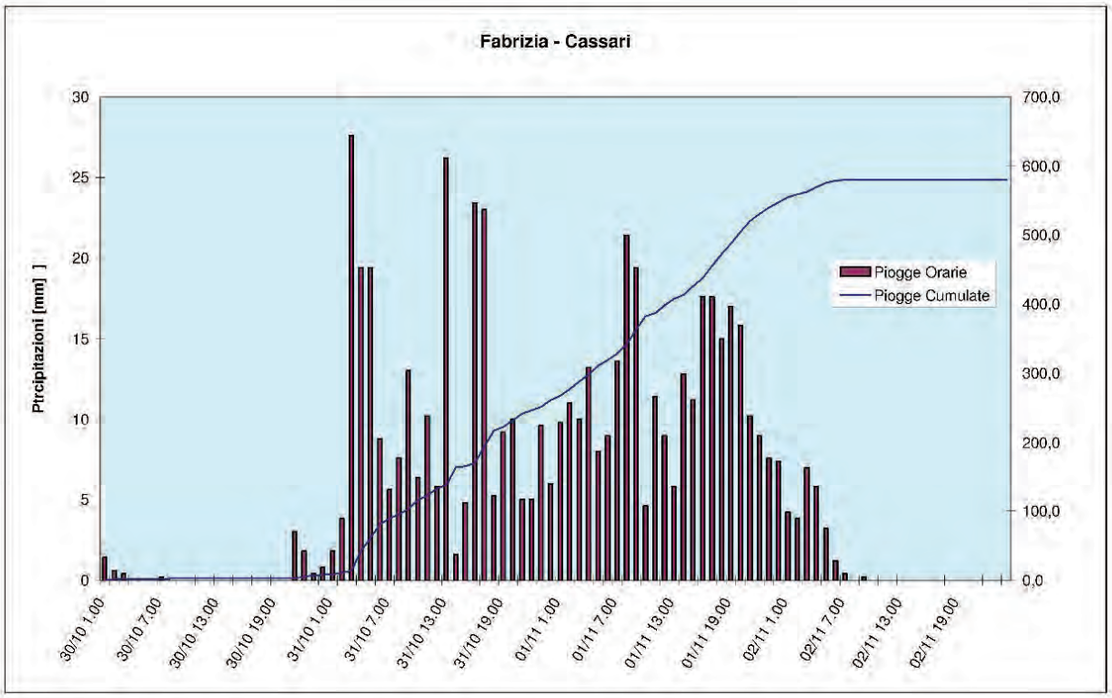
2.4 Alcuni diagrammi pluviometrici

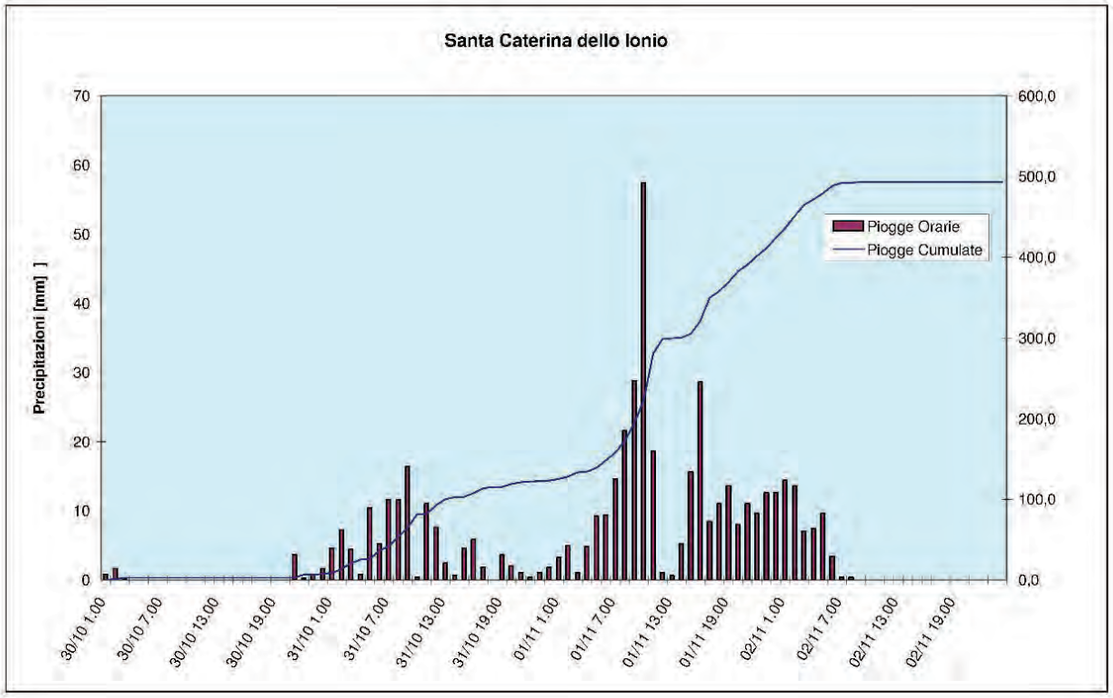
Di seguito vengono riportati i diagrammi pluviometrici relativi alle stazioni in cui sono state registrate le precipitazioni cumulate più intense.

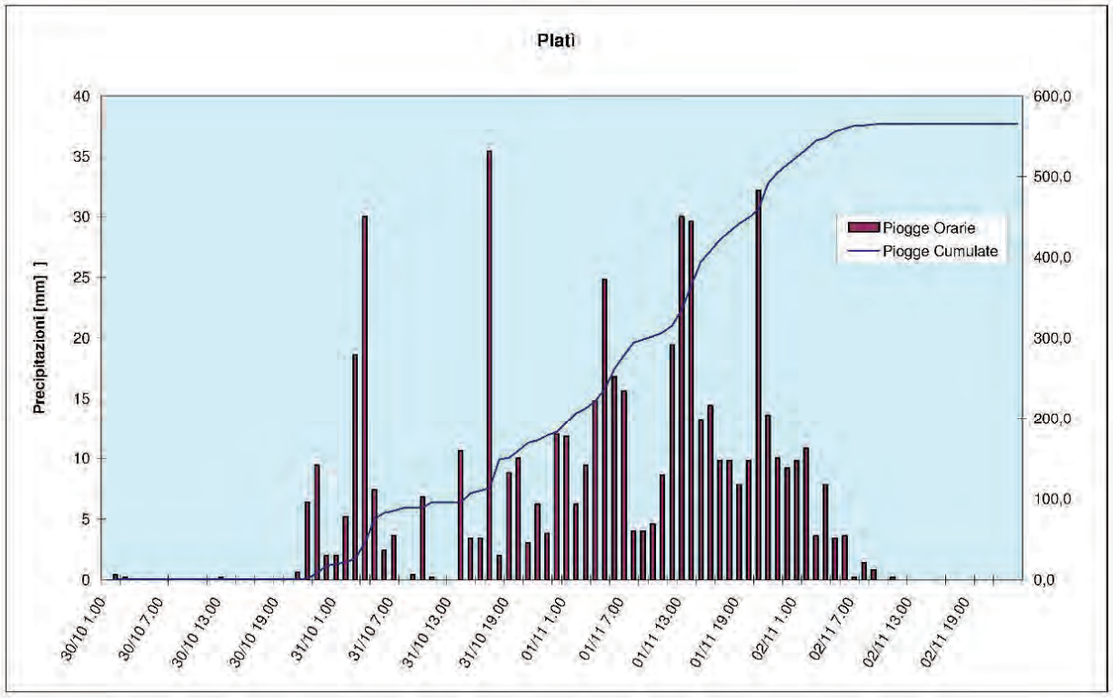


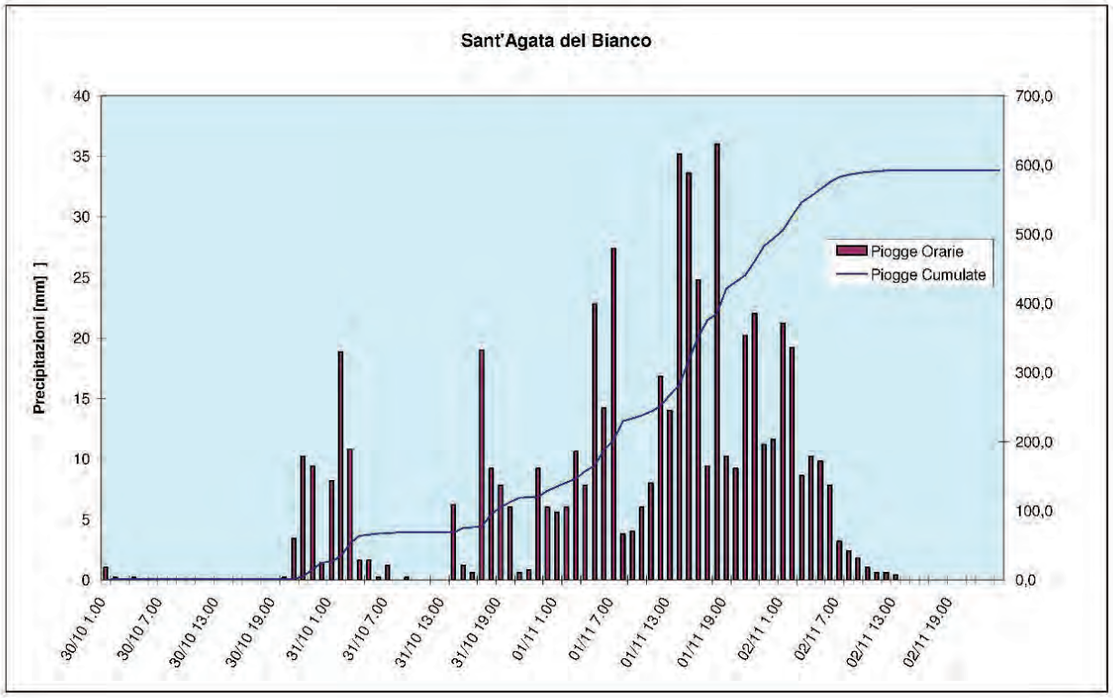


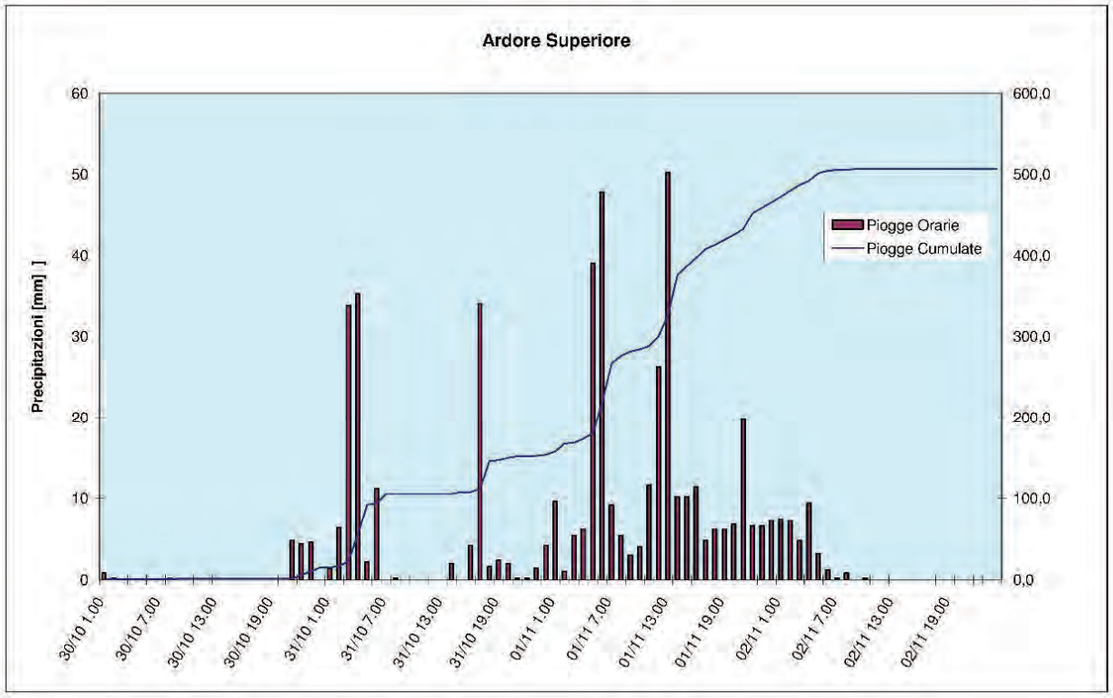

Chiaravalle Centrale
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
35
30
25
20
15
10
5
0
800,0
700,0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

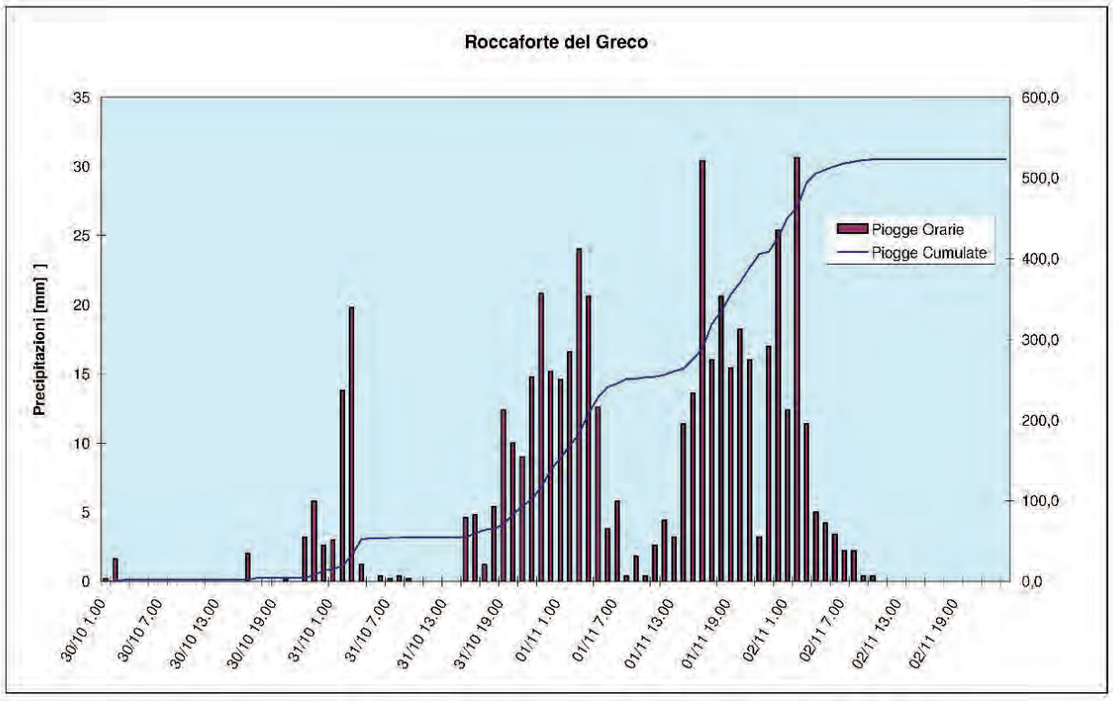

Fabrizia - Cassari
Ptrcipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
30
25
20
15
10
5
0
700,0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

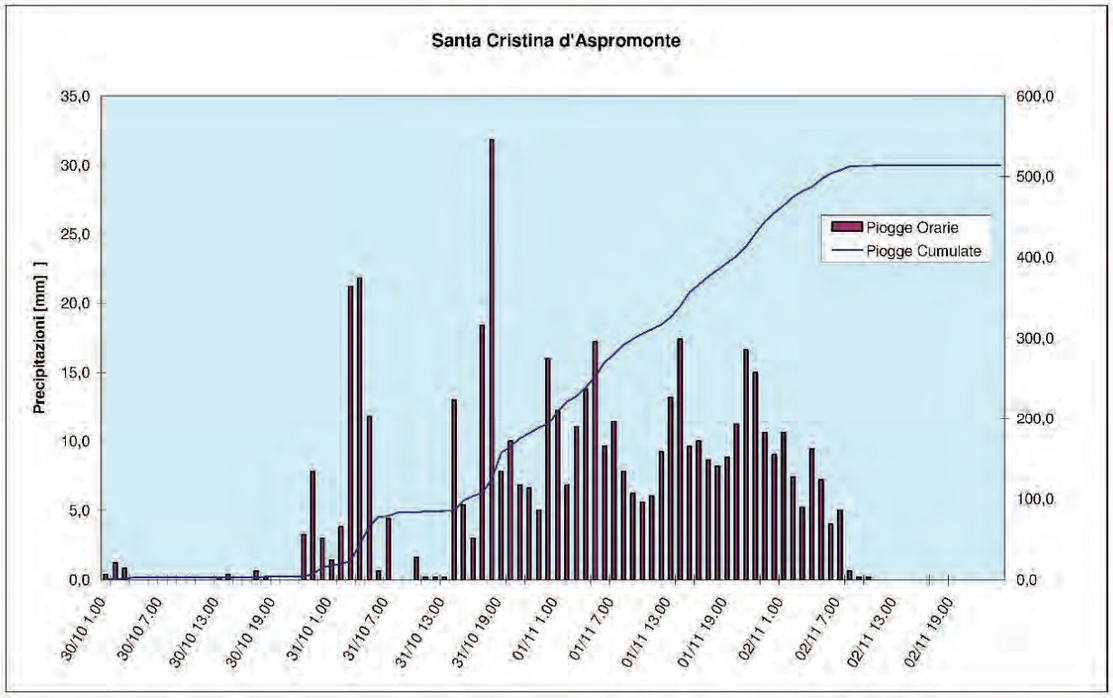

Santa Caterina dello Ionio
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
70
60
50
40
30
20
10
0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00


Platì
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
40
35
30
25
20
15
10
5
0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00


Sant'Agata del Bianco
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,0
100,0
200,0
300,0
400,0
500,0
600,0
700,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

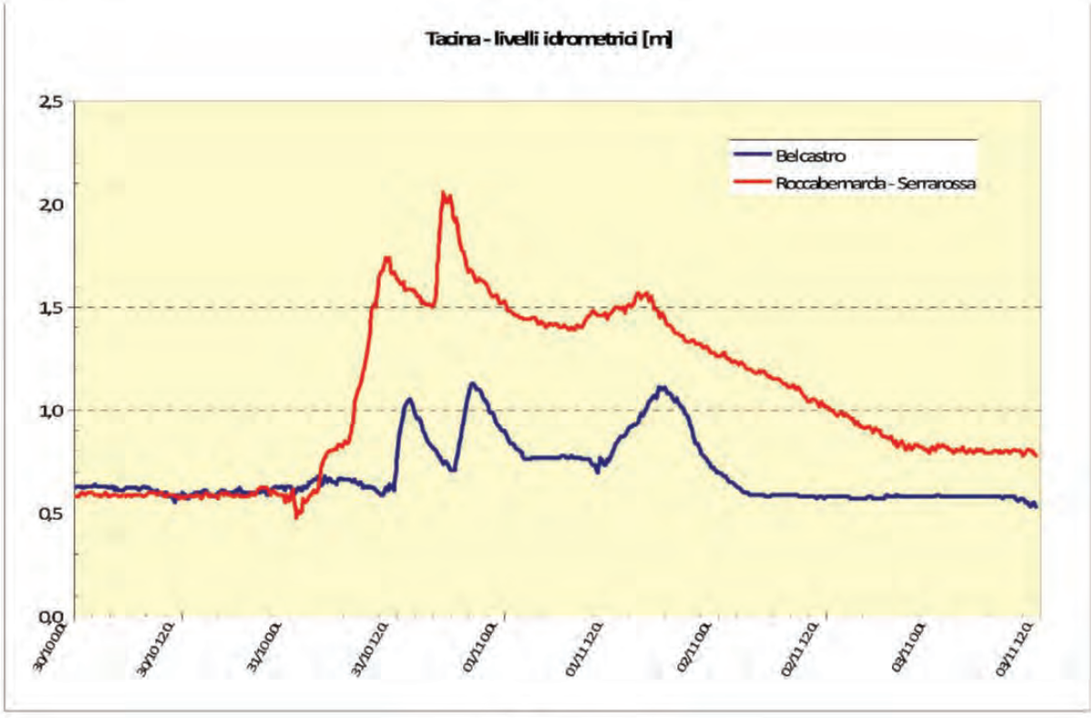

Ardore Superiore
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
0
10
20
30
40
50
60
0,0
100,0
200,0
300,0
400,0
500,0
600,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

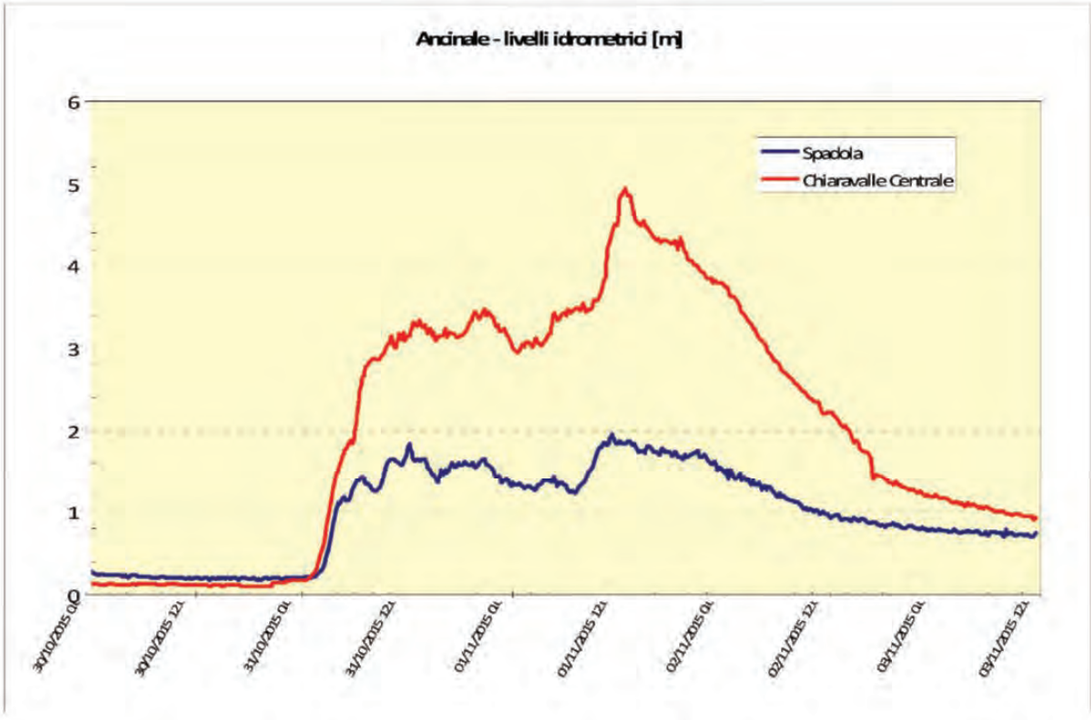

Roccaforte del Greco
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
35
30
25
20
15
10
5
0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

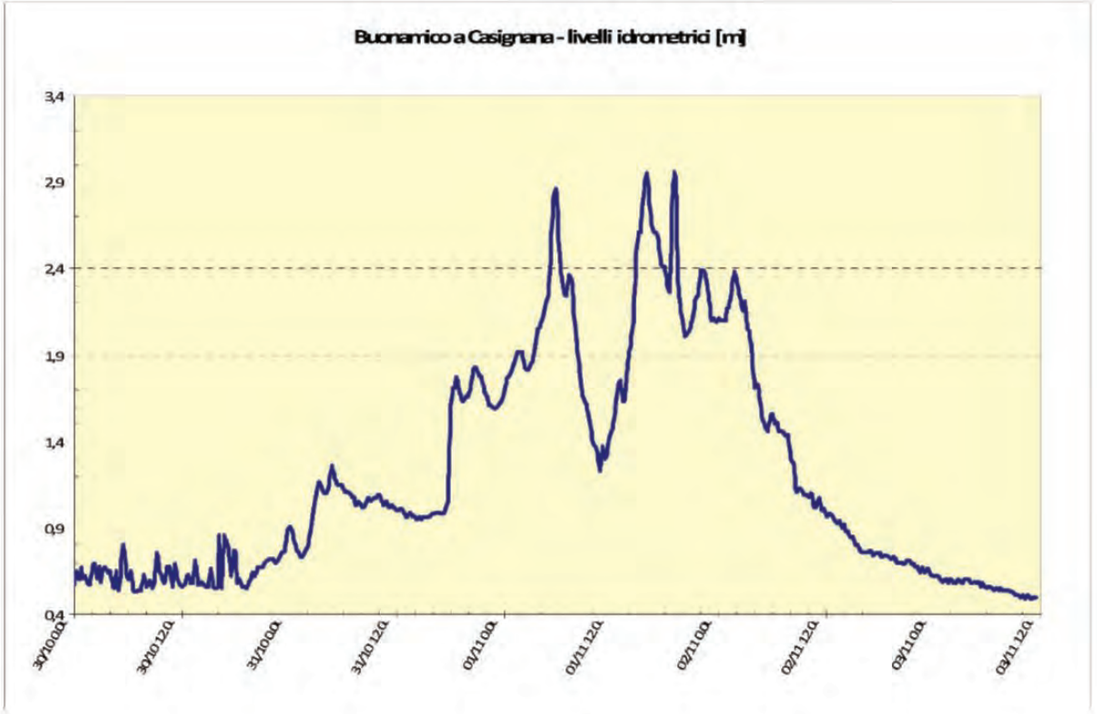

Santa Cristina d'Aspromonte
Precipitazioni [mm]]
Piogge Orarie
Piogge Cumulate
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
600,0
500,0
400,0
300,0
200,0
100,0
0,0
30/10 1.00
30/10 7.00
30/10 13.00
30/10 19.00
31/10 1.00
31/10 7.00
31/10 13.00
31/10 19.00
01/11 1.00
01/11 7.00
01/11 13.00
01/11 19.00
02/11 1.00
02/11 7.00
02/11 13.00
02/11 19.00

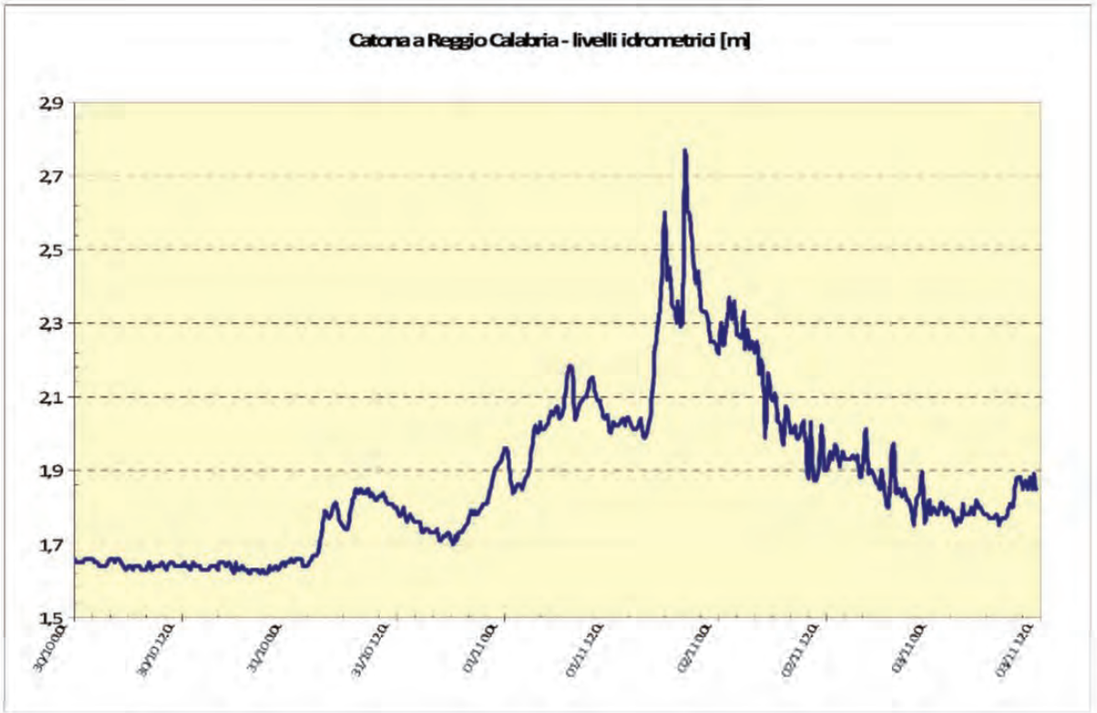
3. Idrogrammi di piena

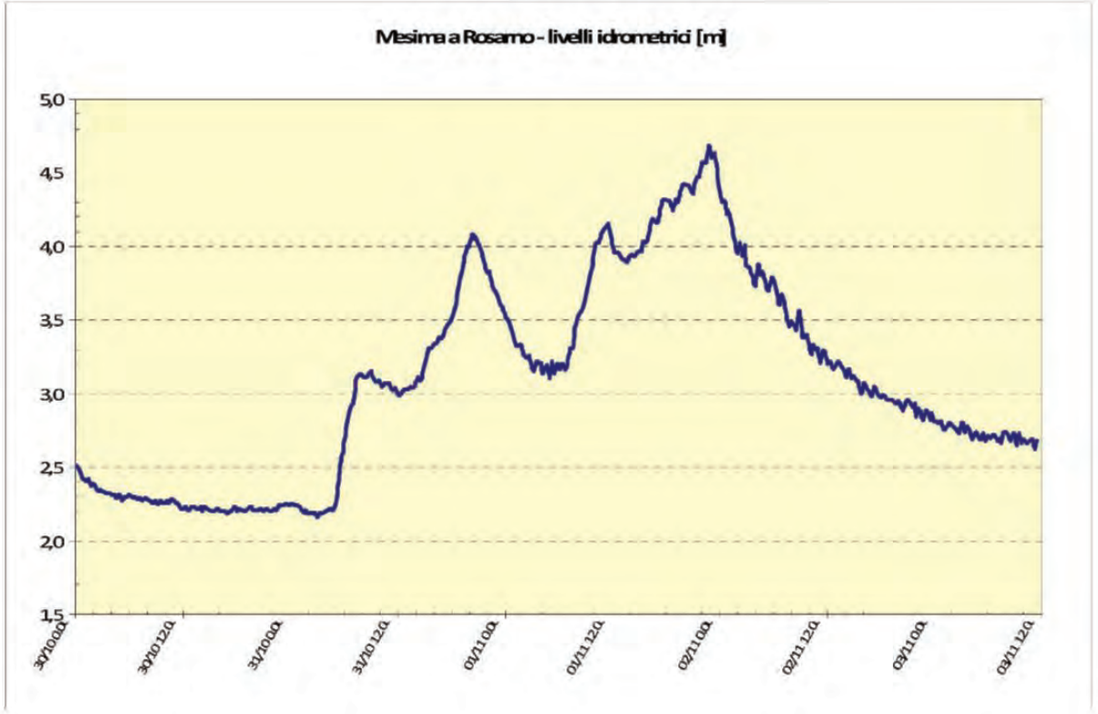
Anche dall'andamento delle altezze idrometriche si deduce che l'evento non è stato impulsivo ma persistente, con picchi di piena ripetuti e ravvicinati nel tempo.
Vengono di seguito riportati gli idrogrammi di piena dei corsi d'acqua dei bacini interessati dall'evento.

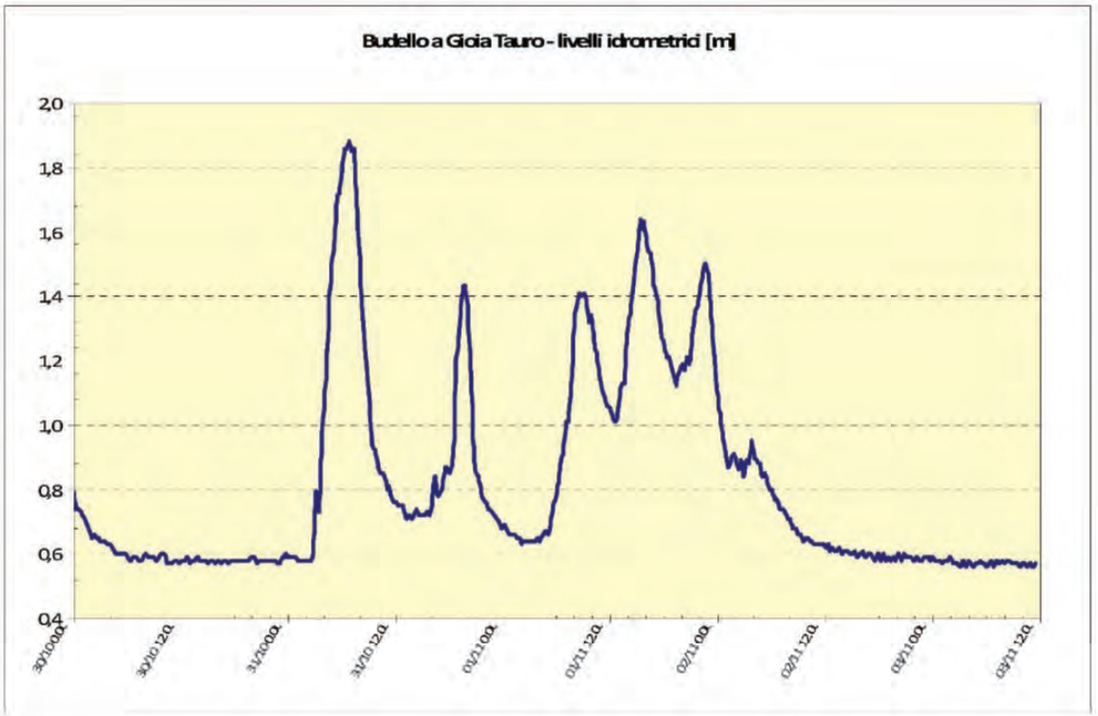





Buonamico a Casignana - livelli idrometrici [m]
3,4
2,9
2,4
1,9
1,4
0,9
0,4
30/10 00
30/10 12
31/10 00
31/10 12
01/11 00
01/11 12
02/11 00
02/11 12
03/11 00
03/11 12


Catona a Reggio Calabria - livelli idrometrici [m]
2,9
2,7
2,5
2,3
2,1
1,9
1,7
1,5
30/10 00
30/10 12
31/10 00
31/10 12
01/11 00
01/11 12
02/11 00
02/11 12
03/11 00
03/11 12


Mesima a Rosarno - livelli idrometrici [m]
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
30/10 00
30/10 12
31/10 00
31/10 12
01/11 00
01/11 12
02/11 00
02/11 12
03/11 00
03/11 12


Budello a Gioia Tauro - livelli idrometrici [m]
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
30/10 00
30/10 12
31/10 00
31/10 12
01/11 00
01/11 12
02/11 00
02/11 12
03/11 00
03/11 12

4. Comuni allertati dal Sistema di Allertamento del Centro Funzionale Multirischi

Il Centro Funzionale Multirischi, attivato in regime di h24 durante l'intero sviluppo dell'evento, ha emesso una serie di Avvisi di Criticità per evento in atto, individuando i comuni per i quali venivano superate le soglie di criticità pluviometrica, ai sensi della Direttiva sul Sistema di Allertamento regionale per il rischio idrogeologico e idraulico in Calabria adottata con D.G.R n.172 del 29 marzo 2007.

Di seguito si riporta, in mappa ed in tabella, l'elenco dei comuni allertati corredato dal relativo livello di soglia superato.

Durante l'evento sono stati allertati 285 comuni di cui, 162 di livello 3, 54 di livello 2 e 69 di livello 1.

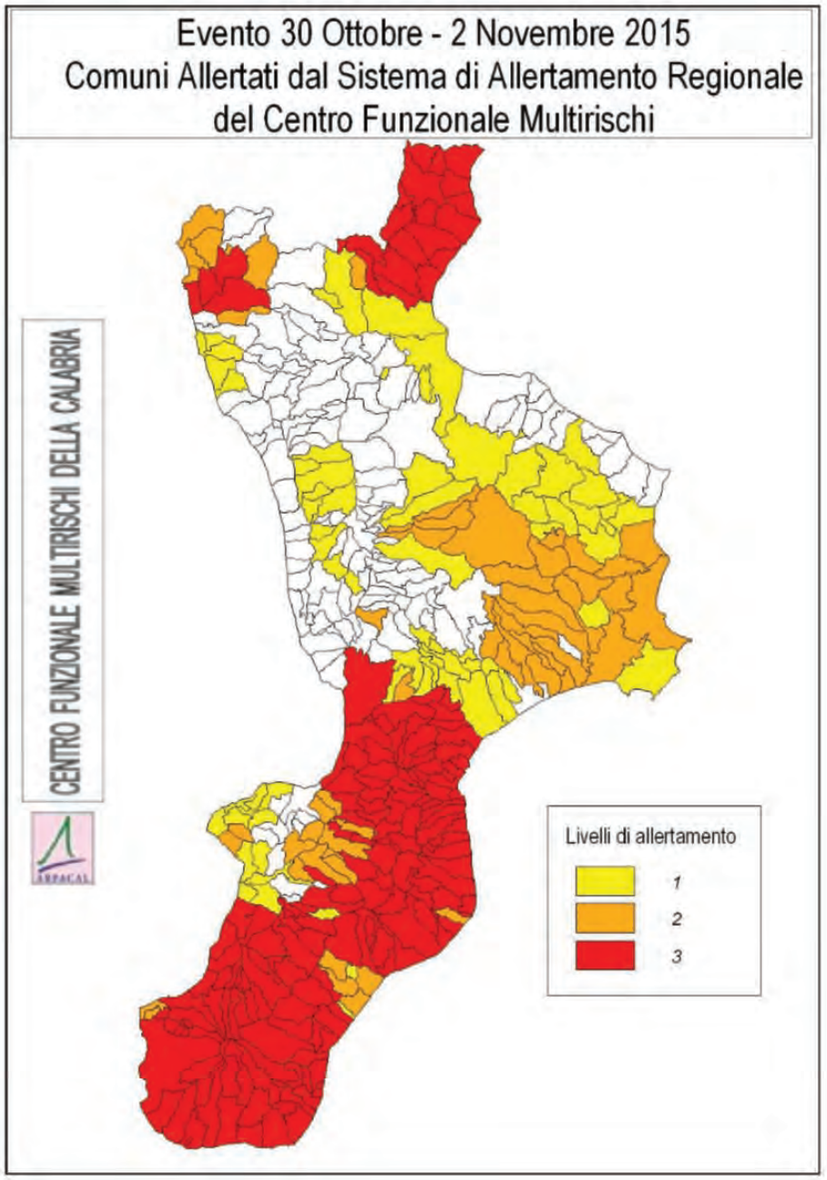


Tabella 11 – livelli di allertamento

ISTAT	Comune	massimo livello
1880001	Africo	3
1878006	Albidona	3
1878007	Alessandria del Carretto	3
1879003	Amaroni	3
1878011	Amendolara	3
1880003	Anoia	3
1880004	Antonimina	3
1880005	Ardore	3
1879006	Arena	3
1879007	Argusto	3
1879008	Badolato	3
1880006	Bagaladi	3
1880007	Bagnara Calabra	3
1880008	Benestare	3
1880009	Bianco	3
1880010	Bivongi	3
1879011	Borgia	3
1880011	Bova	3
1880013	Bova Marina	3
1880012	Bovalino	3
1880014	Brancaleone	3
1879014	Brognaturo	3
1880015	Bruzzano Zeffirio	3
1880016	Calanna	3
1878024	Canna	3
1879016	Capistrano	3
1880021	Caraffa del Bianco	3
1879017	Caraffa di Catanzaro	3
1880022	Cardeto	3
1879018	Cardinale	3
1880023	Careri	3
1880024	Casignana	3
1878032	Castroregio	3
1880025	Caulonia	3
1879024	Cenadi	3
1879025	Centrache	3
1878036	Cerchiara di Calabria	3
1879029	Chiaravalle Centrale	3
1880026	Cimina'	3
1880027	Cinquefrondi	3
1880028	Cittanova	3
1878041	Civita	3
1880029	Condofuri	3

ISTAT	Comune	massimo livello
1879034	Cortale	3
1880030	Cosoleto	3
1879039	Curinga	3
1879042	Davoli	3
1880031	Delianuova	3
1879046	Fabrizia	3
1880033	Ferruzzano	3
1879049	Filadelfia	3
1879051	Filogaso	3
1880034	Fiumara	3
1879053	Francavilla Angitola	3
1878056	Francavilla Marittima	3
1879055	Gagliato	3
1880035	Galatro	3
1879056	Gasperina	3
1880038	Gioia Tauro	3
1880039	Gioiosa Ionica	3
1879059	Girifalco	3
1880040	Grotteria	3
1879061	Guardavalle	3
1879063	Isca sullo Jonio	3
1879065	Jacurso	3
1880041	Laganadi	3
1879160	Lamezia Terme	3
1879069	Maida	3
1879070	Maierato	3
1880044	Mammola	3
1879072	Marcellinara	3
1880045	Marina di Gioiosa Ionica	3
1880046	Maropati	3
1880047	Martone	3
1880048	Melicucca'	3
1880049	Melicucco	3
1880050	Melito di Porto Salvo	3
1880051	Molochio	3
1880052	Monasterace	3
1879079	Mongiana	3
1879080	Montauro	3
1880053	Montebello Jonico	3
1878082	Montegiordano	3
1879081	Montepaone	3
1879082	Monterosso Calabro	3
1880054	Motta San Giovanni	3
1879084	Nardodipace	3
1878086	Nocara	3
1879088	Olivadi	3

ISTAT	Comune	massimo livello
1880055	Oppido Mamertina	3
1878087	Oriolo	3
1878088	Orsomarso	3
1879089	Palermiti	3
1880056	Palizzi	3
1880057	Palmi	3
1878092	Papasidero	3
1880058	Pazzano	3
1879094	Petrizzi	3
1879097	Pizzo	3
1880059	Placanica	3
1878100	Plataci	3
1880060	Plati'	3
1879100	Polia	3
1880061	Polistena	3
1880063	Reggio di Calabria	3
1880064	Riace	3
1880065	Rizziconi	3
1878103	Rocca Imperiale	3
1880066	Roccaforte del Greco	3
1880067	Roccella Ionica	3
1880068	Roghudi	3
1878107	Roseto Capo Spulico	3
1880070	Samo	3
1879108	San Floro	3
1880071	San Giorgio Morgeto	3
1880072	San Giovanni di Gerace	3
1880073	San Lorenzo	3
1878120	San Lorenzo Bellizzi	3
1880074	San Luca	3
1879112	San Nicola da Crissa	3
1879114	San Pietro a Maida	3
1880075	San Pietro di Carida'	3
1880076	San Procopio	3
1880077	San Roberto	3
1879116	San Sostene	3
1879122	San Vito sullo Ionio	3
1879117	Santa Caterina dello Ioni	3
1880078	Santa Cristina d'Aspromon	3
1878130	Santa Domenica Talao	3
1880079	Sant'Agata del Bianco	3
1880080	Sant'Alessio in Aspromont	3
1879118	Sant'Andrea Apostolo dell	3
1880081	Sant'Eufemia d'Aspromonte	3
1880082	Sant'Ilario dello Ionio	3
1880083	Santo Stefano in Aspromon	3

ISTAT	Comune	massimo livello
1879123	Satriano	3
1878138	Scalea	3
1880084	Scido	3
1880085	Scilla	3
1880086	Seminara	3
1879128	Serra San Bruno	3
1879131	Settingiano	3
1879132	Simbario	3
1880089	Sinopoli	3
1879135	Sorianello	3
1879136	Soriano Calabro	3
1879137	Soverato	3
1879140	Spadola	3
1879142	Squillace	3
1880090	Staiti	3
1879143	Staletti	3
1880091	Stignano	3
1880092	Stilo	3
1880093	Taurianova	3
1880094	Terranova Sappo Minulio	3
1879148	Torre di Ruggiero	3
1878150	Trebisacce	3
1879151	Vallefiorita	3
1879152	Vallelonga	3
1880095	Varapodio	3
1879153	Vazzano	3
1878154	Villapiana	3
1879001	Acquaro	2
1878005	Aieta	2
1879005	Andali	2
1879009	Belcastro	2
1879010	Belvedere di Spinello	2
1879012	Botricello	2
1879015	Caccuri	2
1880017	Camini	2
1880018	Campo Calabro	2
1880020	Canolo	2
1879026	Cerenzia	2
1879027	Cerva	2
1879035	Cotronei	2
1879036	Cropani	2
1879037	Crotone	2
1879040	Cutro	2
1879041	Dasa'	2
1879044	Dinami	2
1879054	Francica	2

ISTAT	Comune	massimo livello
1878057	Frascineto	2
1880036	Gerace	2
1879057	Gerocarne	2
1879066	Joppolo	2
1880043	Locri	2
1879068	Magisano	2
1879076	Mesoraca	2
1879078	Mileto	2
1878084	Mormanno	2
1879083	Motta Santa Lucia	2
1878095	Pedace	2
1879093	Petilia Policastro	2
1879095	Petrona'	2
1879096	Pianopoli	2
1879098	Pizzoni	2
1878101	Praia a Mare	2
1879103	Rocca di Neto	2
1879102	Roccabernarda	2
1878119	San Giovanni in Fiore	2
1878125	San Nicola Arcella	2
1879119	Santa Severina	2
1879121	Sant'Onofrio	2
1879125	Scandale	2
1878141	Serra Pedace	2
1880087	Serrata	2
1879130	Sersale	2
1880088	Siderno	2
1878144	Spezzano Piccolo	2
1879141	Spilinga	2
1879144	Stefanaconi	2
1879145	Strongoli	2
1878149	Tortora	2
1878153	Verbicaro	2
1880096	Villa San Giovanni	2
1879157	Zagarise	2
1880002	Agnana Calabra	1
1879004	Amato	1
1878012	Aprigliano	1
1878015	Belvedere Marittimo	1
1878018	Bocchigliero	1
1879013	Briatico	1
1878020	Buonvicino	1
1878023	Campana	1
1880019	Candidoni	1
1879019	Carfizzi	1
1879020	Carlopoli	1

ISTAT	Comune	massimo livello
1879126	Sellia	1
1879129	Serrastretta	1
1879133	Simeri Crichi	1
1879139	Soveria Simeri	1
1878143	Spezzano della Sila	1
1879147	Tiriolo	1
1879149	Tropea	1
1879150	Umbriatico	1
1879154	Verzino	1
1879156	Zaccanapoli	1
1879158	Zambrone	1
1879159	Zungri	1

1.18. Cronistorie calabresi

23-24 gennaio 1946. – Dopo un lungo periodo di piogge (gennaio risulterà il periodo più piovoso del periodo 1921-1970) un nubifragio colpisce la regione centro-meridionale con nuclei di maggiore precipitazione ubicati sulla Sila e Aspromonte. A Santuario di Polsi, sul bacino idrografico del Bonamico, si registra la più alta piovosità con valori che superano i 400 mm giornalieri. I corsi d'acqua, pur raggiungendo livelli idrometrici considerevoli, non danno luogo a esondazioni di rilievo; si segnalano però alcuni fenomeni franosi che interessano marginalmente centri abitati e vie di comunicazione delle tre province (*fonte*: Coloiero e Mercuri, 1980).

anno 1947. – A Roseto Capo Spulico, in provincia di Cosenza, movimenti franosi coinvolgono i Rioni Cappella e Castrum Roseti (*fonte*: atti amministrazione comunale di Roseto Capo Spulico).

11 maggio 1947. – Terremoto del Golfo di Squillace, con epicentro localizzato a circa 8 Km dalla costa, di fronte a Isca sullo Ionio, con intensità massime nell'entroterra della provincia di Catanzaro attribuite all'VIII grado MCS (tab. 92).

Lo Stato dichiara danneggiati circa 70 comuni (*fonti*: Dlg 7.10.1947 n. 1303 in *GU* 29 nov., n. 275; Bottari e al., 1985).

Tab. 92. – Terremoto del Golfo di Squillace, 11 maggio 1947, provincia di Catanzaro. Intensitá scala MCS (da CNR- PFG).

VIII	grado:	Borgia, Gasperina, Isca sullo Ionio (con danni assimilabili anche al IX grado), S. Floro, S. Sostene, Soverato, Squillace, Staletti;
VIII-VII	grado:	Argusto, Chiaravalle, Davoli, Girifalco, Montauro, Monterosso Calabro, Olivadi, S. Andrea Apostolo dello Ionio, Vallefiorita;
VII	grado:	Albi, Amato, Andali, Cardinale, Cicala, Cortale, Cropani, Curinga, Feroleto Antico, Filadelfia, Fossato Ferralta, Francavilla Angitola, Guardavalle, Jacurso, Maierato, Marcellinara, Pizzo Calabro, Pizzoni, Polia, S. Nicola da Crissa, S. Pietro Apostolo, S. Pietro a Maida, Simbario, Soriano Calabro, Spadola, Tiriolo, Vallelonga.

anno 1948. – A S. Pietro in Guarano, in provincia di Cosenza, sulle pendici della Sila Grande, un movimento franoso provoca il parziale abbattimento di un fabbricato adibito a mulino. La stessa zona dell'abitato era stata interessata, nel 1930, da un franamento che aveva prodotto – tra l'altro – la rottura dell'acquedotto. In futuro l'area verrà ulteriormente edificata (*fonte*: Cascini, 1986).

1-10 marzo 1951. – Abbondanti precipitazioni, a conclusione di un inverno particolarmente piovoso, si verificano sui bacini compresi tra i fiumi Lao e Savuto e sulla parte più occidentale del bacino del Crati. Il giorno 8 a S. Agata d'Esaro (bacino del Crati) si registrano 389.8 mm giornalieri, precipitazione insuperata nel periodo 1921-1970. Particolarmente rilevanti i danni lungo le pendici della catena costiera tirrenica, in provincia di Cosenza, con frane e allagamenti. Il F. Crati esonda in località Curti e Pantano dei Rossi, allagando rispettivamente 1000 e 89 ha di terreni coltivati. Il F. Esaro esonda in contrada Trignetto allagando circa 450 ha di terreno e provocando danni lungo la strada provinciale Roggiano Gravina-S. Sosti (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1980).

16-18 ottobre 1951. – Violento nubifragio, nell'ambito di una perturbazione mediterranea che interessa anche la Sicilia e la Sardegna, si abbatte sulla regione meridionale a sud della stretta di Catanzaro, investendo il versante ionico e interessando in maniera altrettanto grave la parte occidentale del massiccio dell'Aspromnte e i bacini dei fiumi Petrace e Mesima. Nelle 72 ore nelle quali può essere circoscritto l'evento si registrano precipitazioni elevatissime sia per intensità orarie (82,8 mm/h ad Ardore Superiore), che per altezze d'acqua totali per più giorni consecutivi (nei giorni 16, 17 e 18 a Chiaravalle rispettivamente 378, 436 e 190 mm; a S. Sostene 308, 417 e 401 mm; a S. Cristina d'Aspromonte 535, 533 e 427 mm).

L'evento, senza dubbio tra i più severi tra quelli verificatisi dal 1921, provoca estesi danni per le piene dei corsi d'acqua, le esondazioni, le frane; numerose le vittime (tabb. 93 e 94).

Tab. 93. – Alluvioni in Calabria, province di Catanzaro e R. Calabria, 16-18 ottobre 1951 (*).

comuni con case distrutte	67
comuni con case lesionate	37
case crollate	780
case grav. danneggiate	900
senzatetto	5.000
morti	70
strade statali danneggiate	5
strade provinciali danneggiate	25
ponti o viadotti croll. o danneg.	26
acquedotti distrutti o danneg.	77
linee telegrafiche interrotte	35
dissesti alla ferrovia tratto R. Calabria-S.Andrea	22

(*) *Dati ufficiali integrati con quelli di Caloiero e Mercuri (1980).*

Tab. 94. – Vittime in provincia di Reggio Calabria, alluvione del 16-18 ottobre 1951.

Africo	9	Gioiosa Ionica	2
Bianco	2	Grotteria	2
Bovalino	2	Mammola	4
Canolo	3	Melito Porto Salvo	1
Careri	10	Platì	18
Caulonia	10	S. Lorenzo	1
Cittanova	1		

Alcuni dati:

in provincia di Reggio Calabria:

– l'onda di piena del T. Vodà provoca il crollo del ponte sulla SS. n. 106;

– le fiumare Allaro e Amusa esondano distruggendo quasi completamente le zone limitrofe;

– la fiumara di Platì semidistrugge l'abitato omonimo;

– la fiumara Careri asporta un ponte sulla SS. n. 106;

– a Platì, Caulonia e Pentadattilo si registrano situazioni drammatiche per le imponenti frane che interessano i centri abitati;

– ad Antonimina un grande movimento franoso distrugge il cimitero;

– ad Africo l'intero centro abitato minaccia di franare, la popolazione viene avacuata; analoga situazione a Bova Superiore;

– a Scido, isolato dalle fane sulle vie d'accesso, si registrano numerosi crolli; danni di diversa natura anche a Gioiosa Ionica e Montebello;

in provincia di Catanzaro:

– la fiumara Alaca sormonta il ponte ferroviario alla foce;

– a Badolato 90 famiglie vengono evacute per il crollo di 33 case;

– a Nardò di Pace risultano senza tetto 300 persone;

– a Petrizzi, Isca sullo Ionio e Albi si registrano diversi crolli di abitazioni;

– a Satriano si riattiva un imponente movimento franoso;

– a S. Andrea Apostolo si verificano 28 crolli di fabbricati e 70 senzatetto;

– a Iacurso si registranono 189 senzatetto.

Con provvedimento legislativo dell'aprile 1952 numerose località verranno incluse, in quanto minacciate da movimenti franosi causati da questo evento alluvionale, nell'elenco degli abitati da trasferire e/o consolidare (parzialmente o non) a cura e spese dello Stato (*fonti*: Gulli, 1952; «Relazione De Marchi», 1974; Lanzafame e Mercuri, 1975; Botta, 1977; Caloiero e Mercuri, 1980).

30-31 dicembre 1951 . – In provincia di Cosenza un nubifragio colpisce la parte medio-alta dei bacini compresi tra il F. Crati e il F. Trionto (Sila Greca); minori precipitazioni interessano l'altopiano silano e le sue pendici ioniche. Gli effetti risultano disastrosi, con esondazioni di fiumi e torrenti, allagamenti e numerose frane con conseguenti interruzioni stradali e sensibili danni agli abitati. Si registrano due vittime a Pietrapaola (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1980).

anno 1953. – In provincia di Cosenza, a S. Pietro in Guarano, nella stessa zona dell'abitato già interessata da fenomeni franosi nel 1948 e nel 1930, si verificano notevoli abbassamenti del terreno in corrispondenza dell'attuale via S. Francesco. A Montegiordano la zona Quartomiglio viene interessata da un franamento che distrugge parte dell'abitato compresa tra la Chiesa Madre e il campanile (*fonti*: atti amministrazione comunale di Montegiordano; Cascini, 1986).

21-22 ottobre 1953. – Alluvioni di estrema violenza nelle province di Catanzaro e Reggio Calabria. Le superfici territoriali interessate dalle precipitazioni, che raggiungono l'apice nella notte tra il 21 e il 22, con piogge superiori a 100, 200 e 300 mm, sono rispettivamente di 6340, 1280 e 205 kmq pari al 42%, 8% e 1,4% del territorio regionale. Le massime precipitazioni giornaliere, registrate il 22 ottobre, si verificano a Badolato (362, 1 mm), Stilo (315,2 mm), Montebello Ionico (292,2 mm), Ferdinandea (288,4 mm). Le precipitazioni orarie raggiungono in alcune stazioni valori ineguagliabili se raffrontate con quelle verificatesi dal 1921 (138 mm a Stilo, 90 mm a Cittanova, 82 mm a Maida); le portate dei corsi d'acqua, nelle zone con precipitazioni orarie più intense, risultano eccezionali (alla foce del T. Valanidi, ad esempio, viene calcolata una portata di ben 420 mc/sec, con un bacino di soli 28,7 kmq).

Analogamente all'alluvione del 16-18 ottobre 1951 questo evento può essere classificato tra i più disastrosi verificatosi in Calabria nel trentennio precedente. I danni più rilevanti si verificano nella fascia ionica Catanzarese (bacini dell'Alaca, del Galliporo) e Reggina (bacini del Vodà, Platì-Careri), nonchè lungo i versanti che si affacciano sullo stretto di Messina (bacini del Valanidi, dell'Armo) (tab. 95).

Numerosissime le frane, con danni alla rete viaria e ferroviaria. Sulla linea ferroviaria Reggio Calabria-Metaponto si registrano 24 interruzioni (5 in provincia di Cosenza, 8 in provincia di Catanzaro, 11 in provincia di R. Calabria). Interrotte le linee

Tab. 95. – Dissesti idrogeologici nelle province di Catanzaro e R. Calabria, alluvione del 21-22 ottobre 1953 (*).

provincia di Catanzaro	
case crollate	800 circa
case pericolanti	3.000 circa
provincia di R. Calabria	
case distrutte	100 circa
agrumeti e oliveti distrutti (ha)	2.000 circa
morti	100 circa
complessivamente	
comuni colpiti	97
comuni con crolli di abitazioni	32
comuni con acquedotto interrotto o danneggiato	17
nuclei abitati isolati per frane	13
senzatetto	3.500

(*) *Dati di Botta (1977) integrati con quelli di Caloiero e Mercuri (1980).*

telegrafiche, telefoniche ed elettriche; intere zone sono costrette al più completo isolamento. Molti i capi di bestiame andati perduti. Nella zona di Reggio ingenti sono i danni alle colture di bergamotto, preziose per l'economia della zona. In gran parte distrutte risultano le baracche provvisorie costruite dopo l'alluvione dell'ottobre 1951 (*fonti*: Lanzame e Mercuri, 1975; Botta, 1977; Caloiero e Mercuri, 1980).

anno 1955. – A Roseto Capo Spulico, in provincia di Cosenza, movimenti franosi coinvolgono i rioni Calvario e Giannelli (*fonte*: atti amministrazione comunale di Roseto C. Spulico).

12-13 novembre 1959. – Violento nubifragio, nell'ambito di un lungo periodo di generale maltempo (in Italia e in Europa) persistente in novembre, si abbatte in modo particolarmente violento nella parte alta dei bacini del F. Mesima (con foce nel Golfo di Gioia) e dei suoi affluenti Marepotamo e Metrano, in gran parte in provincia di Reggio Calabria. A Giffone, dalle ore 23 del giorno 12 alle ore 2 del giorno successivo, la violenza del nubifragio è enorme; in soli 30 minuti si registrano 90 mm di pioggia mentre i valori delle precipitaizoni orarie di 1, 3, 6 e 12 ore consecutive sono rispettivamente di 160 mm, 360 mm, 444 mm e 461 mm (quelli delle 12 ore consecutive risulteranno i massimi mai verificatisi in Calabria fino al 1970). Le precipitazioni superiori a 200, 300 e 400 mm interessano rispettivamente 270, 100 e 25 kmq pari al 2%, 0.7% e 0.2% della superficie regionale. La stazione idrometrica del F. Mesima, in località Barbassano, viene distrutta dalla violenza delle acque; la portata al colmo (località Carmine) viene calcolata in 319 mc/sec con un apporto di 1370 l/sec/kmq. Le esondazioni del Mesima e dei suoi affluenti, il Metrano, il Marepotamo e il Vacale, provocano numerosi allagamenti specialmente nel loro tratto vallivo; ingenti i danni e numerose le frane nelle parti alte dei loro bacini (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1980).

23-25 novembre 1959. – Nel contesto del maltempo del mese (vedi evento precedente), un altro violento nubifragio proveniente da sud-est interessa in un primo momento le coste ioniche centro-meridionali, poi le pendici della Sila e l'alto bacino del F. Crati. Infine, alle ore 19 del giorno 25, il nubifragio si abbatte con particolare violenza sul litorale ionico tra Capo Rizzuto e Cirò Marina. Le precipitazioni maggiori di 200 e 300 mm interessano 1750 e 190 kmq pari al 12% e all'1% della superficie regionale. Il giorno 24 i bacini maggiormente interessati sono quelli sul versante ionico compresi tra i fiumi Crati e Trionto (precipitazione giornaliera di 202,2 mm e 190,8 mm rispettivamente a Cirò Marina e Piane Crati) e tra l'Ancinale e l'Allaro (precipitazione giornaliera di 211,2 mm e 208 mm rispettivamente a Badolato e S. Sostene), nonchè – sul versante tirrenico – del bacino del Petrace (246,6 mm a S. Cristina d'Aspromonte). Il giorno 25 viene interessato, sul lato ionico, il bacino del Neto (nelle 24 ore 280,4 mm a Trepidò, 229,4 mm a Savelli, 218,4 a Casa Pasquale).

I territori coinvolti, già imbibiti d'acqua e dissestati dall'evento di poco precedente, subiscono alluvionamenti e franamenti (tab. 96), con interruzioni della viabilità e delle linee ferroviarie. In fotografie riportate dalla Gazzetta del Sud è osservabile l'entità dell'alluvionamento della città di Cosenza. I senzatetto, complessivamente, sono circa 600; numerose le vittime, il cui numero è imprecisato (certamente 3 morti a Rogliano) (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1980; atti amministrazioni comunali di Caccurri, Rocca di Neto, Tropea).

Tab. 96. – Dissesti idrogeologici in Calabria, alluvione del 23-25 novembre 1959.

– corsi d'acqua che esondano	Crati, Neto, Esaro, Budello, Mesima, Vaticano;
– comuni allagati o interessati da frane in prov. di Cosenza	Aprigliano, Cosenza città, Rogliano, Pietrafitta;
– comuni allagati o interessati da frane in prov. di Catanzaro	Argusto, Badolato, Caccurri, Cutro, Gerocarne, Nicastro di Lametia T., Maida, Rocca di Neto, Soriano Calabro, Soverato, Taverna, Tropea;
– comuni allagati o interessati da frane in prov. di R.Calabria	Africo Nuovo, Bianco, Caulonia, Gioia Tauro, Grotteria, Locri, Oppido Mamertina, Rosarno, Rizziconi, S. Luca

fine anno 1963. – Permangono situazioni di pericolosità per dissesti idrogeologici o sono attivi movimenti franosi nei seguenti territori comunali, i cui centri abitati o frazioni di essi sono in gran parte compresi tra quelli da consolidare e/o trasferire a cura e spese dello Stato:

in provincia di Catanzaro:

– bacini idrografici compresi tra Trionto e Neto: Cirò, Melissa;

– bacino del Neto: Belvedere di Spinello, Casabona, Rocca di Neto;

– bacini tra Neto e Tacina: Cutro;

– bacino del Tacina: Petilia Policastro, Rocca Bernarda, S. Mauro Marchesato;

– bacini tra Tacina e Alli: Belcastro, Magisano, Sellia, Sersale, Soveria Simeri, Simeri Crighi;

– bacino dell'Alli: Albi;

– bacini tra Alli e Corace: Catanzaro, Fossato Serralta, Pentone, Sorbo S. Basile, Taverna;

– bacino del Corace: Borgia, Gimigliano, S. Floro, S. Pietro Apostolo;

– bacini tra Corace e Ancinale: Girifalco, Petrizzi, Squillace;

– bacino dell'Ancinale: Cardinale, Satriano;

– bacini tra Ancinale e Allaro: Badolato, Guardavalle, Isca sullo Ionio, S. Andrea Apostolo sullo Ionio, S. Sostene, S. Caterina dello Ionio;

– bacino dell'Allaro: Nardodipace;

– bacino del Mesima: Acquaro, Gerocarne, Soriano Calabro, Sorianello;

– bacini tra Mesola e Angitola: Ioppolo, Pizzo;

– bacino dell'Angitola: S. Nicola dell'Alto;

– bacino dell'Amato: Caraffa di Catanzaro, Cortale, Miglierina;

– bacini tra Amato e Savuto: Falerna, Gizzeria;

– bacino del Savuto: Conflenti, Martirano, Nocera Terinese;

in provincia di Cosenza:

– bacini tra Sinni e Saraceno: Amendolara, Castroregio, Canna, Montegiordano, Oriolo, Rocca Imperiale, Roseto Capo Spulico;

– bacino del Saraceno: Albidona:

– bacini tra Saraceno e Crati: Cassano allo Ionio, Cerchiara di Calabria, Civita, S. Lorenzo Bellizzi;

– bacino del Crati: Acquaformosa, Acri, Aprigliano, Bisignano, Castrovillari, Cerisano, Cervicati, Cerzeto, Fagnano Castello, Lappano, Lattarico, Lungro, Marano Marchesato, Mongrassano, Montaldo Uffugo, Paterno Calabro, Rose, Rota Greca, S. Benedetto Ullano, S. Donato Ninea, S. Fili, S. Martino di Finita, S. Pietro in Guarano, S. Vincenzo La Costa, Torano Castello;

– bacini tra Crati e Trionto: Paludi;

– bacino del Trionto: Bocchigliero, Calaveto, Cropolati, Longobucco;

– bacini tra Trionto e Neto: Calapezzati, Campana, Crosia, Mandatoriccio, Pietrapaola, Scala Coeli;

– bacino del Savuto: Grimaldi, Parenti, Scigliano;

– bacini tra Savuto e Abatemarco: Aiello Calabro, Amantea, Lago;

– bacini Abatemarco, Lao, Castrocucco e minori: Acquappesa, Belmonte Calabro, Bonifati, Cetraro, Falconara Albanese, Fiumefreddo Bruzio, Fuscaldo, Laino Castello, Longobardi, Orsomarso, Sanguineto, Verbicaro;

in provincia di Reggio Calabria:

– bacini tra Ancinale e Allaro: Bivongi, Pazzano, Placanica;

– bacino dell'Allaro: Caulonia, Roccella Ionica;

– bacino del Turbolo: Gioiosa Ionica, S. Giovanni di Gerace, Martone, Mammola;

– bacini tra Turbolo e Bonamico: Ardore, Canolo, Careri, Siderno, Plati, Portigliola;

– bacino del Bonamico: S. Luca;

– bacini tra Bonamico e Fiumara Melito: Africo, Bova, Bruzzano Zeffirio, Condofuri, Staiti, Roccaforte del Greco, Roghudi;

– bacino della Fiumara Melito: Bagaladi, Montebello Ionico, S. Lorenzo;

– bacino tra Fiumara Melito e Fiumara Gallico: Cardeto, Reggio Calabria;

– bacino della Fiumara Gallico: S. Stefano in Aspromonte;

– bacini tra Fiumara Gallico e Petrace: S. Roberto, Seminara;

– bacino del Petrace: S. Procopio;

– bacini tra Petrace e Mesima: Cittanova, S. Giorgio Morgeto.

Le superfici franose ammontano a 529 ha nella provincia di Catanzaro, a 8597 ha nella provincia di Cosenza e a 2913 ha in quella di Reggio Calabria. I centri abitati minacciati da frane sono 75 (*fonte*: ministero LL.PP., indagini sui movimenti franosi in Italia, 1964).

1 novembre 1964. – A cavallo delle province di Cosenza e di Catanzaro si manifesta un fenomeno temporalesco con nucleo di maggiore precipitazione sull'alto bacino del F. Neto (nelle 24 ore 406,6 mm a S. Giovanni in Fiore, 329,6 mm a Stratalati). Con intensità minori sono anche interessati il medio e basso corso del F. Trionto, la parte più settentrionale delle Serre Calabre e il basso versante tirrenico in corrispondenza del bacino del F. Petrace. Le precipitazioni maggiori di 200, 300 e 400 mm

interessano rispettivamente 307, 125 e 25 kmq pari al 2%, 1% e 0,2% della superficie regionale.

Numerosi gli allagamenti in provincia di Cosenza, particolarmente accentuati nel Rossanese e in genere lungo tutta la fascia presilana, prodotti dalle esondazioni dei corsi d'acqua tra cui il più appariscente risulta quello del T. Coserie.

Numerose le interruzioni stradali, come quella della SS. n. 107 e della strada provinciale S. Giovanni in Fiore-Trepidò; danni ai centri abitati, soprattutto a Crosia, nonchè alle colture (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1980).

anno 1966. – A Roseto Capo Spulico, in provincia di Cosenza, movimenti franosi interessano i rioni Giannelli, Coppola e Calvario, due dei quali già coinvolti da dissesti nel 1955 (*fonte*: atti amministrazione comunale di Roseto Capo Spulico).

24 marzo 1971. – A Martirano, in provincia di Catanzaro, un franamento per crollo dalle pareti calcaree incombenti sull'abitato coinvolge due abitazioni (*fonte*: atti amministrazione comunale di Martirano).

1-4 ottobre 1971. – «Alluvioni» in provincia di Reggio Calabria. Lo Stato dichiara colpiti i comuni di Bianco, Bova, Bova Marina, Melito Porto Salvo, S. Lorenzo, Condofuri, Palizzi, Roccaforte del Greco e Roghudi per la frazione Ghorio (*fonte*: DPCM 22.12.1972 in *GU* 13 apr., n. 97).

seconda quindicina gennaio 1972. – «Alluvioni» (e mareggiate) interessano 23 territori comunali, di cui 9 in provincia di Catanzaro, 5 in provincia di Cosenza e 9 in quella di Reggio Calabria (tab. 97). A Catanzaro Lido una grossa frana si abbatte sulla SS. n. 107 bloccando il traffico. A Reggio Calabria la piena della fiumara Valanidi travolge la passarella isolando la scuola media del rione Trunca (*fonti*: Il Mattino, 20.1.1972; DPCM 29.1.1973 in *GU* 30 gen. , n. 26).

Tab. 97. – Comuni calabresi dichiarati colpiti, «alluvioni» del gennaio 1972.

in provincia di Catanzaro: Catanzaro, Cirò Marina, Crotone, Crucoli, Montauro, S. Nicola dell'Alto, Soverato, Squillace, Staletti;

in provincia di Cosenza: Amendolara, Cariati, Montegiordano, Roseto Capo Spulico, Trebisacce;

in provincia di Reggio Calabria: Bovalino, Cardeto, Caulonia, Locri, Marina di Gioiosa Ionica, Monasterace, Reggio Calabria, Roccella Ionica, Siderno.

15 dicembre 1972-3 gennaio 1973. – Lunghi periodi di piogge, con forti nubifragi (il periodo più critico è tra il 31 dicembre e il 2 gennaio), interessano vaste zone calabre attivando alluvioni e frane che provocano estesi danni, tali da indurre lo Stato a riconoscere il carattere eccezionale della calamità per tutti i comuni delle province di Catanzaro e di Reggio Calabria, e per 23 comuni della provincia di Cosenza (tab. 98) (figg. 100-101).

Tab. 98. – Comuni calabresi per i quali lo Stato riconosce il carattere eccezionale della calamitá, 15 dicembre 1972-3 gennaio 1973.

in provincia di Catanzaro: tutti i comuni;

in provincia di Reggio Calabria: tutti i comuni;

in provincia di Cosenza: Amantea, Amendolara, Bocchigliero, Calopezzati, Caloveto, Campana, Cassano allo Ionio, Corigliano Calabro, Cropalati, Crosia, Longobucco, Mandatoriccio, Montegiordano, Paludi, Pietrapaola, Rocca Imperiale, Roseto Capo Spulico, Rossano, S. Giovanni in Fiore, Scala Coeli, Terravecchia, Trebisacce, Villapiana.

Alcuni esempi. In provincia di Catanzaro, l'entroterra della fascia ionica Crotonese è interessato da franamenti diffusi; nella zona di Umbriatico si registrano anche più di 10 frane per Km lineare di strada. Tra Pallagorio e Zinga, nel bacino del Neto, il rammollimento dei terreni argillosi risulta così generalizzato da provocare un totale dissesto per lunghis-

Fig. 100. – Territorio comunale di S. Lucido in provincia di Cosenza, linea ferroviaria Paola-Cosenza. I binari sono deformati e la Stazione S. Lucido-Falconara Albanese risulta inclinata per riattivazione di una grande frana (3 x 5 km) i cui segnali più antichi di attività risalgono al terremoto del 1783 (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*)).

– Deformation of the railway line and inclination of the S. Lucido-Falconara Albanese station resulting from the reactivation of a large sliding (3 x 5 km) that was already active since 1783. S. Lucido (Cosenza), January 1973.

Fig. 101. – Tratto della ferrovia Sibari-Taranto in provincia di Cosenza (Alto Ionio) appena liberato dai materiali di una frana per colamento che ha pure coinvolto la SS. n. 106, marzo-aprile 1973 (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).

– *View of the stretch of the railway line in northern Ionio (Cosenza region) that was just cleared by the displaced muddy material of a flow, 1973.*

simi tratti dell'opera stradale. Lungo la fascia ionica di Capo Rizzuto i corsi d'acqua esondano quasi ovunque. Restano scalzati gran parte dei pilastri dei ponti ferroviari e stradali; il pilone del ponte ferroviario sul F. Alli si ribassa di circa 1 m, e un altro viene rovesciato. Nell'entroterra, soltanto nella parte bassa del bacino del T. Ferro (10 km a partire dalla foce, circa 30 kmq, con caratteristiche complessive ritenute assimilabili all'intera area dell'Alto Ionio vasta 600 kmq) si contano, lungo i versanti, non meno di 50 fenomeni franosi, in gran parte per scorrimento e/o colamento, e 48 fabbricati (in gran parte rurali) coinvolti di cui 32 distrutti e 16 danneggiati. A Rocca di Neto i fenomeni franosi inducono alla demolizione di una schiera di fabbricati in corso Umberto I.

In provincia di Cosenza, al limite di quella di Catanzaro, le piogge sull'altopiano silano dove sorgono gli impianti idroelettrici raggiungono, tra il 31 dicembre e il 2 gennaio, un'altezza complessiva di 790 mm (stazione della diga di Orichella), pari al 60% circa della precipitazione media annua della zona. L'area più colpita è quella della centrale elettrica Timpagrande (Enel) ricavata per riempimento della parte terminale dell'alveo del T. Archivato, alla confluenza con il F. Neto. Le contemporanee piene eccezionali di questi corsi d'acqua, incrementate dal rapido scioglimento delle nevi, raggiungono valori dell'ordine di 800 e di oltre 1000 mc/sec rispettivamente per il F. Neto e il T. Archivato. In quest'ultimo il trasporto solido, di proporzioni abnormi, distrugge le briglie della parte alta dell'alveo; poi precipita a valle come un vero fiume di massi, pietrame, sabbia, tronchi d'albero, ceppaie, provocando il completo interrimento delle due esistenti gallerie di deviazione dei deflussi e, scavalcando la briglia di protezione del piazzale della centrale, forma depositi alti fino a 5 m nella sala macchine, uffici, officine e foresteria. Frequenti anche i movimenti franosi. Tra questi, nella notte del 3 gennaio, il franamento per scorrimento (superficie coinvolta: 50 mila mq; lunghezza 230 m; larghezza 320 m; profondità dello scorrimento: 60 m; volume mobilizzato: 2 milioni di mc) in destra del T. Archivato, poco a monte della centrale, che travolge e distrugge la strada collegante Cotronei (CZ) con la centrale Timpagrande. Un'altra frana, per crollo, si verifica in sponda sinista del F. Neto, distruggendo circa 200 m della strada che collega Timpagrande e Calusia.

Sempre in provincia di Cosenza, a Montegiordano un movimento franoso provoca danneggiamenti e crolli di abitazioni nella zona di Caponero; a Castroregio si riattivano fenomeni franosi lungo il margine meridionale e nord-orientale dell'abitato; a Roseto Capo Spulico un movimento franoso coinvolge ancora il rione Giannelli già colpito negli anni 1966 e 1955; dissesti idrogeologici interessano l'abitato di Amendolara (verrà incluso nel 1974 nell'elenco dei centri abitati da consolidare e trasferire parzialmente); a Oriolo un vasto movimento franoso per colamento cancella il cimitero, coinvolge in parte l'abitato e ostruisce l'alveo del T. Ferro.

In provincia di Reggio Calabria, tra il 2 e il 3 gennaio, si riattiva un grande movimento franoso che dalle pendici di M. Varraro coinvolge la zona compresa tra Careri e la frazione di Natile Nuovo, e nell'arco di un mese e mezzo distrugge con un corpo franoso di volume non inferiore a 150 milioni di mc, la frazione Grappeda, la SS. n. 12 e il ponte sul T. Giulia (o Barruca).

Estesi dissesti idrogeologici si manifestano in territorio comunale di Cardeto, situato nella parte medio-alta del bacino della Fiumara S. Agata (entroterra di Reggio Calabria), il cui potenziale di pericolosità era già stato evidenziato nel 1970 dalla commissione De Marchi. Non meno di 50 fenomeni franosi, per crollo o per scorrimento, coinvolgono i numerosi nuclei abitati e frazioni disseminate sul territorio, quali Garcia, Piraino, Loddini, Chiumputo, Ambele, Colachecchio, Iriti, ed è quasi totale il collasso per franamenti nell'area in cui insistono le frazioni S. Elia, Case Scala, Case Malacrinò, Case Favilliti e case Chiamicello, cui si associano crolli alla base dei versanti per scalzamento al piede operato dai corsi d'acqua; danneggiate un gran numero di strutture abitative; dissestata la già precaria rete viaria con molti tratti

asportati o sepolti da cumuli di frana; crollato il ponte sulla fiumara.

A Scido frane per crollo interessano l'abitato. Presso S. Luca un enorme franamento staccatosi dalla cima e dalle pendici di M. Costantino ostruisce l'alveo della Fiumara Bonamico, determinando a tergo un lago le cui acque, tracimando il corpo di frana, pongono seri pericoli per gli insediamenti abitativi di valle (*fonti*: DM 27.1.1973 in *GU* 10 marzo, n. 65; Merenda, 1973a e 1973b; Ietto, 1973 e 1975; Guida e al., 1974; Tedeschi, 1988).

9 marzo – 6 aprile 1973. – Prolungate precipitazioni piovose, benchè non molto intense, raggiungono alti valori di pioggia cumulata innescando dissesti in varie zone della Calabria. Particolarmente colpita, in provincia di Cosenza, l'area compresa tra Roseto Capo Spulico e Rocca Imperiale; in alcune aree, come a ovest di Montegiordano, il grado di dissesto lascia disperare sull'utilità di qualsiasi intervento sistematorio. Frequenti i franamenti per colata localizzati negli alvei torrentizi e negli impluvi, che intasano le luci dei ponti – spesso di dimensioni troppo ridotte – ostruendole. Una frana per scorrimento-colamento, di imponente dimensione (lunghezza di oltre 1,5 km, volume valutato in diverse decine di milioni di mc) si imposta su una paleofrana del 1909 coinvolgendo la SS. n. 106 all'altezza del km 401 bloccando il transito per oltre 20 giorni, e la parallela ferrovia Sipari-Taranto. Un altro movimento (lunghezza del corpo franoso di circa 600 m), disloca – per riattivazione – circa 1 milione di mc, coinvolgendo ancora la SS. n. 106 al km 409 e l'adiacente ferrovia. L'innesto della strada di Roseto Capo Spulico con la SS. n. 106 viene travolto, per una lunghezza di circa 100 m, da una frana con volume di 30-50 mila mc.

Nel medio bacino del F. Neto, al limite con la provincia di Catanzaro, le acque del T.Archivato reinvadono, tra il 23 e 26 marzo, la centrale Enel di Timpagrande, dove erano ancora in corso i lavori di sgombero per l'alluvione di 3 mesi prima, seppellendo di nuovo il piazzale della centrale con un imponente apporto solido (altezza fino a 8 m), rinnovando l'interrimento delle gallerie di deviazione e mettendo fuori servizio il gruppo da 75 MW; viene anche distrutto il tratto terminale della strada di accesso alla centrale. Franamenti si verificano sui versanti del F. Neto, uno dei quali – con volume dell'ordine di 120 mila mc – sconvolge per un tratto di 65 m la strada Timpagrande-Calusia.

Nell'area del basso bacino del F. Ferro, in provincia di Catanzaro, su una superficie di 3.314 ha viene calcolato – sia pure includendovi gli eventi pluviali di gennaio – un volume di materiale mobilizzato da franamenti pari a circa 55.700.000 mc, di cui 47.100.000 mc riferibili a riattivazione di frane preesistenti.

Lo Stato stanzia fondi per i comuni di Albidona, Alessandria del Carretto, Amendolara, Canna, Castroregio, Cerchiara di Calabria, Crosia, Longobucco, Montegiordano, Nocara, Oriolo, Plataci, Rocca Imperiale, Roseto Capo Spulico, S. Lorenzo Bellizzi e Trebisacce, tutti in provincia di Cosenza (*fonti*: DL 21.9.1973, n. 564 in *GU* 25 sett., n. 247; Merenda, 1973a; Tedeschi, 1988).

8 novembre 1975 . – Un nubifragio colpisce alcune aree del versante ionico innescando alluvioni e dissesti in particolare nelle zone comprese tra i bacini idrografici dei fiumi Sinni e Crati, e Crati e Trionto, in provincia di Cosenza, dei fiumi Corace e Ancinale in provincia di Catanzaro, e dei fiumi Torbido e Bonamico in provincia di Reggio Calabria. Le piogge cadute nei giorni precedenti l'evento alluvionale, anche se di limitata intensità, avevano imbibito i terreni contribuendo alla formazione delle piene.

È in provincia di Cosenza, tra i bacino del F. Crati e F. Trionto, che si registrano i danni maggiori; l'area, di circa 525 kmq, corrisponde ai bacini dei torrenti S. Mauro-Malfrancato, Coriglianeto, Cino-Colognati e Coserie, e comprende i territori comunali di Corigliano Calabro, Rossano, Vaccarizzo Albanese, S. Giorgio Albanese, S. Cosmo Albanese, S. Demetrio Corone e Paludi. Il nubifragio ha una durata di circa 14 ore a S. Giorgio Albanese con una piovosità totale di 106 mm (valori orari da collocarsi tra il decimo e dodicesimo posto dei casi critici verificatisi nella zona nel cinquantennio 1921-1970), e una durata di 12 ore a Rossano (valori di precipitazioni di 3 ore consecutive che rappresentano il massimo registrato dal 1921).

Nei bacini dei torrenti S. Mauro e Malfrancato si verificano allagamenti, dissesti generalizzati, tracimazioni di sponde, interruzioni stradali e ferroviarie. Lungo il T. Canalicchio-Lamani, affluente di destra del T. San Mauro, si producono erosioni di sponde e tracimazioni con conseguenti allagamenti delle campagne limitrofe, e dissesti in diversi punti lungo la strada in destra del T. Occhio di Lupo. Ingenti danni si verificano nel bacino del T. Leccalardo, affluente di destra del T. Malfrancato, sia nella zona collinare, dove per la scarsa copertura vegetale le acque asportano la quasi totalità del manto erbaceo interessando e asportando direttamente il terreno, sia nella parte valliva con distruzione delle opere idrauliche esistenti (soprattutto canalizzazioni) o in via di ultimazione, con alluvionamento di campagne e zone abitate (altezze

d'acqua oltre la metà dei piani-terra a Torricella, frazione di Corigliano Calabro poco a monte del Porto di Sibari), con interruzioni della linea ferroviaria. A Corigliano Scalo il Fosso Cannato provoca l'allagamento dell'abitato con altezze d'acqua di 2 m nelle zone più depresse, e l'asportazione della massicciata ferroviaria. Le aree limitrofe a Casa Cardone e Case Giannone e le campagne dell'entroterra di Marina di Schiavonea vengono alluvionate con cospicui danni alle vie di comunicazione, alle strutture fondiarie ed agrarie e ai fabbricati rurali. L'area del bacino del T. Coriglianeto viene interessato da sommersioni, dissesti generalizzati, erosioni di sponde ed interruzioni stradali e ferroviarie. L'ostruzione delle luci dei ponti mal dimensionate della SP Corigliano-Acri, costruita 15 anni prima, provoca – in corrispondenza dell'attraversamento del Fosso Cappiello – allagamenti di campagne con danni alle colture e ai manufatti. Alluvionamenti si verificano anche in Contrada Don Titta per lo straripamento del T. Vragella, affluente del T. Colognati (*fonte*: Frazzetta e al., 1977).

anno 1976. – A S. Pietro in Guarano, in provincia di Cosenza, per movimento franoso viene sgomberata la Casa Popolare, interessata da dissesti (*fonte*: Cascini; 1986).

anno 1978. – A S. Agata d'Esaro, in provincia di Cosenza, è attivo un movimento franoso per colamento il cui ciglio di coronamento – con una parete quasi verticale alta circa 10 m – lambisce il lato orientale dell'abitato (*fonte*: Allevato e al., 1980).

11 marzo 1978. – Terremoto di magnitudo 4,6-4,9 e intensità dell'VIII grado nell'area epicentrale localizzata nella zona di Ferruzzano in provincia di Reggio Calabria; lo Stato stanzia fondi per la riparazione dei danni (*fonti*: L.27.7.1978, n. 394; CNR Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980, P.F. Geodinamica, 1985; CNR-Ist.Vulcanologia Catania, pubbl. n. 151, 1988).

15 aprile 1978. – Terremoto di magnitudo 5,5 ed epicentro nel mare del Golfo di Patti tra l'isola di Vulcano e la costa nord-orientale della Sicilia interessa con un'avvertibilità di raggio di circa 150 km anche la provincia di Reggio Calabria fino all'altopiano silano.

Intensità del VII-VI grado MSK vengono attribuite alla fascia costiera compresa tra Scilla e Bagnara Calabra. Lo Stato stanzia fondi per la riparazione di danni (*fonti*: L. 27.7.1978, n. 394; L. Reg. 24.2.1979, n. 2; Barbano e al., 1980a e 1980b).

gennaio 1981. – In provincia di Cosenza piogge intense e di breve durata innescano dissesti idrogeologici (figg. 102-104). Particolarmente colpito il bacino del T. Ilice, dove su una superficie di circa 477 ha il numero di franamenti, in gran parte per scorrimento e/o colamento, risulta 5 volte maggiore di quello preesistente, coinvolgendo 49,2 ha (circa il 42% dell'intero bacino) di cui 30,8 ha già in franamento pregresso. I dissesti interessano il comune di Luzzi e varie frazioni, nonchè la viabilità; in particolare si verifica la parziale rimobilizzazione di un antico accumulo di frana tra P.za dei Caduti e Cortinella, che impone una decina di ordinanze di sgombero. A S. Pietro in Guarano, nella stessa zona che fu sede di fenomeni franosi nel 1976, 1953, 1948 e 1930, si manifesta un ulteriore mobilizzazione che coinvolge una superficie di circa 2 ha, delimitata a monte dalla scuola media di via S. Pietro e a valle del T. Riganello. Il franamento determina ingenti danni alle opere edilizie (un fabbricato, la scuola media di via S. Pietro, la Casa Popolare e la scuola elementare di via S. Francesco sono le opere maggiormente danneggiate) (*fonti*: Mercuri e Merenda, 1981; Merenda, 1986; Cascini, 1986).

21 marzo 1982. – Terremoto di magnitudo 5 ed epicentro nel mare del Golfo di Policastro. Nell'entroterra calabro il risentimento si estende lungo la fascia compresa tra Praia a Mare e Diamante con intensità massima dell'VIII-VII grado (tab. 99). Secondo dati ufficiali, al 24 marzo – in attesa delle verifiche tecniche di stabilità degli edifici – i senzatetto sono 1.282.

Tab. 99. – Terremoto del Golfo di Policastro del 21 marzo 1982; intensità scala MSK in comuni della provincia di Cosenza.

VIII-VII	grado:	Papasidero, Praia a Mare;
VII	grado:	Laino Borgo, Laino Castello, Maierá, Mormanno, Orsomarso, San Domenico Talao, San Nicola Arcella, Scalea;
VII-VI	grado:	Buonvicino, Diamante.

Tra i fenomeni franosi indotti dal sisma si segnala quello di Scalea – per riattivazione di uno scorrimento – che interessa la zona tra S. Caterina e le nuove urbanizzazioni a valle di via Emanuele III, e quello di Bonifati, sempre per riattivazione di un movimento traslativo, che provoca lesioni a fabbricati con conseguenti sgomberi e demolizioni.

Lo Stato dichiara danneggiati 20 comuni (tab. 100) e stanzia fondi per la riparazione di danni (*fonti*: DPCM 30.4.1982; cortese informazione del dr. De Simone dell'I.N.G.; Ministero Interno).

Fig. 102. – Territorio comunale di Paola in provincia di Cosenza. Dissesti a seguito di un movimento franoso, gennaio 1980 (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).
– *Landslide damage to a road and to private homes in Paola town, (Cosenza), January 1980.*

anno 1982. – Franamento disastroso ad Amantea, in provincia di Cosenza, che coinvolge per scorrimento la parte meridionale dell'abitato (collina Cannavina) subito a monte del rione Piazza (*fonte*: atti amministrazione comunale di Amantea).

2 giugno 1983. – A Motta S. Giovanni, in provincia di Reggio Calabria, lavori di sbancamento di una collina in contrada Rafale provocano un franamento; muoiono due persone, padre e figlio (*fonte*: Il Tempo, 3.6.1983; l'Unità, 3.6.1983).

17 giugno 1983. – A Taverna, in provincia di Catanzaro (Sila Piccola), lavori di sbancamento in località Rocca provocano un franamento; muoiono due persone (l'Unità, 18.6.1983).

5-9 aprile 1984. – In numerose aree della provincia di Reggio Calabria un violento nubifragio provoca dissesti idrogeologici; particolarmente interessata da movimenti franosi la zona compresa tra il F. Metramo e il T. Vacale, tra Galatro, Cinquefrondi e Anoia (*fonte*: Caloiero e Mercuri, 1985).

25 aprile 1984. – Nel campo minerario di Belvedere di Spinello, in provincia di Catanzaro, dove da circa 15 anni la Montedipe (gruppo Montedison) sfrutta un giacimento di salgemma (non affiorante) mediante la tecnica dell'idrofratturazione e dissoluzione (immissione nel sottosuolo di acqua in pressione, risalita di salamoia), si verifica – per conseguente formazione di caverne nel sottosuolo – un improvviso sprofondamento di una falda di una collina (località Fontanelle, sulle pendici orientali di Timpa del Salto), valutata in 3,5 milioni di mc, con espulsione rapida di circa 100 mila mc di salamoia. Prende così origine un'onda di piena che si abbatte sulla piana antistante risalendo fin

Tab. 100. – Comuni dichiarati danneggiati, provincia di Cosenza, terremoto 21 marzo 1982.

Aieta, Belvedere Marittimo, Bifati, Buonvicino, Diamante, Grisolia, Laino Borgo, Laino Castello, Maierà, Mormanno, Orsomarso, Papasidero, Praia a Mare, Sanguineto, San Domenico Talao, S. Maria del Cedro, S. Nicola Arcella, Scalea, Tortora, Verbicaro

Fig. 103. – Territorio comunale di Acri in provincia di Cosenza. Effetti di un modesto movimento franoso per scorrimento su un fabbricato in costruzione, gennaio 1981 (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).

– *Landslide damage to private home in Acri town (Cosenza region), January 1981 (fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza).*

quasi la strada di accesso agli impianti, poi defluisce lungo la valle Acqua del Gallo e il Fosso Baretta sfondando i canali d'irrigazione e alluvionando e inquinando irrimediabilmente oliveti e agrumeti fino al margine della superstrada Cosenza-Crotone, per un totale di circa 120 ha. L'ora mattutina (ore 5) e la festività della giornata concorrono ad evitare danni alle persone. Un mese prima dell'evento comparvero sul terreno macroscopiche crepe e fessure che non furono messe in relazione ai vuoti corrispondenti alla dissoluzione (fig. 105) (*fonti*: atti amministrazione comunale di Belvedere di Spinello e vari rapporti tecnici del prof. A. Ietto per il comune; Relazione d'indagine ministero Industria, giugno 1985).

gennaio 1985. – Piogge prolungate, soprattutto nella prima metà del mese, interessano vaste aree delle province di Catanzaro e di Reggio Calabria. In provincia di Catanzaro numerosi movimenti franosi si manifestano lungo i versanti compresi tra i fiumi Corace e Usito, e tra quest'ultimo e l'abitato di S.

Fig. 104. – Territorio comunale di Bonifati (località Cittadella) in provincia di Cosenza, 21 gennaio 1981. Disastro ferroviario sulla linea Salerno-Reggio Calabria. L'espresso 689 diretto a Reggio incontra, all'imbocco di una galleria, materiali di frana che ostruiscono i binari. Il locomotore si spezza in due tronconi e gli altri quattro vagoni si accatastano l'uno su l'altro. Sfiorata una tragedia più grave in quanto l'espresso Reggio-Roma, in transito in senso opposto, urta lievemente solo una delle carrozze deragliate. Il bilancio è di 4 morti e 19 feriti (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).

– *Landslide damage on the railway line near Bonifati (Cittadella, Cosenza region), January 21, 1981. The sliding causes 4 death and 19 injured.*

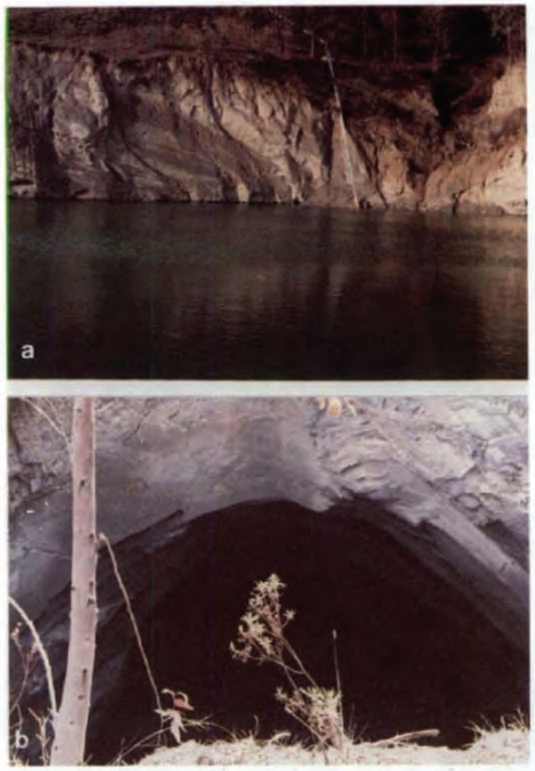


Fig. 105. – Territorio comunale di Belvedere di Spinello in provincia di Catanzaro. «Camini» di collasso conseguenti alla formazione di caverne nel sottosuolo formatesi a seguito di estrazione di salgemma. a) Zona di collasso occupata da salamoia; b) altro tipo di collasso, riconducibile allo stesso processo (*fotografie dell'autore, 1985-86*).

– *Ground-failure resulting from salt stoping, Belvedere di Spinello (Catanzaro region), 1985-86.*

Floro. In provincia di Reggio Calabria una frana in destra del F. Metramo, poco a ovest di Galatro, travolge la strada provinciale che conduce a questo abitato. Sulle propagini nord-orientali dell'Aspromonte due movimenti franosi di vaste proporzioni inducono a sgomberre 80 famiglie dalle abitazioni di Platì; altri franamenti interrompono la SS. n. 112 isolando l'abitato (*fonti*: Caloiero e Mercuri, 1985; Giomi, 1985).

marzo 1985. – Persistenti precipitazioni piovose, con neve alle alte quote, interessano vaste aree della regione; numerosi e diffusi i dissesti idrogeologici che si verificano soprattutto nelle province di Cosenza e di Reggio Calabria.

In provincia di Cosenza è il lato tirrenico ad essere maggiormente colpito. A Scalea disalveano due modesti corsi d'acqua torrentizi provocando allagamenti in tutti i piani terra in località Cotura e nella centralissima via Lauro. A Cetraro, nei pressi dell'ospedale civico, un movimento franoso dissesta un muro di sostegno della scarpata attigua alla galleria della SS. n. 18, che viene chiusa al traffico. In territorio comunale di Aiello Calabro un franamento ostruisce, in località Guarno, la SS. n. 108, il cui traffico viene deviato. Nell'entroterra, già nel bacino del Crati, suscita polemiche il franamento che a Rogliano coinvolge il mini-campo da tennis in cemento, realizzato qualche anno prima e avversato da molti, ricavato dal «boschetto» della villa comunale; a Lattarico un'altra frana, dissestando in contrada Contesse un adduttore dell'acquedotto Abatemarco, provoca l'interruzione dell'erogazione idropotabile.

La meno colpita è la provincia di Catanzaro; tra i dissesti viene segnalato un franamento che invade la sede ferroviaria nel tratto Lametia Terme-Catanzaro Lido, in territorio comunale di Pianopoli, località Gaccia, e che blocca due treni i cui passeggeri vengono prelevati da autocorriere.

In provincia di Reggio Calabria, sul lato tirrenico, danni per fenomeni idrogeologici si registrano nelle zone collinari intorno alla piana di Gioia Tauro, in particolare in quella compresa tra i fiumi Marepotamo e Metrano, e tra quest'ultimo e il T. Vacale, già colpita dagli eventi dell'aprile 1984 e del gennaio 1985. Nuovamente isolato l'abitato di Galatro; una frana blocca la strada interpoderale che lo collega a Rosarno (la provinciale è ancora interrotta per il franamento del gennaio 1985); un'altra interrompe la strada interpoderale che lo collega a Giffone. L'alveo del T. Grasso viene ostruito da un franamento e le acque esondano isolando alcune famiglie in fabbricati sparsi. Tritanti, frazione del comune di Maropati, resta isolata per due frane, una che interrompe la strada provinciale (Cantina Cordiano), l'altra che si abbatte sulla strada di accesso all'abitato. Un franamento interrompe la SS. n. 36 tra Anoia Superiore e Cinquefrondi. Sulla strada provinciale di Melicucca si riversa una massa di detriti e fango, scaricatasi dall'ex cava Saicom, che asporta la sede stradale e si riversa sull'adiacente impianto di depurazione, danneggiandolo. A monte di Cittanova un movimento franoso per crollo blocca la SS. n. 111 (che collega il Tirreno allo Ionio) al km 25+300. Più a meridione, lungo la Costa Viola, si verificano dissesti nei pressi di Bagnara Calabra (frazioni Pellegrina, Ceramida) e di Scilla, interrompendo anche il traffico sulla SS. n. 18 (Tirrenica Inferiore). Tra Scilla e Punta Pezzo una frana per crollo si abbatte sulla carreggiata della litoranea, ostruendola e demolendo il parapetto lato mare. Nell'entroterra di Reggio Calabria, ad Arasi, crollano i muraglioni nella parte

nord dell'abitato (contrade Fossa e Musolino); altri dissesti vengono segnalati nelle contrade Calianni, Petti, Rizzo, Roscedo e Livito.

Sempre in provincia di Reggio Calabria, sul lato del Basso Ionio, una frana di notevoli proporzioni in contrada Salvi di Siderno – già attivatasi nel gennaio 1985 – interessa 10-15 abitazioni, la sede stradale e tralicci di elettrificazione. Un altro franamento isola una decina di famiglie delle contrade Varacalli e Fantò dei comuni di Ciminà e Antonimina. Isolato l'abitato di Bovalino, per dissesti che coinvolgono la SS. n. 112 e le zone di Benestare e della frazione Natile Nuovo. Isolato anche l'abitato di Ferruzzano per una frana che interrompe la strada provinciale, nonchè l'erogazione dell'energia elettrica (fig. 106) (*fonti*: Gazzetta del Sud, Gazzetta del Mezzogiorno, Il Mattino, periodo 11-23.3.1985; Caloiero e Mercuri, 1985).

Fig. 106. – Territorio comunale di Ferruzzano in provincia di Reggio Calabria. Ciglio di distacco di un movimento franoso, marzo 1985 (*fotografia di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).

– *View of a main scarp of landslide, Ferruzzano (Reggio Calabria region), March 1985.*

29-30 ottobre 1985. – A Botricello, nel Catanzarese, circa 60 famiglie abbandonano le proprie abitazioni invase dall'acqua piovana. Traffico interrotto sulla ferrovia Taranto-Reggio Calabria a causa di uno smottamento; una massa di detriti e fango invade la SS. n. 106, provocando l'interruzione del traffico per cinque ore. A Pazzano, in provincia di Reggio Calabria, i fenomeni franosi impongono ordinanze di sgombero di abitazioni (*fonti*: Il Messaggero, La Gazzetta del Mezzogiorno, 31.10.1985).

7 gennaio 1986. – In provincia di Cosenza, a Orsomarso, massi calcarei per crollo dalle pareti incombenti sull'abitato si abbattono in via S. Vincenzo. Altri crolli si verificheranno il 4 novembre 1986, interessando la via Ziccarelli (*fonte*: atti amministrazione comunale di Orsomarso).

anno 1986. – Franamenti per crollo si verificano a Longobucco, in provincia di Cosenza, investendo – nel centro abitato – la sede di fermata delle autocorriere presso il municipio (*fonte*: atti amministrazione di Longobucco).

18-19 febbraio 1986. – Emergenza ad Aiello Calabro, in provincia di Cosenza, per i disalveamenti del F. Olivo e del T. Maiuzzo le cui acque alluvionano circa 1.200 ha di terreno. I due corsi d'acqua, ingrossati sproporzionatamente per le piogge intense e lo scioglimento delle nevi, provocano anche l'isolamento di moltissime frazioni, abitate complessivmente da circa 1.500 persone. Due fabbricati con 16 persone vengono sgomberati. Bloccata la strada che collega Aiello all'autostrada per Cosenza. Parzialmente bloccata la strada provinciale Cannavoli e la SS. n. 108; distrutta in più tratti la strada comunale Fondo Valle Olivo. In provincia di Catanzaro l'abitato di Lametia Terme resta isolato per frane e dissesti che interessano le strade di collegamento alle frazioni Schieno, Deste, Delara, Serracastagna, Vallericciardo, Acquafredda, Miglieri, tutte contrade collinari dell'ex comune di Sambiase. Chiuse le scuole per l'impossibilità dei docenti di raggiungere in auto le varie località (*fonte*: La Gazzetta del Sud, 20.2.1986).

21 luglio 1986. – Un violento temporale, in provincia di Cosenza, provoca gravi danni alle colture della zona di Rossano; una frana si abbatte sulla strada che collega il centro storico dell'abitato con il lido marino (*fonte*: Ansa, 21.7.1986).

fine anno 1986. – Tra i numerosi centri abitati interessati da dissesti in atto, presentano condizioni di pericolosità i seguenti:

in provincia di Cosenza:

– comune di Oriolo, con franamenti per scorrimento-colata che interessano l'abitato (zona Cappuccini e centro storico) e l'area impegnata da espansioni urbanistiche (zona S. Leo, zona Valle, ecc.). È stata anche riconosciuta una predisposizione a franamenti per crollo dalle rupe arenacea del Castello. L'abitato fu inserito fin dal 1906 in provvedimenti di consolidamento, trasformati alternativamente in provvedimenti di trasferimento parziale o di ulteriore consolidamento. Numerose, nel corso degli anni, le misure cautelative adottate, quali ordinanze di sgombero e chiusura temporanea della viabilità interna all'abitato;

– comune di Montegiordano, con dissesti diffusi nei sedimenti fliscioidi su cui insiste l'abitato. Particolarmente pericolosi sono: lo scorrimento rotazionale profondo con componenti di colata verso valle nella

zona Quartomiglio, che coinvolge abitazioni e il serbatoio di acqua potabile; lo scorrimento con movimenti attivi lungo il perimetro di nicchia nella zona S. Rocco; il franamento di Caponero formato da un insieme di scorrimenti in parte anastomizzati con componenti rotazionali all'altezza dell'abitato e con tipologie di colata nella parte inferiore fino al canale Barbuzzo; il dissesto nella frazione Marina in località Sentinella, rappresentato da più movimenti franosi di difficile definizione, uno dei quali presso il serbatoio per acqua potabile. Numerose, negli ultimi anni, le ordinanze di sgombero di fabbricati e di demolizioni (circa 30);

– comune di Castroregio, con ampi scorrimenti multipli, probabilmente profondi, evoluti a colamenti verso valle, lungo i margini meridionale (da via Crispi al T. Placanica) e nord-orientale (rione S. Rocco, via Trento) del capoluogo, riattivatisi nel 1973 e attualmente con vistose tracce di attività (fig. 107). In epoche diverse furono emesse circa 20 ordinanze sindacali di sgombero e 6 di demolizione. Inoltre, in frazione Farneta, già dal 1973 inserita tra gli abitati da trasferire totalmente, sono attivi movimenti franosi per scorrimento e colata, spesso interferenti tra loro, in particolare a valle della strada provinciale Oriolo-Cersosimo e nella zona di Fontana del Tufo;

– comune di Roseto Capo Spulico, con dissesti in atto lungo il perimetro settentrionale, occidentale e meridionale del capoluogo, in minima parte quiescienti, con movimenti per scorrimento in parte rotazionali con notevoli componenti di colata verso valle, che raggiungono le incisioni torrentizie con tentativi di ostruzione degli alvei. Nel 1958 l'abitato fu inserito tra quelli da consolidare; nel 1964 venne deciso il trasferimento dei rioni Calvario, Cappella e via Giannella. Poi altri provvedimenti, alquanto contraddittori: con provvedimento regionale dell'agosto 1973 venne deciso il trasferimento totale dell'abitato; con altro provvedimento regionale dell'aprile 1975 fu deciso di consolidare finanziando le opere più urgenti. Nessuno di questi interventi verrà realizzato. Numerose le ordinanze sindacali di sgombero e di demolizione a partire almeno dal 1966 (fig. 108).

Fig. 107. – Territorio comunale di Castroregio in provincia di Cosenza. Residui di fabbricati interessati da movimenti franosi (*fotografia dell'autore, 22 aprile 1987*).

– *Landslide damage in the town of Castroregio (Cosenza region).*

– comune di Amendolara, con dissesti sul lato settentrionale, occidentale e meridionale del capoluogo, in particolare nel rione Borgo, nella zona Timpone e nel centro storico, con predisposizione a franamenti per crollo da banchi conglomeratici sovrastanti a sedimenti argillo-sabbiosi con incisioni calanchive in arretramento progressivo. A memoria d'uomo una parte del vecchio borgo denominato Pasciupa franò nei sottostanti burroni. L'abitato fu inserito nel settembre 1908 nelle liste di trasferimento, poi cancellato con regio decreto del novembre 1937, poi di nuovo inserito con provvedimento regionale dell'agosto 1974 nel piano generale degli abitati da consolidare e da trasferire con una previsione di spesa (500 milioni per il consolidamento, 600 milioni per interventi di difesa del suolo) mai attuata;

– comune di Trebisacce, con ampio movimento franoso per scorrimento nel versante sud-orientale del rilievo su cui insiste il centro storico, con dissesti più accentuati nella zona di via Lepanto e in quella di via Podgora. L'abitato fu colpito da fenomeni franosi di notevoli dimensioni a seguito dell'alluvione del gennaio 1940;

– comune di Scalea, con movimento franoso per scorrimento superficiale nell'area collinare del capoluogo, tra il centro storico (zona S. Caterina) e le nuove urbanizzazioni (a valle di via V. Emanuele III). Il movimento franoso è stato reso più attivo in conseguenza del sisma del marzo 1982; nel corpo di frana è presente la rete adduttrice, di distribuzione e di deposito (serbatoio) dell'acqua potabile, nonchè il canale di scolo del troppo-pieno le cui perdite provocano localmente netti incrementi del dissesto;

– comune di Orsomarso, con predisposizione a franamenti per crollo dalle pareti calcaree incombenti sull'abitato, in particolare in corrispondenza della Grotta Madonna di Lourdes, della Torre dell'Orologio, delle vie S. Vincenzo e Ziccarelli, quest'ultime già soggette a caduta di massi nel 1986;

– comune di Verbicaro, con ampio movimento franoso di vecchia data, che coinvolge il centro storico

e che ha già indotto all'evacuazione di un centinaio di alloggi;

– comune di Castrovillari, con predisposizione a franamenti per crollo dalle sommità della stretta dorsale di Ponte della Catena su cui insiste il centro storico. L'abitato fu colpito da fenomeni franosi di notevoli proporzioni a seguito dell'alluvione del gennaio 1940;

– comune di Belvedere Marittimo, con possibilità di crolli dalle pareti arenacee incombenti su via XX Settembre e sulle zone sottostanti il Castello Angioino Aragonese (centro storico). Inoltre sono stati riconosciuti dissesti di difficile interpretazione nell'ambito di antiche frane per scorrimento rotazionale nella zona Acquaro, e in quella immediatamente più a sud compresa tra S. Antonio e il vecchio mulino esistente sul versante del T. Soleo;

– comune di Bonifati, con frane per scorrimento nella zona orientale (area Chiesa Madre) e in quella occidentale (area Municipio) del capoluogo (fig. 109). L'abitato è inserito fin dal 1908 tra quelli da consolidare e trasferire parzialmente. Numerosi i provvedimenti, soprattutto dopo il sisma del marzo 1982, di sgombero e di demolizione eseguiti con carattere di estrema urgenza dall'amministrazione comunale;

– comune di Cetraro, con ampio dissesto ubicato sotto Timpa Motta (area S. Francesco) tra i fossi Celli 1 e Celli 2 (capoluogo), provocato da un movimento franoso per scorrimenti multipli a debole componente rotazionale e con tipologie di colata verso valle che interessano la SS. n. 18. Negli ultimi anni, malgrado gli interventi già operati dall'amministrazione comunale e da quella regionale, il franamento ha provocato vistosissimi danni alle infrastrutture;

– comune di Acquappesa, con movimenti franosi per scorrimento nel capoluogo da località Calvario fino a valle di Corso Emanuele (località Ciomme). È coinvolto parte del vecchio centro storico e l'attuale insediamento di sviluppo urbanistico verso sud. Sono state emesse numerose ordinanze di sgombero e di demolizione (circa 40) con carattere di urgenza ad iniziativa del comune e del genio civile;

– comune di Luzzi, con movimento franoso (scorrimento ?) nella zona di S. Francesco-Palazzo «eredi Dima» e in quella di Casalicchio-Cortinella. L'abitato risulta tra quelli da consolidare fin dal 1906;

– comune di Longobucco, con predisposizione a franamenti per crollo dalle pareti conglomeratiche incise dal T. Macrocioli nell'abitato capoluogo, e con altri dissesti in atto (crolli e scorrimenti) in località Castagnella e all'intorno dell'abitato, che figura dal 1906 tra quelli da consolidare a cura dello Stato, e dall'agosto 1973 a cura della Regione. In passato (inizio secolo) ampi e luttuosi franamenti interessarono il versante sinistro del T. Macrocioli;

Fig. 108. – Territorio comunale di Roseto Capo Spulico in provincia di Cosenza. La zona, come visibile nelle due immagini, è quasi ovunque dissestata da movimenti franosi. L'abitato fu inserito nel 1958 nella lista dei comuni da consolidare, e nei quindici anni successivi fu oggetto di numerosi provvedimenti con stanziamento di fondi che non saranno mai spesi (*fotografie di L. Merenda, CNR-IRPI Cosenza*).
– *As visible in the two images this area is strongly affected by landslide damage. Roseto Capo Spulico (Cosenza).*

Fig. 109. – Territorio comunale di Bonifati in provincia di Cosenza. La Chiesa Madre con evidenti lesioni provocate da dissesti pregressi; l'area orientale dell'abitato, su cui essa insiste, è tuttora interessata da scorrimenti attivi (*fotografia dell'autore, 23 aprile 1987*).

– *Old damage in a church that rests on area still affected by active landslides, town of Bonifati (Cosenza), 1987.*

– comune di Cosenza, con movimenti franosi per scorrimento di coltri alteritiche sui versanti più acclivi della zona Portapiana-Liceo scientifico, e con propensione a crolli nella zona Portapiana-Cavarella. Sono stati anche riconosciuti dissesti di difficile classificazione nella zona di franamento pregresso, edificata, di Giostra Vecchia-Motta, e predisposizione a crolli da pareti di vecchia origine nella zona di S. Francesco d'Assisi, nonchè fenomeni di erosione al piede di opere di regimazione e contenimento in sponda destra del F. Crati all'altezza di S. Francesco di Paola;

– comune di Amantea, con riattivazione per scorrimento rotazionale di un antico franamento nella porzione meridionale dell'abitato (rione Piazza, e con predisposizione a crolli dalle pareti della zona Rupe Castello e Pantaleo). Numerose le ordinanze di sgombero di fabbricati, di interdizione a luoghi di culto (Chiesa Madre), di divieto al traffico sulla viabilità interna;

in provincia di Catanzaro:

– comune di Caccurri, con franamenti per crollo e rotolamento dai costoni arenacei-conglomeratici sviluppati lungo la strada provinciale di accesso al capoluogo (rione La Parte) e in contrada S. Nicola e piazza Umberto. Il pericolo fu affrontato fin dal 1951 con provvedimenti confusi e contraddittori che hanno aggravato la situazione complessiva. L'abitato fu ammesso al consolidamento e parziale trasferimento e sgombero del rione La Parte nel 1973, che non è stato mai attuato per indisponibilità finanziarie. Nel 1982 è stato attuato un parziale consolidamento di una parte della parete in frana;

– comune di Rocca di Neto, con dissesti franosi pregressi lungo tutto il bordo del capoluogo. Particolarmente attivo e pericoloso il movimento franoso per scorrimento rotazionale multiplo che coinvolge l'intero versante, alla base del quale sono stati effettuati sbancamenti che ne hanno compromesso la stabilità, in località via Monte Grappa-Corso Umberto I. Altri dissesti sono individuabili nel rione Trento e Trieste, e nelle vie R. Margherita, Pereto, Botte, Pasubio e altri siti. L'abitato fu inserito tra quelli da consolidare con regio decreto del marzo 1933, poi tra quelli da trasferire parzialmente con disposizione del giugno 1961, infine tra quelli da consolidare e trasferire parzialmente con disposizione dell'agosto 1973;

– comune di Cutro, con erosioni calanchive e rimobilizzazione di franamenti per colamento, nonchè movimenti per scorrimento rotazionale, lungo i bordi del terrazzo morfologico su cui insiste l'abitato capoluogo. La situazione è aggravata da una generale inosservanza di norme prudenziali nello smaltimento delle acque piovane e reflue, oltre che da una espansione urbanistica non programmata che ha impegnato il bordo del terrazzo, in fase dinamica evolutiva;

– comune di Martirano, con instabilità delle pareti calcaree i cui crolli minacciano l'abitato. Nella zona Poggia si verificò, nel marzo 1971, un franamento per crollo che coinvolse due abitazioni;

– comune di S. Mango d'Aquino, con rimobilizzazione di corpi franosi pregressi che coinvolgono parte dell'abitato capoluogo, tra i quali i franamenti per scorrimento rotazionale profondo nella zona Tribito, nella zona Trearie, e al campo sportivo;

– comune di Gimigliano, con rimobilizzazioni di frane pregresse in coltri alteritiche, di difficile definizione quanto a tipologia, che coinvolge l'area di recente espansione urbanistica del capoluogo, a monte e a valle della strada provinciale d'accesso all'abitato, e a monte della ferrovia calabro-lucana. Il territorio comunale fu interessato da dissesti di notevoli proporzioni a seguito dell'alluvione del gennaio 1940 e del

marzo 1943; durante quest'ultimo evento le frane interessarono la linea ferroviaria, la strada d'accesso e il centro urbano;

– comune di Pizzo Calabro, con instabilità delle pareti arenacee aggettanti delle falesie marine sul cui ciglio insistono i fabbricati del centro storico (rione Carmine, Seggiola, ecc.) e quelli della recente espansione urbanistica, con possibilità di crolli che già in passato si sono verificati lungo un fronte di 120 m, tra la Chiesa del Carmine e Palazzo Trentacapilli. L'abitato, dal marzo 1916, è incluso tra quelli da consolidare a cura e spese dello Stato;

– comune di Tropea, con instabilità e arretramento per crolli della falesia marina su cui sono ubicati il centro abitato antico e le nuove espansioni urbanistiche del capoluogo. L'abitato fu colpito in passato da numerosi dissesti, tra i quali quelli conseguenti all'alluvione del novembre 1959;

in provincia di Reggio Calabria:

– comune di Pazzano, con propensione a franamenti per crollo dai versanti calcarei di M.Consolino, e con scorrimenti superficiali sul versante di M. Stella incombente sull'abitato. Ordinanze sindacali di sgombero di fabbricati furono emesse nel 1979 e, più recentemente, a seguito del nubifragio verificatosi il 31 novembre 1985;

– comune di Canolo, con instabilità delle pareti calcaree prospicenti l'abitato e conseguenti crolli sollecitati da scorrimenti nelle rocce filladiche sottostanti. Nella parte orientale dell'abitato e sotto il cimitero sono stati riconosciuti movimenti franosi per scorrimento nelle filladi ed espandimenti laterali di masse calcaree che in parte scivolano sulle sottostanti filladi e in parte si muovono solidalmente con esse. Canolo fu inserito fin dal 1906 (a seguito del sisma del 1905) nella lista degli abitati da consolidare; successivamente con decreto dell'aprile 1952 venne inserito tra quelli da trasferire parzialmente (zona delimitata dalle vie Tucci, Castello, Camposanto e della sovrastante rupe montuosa); infine, con provvedimemto dall'agosto 1973, venne considerato tra quei comuni da consolidare e trasferire parzialmente (25 famiglie furono trasferite nella frazione Manderolo). Tra i principali dissesti, notevoli furono quelli conseguenti all'alluvione del novembre 1932, oltre a quelli già citati del 1951 e 1973. Finora gli interventi eseguiti sono stati episodici e disarticolati, privi di un piano organico;

– comune di Gerace, con predisposizione a franamenti per crolli lungo il bordo della parete arenacee su cui insistono abitazioni del capoluogo. Dissesti si verificarono in seguito all'alluvione del novembre 1932;

– comune di Scido, con predisposizione a franamenti per crollo lungo la scarpata su cui insiste il lato occidentale dell'abitato, con la SS. n. 112 e la schiera di fabbricati con numeri civici 11, 13, 15, 17 e 19. Tra i principali dissesti franosi del passato sono quelli conseguenti all'alluvione del 16-18 ottobre 1951; segnali di instabilità si sono manifestati anche a seguito delle alluvioni del dicembre 1972-gennaio 1973;

– comune di Platì, con franamenti per crollo all'ingresso del capoluogo, e vasti movimenti franosi per colamento che minacciano di travolgere parti dell'abitato o di sbarrare la fiumara di Platì deviando il flusso idrico e detritico verso l'abitato.

Dopo la disastrosa e luttuosa alluvione dell'ottobre 1951, il capoluogo fu inserito nell'elenco degli abitati da trasferire parzialmente (zona compresa tra il Vallone Inuguri, via G. Bruno, Largo dell'Orto, via Mameli, Via G. Battisti) e da consolidare (limitamente al rione Ariella) a cura e spese dello Stato. (*fonti*: atti amministrazioni comunali; atti Regione Calabria; varie ordinanze di protezione civile; informazioni di L. Merenda del CNR-IRPI Cosenza; osservazioni dello scrivente nei comuni di Montegiordano, Castroregio, Orsomarso, Castrovillari, Bonifati, Luzzi, Cosenza).

17 giugno 1987. – A Catona di Reggio Calabria si verifica all'alba una frana subacqua la cui nicchia di distacco taglia – provocando uno scalino di 0,50-0,70 m – la battigia marina del capoluogo (figg. 110-111). Scartata l'iniziale ipotesi di un evento sismico e/o vulcanico formulata sulla base del resoconto dei due unici testimoni oculari («ribollimento»

Fig. 110. – Frana subacquea di Catona in provincia di Reggio Calabria, 17 giugno 1987. Lo scalino lungo la battigia corrisponde alla nicchia di distacco (*fotografia dell'autore*).

– *The step along the marine shore corresponds to the main scarp of a sliding, Catona (Reggio Calabria), June 17, 1987.*

Fig. 111. – Frana subacquea di Catona in provincia di Reggio Calabria, 17 giugno 1987. Si nota la nicchia di distacco e l'antistante porzione di mare più scuro corrispondente alla zona di allontanamento del materiale (*fotografia dell'autore*).

– *View of the crown and of the depletion zone that is marked by the dark waters, Catona (Reggio Calabria), June 17, 1987.*

prolungato delle acque accompagnato da forte odore di solfo), l'insieme dei dati (osservazioni sia con immersioni che con battello ed elicotteri, e rilievi batimetrici con ecoscandaglio) consente di ricondurre l'evento a un franamento per scorrimento in materiali sabbioso-ghiaiosi accumulatisi in modo anomalo specie per modificazioni antropiche del naturale profilo del litorale. L'inizio delle modificazioni può essere fatto risalire all'affondamento di alcuni natanti durante il periodo bellico (1943). A sud di tali relitti, rinforzati poi da difese antropiche, si è determinato un accumulo di materiale più a riparo dal moto ondoso e dalle correnti, che superato l'angolo di riposo si è mobilizzato. L'evento, data l'ora in cui si è manifestato, non ha provocato danni alle persone che solitamente stazionano sulla battigia (*fonte*: osservazioni dirette dello scrivente e di L. Merenda dell'IRPI-CNR di Cosenza).

15-16 novembre 1987. – Nubifragi si riversano in varie zone della regione centro-meridionale.

A Catanzaro le acque del T. Fiumarella distruggono la seconda briglia a valle della galleria Sansinato provocando il crollo delle difese arginali in destra e sinistra, e l'asportazine dei rilevati arginali per oltre 1200 m; vengono così inondate e alluvionate le zone sud della città (quartiere S. Maria e via Lucrezia della Valle) con gravi danneggiamenti al polo industriale (alluvionati gli stabilimenti Siare, Vimat, Stirparo, Idross, Cdv, ecc.), al centro provinciale degli automezzi postali, a un campo nomadi, e a un fabbricato di uso civile. Cinque persone rifugiate sul tetto di un'abitazione vengono tratte in salvo da mezzi anfibi dei vigili del fuoco. Danni si registrano anche nei quartieri a nord della città (Ponte Piccolo, Ponte Grande, Piterà, Ianò, S.Elia, Siano), per dissesti di vario tipo, tra cui numerose voragini. Danneggiato l'acquedotto S. Domenico con conseguente sospensione dell'erogazione idrica. I senzatetto, secondo dati della prefettura, sono circa 50. Una frana nei pressi di una galleria ferroviaria blocca il transito dei convogli nel tratto Lametia Terme-Catanzaro Lido; altri dissesti interrompono la ferrovia calabro-lucana nel tratto Gimigliano-Catanzaro. Interrotta in più punti la SS. n. 280 (Due Mari). Sempre nel territorio provinciale restano isolati per fenomeni franosi i comuni di Borgia, S. Floro e Gimigliano.

In provincia di Reggio Calabria dissesti idrogeologici si manifestano sul lato tirrenico, nelle zone collinari intorno alla piana di Gioia Tauro, tra i fiumi Marepotamo e Metrano (che straripa, insieme all'adiacente F. Fermano), e tra questo e il T. Vacale, area già colpita dagli eventi dell'aprile 1984, e del gennaio e marzo 1985. Fenomeni franosi si segnalano a Galatro, a Giffone; altri dissesti idrogeologici vengono indicati a Cinquefrondi, S. Giorgio Morgeto, S. Pietro di Caridà, nonchè a Molochio e Seminara. Più a sud, subiscono danni i territori di Bagnara Calabra, Fiumara, Villa S. Giovanni e Reggio Calabria. Qui, nella frazione Eramo, crolla un muro di sostegno di una palazzina abusiva che coinvolge abitazioni limitrofe provocando un ferito. Cospicui trasporti solidi si verificano lungo le fiumare a sud di Reggio, provocando invasioni di fango e detriti sulla carreggiata della SS. n. 106, come tra le frazioni di S. Gregorio e di Pellaro. Nell'entroterra fenomeni franosi si manifestano a Cardeto, S. Alessio d'Aspromonte e Montebello Ionico. Lungo il versante orientale, dissesti idrogeologici vengono segnalati a Gioiosa Ionica e Ferruzzano.

Lo Stato dichiara danneggiati 17 territori comunali di cui 15 in provincia di Catanzaro e 2 in quella di

Reggio Calabria (tab. 101) (*fonti*: Gazzetta del Sud, 17.11.1987; DPCM 5.8.1988 in GU 16.1.1989, n. 12).

Tab. 101. – Comuni calabresi dichiarati danneggiati, dissesti idrogeologici 15-16 novembre 1987.

in provincia di Catanzaro: Borgia, Catanzaro, Cotronei, Crotone (località Passovecchio), Gerocarne, Magisano, Maierato (località Maddalena), Montepaone, Sellia Marina (contrada Poerio), Settingiano (località Martelletto e Campo), Sorianello, Soriano Calabro, Soverato, Squillace, Staletti (località Copanello Lido);

in provincia di Reggio Calabria: Motta S. Giovanni, Reggio Calabria.

fine anno 1987. – In provincia di Reggio Calabria i dissesti idrogeologici che interessano i comuni di Bagnara Calabra e Bova creano situazioni di pericolo per la pubblica incolumità (*fonti*: Ord.ze 12.4.1988 n. 1437/FPC e 13.4.1989 n. 1694/FPC del ministro per il coordinamento della protezione civile).

8 gennaio 1988. – Si risente in provincia di Cosenza l'effetto di scosse sismiche con epicentri in Basilicata (zona di Castelluccio Inferiore e Superioree); danneggiamenti attribuiti al VI grado MCS – per aggravamento di lesioni preesistenti – vengono riscontrati nei comuni di Laino Borgo, Morano Calabro, Papasidero e Scalea (*fonte*: Gasparini e Tertulliani, 1988).

febbraio 1989. – A Villapiana, in provincia di Cosenza, dissesti idrogeologici richiedono interventi di consolidamento a tutela della pubblica incolumità (*fonte*: Ord. 3.4.1990 n. 1891/FPC del ministro per il coordinamento della protezione civile).

fine marzo-aprile 1990. – Acqua vietata nel centro storico di Reggio Calabria per ordinanza del sindaco che ne dichiara la non potabilità; la decisione viene assunta a seguito di una perizia disposta dal pretore, riguardante la qualità delle acque nei pozzi (Calopinto e Sei) situati nella parte alta della città, e dai quali si dipartono gli adduttori per il centro storico. L'entità dell'intrusione dell'acqua marina nella falda pare abbia determinato contenuti di potassio che superano anche di 10 volte il valore limite. Sono in corso ulteriori analisi (*fonte*: La Repubblica, 1.4.1990).

26-27 novembre 1990. – In provincia di Catanzaro le piogge rendono precaria la situazione di Badolato, dove circa una dozzina di famiglie abitano in case interessate da un movimento franoso. Di notte, a turno, qualcuno fa la guardia per dare l'eventuale allarme (*fonte*: Il Messaggero, 29.11.1990).

24-26 dicembre 1990. – Piogge persistenti interessano vaste aree della regione innescando numerosi dissesti idrogeologici.

In provincia di Cosenza movimenti franosi minacciano gli abitati di Villapiana, di Castroregio, e la SS. n. 481 nel tratto della variante del Ferro nei pressi di Oriolo. Disalveano, nei pressi di Trebisacce, i torrenti Ferro, Saraceno e Pagliara; quest'ultimo allaga strade e locali al piano terra del quartiere omonimo. Altri dissesti vengono segnalati ad Albidona ed Alessandria del Carretto. Nella pre-sila meridionale situazioni di emergenza si determinano nel comune di Bianchi, dove un franamento si abbatte a ridosso di un caseggiato in località Serra di Piro.

In provincia di Catanzaro la SS. n. 280 (Due Mari) viene bloccata da una frana poche centinaia di metri prima dell'imbocco della galleria del Sansinato (lato tirrenico); la stessa frana interrompe la tratta ferroviaria Catanzaro-Lametia Terme. I dissesti provocano l'interruzione in più punti anche della SS. n. 106. A Roccelletta, frazione del comune di Borgia, si verificano estesi allagamenti di abitazioni. Al Lido di Catanzaro una voragine interessa il parcheggio di un condominio in via dei Normanni. Quattro famiglie di una frazione di Caraffa restano isolate in quanto l'unica strada di collegamento è trasformata in torrente. A Caccurri le campagne vengono allagate dalle acque di piena del F. Neto. A Cropani i dissesti idrogeologici interessano l'asilo infantile e la rete viaria. Danni rilevanti si registrano a Botricelli e Mesoraca. A Petilia Policastro 15 famiglie, abitanti in via Colla, vengono evacuate per segnali di movimento franoso in atto; altre 10 famiglie restano isolate in località Calcaterra-Paternise, mentre la strada provinciale che dal capoluogo comunale porta alla vicina frazione Pagliarelle risulta interrotta per frana. Nel comune di Mesoraca un franamento seppellisce un'abitazione i cui 5 abitanti vengono tratti in salvo dai vigili del fuoco che riescono ad aprire un varco tra le macerie (*fonte*: Gazzetta del Sud, 22.12.1990).

1.19. Cronistorie siciliane

8 aprile 1950. – Scosse sismiche si ripercuotono nel comune di Giarre in provincia di Catania. Lo Stato stanzia fondi per la riparazione di danni (*fonte*: DM 1.2.1952 in *GU* 9 apr., n. 85).

16-18 ottobre 1951. – Dissesti alluvionali e franosi si verificano, a seguito di nubifragi che colpiscono con particolare violenza l'area compresa tra l'Etna e Catania, nei bacini idrografici dei fiumi Alcantara, Simeto, Dittaino, Giornalunga, Anamo, Tellaro

GRANULOMETRIA DELLE ALLUVIONI DEI TORRENTI CALABRI (*)

C. VIPARELLI (**)

SOMMARIO: Mettendo a raffronto le curve granulometriche dedotte da campioni prelevati dal letto alluvionale di una stessa fiumara, si interpretano gli scostamenti fra curva e curva applicando la metodologia statistica che, già da qualche decennio, è stata messa a punto per controllare a mezzo di idonea campionatura la produzione di grossi impianti industriali.

L'indagine, estesa a 52 fiumare, ha posto in evidenza che, nonostante detti scostamenti, la composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo può ritenersi invariata lungo tutta l'asta terminale di ogni singola fiumara o su lunghi tratti di essa.

Ciò premesso, per ciascuna fiumara vengono definite a mezzo di un numero limitato di parametri sia la curva granulometrica media che la fascia entro cui ci si può attendere che resteranno contenuti i massimi scostamenti fra detta curva granulometrica media e le curve granulometriche deducibili da campioni di dimensione assegnata.

Prendendo spunto dall'indagine eseguita, si suggeriscono le norme da seguire nelle operazioni di campionatura su un ammasso di terre sciolte affinché esse diano notizie esaurienti in riguardo alla composizione granulometrica di questo.

1 - Premesse

Gli scopi della indagine, i criterii seguiti nell'elaborare i dati e le conclusioni tratte vengono illustrati nel pgf. 2.

I lettori che abbiano particolare interesse a qualcuno degli argomenti trattati potranno trovarli sviluppati con maggiori dettagli nei successivi paragrafi da 3 a 6.

A questi, sovratutto, rinvio chi intenda rendersi conto del come la metodologia statistica applicata normalmente in altri campi della tecnica possa essere utilmente impiegata anche allo scopo di programmare e di interpretare le operazioni di campionatura che si svolgono per riconoscere le caratteristiche granulometriche di un ammasso di terre sciolte.

2 - Scopi e conclusioni dell'indagine

2.1 - Nel 1957 la *Cassa per il Mezzogiorno* affidò all'Istituto di Idraulica dell'Università di Napoli l'incarico di studiare i diversi aspetti che danno al regime idrologico delle fiumare calabre caratteri del tutto particolari, solo confrontabili con quelli dei torrenti della Sicilia Orientale (vedi successivo pgf. 3).

Scopo dell'indagine, ormai pressoché ultimata, è stato quello di verificare se, pur nella estrema variabilità di situazioni, che, anche per mano dell'uomo, si sono determinate lungo le diverse fiumare, non esista alcunché di comune che denoti una correlazione fra le pendenze di fondo i assunte dagli alvei e le caratteristiche morfologiche, geologiche e pluviometriche dei bacini sottesi.

Ed invero i primi risultati, già illustrati in una comunicazione presentata al *VI Convegno Italiano di Idraulica e Costruzioni Idrauliche* tenutosi a Padova nel maggio 1959 [1], ci incoraggiarono a proseguire l'indagine, in quanto posero in evidenza che per quelle fiumare che abbiano raggiunto una certa stabilità le pendenze di fondo i degli alvei sono legate da stretta correlazione alla superficie S dei bacini sottesi, con legge che, se varia da un gruppo di fiumare all'altro, resta però la stessa sia per i successivi tronchi di una stessa fiumara che per fiumare vicine.

Ci sembrò, tra l'altro, che la correlazione fra i e S potesse spiegarsi con l'ipotesi che le pendenze di fondo assunte dagli alvei che abbiano raggiunto un certo equilibrio dipendano in maniera strettissima dalle portate che vi affluiscono e dal materiale solido che queste trasportano. Se ciò fosse vero, infatti, per fiumare vicine, sottendenti bacini con caratteristiche morfologiche, geologiche e pluviometriche simili, portate liquide e portate solide affluenti agli alvei dovrebbero variare soltanto in funzione della diversa superficie S dei bacini sottesi e la dipendenza di i dalle portate

(*) Comunicazione presentata al *VI Convegno di Geotecnica* (Pisa, 9 aprile 1963).

(**) Prof. Ing. Carlo VIPARELLI, Incaricato del corso di «*Bonifiche e Irrigazioni*» presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli.

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

liquide e solide che affluiscono agli alvei si manifesterebbe, in definitiva, nella correlazione osservata fra i ed S.

A conferma della ipotesi fatta, del resto, è il fatto che lungo le aste terminali delle fiumare, particolarmente se arginate, in cui vengono a mancare gli apporti di materiale solido dalle sponde e sono nulli, o praticamente nulli, gli incrementi di portata liquida, là dove si sono raggiunte condizioni di equilibrio le pendenze di fondo risultano praticamente costanti [1].

Egualmente costante, però, dovrebbe risultare lungo dette aste terminali la composizione granulometrica delle alluvioni che, accumulandosi mano a mano sul fondo dell'alveo, hanno consentito che questo raggiungesse le attuali condizioni di equilibrio. E primo scopo dell'indagine sulla granulometria delle alluvioni di fondo alveo delle fiumare calabre, di cui qui riferisco, fu appunto quello di controllare se ciò sia effettivamente verificato.

2.2 - In effetti, già a guardarle camminando lungo i greti delle fiumare, traemmo l'impressione che le alluvioni depositate sul fondo di essi poco o niente variino.

Ritenendo, però, che ciò non bastasse, decidemmo di prelevare lungo ogni fiumara un congruo numero di campioni (da un minimo di 5÷6 a un massimo di 9÷10), per poi vagliarne il materiale, dedurne le curve granulometriche e metterle a raffronto.

Potendo procedere alla vagliatura del materiale direttamente sul posto, nel predisporre i prelievi si fissò che, sia pure ad abundantiam, il peso di materiale prelevato dovesse per ciascun campione aggirarsi intorno ai 100 kg e non dovesse, comunque, essere inferiore ai 60÷70 kg.

Dedotte le curve granulometriche corrispondenti a ciascun campione, ci si accorse, però, nel riportarle in diagramma, che mentre per qualche fiumara esse si addensavano in fasce molto strette, sì da avvalorare l'ipotesi fatta, per altre, invece, si disperdevano su fasce più larghe, facendo sorgere il sospetto che l'ipotesi non fosse accettabile.

Mancando, però, altri elementi che giustificassero tale diversità di giudizio, sorgeva il dubbio che la diversa ampiezza assunta dalle fasce granulometriche dipendesse piuttosto dalle modalità seguite nel prelievo dei campioni e dalla insufficiente dimensione di questi. E ciò sembrò verosimile sovratutto pel fatto che, in genere, le fasce granulometriche erano più larghe per le fiumare in cui le alluvioni avevano granulometria più grossolana.

Ci si convinse, così, che, fin quando non avessimo avuto elementi adeguati per discernere quale significato occorre dare alle curve granulometriche e all'ampiezza delle fasce granulometriche corrispondenti a ciascuna fiumara, il materiale raccolto ci avrebbe detto poco o niente di più di quanto già avevamo dedotto dall'osservazione diretta delle alluvioni.

2.3 - Problema analogo al nostro ci apparve quello che si presenta nell'industria quando si renda necessario controllare attraverso una campionatura, adeguatamente programmata, il prodotto finale di grossi impianti a catena (vedi successivi pgff. 4.1, 4.2, 4.3). E, come in quel caso, perché il controllo sia efficiente, occorre che il campione sia costituito da un numero minimo di elementi ben determinato, così anche per il controllo delle nostre alluvioni si poteva presumere che, almeno per qualche fiumara, potessero occorrere campioni di dimensione maggiore di quella da noi preventivamente fissata.

In ogni caso, ci sembrò opportuno di rielaborare tutto il materiale raccolto applicando all'analisi di esso la stessa metodologia statistica che l'industria ha messo a punto nell'intento di riconoscere a pieno il significato di uno o più campioni e di stabilire i criterii da seguire nel predisporre la campionatura.

2.4 - Alla opportunità di interpretare da un punto di vista statistico l'operazione di campionatura da noi effettuata si opponeva, però, il fatto che, a differenza di quanto avviene nel calcolo delle probabilità, fondamento teorico di ogni indagine statistica, in cui la dimensione del campione è definita dal numero n di elementi che lo costituiscono, la dimensione dei nostri campioni era misurata dal peso G di materiale prelevato (vedi pgf. 4.4).

La difficoltà fu superata identificando ciascun elemento in un volume di materiale di peso pari a quello g_{max} del grano più grosso che compare nell'ammasso alluvionale e assumendo di conseguenza come dimensione n del campione il rapporto G/g_{max}, che dà, appunto, il numero di elementi che entrano nel campione (vedi pgff. 4.5, 4.6 e 4.7).

2.5 - Con la convenzione fatta, il significato delle curve granulometriche si identifica in maniera immediata con quello di curve di frequenze cumulate che indichino come gli n elementi compresi nel campione si ripartiscono fra le successive classi in cui può scomporsi il campo entro cui variano le dimensioni dei grani componenti l'ammasso (pgf. 4.7).

Come tali, quindi, esse danno una stima soltanto approssimata della effettiva composizione granulometrica dell'ammasso da cui il campione è prelevato e l'approssimazione deve ritenersi tanto migliore quanto maggiore è la dimensione n del campione.

E poiché, a pari peso G dei campioni, n risulta tanto minore quanto più grossolane sono le alluvioni, la campionatura effettuata risultava più esauriente per le fiumare in cui le alluvioni sono più fini e meno esauriente per quelle in cui le alluvioni sono più grosse.

Pur tuttavia, data la gran mole di materiale raccolto, l'informazione fornita dai campioni di dimensione n maggiore valse a integrare quella fornita dagli altri e consentì di non avere dubbi sul loro significato.

2.6 - Ricondotta l'indagine su schemi più aderenti a quelli considerati dal calcolo delle probabilità, procedendo a verifiche per classi e per campioni e riferendoci alla distribuzione del χ^2, largamente usata nella statistica per riconoscere la significatività degli

scarti fra osservazioni empiriche e leggi teoriche assunte per interpretarle (pgf. 4.9), si dedusse che gli scostamenti che si osservavano fra le curve granulometriche corrispondenti a campioni prelevati su una stessa fiumara potevano, a meno di qualche eccezione, attribuirsi a scarti di campionatura e come tali risultavano tanto più grandi quanto più piccola era la dimensione $n = G/g_{max}$ dei campioni (pgf. 5).

Risultava, così, dimostrato in maniera obiettiva essere la composizione granulometrica delle alluvioni praticamente costante lungo l'asta terminale di ciascuna fiumara.

2.7 - I nuovi criterii di elaborazione dei dati raccolti si dovevano dimostrare ancora proficui di risultati nel prosieguo dell'indagine.

Infatti, avendo concluso che per ogni fiumara è legittimo ammettere che la composizione granulometrica delle alluvioni si mantiene invariata lungo tutta l'asta terminale, assumemmo a rappresentare tale composizione la curva granulometrica media tratta dagli N campioni in essa prelevati e, incoraggiati dal fatto che dette curve, pur variando da fiumara a fiumara, presentavano tutte lo stesso andamento, cercammo di individuare quale fosse la legge teorica di probabilità che meglio si adattasse ad interpretarle (pgff. 6.1, 6.2 e 6.3).

Trovammo, così, che su quasi tutte le fiumare l'ammasso alluvionale può essere considerato il miscuglio di due diverse componenti che si differenziano fra loro per il fatto che la prima ha granulometria più sottile, la seconda più grossa (pgff. 6.4, 6.5 e 6.6).

In tutte e due le componenti le dimensioni x dei grani sono distribuite a caso secondo la legge logaritmico-normale. Di conseguenza, essendo nota la espressione funzionale di tale legge, la probabilità $\Phi\{x\}$ che x risulti inferiore o al più eguale ad un assegnato valore può essere valutata in maniera immediata una volta che si conoscano il valore medio δ delle x e lo scarto quadratico medio σ dei log x.

Ciò significa che per ciascuna fiumara la composizione granulometrica di ciascuna delle due componenti può essere caratterizzata completamente a mezzo dei valori assunti dai due parametri δ e σ, mentre la composizione granulometrica dell'ammasso alluvionale, miscuglio delle due, sarà caratterizzata dai valori δ_1, σ_1 e δ_2, σ_2, assunti da δ e σ nelle due componenti, e dal peso percentuale p con cui, ad esempio, la componente fina interviene nell'ammasso (pgf. 6.7).

2.8 - Scopo ultimo di questa seconda fase dell'indagine, intesa a definire la composizione granulometrica delle alluvioni di fondo alveo a mezzo di un numero per quanto è possibile ristretto di parametri numerici, fu, come si è detto al n. 2.1, quello di esaminare se nelle fiumare che hanno raggiunto condizioni di equilibrio esiste una correlazione fra la composizione granulometrica delle alluvioni di fondo alveo, la pendenza di fondo e le portate. Infatti, solo definendo granulometria, pendenze di fondo e portate a mezzo di parametri numerici, sarebbe stato possibile, dal raffronto fra i valori che detti parametri assumono sulle singole fiumare, stabilire se c'è correlazione fra esse e individuare l'eventuale legge di correlazione.

In linea del tutto generale, i criteri di elaborazione innanzi illustrati potranno, però, essere utili in tutti quei problemi di geotecnica in cui si debba esaminare se c'è correlazione fra la composizione granulometrica di un ammasso di terre sciolte e qualsiasi sua proprietà meccanica.

3 - Formazione del letto alluvionale

3.1 - Come è noto, gli alvei della maggior parte dei torrenti calabri sono interessati da notevoli fenomeni di alluvionamento che creano lungo le loro aste situazioni del tutto particolari cui, appunto, i locali intendono riferirsi quando danno a un torrente l'appellativo di « fiumara ».

Il materiale alluvionale, rifornito al torrente nel tronco montano, là dove l'alveo corre incassato fra pendici sempre molto acclivi e in continuo progressivo degradamento, tenderebbe a depositarsi in ampi coni di deiezione quando il torrente si affaccia sulla fascia costiera.

Ciò, però, si verifica oggi soltanto in pochi casi dato che per la maggior parte delle fiumare le acque, inalveate fino al mare, per lo più fra argini pensili rispetto ai piani di campagna, continuano a trascinare il materiale solido verso valle.

Nei torrenti in cui l'inalveazione è più antica accade così che le alluvioni giungano fino al mare e trovino qui fondali profondi idonei a riceverle e correnti marine che rapidamente le allontanano. Nei torrenti in cui l'inalveazione è più recente, invece, le alluvioni si fermano via via in depositi che avanzano progressivamente sul fondo degli alvei.

In genere, fra il tronco montano, che si potrebbe definire *di rifornimento,* e il tronco vallivo, *di solo trasporto,* il materiale si ferma in ampie piazze di deposito formatesi in qualche varice delimitata fra le ultime pendici montane: di qui, viene ripreso dalla corrente e immesso nelle aste vallive.

In effetti solo nelle fiumare in cui le alluvioni hanno raggiunto il mare, le aste terminali hanno raggiunto una certa stabilità. Prova ne è che le pendenze di fondo poco o niente vi variano nel tempo. Per di più esse raggiungono valori che, per gruppi di fiumare limitrofe, risultano legati da stretta legge di correlazione alla superficie dei bacini sottesi [1] [2] nè è lecito pensare che una legge siffatta potrebbe sussistere se sulle singole fiumare ci si trovasse in situazioni di regime del tutto transitorie.

3.2 - Data la breve lunghezza degli alvei e la estrema variabilità delle portate, i processi di selezione e di modellamento dei singoli grani assumono nelle fiumare calabre proporzioni modeste.

In compenso, però, nel susseguirsi di piene e di magre e nell'alternarsi di fasi di trasporto e di deposito che ne seguono, la corrente esercita sul materiale affluito in alveo un progressivo rimaneggiamento che esercita influenza determinante sulla composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo.

Naturalmente, posto che i fattori che intervengono nel fenomeno sono molteplici e variano continuamente nel tempo, combinandosi fra loro in maniera sempre diversa e con pesi diversi, anche la composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo nelle successive sezioni varia da punto a punto e, probabilmente, in uno stesso punto, se pur limitatamente agli strati superficiali, da un periodo di tempo all'altro.

Resta, però, che l'ambiente in cui i fenomeni si verificano è sempre lo stesso e, di conseguenza, i fattori che agiscono sul rifornimento del materiale solido in alveo e sul susseguente rimaneggiamento che questo subisce durante il trasporto dal tronco di rifornimento fino a valle, se pur variano di volta in volta, tuttavia presentano valori medii e caratteristiche di variabilità intorno a tali valori medii che restano immutevoli nel tempo.

Ne deriva che, almeno per quelle fiumare che abbiano raggiunto una certa stabilità di regime, la composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo lungo l'asta terminale, effetto ultimo del gioco di tutti questi fattori, finisce con l'avere caratteristiche ben definite e tali da differenziare la fiumara che si considera da tutte le altre, almeno fin quando i bacini di raccolta abbiano caratteristiche sostanzialmente diverse.

Ed, in effetti, già a un esame sommario si ha l'impressione che lungo l'asta terminale di ogni singola fiumara le alluvioni depositate sul fondo alveo siano sempre le stesse.

Una certa differenziazione può notarsi soltanto fra le alluvioni depositate sul fondo alveo in tronchi posti immediatamente a monte e immediatamente a valle della immissione di qualche affluente che sottenda un bacino dello stesso ordine di grandezza di quello sotteso dall'asta principale.

Tolte queste eccezioni, comunque, quando si consideri l'ammasso alluvionale nel suo complesso, spostandosi da una zona all'altra di esso e esaminandone strati profondi fino a un metro, un metro e mezzo, le percentuali di materiale grosso e fino che lo compongono appaiono mediamente invariate.

Soltanto chi meglio osservi può rilevare una certa discontinuità nell'ammasso, posto che a strati o a sacche di materiale in cui prevalgono grani di dimensione maggiore si alternano strati o sacche di materiali mediamente più fini. Anche dette alternanze, però, si ripetono in maniera caotica e del tutto casuale ed apparentemente senza alcuna differenziazione quando si passi da una sezione all'altra.

3.3 - L'indagine sulla granulometria delle alluvioni depositate sul fondo alveo, limitata alle sole aste terminali di quelle fiumare che abbiano condizioni stabili di equilibrio, è stata sviluppata in due fasi successive.

Nella prima fase si è verificato se e fino a qual punto possa affermarsi che lungo dette aste la composizione granulometrica delle alluvioni del fondo alveo resti invariata (vedi pgff. 4 e 5).

Nella seconda fase si è cercato di caratterizzare detta composizione granulometrica a mezzo di pochi parametri esprimibili numericamente e suscettibili di essere facilmente misurati (vedi pgf. 6).

La ricerca delle eventuali leggi di correlazione che intercedono fra detti parametri e quelli che possono essere assunti a caratterizzare numericamente tutti gli altri fattori che influenzano il regime idrologico di una fiumara, per quanto rappresenti lo scopo finale dello studio intrapreso presso l'Istituto di Idraulica, pur tuttavia esula dai temi di un convegno di geotecnica. Rinviamo, per essa, alla relazione generale dello studio sulle fiumare calabre che l'Istituto di Idraulica sta redigendo e di cui speriamo di dare al più presto pubblicazione.

4 - Interpretazione delle curve granulometriche dal punto di vista statistico

4.1 - Il legame di effetto a causa che intercede fra la composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo dell'asta terminale di una fiumara e i molteplici fattori che, combinandosi di volta in volta con intensità variabile, ne determinano le caratteristiche è, in certo senso, analogo a quello che, ad esempio, intercede fra la qualità di un prodotto industriale e i molteplici fattori che intervengono nel ciclo di lavorazione di detto prodotto.

Anche qui, infatti, il materiale greggio che viene via via lavorato a mezzo di successive macchine presenta all'arrivo caratteristiche che, quando la fonte di rifornimento è sempre la stessa, variano continuamente intorno a valori medii immutevoli. Anche qui le prestazioni fornite da ogni singola macchina subiscono continue e non sempre controllabili variazioni al variare delle condizioni ambientali in cui si svolgono i successivi turni di lavoro e al variare del personale addetto alle macchine. Anche qui l'intervento di altri innumerevoli fattori, neppur controllabili, che, come quelli già citati, variano continuamente intorno a valori caratteristici, fanno sì che il prodotto finale presenti continue variazioni.

Ciò, però, non impedisce che, una volta che il ciclo di produzione sia stato messo a punto, il prodotto finale abbia caratteristiche ben definite che ne determinano la qualità e lo differenziano da prodotti analoghi forniti in altri cicli di lavorazione da altre imprese industriali.

Ci è sembrato, perciò, che per definire le caratteristiche granulometriche delle alluvioni e per esaminare quale significato debba darsi agli esami condotti su campioni di dimensione limitata che si prelevino dagli alvei in cui dette alluvioni sono depositate sia opportuno rifarsi alla metodologia statistica che, già da anni, si adotta con successo per definire e controllare la qualità del prodotto finale di un ciclo di lavorazione industriale [3] [4] [5].

4.2 - Come già si è detto, se si mettono a raffronto fra loro i singoli pezzi prodotti da uno stesso ciclo di lavorazione si riscontrano differenze fra l'un pezzo e l'altro.

Ammettendo, ad esempio, che la qualità di ogni singolo pezzo possa essere riconosciuta misurando il valore d di una qualsiasi dimensione, si riscontra che i singoli valori di d non sono sempre gli stessi, ma

variano a caso intorno a un valor medio $\overline{d}_m$, caratteristico del ciclo di produzione e perfettamente individuato nel periodo di avviamento, quando la produzione è stata tenuta sotto speciale controllo.

Pur tuttavia, la qualità del prodotto si ammette costante fin quando $\overline{d}_m$ e le frequenze con cui si presentano determinati scarti $d-\overline{d}_m$ non variino nel tempo.

Per controllare ciò, seguendo un programma ben definito, fra tutti i pezzi prodotti in un certo intervallo di tempo Δt se ne prelevano e se ne sottopongono ad esame soltanto n, misurando d soltanto per essi.

Ad un campione di n pezzi corrisponde un determinato valore di d_m in genere diverso da $\overline{d}_m$ e una determinata frequenza dello scarto $d-\overline{d}_m$ e, ripetendo il controllo sulla produzione ottenuta in successivi intervalli di tempo Δt, si riscontra che i valori d_m e le frequenze corrispondenti allo scarto generico $d-\overline{d}_m$ risultano, a pari dimensione n dei campioni, diversi da campione a campione.

Si conclude che la qualità del prodotto, e, quindi, l'efficienza del ciclo di lavorazione, non mutano fin quando gli scarti fra i d_m osservati e fra le frequenze corrispondenti allo stesso scarto $d-\overline{d}_m$ non superano valori determinati. Nè è inutile segnalare che tali valori limiti e la fiducia che può aversi nel controllo sono strettamente correlati alla dimensione n dei campioni.

In definitiva la qualità del prodotto, definita dai valori che in tutta la produzione assumono $\overline{d}_m$ e la frequenza con cui si verifica lo scarto generico $d-\overline{d}_m$, viene controllata a mezzo di campionatura, verificando gli scarti che, per le ridotte dimensioni dei campioni, possono riscontrarsi fra detti valori e i valori empirici di d_m e della frequenza dello scarto $d-\overline{d}_m$, quali si misurano nei singoli campioni. Per concludere che la qualità del prodotto si mantiene invariata non si richiede, cioè, che campioni di egual dimensione si presentino identici fra loro nè si pretende che ciascun campione dia la misura esatta di $\overline{d}_m$ e della frequenza dello scarto $d-\overline{d}_m$: funzione della campionatura è soltanto quella di dare una stima per quanto è possibile approssimata di tali parametri e di verificare che gli scarti che si rilevano fra campione e campione sono compatibili con quelli che possono attendersi fin quando il ciclo di lavorazione conservi la completa efficienza.

4.3 - Con criteri analoghi a quelli innanzi illustrati abbiamo ritenuto che possa parlarsi di composizione granulometrica costante delle alluvioni depositate lungo tutta l'asta terminale di una fiumara o lungo un tronco di questa anche se le curve granulometriche dedotte dai campioni prelevati dal letto alluvionale si scostano l'una dall'altra.

Appena vale la pena di segnalare che l'esempio fatto ha il solo scopo di meglio chiarire il significato che occorre dare all'operazione di campionatura, senza, con ciò, voler stabilire un paragone fra le modalità con cui si svolge il processo di lavorazione di un prodotto industriale e quelle con cui si svolge il processo di rimaneggiamento che il materiale solido affluito a una fiumara subisce da parte della corrente.

Nell'un caso, si tende a ridurre al minimo il numero e l'influenza dei fattori non controllati, sì da far rientrare gli scarti $d-\overline{d}_m$ entro i limiti di tolleranza richiesti. Nell'altro, invece, è proprio e soltanto il grandissimo numero di fattori, incontrollati e incontrollabili, che intervengono nel fenomeno a suggerire la ipotesi che la composizione granulometrica delle alluvioni su lunghi tronchi dell'alveo risulti costante, nel senso innanzi definito.

Naturalmente perché ciò possa affermarsi è necessario che gli scarti fra campione e campione non superino determinati limiti e l'indagine non può dirsi completa se non quando si siano identificati tali limiti.

4.4 - Come è noto, per rappresentare la composizione granulometrica del materiale compreso in un campione si procede alla sua vagliatura a mezzo di stacci con fori di dimensione d via via crescente nel passare dallo staccio 1 ai successivi 2, 3, ... i, ..., pesando ogni volta il materiale trattenuto da ogni singolo staccio.

Indicando con G il peso totale del campione e con G_i la differenza tra G e il peso di materiale trattenuto dallo staccio i, con fori di dimensione d_i, risulta

$$P_i = 100 \frac{G_i}{G} \qquad (4\text{-}1)$$

la percentuale di materiale composta di grani di dimensione inferiore o al più eguale a d_i.

Riportando, poi, in un diagramma cartesiano come ascisse i successivi valori d_i, assunti da d nel passare dallo staccio 1, con fori di dimensione minima, agli stacci 2, 3, ... i, ... successivi, e come ordinate i corrispondenti valori P_i e congiungendo i punti di coordinate (d_i; P_i), si ricava la curva granulometrica corrispondente al campione.

Allo stesso tempo, vagliando il materiale attraverso stacci con fori di dimensione via via crescente, si ripartiscono i grani che compongono il campione in gruppi distinti, comprendendo in ciascun gruppo i grani di dimensione d compresa fra le dimensioni d_{i-1} e d_i dei fori di due stacci successivi. Classificandoli poi a seconda la dimensione d_i, che rappresenta il limite superiore di d in ciascun gruppo, si determina, per differenza fra P_{i-1} e P_i, quale percentuale del peso totale del campione G rappresenti il peso ΔG_i dei grani ricadenti in ciascuna classe.

Ricordando che P_i e P_{i-1} corrispondono a percentuali diverse di G, il peso ΔG_i risulta, ovviamente, pari a

$$\Delta G_i = \frac{(P_i - P_{i-1})}{100} \cdot G = \frac{\Delta P_i}{100} \cdot G \qquad (4\text{-}2)$$

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

e rappresenta una frazione h_i del peso totale G pari a

$$h_i = \frac{(P_i - P_{i-1})}{100} = \frac{\Delta P_i}{100} \qquad (4\text{-}3)$$

Ciò premesso, l'esperienza ci dice che, se si considerano N campioni dello stesso peso G, prelevati a caso dalle alluvioni di fondo alveo nell'asta terminale di una stessa fiumara, e per ciascun campione si valuta la frazione h_i contenuta in una determinata classe d_i, gli N valori h_i risultano diversi l'uno dall'altro e scartano in più o in meno intorno a un valore medio

$$\overline{h}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} h_{ij} \qquad (4\text{-}4)$$

Ci dice, però, ancora l'esperienza che, se si raggruppano gli N campioni a due a due e si considerano le curve granulometriche corrispondenti agli $N/2$ campioni di peso $2G$, così ottenuti, gli scarti intorno alla media $\overline{h}_i$, che, come è ovvio, resta la stessa, risultano nel complesso percentualmente minori di quelli osservati fra gli N campioni di peso G.

Allo stesso tempo, teoria ed esperienza ci dicono che gli scarti fra campione e campione diminuirebbero se l'ammasso avesse composizione granulometrica costante e si raddoppiasse effettivamente il peso di ciascun campione (1).

Ciò autorizza, già di per sè, ad avanzare l'ipotesi che l'ammasso da cui i campioni sono prelevati abbia caratteristiche granulometriche costanti per tutta la sua estensione, sì che considerare come unico campione l'insieme di due campioni prelevati in punti anche molto distanti porta allo stesso risultato che considerare un campione di peso doppio.

Per verificare in maniera probante tale ipotesi, però, interpretando i dati raccolti per riconoscere le caratteristiche granulometriche delle alluvioni depositate sul fondo alveo di ogni singola fiumara, è stato necessario rifarsi a schemi più aderenti a quelli che di norma si considerano nella metodologia statistica.

4.5 - A tale scopo, se si potessero considerare a uno a uno i grani che costituiscono l'ammasso e se si potesse numerarli, raggrupparli e classificarli a seconda della loro dimensione d, anziché far riferimento al peso G, per caratterizzare la dimensione del campione si potrebbe assumere il numero n' dei grani che lo costituiscono.

Inoltre, se fosse possibile contare il numero x'_i di grani che ricadono in ciascuna classe, le caratteristiche granulometriche dell'ammasso quali risultano da ogni singolo campione potrebbero essere sintetizzate, anziché a mezzo della curva granulometrica, come innanzi si è specificato, a mezzo di una *curva di frequenze cumulate,*

(1) Controllo del genere è stato eseguito in altra indagine sulle alluvioni di fondo alveo del torrente Camastra, per cui si disponeva di un numero di campioni N molto più grande, mentre il peso di ciascun campione era soltanto di 35 kg.

— calcolando per ciascun valore d_i il numero X'_i di grani che ricadono nella classe $d_{i-1} - d_i$ e nelle classi precedenti

$$X'_i = \sum_{j=1}^{i} x'_j \qquad (4\text{-}5)$$

— valutando il rapporto X'_i/n', fra X'_i e il numero complessivo n' di grani che formano il campione,

— riportando, infine, in un diagramma cartesiano, come ascisse i singoli valori d_i e come ordinate le *frequenze cumulate* corrispondenti

$$F\{d_i\} = \frac{X'_i}{n'} = \frac{1}{n'} \cdot \sum_{j=1}^{i} x'_j \qquad (4\text{-}6)$$

4.6 - In definitiva,

— l'ammasso alluvionale da cui il campione è tratto potrebbe essere considerato come una popolazione di infiniti elementi, ciascuno coincidente con un grano, ripartiti fra le varie classi d_i a seconda della loro dimensione d;

— il prelievo di un campione di dimensione n' corrisponderebbe all'estrazione a caso da detta popolazione di n' elementi, eseguita in un determinato punto e in una determinata zona dell'ammasso;

— la curva granulometrica del campione andrebbe sostituita dalla curva delle frequenze cumulate che caratterizza la ripartizione fra le varie classi d_i degli n' grani che costituiscono il campione;

— il rapporto $\frac{\Delta P_i}{100}$, quale si calcola dalla curva granulometrica, andrebbe a sua volta sostituito dalla frequenza $h_i = \frac{x'_i}{n'}$, rapporto fra il numero x'_i di elementi che ricadono nella classe d_i e il numero totale di grani che costituiscono il campione.

4.7 - In effetti la possibilità di contare, raggruppare e classificare uno per uno i grani compresi in un campione è puramente teorica.

Per gli ammassi alluvionali depositati sul fondo alveo delle fiumare calabre, però, incoerenti e costituiti da sabbie, sabbie grosse e ghiaie, si è potuto egualmente far riferimento allo schema innanzi descritto identificando il singolo elemento componente l'ammasso, anziché con un singolo grano, con una porzione di materiale di peso assegnato g.

Più precisamente, supponendo di avere ordinato i grani che ricadono nel materiale prelevato col campione in ordine crescente in rapporto alla loro dimensione d, si può pensare di ripartirli in tanti muc-

chietti separati, aventi ciascuno lo stesso peso g, assumendo poi che ognuno di tali mucchietti rappresenti un elemento a se stante.

Come è ovvio, il numero di grani che compone ogni singolo elemento sarà massimo per quegli elementi che ricadono nelle classi cui corrispondono i valori più piccoli di d, (nel campo, cioè, delle sabbie fini), sarà minimo per gli elementi che ricadono nelle classi cui corrispondono i valori più grandi di d, (nel campo, cioè, delle ghiaie grosse).

In ogni caso, poiché ogni singolo elemento può essere composto da più grani mentre non può essere una frazione di questi, g dovrà assumersi per lo meno pari al peso g_{max} del ciottolo più pesante o, dato che i grani hanno tutti lo stesso peso specifico (2), al peso g_{max} del ciottolo cui corrisponde il massimo valore di d.

Per convenzione, assumeremo appunto $g = g_{max}$ e, poiché nelle operazioni di vagliatura, anziché g_{max}, si misurò la dimensione d_{max} del ciottolo più grande, porremo più precisamente

$$g = g_{max} \cong \pi \cdot \frac{d_{max}^3}{6} \cdot \gamma \qquad (4\text{-}7)$$

essendo γ il peso specifico del materiale.

Con la convenzione fatta, quindi, la dimensione del campione, definita ora dal numero di elementi di peso g_{max} in cui può essere ripartito il materiale che lo costituisce, risulta pari a

$$n = \frac{G}{g_{max}} \qquad (4\text{-}8)$$

rapporto fra il peso del campione G e il peso del ciottolo più grande che compare nell'ammasso, o, meglio, al numero intero che più si approssima a n.

Analogamente il numero x_i di elementi che ricade in una generica classe $d_{i-1} - d_i$ è dato dal rapporto fra il peso di materiale che ricade in essa, per la (4-2)

pari a $\frac{\Delta P_i}{100} G$, e g_{max},

$$x_i = \frac{\Delta P_i}{100} \cdot \frac{G}{g_{max}} = \frac{\Delta P_i}{100} \cdot n \qquad (4\text{-}9)$$

mentre la frequenza $h_i = \frac{x_i}{n}$ corrispondente alla classe d_i risulta pari a

$$h_i = \frac{\Delta P_i G}{100\, g_{max}} \cdot \frac{g_{max}}{G} = \frac{\Delta P_i}{100} \qquad (4\text{-}10)$$

e la frequenza cumulata $F\{d_i\}$ diventa a sua volta

$$F\{d_i\} = \sum_{j=1}^{i} h_j = \frac{P_i}{100} \qquad (4\text{-}11)$$

In altre parole, con le convenzioni fatte, *se*, come si fa per le P_i, anche *le frequenze cumulate si misurano in per cento di n, curva granulometrica e curva delle frequenze cumulate coincidono in un'unica curva.*

4.8 - Premesso quanto innanzi, se fosse vera l'ipotesi che le alluvioni depositate sul fondo alveo dell'asta terminale di una data fiumara hanno caratteristiche granulometriche immutevoli per tutta la loro estensione, gli elementi che le costituiscono si ripartirebbero fra le varie classi d_i con legge di probabilità unica e univocamente definita da una funzione di probabilità $\varnothing\{d_i\}$ di cui le curve di frequenza cumulata $F\{d_i\}$ ricavate dai singoli campioni darebbero una rappresentazione tanto più approssimata quanto maggiore è la dimensione n dei campioni. Analogamente a ciascuna classe d_i corrisponderebbe una probabilità $\Theta_i = \varnothing\{d_i\} - \varnothing\{d_{i-1}\}$ di cui le h_i misurate in ogni singolo campione rappresenterebbero una stima tanto più approssimata quanto più grande è n.

4.9 - L'avere riportato le definizioni dell'ammasso e della dimensione dei campioni e l'operazione di campionatura a schemi più aderenti a quelli classici del calcolo delle probabilità consente di verificare in maniera oggettiva, non affidata, cioè, al criterio personale di chi emette il giudizio, se l'ipotesi di una $\varnothing\{d_i\}$ unica per tutto l'ammasso sia compatibile con gli scarti che si osservano fra le curve empiriche $F\{d_i\}$.

A tale scopo, in aderenza al procedimento logico seguito di norma nella metodologia statistica, facendo riferimento a una generica classe d_i, ammetteremo che le N frequenze h_i, osservate in corrispondenza di detta classe negli N campioni di cui si dispone, rappresentino una serie statistica, *intensiva*, di N fra i possibili valori che h_i può assumere in un campione di dimensione n tratto a caso da una popolazione di infiniti elementi in cui alla stessa classe d_i corrisponda una probabilità Θ_i.

Non essendo nota Θ_i, assumeremo come stima che di essa possono fornirci i campioni la media aritmetica $\bar{h}_i$ degli N valori h_i che compongono la serie empirica intensiva

$$\bar{h}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} h_{ij} \cong \Theta_i \qquad (4\text{-}4)'$$

(2) Da un controllo appositamente effettuato è risultato che il peso specifico del materiale resta praticamente invariato (2700÷2800 kg/m³) nel passare dai grani più piccoli a quelli più grandi.

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

Ciò premesso, verificheremo l'ipotesi fatta con l'uno o l'altro dei criteri qui sotto esposti (vedi Appendice in calce).

1° criterio; verifica per classi: Considerando gli N campioni prelevati su una stessa fiumara, verificheremo classe per classe se gli scarti che si riscontrano fra le frequenze h_i osservate campione per campione in una stessa classe d_i possono essere attribuiti al caso o debbono ritenersi significativi.

A tale scopo, per ciascuna classe d_i considereremo la grandezza statistica

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{N} (h_{ij} - \overline{h}_i)^2 \frac{n}{\overline{h}_i (1 - \overline{h}_i)} \qquad (4\text{-}12)$$

con grado di libertà $f = N - 1$

di cui è nota la distribuzione di probabilità (Vedi Appendice e fig. 20); propenderemo per la prima conclusione (*scarti casuali*) se il χ^2 così calcolato ricade fra quelli cui corrispondono probabilità di essere superati non troppo piccole; propenderemo per la seconda ipotesi (*scarti significativi*) nel caso contrario.

Accetteremo o respingeremo definitivamente l'ipotesi soltanto dopo aver ripetuto la verifica per tutte le K classi in cui è stato suddiviso il materiale.

In via convenzionale, in accordo a quanto si fa normalmente nelle prove di significatività di cui qui si parla, assumeremo come valore limite massimo dei valori che può raggiungere χ^2 per un assegnato grado di libertà f quello cui corrisponde una probabilità di essere superato non inferiore al 5%.

Nè sembra inutile precisare che, per definizione, i valori di χ^2 che hanno probabilità di essere superati non inferiore al 5% sono quelli cui nella funzione di probabilità $\varnothing\{\chi^2\}$ (fig. 20, per $f = N - 1$) corrispondono valori di $\varnothing$ non superiori al 95%. Infatti, per definizione, $\varnothing\{\chi_a^2\}$ rappresenta la probabilità che la grandezza statistica χ^2 assuma valori minori o al più eguali ad un assegnato valore χ_a^2 e $1 - \varnothing\{\chi_a^2\}$ la probabilità che si verifichi l'evento opposto.

2° criterio; verifica per campioni: Esaminando un campione alla volta, verificheremo se gli scostamenti fra le h_i e le $\Theta_i \cong \overline{h}_i$, osservati nelle K classi in cui è suddiviso il materiale compreso nel campione (con i variabile da 1 a K), debbono ritenersi casuali o significativi.

Propenderemo per la prima ipotesi se la grandezza statistica

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{K} (h_i - \overline{h}_i)^2 \, n / \overline{h}_i, \qquad (4\text{-}13$$

con $f = K - 1$

di cui, come si è detto, è nota la distribuzione di probabilità, ha probabilità di essere superata non troppo piccola e comunque non inferiore al 5%; propenderemo per la seconda se il χ^2 così calcolato ha probabilità di essere superato inferiore a detto valore limite (confronta ancora figura 20 per $f = K - 1$).

Anche in tal caso trarremo una conclusione definitiva solo dopo aver confrontato i risultati delle verifiche compiute su tutti gli N campioni prelevati nella stessa fiumara.

5 - Raffronto fra campioni prelevati su una stessa fiumara

5.1 - L'indagine è stata eseguita su 52 fiumare, ripartite, fra l'uno e l'altro versante della Calabria, in quattordici gruppi comprendenti ciascuno fiumare che per vicinanza abbiano caratteristiche idrologiche comuni.

Come può osservarsi dalla Fig. 1, non sono stati presi in considerazione i corsi d'acqua di più ampio bacino imbrifero, che, sviluppandosi per lungo tratto in pianura, mal rientrerebbero nel quadro delle fiumare descritte nel pgf. 3.

Per analoga ragione sono stati esclusi tutti i piccoli torrentelli che traggono origine direttamente in pianura e mancano, perciò, del tronco di rifornimento montano.

5.2 - Su ciascuna fiumara sono stati prelevati da un minimo di 4 fino a un massimo di 9 campioni, distanziando le sezioni di prelievo in maniera da avere un quadro per quanto è possibile completo della natura delle alluvioni depositate su tutta la lunghezza dell'asta terminale e rinfittendo il numero dei campioni nei tronchi posti immediatamente a monte e immediatamente a valle di eventuali confluenze (vedi esempi di Figure da 2 a 8).

Il numero di campioni esaminati ammonta a circa 300.

Data la natura delle alluvioni, in linea di massima furono prelevati campioni di circa 1 m³ di volume, provvedendo sul posto a rimescolarne il materiale e a vagliarne soltanto una parte di peso G variabile dai 40÷50 kg ai 100÷120 kg (vedi Tabella I) dopo avere scartato preventivamente qualche masso isolato e saltuario, poco indicativo nei riguardi della composizione granulometrica media dell'ammasso.

Per la vagliatura vennero adoperati stacci con fori di dimensione variabile da 2 a 50 mm e, per qualche fiumara, da 1 a 50 mm. Per ciascun campione, però, oltre a pesare la frazione trattenuta dallo staccio di 50 mm, si provvide anche a misurare la dimensione d_{max} del ciottolo più grosso contenuto in esso.

Dagli N campioni prelevati su ogni singola fiumara vennero infine dedotte sia le curve granulometriche

singole, corrispondenti, cioè, a ogni singolo campione (Figure da 2 a 8), sia la curva granulometrica *media*, corrispondente al campione unico che si otterrebbe se si mescolassero insieme tutti gli N campioni.

metrica media. Per di più gli scarti fra le singole curve e quella media non sembrano correlati alla posizione che la sezione di prelievo del campione occupa lungo l'alveo.

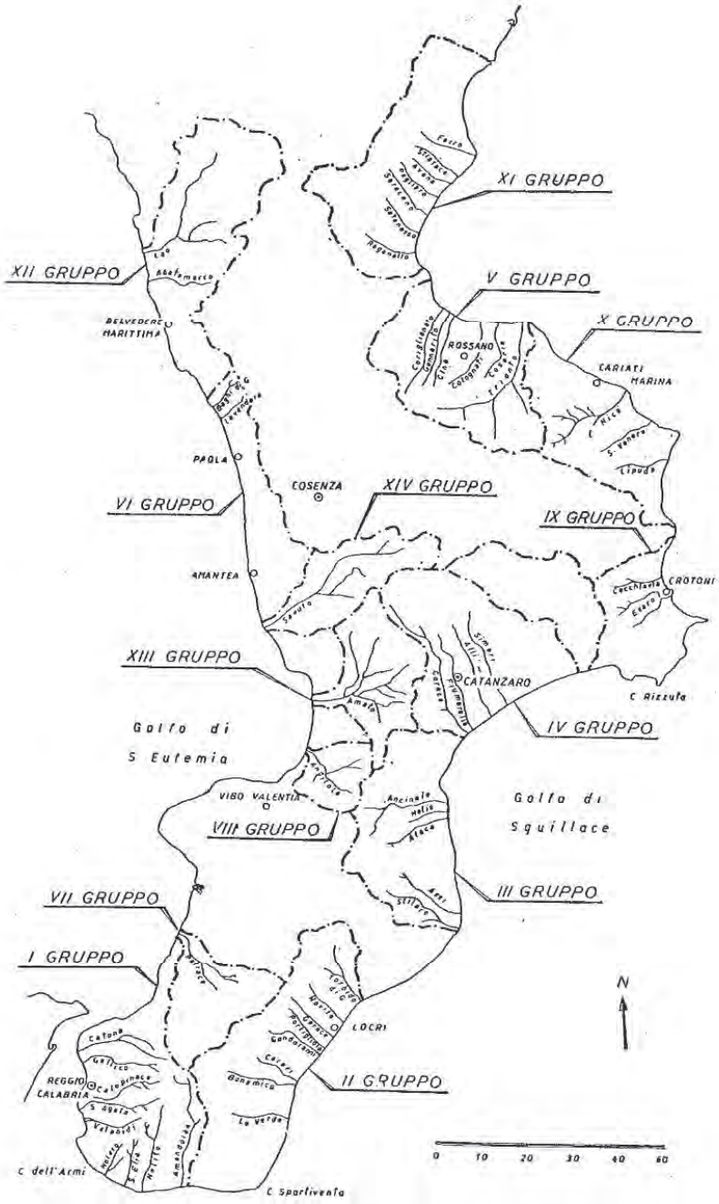


Fig. 1 - La rete idrografica della Calabria e le fiumare esaminate.

5.3 - Come può osservarsi dagli esempi citati (Figure da 2 a 8), le curve granulometriche corrispondenti a campioni prelevati lungo una stessa fiumara, a meno che in qualche caso, si addensano in fasce molto strette e poco si scostano dalla curva granulo-

Scarti di una certa entità si notano soltanto in quelle fiumare in cui ancora nell'asta terminale si abbia la immissione di qualche affluente di una certa importanza (vedi esempio dell'Amato). In tal caso, però, basta considerare separatamente i campioni prelevati

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

a monte della confluenza e quelli di valle per riconoscere che le curve granulometriche dei singoli campioni poco si scostano dalle curve granulometriche medie corrispondenti a ciascuno di detti tronchi.

fiumara sia praticamente la stessa e possa essere caratterizzata a mezzo della curva granulometrica media dedotta dagli N campioni prelevati su tutta la lunghezza dell'asta. Gli scarti fra campione e campione,

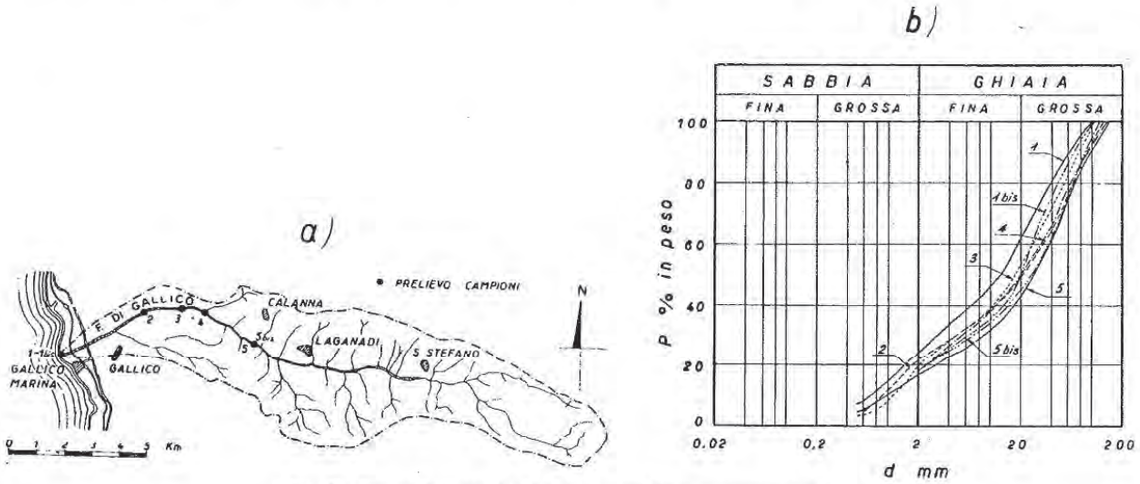


Fig. 2 - Fiume Gallico: a) Corografia b) Curve granulometriche

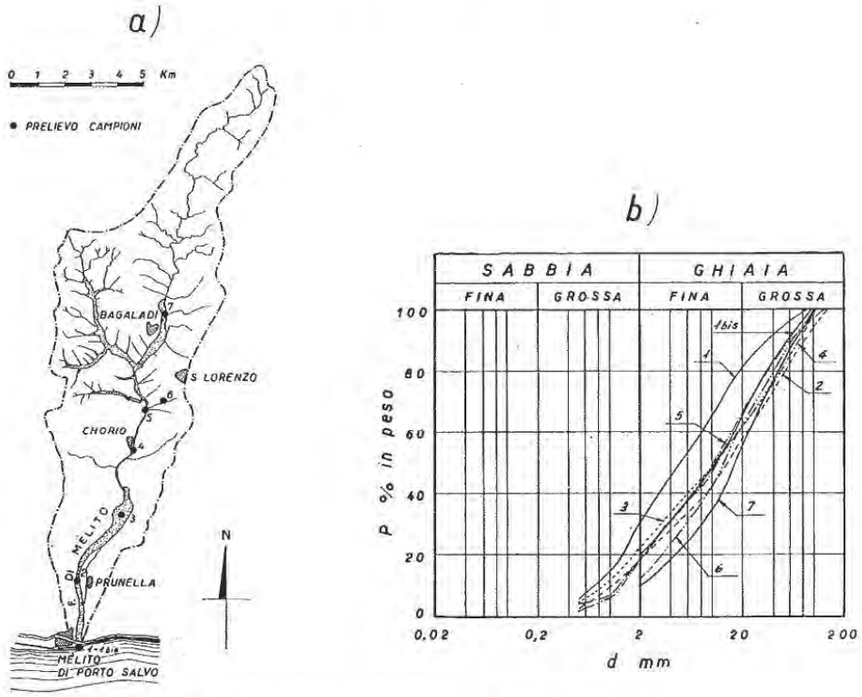


Fig. 3 - Fiume Mèlito: a) Corografia b) Curve granulometriche

5.4 - In aderenza a quanto si è detto nei pgff. 4.1, 4.2 e 4.3 già solo questo porterebbe a pensare che la composizione granulometrica delle alluvioni depositate sul fondo alveo dell'asta terminale di ogni singola

infatti, per la loro entità sembrano da considerarsi scarti casuali di campionatura.

Per avere una conferma oggettiva di tale conclusione, comunque, sovrattutto per quelle fiumare per

cui gli scostamenti tra campione e campione sono più sensibili, si è proceduto alle verifiche, per classi o campioni, illustrate nel pgf. 4.8.

A tale scopo, considerando ciascuna fiumara separatamente dalle altre, in aderenza alla convenzione fatta nel pgf. 4.7, si è innanzitutto determinata la dimensione n dei campioni prelevati in essa, assumendo n pari al rapporto fra il peso complessivo G di ciascun campione e il peso g_{max} del ciottolo più grande

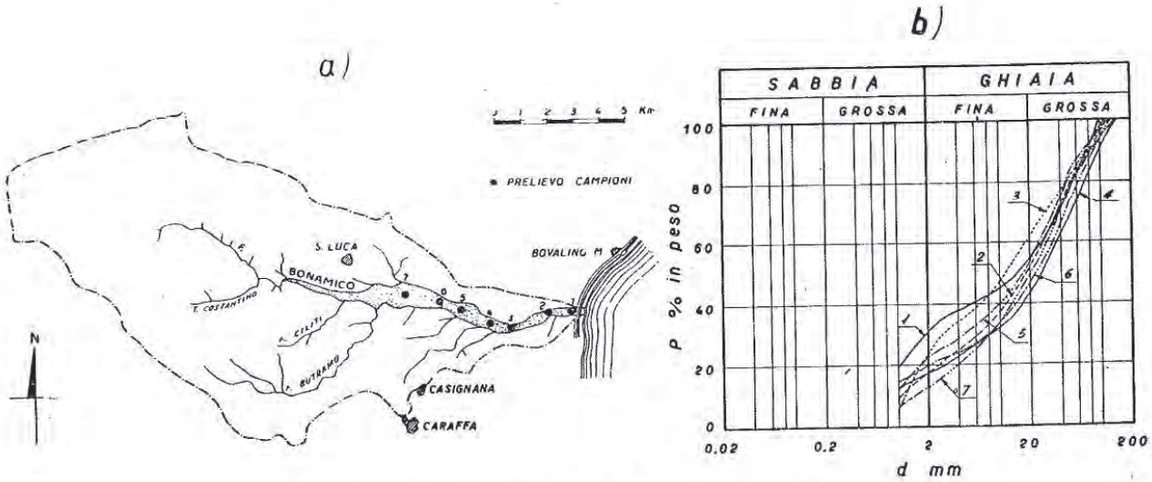


Fig. 4 - Fiume Bonamico: a) Corografia b) Curve granulometriche

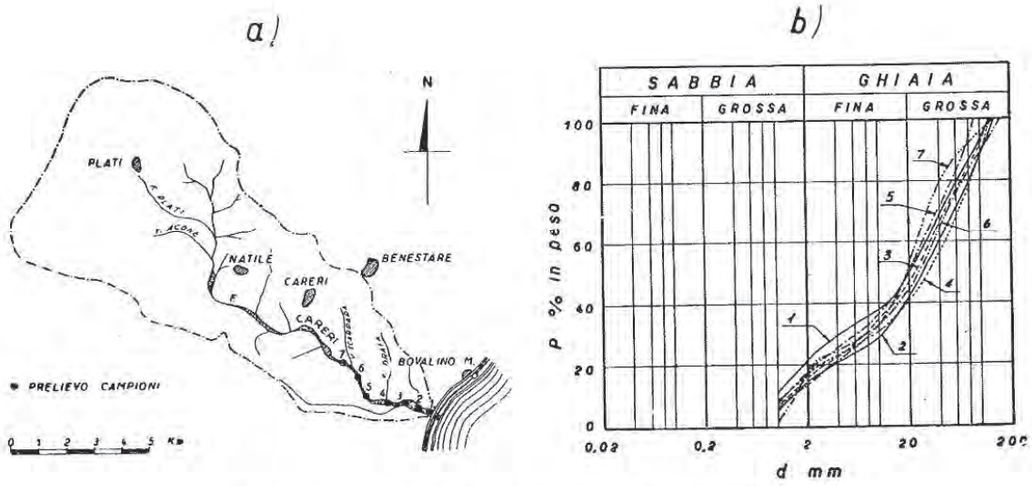


Fig. 5 - Fiume Careri: a) Corografia b) Curve granulometriche

che compare nell'ammasso (vedi esempi della Tabella I).

Ciò fatto, per ogni fiumara si è proceduto a una nuova classificazione del materiale componente l'ammasso alluvionale, prendendo a riferimento la curva granulometrica media dedotta dagli N campioni prelevati in essa.

Più precisamente (Figure da 2 a 8), suddivisa l'ordinata massima $\overline{P} = 100$ di detta curva in K parti di eguale ampiezza

$$\Delta P = 100/K = 100\,\Theta,$$

si sono assunti come punti di separazione di classi contigue i valori $d_1, d_2, \ldots d_i, \ldots d_{K-1}$ che sull'asse delle ascisse corrispondono ai punti della curva granulometrica media che hanno ordinata pari rispettiva-

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

TABELLA I - *Elenco e caratteristiche dei campioni*

Fiumara	Gruppo	Numero dei campioni prelevati N	Sezioni di prelievo	Peso del campione G (kg)	Peso dell'elemento g_{max} (kg)	Dimensione del campione n
Gallico	I	7	1	70	1,300	54
			1 bis	103		79
			2	70		54
			3	95		73
			4	105		81
			5	90		69
			5 bis	105		81
Melito	I	8	1	58,8	1,050	56
			1 bis	114,3		108
			2	68,9		65
			3	58,2		55
			4	86,5		82
			5	92,1		87
			6	87,1		83
			7	98,3		94
Bonamico	II	7	1	109,8	1,450	76
			2	105,4		73
			3	101,1		70
			4	94,2		65
			5	112,4		78
			6	105,5		73
			7	103,2		72
Careri	II	7	1	105,5	2,000	53
			2	116,0		58
			3	102,5		51
			4	100,1		50
			5	105,1		53
			6	104,0		52
			7	120,0		60
Condoianni	II	7	1	115,5	1,350	85
			2	95,9		71
			3	108,7		80
			4	90,7		67
			5	83,9		62
			6	100,8		74
			9	66,9		50
Pagliaro	XI	6	1	76,9	0,700	110
			2	69,6		100
			3	82,0		117
			4	73,7		105
			5	79,2		113
			6	79,0		113
Amato I (a valle fiumara S. Ippolito)	XIII	4	1 bis	41,8	0,400	105
			2	92,2		230
			3	69,9		175
			4	64,5		161
Amato II (a monte fiumara S. Ippolito)	XIII	3	5	78,5	0,185	425
			6	78,1		425
			7	74,9		404

mente a $\overline{P}_1 = 100/K$, $\overline{P}_2 = 2 \cdot 100/K$, ... $\overline{P}_i = i \cdot 100/K$, ..., $\overline{P}_{K-1} = (K-1)\,100/K$, essendo come è ovvio il limite inferiore della prima classe e quello superiore dell'ultima classe pari rispettivamente alle ascisse d_o e d_K dei punti della curva di ordinata $\overline{P} = 0$ e $\overline{P} = 100$. In definitiva, cioè, il campo di variabilità di d è stato suddiviso in K classi in maniera che a ciascuna di dette classi corrisponda una probabilità $\Theta_i = \Theta = 1/K$.

Naturalmente, dato che le curve granulometriche corrispondenti a ogni singolo campione si scostano più o meno sensibilmente da quella media, i valori ΔP_i che nelle singole curve granulometriche corrispondono a una qualsiasi delle classi così definite risultano tutti diversi fra loro e, in genere, diversi da $100/K = 100 \cdot \Theta$.

Indicando, cioè, con $100\ h_{ij}$ il valore assunto da ΔP_i nella classe i.esima del generico campione j, (con j variabile da 1 a N), e chiamando n_j la dimensione del generico campione j, si sono avuti, in genere, valori di h_{ij} diversi da $\Theta_i = \Theta = 1/K$, così come sono risultati diversi da zero i valori calcolati per χ^2 (pgf. 4.8) sia quando, procedendo alla verifica per classi, si è assunto

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{N} \frac{1}{n_j\,\Theta_i\,(1-\Theta_i)} \cdot (h_{ij} - \Theta_{ji})^2, \qquad (5\text{-}1)$$

con $f = N - 1$

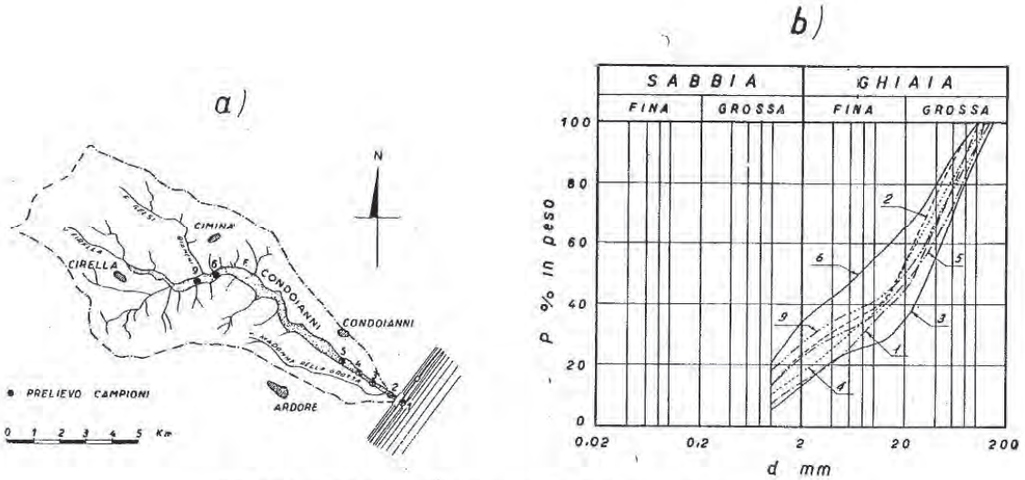


Fig. 6 - Fiume Condoianni: a) Corografia b) Curve granulometriche

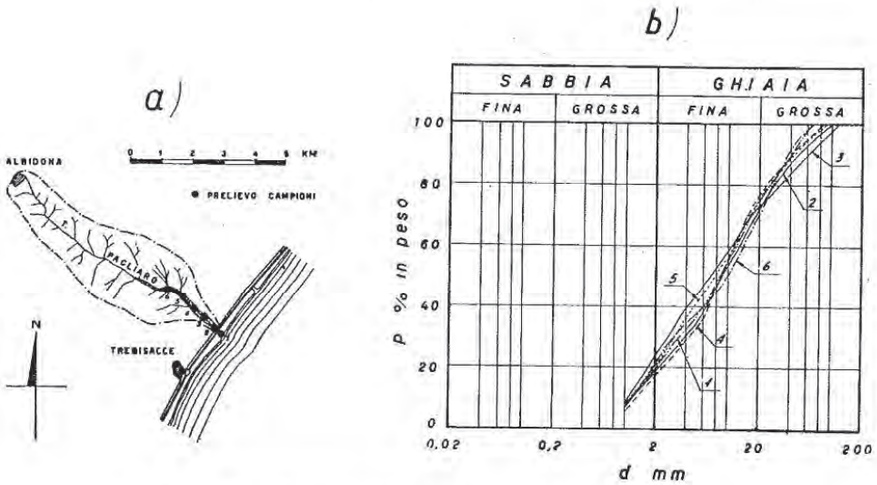


Fig. 7 - Fiume Pagliaro: a) Corografia b) Curve granulometriche

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

TABELLA II - *Risultati delle verifiche per campioni e per classi*

Fiumara	Campione	Verifica per campioni			Verifica per classi			
		χ^2	f	$\emptyset\{\chi^2\}$	χ^2	f	$\emptyset\{\chi^2\}$	amplezza classe
Gallico	1	6,93	4	86,0	1,48	3	32,0	0,20
	1 bis	3,86	3	73,3	2,15	6	9,4	
	2	1,38	4	15,1	3,53	6	26,0	
	3	1,00	4	9,0	0,67	6	0,5	
	4	1,02	3	20,0	12,73	6	95,2	
	5	2,48	4	35,0				
	5 bis	1,85	3	40,0				
Melito	1	8,35	4	92,1	4,35	4	64,0	0,20
	2	1,57	4	19,0	2,27	4	31,5	
	3	0,83	4	6,5	2,21	7	5,3	
	4	1,32	4	14,1	6,83	7	56,0	
	5	1,86	4	24,0	9,25	7	77,0	
	6	0,57	2	25,0				
	7	4,28	2	88,5				
	1 bis	1,15	2	43,7				
Bonamico	1	4,17	4	62,0	7,54	6	73,0	0,20
	2	0,98	4	8,7	14,16	6	97,2	
	3	15,43	4	99,6	1,32	6	2,8	
	4	2,82	4	41,1	1,45	6	3,7	
	5	1,57	4	19,0	4,27	6	36,3	
	6	1,58	4	19,1				
	7	2,18	4	29,5				
Careri	1	0,85	4	6,9	2,03	6	8,3	0,20
	2	1,78	4	22,5	1,74	6	5,9	
	3	0,39	4	1,6	6,22	6	60,1	
	4	2,73	4	40,0	0,85	6	0,9	
	5	1,91	4	24,4	7,87	6	75,5	
	6	0,53	4	2,9				
	7	6,78	4	85,3				
Condoianni	1	2,50	4	35,5	12,72	6	95,2	0,20
	2	2,28	4	31,5	4,25	6	36,0	
	3	7,42	4	88,5	4,56	6	40,0	
	4	3,16	4	47,0	2,77	6	16,3	
	5	1,62	4	19,5	11,68	6	93,3	
	6	9,38	4	95,7				
	9	1,46	4	16,8				
Pagliaro	1	1,73	9	0,5	0,95	5	3,4	0,10
	2	0,61	9	< 0,05	1,71	5	11,4	
	3	6,90	9	35,5	1,67	5	11,0	
	4	4,67	9	13,9	0,51	5	0,8	
	5	0,86	9	< 0,05	2,36	5	20,3	
	6	4,76	9	14,2	2,12	5	17,0	
					1,45	5	8,3	
					1,98	5	15,0	
					6,28	5	72,0	
					6,73	5	76,0	
Amato I (a valle fiumara S. Ippolito)	1 bis	5,28	7	37,5	5,95	3	88,5	0,10
	2	12,30	7	91,0	3,17	3	63,5	
	3	3,42	7	15,5	2,95	3	60,5	
	4	6,38	7	50,8	3,07	3	62,0	
					1,78	3	39,0	
					0,80	3	15,0	
					4,49	3	79,0	
					8,87	3	96,1	
Amato II (a monte fiumara S. Ippolito)	5	41,8	9	99,95	44,40	2	> 99,95	0,10
	6	10,4	9	67,0	6,99	2	97,0	
	7	15,3	9	91,8	1,30	2	48,0	
					1,98	2	63,0	
					0,95	2	38,0	
					1,08	2	42,0	
					2,95	2	77,5	
					3,16	2	79,5	
					2,77	2	75,1	
					9,30	2	99,0	

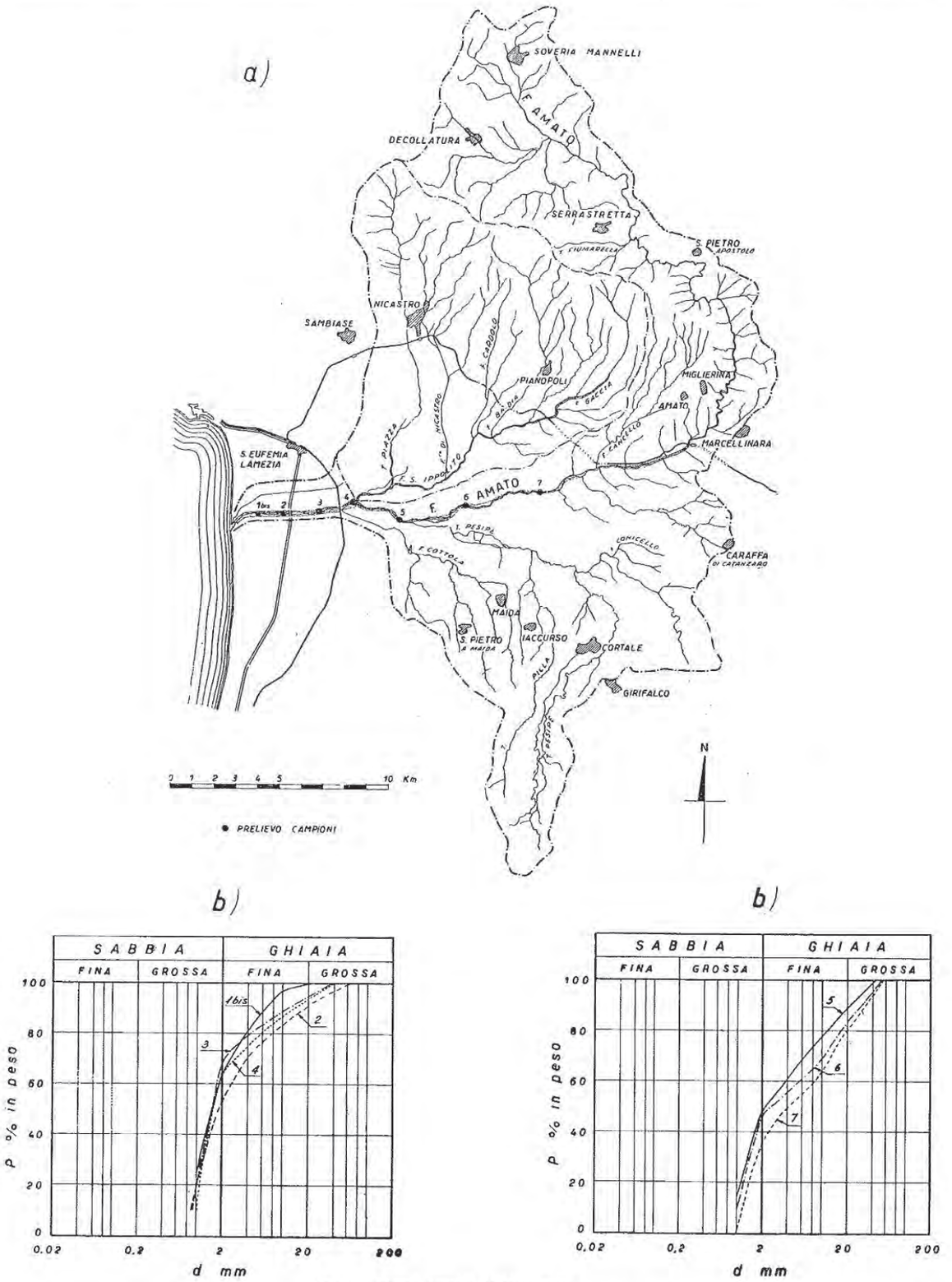


Fig. 8 - Fiume Amato: a) Corografia
b) Curve granulometriche

sia quando, nella verifica per campioni, si è assunto

$$\chi^2 = \frac{1}{n\,\Theta_i} \sum_{i=1}^{K} (h_i - \Theta_i)^2, \qquad (5\text{-}2)$$

con $f = K - 1$.

A conferma, però, che la composizione granulometrica delle alluvioni si può ritenere costante lungo tutta l'asta terminale di ogni singola fiumara, ai valori del χ^2 così calcolati, per i valori di f indicati nella (5-1) e nella (5-2), corrispondono, a meno di qualche eccezione, valori della funzione di probabilità $\varnothing\{\chi^2\}$ inferiori a 0,95 (vedi esempi della Tabella II).

Nè le verifiche effettuate possono essere invalidate dal fatto che, dovendo risultare in ogni caso, (vedi Appendice),

$$n\,\Theta\,(1 - \Theta) \geq 9 \qquad (5\text{-}3)$$

e, nella verifica per campioni,

$$n\,\Theta \geq 5, \qquad (5\text{-}4)$$

lori della funzione di probabilità $\varnothing\{\chi^2\}$ che, a meno di poche eccezioni, sempre inferiori a 0,95, sono, per di più, distribuiti in tutto il campo in cui è da attendersi che essi ricadano quando gli scarti $h - \Theta$ siano effettivamente scarti casuali.

Ciò risulta evidente dal diagramma a punti della Fig. 9, in cui, seguendo lo stesso ordine di successione con cui sono elencati nella Tabella II, i valori assunti dalla funzione $\varnothing\{\chi^2\}$ vengono rappresentati l'uno dopo l'altro dalle ordinate dei singoli punti.

Quanto ai pochi valori di χ^2 cui corrispondono valori della funzione di probabilità $\varnothing\{\chi^2\}$ maggiori di 0,95, sarà bene osservare che nelle verifiche per classi essi compaiono in corrispondenza delle classi estreme, per i valori, cioè, più piccoli e più grandi di d, nel campo, cioè, in cui la vagliatura del materiale fu poco accurata. Infatti, come già si è detto, si usarono stacci con fori di dimensione minima di 2 mm, e solo in qualche caso di 1 mm, e di dimensione massima di 50 mm, limitandosi solo a misurare d_{max} nel materiale trattenuto dallo staccio di 50 mm.

Viceversa, potrebbero essere significativi i valori troppo alti riscontrati per χ^2 nelle verifiche per campioni, dato che, se si esclude qualche caso, (vedi l'esempio del Bonamico), essi corrispondono sempre a

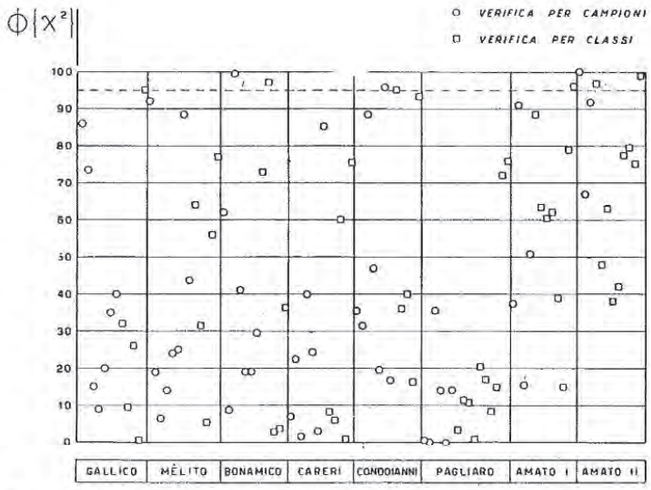


Fig. 9 - Verifiche per campioni e per classi: valori calcolati per $\varnothing\{\chi^2\}$

per i campioni di dimensione n più piccola è stato necessario assumere per Θ valori molto grandi (da 0,20 a 0,30), procedendo, così, a classificazione piuttosto grossolana del materiale contenuto in detti campioni.

Infatti le conclusioni tratte da detti campioni, che per se stesse potrebbero non essere pienamente convincenti, trovano conferma in quelle tratte dai campioni che, avendo dimensione n maggiore, hanno consentito classificazioni del materiale più dettagliate.

Ma, sovratutto, dà fiducia il fatto che, considerando i risultati delle verifiche eseguite su tutte le fiumare esaminate, ai valori calcolati per χ^2 corrispondono va-

campioni prelevati o alla testata delle aste terminali e in prossimità della foce o addirittura alla foce. Non è da escludere, infatti, che la vicinanza al bacino di raccolta, per quelli prelevati più a monte, e la presenza dei ponti della statale e delle Ferrovie dello Stato e l'azione stessa del mare, per quelli prelevati in prossimità della foce o alla foce, determinino effettivamente delle situazioni anomale.

Ciò, del resto, troverebbe conferma nel fatto che, come può osservarsi dalla Tabella II, anche sulle altre fiumare i χ^2 tendono ad assumere i massimi valori proprio in corrispondenza dei campioni prelevati sui tratti estremi dell'asta terminale.

5.5 - Come può riscontrarsi dalla Tabella I, il peso G dei campioni esaminati varia da un minimo di 40÷50 kg a un massimo di 100÷120 kg. A sua volta il peso g_{max} del ciottolo più grande che compare in ciascuna fiumara varia da una fiumara all'altra da un minimo di qualche centinaio di grammi a un massimo di qualche chilogrammo (3).

Naturalmente, data la grande variabilità di g_{max}, a campioni dello stesso peso G, o di peso G poco diverso, prelevati in due fiumare diverse possono corrispondere dimensioni $n = \dfrac{G}{g_{max}}$ molto diverse. In alcuni casi, anzi, fra campioni di peso diverso, può avere maggior dimensione quello di peso G minore.

Così, ad esempio, ad un campione di 75 kg prelevato dalle alluvioni dell'Amato corrisponde una dimensione n superiore a 400, mentre a un campione di 120 kg prelevato sul Careri corrisponde una dimensione n pari soltanto a 60 (vedi esempi di Tabella I).

Se ne conclude che, essendo la significatività del campione strettamente correlata alla sua dimensione n, per avere campioni egualmente significativi su due fiumare diverse sarebbe stato opportuno determinare in precedenza la dimensione d_{max} e il peso g_{max} del ciottolo più grande che si rinviene sull'una e sull'altra fiumara, prelevando poi su ciascuna di esse campioni di peso pari a uno stesso multiplo di g_{max}. In aderenza, cioè, a quanto suggerisce l'intuizione, si sarebbero dovuti prelevare sulle singole fiumare campioni tanto più grandi quanto più grossolana è la granulometria delle alluvioni depositate sul fondo del loro alveo.

Nella indagine eseguita sulle fiumare calabre si è potuto derogare a tale regola senza eccessivi inconvenienti soltanto pel fatto che, avendo esteso l'indagine a un gran numero di fiumare, l'informazione fornita dai campioni prelevati su ciascuna di esse ha potuto essere integrata da quella fornita dai campioni prelevati su tutte le altre.

Non c'è dubbio, però, che, in un'indagine più circoscritta, sarebbe opportuno fissare a priori la dimensione utile n dei campioni e, individuato g_{max}, prelevare e vagliare campioni di peso G pari a $n \cdot g_{max}$.

A titolo orientativo, anzi, per fissare il valor minimo di n e quindi di G sarebbe opportuno fissare a priori, in base allo scopo che si prefigge l'indagine granulometrica, il numero K di classi in cui è necessario e utile ripartire il materiale che costituisce l'ammasso.

Infatti, solo quando fossero fissati K e, quindi, $\Theta = 1/K$, si potrebbe valutare quale dimensione n occorre assegnare ai campioni perché risulti verificata la (5-3) (vedi Tabella III).

TABELLA III - *Valori di n e Θ che si corrispondono nella relazione $n\,\Theta\,(1-\Theta) = 9$*

Θ	n
0,50	36
0,40	38
0,30	43
0,20	56
0,15	71
0,10	100
0,05	189
0,02	459
0,01	909

6 - Parametri che definiscono la composizione granulometrica dell'ammasso alluvionale

6.1 - Come si è detto nei pgff. 2 e 3, scopo di questa seconda fase dell'indagine è stato quello di caratterizzare la composizione granulometrica delle alluvioni di fondo alveo di ciascuna fiumara a mezzo di un numero per quanto è possibile ristretto di parametri.

6.2 - Giusta le convenzioni introdotte nel pgf. 4, l'ammasso alluvionale depositato sul fondo alveo di una generica fiumara si considera alla stregua di una popolazione di infiniti elementi, ciascuno dei quali sia costituito da grani che ricadono tutti in una stessa classe d_i e abbia peso g pari a quello g_{max} del ciottolo più grande che compare nell'ammasso (pgf. 4.7).

Ciò premesso, avendo accertato nel pgf. 5 che la legge di probabilità secondo cui i singoli elementi si ripartiscono fra le varie classi d_i è unica per tutto l'ammasso, quest'ultimo può essere caratterizzato in maniera completa mediante la funzione di probabilità $\varnothing\{d\}$, sempre crescente al crescere di d, che indichi, per ciascun valore d_i, quale è la probabilità che

(3) Per qualche fiumara si riscontrò che, mentre nella massima parte dei campioni il peso del ciottolo più grande si aggirava intorno a 1÷2 kg, per uno o al massimo due campioni si rinveniva un ciottolo nettamente più grande di tutti gli altri, il cui peso saliva a 5÷6 kg e, da solo, rappresentava almeno la ventesima parte del peso complessivo G del campione.

Se si fosse voluto tener conto di questi ciottoli, aggirandosi G mediamente sui 100 kg, si sarebbe dovuto assumere $n = g_{max}$ pari a 20 o anche minore di 20 e, quindi, per essere n troppo piccolo, si sarebbe dovuto rinunciare al tipo di verifiche di cui qui si tratta.

Si preferì, in tali casi, assumere per convenzione che, quando soltanto in uno o due degli N campioni prelevati su una stessa fiumara compare un ciottolo di peso maggiore al 2,5% del peso complessivo del campione, sia da assumere

$$g_{max} = \pi \cdot \frac{d^3_{97,5}}{6} \cdot \gamma,$$

essendo $d_{97,5}$ il valore di d cui nella curva granulometrica media corrisponde l'ordinata $\overline{P} = 97,5$.

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

un elemento sia costituito da grani di dimensione inferiore o eguale a d_i.

Rappresentazione grafica di tale funzione, tanto più approssimata quanto maggiore è il numero N dei campioni e quanto più grande ne è la dimensione n, può aversi per ogni singola fiumara dalla curva granulometrica media $\overline{P}\{d\}$.

Basterà, perciò, per quanto si è detto nei paragrafi 4.7 e 4.8, dividere per 100 le ordinate $\overline{P}_i = \overline{P}\{d_i\}$ di detta curva e assumere (4-11)'

$$\varnothing\{d_i\} \cong \overline{P}_i/100 \qquad (6\text{-}1)$$

Calcolando, poi, per ciascuna classe d_i, la differenza $\Theta_i = \varnothing\{d_i\} - \varnothing\{d_{i-1}\}$ fra i valori che la funzione di probabilità assume in corrispondenza dei due estremi, ponendo, (4-4) e (4-10)',

$$\varnothing\{d_i\} - \varnothing\{d_{i-1}\} = \Theta_i \cong \overline{h}_i = \frac{\Delta \overline{P}_i}{100} \qquad (6\text{-}2)$$

si può dedurre per differenze finite l'andamento della distribuzione di probabilità $\varphi\{d\} = \varnothing'\{d\}$, derivata della $\varnothing\{d\}$.

6.3 - La $\varnothing\{d\}$ e la $\varphi\{d\}$, però, possono essere definite con migliore approssimazione quando, come nel caso che si considera, l'indagine sia stata estesa a un gran numero di fiumare.

Infatti, mettendo a raffronto le curve granulometriche medie $\overline{P}\{d\}$ dedotte a mezzo di campionatura per le diverse fiumare, si è riconosciuto che la legge di probabilità con cui gli elementi componenti l'ammasso si ripartiscono fra le varie classi d_i è riconducibile per tutte quante le fiumare esaminate a un'unica legge di probabilità, già studiata dal calcolo delle probabilità prendendo a riferimento schemi teorici ben definiti.

In altre parole, se si indica con x la dimensione d del generico elemento che compone l'ammasso o una funzione di d, funzione di probabilità $\varnothing\{x\}$ e legge di distribuzione di probabilità $\varphi\{x\}$ possono essere ricondotte per tutte le fiumare a leggi funzionali uniche e già studiate e nel passare da una fiumara all'altra cambiano soltanto i valori numerici assunti dai parametri (*grandezze statistiche*) che compaiono nelle espressioni algebriche che esplicitano tali leggi.

Sfruttando, poi, le conclusioni del calcolo delle probabilità, per ciascuna fiumara possiamo dedurre a mezzo della campionatura la stima più attendibile di detti parametri.

6.4 - Nell'indagine, eseguita su 52 fiumare (vedi Tabella IV), si è fatta, in via preliminare, l'ipotesi che la dimensione dei singoli elementi componenti l'ammasso sia distribuita secondo la legge logaritmico-normale del caso. Si è ammesso, cioè, che se, anziché la dimensione d, si considera come variabile casuale x il $\log d$, la $x = \log d$ sia distribuita secondo la legge normale del caso.

Come è noto, se fosse vera tale ipotesi, riportando in diagramma su carta probabilistica normale i punti corrispondenti alle coppie di valori $(x_i;\ \overline{P}_i/100)$ che si corrispondono nei successivi punti della curva granulometrica media, i punti dovrebbero disporsi intorno a una retta. Analogamente si disporrebbero intorno a una retta i punti $(d_i;\ \overline{P}_i/100)$ quando le coppie di valori $(d_i;\ \overline{P}_i/100)$ si portassero in diagramma in carta probabilistica logaritmico-normale, quando, cioè, sull'asse delle ascisse al posto delle x_i venissero indicati direttamente i valori d_i di cui le x_i sono il logaritmo.

Allo stesso tempo [4], per le proprietà della distribuzione normale, riportando in un diagramma cartesiano come ascisse le x_i corrispondenti all'estremo superiore d_i di ciascuna classe e come ordinate i $\log \overline{h}_i$, essendo $\overline{h}_i = \overline{P}\{d_i\} - \overline{P}\{d_{i-1}\}$ la stima che la curva granulometrica media dà della probabilità Θ_i corrispondente alla classe d_i, i punti di coordinate $(x_i;\ \log \overline{h}_i)$ dovrebbero disporsi intorno a una parabola ad asse di simmetria parallelo all'asse delle ordinate. Più semplicemente, come è ovvio, la verifica potrebbe essere condotta utilizzando della carta logaritmica, in cui al posto di $x_i = \log d_i$ e di $\log \overline{h}_i$ siano indicati direttamente i valori corrispondenti di d_i e di $\overline{h}_i$ quali si ricavano dalla curva granulometrica media.

Se risultasse verificata l'ipotesi, la retta che interpola i punti $(x_i;\ \overline{P}_i/100)$ nel diagramma in carta probabilistica normale rappresenterebbe la funzione di probabilità $\varnothing\{x\}$, mentre la parabola individuata dai punti $(x_i;\ \log \overline{h}_i)$ rappresenterebbe la distribuzione di probabilità $\varphi\{x\} = \varnothing'\{x\}$.

Come parametri caratteristici della distribuzione delle x potrebbero assumersi il *valor medio* ξ e lo *scarto quadratico medio* σ. Il primo, come è noto, corrisponde contemporaneamente al *frattile* di $\varnothing\{x\} = 0{,}50$ e all'ascissa dell'asse di simmetria della parabola $\varphi\{x\}$ ed è anche *mediana* e *moda* della distribuzione delle x. Il secondo può dedursi dalla retta $\varnothing\{x\}$ come differenza fra i valori $x_{0,50} = \xi$ e $x_{0,159}$ che corrispondono alle ordinate 0,50 e 0,159.

Naturalmente, se per verificare che i d sono distribuiti secondo la distribuzione logaritmico-normale si fosse fatto ricorso a diagrammi in carta probabilistica logaritmico-normale, riportandovi i punti corrispondenti alle coppie di valori $(d_i;\ \overline{P}_i/100)$, o a diagrammi in carta logaritmica, riportandovi i punti $(d_i;\ \overline{h}_i)$, la retta e la parabola che si potrebbero interpolare fra i punti empirici sull'uno o l'altro diagramma rappresenterebbero rispettivamente la funzione di probabilità $\varnothing\{d\}$ e la distribuzione di probabilità $\varphi\{d\}$.

In tal caso, poiché $\varnothing\{x\} = \varnothing\{d\}$ per $x = \log d$, chiamando $d_{0,50}$ e $d_{0,159}$ i frattili di $\varnothing\{d\} = 0{,}50$ e

TABELLA IV - *Parametri che caratterizzano la composizione granulometrica delle alluvioni*

		Componente fina			Componente grossa			Peso percentuale componente fina
N°	Torrente	ξ_1 (mm)	σ_1 (mm)	δ_1 (mm)	ξ_2 (mm)	σ_2 (mm)	δ_2 (mm)	p %
1	Catona	1,58	0,39	2,36	44,1	0,44	73,6	30
2	Gallico	1,58	0,46	2,78	38,0	0,38	56,0	35
3	Calopinace	1,95	0,50	3,78	32,6	0,38	47,8	38
4	S. Agata	1,32	0,47	2,37	25,1	0,44	41,9	40
5	Valanidi I - II	1,26	0,53	2,65	23,4	0,40	35,7	42
6	Molaro				4,9	0,59	12,3	0
7	S. Elia	0,30	0,27	0,36	6,4	0,57	15,1	5
8	Melito	1,33	0,31	1,72	19,7	0,57	47,4	21,7
9	Amendolea	1,52	0,29	1,90	25,1	0,45	42,9	50
10	La Verde	1,52	0,44	2,54	34,6	0,37	49,7	35
11	Bonamico	1,41	0,31	1,82	35,5	0,485	66,2	25
12	Careri	1,58	0,435	2,61	38,9	0,415	61,4	30
13	Condoianni	2,19	0,49	4,13	45,7	0,325	60,5	41,3
14	Portigliola	1,15	0,30	1,46	33,9	0,34	46,0	32
15	Gerace	1,29	0,39	1,93	28,2	0,38	41,3	36
16	Novito	1,58	0,29	1,97	25,8	0,43	42,1	30
17	Torbido di G.	1,11	0,29	1,38	23,2	0,47	41,6	30
18	Stilaro	5,68	0,71	21,60	50,2	0,43	82,0	60
19	Assi	2,52	0,97	30,50	66,0	0,34	89,6	50
20	Alaca	1,95	0,56	4,48	63,1	0,42	100,7	60
21	Melis	1,58	0,32	2,07	23,2	0,50	45,0	65
22	Ancinale	1,40	0,27	1,70	49,0	0,42	78,2	55
23	Corace	1,26	0,29	1,57	29,5	0,45	50,5	30
24	Fiumarella di C.	1,26	0,28	1,55	23,4	0,46	41,0	30
25	Alli	1,26	0,38	1,47	42,7	0,35	59,0	30
26	Simeri	1,35	0,51	2,69	49,0	0,49	92,5	20
27	Esaro di Crotone	0,63	0,12	0,65	3,8	0,44	6,3	80
28	Cacchiavia	0,50	0,20	0,55				100
31	Lipuda	0,79	0,26	0,94	25,1	0,51	49,9	30
32	S. Venere	1,23	0,28	1,51	38,5	0,46	67,4	35
33	Nicà	1,41	0,31	1,81	29,2	0,47	52,4	35
34	Trionto	1,26	0,28	1,55	19,9	0,47	35,7	30
35	Coserie	1,30	0,32	1,71	39,8	0,43	64,8	30
36	Colognati	2,78	0,71	10,58	41,7	0,35	57,7	40
37	Cino	2,69	0,50	5,22	44,7	0,28	55,0	40
38	Gennarito	1,50	0,26	3,07	18,6	0,47	33,4	80
39	Coriglianeto	1,41	0,31	1,82	31,0	0,49	58,5	30
40	Raganello	1,48	0,32	1,94	29,2	0,38	42,8	30
41	Saraceno	1,26	0,38	1,85	34,2	0,37	49,2	20
42	Satanasso	1,70	0,32	2,23	38,5	0,41	60,0	30
43	Avena	1,74	0,47	3,12	39,8	0,36	56,0	30
44	Pagliaro	2,00	0,44	3,36	21,9	0,40	33,7	48,9
45	Straface	1,41	0,29	1,76	34,7	0,40	53,0	30
46	Ferro	1,84	0,43	3,01	48,4	0,36	68,3	20
47	Petrace	1,35	0,20	1,50	31,0	0,44	51,8	40
48	Angitola	1,29	0,26	1,54	22,8	0,43	37,2	50
49	Amato I	1,23	0,19	1,35	7,5	0,38	11,0	70
	Amato II	1,51	0,26	1,81	16,3	0,30	20,6	60
50	Savuto	1,98	0,39	2,95	27,9	0,34	37,9	60
60	Bagni di Guardia P.	3,44	0,53	7,23	34,0	0,43	55,4	40
63	Lavandaia	1,58	0,54	3,42	58,3	0,30	73,9	40
64	Abatemarco	1,58	0,29	1,97	28,8	0,45	49,2	20
65	Lao	1,35	0,23	1,55	19,9	0,45	34,1	30

di $\varnothing\{d\} = 0{,}159$, i parametri ξ e $\sigma\{x\}$ della distribuzione normale delle x si potrebbero dedurre dalla $\varnothing\{d\}$ a mezzo delle relazioni

$$\begin{aligned} \xi &= \log d_{0,50} \\ \sigma\{x\} &= \log d_{0,50} - \log d_{0,159} \end{aligned} \qquad (6\text{-}3)$$

Il valore $d_{0,50}$, per definizione, risulterebbe valore mediano della distribuzione dei d. Il valor medio δ di questa, invece, si potrebbe calcolare in funzione di ξ e di $\sigma\{x\}$ a mezzo della relazione [3]

$$\log \delta = \xi + 1{,}1513\, \sigma^2. \qquad (6\text{-}4)$$

6.5 - In effetti l'ipotesi di una distribuzione logaritmico-normale dei d è risultata verificata per 2 delle 52 fiumare cui è stata estesa la verifica (vedi Fig. 10).

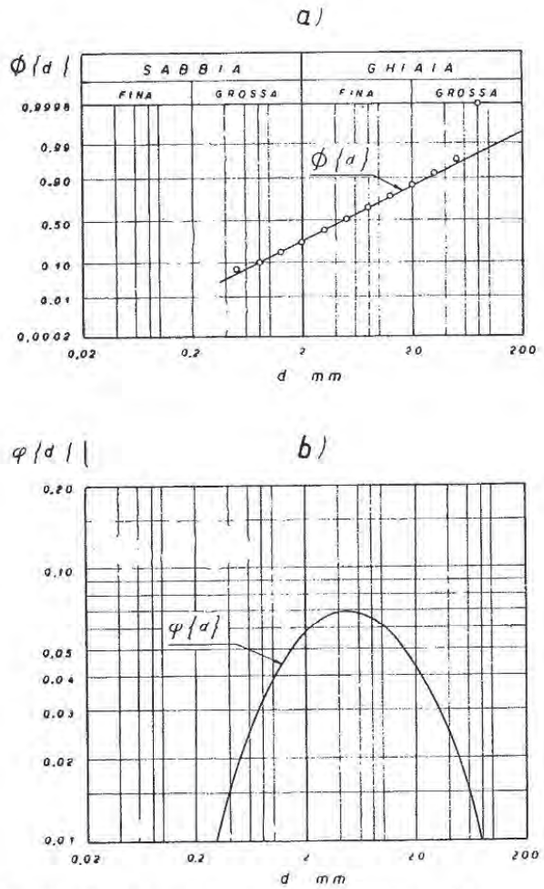


Fig. 10 - Fiume Molaro: a) Funzione di probabilità $\varnothing\{d\}$
b) Distribuzione di probabilità $\varphi\{d\}$

Per tutte le altre (vedi esempi delle Figure da 12 a 19), i punti $(d_i;\ \overline{P}_i/100)$, assunti a rappresentare la $\varnothing\{d_i\}$ su carta probabilistica logaritmico-normale, anziché su una retta, si dispongono su una curva che presenta un andamento caratteristico a doppio punto di flesso.

Allo stesso tempo, nel diagramma in carta logaritmica su cui sono stati riportati i punti corrispondenti alle coppie di valori $(d_i;\ \overline{h}_i)$, la curva che interpola i punti empirici presenta due o tre punti di massimo, indicando chiaramente che la distribuzione di probabilità dei d_i ha più di un valore modale.

6.6 - In considerazione di quanto innanzi si è detto e tenendo presente che, anche ad un esame sommario, l'ammasso alluvionale si presenta costituito da caotiche alternanze di strati a granulometria più sottile e di strati a granulometria più grossolana (pgf. 3.2), si è esaminata, in seconda alternativa, l'ipotesi che l'ammasso sia un miscuglio di due diverse componenti, la prima (*componente fina*) composta da elementi di diametro mediamente minore, la seconda (*componente grossa*) composta da elementi di diametro maggiore, tutte e due distribuite secondo la legge logaritmico-normale.

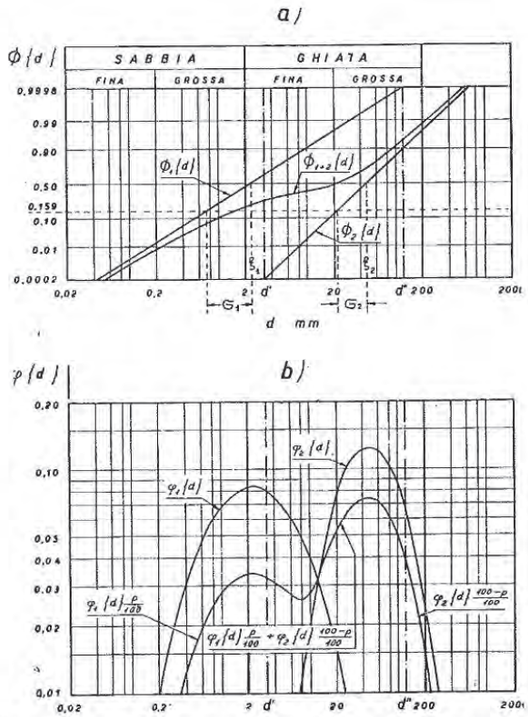


Fig. 11 - a) Funzione di probabilità $\varnothing_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\varnothing_1\{d\}$ e $\varnothing_2\{d\}$ delle componenti
b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

Naturalmente, se fosse vera questa seconda ipotesi, le funzioni di probabilità $\varnothing_1\{d\}$ e $\varnothing_2\{d\}$ di ciascuna delle due componenti dovrebbero essere rappresentate da una retta in un diagramma su carta probabilistica

logaritmico-normale, così come in un diagramma su carta logaritmica la $\varphi_1\{d\}$ e la $\varphi_2\{d\}$ dovrebbero ridursi a una parabola.

Se fossero note la $\varnothing_1\{d\}$ e la $\varnothing_2\{d\}$, riportandole sullo stesso diagramma e chiamando d'' il valore di d per cui la $\varnothing_1\{d\}$ diventa eguale a 1 e d' il valore di d per cui la $\varnothing_2\{d\}$ si annulla, (vedi esempio della Figura 11), il campo di variazione dei d potrebbe in pratica suddividersi in tre zone: alla prima, per $d \leq d'$, corrisponderebbero soltanto elementi della componente fina; alla seconda, per $d' < d \leq d''$, corrisponderebbero elementi di tutte e due le componenti; alla terza, per $d > d''$, corrisponderebbero solo elementi della componente grossa.

Se la componente fina rappresentasse il p per cento del miscuglio e quella grossa il $(100-p)$ per cento, la funzione $\varnothing_{1+2}\{d\}$, che caratterizza il miscuglio, risulterebbe pari a

$$\varnothing_{1+2}\{d\} = \varnothing_1\{d\}\frac{p}{100}, \text{ per } d \leq d'$$

$$\varnothing_{1+2}\{d\} = \varnothing_1\{d\}\frac{p}{100} + \varnothing_2\{d\}\frac{100-p}{100},$$

$$\text{per } d' < d \leq d'' \qquad (6\text{-}5)$$

$$\varnothing_{1+2}\{d\} = \frac{p}{100} + \varnothing_2\{d\}\frac{100-p}{100}, \text{ per } d > d''.$$

Allo stesso tempo, una volta che si fossero individuate le parabole che rappresentano su carta logaritmica le distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$, si potrebbe dedurre per punti anche la curva che, nello stesso diagramma, rappresenta la $\varphi_{1+2}\{d\}$, ricavando il valore $\Theta_i = \varnothing_{1+2}\{d_i\} - \varnothing_{1+2}\{d_{i-1}\} = \Delta\varnothing_{1+2}$ che corrisponde nella φ_{1+2} a ciascun valore di d_i a mezzo delle relazioni

$$\Theta_i = \Delta\varnothing_1\{d_i\} \cdot \frac{p}{100}, \text{ per } d \leq d'$$

$$\Theta_i = \Delta\varnothing_1\{d_i\} \cdot \frac{p}{100} + \Delta\varnothing_2\{d_i\} \cdot \frac{p-100}{100},$$

$$\text{per } d' < d \leq d'' \qquad (6\text{-}6)$$

$$\Theta_i = \Delta\varnothing_2\{d_i\} \cdot \frac{100-p}{100}, \text{ per } d > d''.$$

Se l'asse di simmetria della parabola $\varphi_1\{d\}$ avesse ascissa inferiore a d', il primo punto di massimo e tutto il primo ramo ascendente della curva $\varphi_{1+2}\{d\}$ si ricaverebbero, perciò, a mezzo della prima delle relazioni anzidette. Analogamente, se l'asse di simmetria della parabola $\varphi_2\{d\}$ avesse ascissa maggiore di d'', la terza delle relazioni anzidette consentirebbe di dedurre il ramo discendente terminale della curva $\varphi_{1+2}\{d\}$.

6.7 - In pratica, come si è detto, partendo dai dati empirici, per ogni fiumara è stato possibile dedurre direttamente soltanto l'andamento che assumono la curva $\varnothing_{1+2}\{d\}$, su carta probabilistica logaritmico-

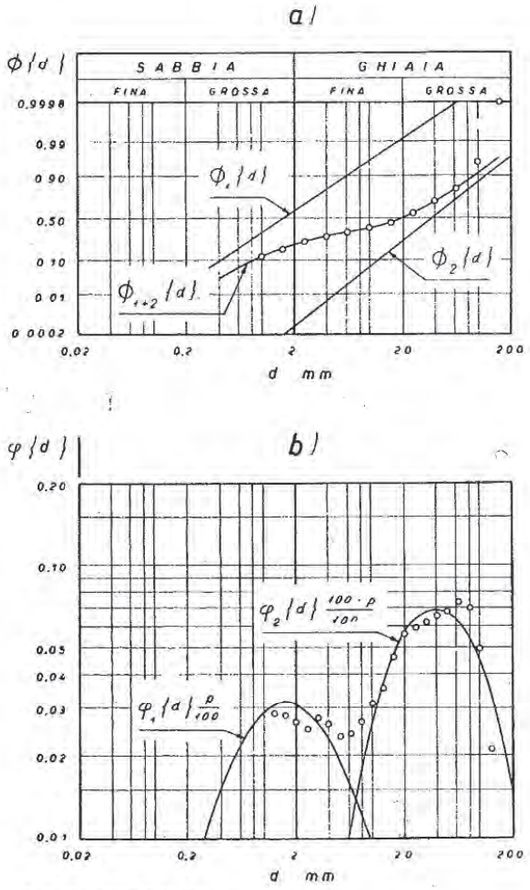
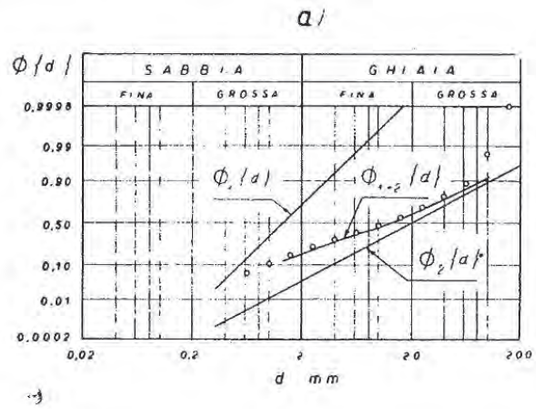


Fig. 12 - Fiume Gallico:
a) Funzione di probabilità $\varnothing_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\varnothing_1\{d\}$ e $\varnothing_2\{d\}$ delle componenti
b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

normale, e la curva $\varphi_{1+2}\{d\}$, su carta logaritmica. Per verificare l'attendibilità dell'ipotesi fatta, perciò, si è proceduto per successivi tentativi, cercando, a mezzo della prima e della terza delle relazioni (6-5)

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4



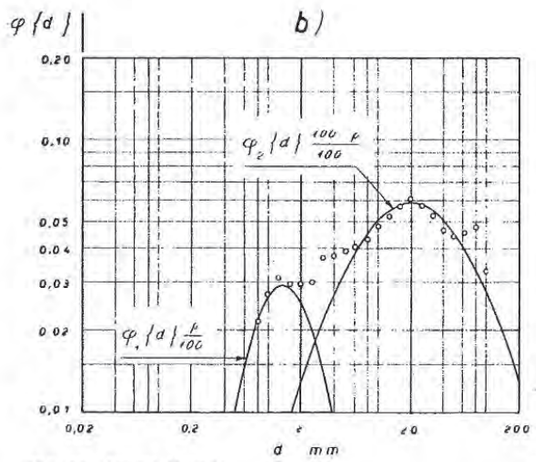
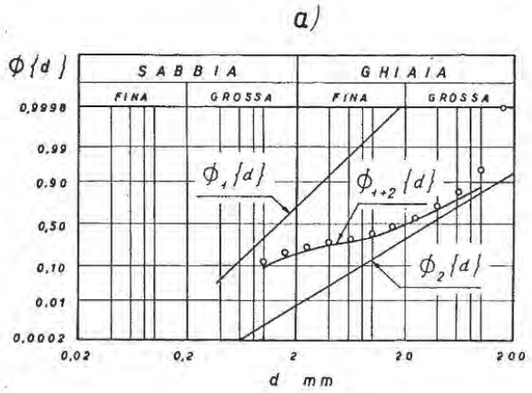


Fig. 13 - Fiume Mèlito:

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti



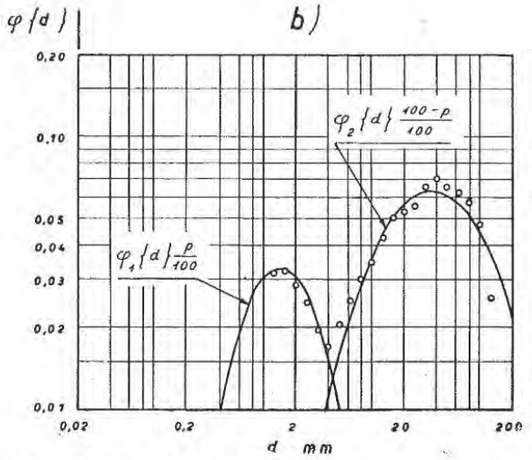
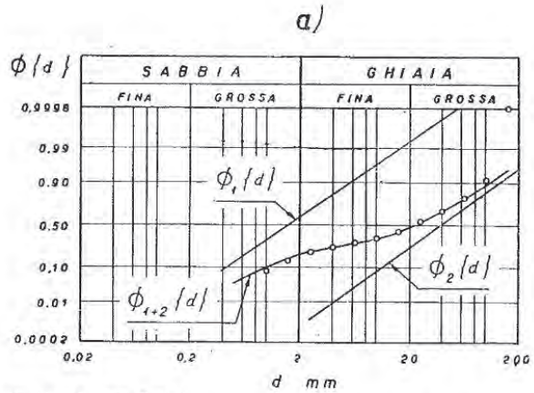


Fig. 14 - Fiume Bonamico:

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti



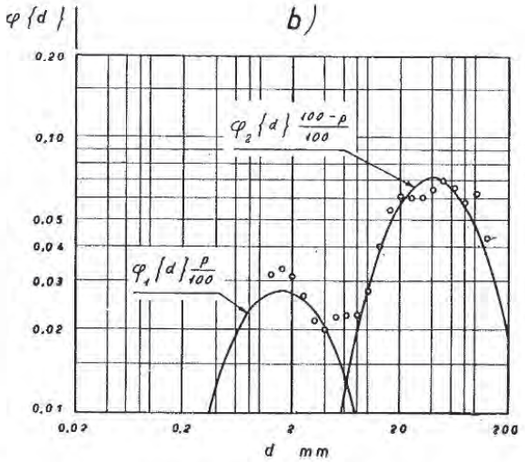


Fig. 15 - Fiume Careri:

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

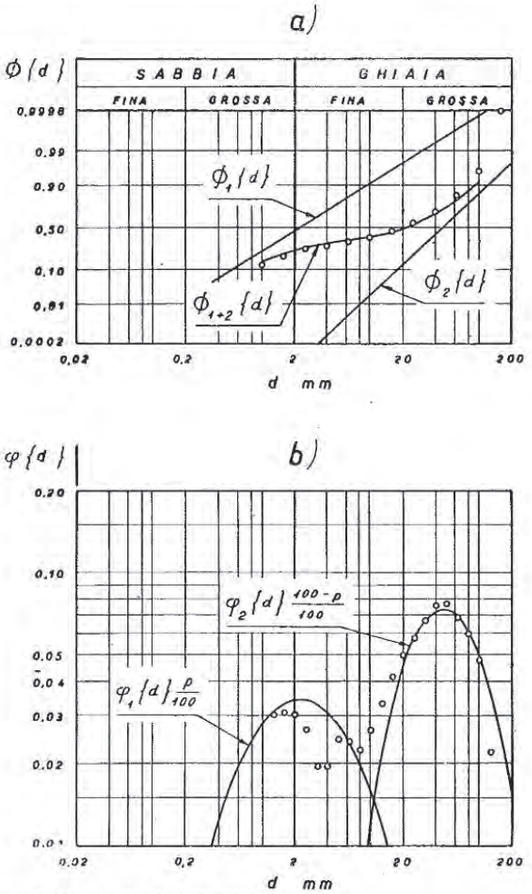


Fig. 16 - Fiume Condoianni:

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

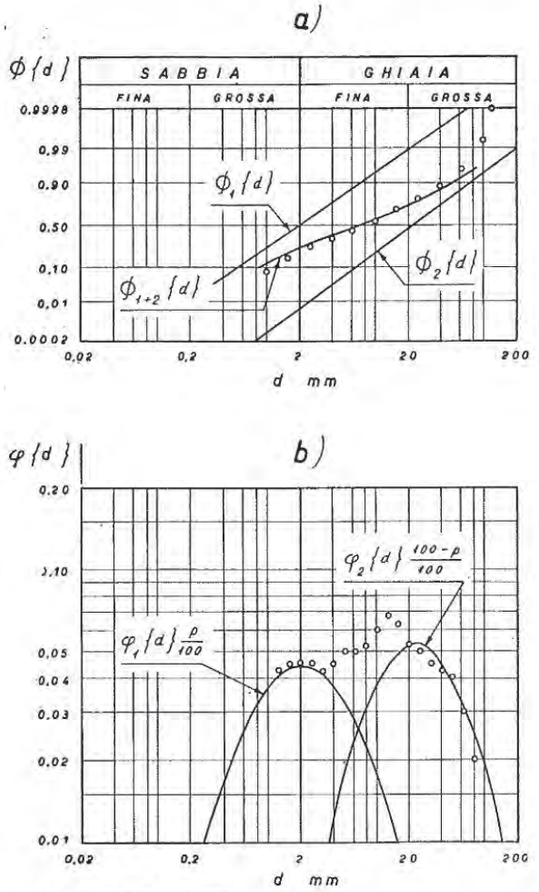


Fig. 17 - Fiume Pagliaro:

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

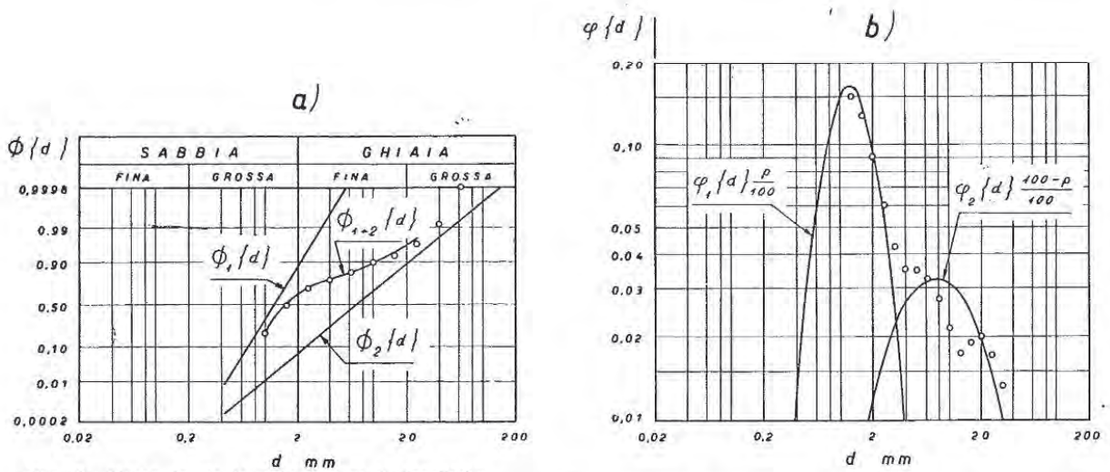


Fig. 18 - Fiume Amato (a valle fiumara S. Ippolito):

a) Funzione di probabilità $\phi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\phi_1\{d\}$ e $\phi_2\{d\}$ delle componenti

b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

e (6-6), se e per quale valore di p i tratti iniziali e terminali di dette curve si riconducono rispettivamente a una retta o a un tratto di parabola e verificando poi con la seconda delle relazioni (6-5) se nell'intervallo $d'' - d'$, partendo dalle rette $\varnothing_1\{d\}$ e $\varnothing_2\{d\}$, così individuate, si riusciva, per l'assegnato valore di p, a risalire ai punti della curva empirica.

Come può riscontrarsi dagli esempi delle Figure da 12 a 19, l'ipotesi che l'ammasso sia costituito dal miscuglio di due componenti distribuite secondo la legge logaritmico-normale può ritenersi pienamente verificata.

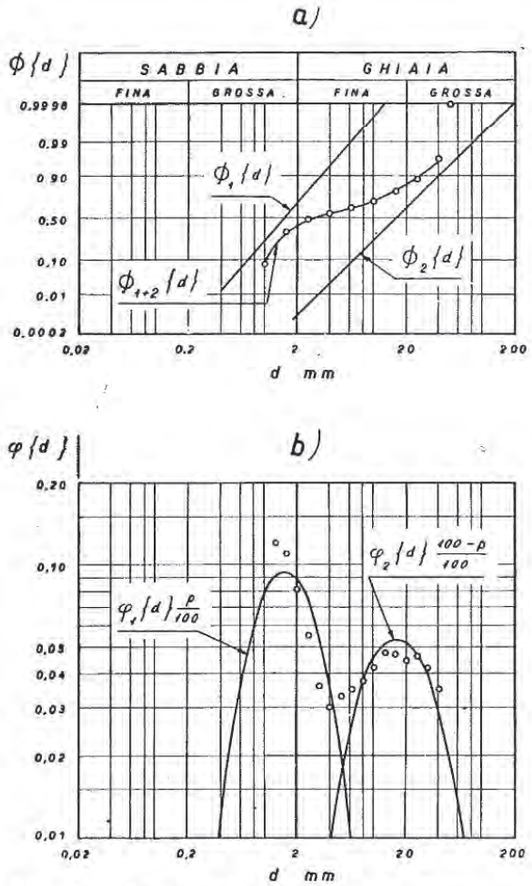


Fig. 19 - Fiume Amato (a monte fiumara S. Ippolito):
a) Funzione di probabilità $\varnothing_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e funzioni di probabilità $\varnothing_1\{d\}$ e $\varnothing_2\{d\}$ delle componenti
b) Distribuzione di probabilità $\varphi_{1+2}\{d\}$ del miscuglio e distribuzioni di probabilità $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ delle componenti

Infatti i piccoli scostamenti che si notano fra punti empirici e punti corrispondenti all'ipotesi avanzata e al valore assunto per p possono attribuirsi al fatto che attraverso la campionatura è possibile ottenere soltanto una stima approssimata delle probabilità corrispondenti ai singoli valori di d.

6.8 - A conclusione delle elaborazioni innanzi illustrate la composizione granulometrica delle alluvioni depositate lungo l'asta terminale di ogni singola fiumara può essere definita a mezzo di cinque parametri (Tabella IV).

Infatti, sapendo che in ciascuna delle componenti i diametri d sono distribuiti secondo la legge logaritmico-normale, per definire le distribuzioni $\varphi_1\{d\}$ e $\varphi_2\{d\}$ basterà indicare per ciascuna di esse soltanto i valori che vi assumono la media ξ e lo scarto quadratico medio $\sigma\{x\}$ dei logaritmi decimali di d o, in virtù della (6-4), il diametro medio δ e lo scarto quadratico medio $\sigma\{x\}$.

L'ammasso alluvionale, poi, sarà definito indicando quale percentuale p di esso rappresenti la componente fina.

Appendice

Se, considerando l'ammasso alluvionale come una popolazione costituita da infiniti elementi, così come definiti nel pgf. 4.7, si fa riferimento alla classe generica d_i, gli elementi della popolazione possono pensarsi ripartiti in due gruppi a seconda che i grani di ciascun elemento hanno dimensione $d_{i-1} < d \leq d_i$ o dimensione diversa.

L'estrazione dall'ammasso di un elemento che gode della proprietà $d_{i-1} < d \leq d_i$ può quindi interpretarsi come il verificarsi di un evento U di probabilità nota, eguale a Θ_i; l'estrazione di un elemento che non gode di tale proprietà coincide, invece, col verificarsi dell'evento contrario ad U ed ha probabilità $1-\Theta_i$.

Poiché il prelievo di un campione di dimensione n corrisponde al ripetere l'estrazione n volte, secondo la legge di Bernouilli la probabilità che in dette n estrazioni l'evento U si verifichi x volte è data da:

$$p_n\{x\} = \binom{n}{x} \Theta_i^x (1 - \Theta_i)^{n-x}.$$

Ciò significa che, ripetendo N volte l'esperienza, estraendo cioè N campioni ciascuno di dimensione n, il numero di volte x_{ij}, con j variabile da 1 a N, in cui in ciascun campione si verifica l'evento U risulta diverso da campione a campione, così come risulta diversa la frequenza $h_{ij} = \dfrac{x_{ij}}{n}$.

In aderenza all'esperienza, peraltro, il calcolo delle probabilità ci dice che, se si aumentasse indefinitamente il numero N dei campioni, la frequenza h_{ij} con cui l'evento U si presenta in ogni campione di dimensione n avrebbe valor medio $M\{h_{ij}\} = \Theta_i$, indipendente da n, e varianza $V\{h_{ij}\} = \dfrac{\Theta_i (1 - \Theta_i)}{n}$ tanto più piccola quanto più grande è n [3] [5]. Gli scarti, cioè,

Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 4

fra frequenze osservate h_{ij} e probabilità Θ_i sarebbero, a pari probabilità, tanto più piccoli quanto maggiore è la dimensione del campione.

Ciò premesso, se la dimensione del campione n e la probabilità Θ_i corrispondente alla classe d_i sono tali che risulti $n\,\Theta_j\,(1-\Theta_i)$ molto grande, e comunque scarto quadratico medio, sarebbe distribuita anche essa secondo la legge normale del caso con media $M\{u_{ij}\} = 0$ e varianza $V\{u_{ij}\} = 1$.

Ne deriva [3] che, se si considerassero N campioni di dimensione n, prelevati da uno stesso ammasso, e, facendo riferimento a una determinata classe d_i

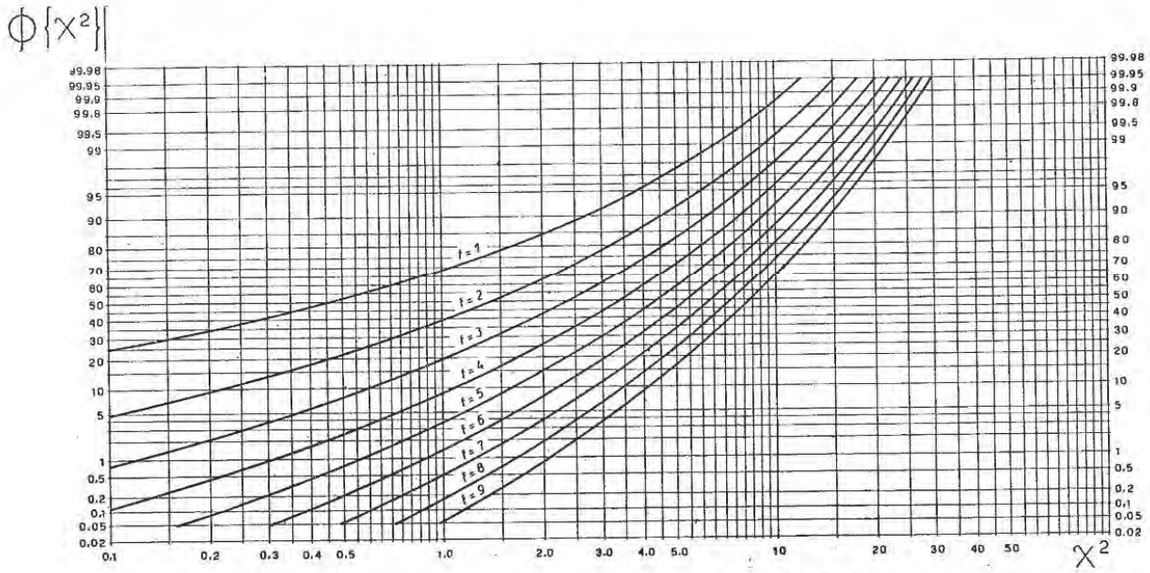


Fig. 20 - Funzione di probabilità $\varnothing\{\chi^2\}$ per gradi di libertà f da 1 a 9.

maggiore di 9 [3], non si commetterebbe errore sensibile se si ammettesse che le h_{ij}, anziché secondo la legge del Bernouilli, fossero distribuite secondo la legge normale del caso, con media Θ_i e varianza

$$\frac{\Theta_i\,(1-\Theta_i)}{n}\ [3]\ [5].$$

In tal caso, definendo *scarto quadratico medio* σ la radice quadrata di V,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Theta_i\,(1-\Theta_i)}{n}}\,, \qquad \text{(A-1)}$$

la variabile *standardizzata* u,

$$u_{ij} = \frac{h_{ij} - \Theta_i}{\sqrt{\dfrac{\Theta_i\,(1-\Theta_i)}{n}}}\,, \qquad \text{(A-2)}$$

rapporto fra lo scarto osservato fra h_{ij} e Θ_i e lo

cui corrisponde la probabilità Θ_i, si calcolassero le frequenze h_{ij} osservate per detta classe nei singoli campioni e gli N valori u_{ij} assunti di volta in volta dalla variabile standardizzata u, la somma dei quadrati di detta variabile

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{N} u_{ij}^2 = \frac{n}{\Theta_i\,(1-\Theta_i)} \sum_{j=1}^{N} (h_{ij} - \Theta_i)^2 \qquad \text{(A-3)}$$

avrebbe distribuzione di probabilità nota una volta che, (Figura 20), si conoscesse il numero f dei valori di u_{ij} che possono variare liberamente (*grado di libertà*).

Se fosse nota Θ_i, il grado di libertà f nella (A-3) risulterebbe pari a N, dato che si è ammesso che le h_{ij} osservate in ogni singolo campione possono variare a caso intorno a Θ_i indipendentemente dai valori che esse assumono negli altri campioni.

In pratica, non essendo nota Θ_i, si assumerà per Θ_i un valore, $\overline{h}_i$, pari alla stima che possono darne gli n campioni,

$$\overline{h}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{n} h_{ij} \qquad \text{(A-4)}$$

scrivendo la (A-3) nella forma

$$\chi^2 = \frac{n}{\overline{h}_i\,(1-\overline{h}_i)} \sum_{j=1}^{N} (h_{ij} - \overline{h}_i)^2. \qquad \text{(A-5)}$$

Di conseguenza, gli N valori di u_{ij} che compaiono nella (A-3) risulteranno legati fra loro dalla condizione (A-4) e la probabilità del χ^2 nella (A-5) varierà in funzione di un grado di libertà f pari a $N-1$.

Viceversa se, anziché considerare gli scarti $h_{ij} - \Theta_i$ osservati per una stessa classe negli N campioni, si considera un singolo campione e, ammettendo nota la funzione di probabilità $\varnothing\{d_i\}$ che caratterizza l'ammasso da cui esso è tratto, si considerano gli scarti h_i, con i variabile da 1 a K, fra le frequenze osservate nelle K classi in cui è suddiviso il materiale e le probabilità Θ_i corrispondenti, i K scarti $(h_i - \Theta_i)$, con i variabile da 1 a K, non possono ritenersi indipendenti fra loro. Di conseguenza, anche ammettendo che per ciascuna classe risulti $n\,\Theta_i\,(1-\Theta_i) > 9$, sì che possa ammettersi che ciascuna delle variabili standardizzate u_i varii secondo la legge normale con media 0 e variabile da 1 a K, non possono ritenersi indipendenti

Si dimostra, però, [3], che, se per tutte le classi è sempre $n\,\Theta_i > 5$, può ritenersi

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{K} \frac{n\,(h_i - \Theta_i)^2}{\Theta_i}, \qquad \text{(A-6)}$$

essendo, in tal caso, il grado di libertà f eguale a $K-1$, posto che la somma delle K frequenze osservate nel campione deve, per definizione, essere eguale all'unità.

Bibliografia

[1] M. Viparelli - U. Maione: «*Sulla sistemazione delle aste terminali di alcuni torrenti calabri*» - Comunicazione presentata al VI Convegno italiano di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Padova, 25-27 maggio 1959.

[2] M. Viparelli: «*Le aste terminali delle fiumare calabre*» - Atti dell'Accademia Pontaniana - Nuova Serie, Vol, 12, 1963.

[3] A. Hald: «*Statistical Theory with Engineering Applications*» - New York, John Wiley e Sons, Inc., 1952.

[4] R. A. Fisher: «*Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique*» - Presses Universitaires de France, Paris, 1947.

[5] G. Castelnuovo: «*Calcolo delle probabilità*» - Vol. I, Nicola Zanichelli, Editore, Bologna 1947.

GRANULOMETRIE DES ALLUVIONS DES TORRENTS DE CALABRIA

Sommaire: On fait la comparaison entre les courbes granulométriques des échantillons tirés d'une même «fiumara» et l'on interprète les écarts qu'on rencontre entre elles en appliquant la méthodologie statistique qui depuis plusieures années a été mise à point pour controler par un échantillonnage adéquate la production des grosses entreprises industrielles.

On a étendu la recherche à 52 «fiumare» et on a mis en évidence que, malgré les écarts dont on a parlé, on peut penser que la granulométrie des terrains alluviaux qu'on trouve au fond du lit est la même dans toute la partie finale de chacun de ces cours d'eau.

Cela dit, on définit par un nombre limité de paramètres soit la courbe granulométrique moyenne soit la bande dans laquelle seront contenus les écarts entre la courbe granulométrique moyenne et les courbes déduites de chaque échantillon, la grandeur des échantillons étant donnée.

En partant de la recherche particulière, on propose les règles à suivre dans les opérations d'échantillonnage sur les terrains alluviaux non cohérents afin qu'elles donnent des informations exhaustives par rapport à la granulométrie de ces terrains.

GRAIN SIZE OF ALLUVIAL MATERIALS OF CALABRIAN STREAMS

Summary: Grain size curves of samples obtained at various locations in a single «fiumara» are compared, and deviations between the curves are studied according to procedures developed since some decades for industrial quality control.

A study of samples from 52 «fiumare» reveals that the grain size distribution of the alluvial material deposited in the stream bed may be regarded as invariant in the whole terminal part of a single «fiumara».

Average grain size curve and confidence interval predicted from a sample of given dimension are defined by means of a limited number of parameters.

Starting from the results thus obtained, some rules are suggested to obtain representative samples (as for grain size distribution) of cohesionless alluvial soils.

ISTITUTO DI IDRAULICA E COSTRUZIONI IDRAULICHE
DELL'UNIVERSITÀ DI NAPOLI

Prof. Ing. MICHELE VIPARELLI

LA SISTEMAZIONE DELLE ASTE TERMINALI DELLE FIUMARE CALABRE

LIGUORI EDITORE

Ricerca condotta per incarico
della Cassa per il Mezzogiorno

LA SISTEMAZIONE DELLE ASTE TERMINALI
DELLE FIUMARE CALABRE

Nel 1957 la Cassa per il Mezzogiorno affidava, tramite il Centro di Ricerche Idrauliche della Fondazione Politecnica per il Mezzogiorno d'Italia, all'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Universita' di Napoli uno studio volto a determinare le grandezze fisiche, idrologiche, morfologiche relative alle aste terminali delle fiumare Calabre, sicche' gli Enti e i tecnici preposti alla loro sistemazione potessero avvalersi di dati generalmente carenti in questo campo.

Nell'adempimento dell'incarico venivano compiuti dal 1958 al 1963 una lunga serie di sopralluoghi, determinazioni topografiche e granulometriche, esperienze di laboratorio, raccolte di dati idrologici e storici, di cui venne dato conto alla Cassa con frequenti rapporti fino al 1963. In questi rapporti si dettero notizie dei primi risultati dello studio, di cui alcuni sono stati anche oggetto di pubblicazioni a carattere scientifico. Si ando' cosi' raccogliendo una massa di dati veramente imponente, che ai fini delle conclusioni della ricerca meritava un approfondito esame.

Nel corso di questo esame vennero continuate in Laboratorio le esperienze sul trasporto solido in corsi torrentizi, sotto l'egida del Consiglio Nazionale delle Ricerche. I risultati delle esperienze hanno suggerito qualche nuovo criterio di elaborazione dei dati raccolti in Calabria. L'esame, per questo e altri motivi contingenti, si prolungo' durante un periodo superiore alle previsioni, ma ritengo, non inutilmente.

Di conseguenza la relazione finale fu presentata solo nel maggio 1969 alla Cassa, a cui son grato di aver voluto, stampandola, darne diffusione fra gli Enti operanti nel campo delle sistemazioni idrauliche in Calabria.

Nonostante che altro tempo sia passato perche' la stampa venisse portata a termine, non ho ritenuto di apportare alcuna modifica al testo originale, che mi sembra conservi ancora oggi caratteri di novita' in molti degli aspetti considerati.

Napoli, li 10 gennaio 1972

Michele Viparelli

PARTE I

RACCOLTA DEI DATI IN NATURA

Il problema delle aste terminali delle fiumare Calabre.

Per intendere il significato del termine fiumara occorre far riferimento alla morfologia della Calabria.

Dai margini di altopiani, per vero di modesta estensione, che i geologi ci dicono risultanti da un lunghissimo processo di peneplanizzazione, attraverso ripide pendici, costituite in gran parte da formazioni sedimentarie molto piu' recenti, si passa quasi ovunque ad una fascia pianeggiante, solo di rado larga piu' di qualche chilometro, sviluppantesi lungo la linea di costa. Tale fascia e' solcata da numerosi torrenti o *fiumare*, con bacini di frequente inferiori ai 100 Kmq. che hanno origine dagli altipiani e in brevissimo corso raggiungono il mare.

Le fiumare scorrendo nel loro percorso alto e medio fra terreni fortemente erodibili ed instabili si caricano di ghiaie e sabbie che poi depositano in parte lungo le aste terminali, dove le pendenze sono piu' dolci. Pertanto le aste terminali possono assimilarsi a conoidi di deiezione, e dato che le acque non riescono a crearsi in esse un alveo inciso, assumono il caratteristico aspetto di un letto ghiaioso, biancheggiante al sole in cui nei periodi di siccita' si notano a malapena i solchi dove sono fluite le acque durante il periodo invernale.

Fino ad un secolo fa circa, l'intervento dell'uomo delimito' o cerco' di delimitare, e solo in poche zone costiere abitate lo spazio libero al divagare delle acque. Da un secolo a questa parte prima le ferrovie, poi le strade ordinarie coi loro ponti cominciarono a introdurre lungo le aste terminali delle sezioni in cui le acque devono necessariamente passare. Negli ultimi decenni, poiche con la scomparsa della malaria la popolazione e le attivita commerciali e artigianali si sono andate accrescendo lungo tutta la fascia costiera, e' nata la ne-

cessita' di contenere le divagazioni delle acque delle fiumare in ristrette strisce. All'uopo vanno continuamente e ovunque erigendosi arginature, facenti capo alle sezioni precedentemente divenute stabili in corrispondenza dei ponti.

L'esperienza del passato ci avverte che tale soluzione e' tutt'altro che scevra di pericoli. Innanzitutto e' accaduto che arginature esistenti da lunghissimo tempo e che pertanto si riteneva offrissero una sufficiente sicurezza, siano crollate in occasione di eventi meteorici eccezionali con disastrose conseguenze. Altre volte, pur non crollando, le arginature sono state minacciosamente sormontate sia per le grandi portate affluite, sia per il sopraelevarsi del greto nel loro interno. Anche al sopraelevarsi del greto va attribuito l'altro frequente fenomeno della parziale occlusione delle luci dei ponti che percio' sono spesso divenute insufficienti a contenere le piene. Sia per tale motivo, che per una errata valutazione iniziale delle portate in gioco, numerosi sono stati i casi di ponti crollati o di rilevati stradali asportati via ai lati dei ponti stessi dalle acque esondate.

Pertanto essendo sempre piu' necessaria la costruzione di nuove arginature e soprattutto il completamento di quelle esistenti occorre cercare di trarre profitto dall'esperienza passata per avere idee, piu' chiare che si possa, e' sulle portate di piena e sui fenomeni di trasporto solido che si verificano nelle fiumare.

Indagine sui deflussi.

Le caratteristiche dei deflussi delle fiumare Calabre sono tali che non consentono una raccolta diretta dei dati delle portate in gioco. E in effetti il pur diligentissimo Ufficio Idrografico del Genio Civile di Catanzaro ha potuto raccogliere dati di portata e quindi ottenere coefficienti di deflusso solo sui corsi d'acqua maggiori, cioe' proprio quelli che non interessano in questa sede.

Di conseguenza la determinazione dei deflussi non e' possibile se non partendo dagli afflussi meteorici, per i quali invece esiste una ricca raccolta di dati pluviografici. Pertanto dagli Annali idrologici della sezione Autonoma del Servizio Idrografico di Catanzaro sono state tratte le altezze massime di pioggia h_t per $1 \leq t \leq 24$ ore registrate nei vari pluviografi

in ciascun anno di funzionamento. Con il Gumbel, ammessa valida la legge del piu' grande valore:

$$h'_{t,T} = \tilde{h}_t \cdot (1 + K \log T),$$

essendo $h_{t,T}$ l'altezza di pioggia con periodo di ritorno T e $\tilde{h}_t$ la moda della distribuzione delle h_t, per ciascun pluviografo, sulla base del campione statistico delle h_t a disposizione e' stato possibile avere una stima della costante K, caratteristica della distribuzione dei massimi annui di pioggia. I valori di K sono risultati distribuiti, con legge casuale, intorno a due valori medi in dipendenza dell'esposizione dei versanti: precisamente e' risultato $K_{medio} = 0,835$ per i bacini del versante tirrenico e $K_{medio} = 0,982$ per quelli del versante ionico.

Ma come quasi ovunque accade, anche in Calabria si riscontra che le altezze di pioggia h_t sono in stretta correlazione con la quota H s.m. del punto in cui cadono. Ed in effetti e' stato possibile individuare gruppi di pluviografi, ricadenti in aree parziali del versante ionico o tirrenico, per i quali i punti h_t, H e $h_{t,T}, H$, ad essi relativi, possono interpolarsi in diagrammi semilogaritmici $h_t(H)$, con curve tra loro sovrapponibili, e per i valori modali $\tilde{h}_t$ e per le altezze di egual periodo di ritorno T. Tali gruppi ricadono entro fasce delimitabili tra due parallele, per cui si deve ammettere la dipendenza delle piogge piu' intense dalla latitudine. Un ulteriore esame dei valori delle costanti caratteristiche K ha inoltre posto in evidenza che anche sotto questo aspetto puo' individuarsi una dipendenza tra piogge intense e altitudine s.m. e latitudine del punto in cui esse cadono. Tutti i risultati dell'esame statistico, cosi' condotto, hanno portato ad individuare in Calabria le 7 zone pluviometriche principali, ed alcune sottozone, che appaiono in fig. 1.

Tuttavia quando dai dati di pioggia si passa a dedurre le portate di piena, occorre tener conto, come sta per dirsi, della valutazione del coefficiente di afflusso e della ripartizione della pioggia sul bacino, il che puo' essere fatto solo con un certo grado di approssimazione. Le incertezze inerenti a questi parametri rendono inutile preziosismo una eccessiva precisazione circa i dati pluviometrici, per cui e' sembrato opportuno trascurare le suddivisioni dovute ai minori scarti tra i dati pluviometrici e suddividere la Calabria nelle sole 4 zone pluviometriche, che appaiono in fig. 2.

Ai fini delle successive elaborazioni, controllato che, in

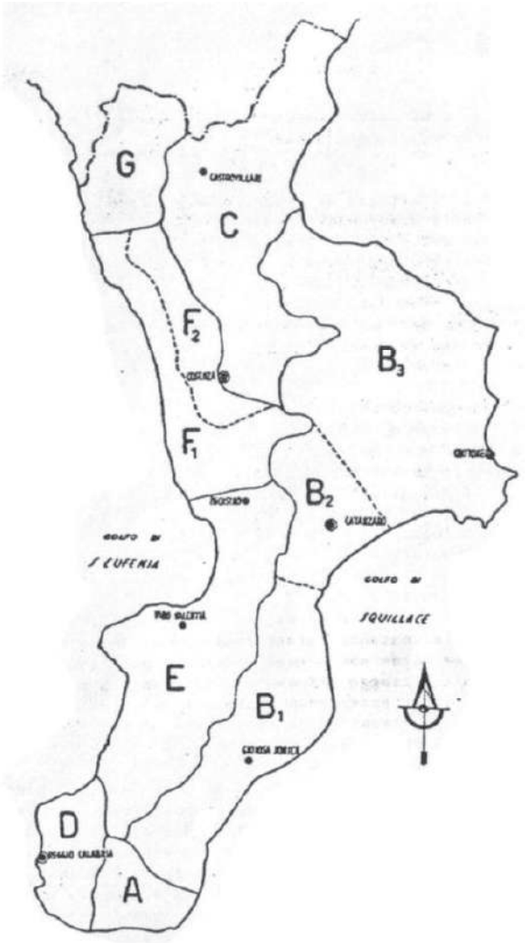


Fig. 1- Pluviosita' annua: zone di affini caratteri pluviometrici.

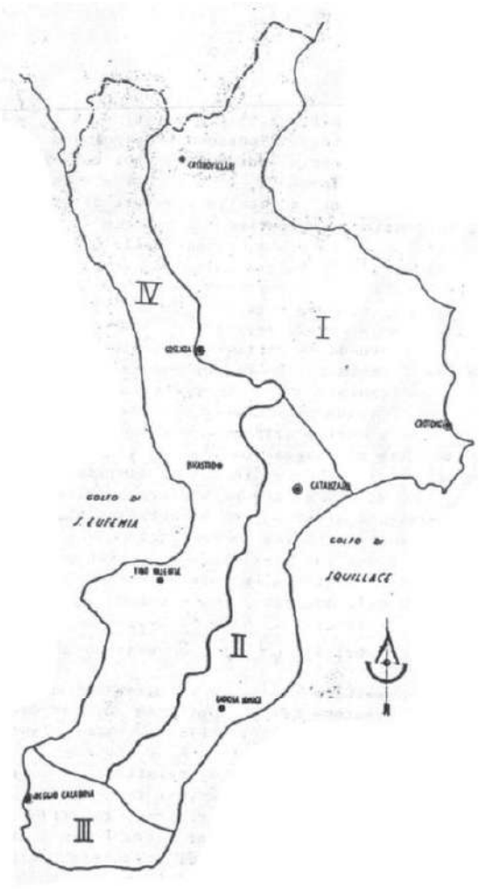


Fig. 2- Piogge brevi e di notevole intensita': zone di affini caratteri pluviometrici.

un grafico logaritmico le $\tilde{h}_t(t)$, le $h_t(t)$ e le $h_{t,T}(t)$ relative ad uno stesso pluviografo possono interpolarsi con rette tra loro parallele (ad esempio vedi fig. 3) e di conseguenza esprimersi le $h_{t,T}$ nella forma $h_{t,T} = a\,t^n$, si e' ricercato per ciascuna zona il valore di n, mentre i valori di a si possono esprimere in funzione del periodo di ritorno T e della quota H.

Accertata cosi' la distribuzione delle piogge di assegnato periodo di ritorno sull'intera Calabria, con l'ausilio del metodo della corrivazione si e' proceduto alla determinazione delle portate di piena, di frequenza T, per un certo numero di fiumare in ciascuna zona pluviometrica.

All'uopo, secondo un criterio largamente verificato (¹) si sono ritenute coincidenti le isocorrive della fiumara considerata con le curve isoipse. Si e' supposto che la pioggia di periodo di ritorno T cada distribuita uniformemente sul bacino con intensita' pari a quella affluente alla quota H s.m., media del bacino. L'altezza di pioggia caduta $h_{t,T}$ e' stata moltiplicata per un coefficiente di afflusso ψ, funzione di h secondo la curva $\psi(h)$ di fig. 4, che alla stregua delle verifiche eseguite in precedenti studi (¹) e' risultata preferibile all'ipotesi di ψ = costante. Dalla somma $\Sigma \psi \Delta h \Delta S$ (ΔS essendo l'area compresa tra due isoipse) dei termini che danno i volumi contemporaneamente in arrivo alla foce della fiumara, si e' dedotto il diagramma dell'onda di piena e quindi la portata massima Q_T, di periodo di ritorno T. Nota la Q_T, sono stati valutati i coefficienti udometrici $u_T = \frac{Q_T}{S}$, S essendo al solito l'area totale del bacino.

E' stato possibile tracciare le curve dei coefficienti udometrici u in funzione della superficie S, per due periodi di ritorno T fissati in $6 \div 7$ anni e 50 anni rispettivamente, che appaiono nelle figg. 5, 6, 7 e 8. E' da notare, nel caso particolare dei coefficienti udometrici relativi a questi due periodi di ritorno, ma lo si puo' ammettere in generale, che le curve $u(S)$, di diverso periodo di ritorno, relative ad una stessa zona, hanno andamenti poco diversi tra loro. E cio' converra' tener presente piu' avanti quando si discutera' sulla dipendenza dei trasporti solidi dai deflussi (²).

(¹) Carlo Viparelli: Ricostruzione dell'idrogramma di piena - " Relazioni su ricerche e studi promossi dall' A N I D E L", 1962.

(²) Questo capitolo presenta in breve sintesi i primi risultati della indagine sui deflussi dei torrenti calabri di cui il prof. C. Viparelli conta di pubblicare presto la relazione finale.

Sottozona (B) (39) CHIARAVALLE

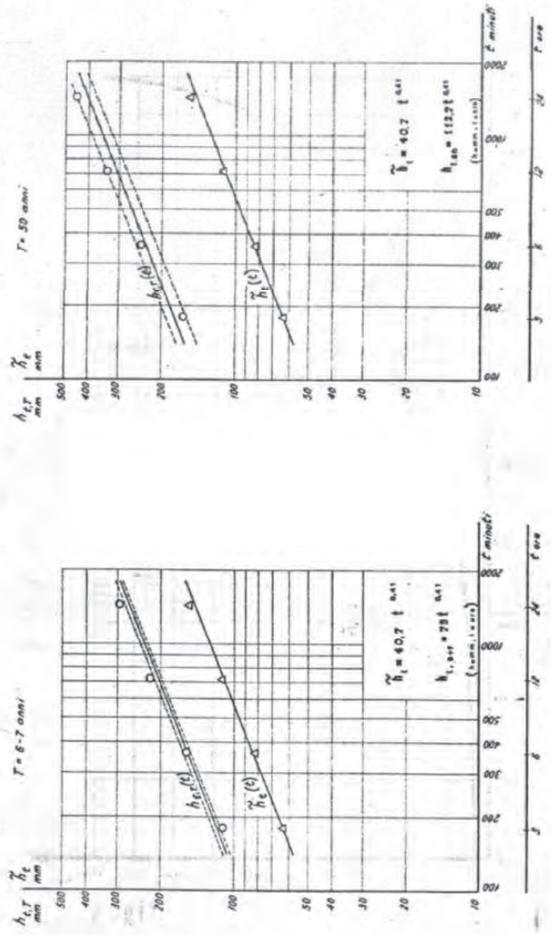


fig. 3

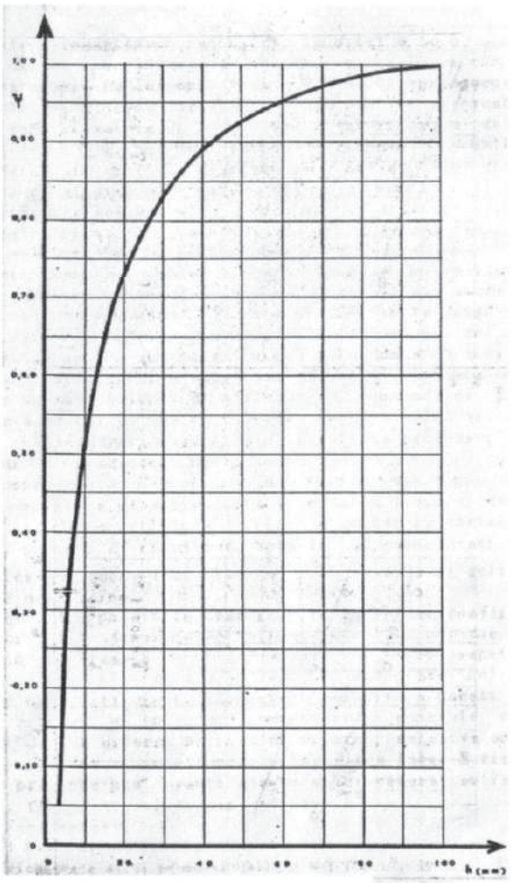


fig. 4

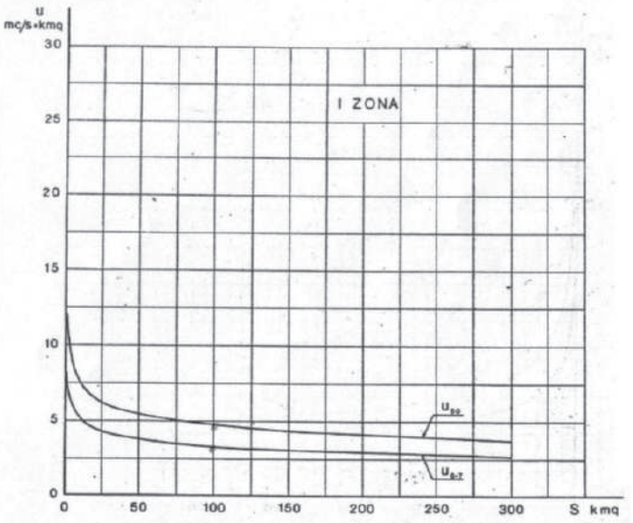


Fig. 5 - Coefficiente udometrico in funzione dell'area del bacino imbrifero.

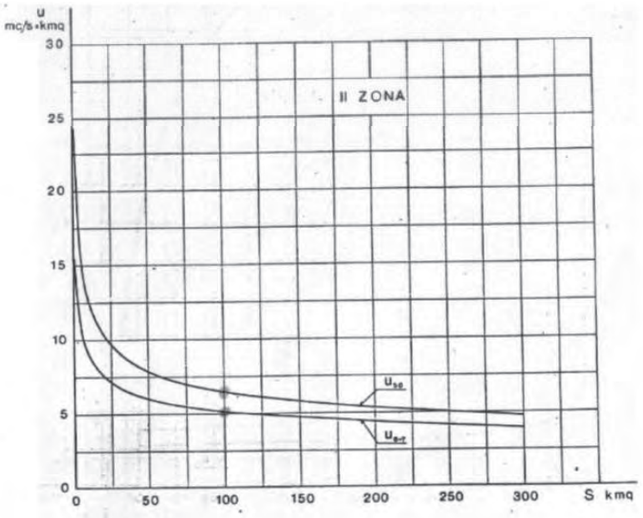


Fig. 6 – Coefficiente udometrico in funzione dell'area del bacino imbrifero.

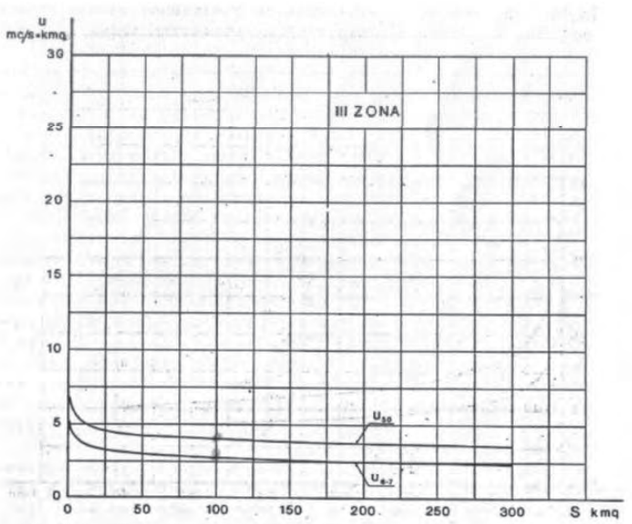


Fig. 7 – Coefficiente udometrico in funzione dell'area del bacino imbrifero.

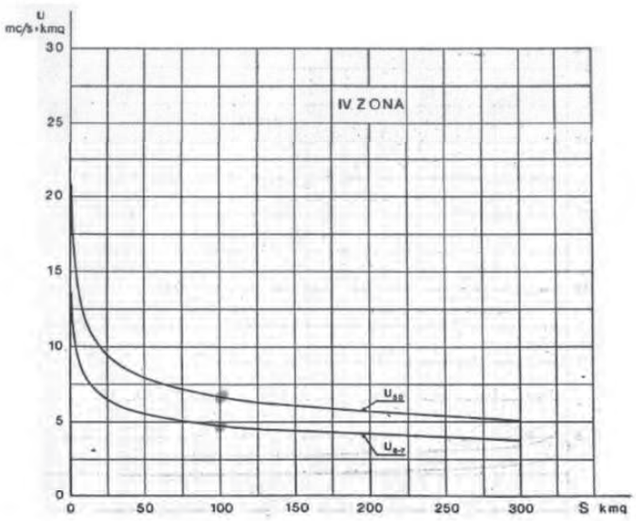


Fig. 8 – Coefficiente udometrico in funzione dell'area del bacino imbrifero.

Sui profili longitudinali delle aste terminali.

Progressi sono stati fatti anche nell'altro problema dei fenomeni derivanti dai trasporti solidi nelle fiumare. Stante la stretta dipendenza di questi dalle pendenze, occorrerebbe poter stabilire se l'attuale profilo longitudinale di un'asta terminale si trova in condizione di stabilita' o in fase di evoluzione e quali effetti avrebbero su tale profilo opere di sistemazione.

Va subito detto che si tratta di un problema notevolmente complesso, su cui la letteratura tecnica offre a malapena scarse notizie di opere eseguite e per cui i principi teorici del trasporto solido da parte di una corrente fluida non possono fornire, ancor oggi, alcun ausilio. D'altra parte lo stadio di stabilita', seppur esiste, ovvero la tendenza a sollevarsi o ad escavarsi del greto alluvionale di un'asta terminale dipendono certamente dalle condizioni di tutto il bacino a monte.

In questo quadro cosi' complesso, sin dal primo anno della presente ricerca, apparve degno d'interesse il fatto che le pendenze di fondo dei greti alluvionali stessero in stretta correlazione con l'area dei bacini imbriferi sottesi. Gia' in un lavoro pubblicato nel 1959, dal prof. Maione e dallo scrivente (¹) veniva posto in evidenza, limitatamente ai torrenti del Reggino, che, se si portavano in un diagramma i punti aventi per ordinate i valori corrispondenti della pendenza i di un tronco di fiumara e dell'area A del bacino idrico sotteso dalla sezione iniziale del tronco stesso, i punti (i, A) si disponevano in una stretta striscia.

Tale risultato non veniva pero' confermato quando si considerarono altri corsi d'acqua; anzi per molte fiumare la dispersione dei punti (i, A) e' risultata notevole. Ad un migliore esame dei dati relativi ai torrenti per i quali la relazione cade in difetto, risulto' pero' che frequentemente in essi a tronchi di alveo soggetti a fenomeni di deposito, si alternano altri in cui si hanno fenomeni di erosione. Sembrerebbe che la stretta relazione individuata nel Reggino tra pendenza e area del bacino imbrifero sotteso sussista anche per tutti i tronchi dei torrenti presi in esame, nei quali le acque, defluendo in ampi letti alluvionali, perduta la loro capacita' erosiva, esercitano un processo, continuamente alternantesi, di deposito e trasporto dei materiali in cui muovono. Per tali tronchi, tra cui vanno com-

---

(¹) M. Viparelli ed U. Maione: Sulla sistemazione delle aste terminali di alcuni torrenti Calabri. VI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Padova 1959.

prese le aste terminali delle fiumare, lo scrivente, in una sua nota (¹), propose il nome di *tronchi alluvionati*.,

Un approfondito esame avrebbe forse consentito di stabilire lungo le varie fiumare se e quali potessero essere i tronchi da considerarsi alluvionati, ma un'indagine siffatta avrebbe potuto facilmente divenire poco obbiettiva; pertanto si e' preferito limitare l'indagine alle sole aste terminali.

Per un grosso numero di queste si sono valutate la superficie S del bacino imbrifero sotteso, coincidente quindi in pratica con l'intero bacino della fiumara cui l'asta appartiene, e la pendenza di questa, che verra' designata con il simbolo i_f.

Al riguardo delle pendenze va posto in evidenza che la valutazione delle i_f ha dato luogo ad incertezze, nonostante le notevoli possibilita' di precisazione offerte dalle carte, al 10 000 della Calabria di recente eseguite, per incarico della Cassa per il Mezzogiorno, dall'I.G.M (²). Infatti, talvolta, i profili in asse delle aste terminali presentano un lungo tratto finale a pendenza costante, ma in molti altri casi si alternano tratti a pendenza i tra loro poco diversa, e solo a partire da una certa sezione verso monte si nota poi un rapido aumento della pendenza, i cui valori in breve tratto possono addirittura raddoppiare. In tali casi la i_f e' stata valutata come la pendenza di tutto il tratto a valle del rapido incremento della i.

Pertanto non vi e' dubbio che nei valori delle i_f la seconda cifra significativa ha un valore indicativo, e l'approssimazione nella valutazione della i_f in linea di massima va posta pari a varie unita' per cento.

Anche quando, riportati in grafico tutti i punti di ordinate (i_f, S) che si erano determinati, la concentrazione dei punti fu meno netta di quanto era fin allora apparso, apparve opportuno tenere a base delle successive elaborazioni il diagramma (i_f, S). In effetti qualsiasi opera di canalizzazione in un'asta terminale potra' conservarsi a tempo indefinito, almeno in senso tecnico, solo se le ghiaie e sabbie, di cui le acque giungono cariche, riusciranno a passare senza depositare e

---

(¹) M. Viparelli, Le aste terminali delle fiumare calabre - Atti della Accademia Pontaniana, Nuova serie, Vol. XII, Napoli 1963.

(²) Istituto Geografico Militare.

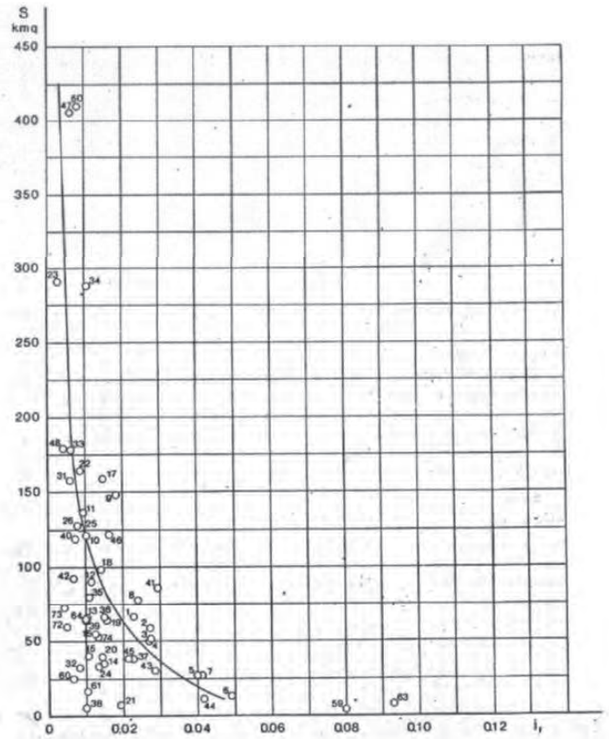


Fig. 9 - Connessione tra superficie dei bacini sottesi e pendenze delle aste terminali.

quindi senza sommergere i manufatti al di sotto di una spessa coltre alluvionale. Per ottenere una tale garanzia, esperienza ed intuizione ci dicono che innanzitutto occorre nelle sistemazioni dare all'alveo pendenza adeguata. D'altra parte e' facile rendersi conto che se per cautelarsi si eccede nei valori della pendenza, le opere da realizzare avranno grande pensilita' e costi proibitivi, elementi di pericolo il primo, di irrealizzabilita' il secondo. Ai fini del problema in esame e' sembrato percio' che il diagramma (i_f, S) di fig. 9 meritasse in ogni caso approfondita analisi, anche se dovesse solo mettere a disposizione una curva inviluppo dei valori massimi delle pendenze i_f che in natura tendono a stabilirsi nelle aste terminali.

Parametri atti a definire i caratteri morfologici dei bacini

Tra gli elementi, da cui il comportamento idraulico di una asta terminale dipende, senza a sua volta influire su di essi, vanno evidentemente compresi, oltre che l'entita' dei deflussi, di cui si e' gia' detto, la morfologia della valle in cui si sviluppa la fiumara e i caratteri granulometrici del materiale di alveo dei quali si dira' tra poco.

In genere le fiumare Calabre hanno corso sensibilmente rettilineo, essendo costituito il bacino da una incisione creata dalle acque sulle ripidi pendici, inclinate verso il mare che fanno da corona, in ordine successivo da Nord a Sud, al Monte Pollino, allo spartiacque tra Fiume Crati ed il Tirreno, agli alti pianori della Sila, delle Serre, dell'Aspromonte. In tal caso il bacino ha forma che poco si discosta da quella rettangolare. Non mancano pero' esempi di fiumare che raccolgono in alto uno o due grossi affluenti (grossi in relazione al bacino proprio della fiumara), mentre altre ricevono grossi apporti in prossimita' del mare.

E' stato pertanto spontaneo, sin dall'inizio, definire di ciascun bacino le principali caratteristiche morfologiche il dislivello H_{max} del punto piu' alto del bacino rispetto al mare l'altezza media H_{med} sul mare del bacino, la lunghezza L dell'asta principale del corso d'acqua, la pendenza media $i_m = \frac{H_{max}}{L}$.

Naturalmente le grandezze sopra definite vanno messe in relazione alla superficie totale S del bacino. In particolare

a definire la forma del bacino appare meritevole d'interesse il confronto della larghezza media, $b_m = \frac{S}{L}$, nei riguardi della larghezza massima b_{max} del bacino in direzione normale all'andamento generale dell'asta principale, nonche' la lunghezza L dell'asta principale.

I valori S, L, H_{max}, i_m, b_m, b_{max} sono riportati nella tab. 1, dove a complemento delle indicazioni morfologiche, sono riportate dal Piano Regolatore di Massima della Calabria, pubblicato a cura della Cassa nel 1957, anche le aliquote montane e vallive dei vari bacini, benche' si tratti di una suddivisione evidentemente soggetta a notevoli incertezze di valutazione.

Tutti i parametri della tab. 1 sono solo una modesta sintesi delle informazioni che le corografie dei bacini possono fornire. Ai rapporti, che di volta in volta sono stati inviati alla Cassa per il Mezzogiorno, venivano allegate, per i gruppi di torrenti vicini, man mano considerati, quali risultano in fig. 10, alcune rappresentazioni grafiche che costituiscono una sintesi di quanto l'esame della cartografia consente di dedurre sulla morfologia di un bacino.

In queste rappresentazioni venivano dati i profili longitudinali H(s), H essendo la quota in m s.m. della linea di fondo dell'alveo all'ascissa s(Km) contata dal mare, nonche' la curva A(s) essendo A la superficie in Kmq del bacino sotteso alla sezione di ascissa s. Sui grafici vennero indicati, dove la cartografia ne consentiva la valutazione, anche la larghezza l del letto ghiaio-sabbioso della fiumara in corrispondenza delle ascisse s. Di detti grafici si da' qualche esempio nell'allegato A alla presente relazione.

In altro gruppo di grafici, dei quali anche vengono forniti alcuni esempi nell'allegato b, vennero date le curve i(A), cioe' le pendenze i di fondo di ciascun tronco d'alveo in funzione della superficie A sottesa.

Dall'esame di questi grafici si e' gia' detto che e' discesa la convenienza di considerare in ciascuna fiumara tronchi di due categorie, a seconda se il fondo e' formato da uno spesso deposito alluvionale oppure e' il risultato di processi erosivi o comunque e' privo di uno spesso letto di alluvioni. Per la prima categoria chi scrive ha proposto il nome di tronchi alluvionati, tra i quali vanno comprese, si crede senza eccezione, le aste terminali delle fiumare.

L esame delle curve H(s), A(s), i(A) consente pero' di trarre molte altre utili indicazioni sulla situazione generale del-

TABELLA 1

Gr.	n°	FIUMARA	S	H_{max}	H_{med}	L	$i_m = \frac{H_{max}}{L}$	$b_m = \frac{S}{L}$	b_{max}	superficie bacino montana	superficie bacino valliva	i_f	$\frac{i_f}{i_m}$
			Km²	m.s.l.m.	m	Km		Km	Km	%	%		
I	1	CATONA	66,85	1838	672	24.95	0,0735	2,68	5,40	74,8	23,7	0,56	0,309
	2	GALLICO	59,10	1803	688	21.84	0.0830	2,71	5,75	77,3	22,7	0,79	0,328
	3	CALOPINACE	51,45	1559	762	23.00	0.0677	2,24	4,13	86,0	14,0	0,86	0,403
	4	S. AGATA	50,15	1698	813	26.80	0,0633	1,88	4,00	81,8	18,2	1,14	0,425
	5	VALANIDI II	28,10	1200	630	19,10	0,0621	1,47	3,45	72,6	27,4	1,69	0,644
	6	MOLARO I - II	13,47	834	358	8 15	0,1025	1,66	4,13	57,5	42,5	-3,31	0,478
	7	S. ELIA	28,10	1016	514	14 25	0.0712	1.97	4.00	57,5	42,5	-3,33	0,575
	8	MELITO	78.30	1681	690	28 95	0.0580	2,71	6,65	67,5	32,5	0,96	0,414
	9	AMENDOLEA	148,00	1850	845	35,15	0.0527	4,20	9,10	82,5	17,5	0,84	0,345
II	10	LAVERDE	121,00	1955	715	34,50	0.0571	3,50	7,70	59,8	40,2	0,34	0,178
	11	BONAMICO	136,50	1955	754	28.76	0.0680	4,74	10,10	78,1	21.9	0,30	0,140
	12	CARERI	90.00	1572	325	21,25	0,0739	4,24	8,30	44,6	55,4	0,33	0,157
	13	CONDOIANNI	65,70	1045	345	18,39	0 0568	3,58	7,20	31,7	68.2	0,28	0,183
	14	PORTIGLIOLA	35,00	1023	388	18,19	0,0563	1,93	4,30	45,5	54,5	0,38	0,241
	15	GERACE	40,00	952	337	19,66	0.0485	2,03	3,50	45,5	54,5	0,44	0,220
	16	NOVITO	54.50	967	437	18.30	0,0529	2,98	5,80	45,5	54,5	0,45	0,236
	17	TORBIDO DI G. SA	159,20	1215	588	21,85	0,0558	7,28	14,50	73,8	26,2	0;58	0,267
III	18	STILLARO	98,20	1423	613	28 70	0,0495	3,42	5,45	63,1	36,9	0,42	0,284
	19	ASSI	63.90	1415	687	24 41	0,0580	2,62	6,00	46,2	53,8	0,34	0,268
	20	ALACA	39.40	1260	838	22.95	0.0549	1,72	5,10	71,4	28,6	0,48	0;260
	21	MELIS	7,87	920	287	9 45	0.0964	0,83	1.45	71,4	28,6	1,47	0,199
	22	ANCINALE	164.40	1414	729	40 43	0.0350	4,07	12.00	91.3	8.7	0,34	0,248
IV	23	CORACE	291.00	1436	570	46.05	0.0312	6,30	11.00	63,9	36,1	0,10	0,090
	24	FIUMARELLA	33.45	954	317	18 92	0.0505	1.77	3,45	30.0	70.0	0,54	0,263
	25	ALLI	126 60	1524	696	50 78	0.0300	2.50	7 20	75.2	24.8	0,24	0,290
	26	SIMERI	127,90	1622	855	43.58	0.0372	2.93	6.40	68.8	31.2	0,17	0,212

X	31	LIPUDA	157.80	712	249	23.00	0.0310	6,85	12.40	12.1	87.9	0,22	0,190
	32	S. VENERE	32 00	483	155	15.40	0.0314	2.08	4,30	12,1	87,9	0,28	0,264
	33	NICA	178.00	938	363	32 00	0.0293	5.57	15.30	44.4	55.6	0,23	0,210
V	34	TRONTO	288 04	1651	888	42 18	0 0392	6,81	15.50	86.5	13.5	0,52	0.272
	35	COSERIA	79 23	1481	539	29 46	0,0502	2.70	7.60	50,4	49.6	0.33	0,219
	36	COLOGNATI	66,00	1481	677	23 25	0.0638	2.83	7.60	59,6	40,4	0,45	0.235
	37	CINO	38,25	1342	702	23.43	0.0572	1.64	4,20	59,6	40,4	0,64	0.395
	38	GENNARITO	5,94	828	292	12 49	0 0663	0,48	1.13	59.6	40,4	1,72	0,150
	39	CORIGLIANETO	63 60	1185	608	24 80	0 0475	2-56	3,90	80.1	19,9	0.36	0.210
	72	MALFRANCATO	59.20	1061	433	19 80	0,0536	3.00	5,42	44,0	56.0	0,49	0,091
	73	S MAURO	72.20	1125	379	24.60	0,0457	2.95	4.87	44.0	56.0	0,59	0.103
XI	40	RAGANELLO	118,90	2271	1012	35.00	0.0650	3.40	11.30	67,3	32,7	0,26	0,112
	42	SATANASSO	92.30	1714	631	18 10	0.0947	5.09	4.10	60,1	39,9	0,23	0,073
	41	SARACENO	86 30	1714	698	22.50	0 0762	3,84	6,60	68.8	31,2	0,84	0,384
	44	PAGLIARO	11.90	810	394	9,30	0,0870	1.28	2.50	68,8	31,2	1,06	0,479
	43	AVENA	30,40	1064	405	13,30	0.0800	2.28	4,20	68,8	31,2	0,84	0,355
	45	STRAFACE	38.30	1100	420	17.20	0,0640	2.22	4,20	68,2	31,8	0,64	0,334
	46	FERRO	121.40	1108	453	28.40	0.0390	4,28	13,20	62,8	31,8	0,36	0,420
	74	CANNA	52.30	861	348	17.06	0,0505	3,06	6,75	62,6	37,4	-	0,263
XII	64	ABATEMARCO	64.40	1986	722	21.20	0.0940	3,04	5.50	70,7	29,3	0,29	0,106
VI	60	BAGNI DI GUARDIA	24,70	1200	566	10,40	0,1155	2,38	4,80	73,0	27,0	0,20	0,057
	63	LAVANDAIA	8,60	1257	604	8 50	0,1480	1,01	1,90	71,8	28,2	2,10	0,630
	59	TORBIDO DI S.LUC.	4,23	1100	502	5 58	0,1970	0.76	1.25	71,0	29,0	5,12	0.406
	61	TORBIDO DI C.	16,35	778	282	10.91	0.0712	1,50	2.75	65,6	34,4	-	0,146
VIII	48	ANGITOLA	179.20	1022	411	19.50	0,0523	9,20	19.00	50,9	49,1	0,28	0,0803
VII	47	PETRACE	405.60	1955	556	35.80	0 0546	11,35	27.70	55,2	44,8	0;25	0,0109
	50	SAVUTO	410,00	1684		57 00	0.0295	7,19	17.30	89,7	10.3	-	0,0271

la fiumara, specie se lo si fa tenendo presenti tutti i parametri che verranno discussi nel seguito della presente relazione.

Caratteri granulometrici dei materiali d'alveo.

Premessa prima ad ogni analisi del diagramma (i_f, S) e' sembrata la conoscenza della granulometria dei materiali d'alveo, troppo importante essendo evidentemente la relazione tra pendenza e granulometria delle alluvioni presenti.

All'uopo fu eseguita, in due o tre successive tornate, una campagna di analisi granulometriche da parte di una squadretta di operai, capeggiata da un tecnico dell'Istituto, la quale praticamente percorse l'intero periplo della costa Calabra, fermandosi in tutte le fiumare che erano all'epoca in studio. Nella corografia della Calabria, di fig. 10, sono indicati insieme ai limiti dei bacini imbriferi, tutti i torrenti in cui furono fatte analisi granulometriche. Per ciascun punto di prelievo venne tracciata la curva granulometrica in cui, come di consueto, e' indicata in funzione del logaritmo del diametro del granello passato attraverso uno staccio di rete quadrata di lato d, la percentuale p, in peso, del materiale del campione iniziale, trattenuta sullo staccio stesso. Per ciascun torrente venne inoltre tracciata anche la curva media di tutte le analisi fatte nel torrente, cui si riferisce. Da ciascuna curva media vennero dedotti alcuni diametri significativi: il diametro medio $d_m = \frac{\sum p \cdot d}{100}$, i diametri d_{10}, d_{60}, d_{90} corrispondenti alle percentuali 10, 60 e 90; il grado di uniformita' $u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$.

Successivamente le curve granulometriche furono oggetto da parte del prof. Carlo Viparelli di un approfondito esame in base alle teorie statistiche relative al significato probabilistico delle frequenze deducibili da campioni di dimensioni limitate (1) Accertato il significato unico dei campioni raccolti in una stessa fiumara, egli ha posto in evidenza che la granulometria delle alluvioni denuncia quasi sempre la loro origine quale mescolanza di due tipi di materiali, l'uno sottile, l'altro grossolano, con una certa percentuale p di materiale sottile presente nel miscuglio. Per di piu' egli e' riuscito a de-

---

(1) C. Viparelli: "Granulometria delle alluvioni dei torrenti Calabri", Geotecnica, Milano 1964.

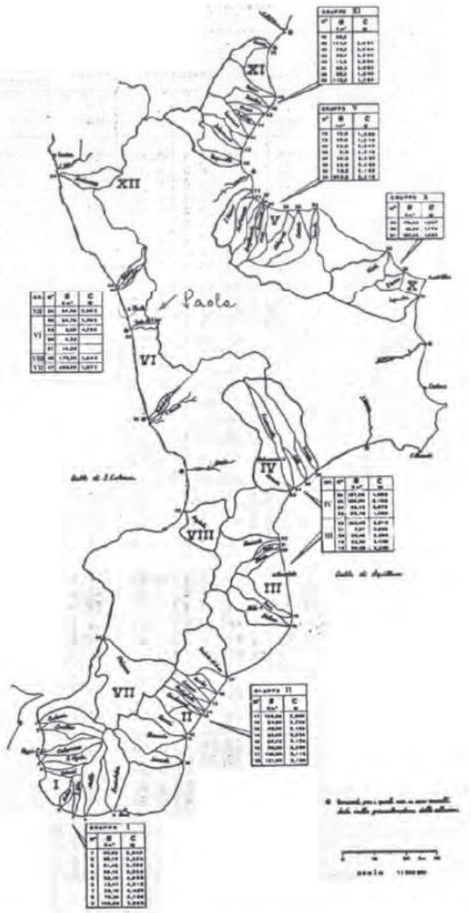


Fig. 10 - Distribuzione nella Calabria delle fiumare prese in studio.

TABELLA 2

Parametri che caratterizzano la composizione granulometrica delle alluvioni

N°	Torrente	componente fina			componente grossa			peso percentuale componente fina
		$\mathcal{E}_1$ (mm)	σ_1 (mm)	δ_1 (mm)	$\mathcal{E}_2$ (mm)	σ_2 (mm)	δ_2 (mm)	P %
1	Catona	1.58	0.39	2.36	44.1	0.44	73.6	30
2	Gallico	1.58	0.46	2.78	38.0	0.38	56.0	35
3	Calopinace	1.95	0.50	3.78	32.6	0.38	47.8	38
4	S. Agata	1.32	0.47	2.37	25.1	0.44	41.9	40
5	Valanidi I - II	1.26	0.53	2.65	23.4	0.40	35.7	42
6	Molaro				4.9	0.59	12.3	0
7	S. Elia	0.30	0.27	0.36	6.4	0.57	15.1	5
8	Melito	1.33	0.31	1.72	19.7	0.57	47.4	21.5
9	Amendolea	1.52	0.29	1.90	25.1	0.45	42.9	50
10	La Verde	1.52	0.44	2.54	34.6	0.37	49.7	35
11	Bonamico	1.41	0.31	1.82	35.5	0.485	66.2	25
12	Careri	1.58	0.435	2.61	38.9	0.415	61.4	30
13	Condoianni	2.19	0.49	4.13	45.7	0.325	60.5	41.3
14	Portigliola	1.15	0.30	1.46	33.9	0.34	46.0	32
15	Gerace	1.29	0.39	1.93	28.2	0.38	41.3	36
16	Novito	1.58	0.29	1.97	25.8	0.43	42.1	30
17	Torbido di G.	1.11	0.29	1.38	23.2	0.47	41.6	30
18	Stilaro	5.68	0.71	21.60	50.2	0.43	82.0	60
19	Assi	2.52	0.97	30.50	66.0	0.34	89.6	50
20	Alaca	1.95	0.56	4.48	63.1	0.42	100.7	60
21	Melis	1.58	0.32	2.07	23.2	0.50	45.0	65
22	Ancinale	1.40	0.27	1.70	49.0	0.42	78.2	55
23	Corace	1.26	0.29	1.57	29.5	0.45	50.5	30
24	Fiumarella di C.	1.26	0.28	1.55	23.4	0.46	41.0	30
25	Alli	1.26	0.38	1.47	42.7	0.35	59.0	30
26	Simeri	1.35	0.51	2.69	49.0	0.49	92.5	20
27	Esaro di Crotone	0.63	0.12	0.65	3.8	0.44	6.3	80
28	Cacchiavia	0.50	0.20	0.55				100
31	Lipuda	0.79	0.26	0.94	25.1	0.51	49.9	30
32	S. Venere	1.23	0.28	1.51	38.5	0.46	67.4	35
33	Nica'	1.41	0.31	1.81	29.2	0.47	52.4	35
34	Trionto	1.26	0.28	1.55	19.9	0.47	35.7	30
35	Coserie	1.30	0.32	1.71	39.8	0.43	64.8	30
36	Coloynati	2.78	0.71	10.58	41.7	0.35	57.7	40
37	Cino	2.69	0.50	5.22	44.7	0.28	55.0	40
38	Gennarito	1.50	0.26	3.07	18.6	0.47	33.4	80
39	Coriglianeto	1.41	0.31	1.82	31.0	0.49	58.5	30
40	Raganello	1.48	0.32	1.94	29.2	0.38	42.8	30
41	Saraceno	1.26	0.38	1.85	34.2	0.37	49.2	20
42	Satanasso	1.70	0.32	2.23	38.5	0.41	60.0	30
43	Avena	1.74	0.47	3.12	39.8	0.36	56.0	30
44	Pagliaro	2.00	0.44	3.36	21.9	0.40	33.7	48.9
45	Straface	1.41	0.29	1.76	34.7	0.40	53.0	30
46	Ferro	1.84	0.43	3.01	48.4	0.36	68.3	20
47	Petrace	1.35	0.20	1.50	31.0	0.44	51.8	40
48	Angitola	1.29	0.26	1.54	22.8	0.43	37.2	50
49	Amato I	1.23	0.19	1.35	7.5	0.38	11.0	70
	Amato II	1.51	0.26	1.81	16.3	0.30	20.6	60
50	Savuto	1.98	0.39	2.95	27.9	0.34	37.9	60
60	Bagni di Guardia F	3.44	0.53	7.23	34.0	0.43	55.4	40
63	Lavandaia	1.58	0.54	3.42	58.3	0.30	73.9	40
64	Abatemarco	1.58	0.29	1.97	28.8	0.45	49.2	20
65	Lao	1.35	0.23	1.55	19.9	0.45	34.1	30

terminare i diametri medi δ_1 e δ_2, nonche gli scarti quadratici medi σ_1 e σ_2 della distribuzione delle due frazioni della sabbia, fina e grossa, di cui le alluvioni delle fiumare risultano, salvo qualche eccezione, costituite. La conoscenza di p, δ_1 e δ_2; σ_1 e σ_2; consente la ricostruzione della curva granulometrica da cui quei parametri sono stati ricavati, il che sta a provare che essi sono sufficienti ad individuare in modo completo la curva stessa. In tabella 2 sono raccolti tutti i dati ottenuti attraverso l'analisi esposta.

Pendenze delle aste terminali in relazione ai deflussi ed alla granulometria dei materiali d'alveo.

Dopo qualche tentativo e' risultato che la piu' semplice di pendenza tra pendenza e granulometria dei materiali d'alveo potesse accettarsi in una diretta proporzionalita'. Pertanto vennero riportati i punti relativi ai vari torrenti in tre diagrammi rispettivamente di coordinate $\left(S, \frac{i_f}{d_m}\right)$ (fig. 11); $\left(S, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ (fig. 12); $\left(S \frac{i_f}{\delta_1}\right)$ (fig 13). La concentrazione di punti osservata per il grafico (S, i_f), appare migliorare nei due grafici $\left(S, \frac{i_f}{d_m}\right)$ e $\left(S \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ mentre nel terzo $\left(S, \frac{i_f}{\delta_1}\right)$ si ha maggiore dispersione che negli altri due casi. E' restato cosi' chiarito che l'altiquota fine del materiale d'alveo non ha influenza sulle pendenze. Conviene percio' soffermarsi sulle altre tre curve (S, i_f); $\left(S, \frac{i_f}{d_m}\right)$; $\left(S \frac{i_f}{\delta_2}\right)$.

Nei tre diagrammi che legano le S rispettivamente a i_f o i_f/d_m o i_f/δ_2, si osserva che per i bacini di area maggiore di 70 od 80 Kmq la maggior parte dei punti, salvo alcune evidenti eccezioni, resta contenuta in una fascia poco inclinata alla verticale, non molto larga. Per i bacini minori ($S < 60 \div 70$ Kmq) i punti ricadono in una zona abbastanza ampia delimitata superiormente dalla curva interpolare dei punti relativi ai torrenti del Reggino (numerati da 1 a 9). Tolti questi, la maggior parte degli altri punti si addensano intorno ad altra possibile curva che pone in evidenza un rapido incremento della i_f o i_f/d_m o i_f/δ_2, al diminuire di S.

Tra i due grafici suddetti la maggior concentrazione dei

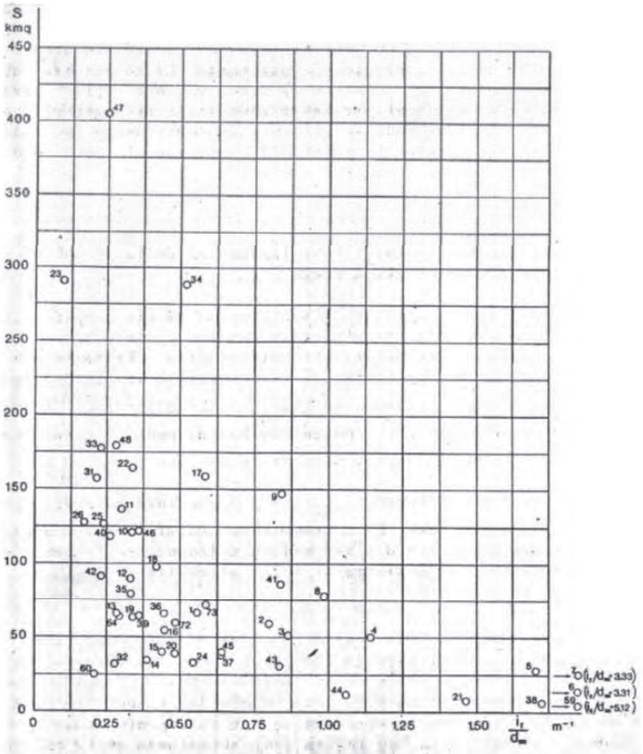


Fig. 11 – Connessione tra superficie dei bacini sottesi, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

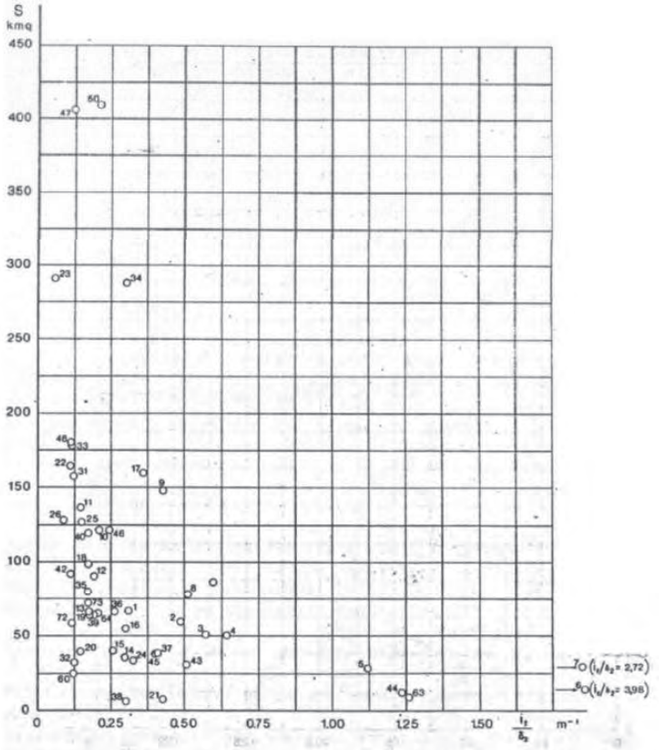


Fig. 12 – Connessione tra superficie dei bacini sottesi, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

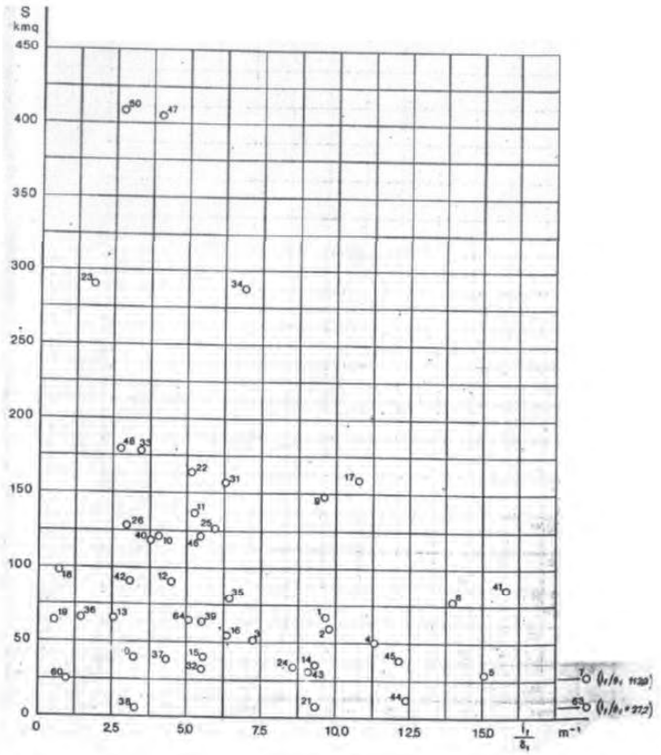


Fig. 13 - Connessione tra superficie dei bacini sottesi, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

punti si ha per quello $\left(S \cdot \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ (fig. 12), il che appare in armonia con l'altra constatazione desunta dal grafico $\left(S \cdot \frac{i_f}{\delta_1}\right)$ (fig 13) che il materiale sottile non ha praticamente influenza sulle pendenze d'alveo. In accordo e' anche l'osservazione in sito che l'aliquota di materiale grosso costituisce il fondo del solco in cui defluiscono le acque nei periodi di magra di questi torrenti.

E' chiaro cioe' che il materiale sottile, piu' facilmente trasportato, non contribuisce a stabilizzare il fondo dei letti ghiaiosi. Di conseguenza apparve logico assumere quale parametro caratteristico del materiale d'alveo il diametro medio δ_2 dell'aliquota di materiale grosso, anziche' quello δ_m in cui fa ancora sentire il suo peso l'aliquota di materiale sottile.

Occorre qui segnalare che nella recente letteratura tecnica esiste una serie di pubblicazioni del Bureau of Reclamation degli Stati Uniti d'America in cui e' trattato il problema della morfologia di piccoli corsi di acqua.

In questi studi mentre si considerano le relazioni tra pendenza d'alveo e l'uno o l'altro dei seguenti parametri larghezza d'alveo, lunghezza dell'asta, numero d'ordine del corso d'acqua secondo una nota classifica introdotta da Horton la relazione (i S) e' stata solo occasionalmente considerata. Tuttavia dai grafici che appaiono in quelle pubblicazioni vengono considerati come meritevoli d'esame eventuali relazioni tra pendenze e portate idriche.

In tale indirizzo puo' farsi rientrare il tentativo da noi fatto, gia' prima di conoscere gli studi suddetti, di risalire dalla superficie S del bacino ai deflussi mediante il volume degli afflussi meteorici annui, $S \times h_m$, essendo h_m l'altezza media annua di pioggia. Successivamente tentativi vennero fatti con altri parametri atti ad individuare i deflussi efficaci ai fini della modellazione d'alveo, sostituendo ad h_m di volta in volta l'altezza media di pioggia nei giorni piovosi o la media di un certo numero di piogge massime giornaliere verificatesi ciascun anno. Ma poiche' l'esperienza dice che nelle fiumare seguono apprezzabili movimenti di materiali d'alveo sopratutto in occasioni di piene di apprezzabile entita' dopo detti tentativi ci si e' orientati a scegliere come parametro caratteristico dei deflussi i valori corrispondenti a portate di piene gia' di frequenza pluriennale, tra cui peraltro la scelta non appare di grande importanza. In effetti tenuto conto dell'affinita'

3.- M. VIPARELLI

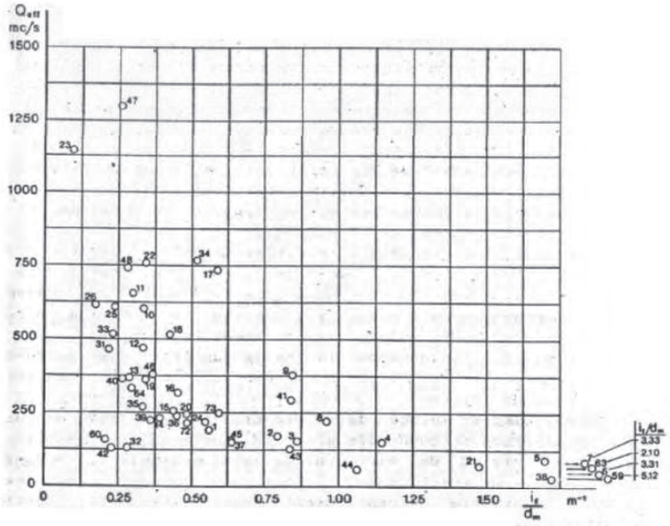


Fig. 14 – Connessione tra portate efficaci, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

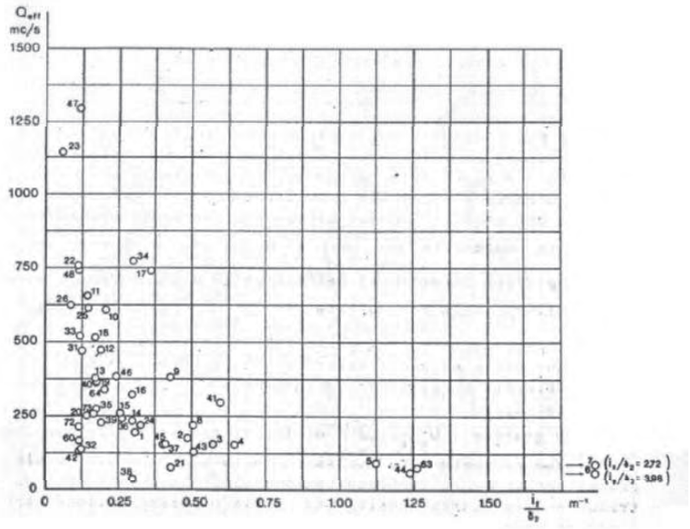


Fig. 15 – Connessione tra portate efficaci, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

gia' posta in evidenza della distribuzione degli eventi di varia frequenza, puo' affermarsi che in bacini diversi di una stessa zona pluviometrica della Calabria, il valore di una portata con periodo di ritorno T puo' ritenersi rappresentativo del volume totale degli afflussi di piena in un periodo convenientemente lungo. In definitiva la scelta e' ricaduta su portate di piena che si ripetono una volta ogni 6 ÷ 7 anni. Di qui' in avanti si denominera' la portata di tale frequenza, come quella *efficace*, e la si designera' col simbolo Q_{eff}.

Nei due grafici elaborati portando sulle ascisse le portate Q_{eff} e sulle ordinate le $\frac{i_f}{d_m}$ (fig 14) o $\frac{i_f}{\delta_2}$ (fig. 15) (in particolar modo in quest'ultimo cui faremo d'ora in poi riferimento) i punti dedotti dai dati raccolti sulle fiumare prese in considerazione si addensano generalmente in una striscia piu' ristretta che negli altri diagrammi precedentemente considerati

Ad ulteriore controllo dell'esistenza del legame posto in evidenza dai grafici fin qui discussi e' sembrato opportuno riportare le coordinate $\left(S, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ e $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ rispettivamente nei due grafici logaritmici delle figg. 16 e 17, onde stabilire se la molto piccola variabilita' delle $\frac{i_f}{\delta_2}$ in funzione di S o Q_{eff} rispettivamente, che nella rappresentazione cartesiana risulterebbe per i maggiori valori di Q_{eff}, dipendesse dalla scarsa sensibilita' della rappresentazione adottata in prossimita' dell'asse Q_{eff}.

Dal grafico $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ di fig. 17 si puo' affermare che il diverso comportamento cui si e' fatto cenno, tra piccoli e grandi bacini nella rappresentazione adottata, e' proprio da attribuire alla scarsa sensibilita' della rappresentazione cartesiana ai maggiori valori assoluti delle Q_{eff}. In esso si vede infatti che i punti $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ ricadono in gran parte in una striscia delimitata dalle due rette parallele indicate a tratti in fig. 17. Il significato dell'addensarsi dei punti in una stretta striscia ed anche quello dei punti, che appiono scostarsene decisamente, e' stato oggetto precipuo della ricerca, come apparira' nel prosieguo.

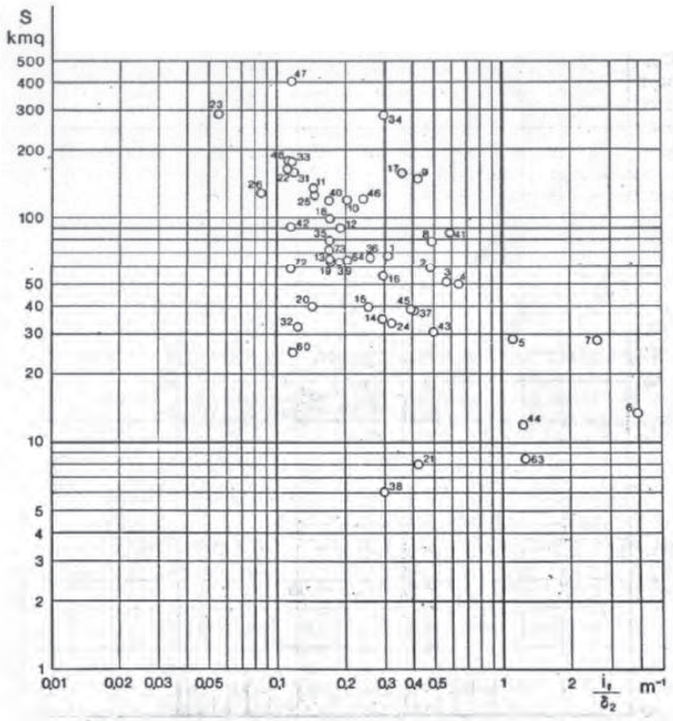


Fig. 15 – Connessione tra superficie dei bacini sottesi, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

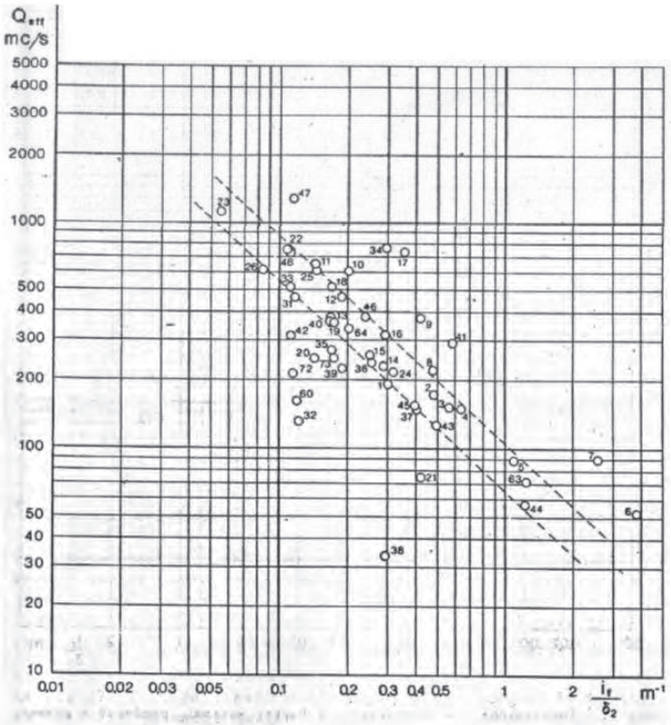


Fig. 17 – Connessione tra portate efficaci, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

Cenni geologici.

Dell'aspetto geologico cui viene spontaneo dedicare l'attenzione, quando si vuol chiarire l'assetto di una regione, si e' occupato il prof. Paolo Lucini in apposita relazione.

Rimandando ad essa per maggiori dettagli, conviene qui' ricordare che successivamente al periodo calabriano, e cioe' in un intervallo di tempo che dovrebbe essere inferiore ad un milione di anni, si e' avuto un rapido e notevole sollevamento della Calabria, non dappertutto contemporaneo, ne' dovunque uniforme, seguito da un intenso ciclo erosivo tuttora in atto. Il prof. Lucini attraverso un'accurata analisi della morfologia dei bacini dei torrenti, dei dati gravimetrici forniti da studi geofisici, della dislocazione dei terrazzi marini, della morfologia sottomarina lungo la costa ha cercato di individuare i limiti di ciascuna zona interessata da un comune sollevamento, e per quanto possibile, anche l'ordine di successione nel tempo del sollevamento stesso. Lo studio e' reso particolarmente complesso per il fatto che oltre a detto sollevamento, peculiare della Calabria, si sono verificati anche noti spostamenti delle linee di costa del mare quaternario, testimoniati dalla presenza di terrazzi di origine marina, o di loro residui. Si riassumono qui di seguito le conclusioni cui il prof. Lucini e' giunto.

La parte sud occidentale del massiccio dell'Aspromonte, e cioe' il Reggino, e' stata la zona che ha subito il maggiore e il piu' tardo sollevamento, mentre la parte sud orientale probabilmente ha subito diversa vicissitudine. Sollevamento per entita' non molto diverso dal Reggino si e' avuto nella parte meridionale delle Serre, ai cui lati, sia ad est che ad ovest, le zone costiere di Rosarno e di Locri si sono sollevate certamente in tempi diversi dalle Serre al centro.

Sollevamenti tali da determinare importanti discontinuita' rispetto alle zone vicine hanno subito l'istmo di Catanzaro e la Sila con l'alta e media valle del Crati. Notevole sollevamento ha anche subito la bassa valle del Crati e le adiacenti montagne dell'Appennino Calabro-Lucano.

Il prof. Lucini inoltre sottolinea che per la brevita' del tempo trascorso dall'ultimo sollevamento il ciclo erosivo ad esso seguito e' ancora tutt'altro che terminato e "una nuova configurazione di equilibrio e' in generale tuttora lontana dall'essere raggiunta".

Tale conclusione potrebbe sembrare in contrasto con quanto si e' rilevato dai documenti, per vero non numerosi, e relativi

quasi solo al Reggino, di cui si e' potuto prendere visione, che hanno quasi sempre mostrato che da un secolo a questa parte non si sono verificati apprezzabili cambiamenti delle quote nei letti delle fiumare. Ma non puo' l'evoluzione geologica porsi chiaramente in evidenza nei tempi tecnici, entro cui le date dei documenti restano contenute.

Anzi se il numero delle eccezioni, per cui si ha prova che nel breve volgere, al piu', di un secolo si sono avuti in questo o in quel tronco di torrente grandi accumuli di sabbie e ghiaie spostantisi dall'alto corso verso il basso, viene valutato in relazione al rapporto tra i tempi di solito considerati dai geologi ed il periodo in cui gli accumuli si sono verificati, esse diventano regola e convalidano quanto affermato dal prof. Lucini. Pertanto conviene qui citare alcune delle eccezioni riscontrate nel corso della presente ricerca:

nell'Amendolea, in corrispondenza della confluenza con il Condofuri, il letto alluvionale si e' sicuramente sollevato di vari metri, da 60 ÷ 70 anni ad oggi;

lo stesso si e' verificato nel La Verde, allo sbocco della stretta gola montana nella fascia costiera;

grandi depositi si sono verificati all'inizio dell'asta ultima del Cino, a causa delle enormi frane verificatesi nelle pendici subito a monte;

un'enorme congerie di detriti si e' depositata nella piana di S.Eufemia a seguito dello sfacelo del bacino del T.te Bagni.

Infine, in piu' lungo periodo, nell'era storica si sono avuti vistosi accumuli di alluvioni che hanno reso finora impossibile la determinazione della localita' dove sorgeva l'antica Sibari.

Contemporaneamente ai fenomeni di carattere intenso e locale, nel corso dei secoli si e' svolta ininterrotta e continua l'azione delle acque superficiali che hanno trasportato dalla montagna a mare enormi quantita' di alluvioni.

Una valutazione numerica dell'entita' globale delle erosioni cui e' stato soggetto nel corso dei millenni la parte montana di un bacino, puo' tentarsi attraverso la curva ipsografica espressa in coordinate adimensionali $\left(\frac{A}{S}, \frac{H}{H_{max}}\right)$; dove al solito A e' l'area del bacino sotteso dalla sezione alla quota H sul mare, S la superficie totale ed H_{max} la quota del punto piu' alto del bacino.

In effetti, i punti di ordinate $\left(\frac{A}{S}, \frac{H}{H_{max}}\right)$ riportati in diagramma cartesiano determinano una curva che indicheremo in seguito quale curva ipsografica adimensionale. L'area racchiusa tra tale curva e gli assi, area cui Lucini ha dato il nome di integrale ipsometrico (¹), e che indicheremo con la lettera P, e' proporzionale al volume di terreno compreso tra la superficie del bacino e la sua proiezione orizzontale al livello del mare secondo il coefficiente di proporzionalita' $S H_{max}$. Il valore dell'integrale ipsometrico, come e' facile rendersi conto, puo' variare tra 0 ed 1.

Lo Strahler, che per primo ha suggerito questa elaborazione, pone in evidenza che, se noi immaginiamo che l'erosione parte da un terreno esattamente orizzontale, l'integrale ipsometrico rappresenta la frazione P del volume di terreno, al disopra del livello zero, non ancora eroso, per cui i valori dell'integrale prossimi alla unita' ($P \cong 1$) stanno ad indicare bacini praticamente allo stadio iniziale dell'erosione, quelli prossimi a zero ($P \cong 0$) bacini in cui la peneplanizzazione e' ormai raggiunta. Ma l'ipotesi dello Strahler di bacino in origine orizzontale non e' certamente valida nel caso della Calabria, regione che, si e' visto, ha subito sollevamenti relativamente recenti, per cui la rete idrografica attuale si e' formata su una superficie inizialmente inclinata, cui corrisponde percio' $P < 1$ sin dall'inizio. In effetti si e' visto che la quasi totalita' dei torrenti ha un corso pressocche' rettilineo con un bacino ai lati di larghezza poco variabile. Inoltre sulle linee di spartiacque tra l'uno e l'altro torrente contiguo si hanno ancora molto spesso i residui dei terrazzi depositatisi nel succedersi dei vari livelli con cui il mare ha bordato la costa della Calabria nel corso del quaternario. Tali terrazzi, d'altra parte, hanno in genere spessori molto modesti e sono facilmente erodibili. E' sembrato pertanto potersi fare l'ipotesi che le linee spartiacque tra torrente e torrente non abbiano subito apprezzabile erosione dopo il grande sollevamento.

In tale ipotesi si puo' immaginare che il terreno, subito dopo il sollevamento, avesse la superficie che si otterrebbe ove venissero colmate le incisioni degli attuali bacini fino alla quota delle linee spartiacque. Una ricostruzione del genere puo' essere fatta assumendo che la linea orizzontale congiungen

---

(¹) Lucini, in sostanza, ha adottato l'espressione inglese dello Strahler "hypsometric integral".

te i punti a egual quota H dello spartiacque, ai due lati di un'incisione, fosse la linea primitiva della superficie del terreno.

Se in tale assunto si planimetrano le superfici A_i comprese tra lo spartiacque e detta linea orizzontale di quota H, e si calcolano le nuove ordinate $\left(\frac{A_i}{S}, \frac{H}{H_{max}}\right)$ si avra' una seconda curva che evidentemente e' proporzionale al volume P_i di terreno compreso tra superficie prima dell'erosione e la sua proiezione sul mare a meno del consueto coefficiente $S\,H_{max}$. Ma quel che piu' conta, l'area compresa tra le due curve, $P - P_i = \Delta P$ da' la frazione di volume che e' stato eroso dal sollevamento ad oggi. Nella tab. 3 sono riportati, con alcuni dati generali derivanti dalla morfologia odierna del bacino, gli integrali ipsometrici P e P_i ed il valore ΔP della frazione di terreno erosa dalle acque del torrente considerato, nel corso dei millenni seguiti al grande sollevamento. Per dare una rappresentazione grafica, i dati della tab. 3 sono stati riportati nel grafico di fig. 18 in cui sulla verticale di ciascun torrente sono indicati i valori corrispondenti di P, P_i e ΔP. Nella parte inferiore della figura e' indicata la distribuzione decrescente dei ΔP in ciascun gruppo di torrenti vicini. Per i gruppi di torrenti vicini, con bacini di superficie poco diversa, si hanno indubbiamente valori dell'integrale ipsometrico sia iniziale che attuale tra loro non molto diversi; ai bacini di piccola estensione o di grande estensione corrispondono in genere valori anormali e comunque tra quelli minori dell'integrale. Ma indubbiamente il maggiore interesse della tabella e del grafico deriva dai valori della frazione erosa ΔP i quali pongono chiaramente in evidenza alcuni gruppi di torrenti dove l'erosione e' stata maggiore che altrove, come i torrenti del gruppo X, che sboccano a mare presso Punta Alice, quelli del gruppo II, con foce nello Ionio Meridionale, e quelli del gruppo XI, che sfociano a Nord del Crati. In genere essi ricadono nelle zone dove alla stregua di quanto ha concluso Lucini, piu' antico e' stato il sollevamento della regione.

E' facile passare dai valori numerici delle frazioni sopra considerate a quello dei volumi effettivamente erosi moltiplicandoli, come si e' detto, per $H_{max}\,S$. I valori ΔV che appaiono nella tab. 3, sono stati ottenuti appunto attraverso tal prodotto. Il prodotto $\Delta P \cdot H_{max} = \frac{\Delta V}{S}$ da' invece l'entita' dei volumi erosi rapportati all'unita' di superficie. Poiche' i va-

TABELLA 3

Gr.	n°	Fiumara	P	P_i	ΔP	ΔV	$\frac{\Delta V}{S}$	Volume delle alluvioni presenti in alveo
			%	%	%	$10^{-9} \times m^3$	m^3/m^2	$m^3 \times 10^{-6}$
I	1	CATONA	34.4	41.4	7.0	6.3	120	
	2	GALLICO	37.8	47.3	9.5	8.5	162	
	3	CALOPINACE	48.7	53.2	4.5	3.3	65	
	4	S. AGATA	46.0	55.7	9.7	7.1	149	
	5	VALANIDI II	53.3	63.5	10.2	2.8	119	176
	6	MOLARO I II	42.0	49.0	7.0	0.8	59	
	7	S. ELIA	50.9	62.4	11.5	3.6	127	
	8	MELITO	39.6	49.0	9.4	11.9	154	
	9	AMENDOLEA	44.6	56.7	12.1	32.2	220	114
II	10	LAVERDE	36.7	48.6	11.9	27.7	230	
	11	BONAMICO	38.9	50.4	11.5	31.1	227	
	12	CARERI	23.4	41.0	17.6	25.0	278	
	13	CONDOIANNI	32.1	55.5	23.4	16.3	248	
	14	PORTIGLIOLA	37.3	55.4	18.1	6.4	183	
	15	GERACE	34.8	47.3	12.5	5.9	147	
	16	NOVITO	44.0	57.8	13.8	7.1	131	
	17	TORBIDO DI G.sa	48.0	64.0	16.0	31.0		414
III	18	STILARO	48.5	61.0	12.5	12.1	169	161
	19	ASSI	47.9	59.4	11.5	10.5	164	75
	20	ALACA	64.8	77.1	12.3	5.8	147	25
	21	MELIS	30.3	35.2	4.9	0.3	54	
	22	ANCINALE	51.7	71.4	19.7	45.6	277	
IV	23	CORACE	39.3	50.4	11.1	46.1	159	170
	24	FIUMARELLA	29.8	38.0	8.2	2.4	72	
	25	ALLI	47.1	59.5	12.4	23.6	187	
	26	SIMERI	52.1	59.7	7.6	15.9	124	
X	31	LIPUDA	34.4	67.2	32.8	37.0	235	
	32	S. VENERE	31.5	58.9	27.4	3.2	137	
	33	NICA	37.8	58.3	20.5	34.2	192	
V	34	TRIONTO	53.4	60.2	6.8	31.3	110	
	35	COSERIA	35.1	42.6	7.5	8.6	110	
	36	COLOGNATI	46.0	57.3	11.3	11.1	162	
	37	CINO	49.8	63.8	14.0	6.4	169	
	38	GENNARITO	38.0	42.2	4.2	0.2	39	
	39	CORIGLIANETO	50.8	62.4	11.6	8.5	134	
	72	MALFRANCATO	40.3	46.3	6.0	3.1	69	
	73	S. MAURO	33.2	41.8	8.6	4.4	94	
XI	40	RAGANELLO	43.5	56.8	13.3	34.5	298	
	42	SATANASSO	38.4	48.8	10.4	7.2	184	
	41	SARACENO	41.6	58.1	16.5	24.7	286	
	44	PAGLIARO	48.8	63.7	14.9	1.5	122	
	43	AVENA	35.9	52.9	17.0	5.2	171	
	45	STRAFACE	37.7	51.3	13.6	5.8	152	
	46	FERRO	40.0	61.0	21.0	28.0	230	
	74	CANNA	37.1	63.1	26.0	9.8	215	
XII	64	ABATEMARCO	36.0	48.5	12.5	15.7	244	
VI	60	BAGNI DI G.ia	46.0	61.3	15.3	4.4	177	
	63	LAVANDAIA	48.5	54.0	5.5	0.6	68	
	59	TORBIDO DI S.LUC.	46.7	54.6	7.9	0.3	80	
	61	TORBIDO DI CAT.	37.0	45.6	8.6	1.1	64	
VIII	48	ANGITOLA	40.5	56.9	16.4	29.9	167	
VII	47	PETRACE	27.9	39.3	11.4	90.6	224	

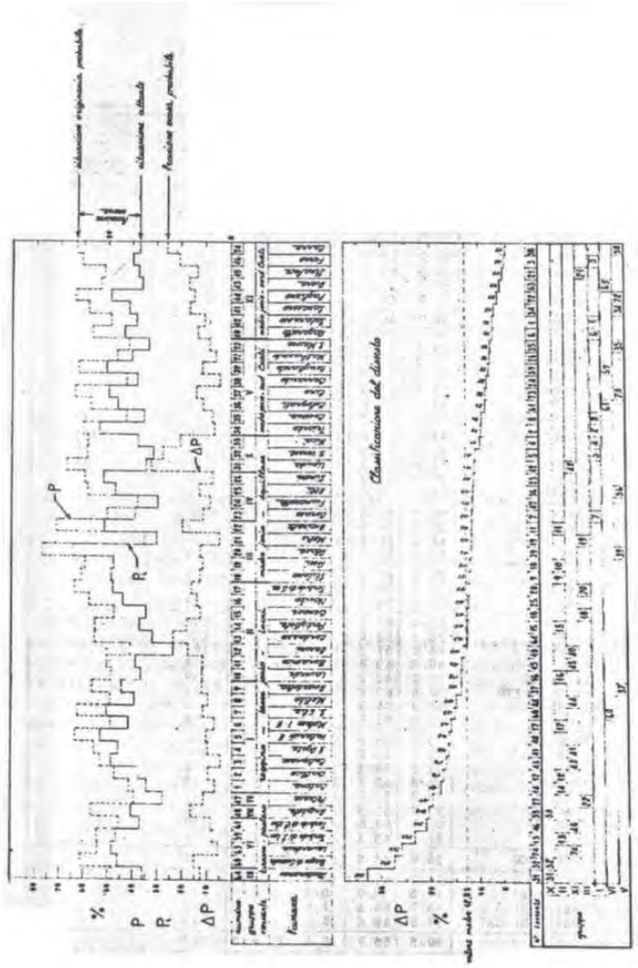


Fig. 18 - Stima delle erosioni subite dai bacini dopo il sollevamento finale.

lori di ΔP non appaiono legati ai valori di H_{max}, ne discende che ai bacini, cui corrispondono le massime quote, corrispondono anche le maggiori erosioni per unita' di superficie, 250 ÷ ÷ 300 m per m^2, mentre ai bacini con minori rilievi vanno attribuite erosioni dell'ordine dei 50 ÷ 100 m per m^2. Inoltre i bacini dei torrenti che sfociano a sud, nello Ionio, come pure quelli a nord del Crati, appaiono tra i piu' erosi della Calabria.

Nell'ipotesi, peraltro ammissibile, che sull'intera Calabria la distribuzione degli afflussi meteorici nel lungo ordine di anni abbia avuto una comune evoluzione, si e' approntato il grafico di fig. 19 riportando in diagramma le $|\Delta V$ rispetto alle $|Q_{eff}$. E' evidente la correlazione esistente tra i due dati; essa è ulteriore prova della fondatezza dei criteri adottati in queste elaborazioni.

Il volume del materiale eroso nelle zone prevallive, nel corso dei secoli, e' andato a costituire dapprima i terrazzi quaternari, in epoca recente la fascia costiera, per cui modesto, rispetto al volume eroso, e' quello dei depositi che formano le attuali alluvioni di fondo alveo. Dei volumi di queste si e' fatta una valutazione per un certo numero di torrenti di cui si aveva a disposizione il rilievo geofisico dello spessore delle alluvioni sul sottostante strato argilloso o lapideo. I volumi cosi'ricostruiti quali appaiono nelle note della tab. 3, risultano dell'ordine della centesima parte del volume eroso.

La maggior parte dei volumi erosi non forma, cioe', le alluvioni di alveo, ma si e' depositata lungo la linea di costa sulla piattaforma continentale fino ad emergere a formare l'attuale fascia costiera, grazie anche all'azione delle acque del mare, che ha determinato un effetto di ripartizione lungo l'intera linea di costa. In qualche tratto, in specie sullo Ionio all'azione del mare si e' unita anche quella ripartitrice del vento che ha creato grandi cordoni dunali (1).

A conferma di quanto detto, la larghezza della fascia costiera appare strettamente connessa alla superficie dei bacini imbriferi delle fiumare che hanno recapito nel tratto di costa corrispondente. In particolare sull'alto versante Tirrenico, do-

---

(1) Non sembra che la conformazione del fondo sottomarino abbia avuto effetti importanti sulla larghezza della fascia costiera se a conformazioni molto differenti della piattaforma continentale (in proposito e' istruttiva una tavola annessa alla relazione Lucini) corrispondono eguali larghezze della fascia e viceversa.

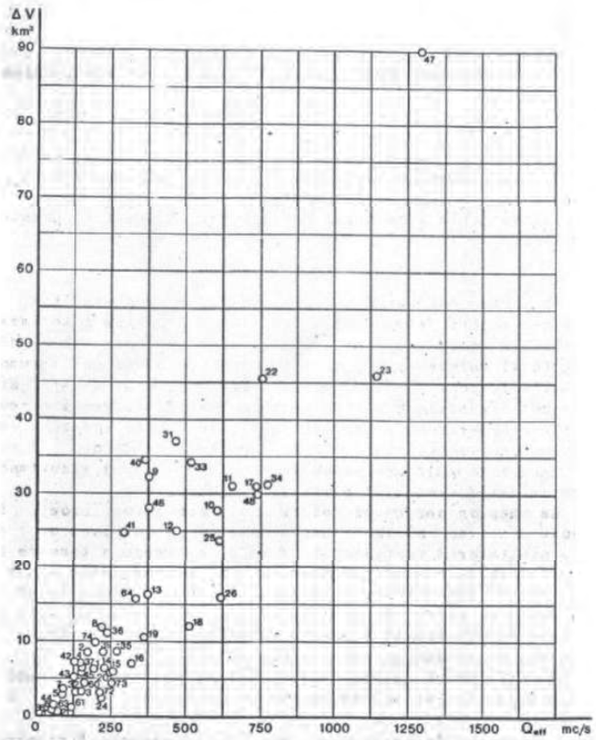


Fig. 19 - Connessione tra volumi erosi e portate efficaci.

ve molto piccolo e' generalmente il versante sovraincombente, modestissima e' la striscia di alluvioni recenti lungo la costa. Queste hanno maggiore estensione invece lungo il litorale Ionico dove l'estensione dei bacini delle fiumare raggiunge dimensioni varie volte maggiori di quelle della costa Tirrenica.

Situazioni particolari poi si riscontrano nelle piane di maggiore estensione emerse gia' nella fase dell'ultimo sollevamento, alla foce dei corsi d'acqua piu' importanti, Crati, Neto, Savuto, Lao, e nelle piane di Rosarno e S. Eufemia. Spesso in tali situazioni la deposizione dei materiali trasportati dalle acque ha avuto inizio a notevole distanza dal mare ed il processo di ripartizione delle alluvioni e' dipeso solo dalle acque proprie del torrente dando cosi' luogo a veri e propri coni di deiezione che ancora oggi restano lontani dalla costa, come appare in modo vistoso nella piana di Sibari.

Al difuori di dette piane, pero', questo continuo processo di deposito di alluvioni lungo la linea di costa ha fatto formare una fascia pianeggiante con pendenza verso il mare praticamente ovunque coincidente con quella dell'asta terminale della fiumara che in corrispondenza l'attraversa.

L'esperienza ci dice che molto spesso, dove si e' proceduto ad arginare dette aste, si e' avuto un piu' o meno rapido sollevamento del greto. Al riguardo forse l'esempio piu' caratteristico, per la rapidita' del fenomeno, anche se non relativo alla fascia costiera, sono i numerosi torrentelli che confluiscono nel Crati, in sinistra, tra Cosenza e la stretta di Tarsia. Arginati una quarantina di anni or sono, essi sono ormai tutti pensili sulle vicine campagne, quasi occludendo le luci dei ponti con cui la strada nazionale delle Calabrie li sorpassa.

Questa tendenza al sollevamento dei greti delle fiumare, se arginati, e' ulteriore conferma che la continua azione per cui le acque superficiali si caricano di alluvioni nel bacino montano e le portano in definitiva a mare, non ha raggiunto una fase di esatto compenso, sicche' si hanno ancora depositi nelle aste vallive.

In definitiva la conclusione del prof. Lucini che una configurazione di equilibrio della Calabria e' tuttora lontana dall'essere raggiunta ha trovato conferma da molte osservazioni locali. Inoltre anche se i depositi alluvionali presenti negli ultimi tronchi delle fiumare Calabre sono solo modesta aliquota di tutti i materiali che, successivamente al sollevamento della regione, sono stati strappati a monte e in gran parte convogliati a formare la fascia costiera, non vi e' dubbio che in genera

le le aste terminali sono ancor oggi aree di deposito, di tal che non si vede nel loro interno alcuna incisione nella quale siano permanentemente incanalate le acque

Grado di dissesto dei bacini

Posto il problema delle aste terminali in relazione al bilancio tra materiali solidi che al giorno d'oggi pervengono dal bacino di monte, e quelli che vengono trasportati fino al mare, vecchie formulazioni empiriche e ragioni intuitive ci pongono in condizioni di annoverare accanto ai parametri fondamentali, anche sotto questo aspetto costituiti da portate idriche e granulometria dei materiali d'alveo, l'entita' delle portate solide in arrivo da monte.

Naturalmente sarebbe desiderabile poter desumere l'entita' del trasporto solido in arrivo all'asta terminale dalle condizioni topografiche, colturali e geologiche del bacino sotteso dalle quali evidentemente dipende, ma l'impossibilita' della valutazione del trasporto solido in natura rende vano ogni tentativo volto a stabilire un legame quantitativo della sua dipendenza da detti parametri. Si e' percio' cercato di sostituire al trasporto solido qualche parametro che dia una valutazione delle cause che in un bacino concorrono a determinarlo.

Il primo elemento, che si sarebbe portati a definire, parrebbe la natura geologica del bacino. Ma su questo punto puo' affermarsi che le formazioni geologiche presenti in Calabria vanno tutte soggette a fenomeni di dissesto, (di frana o di intensa erosione), per cui in definitiva non pare possa attribuirsi all'una, anziche' all'altra formazione l'origine di un maggior o minor trasporto solido.

In effetti le prevalenti antichissime rocce, ignee e metamorfiche hanno subito un intenso e profondo processo di alterazione, per cui non resistono all'azione delle acque superficiali o profonde, meglio di quelle mesozoiche o eo-oligoceniche. Solo quelle piu' recenti, mio-plioceniche e quaternarie, per altro o poco diffuse o affioranti molto in basso, appaiono piu' salde. Anche tra esse, pero', i terrazzi quaternari vanno soggetti a intensi fenomeni di erosione superficiale.

Esclusa percio' la natura geologica, ci e' sembrato che innanzitutto si dovesse pensare a stabilire il grado di dissesto attuale del bacino. Tra l'altro, tale grado poteva essere desunto dal gia' citato "Piano Regolatore di Massima della Calabria".

Tuttavia a questo grado di dissesto, che pure appariva particolarmente fondato, stante i criteri esposti dal prof. Nicotera redattore della parte geologica del Piano, si e' ritenuto sempre opportuno unire una ispezione abbastanza accurata del bacino, anche ai fini di rendersi conto della parte coltivata, a bosco o incolta e sopratutto della entita' di opere di sistemazione, di cui per vero non mancano esempi in nessun bacino della Calabria.

A seguito di tali indagini in sito ci sembra di poter affermare che quasi sempre il grado di dissesto indicato dal Piano possa ritenersi l'effettivo indice del potenziale apporto solido, che erosioni e franosita' delle pendici possono dare alle acque fluenti nelle gole dei torrenti prima del loro sbocco nella piana. Non manca qualche eccezione. Ad esempio il grado di dissesto segnato per il Valanidi appare inferiore al grado di dissesto effettivo; analogamente il bacino del Careri non ci e' parso tanto dissestato da riportarlo ad un grado di dissesto del 50% circa. Ancora qualche altro caso potrebbe essere citato. Tuttavia per non alterare l'omogeneita' dei criteri seguiti nel Piano Regolatore si e' preferito adottare i valori del grado di dissesto in esso indicati. Pertanto nella Tab. 4 per ciascu torrente considerato sono riportati, quali indici del trasporto solido del bacino, i gradi di dissesto risultanti dal Piano.

---

4. M. VIPARELLI.

TABELLA 4

Gr.	n°	Fiumara	$Q_{eff.}$	GRADO DI DISSESTO totale	GRADO DI DISSESTO montano	GRADO DI DISSESTO vallivo	d_m	d_{90}	$I_f^{1/2}$	$d_{90}^{1/6}$	$\frac{I_f^{1/2}}{d_{90}^{1/6}}$	C
			m^3/sec	%			mm		× 10	m	× 10	× 10
I	1	CATONA	190.5	13.6	10.9	3.6	40.8	90	1.507	0.670	2.49	2.94
	2	GALLICO	171.4	10.5	9.4	1.2	34.3	85	1.650	0.664	2.50	3.35
	3	CALOPINACE	151.3	11.2	10.5	0.7	31.8	78	1.651	0.655	2.59	3.26
	4	S. AGATA	148.9	16.2	15.2	1.1	23.6	65	1.640	0.652	2.51	3.26
	5	VALANIDI	88.5	11.2	9.4	1.7	23.6	55	2.000	0.618	3.24	4.05
	6	MOLARO	51.9	31.2	22.8	8.2	14.8	25	2.215	0.541	4.09	4.91
	7	S. ELIA	89.4	31.2	22.8	8.2	12.3	30	2.000	0.558	3.58	4.48
	8	MELITO	219.2	30.4	23.7	6.7	25.0	70	1.515	0.642	2.36	3.13
	9	AMENDOLA	375.9	64.9	42.2	9.5	21.7	60	1.350	0.626	2.16	2.96
II	10	LAVERDE	605.0	39.3	25.6	13.7	30.2	80	1.010	0.657	1.54	2.17
	11	BONAMICO	655.2	53.3	44.1	9.1	31.9	80	0.976	0.657	1.48	2.11
	12	CARERI	468.0	48.7	29.8	21.6	34.9	90	1.077	0.670	1.61	2.25
	13	CONDOIANNI	373.2	37.9	15.8	21.9	36.7	80	1.020	0.657	1.55	2.13
	14	PORTIGLIOLA	229.3	32.7	24.0	8.5	35.8	85	1.166	0.664	1.76	2.33
	15	GERACE	255.2	20.9	17.1	3.8	24.5	65	1.035	0.636	1.63	2.19
	16	NOVITO	318.8	20.9	17.1	3.8	27.9	75	1.118	0.657	1.72	2.33
	17	TORBIDO DI G.	735.5	34.9	30.2	4.6	25.5	75	1.221	0.657	1.86	2.66
III	18	STILARO	510.6	32.9	19.4	13.4	33.7	85	1.187	0.664	1.79	2.50
	19	ASSI	361.0	21.1	9.1	12.0	45.7	120	1.250	0.703	1.78	2.43
	20	ALACA	248.2	21.0	16.2	4.5	29.7	100	1.196	0.681	1.76	2.36
	21	MELIS	72.8	21.0	16.2	4.5	13.1	50	1.385	0.607	2.28	2.80
	22	ANCINALE	756.2	19.4	18.6	0.7	25.7	92	0.933	0.673	1.39	2.01
IV	23	CORACE	1143.6	25.4	18.7	6.7	28.6	75	0.590	0.657	0.80	1.18
	24	FIUMARELLA	217.4	16.7	4.6	12.2	24.6	67	1.154	0.638	1.81	2.37
	25	ALLI	610.2	27.8	23.0	4.8	36.3	90	0.933	0.670	1.39	2.17
	26	SIMERI	617.8	26.3	19.3	7.0	46.0	96	0.890	0.678	1.31	1.85
X	31	LIPUDA	465.5	15.8	3.6	12.3	27.2	80	0.768	0.657	1.17	1.62
	32	S. VENERE	131.2	15.8	3.6	12.3	30.0	80	0.912	0.657	1.39	1.77
	33	NICA	516.2	21.2	11.7	10.5	26.9	81	0.786	0.658	1.19	1.66
V	34	TRIONTO	772.0	39.9	38.7	1.8	20.7	58	1.035	0.622	1.66	2.41
	35	COSERIE	269.4	19.4	10.7	8.7	33.1	82	1.049	0.660	1.59	2.15
	36	COLOGNATI	237.6	20.4	18.2	2.2	33.7	85	1.250	0.664	1.88	2.46
	37	CINO	150.3	20.4	18.2	2.2	35.4	85	1.504	0.664	2.26	2.94
	38	GENNARITO	32.8	20.4	18.2	2.2	5.8	16.5	1.000	0.505	1.98	2.31
	39	CORIGLIANETO	222.8	16.6	15.8	0.8	28.1	74	1.000	0.648	1.54	2.04
	72	MALFRANCATO	213.0	21.2	11.8	9.4	10	50	0.700	0.608	1.15	1.51
	73	S. MAURO	252.0	21.2	11.8	9.4	8	50	0.686	0.608	1.13	1.50
XI	40	RAGANELLO	365.0	27.2	18.7	8.5	28.0	80	0.855	0.657	1.30	1.78
	42	SATANASSO	129.4	33.1	23.7	9.4	30.0	73	0.832	0.647	1.28	1.64
	41	SARACENO	293.4	28.8	22.7	5.5	35.0	85	1.713	0.664	2.58	2.08
	44	PAGLIARO	57.1	28.8	19.2	22.7	39.5	90	2.042	0.670	3.05	3.69
	43	AVENA	125.3	28.8	22.7	5.5	33.8	83	1.686	0.661	2.55	3.26
	45	STRAFACE	150.5	31.9	21.4	10.5	33.6	85	1.464	0.664	2.20	3.06
	46	FERRO	378.8	31.9	21.4	10.5	45.0	100	1.281	0.681	1.88	2.42
	74	CANNA	198.0	44.6	25.6	19.0						
XII	64	ABATEMARCO	333.6	33.6	24.7	8.9	34.1	90	1.000	0.670	1.49	2.00
VI	60	BAGNI DI G.	161.0	10.5	8.0	2.5	32.3	85	0.813	0.664	1.22	1.36
	63	LAVANDAIA	71.4	21.1	16.2	4.9	44.3	100	3.05	0.681	4.49	4.74
	59	TORBIDO DI S.L.	41.5	15.6	12.8	2.8	15.6		2.831			
	61	TORBIDO DI CAT.	116.1	15.1	12.8	2.3			1.020			
VIII	48	ANGITOLA	740.1	12.9	6.5	6.3	15.0	48	0.648	0.603	1.07	1.55
VII	47	PETRACE	1297.9	7.3	4.9	2.7	24.0	70	0.775	0.642	1.20	1.88

PARTE II

RICERCA SPERIMENTALE IN LABORATORIO

Determinazioni sperimentali sul trasporto solido in Laboratorio

Dopo aver discusso delle dimensioni e dell'origine dei materiali solidi, di cui le acque delle fiumare arrivano cariche alle aste terminali, conviene esporre il lavoro svolto per cercare di stabilire dei criteri per giudicare se un'asta terminale e' in grado di convogliare fino al mare detti materiali, e ove cio' non si verificasse, se e con quale rapidita' si rialzera' il suo letto.

Le conoscenze tecniche sul trasporto solido da parte di correnti torrentizie, specie di quelle vaganti in larghi letti alluvionali, sono molto scarse. Puo' affermarsi che ancor oggi la letteratura tecnica, e non solo quella italiana, offra solo le formulazioni teoriche proposte da Thiery e Valentini sin dalla fine del secolo scorso e sfioranti appena l'essenza del problema.

Negli ultimi decenni, per vero, qualche progresso e' stato fatto sul problema del trasporto solido da parte di correnti idriche fluviali in alvei ben modellati, in condizione cioe' non paragonabili a quelle esistenti nelle fiumare. Pertanto nel corso della presente indagine, sin dal 1959, si e' ritenuto opportuno esaminare attraverso una ricerca di laboratorio (1) se le conoscenze di idraulica fluviale potessero essere di aiuto nel problema, piu' complesso, delle correnti torrentizie in studio.

All'uopo e' stato realizzato un canale sperimentale a pareti fisse e riempito di sabbia sul fondo. Sulla sabbia sono state fatte defluire piccole portate idriche; le correnti cosi' ottenute in laboratorio hanno presentato aspetto eguale a quello

(1) Le ricerca condotta fino al 1963 con mezzi forniti dalla Cassa per il Mezzogiorno ai fini dello studio di cui si riferisce nel presente elaborato, e' proseguita sin'oggi sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

osservabile nei tronchi alluvionati dei torrenti, ed in particolare nelle aste terminali delle fiumare calabre.

A tratti di corrente, piuttosto profonda e veloce, in cui visibilmente e' in atto un processo di erosione, seguono, altri piu' larghi e meno veloci, al cui termine spesso la corrente si espande ad occupare l'intera larghezza, o quasi, del letto sabbioso, dando luogo a fenomeni di deposito. Talvolta ai lati dei tratti di corrente veloce, o al lato verso l'interno, laddove, come spesso accade, la corrente lambisce una sponda fissa, un velo d'acqua quasi fermo si stende sul restante letto sabbioso; tal'altra questo resta parzialmente secco.

La successione dei diversi tipi di corrente non si ripete pero' regolare, ne' e' sempre completa, sicche' la lunghezza e la direzione dei successivi tratti variano continuamente. Le sezioni idriche appaiono pertanto non solo continuamente variabili, ma addirittura di incerta delimitazione. Alle indeterminazioni delle sezioni idriche si accoppia il continuo variare in modo casuale delle pendenze locali e delle portate solide istantanee, come e' stato chiaramente rilevato in laboratorio.

La ricerca sperimentale e' stata proseguita in una lunga serie di prove in cui si sono fatte variare portata idrica, pendenza di fondo e la sabbia, di cui si sono usati due tipi, l'una *sottile*, di diametro medio $d_m = 0,67$ mm, l'altra *grossa* con $d_m = 2,32$ mm. Dei risultati sperimentali l'ing. M. Pica e lo scrivente hanno dato conto in due recenti pubblicazioni (1). Rimandando a queste per maggiori dettagli, si espongono i risultati piu' importanti che dall'indagine di laboratorio sono stati tratti.

Ove ci si voglia riferire alla *pendenza di compenso*, per usare un'espressione ricorrente nella letteratura tecnica ad indicare quella pendenza per cui si ha, entro un conveniente lasso di tempo, praticamente eguaglianza tra il volume dei materiali in arrivo all'estremo di monte del tronco interessato e quello in uscita dall'estremo di valle, potremmo suddividere le prove eseguite in laboratorio in due grandi gruppi

(1) Viparelli M. e Pica M.: "Deflussi di correnti idriche in alveo a fondo mobile, molto largo" - X Convegno d'Idraulica e Costruzioni Idrauliche di Cagliari, o "L'energia Elettrica", n° 9, Milano 1967.

Viparelli M. e Pica M.: "Streams in Large Alluvial beds of High Slope", XII Congresso della I.A.H.R., Fort Collins, 1967.

Il primo comprende prove a regime, eseguite cioe' in condizioni corrispondenti a funzionamento con fondo a pendenza di compenso; il secondo prove non a regime, nelle quali sono state date all'avvio delle prove due pendenze di fondo diverse, la prima in un breve tronco iniziale, la seconda nella restante e piu' lunga porzione del canale.

Nelle prove del primo gruppo, e cioe' mantenendo la pendenza di fondo praticamente costante nel corso della singola prova e lungo tutto il canale, si e' indagato sulle modalita' con cui la portata solida e la pendenza restano tra loro legate al variare dei parametri che in modello rappresentano quelle grandezze caratteristiche dei bacini sottesi da un'asta terminale che, essendo indipendenti da quanto nell'asta stessa si verifica, ne sono fattori determinanti. In tale gruppo di grandezze vanno comprese in natura e in modello rispettivamente, deflussi e portate idriche immesse nel canale sperimentale; granulometria dei materiali d'alveo e quella delle sabbie impiegate in laboratorio; larghezza del letto alluvionale (1), e quella del canale sperimentale. Viceversa altri parametri, quali trasporto solido e pendenza di fondo, oltre che legati tra loro, sono dipendenti dalle altre grandezze su menzionate.

Dalle prove e' emerso, come si e' fatto sopra cenno, che in relazione della estrema variabilita' dell'aspetto dei deflussi idrici il letto di sabbia e' soggetto a continui casuali sollevamenti o abbassamenti, per cui le pendenze di fondo presentano a loro volta localmente e nel tempo continue variazioni intorno al valore medio sull'intera lunghezza del canale, a detto valor medio corrispondendo la pendenza di compenso anzi definita. Alle variazioni di quota del letto di sabbia corrispondono poi continue variazioni della portata solida nel tempo. Di conseguenza sono state eseguite prove prolungate nel tempo per poter ottenere, con una data pendenza di compenso, una portata solida media ben determinata, indipendentemente cioe' dalla durata dell'esperienza. Va a questo punto precisato che la portata solida e' costituita esclusivamente da quello che suol definirsi *trasporto solido di fondo* (2): essa verra' designata con il simbolo G_s e valutata in Kg/sec (Kg misurati sott'acqua).

(1) Invero la larghezza del letto alluvionale in natura puo' leggermente variare al variare delle quote d'alveo e cioe' della pendenza. Ma sostanzialmente la sua grandezza dipende dalla morfologia della zona in cui si svolge l'asta terminale.

(2) Nelle esperienze considerate non si ha un apprezzabile *trasporto* di materiali sottili *in sospensione*.

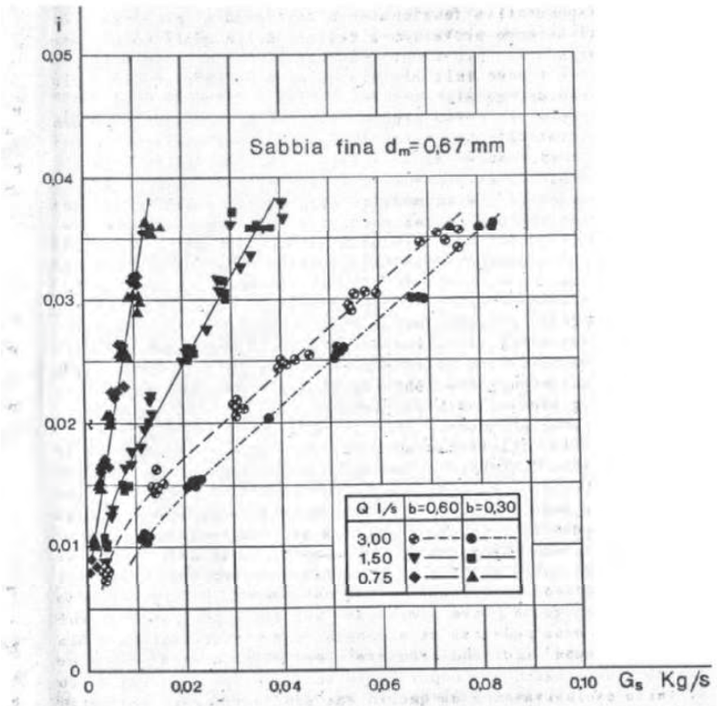


Fig. 20a – Risultati di prove in Laboratorio sul trasporto solido.

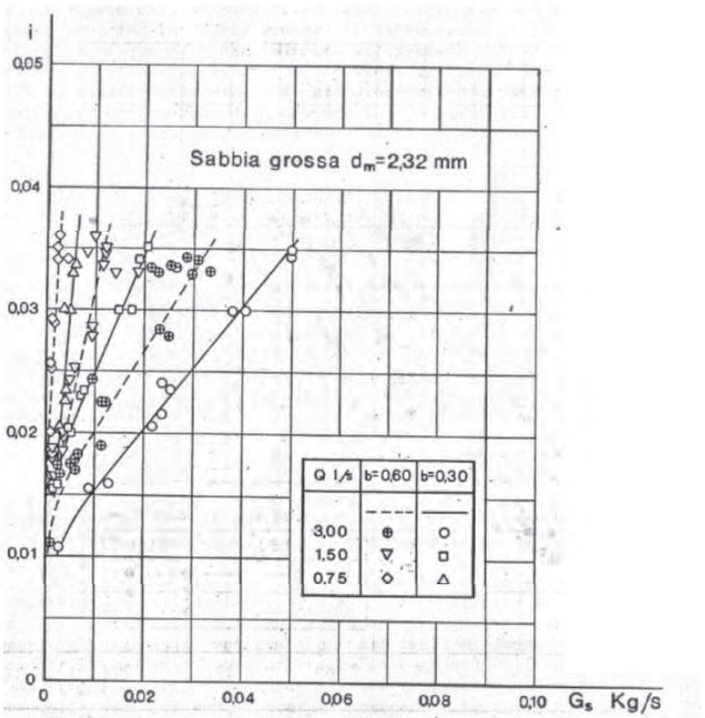


Fig. 20b – Risultati di prove in Laboratorio sul trasporto solido.

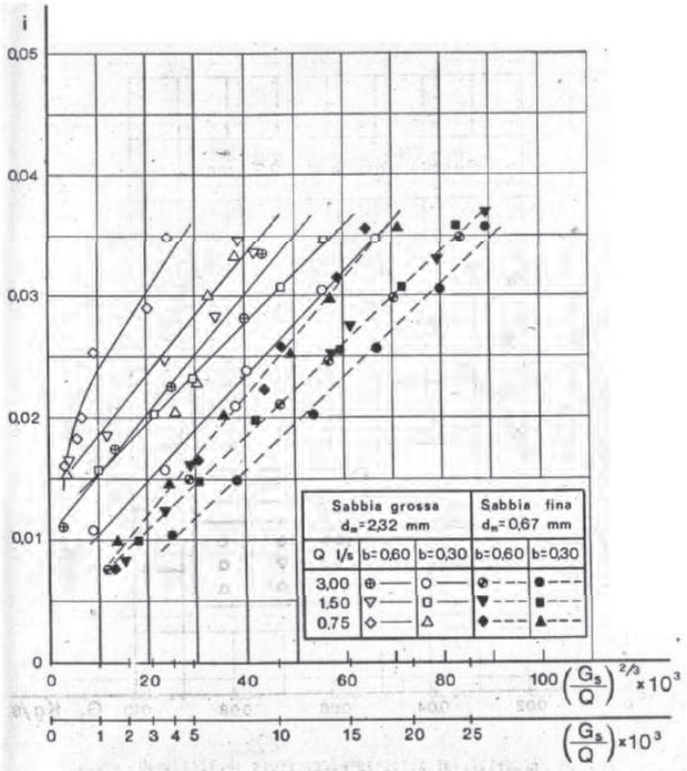


Fig. 20c - Risultati di prove in Laboratorio sul trasporto solido.

A conferma di quanto l'intuizione suggerisce, le prove hanno dimostrato che, salvo per la maggior larghezza del canale sperimentale e per la sabbia grossa, il valor medio della portata solida cresce in modo ben definito al crescere della pendenza media i e, a pari pendenza, al crescere delle portate idriche Q (l/s) ed al decrescere della granulometria dei materiali d'alveo, rappresentata dal diametro medio d_m. Dei legami tra le grandezze in gioco, per quanto riguarda il funzionamento del canale sperimentale, si ha una chiara idea dalla fig. 20 tratta da una delle pubblicazioni gia' citate di M. Pica e M. Viparelli. Rimandando ad un successivo paragrafo altre deduzioni dai dati raccolti in fig. 20, e' qui opportuno far rilevare che il trasporto solido G_s appare crescente piu' rapidamente della' portata liquida Q, dato che in fig. 20c, a pari i, si hanno valori maggiori del rapporto $\frac{G_s}{Q}$ ai maggiori valori di Q. E tale risultato appare intuitivamente accettabile anche in linea generale.

Da fig. 20a discende altra indicazione, di particolare interesse per quanto accade in natura, sul modo come gioca la larghezza dell'alveo. In effetti se ci si ferma a considerare i risultati delle esperienze in sabbia sottile, si evince che la legge del trasporto solido in funzione della pendenza risulta indipendente dalla larghezza *l* del canale sperimentale sia per Q=0,75 che per Q=1,50 l/sec e varia poco al variare di *l* da 0,30 a 0,60 m per Q=3 l/sec. La scarsa sensibilita' della grandezza in studio al variare della larghezza del letto sabbioso trova la sua spiegazione nel fatto che la corrente non si allarga sull'intero letto, ma tende a sagomare da se stessa le sezioni idriche in cui fluisce.

Alla stregua dei risultati ottenuti nelle prove a regime vanno visti quelli delle prove a pendenza variabile nel tempo. In effetti esse hanno posto, senza dubbio, in evidenza che in queste condizioni il movimento del materiale di fondo e' tale da portare ad un rapido adeguamento della pendenza di fondo ad un valore medio unico lungo tutto il canale sperimentale. Qualche controllo eseguito consente di affermare che le portate solide che si verificano nel tronco di passaggio da un tratto di pendenza maggiore ad un altro di pendenza minore, sono maggiori anche di quelle medie corrispondenti alla maggiore delle due pendenze in gioco.

Sembra lecito arguirne che in condizioni non di regime, il trasporto solido e' regolato da fenomeni locali che si creano in corrispondenza dei tratti di corrente accelerata o ritardata,

se alla larghezza l della canaletta, ricadevano in un campo, non molto ampio, comprendente tra l altro anche il gruppo di punti riportati da quei due Autori e ottenuti attraverso l'elaborazione dei dati che la letteratura tecnica sul trasporto solido metteva a loro disposizione. La compatibilita' tra le due serie di punti poneva in evidenza che la relazione tra portata solida da un lato e portata idrica e pendenza dall'altro poteva ritenersi poco differente sia per correnti in moto praticamente uniforme (punti di Meyer-Peter e Müller), sia per correnti idriche, a caratteri geometrici estremamente variabili, quali quelli della maggior parte delle prove di Napoli. Eppure in queste ultime si erano realizzate condizioni paragonabili a quelle prese a riferimento da Meyer-Peter e Müller forse solo in poche prove fatte con la maggiore delle portate e con la minor larghezza della canaletta.

La compatibilita' posta in evidenza nonostante lo scarso significato che le portate per unita' di larghezza g_s e q, avevano nelle esperienze di Napoli, ha incoraggiato a procedere ad una serie di confronti tra i dati raccolti in Laboratorio e quelli calcolabili in base alle formule, sul trasporto solido e sulle resistenze al moto suggerite dai due Autori.

Senza entrare nel merito delle varie elaborazioni dei dati di Laboratorio, che, si spera, possano presto essere argomento di altra trattazione da parte dell ing. E. Sansivero, merita qui osservare che ogni qualvolta nelle elaborazioni si applicavano le leggi di resistenza del moto uniforme e si ottenevano valori delle velocita', o delle altezze idriche, che tenevano implicito conto della scabrezza valutata in funzione della dimensione della sabbia, nelle rappresentazioni grafiche i punti relativi alle due diverse sabbie impiegate a Napoli si venivano a sovrapporre.

Pertanto rispetto al grafico di fig 20c, in cui il rapporto G_s/Q appare in funzione della pendenza i del letto, si e' pensato di sostituire alla i altra ascissa che tenga conto, con la pendenza, anche della scabrezza del letto sabbioso e della portata idrica. Per ottenere ascisse adimensionali si e' cercato di individuare un parametro assimilabile alla scabrezza relativa $\frac{d}{h}$, essendo d una dimensione caratteristica della sabbia ed h un parametro lineare atto a definire le dimensioni lineari della corrente.

Si e' visto che dati i caratteri del deflusso e' impossibile, in linea generale, la determinazione della sezione idrica e

quindi di h. Tale difficolta' aveva portato a ricorrere non alle piu' recenti formule sulle resistenze al moto e sul trasporto solido, in cui la presenza della cosiddetta velocita' di strisciamento richiede buona conoscenza dei parametri geometrici della corrente, ma a quelle di Meyer-Peter e Müller. Di queste va detto che pur nel loro carattere, solo sperimentale, forniscono valori non molto discosti dalle prime.

In particolare ci si e' rifatti alla ben nota relazione del moto uniforme $Q = K \sigma R^{2/3} I^{1/2}$ assumendo con Meyer-Peter e Müller K proporzionale a $d_{90}^{-1/6}$, essendo σ area idrica, R raggio idraulico ed I perdita unitaria di energia per unita' di peso del liquido. In effetti i due Autori, per adattare la formula suggerita da Strickler:

$K = c\, d^{-1/6}$, al caso di correnti su fondo mobile costituito da sabbie non uniformi, hanno trovato che conviene porre $d = d_{90}$, essendo d_{90} il lato della maglia che trattiene solo il 10% del materiale (1).

In definitiva si sono prescelte quali coordinate adimensionali in base a cui rappresentare i risultati sperimentali il rapporto $\frac{G_s}{Q}$ e il parametro $I^{1/2} \frac{d_{90}^{-1/6}}{R}$ che piu' da vicino tiene conto della legge di resistenza.

D altra parte le esperienze su piccole correnti idriche in larghi letti sabbiosi, sia a Napoli che nell'Universita' di Iowa (2), hanno mostrato che quando al diminuire della pendenza la corrente diventa piu' regolare, tendono a formarsi sezioni strettamente legate alle portate idriche, piuttosto larghe e poco profonde, e percio' abbastanza simili.

Di conseguenza e' apparso lecito assumere:

$$\sigma = C h^2 \; ; \qquad R \simeq h \; ; \qquad K = \frac{C_0 \sqrt{g}}{d_{90}^{1/6}}$$

---

(1) Altri Autori hanno suggerito valori diversi da d_{90}, ad esempio d_{75}, d_{65}. Ma la scelta tra i vari diametri non puo' essere fatta con sicurezza, dato l'esponente a cui d viene elevato e le incertezze proprie dei dati sperimentali.

(2) Wolmann and Brush, Factors Controlling the Size and Shape of Stream Channels in Coarse Noncohesive Sands. Geological Survey Professional Paper 282 G, Washington 1961.

essendo C_1 e C_2 due costanti adimensionali e g l'accelerazione di gravita'.

In tali posizioni si puo' scrivere:

$$Q = C_1 C_2 \sqrt{g} \left(\frac{h}{d_{90}}\right)^{1/6} \cdot h^{5/2} \, I^{1/2} \, .$$

Ricavando $h^{5/2}$ da tale relazione, introducendo il corrispondente valore di h nel parametro $I^{1/2} \left(\frac{h}{d_{90}}\right)^{1/6}$, tenuto conto che $\left(\frac{d_{90}}{h}\right)^{1/30}$ e' praticamente eguale ad 1, a meno delle due costanti inessenziali C_1 e C_2 si ricava il numero adimensionale.

$$\frac{Q^{1/5} \, I^{14/30}}{g^{1/30} \, d_{90}^{1/6}} \approx \frac{Q^{1/5} \, I^{1/2}}{g^{1/30} \, d_{90}^{1/6}}$$

a cui sono strettamente legate le velocita' della corrente idrica e quindi anche il trasporto solido.

I punti di coordinate:

$$\left(\frac{Q^{1/5} \, I^{1/2}}{g^{1/30} \, d_{90}^{1/6}} \; ; \; \frac{G_s}{Q}\right)$$

valutate in base ai risultati di tutte le prove eseguite a Napoli, con la posizione $I = i$ pendenza del letto sabbioso, sono stati riportati nel diagramma di fig. 21, nel quale la maggior parte dei punti ricade in una ben stretta striscia. Inoltre il gruppo di punti notevolmente dispersi in basso ed in destra della striscia di maggior addensamento si riferisce alle prove con sabbia grossa e letto largo 0,60 m, di cui si e' illustrato lo andamento notevolmente incerto. Incidentalmente va notato che corrispondendo a quel gruppo di punti ordinate $\frac{G_s}{Q}$ piccole, dalla posizione nel diagramma la loro dispersione va messa in relazione, probabilmente molto stretta, con la situazione di moto incipiente o quasi, del letto sabbioso.

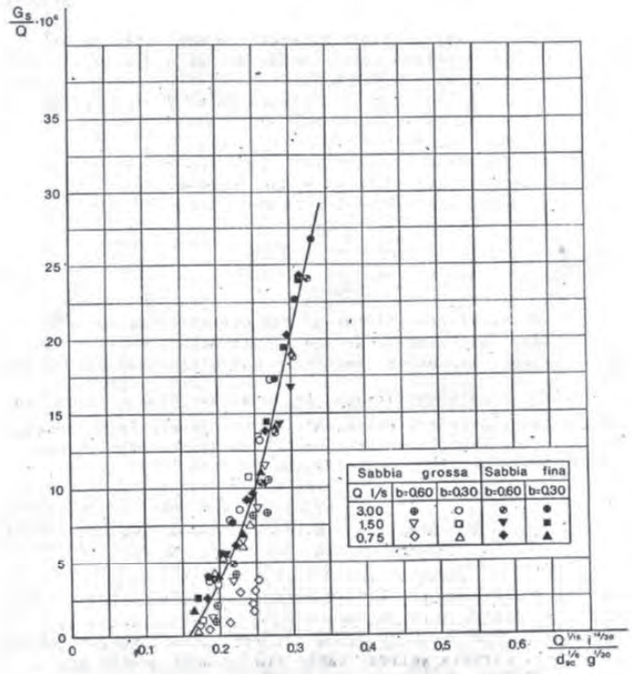


Fig. 21 - Portata solida in alvei torrentizi: legge desunta da esperienze di Laboratorio.

Dato il largo campo in cui sono variate le grandezze in gioco, dato il conforto che le esperienze di Napoli hanno trovato in quelle di altri Autori, fatte tra l'altro su installazioni di diverse dimensioni, sembra lecito assumere che la curva tracciata in fig. 21 possa essere ritenuta rappresentativa dalla legge sul trasporto solido nelle condizioni di deflusso che in Laboratorio sono sembrate per molti versi assimilabili a quelle verificantisi nei letti delle fiumare Calabre, specie nei loro tronchi arginati. Essa quindi puo' ritenersi valida anche nella interpretazione dei dati raccolti in natura.

Da quella curva discende che il trasporto solido e' praticamente inapprezzabile fino al valore dell'ascissa:

$$x = \frac{Q^{1/15}\, i^{1/2}}{g^{1/30}\, d_{90}^{1/6}} = 0{,}15,$$

in armonia con il concetto di sforzo trattivo limite, o di velocita' limite, al di sotto dei quali gli Autori, che si sono interessati dell'argomento, ammettono nullo il trasporto di fondo.

Alle maggiori coordinate, la relazione tra $\frac{G_s}{Q}$ e la x diventa praticamente lineare. Alla retta interpolare, senza indagare su una inutile maggior esattezza di interpolazione, si puo' dare la semplicissima equazione:

$$\frac{G_s}{Q} = 2\ 10^{-4}(x - 0{,}20) = 2\ 10^{-4}\left(\frac{Q^{1/15}\, I^{1/2}}{g^{1/30}\, d_{90}^{1/6}} - 0{,}20\right) \qquad (1)$$

dove G_s e' il peso in Kg/sec sott'acqua della portata solida e la Q e' espressa in mc/sec.

Nell'ambito di $0{,}15 < x < 0{,}25$, sono da attendersi dispersioni della portata solida, tanto piu' grandi quanto piu' x e' vicino a 0,15

PARTE III

DISCUSSIONE DEI DATI RACCOLTI

Significato della pendenza attuale delle aste terminali

Conviene premettere che la concentrazione dei punti del diagramma $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ concentrazione che era particolarmente accentuata quando l'indagine non era stata ancora allargata a tutte le fiumare considerate in questa relazione finale aveva lasciato pensare che al pari della scarsa influenza della larghezza del letto sabbioso anche il trasporto solido proveniente dal bacino a monte potesse essere ritenuto un parametro di minore importanza nei riguardi della pendenza assunta dall'asta terminale di una fiumara rispetto ai due fondamentali portate idriche e granulometria dei materiali d'alveo. In particolare se si fosse potuto dare validita' all'ipotesi che l'inizio del trasporto solido nelle particolari condizioni in cui si svolge il deflusso nelle aste terminali, sia legato ad un valore minimo delle portate idriche, oltre che alle dimensioni dei materiali di alveo, una tale ipotesi avrebbe consentito di interpretare i grafici $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ in dipendenza della eventuale relazione tra le portate minime atte a determinare un sensibile trasporto solido e le pendenze di fondo.

Ma da un lato con l'estendersi delle indagini ad altre fiumare la dispersione dei punti $\left(Q_{eff}, \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ e' andata crescendo; dall'altro, in base alle prove di Laboratorio il limite al disopra del quale ha inizio il trasporto solido e' solo in modesta relazione con la portata idrica. Di conseguenza si sono passati ad esaminare i dati raccolti sulle fiumare nell'intento di stabilire se e come la pendenza delle aste terminali dipenda dal trasporto solido in arrivo da monte. Ed invero, poiche nella piu' recente evoluzione geologica della Calabria, la fascia

costiera si e' formata in seguito al deposito dei materiali portati dalle fiumare, le pendenze da queste raggiunte da un lato rappresentano un effetto delle deposizioni verificatesi per il passato, dall'altro forniscono indicazione dell'attuale capacita' di convogliare a mare una aliquota piu' o meno grande dei materiali in arrivo da monte.

Sulle portate solide, che le aste terminali sono oggi in grado di convogliare, non si hanno dati concreti, se non i tre valori raccolti, sia pure con molta incertezza, nel corso della presente indagine, che conviene qui dare a titolo di orientamento.

Negli Uffici del Genio Civile e delle Ferrovie dello Stato di Reggio Calabria si valutano intorno ai 30 ÷ 35.000 mc annui gli espurghi di sabbia che occorre eseguire per mantenere sgombri i ponti sull'ultimo tronco del Tor. Calopinace. Da calcoli eseguiti nel corso dello studio per la sistemazione dei Torr S. Mauro e Malfrancato (¹), Carlo Viparelli ha calcolato dai depositi verificatisi nei tronchi arginati, gli apporti dai tronchi montani nei due torrenti rispettivamente in 10.000 e 4 ÷ ÷ 5.000 mc/annui.

Naturalmente questi tre dati non consentono alcuna elaborazione. Pertanto, anche senza fare alcuna valutazione del trasporto solido, si e' cercato di discutere il problema per via indiretta attraverso le indicazioni fornite dai valori che la grandezza adimensionale $\frac{Q^{1/5}\, i^{1/2}}{g^{3/10}\, d_{90}^{1/6}}$ assume per le varie fiumare prese in considerazione, quando a Q si da' il valore della portata efficace Q_{eff} e si ponga $i = i_f$. La scelta di Q_{eff}, fra i tanti possibili valori delle portate idriche, non ha motivo nuovo rispetto a quelli per cui gia' in precedenza ci si e' rifatto ad essa, e cioe' un periodo di ritorno non molto grande ed un valore cui corrisponde apprezzabile trasporto solido.

La grandezza $C = \frac{Q_{eff}^{3/15}\, i_f^{1/2}}{g^{3/10}\, d_{90}^{1/6}}$ e', alla stregua della (1), strettamente legata alla capacita' di trasporto dell'asta terminale, a cui essa si riferisce, e sara' percio' designata in seguito quale *indice della capacita' di trasporto solido*, o piu' semplicemente *indice di trasporto*.

Nella tabella 4 sono riportati, tra gli altri parametri, i valori dell'indice C per ciascuna fiumara. Essi sono sempre superiori al valore limite 0,15 cui corrisponde l'inizio del trasporto solido (²). Tale constatazione sta a provare che alle attuali pendenze corrisponde sempre un movimento di fondo. E' difficile invece dedurre dai valori di C, l'entita' del trasporto solido, come sarebbe desiderabile.

Tuttavia l'esame dei valori dell'indice di trasporto pone in evidenza che in generale, nei gruppi di fiumare vicine, affini per molti caratteri tra loro, i valori, corrispondenti alle situazioni attuali dei torrenti, sono poco diversi, a parita' di bacino e quindi dei deflussi, mentre crescono con il diminuire della superficie del bacino (fig. 10).

Se, come sembra lecito, si ammette che, in dipendenza della comune natura dei bacini di ciascun gruppo, dai tronchi piu' ripidi di monte arrivano quantita' di ghiaie e sabbie non molto diverse, se ne arguisce che il processo di deposito e' stato ovviamente piu' intenso, laddove i deflussi idrici erano minori. Pertanto nei torrenti piu' piccoli del singolo gruppo le pendenze hanno raggiunto valori maggiori. Dall'applicazione della (1) appare inoltre possibile affermare che, sebbene per i minori bacini si verificano i maggiori rapporti tra portate solide e quelle idriche, dati pero' i minori valori in assoluto delle seconde, il quantitativo di sabbia e ghiaia, che puo' arrivare fino a mare, e' tuttora minore nei torrenti piu' piccoli, la cui sistemazione richiede percio' maggiori cautele contro possibili interrimenti.

Ulteriori notizie sul significato delle pendenze attuali delle aste terminali si potrebbero trarre dall'esame del grafico $\left(Q_{eff};\ \frac{i_f}{\delta_2}\right)$ piu' volte citato. Ancor meglio si presta pero' l'altro grafico in scale logaritmiche, $\left(Q_{eff};\ \frac{i_f^{1/2}}{d_{90}^{1/6}}\right)$, di fig. 22.

(¹) Da "Relazione idrologica" di Carlo Viparelli, allegata allo studio "Esigenze di sistemazione dei bacini del S.Mauro, Malfrancato e Leccalardo in funzione del porto e dell'agglomerato industriale di Sibari" eseguito da G. De Martino, C. e M. Viparelli, P. Nicotera e A. D'Arrigo per conto della Cassa per il Mezzogiorno.

(²) Le eccezioni, piu' apparenti che reali, sono nella Piana di Sibari, i due Torr. S. Mauro e Malfrancato, che non riescono a convogliare le alluvioni fino al mare, e presso Catanzaro il grosso Tor. Corace nel cui ultimo tronco si nota, caso unico, il rapido decrescere delle dimensioni del materiale d'alveo.

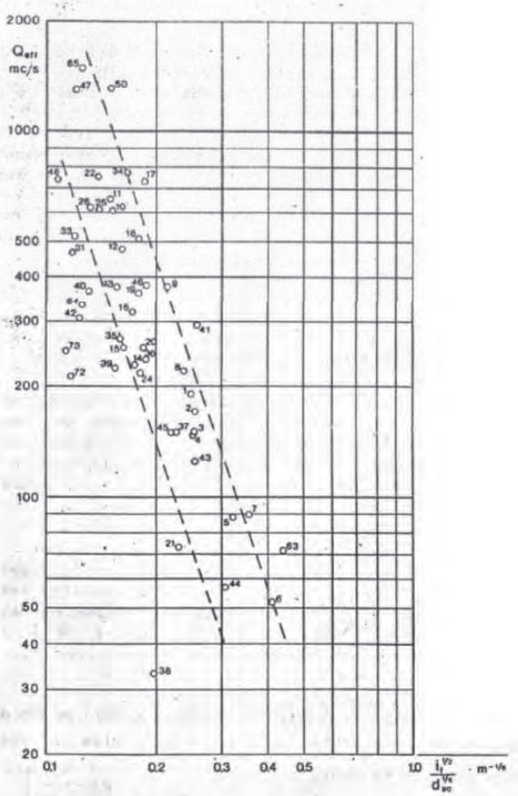


Fig. 22 - Connessione tra portate efficaci, pendenze e granulometrie dei materiali d'alveo delle aste terminali.

in quanto le ordinate $\frac{i_f^{1/2}}{d_{80}^{1/6}}$, che non si discostano sensibilmente dagli indici di trasporto, non contengono proprio le portate idriche sulla cui relazione alle pendenze di fondo si intende indagare.

Sul grafico di fig. 22, in via di tentativo, e' stata delimitata una striscia di maggiore addensamento dei punti relativi alle singole fiumare.

I punti al di fuori della striscia, cui corrispondono piccoli indici di trasporto, si riferiscono ai tre torrenti Lipuda (31), S. Venere (32) e Nica' (33), da considerarsi in unico gruppo, ed ai Torr. Angitola (46), Passovecchio (28) Gennarito (38). Le aste terminali degli ultimi tre non presentano pero' il caratteristico aspetto e comportamento delle fiumare I primi tre torrenti si sviluppano nel piccolo promontorio che fa capo a Punta Alice, in terreni geologicamente recenti e piuttosto pianeggianti; i loro bacini hanno subito le maggiori erosioni nel loro sviluppo geologico (fig. 18). Tutti i dati relativi alle tre fiumare, ed anche la morfologia delle loro aste principali, su cui si tornera' piu' avanti, ne fanno cioe' un gruppo particolare e quindi di eccezione alla norma.

Dalla striscia di fig. 22, si scostano per grandi valori della capacita' di trasporto i punti relativi ai torrenti S. Elia-Montebello (7), Saraceno (41), Amendolea (9), Torbido di Gioiosa (17), Trionto (34) e Savuto (50).

Circa i primi due, (S. Elia e Saraceno), va osservato che praticamente hanno cono di deiezione a mare e quindi non ha significato parlare di asta terminale. In particolare va citato che il cono di deiezione del T. Saraceno si stende lungo la costa per oltre due chilometri, per cui la strada statale ionica lo attraversa con un lungo rilevato, interrotto da tre lunghi ponti. I punti corrispondenti ai Torr. S. Elia e Saraceno andrebbero percio' eliminati da fig. 22.

Gli altri quattro torrenti, con indici di trasporto elevati rispetto alla generalita', hanno bacini, di notevole superficie, ed in genere con forma a ventaglio. Va ancora posto in evidenza che al limite superiore della striscia in cui i punti si addensano nel grafico di fig. 22, si trovano i torrenti del Reggino, che sono quelli da piu' lungo tempo arginati.

Da queste due ultime osservazioni si e' indotti a pensare che le maggiori pendenze si sono determinate laddove le correnti

idriche, con il loro carico solido, hanno trovato aste terminali di piccola superficie rispetto al bacino montano, o perche' questo e' molto largo, o perche' viceversa l'asta terminale era ristretta dagli argini.

Tale deduzione trova ulteriore conferma dalla tabella 5, in cui sono raccolti in ordine di successione dell'indice di trasporto gruppi di torrenti corrispondenti a punti che in fig. 22 hanno ordinate Q_{eff} poco diverse. In tab.5 per ciascun torrente sono indicate portata efficace, Q_{eff}, area del bacino imbrifero sotteso, S (Kmq), lunghezza dell'asta principale L (Km), larghezza media $b_m = \frac{S}{L}$ e massima b_{max}, grado di dissesto, indice di trasporto C.

Benche' in ciascun gruppo di tab.5 sono compresi torrenti tra loro lontani, se a valutazione della forma piu' o meno a ventaglio del bacino si assume l'una o l'altra delle due larghezze, media o massima, da tab.5 appare che l'indice di trasporto in ciascun gruppo e' generalmente decrescente con la larghezza. Naturalmente non mancano eccezioni, la cui spiegazione va ricercata o in particolari condizioni di dissesto del bacino, o nella estensione dell'area in cui per il passato hanno divagato le acque della fiumara, o in altri fattori su cui torneremo tra poco.

Ulteriore conferma dell'influenza sugli interrimenti del rapporto tra area di origine del trasporto solido ed area di deposito, e' data dal sollevamento del greto, sempre osservato quando si e' proceduto a restringere l'area in cui erano lasciate divagare le acque di una fiumara, arginandola.

Pertanto gli elementi raccolti inducono ad affermare che il rapporto tra larghezza del bacino di raccolta a monte e quella della striscia di deposito sulla fascia costiera e' stato fattore importante ai fini della pendenza oggi posseduta dalle aste terminali.

In relazione al particolare periodo geologico in cui la Calabria si trova, l'attuale situazione dei letti delle aste terminali va considerata come fase del processo di sollevamento del loro fondo dovuto all'eccesso degli apporti solidi in arrivo rispetto alle portate solide che raggiungono la linea di costa. I dati raccolti sulla stabilita', raggiunta almeno da un secolo ad oggi, dai letti delle fiumare del Reggino, cui corrispondono indici di trasporto compresi tra 0,3 e 0,4, sembrano provare che le pendenze da esse possedute siano per lo meno tra le piu' vicine a quella di compenso. Cio' porterebbe

TABELLA 5

Gr.	n°	F i m a r a	$Q_{eff.}$	S	L	b_{max}	b_{med}	dissesto	C
			m^3/sec	Km^2	Km	Km	Km	%	10
I	3	CALOPINACE	151,3	51,4	19,6	4,1	2,6	11,2	3,26
I	4	S. AGATA	148,9	50,2	24,9	4,0	2,0	16,2	3,26
XI	45	STRAFACE	150,5	38,3	13,7	4,2	2,8	31,9	3,06
V	37	CINO	150,3	38,2	18,5	4,2	2,1	20,4	2,94
I	7	S. ELIA	89,4	28,1	12,3	4,0	2,3	31,2	4,48
I	5	VALANIDI	88,5	28,1	16,3	3,4	1,7	11,2	4,05
II	17	TORBIDO DI G.	735,5	159,2	19,3	14,2	8,2	34,9	2,66
V	34	TRIONTO	772,0	288,0	43,2	15,5	6,7	39,9	2,41
III	22	ANCINALE	756,2	164,4	29,0	12,0	5,7	19,4	2,01
II	10	LAVERDE	605,0	121,0	26,2	7,7	4,6	39,3	2,17
II	11	BONAMICO	655,2	136,5	21,5	10,5	6,4	53,3	2,11
IV	25	ALLI	610,2	126,6	39,0	7,2	3,3	27,8	1,96
IV	26	SIMERI	617,7	127,9	34,1	6,4	3,7	36,3	1,85
I	9	AMENDOLEA	375,9	148,0	26,1	9,1	5,7	64,9	2,96
XI	46	FERRO	378,8	121,4	20,0	13,2	6,1	31,9	2,43
III	19	ASSI	361,0	63,9	22,4	6,0	2,9	21,1	2,43
II	13	CONDOIANNI	373,2	65,7	16,4	7,2	4,0	37,9	2,13
XI	40	RAGANELLO	356,3	118,9	31,4	11,3	3,8	27,2	1,78
II	20	ALACA	248,2	39,4	18,2	5,1	2,2	21,0	2,36
II	15	GERACE	255,2	40,0	15,6	3,5	2,6	20,9	2,20
V	35	COSERIE	269,4	79,2	21,5	7,2	3,7	19,4	2,15
I	8	MELITO	219,2	78,3	23,5	6,7	3,3	30,4	3,13
V	36	COLOGNATI	237,6	66,0	19,6	7,6	3,4	20,4	2,46
IV	24	FIUMARELLA	217,4	33,4	17,7	3,5	1,9	16,7	2,38
II	14	PORTIGLIOLA	229,3	35,0	15,6	4,3	2,2	32,7	2,33
V	39	CORIGLIANETO	222,8	63,6	22,8	3,9	2,8	16,6	2,05

a suggerire quali valori cautelativi da assumere per le pendenze dei torrenti da arginare quelle corrispondenti ad un indice di trasporto dell'ordine di 0,3. Cio' porterebbe, pero', nelle altre zone della Calabria in cui i valori degli indici di trasporto sono quasi sempre molto minori di quelli del Reggino, ad impostare le opere con la visione che canalizzazioni ex-novo potranno nel tempo divenire molto pensili rispetto alle quote attuali della campagna. Inoltre si prescinderebbe dal fatto che certamente gli apporti solidi di monte sono stati per il passato diversi da zona a zona della Calabria, come mostra la gia' menzionata concordanza dei valori degli indici di trasporto in gruppi di torrenti tra loro vicini (fig. 10). D'altra parte la pendenza attuale degli alvei del Reggino e' di poco maggiore di quella della campagna ai lati, di modo che la pensilita' in tratti lunghi alcuni Km, non superano che di rado i 4-5 m. Cioe' gli incrementi di pendenza determinati in quei torrenti, ormai da qualche secolo arginati, non eccedono le poche unita' per mille, cioe' sono dell'ordine del 10% delle pendenze attuali, che si aggirano tra il 2 e il 3%. Analogo ordine di grandezza si riscontra anche altrove negli incrementi di pendenza dovuti agli arginamenti.

Si puo' percio' affermare che in genere le pendenze attuali delle aste terminali debbono essere ritenute inferiori a quella di compenso, ma non in misura molto grande.

Fattori concorrenti alla formazione delle aste terminali.

A questo punto va tentata una analisi anche degli altri fattori da cui dipende la pendenza delle aste terminali, compresi quei caratteri morfologici, che vengono messi in evidenza da grafici di cui si ha esempio negli all. A e B.

Nel precedente capitolo si e' fatto riferimento alla curva di fig. 21, ricavata in Laboratorio nel corso delle prove a regime. Ma in natura, ove si eccettuino i torrenti con valori grandi dell'indice di trasporto, o quelli in cui le H(s) o le i(A) sono molto regolari, possono facilmente verificarsi fenomeni analoghi a quelli osservati sia in prossimita' di moto incipiente, sia nelle prove non a regime. Si puo' avere, cioe', sia che, a pari pendenza e deflussi, si verifichino portate solide anche molto differenti tra loro, sia che in dipendenza di discontinuita' locali si abbiano grandi incrementi delle portate solide, praticamente delle vere e proprie ondate di alluvioni propagantisi lungo l'alveo.

Ad esempio di questi secondi fenomeni, a carattere temporaneo, merita essere citato quanto e' accaduto al Torr. Cino. Questo torrente venne arginato negli anni '30, con una pendenza di fondo che consente un apprezzabile trasporto solido. Pur tuttavia, essendosi determinate alcune grosse frane proprio nell'ultimo tronco della gola montana, segui' un rapido sollevamento del primo tratto del tronco arginato. E tale sollevamento si e' ripetuto nel tempo, dopo i vari espurghi che si sono resi necessari per tener sgombra la luce del ponte delle FF. SS.

Qualche analogia con il Cino ha il Torr. Amendolea: nonostante il largo letto, l'alveo dell'Amendolea, nel suo tronco finale, ha dato prova di una tendenza a sollevarsi piuttosto rapidamente (1). Anche qui', come per il Cino, la causa va ricercata, forse piu' che nel notevole dissesto generale del bacino, nelle grosse frane che interessano le sponde a valle della confluenza del Torr. Condofuri, ultimo grosso affluente che peraltro, in completo dissesto nel suo ultimo tronco, arreca anch'esso grandi masse di alluvioni.

Di fronte a condizioni siffatte, che possono accelerare la normale evoluzione del letto sabbioso, va citato che la situazione esistente tende a conservarsi ove si verifichi diminuzione degli apporti da monte. In questo senso agisce la selezione che puo' determinarsi fra grani di varia dimensione nella porzione di letto in cui le acque defluiscono, favorendo la possibilita' che si verifichino, a parita' degli altri fattori, portate solide tra loro diverse. In particolare puo' crearsi una copertura superficiale di ciottoli piu' grossi, per cui si riduce o addirittura si annulla il trasporto solido, e si va incontro ai fenomeni di erosione latente di cui parlano Meyer-Peter e Müller. Conviene citare in proposito il caso del Torr. Straface, in cui in un sopralluogo fu dato di osservare una incisione nelle alluvioni, piuttosto profonda, tutta tappezzata da sassi molto piu' grossi di quelli generalmente presenti in alveo.

Altro elemento che puo' facilitare la conservazione della pendenza esistente e' certamente, dove favorevole, la morfologia del bacino.

---

(1) Ai margini dell'ampio letto alluvionale dell'Amendolea, di recente i rivieraschi hanno costruito muri d'argine, sulla cui cresta peraltro hanno creduto opportuno lasciare un certo numero di pietre sporgenti per innestarvi l'eventuale sopraelevamento del muro.

Una situazione di grande tranquillita' e' ad esempio rappresentata dalla presenza di una grossa varice all'inizio dell'asta terminale, il che corrisponde come schema alla installazione realizzata in Laboratorio. La presenza della varice, agendo quasi da serbatoio di compenso sul trasporto solido, evidentemente fa in modo che, solo dopo che in essa si sia avuta una considerevole deposizione o asportazione di materiali, possa variare l'apporto solido all'asta a valle ed iniziare il processo di modifica della pendenza. Quale esempio va citata la situazione del Trionto, in cui la presenza dell'ampia varice, alla confluenza del grosso Torr. Laurenzana, certamente garantisce la stabilita' dell'asta terminale, che per di piu' e'molto larga, cioe' in condizioni favorevoli alla stabilita

Altra situazione cui corrispondono scarse possibilita' di evoluzione della situazione esistente e' quella in cui l'alveo gia' prima dello sbocco nella fascia costiera si e'profondamente inciso nelle gole in cui si svolge, ed ha assunto, per lungo tratto, pendenze di poco maggiori di quella dell'asta terminale. Esempi del genere vanno considerati i tre torrenti Nica', Lipuda, S. Venere, gia' citati.

Anche caratteristico in tal senso e' quanto si e' verificato sui torrenti S. Mauro e Malfrancato. Quando negli anni '80 quei due torrenti vennero arginati, il loro cono di deiezione era lontano dal mare una decina di chilometri. Dopo la sistemazione, nell'interno degli argini il materiale grosso portato dai due torrenti e' andato avanzando verso il mare dove pero' non e' giunto ancora, tanto che oggi negli ultimi due o tre chilometri il fondo alveo presenta i materiali sottili che caratterizzano i terreni della piana di Sibari a cavallo del vicino Crati. Il progresso e' stato molto lento, in quanto gli alvei a monte dello sbocco nella piana, profondamente incassati, hanno modesta pendenza della quale ovviamente quella che si va dando l'asta terminale, non puo' divenire maggiore.

Infine, quando a monte dell'asta terminale si ha un lungo tronco non alluvionato, pur se a pendenza notevole, come e'messo in evidenza nei grafici i(A) da tratti delle curve con rapidi incrementi delle i per valori della superficie del bacino A poco minori di quella totale S (ad esempio nei casi dell'Ancinale, del Coriglianeto, del Melis, del Ferro e del Pagliaro), la pendenza dell'asta terminale ha assunto valori piu' piccoli di quelli che si riscontrano nelle fiumare in cui l'aumento di pendenza dalla foce verso monte e' graduale [1]. E

---

[1] Eccezione a questa norma va considerato il Torr. Alaca, ma va notato che sotto S.Sostene, poco prima dell'asta valliva, si sono verificate nel suo bacino enormi frane.

cio' e' messo in evidenza da un esame di quanto accade sia nell'ambito dei singoli gruppi di torrenti vicini, sia nell'ambito dei gruppi considerati nella tab.5. Se ne trae la sensazione che nei tronchi incisi la corrente non riesca a caricarsi di tutto il materiale che in alveo piu' largo essa riuscirebbe a portare fino al termine.

Va inoltre notato che in qualcuno dei casi considerati esistono delle varici intermedie (come ad esempio nell' Ancinale presso Cardinale) in cui si sono depositate almeno parte delle alluvioni strappate al bacino a monte.

In quanto precede sono state esaminate le modalita'con cui le caratteristiche morfologiche del bacino sotteso possono influire sull'evoluzione dell'asta terminale; non si e' parlato del grado di dissesto complessivo del bacino cui pure si sarebbe indotti a dare notevole peso.

Nella tab.5, dei cui dati ci siamo gia' avvalsi nel discutere la relazione tra pendenza e dimensioni del bacino, abbiamo compreso tra gli altri dati anche il grado di dissesto risultante per ciascun bacino dal Piano Regolatore della Calabria. Dato che in ciascun gruppo di tab.5 i torrenti si susseguono solo in dipendenza delle capacita' di trasporto solido possedute dalle loro aste finali, ed indipendentemente dalla loro ubicazione, dall'esame della tabella non appare l'esistenza di una correlazione tra l'ordine di successione dei torrenti e il grado di dissesto. Grado di dissesto e natura geologica dei bacini hanno pero' certamente il loro peso, se a gruppi di torrenti vicini (fig.10) corrispondono indici di trasporto, che, pur variando con le portate efficaci, restano contenuti in intervalli ben piu' ristretti che l'intero intervallo risultante da tab.4.

L'esame, ora fatto, di alcune situazioni caratteristiche ha voluto avere lo scopo di richiamare l'attenzione sulla necessita' di tenere cauto conto delle deduzioni a carattere generale fatte nei precedenti capitoli. La complessita' dei fenomeni e' tale che ciascuna fiumara, pur potendosi inquadrare negli aspetti generali illustrati, ha sue proprie caratteristiche, che vanno accuratamente accertate da chi debba procedere ad opere per la sua sistemazione.

PARTE IV

CRITERI DI SISTEMAZIONE

Parametri fondamentali ai fini della sistemazione di un'asta terminale.

Dalla descrizione fatta dell'origine e delle condizioni attuali delle aste terminali delle fiumare Calabre deriva immediato l'aspetto artificiale della loro sistemazione. Questa infatti e' imposta, contro il naturale evolversi del fenomeno geo-idrologico, dalla necessita' delle convivenze umane che si accrescono lungo la costa Calabra, si potrebbe dire giorno per giorno, in numero ed estensione.

Lo sviluppo geologico della regione comporta il trasporto dall'alto al mare od il deposito sulla fascia costiera dei materiali che vengono erosi nel corso del processo di peneplanizzazione rinnovatosi dopo il grande sollevamento subito, circa un milione di anni or sono, dalla regione. Oggi la deposizione non puo' essere consentita che in strette strisce, tra l'altro delimitate non per naturale processo, ma da opere dell'uomo. Essa quindi porterebbe a sollevamenti incompatibili con la sicurezza delle zone adiacenti, laddove la pendenza finale dell'asta terminale non permettesse di spostare il punto di deposito fino alla linea di costa. Qui l'azione del mare provvede ad una ripartizione dei materiali, che arrivano dai monti, lungo i litorali e trasforma il processo di deposito in un lento accrescimento della fascia costiera, inavvertibile nel breve periodo che interessa le soluzioni tecniche.

Di conseguenza il problema della sistemazione delle aste terminali si concreta nella necessita' immediata di contenere le piene delle fiumare in greti molto piu' stretti delle superfici su cui fino ad oggi potevano espandersi le acque in periodo di piena. Una volta eseguito l'inalveamento, occorre poi assicurare la conservazione preoccupandosi che, se nel tempo insorgessero notevoli sollevamenti del fondo, in casi di eventi

meteorici di non comune frequenza le acque esondando potrebbero determinare il crollo di argini, notevolmente pensili rispetto a contigui nuclei abitati, dando luogo a calamita' quali, purtroppo, si sono verificate per il passato.

Il problema delle dimensioni di un alveo atto a contenere le piene non presenterebbe difficolta' notevoli ove, risolto il problema in base ai dati idrologici e alle leggi delle correnti idriche, potesse essere assicurata una continua e costante manutenzione per far fronte ai problemi del trasporto solido. Ma una tale possibilita', anche se fosse economicamente conveniente, per lo meno allo stato attuale della nostra legislazione non appare assicurabile. Comunque essa potrebbe piu' facilmente essere presa in considerazione se l'aliquota di sabbie e ghiaie che si andasse a depositare nelle aste terminali, una volta ristrette in assegnate dimensioni, fosse la parte del trasporto solido, proveniente da monte, di molto inferiore all'altra che raggiunge il mare.

Alla riduzione, se non addirittura all'eliminazione totale dei depositi in alveo aspirerebbe la soluzione spesso vagheggiata, della completa sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani, se con essa si potessero far giungere acque chiare o quasi alle aste terminali. Che anzi, ove si raggiungesse un tal fine, sembrerebbe possibile attendersi dall'azione delle acque un effetto erosivo che porterebbe alla formazione di un congruo alveo, naturalmente scavato negli attuali greti delle fiumare. In tale evenienza l'azione delle forze naturali potrebbe essere facilmente accompagnata da non costosi lavori di scavo artificiale, onde raggiungere piu' rapidamente una condizione di sicurezza che per molti versi appare quella sopratutto auspicabile. A raggiungere tal fine e' stato inteso l'intenso lavoro con cui da un secolo, e con maggiore intensita' negli ultimi decenni, si vanno eseguendo opere di imbrigliamento e sistemazioni idraulico-forestali su tutti i torrenti calabri. Non puo' pero' affermarsi che a tutt'oggi il successo sia stato tale da consentire, sia pure in un certo numero di fiumare, l'avvio di opere di inalveazione al di sotto del greto attuale, e quindi anche dei terreni latistanti.

Si potrebbe obbiettare dai propugnatori delle sistemazioni di monte che il mancato successo e' dovuto ad una dispersione degli interventi, per cui in nessun torrente il bacino e' stato interamente sottratto a fenomeni franosi o di erosione superficiale. Si potrebbe ancora obbiettare che in molti casi

opere di imbrigliamento sono state erroneamente realizzate non al fine di arrestare un fenomeno di erosione in atto, ma piuttosto al fine di trattenere il materiale in un tronco gia' di per se' sottoposto ad interrimento. Si aprirebbe cosi' la polemica sulle possibilita' o meno di raggiungere in una regione con terreni alterati, spesso per grandi profondita', quale e' la Calabria, la stabilita' contro quello che e' il normale evolversi dei fenomeni naturali. Ma anche senza entrare in tale polemica e senza tener conto che dai dati raccolti il grado di dissesto del bacino risulta elemento di minore importanza sul valore delle pendenze di fondo delle aste terminali, puo' affermarsi che in attesa di un eventuale risultato piu' efficace delle sistemazioni montane, il tecnico, che debba affrontare il problema della inalveazione delle aste terminali, possa tener conto degli interventi di monte solo come un ulteriore margine di sicurezza per la conservazione delle opere che si appresta ad eseguire in basso.

D'altra parte poiche' qualsiasi inalveazione di un'asta terminale impone la scelta di opportune dimensioni della sezione idrica e di idonea pendenza di fondo, la possibilita' di avere un'alveo incassato nell'attuale greto di tanto da contenere anche le maggiori piene, si risolverebbe nella possibilita' di adottare un minor franco. Il problema fondamentale cioe' del proporzionamento delle sezioni idriche dell'alveo artificiale da sostituire all'ampia fascia di terreno, su cui per il passato le acque potevano senza danno divagare, non subisce sostanziali modifiche anche nell'ipotesi che si ottenga una sostanziale riduzione del trasporto solido in arrivo da monte.

Eccetto casi non frequenti in cui si e' fatto ricorso ad opere di completa canalizzazione, per il passato l'inalveazione delle aste terminali e' stata di solito ridotta alla semplice delimitazione del greto esistente. La posizione altimetrica delle nuove opere e la distanza da una sponda all'altra e' stata per lo piu' suggerita da situazioni locali. La pendenza di fondo e' coincisa con quella preesistente, perche' quasi sempre le opere venivano eseguite al fine non tanto di una completa sistemazione dell'asta terminale, quanto della difesa di terreni di maggior pregio agrario o di infrastrutture o di insediamenti siti ai lati della fiumara. Molto spesso, percio', la larghezza di greto racchiusa tra le opere di delimitazione dell'alveo non ha tenuto conto dei deflussi del bacino sotteso dell'asta terminale, sicche' oggi corsi con piccoli bacini finiscono in fasce alluvionali larghe, o addirittura larghissime, mentre a bacini

di media grandezza seguono aste terminali larghe talvolta solo poche decine di metri. Il caso di larghezza decisamente insufficienti e' pero' diventato piuttosto raro, se non e' addirittura scomparso, dato che gli eventi stessi hanno provveduto a dimostrarne il difetto.

Si puo' in definitiva affermare che a tutto oggi la sistemazione delle aste terminali non e' proceduta con organico piano. Ma va subito aggiunto che ben poco la letteratura tecnica suggerisce a chi e' chiamato ad operare spesso con limitatissimi mezzi e con l'urgenza della soluzione dei problemi locali.

Si e' ripetuta cosi', anche talvolta negli ultimi decenni, la prassi di realizzare opere di difesa, sparse un po' dappertutto, con la stessa frammentarieta' contro cui gia' le leggi Borboniche avevano cercato di dar riparo.

Nei casi in cui la larghezza del nuovo alveo arginato e' stata oggetto di un calcolo preliminare, questo e' stato soprattutto rivolto alla determinazione delle portate di piena e della sezione idrica atta ad assicurare il loro deflusso. Generalmente in base alla pendenza del greto preesistente si e' andato a determinare la distanza tra gli argini e la loro altezza.

Questi criteri possono facilmente dar luogo ad inconvenienti, perche' le larghezze d'alveo cosi' calcolate sono quasi sempre minori di quelle risultanti dall'esito di opere fatte senza un generale scopo di arginamento, sicche' la persistente tendenza ad interrirsi delle aste terminali puo' avere piu' rapido effetto a causa della piccola superficie lasciata a disposizione al depositarsi delle alluvioni. Pertanto nell'impostare la sistemazione di un'asta terminale, che in generale consistera' nell'assegnare distanza ed altezza delle sponde, il piu' delle volte costituite da argini, occorre stabilire, in via preliminare e preminente, il significato da dare alla pendenza di fondo del greto esistente.

All'uopo le considerazioni e le notizie a carattere generale in precedenza esposte andranno accompagnate da un accurato esame dei caratteri morfologici e fisici del bacino sotteso. Inoltre l'effettiva situazione di compenso o meno, dell'attuale pendenza dell'asta in istudio andra' vagliata anche, attraverso un confronto della sua capacita' di trasporto solido in rapporto a quella del tronco d'alveo a monte, in corrispondenza sia della portata efficace che di portate piu' frequenti (¹).

(¹) Nei riguardi delle portate piu' frequenti non va dimenticato che sul loro valore puo' incidere la possibilita' di dispersione delle acque superficiali nella falda freatica della fascia costiera, per cui nel percorso dallo sbocco nel piano, al mare, i deflussi in superficie possono sensibilmente diminuire, i piu' piccoli addirittura scomparire.

Va in proposito ricordato che nei precedenti capitoli si e' fatto riferimento solo alla portata efficace, non perche' a vesse una importanza particolare, ma soprattutto per consentire il confronto tra fiumare diverse in corrispondenza di una porta ta che avesse per tutte lo stesso significato. E cio' sembra le cito tanto piu' in quanto la affinita' di distribuzione delle precipitazioni nel tempo, posta in chiara evidenza dalla legge di distribuzione delle $h_t(T)$ nelle quattro zone pluviometriche in cui si puo' suddividere la Calabria (fig. 2), puo' accettarsi in via approssimativa per l'intera Calabria.

Ove dall'esame delle condizioni attuali della fiumare risultasse che alla pendenza esistente, inferiore a quella di com peñso, corrisponda la probabilita' di un rapido interrimento in caso di inalveazione, ci si trovera' di fronte alla seria diffi colta' di cercare di dare alle acque un percorso, cui corrispon da una maggiore pendenza, diverso da quello attuale. Ove cio' non fosse possibile, come generalmente accade, non restera' che tener conto della precarieta' della inalveazione che si andra' a fare. In particolare sara' opportuno abbondare nel fissare la larghezza del nuovo alveo, in modo da consentire quando lo interrirsi dell'alveo lo richiedesse, di costruire un secondo ordine di argini nell'interno del letto interrito, come a volte e' stato fatto per il passato.

Fissata la pendenza, nel successivo sviluppo degli studi per la sistemazione, si presentera' la necessita' di scegliere tra coppie corrispondenti di valori della larghezza dell'alveo e dell'altezza delle sponde. Poiche' in genere la spinta alla e secuzione delle opere deriva dal desiderio di riscattare terreni soggetti ai danni delle piene, la scelta tendera' a ricadere sulle minori larghezze, compatibili con altezze non eccessive degli eventuali argini e con gli eventuali motivi di cautela suggeriti da preoccupazioni sulla stabilita' della pendenza di fondo. Tale criterio di scelta impone di conseguenza di dare risposta al quesito se la capacita' di trasporto solido diminuisce od aumenta quando una corrente passa da un alveo ad altro piu' stretto.

Dalle esperienze di laboratorio, sopra ricordate, si sa in effetti che la larghezza del letto sabbioso, a parita' di sabbia, portata idrica e pendenza, ha scarsa influenza sul trasporto solido. Il restringimento quindi non e' causa che faccia temere una riduzione del trasporto solido, se l'alveo resta suffi cientemente largo nei riguardi dei deflussi, cosi' come lo si e' tenuto nelle esperienze di Napoli, e cosi' come accade gene-

ralmente nelle aste terminali.

Occorre, pero', dare qualche precisazione al riguardo. Sembra possibile suggerire che, per essere sicuri di trovarsi in condizioni analoghe a quelle di laboratorio, il rapporto tra tirante idrico, calcolato in base alle leggi del moto uniforme, e diametro del ciottolo di maggiori dimensioni presente in alveo non superi il valore di 10. Ed ancora, calcolata per l'alveo ristretto la portata solida in base alle formule piu' frequentemente accettate (*) si confrontera' detta portata solida con quella desumibile dalla curva di fig. 21. Se la seconda e' maggiore della prima l'alveo puo' ritenersi sufficientemente largo.

Se il nuovo alveo non fosse sufficientemente largo, il che potrebbe accadere anche solo per le maggiori piene, elaborazioni eseguite in base alle formule sul trasporto solido indicano che, a parita' degli altri parametri, al ridursi della larghezza aumenta il trasporto solido finche' hanno scarso peso gli sforzi resistenti sulle pareti laterali.

Invero se il raggio idraulico diventa notevolmente minore del tirante idrico, come accade per le sezioni non larghe, l'uso delle formule sul trasporto solido viene reso complesso per la necessita' di tener conto dell'effetto delle sponde, il che puo' portare ad una riduzione della portata solida, come si e' constatato anche per via sperimentale a Napoli. In effetti in alcune prove con letto sabbioso largo 0.20 m si sono avute, a parita' di tutte le altre grandezze, maggiori portate solide che con letto largo 0.10 m. Comunque sembra scarsamente probabile che nella inalveazione di una fiumara si giunga a sezioni idriche in cui il raggio idraulico differisca apprezzabilmente dal tirante d'acqua.

Escluso percio' il caso di eccessivo restringimento, da quanto esposto parrebbe senz'altro lecito, nella sistemazione di un'asta terminale, ridurre anche notevolmente la larghezza d'alveo, naturalmente a prescindere dalle considerazioni anzi fatte sui possibili interrimenti, se la pendenza fosse lontana da condizioni di compenso.

(*) Di esse ricorderemo quelle piu' teoriche di Einstein o di Kalinske e quella di piu' agevole uso, anche se strettamente empirica, di Meyer-Peter e Müller.

Ma anche con pendenza di compenso non vi e' dubbio che le formule sul trasporto solido, pur avendo avuto il conforto di molte ricerche sperimentali, trovano la loro limitazione proprio nella notevole dispersione dei dati sperimentali. Si sono osservate cioe', a parita' di tutte le altre grandezze, portate solide anche notevolmente differenti tra loro. A Napoli con letto largo 0,60 m e sabbia grossa, indipendentemente dalle fluttazioni momentanee intorno al valor medio di cui si e' detto parlando delle prove, si sono avute oscillazioni delle portate solide medie da 1 a 2, o addirittura da 1 a 3. Per avere quindi qualche informazione sugli effetti di tale dispersione, che potrebbe anche con adeguata pendenza di fondo creare situazioni temporanee di interrimento, ci si e' avvalso ancora una volta della canaletta di Laboratorio. All'uopo in essa ad un primo tronco, lungo 11 m, largo 0,60 m, si e' fatto seguire un secondo lungo 7 m, largo in una prima serie di esperienze 0,10 m, in una seconda serie 0,20 m. Le prove sono state eseguite con la sabbia grossa per la quale si era avuta la maggior dispersione dei risultati sperimentali. Nella tabella 6 sono raccolti i valori delle pendenze di fondo misurati contemporaneamente nei due successivi tronchi.

Pur dovendosi ammettere un rapido adeguamento nel tronco ristretto tra pendenza e trasporto solido proveniente da monte, e' evidente che la contemporaneita' dei due valori delle pendenze non significa una loro stretta correlazione, tanto piu' che nel tronco largo la portata solida oscilla, anche ampiamente, intorno al valor medio. Pur tuttavia se si fa riferimento alle prove in cui nel tronco a monte sono sussistite per piu' lungo tempo condizioni di regime, e' lecito dedurre che la pendenza di valle e' restata notevolmente inferiore a quella di monte, specie per le portate idriche minori, cioe' proprio quelle per cui si sono riscontrate le maggiori dispersioni sperimentali.

Si puo' percio' affermare che, salvo il caso di restringimento eccessivo e nonostante la possibilita' di piu' rapido adeguamento della pendenza di fondo alla portata solida in arrivo, il restringimento dell'alveo non riduce la capacita' di trasporto, anche nei riguardi di eventuali oscillazioni temporanee delle portate solide.

In definitiva, dei due parametri che ragioni teoriche e l'esperienza fatta nel passato additano quali fondamentali per il buon esito di una sistemazione, puo' dirsi che:

TABELLA 6

Esperienza		Portata idrica (l/sec)	Canaletta ristretta da cm 60 a cm	Tempi	PENDENZE SUCCESSIVE		Trasporto solido $G'_s \cdot 10^m$ (Kg/sec.)
Data	N°				nel tronco largo cm 60	nel tronco ristretto	
29/1/62	186	1.5	10	150'	3,43	2,90	
				300'	3,53	2,60	
1/2/62	187	1.5	10	60'	3,33	1,90	8,1
				120'	3,39	2,35	8,5
				180'	3,31	2,00	9,8
				240'	3,22	2,50	7,3
				300'	3,15	2,45	13,4
2/2/62	188	1.5	10	60'	3,59	2,02	13,3
				120'	3,55	1,72	7,2
				180'	3,40	1,92	8,5
				240'	3,30	2,42	7,9
				300'	3,23	2,62	9,6
11/2/62	189	3.0	10	60'	3,42	2,45	24,8
				120'	3,25	2,60	26,3
				150'	3,30	2,50	37,3
12/2/62	190	3.0	10	30'	3,30	2,97	35,9
				60'	3,29	3,07	36,5
				120'	3,29	2,65	42,0
				180'	3,19	2,67	32,1
				240'	2,78	2,50	35,5
24/2/62	191	1.5	20	0'	3,50	0,00	
				60'	3,98	2,05	
				120'	4,05	2,22	8,0
				180'	3,92	2,67	6,7
				240'	3,89	2,65	11,2
				300'	3,82	3,30	14,1
				360'	3,66	3,25	18,2
				420'	3,81	2,85	10,9
				480'	3,83	2,82	16,1
5/3/62	192	1.5	20	60'	4,04	1,95	11,8
				120'	4,08	2,07	15,4
				180'	3,78	2,75	12,5
12/3/62	193	3.00	20	0'	3,05	0,00	
				60'	3,91	3,10	41,0
				120'	3,88	3,30	55,1
				180'	3,80	3,37	47,6
				240'	3,53	3,02	52,5
15/3/62	194	3.00	20	60'	3,83	2,92	43,4
				120'	3,74	3,12	46,4
				180'	3,75	3,17	46,6
28/3/62	195	0.75	20	0'	3,31	2,65	
				60'	3,57	2,85	4,4
				120'	3,78	2,75	4,8
				180'	3,76	2,60	4,1
				240'	3,81	2,17	4,1
				300'	4,01	2,15	1,9
				360'	4,09	1,82	1,3
				420'	4,17	2,05	2,0
				480'	4,26	2,47	2,2
				540'	4,23	2,52	1,2

(1) I tempi indicati sono quelli nei quali si e' proceduto ai rilievi delle pendenze e sono contati progressivamente a partire dall'istante zero di inizio esperienza.

la pendenza da assegnare alla inalveazione di un'asta terminale deve dar garanzia che il trasporto solido in arrivo da monte possa venir convogliato per intero fino al mare;

in tal caso la larghezza del nuovo alveo ha scarsa importanza ai fini della conservazione delle opere e puo' essere assunta notevolmente piccola, purche' tirante idrico e raggio idraulico siano ancora praticamente coincidenti.

Tipi di sistemazione.

Nella decisione finale circa le dimensioni da dare alla larghezza di una nuova inalveazione e quindi all'altezza delle sponde, interviene, ed in modo importante, il tipo di opere che si intende realizzare. Si potra' infatti pensare di eseguire: o completa canalizzazione, a fondo, e pareti fisse; o l'erezione di argini laterali continui a delimitare la striscia di greto entro cui lasciar fluire le acque; od infine opere discontinue, rappresentate da pennelli le cui estremita', con la loro disposizione planimetrica, dovrebbero guidare le acque lungo un percorso preordinato.

In breve cenno storico, va ricordato che, quando nei secoli scorsi si vollero difendere i terreni adiacenti ai greti delle fiumare, si fece quasi esclusivamente ricorso a muri arginali. Questi, in corrispondenza di zone densamente abitate, nel volger del tempo assunsero completa continuita' almeno dallo sbocco della gola montana, nella fascia costiera e fino al mare, come ad esempio nelle zone circostanti Reggio Calabria e Messina.

Da quando nel decennio 1930-40' vennero iniziate opere di bonifica integrale, oltre che ad argini murari, frequente e' stato il ricorso ad arginature in terra, quasi sempre con le pareti verso l'alveo rivestite da lastroni cementizi.

Inoltre dapprima a titolo di difesa locale, e piu' recentemente in organico sistema di completa difesa, si e' andato diffondendo l'uso di pennelli sia in struttura muraria sia in gabbionate. Quando ai pennelli si e' fatto ricorso per una completa difesa, essi sono stati disposti in due file contrapposte allo scopo di far defluire tra i loro estremi le acque in una stretta striscia del greto esistente.

Infine, soprattutto negli ultimi tempi, in casi di particolare importanza delle aree da difendere, sono state effettuate

complete canalizzazioni, sia con pieno successo, sia viceversa con netto insuccesso, essendosi verificato il rapido interrimento dell'opera.

La scelta tra l'uno e l'altro tipo di sistemazione e' ovviamente determinato da considerazioni di costo in relazione al fine da raggiungere. E' evidente che alla canalizzazione completa corrispondono i piu' alti costi di costruzione, ma il minor sacrificio di terreno; situazione intermedia si verifica per alvei delimitati da arginature continue; alle opere discontinue i costi meno elevati ed il maggior sacrificio di terreno che resta soggetto ai danni delle piene.

Canalizzazione completa

Nel caso della canalizzazione completa, l'alveo artificiale, che si va a creare, dimensionato in base alle consuete formule del moto uniforme di correnti idriche, risulta notevolmente ristretto rispetto alle larghezze del greto a monte. Ne' si puo' rinunziare a tale restringimento, perche' altrimenti le alluvioni tenderebbero a coprire almeno in parte il fondo che non avrebbe piu' motivo di essere reso fisso, ed inoltre si perderebbe il vantaggio di grande recupero di terreno offerto dalla soluzione. Ma proprio le ridotte larghezze dell'opera rendono piu' preoccupante il rischio di rapido interrimento.

In base alle formule sul trasporto solido che la letteratura tecnica fornisce, si puo' invero tentare una valutazione del trasporto solido, che la canalizzazione puo' consentire, e dei rischi, cui si va incontro, in raffronto alla capacita' attuale del greto della fiumara di convogliare a mare le sabbie e ghiaie in arrivo da monte. Si deve pero' subito dire che secondo tali valutazioni ci si trovera' quasi sempre in condizioni favorevoli alla conservazione dell'efficienza della canalizzazione. Tuttavia le forti oscillazioni delle portate solide, che accompagnano il deflusso di correnti idriche in un largo letto alluvionale, lasciano temere che verifiche fatte con formule in cui intervengono le portate medie, possono cadere in difetto in particolari momenti della vita dell'opera.

Per eliminare tale timore, si e' ritenuto opportuno eseguire in Laboratorio un certo numero di prove in proposito. All'uopo, cosi' come nelle esperienze su letto sabbioso ristretto, di

cui si e' detto poco prima, ad un tronco iniziale di canale lungo 11m, largo 0,60 m, con fondo in sabbia grossa, tenuto ad assegnata pendenza media, si e' fatto seguire un secondo tronco ristretto a fondo fisso, in cui pertanto non poteva verificarsi il continuo modificarsi del letto sabbioso, osservabile con fondo mobile, come nelle prove citate in tab. 6.

In un primo gruppo di prove al tronco in sabbia faceva seguito un canale in legno, di sezione poligonale (¹), ma molto prossima alla rettangolare, con larghezza di 15 cm, cui vennero assegnate pendenze di fondo $i_f = 0,10;\ 0,15;\ 0,20;\ 0,35$.

Le prove furono eseguite con portate idriche comprese tra 0,75 e 3,5 l/sec.

In queste prime prove fu possibile osservare che il materiale solido scorre con irregolare distribuzione sul fondo ed in particolare con un susseguirsi di fasi di trasporto piu' intenso ad altre meno intense, come del resto e' stato in genere osservato nelle correnti eterogenee di acqua e sabbia. A fasi di lieve deposito seguono altre di rimozione del materiale solido sul fondo con una certa periodicita', probabilmente non solo in dipendenza delle fluttazioni della portata solida in arrivo, ma anche della precaria situazione che puo' seguire all'arresto di piccole quantita' di sabbia. Le fasi di deposito tendono ad allungarsi nel tempo con il diminuire della pendenza della canaletta fissa e, perdurando, possono portare ad un vero e proprio lento interrimento. Questo pero' diventa molto rapido non appena si verificano esondamenti dal canale, in quanto la corrente nel tratto, in cui esonda, non riesce a trascinare il materiale solido fuori del canale, che ne resta ostruito. Tale ostruzione fa propagare rapidamente l'esondazione e il conseguente interrimento verso monte, sicche' in tutte le condizioni sperimentali, una volta verificatosi in un punto l'esondamento, il tronco di canaletta a monte, in pochi minuti, si e' completamente riempito di sabbia. Tale risultato sperimentale e' da tener presente ai fini dei margini di sicurezza da assumere quando si va a canalizzare in modo completo una fiumara.

Comunque quando al canale in legno e' stata data inclinazione $i_f = 0,035$, di poco inferiore a quella $i = 0,037 \div 0,038$

(¹) La sezione del canale venne prescelta con approssimati criteri in similitudine a quella progettata per il Torr. Calopinace, di cui l'intera installazione di Laboratorio poteva considerarsi modello.

del letto sabbioso a monte, non si verificarono interrimenti, ne rapidi ne' lenti.

A integrare il primo gruppo di prove, in un secondo tempo si prese in esame il funzionamento di una canaletta, in cemento, semicircolare, di diametro 0,125 m, che raccoglieva la corrente proveniente dal consueto letto, largo 0,60 m, in sabbia grossa.

In queste prove particolare attenzione venne data al raccordo tra l'uno e l'altro tronco di canale, raccordo che venne realizzato in tre diversi tipi:

una soglia che sbarrava trasversalmente il letto di sabbia meno che al centro, dove attraverso un'apertura di 0,125 m la acqua accompagnata da due tavolette ai lati ricadeva con un brusco salto nella canaletta in cemento;

un raccordo graduale a pareti verticali che dalle sponde a distanza di 0,60 m accompagnava la corrente all' apertura di 0,125 m e successivo brusco salto;

lo stesso raccordo di cui sopra, ma con fondo in legno a quota del ciglio superiore del salto.

Invero le prove posero in evidenza che nell'ultimo tronco del letto sabbioso, quando semplicemente sbarrato, la corrente tendeva in certi periodi a depositare sull'uno o sull'altro lato a monte del salto, ed in fasi successive ad erodere i depositi in precedenza formatisi. Al cambio dall'una all'altra fase molto spesso si accompagnava lo spostamento della corrente da un lato all'altro del canale e, per quanto si poteva osservare visivamente, anche variazioni dell'intensita' del trasporto solido nel primo tronco della canaletta in cemento a valle del salto. Detti fenomeni si attenuarono, ma non scomparvero del tutto con gli ultimi due tipi di raccordo su descritti. Inoltre nel tronco a valle del salto la forte agitazione, che ne seguiva, si esplicava sia in un forte rimescolamento del materiale solido, sia in moti trasversali secondari del liquido. Solo piu' avanti, a distanza di uno o due metri dal salto, la corrente si regolarizzava e in corrispondenza si avevano le maggiori fasi di deposito, per cui eventuali esondamenti ed interrimenti avevano di solito origine in questo punto e retrocedevano verso monte.

Alla canaletta in cemento vennero date tre pendenze, $i_f = 0,030;\ 0,035;\ 0,040$, inferiori o praticamente pari a quella $i = 0,041$ del letto sabbioso a monte: le prove furono eseguite con la portata di 3 l/sec. Una serie di prove, soprattutto rivolta al funzionamento dei tre raccordi, venne eseguita anche con portata di 1,5 l/sec, e con canaletta a pendenza 0,04

La forma della canaletta favoriva il concentrarsi del trasporto solido in una striscia di larghezza e spessore variabili, e lungo la canaletta e nel tempo, che talvolta raggiungevano entita' apprezzabili.

Durante le prove con Q = 1,5 l/sec, non si ebbero mai interrimenti della canaletta; da esse si trasse solo notizia della modesta influenza dell'uno o dell'altro tipo di raccordo sul funzionamento a valle del salto tra il tronco in sabbia e la canaletta.

Durante le prove con Q = 3,0 l/sec si verificarono sal - tuariamente fenomeni di esondamento ed interrimento della canaletta, in ogni condizione, anche con la pendenza 0,04, seppure eccezionalmente. In effetti dove la corrente a valle del salto ritornava regolare, con lo spegnersi dell'agitazione interna e dei moti ondosi trasversali, la sabbia, che in precedenza era tenuta quasi in sospensione dalla intensa turbolenza creata dal salto, ritornava a scorrere sul fondo. Contemporaneamente poi - che' l'energia della corrente idrica era inferiore a quella del moto uniforme, in corrispondenza del ritorno alla regolarita' si avevano i massimi tiranti idrici, avendo inizio un tronco di corrente accelerata. Tutto cio' favoriva esondamenti ed interrimenti.

Gli interrimenti riscontrati vanno quindi messi in relazione, piu' che alla sagoma dell'imbocco, alla presenza del brusco salto. Di conseguenza va suggerito che il passaggio al tronco canalizzato venga accompagnato da un conveniente scivolo che eviti i fenomeni osservati al piede del salto brusco.

Dalle prove e' emersa quindi l'opportunita', al fine di assicurare un buon funzionamento della eventuale canalizzazione, di dare ad essa pendenza non minore di quella del letto sabbioso, sezioni prossimamente rettangolari, nonche' conveniente sagoma al tronco di raccordo tra letto sabbioso e inizio del canale.

Va infine ricordato che ai fini di garantire meglio la conservazione della canalizzazione possono convenire vasche di deposito delle sabbie, di idonea superficie, a monte dell' opera d'imbocco. Tale prassi e' stata particolarmente seguita nella sistemazione dei torrenti che incombono sull'area urbana di Los Angeles dove, nell'intento di mantenere sgombre le vasche di deposito all'inizio delle canalizzazioni, gli Uffici preposti alla conservazione delle opere idrauliche sogliono dare ad Imprese private la concessione di estrarre sabbia dalle vasche stesse.

Inalveazione mediante argini.

Una larga esperienza ha posto in evidenza vantaggi e difetti di una sistemazione basata sulla delimitazione del corso delle piene mediante arginature continue.

Con la chiara delimitazione dell'alveo si ha subito una larga fascia di terreni riscattati all'agricoltura o ad altre utilizzazioni. Piene eccezionali, che determinino tracimazioni degli argini, specie se favorite da fenomeni di interrimento, rappresentano pero' un pericolo sempre immanente.

Nel precedente capitolo sono stati discussi gli elementi che nella preoccupazione degli interimenti vanno valutati nel fissare la distanza tra gli argini. In particolare si e' messo in evidenza che, se la pendenza del greto alluvionale puo' ritenersi praticamente quella di compenso, il restringere le sezioni idriche non riduce la capacita' di trasporto dei materiali solidi, se non quando il restringimento porti a far risentire l'effetto delle pareti laterali, cioe' praticamente quando raggio idraulico e tirante idrico assumono valori apprezzabilmente diversi.

Ma anche quando si ha motivo di tranquillita' ai fini degli interrimenti, resta sempre vivo il timore di tracimazione degli argini per portate idriche eccezionali. Altro pericolo, che va considerato, e' rappresentato da fenomeni locali di erosione ai piedi delle sponde.

In relazione a tali pericoli vanno discussi i due tipi piu' frequentemente adottati di arginature.

Va in proposito ricordato che negli eventi piu' disastrosi verificatisi negli ultimi decenni, come venne posto in evidenza da Viparelli M. e Maione U. nella prima relazione della presente ricerca, si sono verificati crolli di vecchi muri d'argine, d'insufficiente stabilita' sin dall'origine, sottoposti all'usura del tempo e cimentati al massimo, forse per la prima volta, proprio durante le piene che ne hanno determinato il crollo. Tale esperienza deve portare, a parere di chi scrive, non tanto alla eliminazione in linea di principio dei muri arginali, ma piuttosto ad un adeguato loro proporzionamento, che ne renda anche meno gravose sorveglianza e manutenzione. Il muro arginale, strutturalmente efficiente, ha il vantaggio che non teme danno da parte delle acque che lo lambiscono, e che in caso di tracimazione da' luogo solo a lievi esondamenti distribuiti su lunghi tratti, come ad esempio avvenne sul S. Agata in Reggio Cala

bria, in occasione dell'alluvione del 1953 disastrosa nei vicini torrenti.

Gli argini in terra, con le pendenze in gioco, vanno, nel caso delle fiumare Calabre, soggetti, per azioni delle correnti da essi contenute a notevoli danni sulle facce interne, per cui in pratica si e' sentita la necessita' di proteggerli mediante rivestimenti cementizi. Questi pero' vanno soggetti a scalzamenti al piede, e richiedono percio' adeguate fondazioni. Aumentano cosi' i costi degli argini in terra avvicinandosi a quelli degli argini in muratura, mentre il pericolo, in caso di tracimazione, e' certamente piu' grave per i primi che per i secondi.

A proteggere il piede degli argini, in muratura o in terra che siano, si e' fatto frequente ricorso a piccoli pennelli, disposti a brevi intervalli lungo il loro piede. L'esperienza pero', non appare molto favorevole a tale provvedimento.

Si sono verificati talvolta danni all'argine, che si voleva proteggere, per l'erosione localizzata determinata proprio dalla presenza di uno di detti pennelli. Inoltre quasi sempre, quando investito, il pennello viene danneggiato, per cui si richiedono immediati interventi manutentori. Pertanto, al risparmio che si riesce ad ottenere nella spesa delle fondazioni con la fila di piccoli pennelli si contrappone un maggiore onere di manutenzione. D'altra parte l'esperienza, nonostante le piccole continue oscillazioni locali dei greti, non ha posto in evidenza insufficienze di fondazioni di muri d'argine, di solito profonde 1 o 2 m, a meno di qualche rarissimo caso di tronco d'alveo entrato nettamente in erosione a causa di lavori di trattenuta del materiale solido a monte o di scavo a valle.

Certamente inutili, ai fini di ridurre le profondita' di fondazione, sono soglie e salti di fondo, che pure vengono frequentemente costruiti nell'interno delle arginature. In genere tali opere vengono sommerse sotto le alluvioni, che si vanno depositando, di talche' si e' avuto piu' volte occasione, in dipendenza di oscillazioni locali del greto, di vedere spuntare delle piccole parti di esse, per il resto completamente interrite e pertanto inutili.

Addirittura dannosa e' la prassi di costruire dette opere con savanella centrale che dovrebbe avere lo scopo di tenere concentrate le acque in mezzeria dell'alveo, a distanza dalle sponde. Nel periodo che precede il momento in cui tutto viene coperto dalle alluvioni, quelle savanelle sono causa di grandi erosioni locali con possibili danni. Molto espressiva al riguardo, anche se leggermente paradossale, e' la fotografia di una esperienza fatta in Laboratorio. Si tratta di una situazione certamente molto istruttiva sugli imprevedibili effetti di opere trasversali rispetto alla direzione generale della corrente (v.All. C).

A riepilogo di quanto osservato, in caso di arginature continue appare consigliabile dare la preferenza ai muri rispetto ai rilevati in terra con rivestimento delle sponde. Inoltre una buona fondazione appare preferibile ad ogni tipo di difesa in cui, con opere trasversali all'alveo, si voglia assicurare la difesa da scalzamenti al piede.

Difese discontinue.

Quando si rinuncia ad eseguire opere spondali continue e si affida la sistemazione dell'asta terminale a lunghi pennelli in due file tra loro opposte, e' evidente che le acque di piena possono ancora invadere ampie superfici di terreno, che restano percio' in condizioni precarie ai fini di eventuali utilizzazioni.

Tale tipo di sistemazione viene fatto ad analogia di quanto si suol fare in corsi d'acqua perenni. In questi ai pennelli disposti sotto i livelli idrici minimi, si richiede che, favorendo le erosioni tra le punte opposte e i depositi tra pennello e pennello, determinino l'approfondimento della parte dell'alveo in cui la corrente viene concentrata. Un effetto del genere non e' evidentemente da attendersi che in via di eccezione nelle aste terminali delle fiumare in cui lungo il percorso delle acque sono da attendersi generalmente fenomeni di deposito piuttosto che di erosione. Di conseguenza i pennelli potranno servire di guida alle acque, ma non daranno luogo nel tempo ad un alveo inciso nelle alluvioni.

Di fronte alla modestia dei vantaggi offerti la sistemazione con pennelli offre pero' un minor rischio di interrimento, perche' piu' ampie sono le superfici su cui le acque in arrivo con il loro carico solido possono depositarne l'eccesso.

Tuttavia al minore effetto di interrimento si contrappone l'incertezza del modo con cui si verificheranno i depositi. E' accaduto talvolta che creandosi un salto idrico nel greto tra monte e valle di un pennello, la corrente ha determinato la rottura del pennello stesso, in un suo punto intermedio. Molto frequenti sono poi i danni alle estremita' dei pennelli e d'altra parte non raro e' il caso di pennelli che non vengono mai tocca

ti dalle acque.

Non appare cioe' facilmente prevedibile il comportamento di queste difese discontinue. Di conseguenza non possono avere particolare importanza la forma e l'orientamento dei pennelli, od anche solo delle loro estremita' verso l'acqua, cui talvolta e' sembrato doversi attribuire particolari effetti.

In queste incertezze vanno, a maggior grado, viste le opere di difesa locali che talvolta conseguono effetti opposti a quelli per cui erano state disposte.

Le considerazioni ora fatte portano a concludere che, mentre con le arginature continue gli effetti voluti vengono sicuramente ottenuti, con le difese discontinue solo l' esperienza successiva alla loro realizzazione potra' dire quali effetti si saranno conseguiti. Forse una diffusa indagine sulle molte opere eseguite negli ultimi anni potrebbe risultare di utilita' per chiarire i dubbi che si sono prospettati sulla efficacia delle difese discontinue, o addirittura locali, mediante pennelli.

Criteri progettuali.

In quanto precede si sono discussi gli elementi da tener presenti nella assegnazione dei parametri fondamentali e nella scelta tra i vari tipi di opere nel corso degli studi per la sistemazione dell'asta terminale. Naturalmente, nella scelta definitiva, al progettista spettera' da un lato determinare di caso in caso gli aspetti tecnici peculiari del problema in instudio, con particolare attenzione al significato della pendenza del greto esistente, dall'altro la ricerca della soluzione piu' conveniente in relazione agli aspetti economici nel senso piu' largo, ponendo a raffronto costi di costruzione, costi di manutenzione e finalita' delle opere.

Per determinare il costo di costruzione egli dovra' procedere, se il tipo di opera su cui si orienta lo richiedesse, al calcolo delle sezioni idriche.

All'uopo dovra' scegliere per il dimensionamento una portata di piena di frequenza abbastanza rara, ma ancora determinabile con una certa precisione. Parlare di piene centennali, o piu' rare, significa il piu' delle volte, direi sempre in Calabria, dare un numero la cui validita' e' estremamente dubbia e talvolta addirittura fantasiosa. Di conseguenza e' molto piu'

corretto assumere una piena di frequenza dai 10 ai 50 anni e poi fissare un conveniente franco alle opere, in dipendenza delle conseguenze di eventuali insufficienze.

Stabilita la portata, per il calcolo delle sezioni idriche il progettista fara' ricorso alle consuete formule del moto uniforme fissando un coefficiente di scabrezza corrispondente alla natura del fondo, se avra' fatto ricorso a canalizzazione a fondo fisso; ad un coefficiente di scabrezza da introdurre nella formula di Gaukler-Strikler pari a $K = \frac{26}{d_{90}^{1/6}}$, con d_{90} espresso in m, se il fondo e' costituito dal greto della fiumara.

Il lavoro svolto nel lungo periodo di tempo in cui e' durata la ricerca, ci sembra che abbia consentito di trarre delle conclusioni di sicuro interesse per chi e' chiamato a compiere opere di sistemazione in Calabria. Naturalmente non si puo' ritenere che tutto quanto e' necessario conoscere sia ormai noto, ne' che molti aspetti sul trasporto solido non meritino ulteriori indagini, sia pure per allargare la base sperimentale dei risultati gia' ottenuti. In particolare la ricerca sul trasporto solido in alvei molto larghi andrebbe a parere di chi scrive continuata in Laboratorio, mentre l'esame delle situazioni create da difese discontinue andrebbe intrapreso sulle sistemazioni effettuate nei piu' recenti anni.

D'altra parte il problema delle fiumare calabre, ed in genere dei tronchi alluvionati dei torrenti e' troppo complesso, perche' si possa pensare di darne soluzioni a carattere generale. A chi incombe l'onere del progetto di sistemazione di una fiumara non sara' percio' mai abbastanza raccomandato di esaminare attentamente il quadro generale e gli aspetti locali e dedurne quelle peculiarita' che rendano concreto il problema da risolvere.

INDICE

Parte I - RACCOLTA DEI DATI IN NATURA

Il problema delle aste terminali delle fiumare Calabre. pag. 7
Parametri atti a definire i caratteri morfologici dei bacini ..... " 22
Caratteri granulometrici dei materiali d'alveo ..... " 27
Pendenze delle aste terminali in relazione ai deflussi ed alla granulometria dei materiali d'alveo ..... " 29
Cenni geologici ..... " 39
Grado di dissesto dei bacini ..... " 48

Parte II - RICERCA SPERIMENTALE IN LABORATORIO

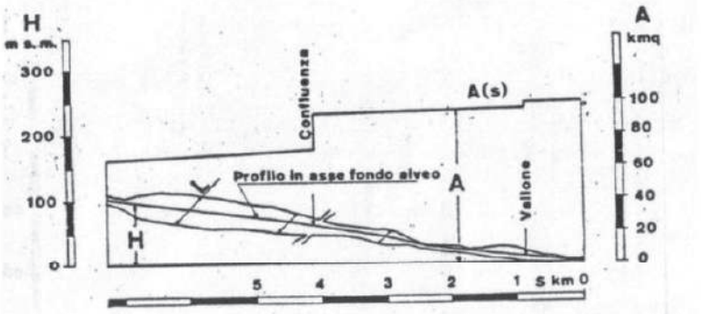
Determinazioni sperimentali sul trasporto solido in Laboratorio ..... " 51
Generalizzazioni dei risultati di Laboratorio ..... " 59

Parte III - DISCUSSIONE DEI DATI RACCOLTI

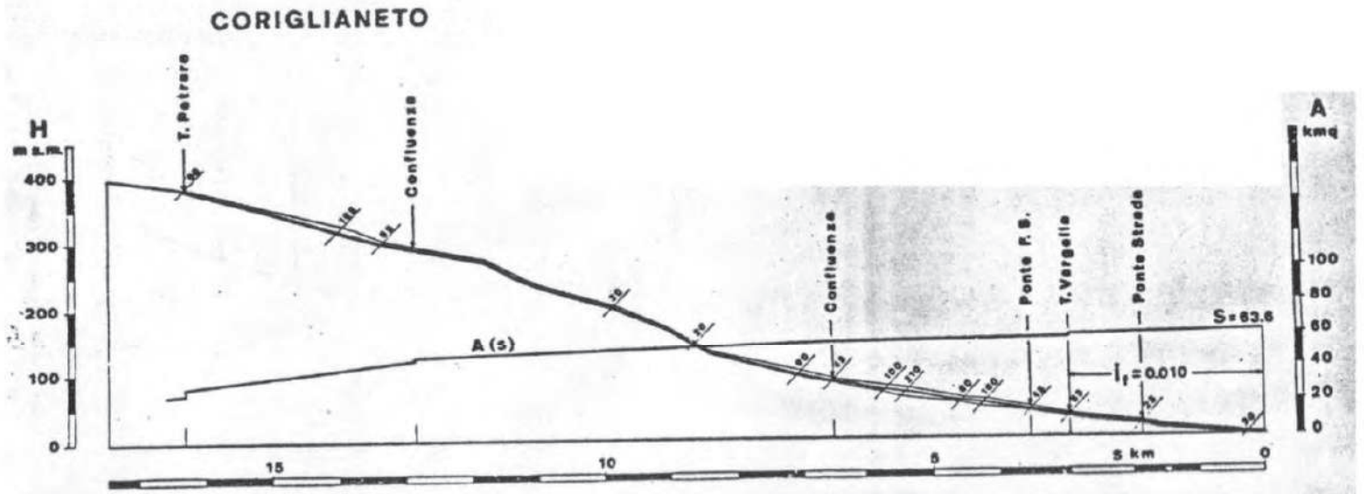
Significato delle pendenze attuali delle aste terminali. " 65
Fattori concorrenti alla formazione delle aste terminali ..... " 72

Parte IV - CRITERI DI SISTEMAZIONE

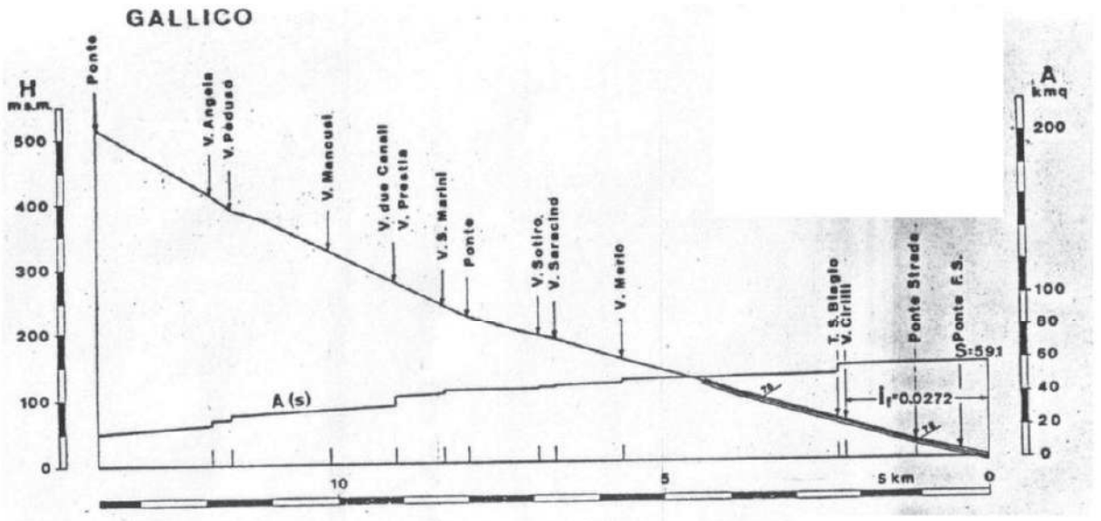
Parametri fondamentali ai fini della sistemazione di una asta terminale ..... " 76
Tipi di sistemazione ..... " 84
Canalizzazione completa ..... " 85
Inalveazione mediante argini ..... " 89
Difese discontinue ..... " 91
Criteri progettuali ..... " 92

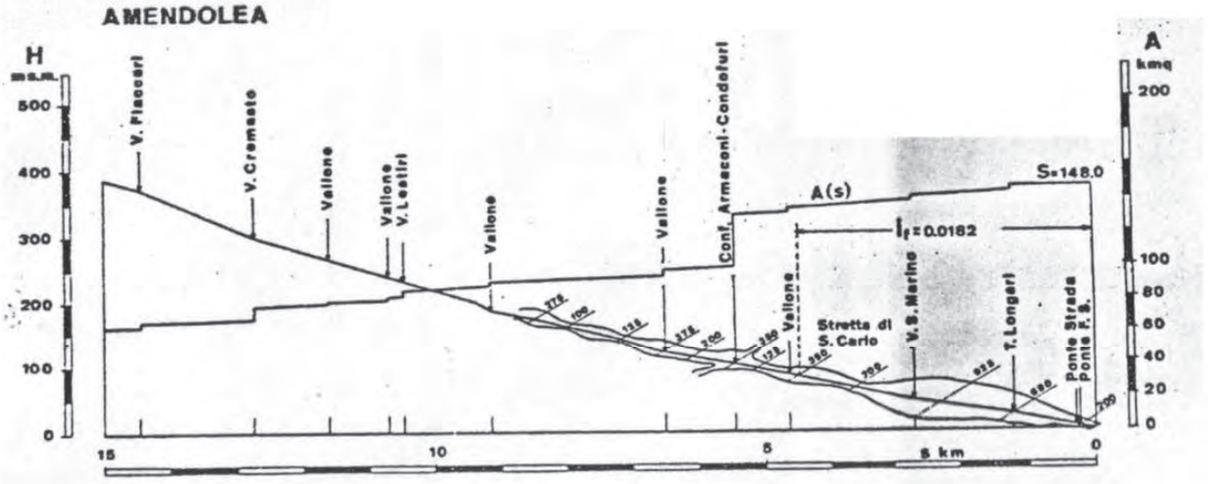


H m.s.m. Quote fondo alveo
S km Distanza progressiva dalla foce
A kmq Superficie del bacino sotteso dalla sezione di ascissa S
L m Larghezza dell'alveo

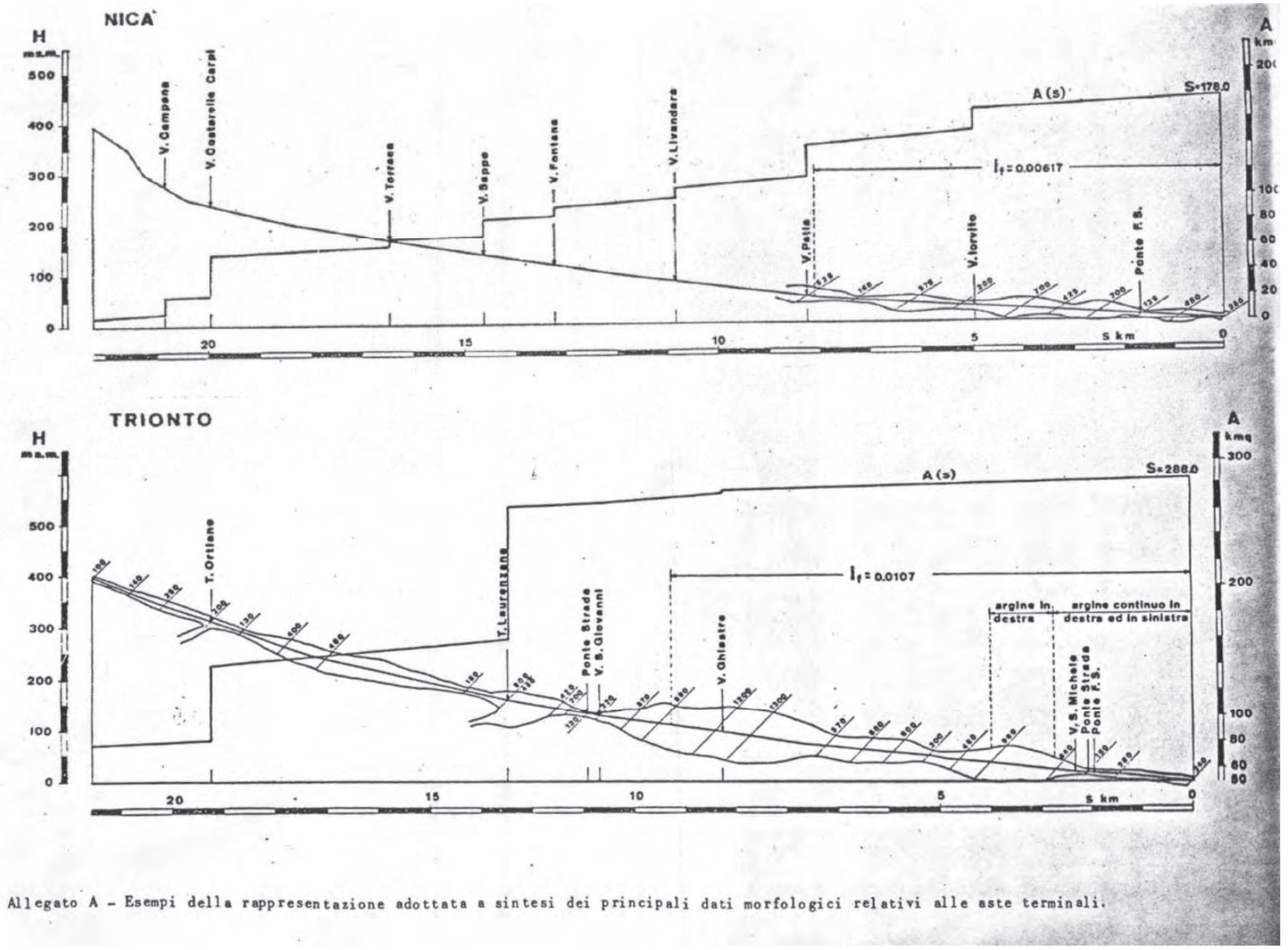


Allegato A - Esempi della rappresentazione adottata a sintesi dei principali dati morfologici relativi alle aste terminali.

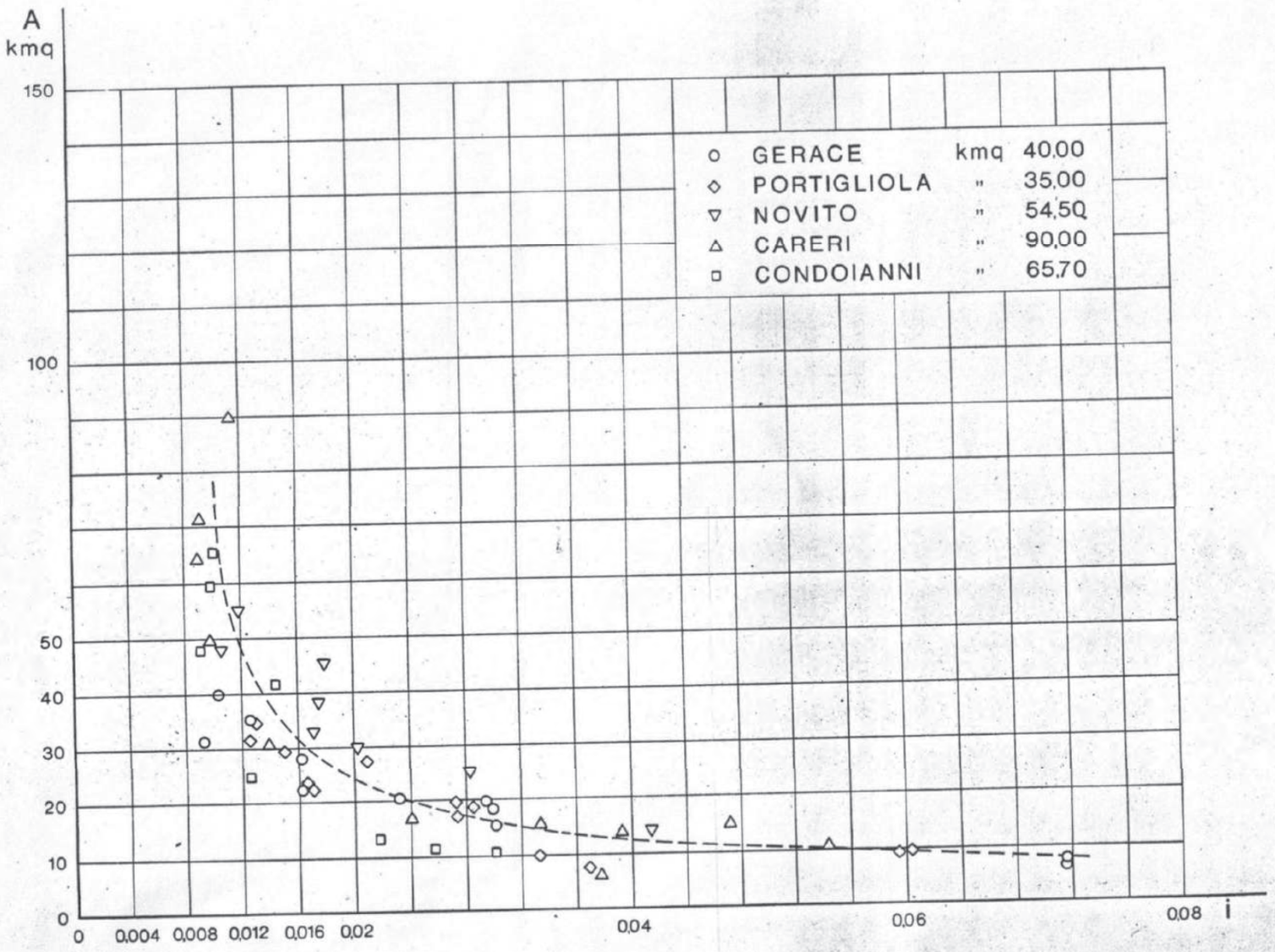




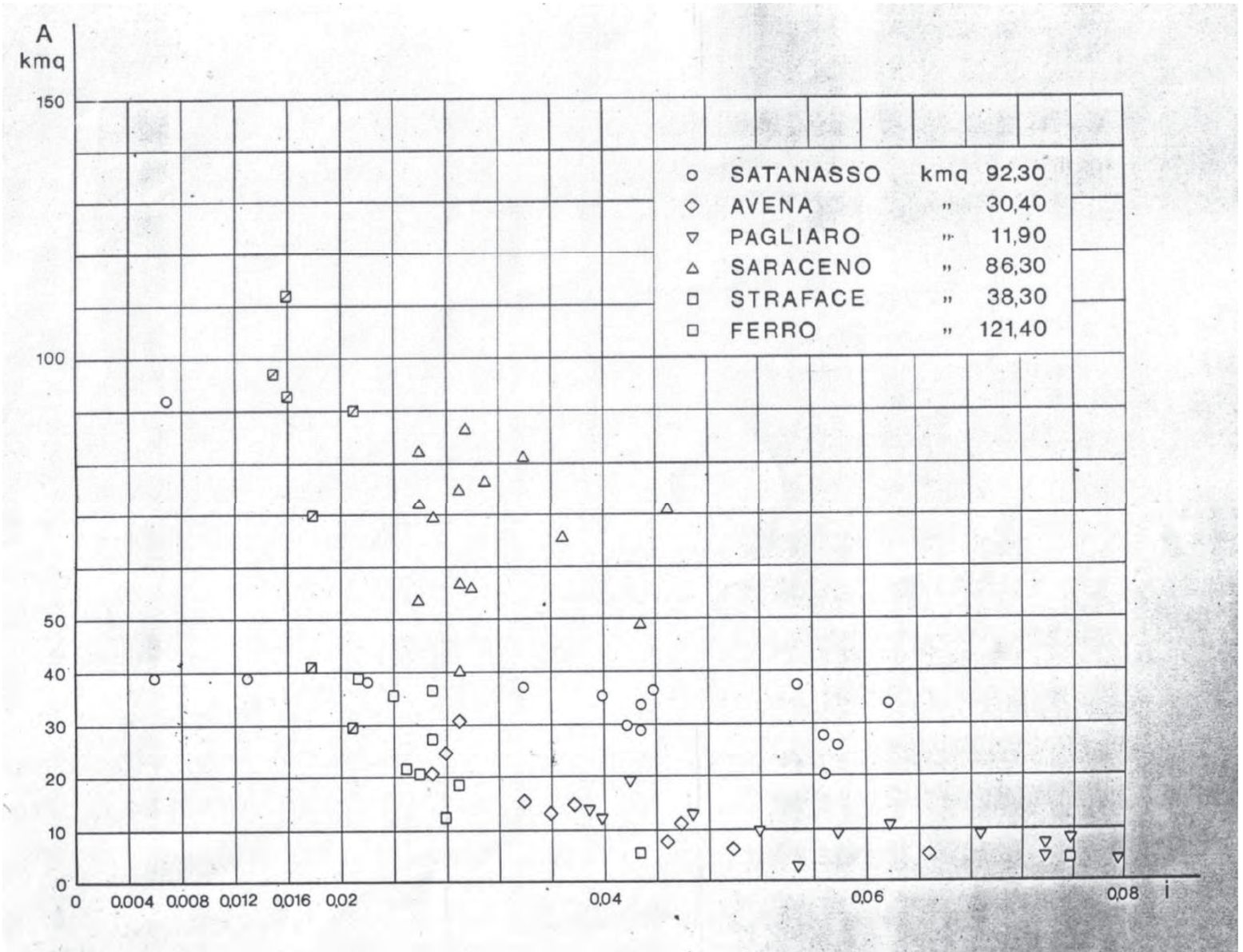
Allegato A - Esempi della rappresentazione adottata a sintesi dei principali dati morfologici relativi alle aste terminali.



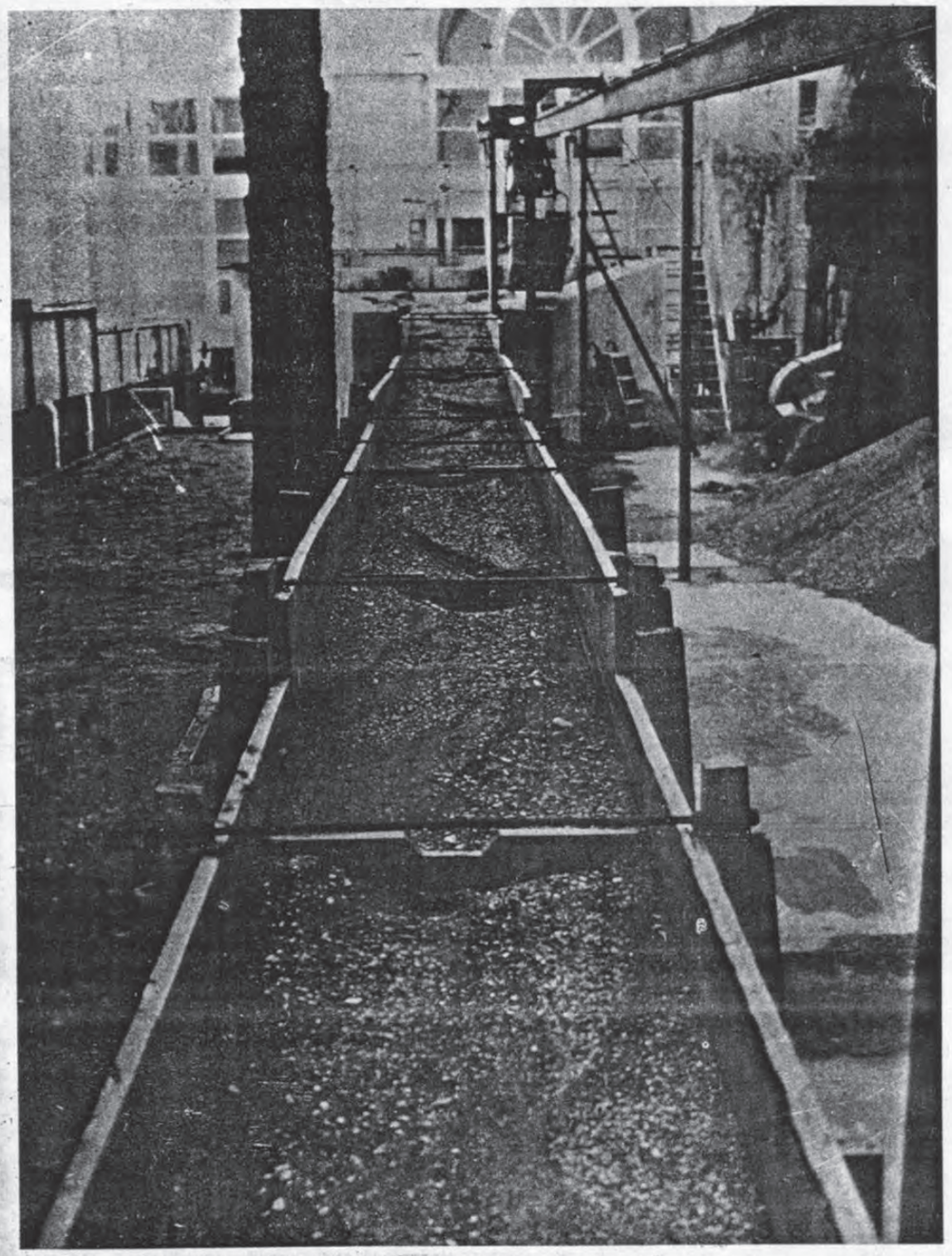
Allegato A - Esempi della rappresentazione adottata a sintesi dei principali dati morfologici relativi alle aste terminali.



Allegato B – Esempi di connessione tra pendenza di fondo e superficie del bacino imbrifero sotteso da successive sezioni.



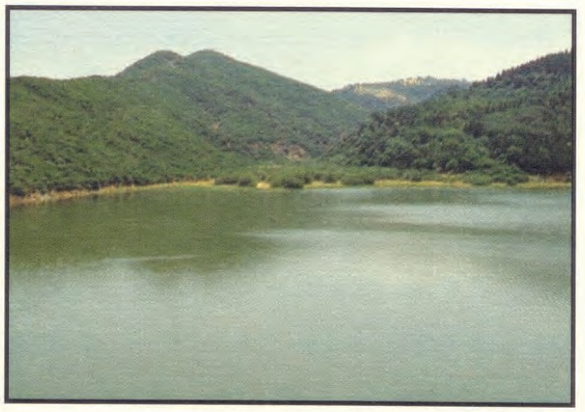
Allegato B – Esempi di connessione tra pendenza di fondo e superficie del bacino imbrifero sotteso da successive sezioni.



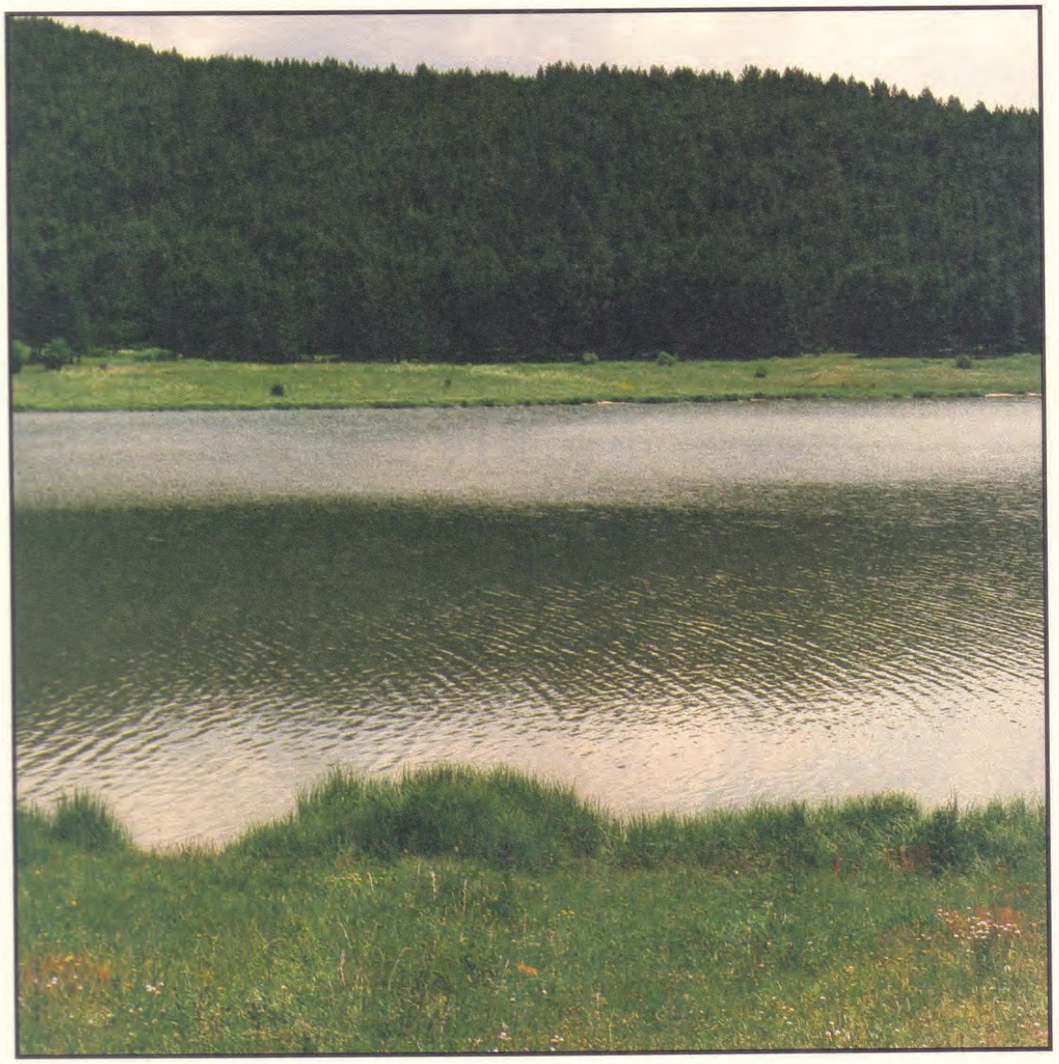
Allegato C – Effetti di una sistemazione di alveo con opere trasversali, ottenuti in una prova di Laboratorio.

Pasquale Versace

Aspetti idraulici e idrologici del sistema fluviale



Le fiumare della provincia di Reggio Calabria. Appendice 6



Lago di Aria Macina nell'Altopiano silano

I corsi d'acqua calabro-lucani hanno un'estensione limitata se la si confronta con quella dei principali fiumi italiani. In Basilicata sul versante ionico si estendono, con tracciati paralleli, il Bràdano, il Basento, il Cavone, l'Agri ed il Sinni, separati da alcuni corsi d'acqua di modeste dimensioni. I cinque fiumi ionici dominano superfici abbastanza estese che vanno dai 1.300 kmq del Sinni fino ai 2.256 kmq del Bràdano, con l'eccezione del Cavone che interessa poco più di 600 kmq. Essi si originano dal versante lucano dell'Appennino Meridionale e dal massiccio del Pollino ed attraversano poi le zone collinari e le pianure della provincia di Matera.

Sul versante tirrenico l'unico fiume di rilievo è il Noce-Castrocucco con un bacino di circa 380 kmq, che in parte ricade in territorio calabrese.

Ma il sistema idrografico lucano comprende anche corsi d'acqua minori, affluenti dell'Ofanto che segna a Nord il confine con la Campania e la Puglia e che, attraversando quest'ultima, va a sfociare nell'Adriatico, e del Tanagro, verso occidente, che a sua volta confluisce nel Sele la cui foce è nel Tirreno, qualche chilometro a nord di Paestum.

Ben più complessa è l'idrografia calabrese con centinaia di fiumi che percorrono la breve distanza che separa le montagne dal mare.

Solo alcuni di essi hanno dimensioni comparabili con quelle dei fiumi lucani. Tra questi il Crati che, con i suoi 2.577 kmq di bacino, raccoglie le acque della Catena Costiera, della Sila e del versante meridionale del Pollino e le sversa all'altezza di Sibari nel mar Ionio, il Neto (1.087 kmq) che trasporta nello Ionio i contributi del versante orientale della Sila; il Mesima (707 kmq) che interessa il versante occidentale delle Serre, il Lao (601 kmq) che riceve il contributo del

lucano Mercure e, attraversando il Pollino, sfocia poco a sud di Scalea. Oltre questi ci sono numerosi altri fiumi e torrenti spesso tristemente famosi per i disastri provocati, ma in molti casi noti anche per le bellezze dei paesaggi che hanno con la loro azione secolare contribuito a determinare. Sul versante ionico i fiumi più grandi, oltre quelli citati, sono: il Ferro, il Saraceno, il Raganello, il Trionto, il Nicà, il Lipuda, l'Esaro di Crotone, il Crocchio, il Simeri, l'Alli, il Corace, l'Ancinale, l'Allaro, il Torbido, il Careri, il Bonamico, il La Verde, l'Amendolèa, la fiumara di Melito. Sul versante tirrenico: il Petrace, l'Angìtola, l'Amato, il Sant'Ippolito, il Savuto, l'Abatemarco. Si va, nei casi citati, da bacini di 86 kmq (Saraceno) a bacini di oltre 400 kmq (Petrace, Savuto, Tàcina). La figura 1 riproduce l'andamento dei principali fiumi calabresi e lucani. Il sistema idrografico appare molto ricco ed articolato e testimonia il ruolo rilevante dei fiumi in queste due regioni.

Ed in effetti la struttura del reticolo, la sua densità, il modo in cui è articolato ed è distribuito sul territorio rappresentano indicatori importanti della efficienza del corso d'acqua, della sua

I fiumi Esaro e Trionto

capacità di raccogliere e convogliare le acque piovane. Ci sono molte tecniche che, riconducendo a schemi semplici l'infinita varietà di strutture presenti in natura, consentono di descrivere in modo sintetico il reticolo fluviale e le sue caratteristiche essenziali.

Il metodo più noto è quello classico di Horton (1932), che attribuisce un ordine gerarchico a tutti i tratti compresi tra due successive confluenze. La procedura è semplice. Tutti i rami iniziali posti a monte hanno ordine 1. La confluenza tra due rami di ordine 1 genera un ramo di ordine 2. La confluenza tra due rami di ordine 2 genera un ramo di ordine 3 e così via. Quando invece confluiscono due rami di diverso ordine, il ramo generato mantiene l'ordine più elevato

Fig. 1 - Reticolo idrografico della Calabria e della Basilicata

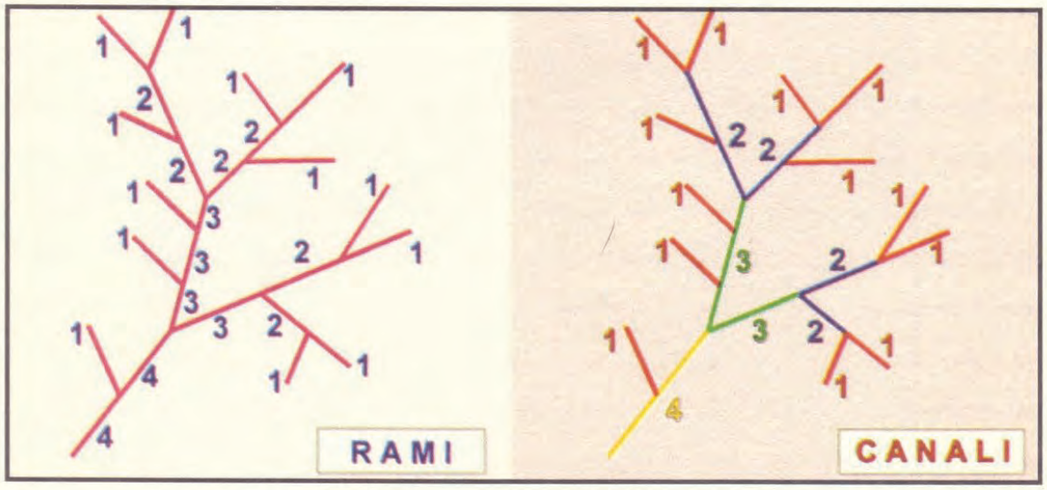


Fig. **2** - Articolazione di un reticolo idrografico in rami e canali secondo il metodo di Horton

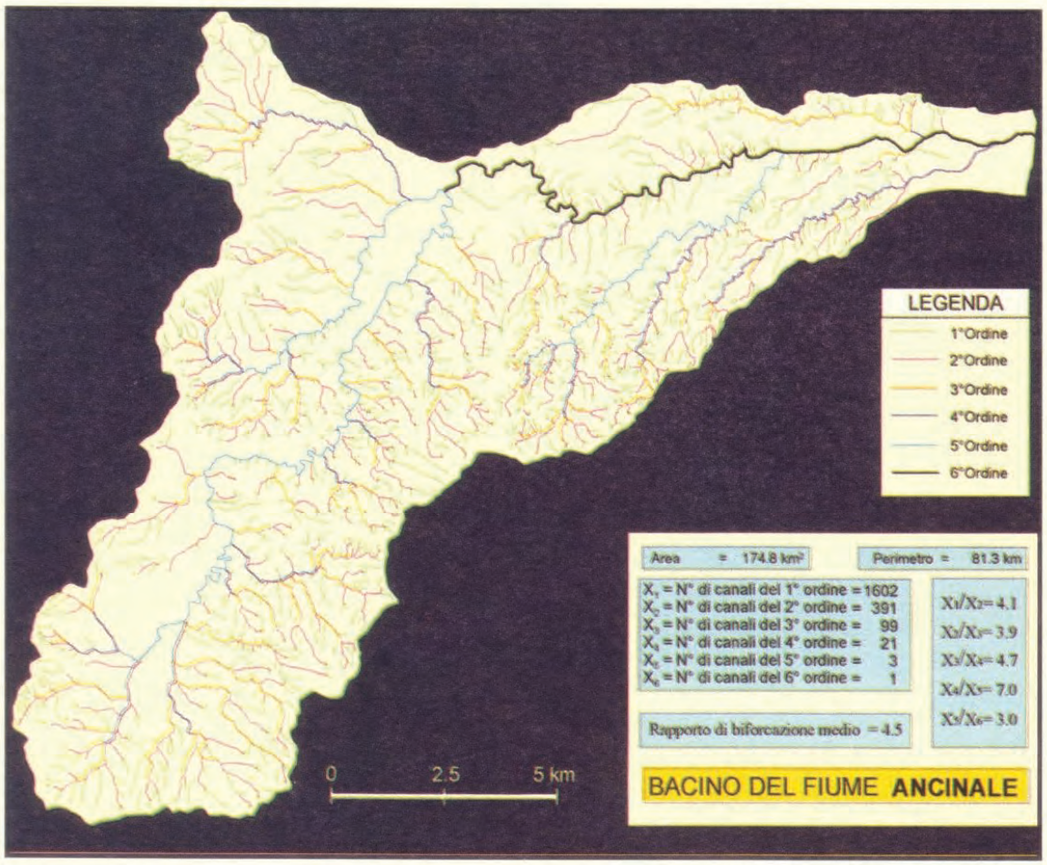


Fig. **3** - Bacino del fiume Ancinale "gerarchizzato" in canali di ordine da 1 a 6.
Il rapporto di biforcazione è il valore medio dei rapporti X_i/X_{i+1}

tra quelli degli affluenti. Se ad esempio si incontrano un ramo di ordine 2 ed uno di ordine 3, il ramo generato resta di ordine 3. Dopo aver classificato i diversi rami, Horton li raggruppa in canali, assumendo che ogni canale è rappresentato da uno o più rami adiacenti aventi il medesimo ordine. La figura 2 illustra con un esempio l'articolazione in rami ed in canali di un reticolo molto semplice. Al termine di questa procedura, che nel linguaggio tecnico è indicata come "gerarchizzazione", l'intero reticolo idrografico è suddiviso in canali del 1° ordine, canali del 2° ordine e così via. Esiste ovviamente un solo canale con ordine pari a quello massimo (il 4° nell'esempio di figura 2). L'ordine massimo indica, a parità di condizioni, se il reticolo è più o meno fitto. Un altro indicatore importante è il cosiddetto rapporto di biforcazione cioè il rapporto tra il numero di canali di ordine X ed il numero di canali di ordine X + 1. Se questo rapporto si mantiene costante al variare di X il fiume risulta organizzato in modo omogeneo ed è quindi, in linea di massima, capace di smaltire con lo stesso livello di efficienza i contributi che provengono dalle diverse parti del bacino. Anche il valore del rapporto di biforcazione medio è importante. Esso assume valori che variano da 2 a 5 man mano che si passa dai sistemi idrografici più scarni ed essenziali a quelli più ricchi ed articolati.

Considerazioni di questo tipo sono valide nel caso in cui la formazione del reticolo idrografico non sia fortemente vincolata dalla geologia dei luoghi, dalla presenza di litologie contigue aventi caratteristiche meccaniche diverse, dalla presenza di un sistema più o meno fitto di faglie. In presenza di questi vincoli la struttura del reticolo attenua almeno in parte il suo significato di indicatore della efficienza del fiume nello smaltimento delle acque meteoriche.

La figura 3 mostra, a titolo di esempio, i risultati di una analisi morfologica condotta sul bacino del fiume Ancinale, e basata sulle carte dell'Istituto Geografico Militare Italiano in scala 1:25.000.

La singolarità delle fiumare

Una analisi morfologica di questo tipo non è sufficiente per cogliere gli aspetti essenziali dei fiumi calabro-lucani, così caratteristici da far coniare per essi il termine ben noto di fiumare.

Il tratto montano delle fiumare ha una pendenza molto elevata, che supera spesso il 20%. Esso è in genere incassato tra versanti ripidi che lo alimentano non solo con le piogge ma anche

con un apporto notevole di materiale solido. Questo apporto può avvenire con una certa regolarità, per effetto di una diffusa erosione superficiale, o in modo repentino per il verificarsi di fenomeni franosi.

Nel tratto montano, durante le piene, le fiumare non solo trasportano il materiale che proviene dai versanti ma esercitano anche una intensa erosione del proprio alveo. Quest'ultimo diventa così sempre più incassato, mentre i versanti diventano sempre più pendenti e maggiormente predisposti ad essere sede di movimenti franosi.

Più a valle la pendenza diminuisce e la fiumara non riesce più a trasportare l'enorme quantità di materiale solido di cui si è caricato a monte; pertanto lo deposita, formando quegli immensi materassi di macigni, ciottoli, ghiaia e sabbia che ne costituiscono l'aspetto visivamente più tipico.

Nel corso dei secoli, piena dopo piena, le fiumare hanno depositato enormi quantità di detriti, creando alvei larghissimi che appaiono sovente sproporzionati rispetto alle dimensioni del bacino.

In periodi normali le acque del fiume non sono in grado di occupare l'intera larghezza dell'alveo ma si limitano ad incidere canali che ora scorrono paralleli ora si intrecciano tra di loro, confluendo, per poi risepararsi in una trama senza fine.

Ma questa configurazione non rimane inalterata nel tempo.

Durante le grandi piene, quando la portata assume valori eccezionali e le acque, almeno per qualche ora, ricoprono completamente il greto, lo scenario cambia.

Quantità incredibili di sedimenti vengono spostati da un punto all'altro, e l'alveo assume un andamento diverso da quello precedente, con zone di evidente deposito che si alternano ad aree fortemente erose.

Localmente le modifiche possono essere di molti metri, mentre il materiale complessivamente mobilitato può essere dell'ordine delle centinaia di migliaia, o addirittura dei milioni di tonnellate.

Queste zone di deposito si trovano in tutte le fiumare in corrispondenza delle confluenze o in tratti particolari del corso d'acqua principale. Nei fiumi più grandi, come il Crati, il Neto e quasi tutti i fiumi del versante ionico della Basilicata, la zona di deposito rappresenta un tratto intermedio di transizione ed è seguita dal classico tratto di pianura, dove il fiume scorre in una

sezione di deflusso abbastanza stabile, incisa nelle alluvioni di materiale più sottile. Nella gran parte dei casi invece il tratto di pianura è praticamente inesistente e la zona di deposito si spinge fino al mare, favorendo tra l'altro la prevalenza di materiale più grosso, come ciottoli e ghiaia, in tante spiagge del litorale calabrese.

La dinamica delle fiumare è strettamente legata agli aspetti geologici e climatici che caratterizzano le due regioni.

L'assetto geologico appare molto complesso, perchè complessi sono stati i fenomeni che nel tempo si sono succeduti. Le vicende tettoniche ed in particolare i ripetuti fenomeni orogenetici hanno più volte arrestato i cicli morfogenetici in corso, innescandone altri governati dalla nuova configurazione dei rilievi.

Anche le rocce più resistenti sottoposte ciclicamente a terribili sollecitazioni hanno subìto una profonda alterazione.

Poichè i terreni relativamente più giovani e con una vicenda geologica meno tormentata risultano intrinsecamente deboli, la gran parte delle due regioni finisce per essere caratterizzata da terreni con proprietà meccaniche scadenti.

I fenomeni neotettonici iniziati qualche milione di anni fa ed ancora in corso sono responsabili di una morfologia ancora relativamente "giovane" e ben lontana dal raggiungimento di condizioni di equilibrio.

Si spiega così l'assetto morfologico dei corsi d'acqua calabro-lucani, la grande erosione, l'assenza di pianure che le fiumare troppo "giovani" non hanno ancora fatto in tempo a costruire.

Ma questi squilibri uniti alla scadente qualità delle rocce spiegano anche la straordinaria propensione al dissesto delle due regioni, con una franosità diffusa e particolarmente varia per tipologia e dinamica.

C'è una lunga letteratura, non solo tecnica, che testimonia la rilevanza che le frane hanno avuto e continuano ad avere anche sullo sviluppo socio-economico della Calabria e della Basilicata.

Alcuni lavori più recenti di respiro regionale consentono, anche al profano, di cogliere gli aspetti essenziali del problema. Ci si riferisce in particolare ai lavori di Ippolito e Paganelli (1984), Sabato ed al. (1987), Lazzari ed al. (1990) per la Basilicata ed ai lavori di Ietto (1975), Sorriso Valvo (1985, 1994) per la Calabria, ai quali si rimanda per gli eventuali approfondimenti.

Accanto ai fattori geologici anche quelli climatici contribuiscono a caratterizzare il comportamento delle fiumare.

I cambiamenti climatici e quelli idrologici che, nel corso dei secoli e dei millenni, ne sono derivati hanno certamente un ruolo importante specie se collegati con le complesse vicende geologiche prima accennate. Tuttavia per capire i fenomeni attuali è sufficiente considerare i principali caratteri idrologici che contraddistinguono le due regioni attualmente. Questi caratteri, ed in particolare le piogge ed i deflussi in alveo, saranno analizzati più avanti.

Il ritratto fin qui abbozzato per descrivere il comportamento delle fiumare si riferisce ad una situazione in cui l'azione dell'uomo è limitata e non interferisce profondamente con l'evoluzione dei processi naturali.

Questa situazione caratterizza l'Ottocento e la prima metà del Novecento ed è successiva ai grandi disboscamenti dei secoli precedenti, che avevano contribuito non poco ad accrescere la potenza distruttiva delle fiumare.

Solo a partire dagli anni '50 gli interventi dell'uomo non sempre positivi, hanno incominciato ad incidere in modo sensibile sul loro comportamento.

Gli estesi rimboschimenti e la bonifica di molti territori in frana hanno rallentato all'origine il flusso del materiale solido. Le sistemazioni dei corsi d'acqua ne hanno imbrigliato la potenza ed hanno ridotto, con le arginature, l'estensione delle aree di espansione. I grandi invasi hanno intrappolato enormi quantità di sedimenti. Il prelievo incontrollato di sabbia e ghiaia per costruire strade ed edifici ha alterato delicati equilibri.

Nelle aree di deposito che, si è detto, molto spesso coincidono con le aste terminali delle fiumare si è passati, pertanto, da una fase caratterizzata da un forte deposito, sostenuto dagli apporti di monte, ad una fase nella quale l'azione di deposito, per le ragioni accennate, si è fortemente attenuata, sostituita spesso da una erosione anche molto marcata.

La prova più evidente è l'arretramento delle spiagge che è generalizzato, ed assume aspetti eclatanti sul litorale ionico della Basilicata dove in 10 anni si è avuto un arretramento in qualche punto superiore ai 40 metri.

Ma le fiumare continuano ancora oggi a manifestare la loro straordinaria potenza in occasione dei grandi nubifragi o in tutte quelle realtà nelle quali gli interventi sono stati insufficienti o dove l'assenza di manutenzione ha finito per renderli inefficaci.

L'andamento delle piogge

Molti aspetti particolari delle fiumare calabresi e lucane possono essere meglio compresi se si esamina con qualche dettaglio l'andamento delle piogge nelle due regioni.

L'informazione disponibile è molto ampia grazie all'attività del Servizio Idrografico Italiano (ora Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale) istituito nel 1917 e che dispone di una rete molto fitta di pluviometri e di pluviografi per misurare le precipitazioni meteoriche in diversi punti del territorio nazionale. I pluviografi sono dotati anche di un apparato per registrare su carta o su memoria magnetica l'andamento delle precipitazioni nel tempo.

La Calabria e gran parte della Basilicata ricadono nel territorio di competenza dell'Ufficio di Catanzaro. La parte settentrionale della Basilicata, compresa nei bacini del Sele e dell'Ofanto, ricade nelle aree di competenza degli Uffici di Napoli e di Bari rispettivamente.

Ci sono altri Enti che gestiscono stazioni pluviometriche per finalità particolari, come è il caso ad esempio del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica.

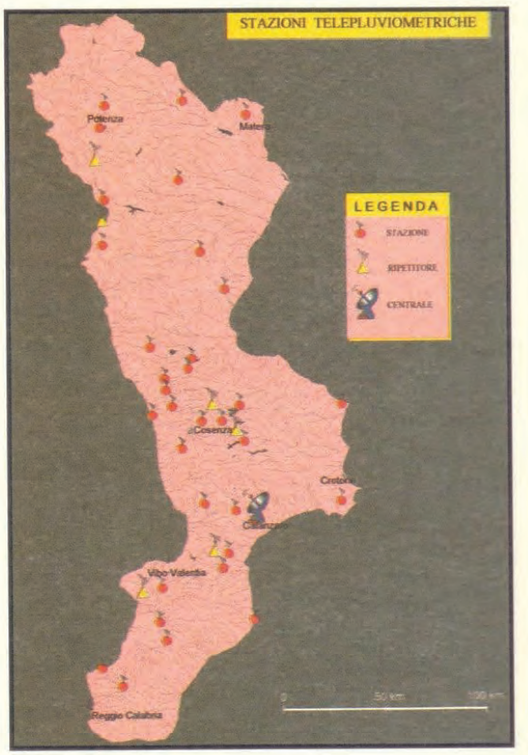


Fig. **4** - Rete in telemisura del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano. I pluviometri trasmettono in ponte radio le piogge misurate che, attraverso i ripetitori, giungono alla centrale di acquisizione presso l'Ufficio del Servizio a Catanzaro

L'Ufficio di Catanzaro del Servizio Idrografico ha realizzato anche una rete in telemisura, costituita cioè da pluviometri capaci di trasmettere a distanza ed in tempo reale le misure via via effettuate sulle altezze di pioggia e su altri parametri meteorologici (velocità del vento, temperatura, etc.). La trasmissione dei dati avviene in ponte radio utilizzando ripetitori posti in alcuni punti geograficamente strategici. La rete interessa il territorio delle due regioni (figura 4) ed è in fase di espansione. L'utilizzo di una rete in telemisura è notevolmente utile soprattutto ai fini della previsione e della prevenzione

Fig. **5** - Stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, con almeno 10 anni di osservazione. Le stazioni sono colorate secondo il valore della pioggia media annua espressa in mm

delle catastrofi idrogeologiche. Considerando tutte le stazioni del Servizio Idrografico, i pluviometri (o pluviografi) che hanno funzionato nel passato o che sono attualmente in funzione sono 380, di cui 264 in Calabria e 116 in Basilicata.

Nella figura 5 è riportata l'ubicazione delle stazioni. Esse sono state colorate in modo diverso a seconda del valore assunto dalla pioggia media annua, che è l'indicatore più immediato per caratterizzare la piovosità di un sito. Sono state riportate solo le stazioni che hanno funzionato per almeno 10 anni.

Le stazioni con pioggia media annua inferiore a 750 millimetri (mm) sono quasi tutte ubicate nella Basilicata nord-orientale, cioè nella zona più arida. Ma ci sono anche altri siti lungo la costa calabrese dove le piogge medie annue risultano altrettanto basse.

I valori minimi riguardano:

– Villapiana Scalo 507 mm; Metaponto 532 mm; Capo dell'Armi 544 mm; San Basilio 553 mm; Melito Porto Salvo 560 mm; Matera 567 mm.

I valori più elevati si manifestano in corrispondenza dei massicci. Sul Pollino, sulla Catena Costiera, sulle Serre e sull'Aspromonte sono diverse le stazioni che mediamente registrano più di due metri di pioggia annua. I valori più elevati si verificano a:

– Laghitello C.C. 2.230 mm; Trecchina 2.153 mm; Santuario di Polsi 2.144 mm; Platì 2.055 mm; Rivello 2.053 mm.

Complessivamente in un anno medio sulle due regioni cadono circa 26 miliardi di metri cubi di pioggia (17 in Calabria, 9 in Basilicata).

I valori medi annui sono però un dato sintetico che non consente di cogliere pienamente il quadro pluviometrico delle due regioni. In realtà in ogni stazione la pioggia annua varia notevolmente da un anno all'altro.

La figura 6 illustra per diciotto stazioni quale è stato l'andamento delle piogge annue nel periodo 1921-1988. Le oscillazioni sono notevoli.

Alla stazione di Villapiana Scalo (Cosenza), ad esempio, a fronte di un valore medio di 507 mm, si sono registrati un minimo di 292 mm ed un massimo di 876 mm. Alla stazione di Trecchina (Potenza), una delle più piovose, il minimo registrato è stato di 1.159 mm ed il massimo di 3.236 mm, con un valore medio di 2.153 mm.

Le piogge annue, anche con questa analisi sommaria, mettono in chiara luce la grande

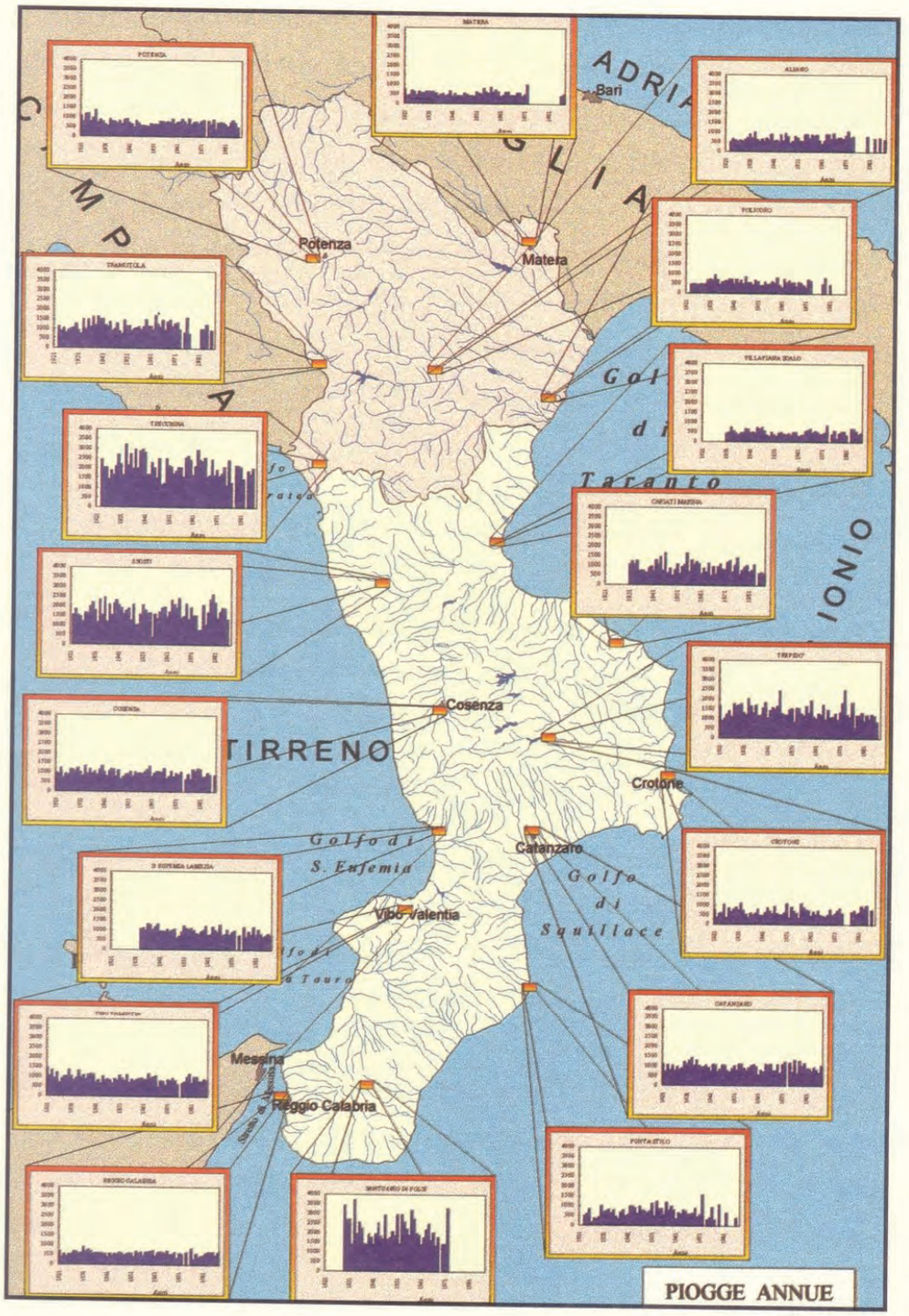


Fig. 6 - Andamento delle piogge annue nel periodo 1921-1987 per 18 stazioni pluviometriche, espresse in mm

variabilità pluviometrica che caratterizza il territorio calabro-lucano. Variabilità che è sia spaziale, perché si passa dai 500-600 mm della costa ionica ai 2.000-2.200 mm dei massicci, sia temporale, perchè nella stessa stazione da un anno all'altro le piogge possono assumere valori che differiscono di un fattore che in qualche caso è superiore a 4.

Se si scende ad un livello di dettaglio maggiore considerando al posto delle piogge annue quelle mensili, la variabilità appare ancora più marcata. In figura 7 per alcune stazioni è riportato l'istogramma delle piogge medie mensili che ha l'andamento ben noto, con estati poco piovose e piogge abbondanti in autunno ed inverno.

Tale andamento varia poco da una stazione all'altra, anche se sono ovviamente diversi i valori assoluti.

In linea di massima si ravvisano nel corso dell'anno: un periodo che va da ottobre a marzo durante il quale cade, in modo abbastanza uniforme, circa il 70-80 per cento delle precipitazioni annue; un periodo che va da giugno ad agosto, quando cade circa il 6-10 per cento del totale annuo. Il resto della pioggia annua si distribuisce in modo uguale nei restanti mesi primaverili ed autunnali.

In Calabria gli scostamenti tra il periodo più piovoso e quello estivo sono più marcati (rispettivamente 78 e 6 per cento).

Questo squilibrio tra periodo secco e periodo umido, tipico del clima marittimo, fa sì che nelle due regioni si debba fronteggiare accanto al problema delle inondazioni anche quello della siccità.

In particolare, per le inondazioni sono decisive le piogge di durata oraria e giornaliera che determinano la formazione di piene che crescono rapidamente nel giro di qualche ora o, per i corsi d'acqua più piccoli, di qualche decina di minuti.

Un buon indicatore di questi eventi meteorici brevi è rappresentato dalla pioggia giornaliera che è misurata sistematicamente in tutte le stazioni del Servizio Idrografico. La figura 8 riporta, per classi, i valori massimi registrati in ciascuna stazione durante l'intero periodo di osservazione.

Si vede che non sono pochi i casi nei quali si è superata una altezza di 400 mm di pioggia in un solo giorno con punte di 535 mm a Santa Cristina d'Aspromonte (16 ottobre 1951), e di 509 mm a Serra San Bruno (22 novembre 1935). Si tratta di valori pari a circa un quarto della media annua relativa alle stesse stazioni, e di valori praticamente eguali alle medie annue delle

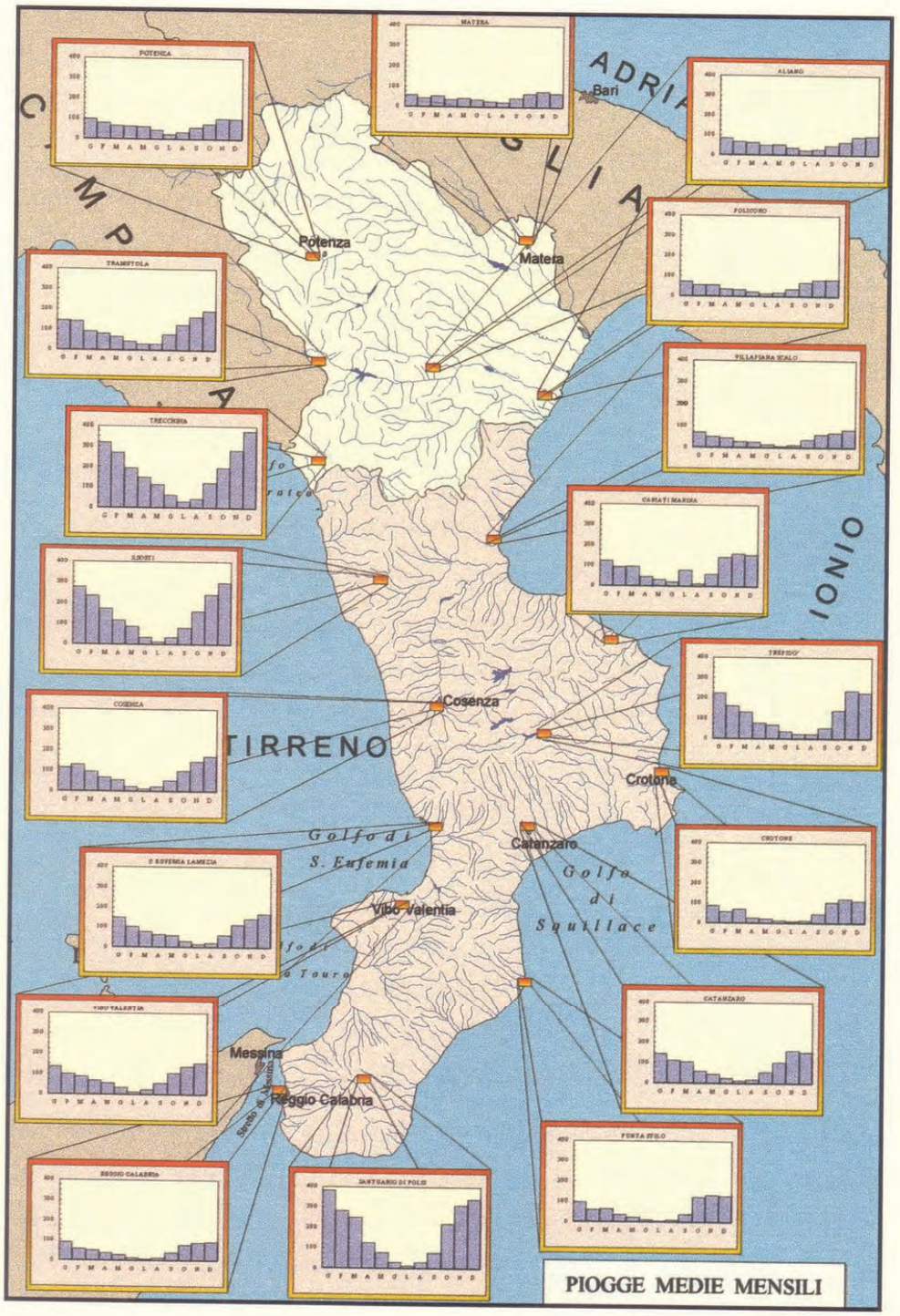


Fig. **7** - Piogge medie mensili per 18 stazioni pluviometriche, espresse in mm

Fig. **8** - Valori massimi delle piogge giornaliere cadute in ciascuna stazione durante l'intero periodo di osservazione. Le stazioni sono raggruppate in classi a seconda del valore della pioggia espressa in mm

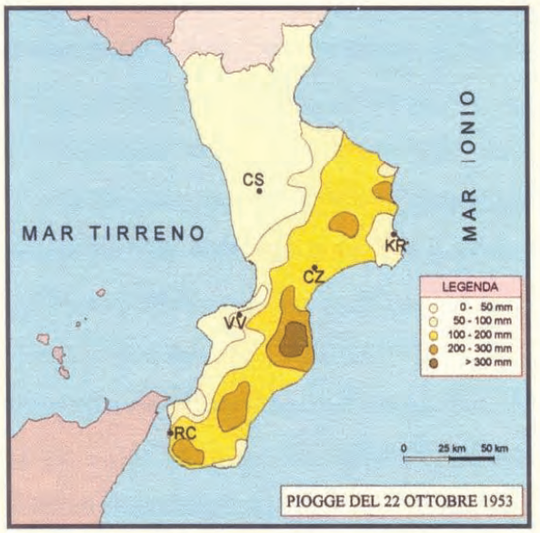


Fig. **9** - Piogge cadute il giorno 22 ottobre 1953 sulla Calabria

Fig. **10** - Piogge cadute il giorno 24 novembre 1959 sulla Basilicata

stazioni meno piovose come quelle dell'Alto Ionio. A Santa Cristina d'Aspromonte ed a Serra San Bruno è cioè caduta in un solo giorno tutta la pioggia che in un anno medio cade a Villapiana Scalo o a Metaponto.

Di rilievo è anche la estensione areale dei nubifragi, il fatto cioè che le piogge straordinarie si verifichino contemporaneamente su una porzione di territorio molto estesa, interessando tutto, o in gran parte, il bacino di una o più fiumare e perciò favorendo il formarsi di piene disastrose.

Nelle figure 9 e 10 sono evidenziate le aree interessate da piogge giornaliere superiori a 50 mm cadute nel corso di due eventi tra i più intensi ed estesi di cui si ha notizia.

Il primo riguarda le piogge abbattutesi sulla Calabria centro-meridionale il giorno 22 ottobre 1953, il secondo è relativo alle piogge del 24 novembre 1959 sul territorio lucano. Complessivamente la pioggia caduta in un giorno ammonta: nel primo caso a circa 1,35 miliardi di metri cubi, ed è di poco inferiore nel secondo evento. Si tratta di valori altissimi se raffrontati ai volumi medi annui che affluiscono sulle due regioni.

In occasione di piogge così violente, che possono persistere anche per molti giorni consecutivi, le fiumare si ingrossano trasportando montagne di detriti che finiscono per ostruire i ponti e provocare l'innalzamento degli alvei.

In altri punti la furia delle acque produce erosioni localizzate in corrispondenza di manufatti, come le pile dei ponti e le opere di sistemazione fluviale, mettendo a nudo le fondazioni, che molto spesso vengono scalzate con danni irreparabili o addirittura con il crollo delle strutture coinvolte.

Le acque superano gli argini e si spandono per le campagne e per i centri abitati. Le linee stradali e ferroviarie vengono interrotte per lunghi tratti. La fiumara, ostacolata dalla grande quantità di materiale che essa stessa trasporta, devia il suo corso invadendo zone apparentemente più sicure.

Il paesaggio risulta completamente sconvolto.

Molte persone trovano la morte nel crollo delle loro case, altre sorprese lungo il percorso delle acque vengono travolte con le loro auto o con i loro trattori.

Ma non basta. Le piogge violente, specie quando persistono per periodi più lunghi, scatenano una serie interminabile di frane che producono ulteriori lutti e molti danni.

Le alluvioni: una serie interminabile

La memoria degli eventi del passato

Nella storia e nello sviluppo di queste due regioni le frane e le inondazioni sono state una costante. L'elenco degli eventi di cui si ha notizia sarebbe interminabile.

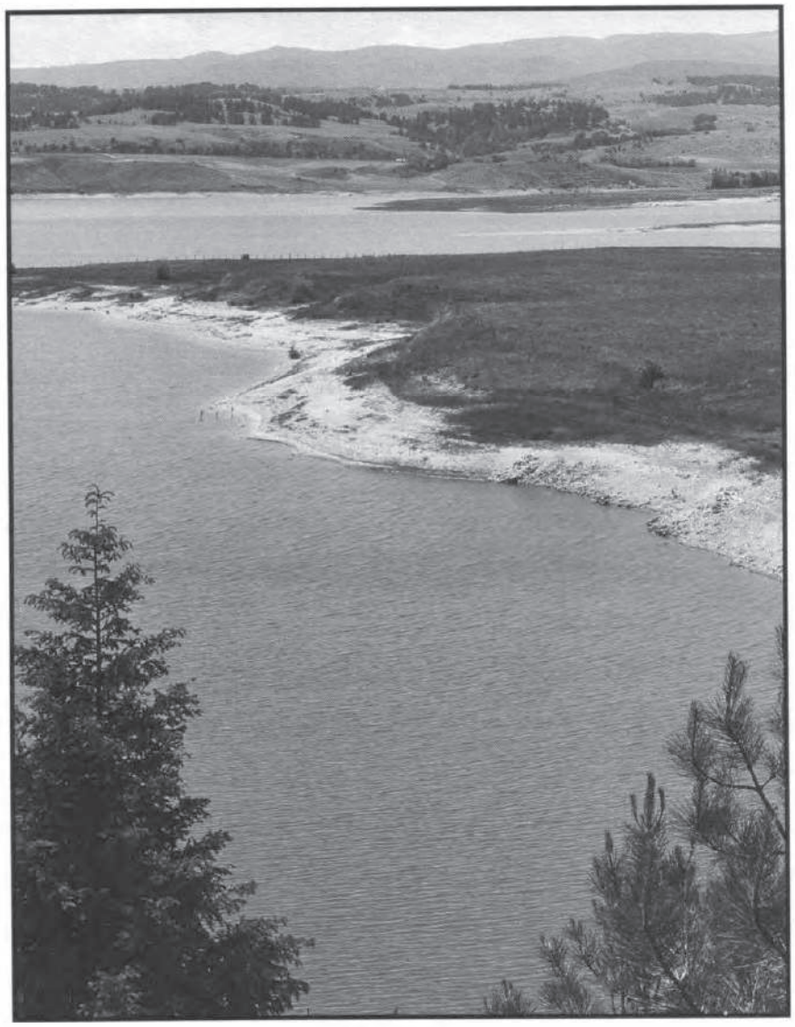
Ci si limiterà alla lettura di qualche documento tra i tanti disponibili anche per cercare di capire come questi eventi terribili siano stati percepiti dai vari narratori spesso testimoni diretti.

Scrive Giovanni Fiore nella sua opera *Della Calabria illustrata* (1691): "1196. A 15 Marzo il fiume di Crate crebbe così che si rovinarono molti Torri; e nel dentro del Fiume furono osservati alcuni cani neri, con lingue di fuoco, quali buttando dalla bocca, come sangue marcio; con ciò le onde ne crescevano a gran furia".

Qualche secolo dopo, descrivendo sulle pagine del Calabrese l'inondazione di Cosenza del 1729, Vincenzo Maria Greco scriveva: "La sera era giunta, come mai più tenebrosa, ed orrenda, e la squilla dell'Avemaria solita a ridestare la pietà, diffondeva i suoi gravi rintocchi.

Però quel suono, segno consueto di pace, era questa volta la tromba che accompagnava l'imponenza della divina vendetta. Com'esso si tacque, i venti strepitarono più fortemente, i lampi si addoppiarono, i tuoni rumoreggiavano con rimbombo spaventevole, scosser la terra, precipitarono, colpirono, uccisero; le cateratta dei cieli si apersero, e grandini ed acque a diluvio rovesciarono. Nè perchè il furore suole in tutte cose esser breve, o dare per lo meno qualche tregua alla violenza, avveniva che la tempesta per batter d'ora si attutisse, o la ferocia minaccievole scemasse.

La preghiera ferveva, volava sopra le ali della fede, ma l'orecchio di Dio era sordo; i nembi in men che il dico si riurtavano, i venti, le colline e le pianure dispogliavano, i torrenti da le cime dei burroni dirompevano, e, svelti ceppi, e tronchi rami, e cespi e pietre rotolavano; i baleni e le saette si succedevano, ed i gemiti, le strida, i clamori che da tutte bande si elevavano, più desolante e paurevole rendeano l'orrore di quello universale sconvolgimento. Le campane dei templi intanto suonavano a martello, cosa orrenda nella notte, e più in quella in cui parea che cielo e terra si sciogliessero; e mentre tanto era lo scompiglio, un nuovo fracasso pari a quello di un mare in cui sfrenati venti colluttassero, scorgeva ad accrescere il rumore, e con esso lo scuora-



Il lago Cecita

mento, e la tema. Era il Crati che per piogge, lave e torrentacci oltre ogni creder ingrossato, rivolgendo sassi, travi, alberi, ed ogni sorta di materie incontrate, entrava nella città, levando al cielo i cavalloni e gli spruzzi, ed argini e dighe con poderosi sforzi sormontando, frangeva, schiantava ove avvenia che passasse...".

Nel 1791, pochi giorni dopo un violento terremoto che aveva scosso la Calabria, la notte fra il 28 e il 29 ottobre: "Fra il perenne sfolgorio dei lampi e lo guizzar di minacciose saette, un mar di pioggia cadeva dal cielo su quasi tutte le terre colpite dal flagello del tremuoto. Flutti immensi riservati dalle gonfie rive dei fiumi si sparsero in lungo e largo su i campi, negli abitati mede-

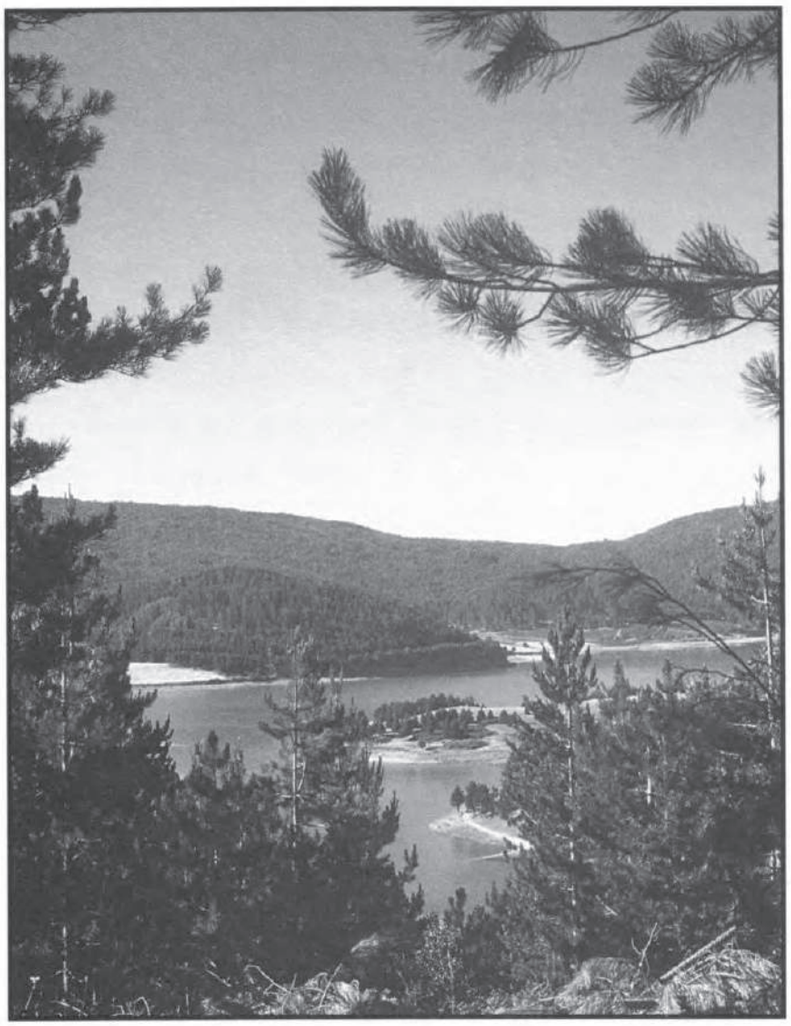
simi, e col mugghio d'una terribile marea, ogni ostacolo soverchiando, sembravano portare il finimondo a tutte quelle afflitte genti. I luoghi pria solcati da torrenti e riviere pareano isole galleggianti in mezzo a torbida e scrosciante laguna; suppellettili ed uomini vedeansi apparire e sparire, e questi in traccia d'uno scampo tanto più ansioso per quanto era incerto. E forse d'opera umana non vi sarebbe rimasto pressocchè vestigio alcuno se quell'oceano turbinoso, a piano a piano scemando, non fosse che poco tempo durato. Quanta desolazione! I campi rispettati dal tremuoto una squallida ed interminata arena furon lasciati, e fu provvidenza se da tanto scempio, solo 50 vittime fossero immolate. Tutto il danno arrecato dal tremuoto e dall'uragano fu di circa tre milioni e più ducati" (GRIMALDI, 1863). L'archivio di Stato di Napoli è ricco di documenti delle autorità borboniche relativi ai danni prodotti dalle fiumare con frequenza elevatissima nei territori calabresi e lucani prima dell'Unità d'Italia.

Si legge ad esempio, in uno dei mille documenti (una lettera dell'Intendente della Calabria ulteriore seconda, principe di Zardinelli, che descrive un evento che aveva interessato la piana di Nicastro il 16 novembre del 1839): "...signori vecchi non ricordano il simile. Che i fiumi si gonfiarono in modo che non reggevano i ponti sovrapposti fra questi, compreso il ponte sul fiume Piazza, che fu portato via dalla copia delle acque, egualmente che la palafitta che garentiva la maggior parte di quei territori olivetati. Di poi più che taluni terreni coverti di ulivi non furono risparmiati dalla piena delle acque non inclusi buona parte degli ortalisi, e quasi tutti i mulini furono danneggiati e resi inutili alla moligione".

Il 2 settembre del 1825 "le acque piovane cadendo dirottamente cambiarono i ruscelli nei valloni e questi in fiumi in modo che inondarono tutti i fondi nelle varie contrade del comune di Gallico e nella contrada Archi nel comune di Reggio".

E dai documenti affiorano storie dolorose, vicende da tanto tempo dimenticate: "Il giorno sette di questo mese (giugno 1850) alle prime ore pomeridiane in quel Capo luogo scaricavasi dirotta pioggia, quattro donne che trovavansi addette alla politura della biancheria nel fiume detto Canne accortesi che la pioggia stessa avvicinavasi riunivano in diverse ceste gli oggetti che aveano puliti, cosicchè succeduta col fatto furono costrette di prendere ricovero sotto la volta del Ponte che mette capo alla strada esterna di quell'abitato.

Intanto la pioggia incalzavasi e non diede campo alle stesse di poter abbandonare quel sito nè alcuno vedevale onde accorrere in aiuto.



Il lago Arvo

Aumentatosi il volume delle acque correnti sotto la detta volta l'impeto della corrente tramazzò le dette donne, e le trasportava non senza imminente pericolo della vita come disgraziatamente avvenne a Rosa Colacino.

La stessa sorte avrebbero corso le altre tre, se accorti non si fossero Antonio Manenso, Ferdinando Tropea e Bruno Vasalaro, i quali tutti e l'ultimo specialmente con ogni velocità possibile e senza guardar pericolo accorsero e riuscì loro di trarre dalle acque in vita tre di esse, perchè l'altra era già sopraffatta dalle acque".

Negli anni successivi una fonte di informazione sempre più rilevante diventano i quotidiani.

Sul *Gazzettino di Padova* del 21 novembre 1908 si legge, ad esempio: "Continuano a giungere notizie di gravi danni prodotti dal maltempo in questa provincia. A Canolo una frana seppelli certo Larosa Domenico. La frazione di Pardesca, in comune di Bianonovo è quasi completamente distrutta. A Condufuri crollarono parecchie case. Parecchi paesi rimangono privi di comunicazioni colle stazioni ferroviarie. Nel circondario di Palmi i torrenti e i fiumi straripparono allagando le campagne".

Il *Corriere della Sera* del 12 novembre 1932: "L'interruzione dei servizi telefonici e telegrafici con la zona danneggiata dall'alluvione di ieri non consente di raccogliere notizie sull'entità dei danni, che le informazioni sinora avute fanno tuttavia apparire gravi. Oltre alle diciotto vittime già segnalate, si apprende che ve n'é un'altra a Gerace Superiore.

Tutta la costa Ionica appare sensibilmente devastata. In contrada Galea enormi massi tra-

Lago di monte Cotugno

sportati dalle acque del Torbido in piena han battuto contro i piloni del ponte ferroviario, sino a provocarne il crollo. L'abitato è stato completamente invaso dalle acque; molte famiglie sono rimaste senza tetto. Il tronco della ferrovia calabro-lucana è assai danneggiato.

Le autorità della zona si portano sui luoghi maggiormente colpiti, prodigandosi nelle opere di soccorso e di salvataggio di intere famiglie bloccate dalle acque. Sant'Ilario, colpita duramente dal nubifragio, sembrava dovesse essere inghiottita dall'acqua, per lunghe ore caduta fitta. I torrenti della zona si sono ingrossati, superando gli argini, invadendo le strade, investendo i ponticelli di sostegno, provocando il crollo dei fabbricati. La strada nazionale Gioiosa-Mammola-Croceferrata è stata interamente distrutta. Cinquanta uffici telefonici e altrettanti telegrafici

sono interrotti. L'acqua ha anche asportato, per molte centinaia di metri, i binari ferroviari. La vasta zona di Gerace, Siderno, Gioiosa, Mammola, Sant'Ilario, è stata duramente colpita dall'alluvione. Il bestiame e le scorte dei viveri sono stati travolti dalla furia delle acque. Altri danni vengono successivamente segnalati: il ponte Nocito è andato per buona parte distrutto. La strada nei pressi di Antonimina è interrotta".

Calabria, ottobre 1951

Notizie sempre più tragiche compaiono negli anni successivi. *Il Tempo* del 23 ottobre 1951 così descrive in un articolo di Ilario Fiore la tragica alluvione nella provincia di Reggio Calabria. "Un'ora prima che il Presidente della Repubblica giungesse a Reggio, è arrivato dal Comune di Benestare alla Prefettura un telegramma che diceva: 'Rinvenuta gamba umana greto torrente stop Comunicazioni interrotte urgono soccorsi stop'. Alle prime luci dell'alba, da Santa Cristina d'Aspromonte un pastore aveva compiuto quaranta chilometri a piedi per presentarsi all'Ufficio provinciale del Genio Civile e invocare aiuto per quelle popolazioni ancora bloccate e prive di viveri, acqua e indumenti da sei giorni.

Le notizie si accavallano da un'ora all'altra, portate da mandriani o da carabinieri in perlustrazione, e non è possibile tracciare ancora un quadro definitivo del grande disastro che ha colpito soprattutto il versante del Mar Ionio con la gamma di paesi sperduti fra le montagne. Secondo il riepilogo fornito dal Comando Gruppo dei CC. dopo le ultime segnalazioni, i morti sono saliti a 64 così distribuiti: Bovalino 2, Mammola 4, Grotteria 2, Cittanova 1, Marina di Gioiosa 2, Africo 9, Chorio di San Lorenzo 1, Careri 10, Platì 15, Bianco 2, Canolo 3, Melito Porto Salvo 1, Gioiosa Ionica 2 e Caulonia 10. I nomi delle vittime non sono stati comunicati e nemmeno quelli dei dispersi. Gli abitanti di Canolo e di San Lorenzo sono minacciati da frane; il cimitero di Antonimina è sceso su Locri, trascinando un macabro seguito di teschi e di bare.

I luoghi dove la situazione è più drammatica sono quelli attorno agli abitati di Platì e di Caulonia. I territori della "ex repubblica" sono completamente isolati e nemmeno le pattuglie inviate in perlustrazione hanno ancora comunicato col centro. Da una ricognizione aerea eseguita nel pomeriggio di ieri, gli osservatori hanno dedotto che la sorte di alcune migliaia di persone è incerta. Di sicuro si sa che il torrente Allaro ha rotto 900 metri di argine e divelto le briglie

nella Stretta di Ursini; infrangendo poi le opere di consolidamento di San Nicola. Anche il torrente Amusa ha fracassato 800 metri di muri e di controbriglie in contrada Canavata.

Caulonia, dall'alto appare ben sistemata sulla roccia, e un nido di case bianchissime lavate dalla pioggia rende ancor più spettrale la sua apparizione; ma cinquecento case sono crollate o sono pericolanti, e per evitare altre sciagure ben duemila persone del paese hanno riempito sacchi di masserizie scendendo al piano tra scene di terrore. Da alcuni di questi profughi si è potuto sapere che le piazze e le strade dell'abitato si stanno rompendo come biscotti: le frane, inevitabile seguito delle grandi piogge dei giorni scorsi, hanno persino fatto crollare, in frazione Mascigna, un lotto di case popolari di recente costruzione; le frazioni di Campoli, Ursini e Agromastelli sono minacciate da movimenti franosi, mentre la vicina fiumara del Bruca ha asportato circa duecento metri di argine, allagando altre abitazioni. Nello stesso tempo, il torrente Favaco, che scende dalle balze squallide del versante Ionico, ha investito e parzialmente distrutto i viadotti della ferrovia che porta a Roccella.

Sembra così che un destino crudele pesi su Caulonia. I dieci morti registrati sono il primo bilancio, ma molti pastori hanno dichiarato che nelle frazioni molte famiglie sono in ansia per i loro parenti che sorpresi dal nubifragio mentre erano al pascolo, non sono più rientrati.

Nel circondario di Platì, dei quindici morti segnalati soltanto quattro sono stati recuperati nella fanghiglia dagli agenti, che, sbarcati dal mare nei pressi di Bova Marina, sono riusciti a raggiungere il paese portando stamattina i primi viveri. Il paese, che dista dal mare una decina di chilometri, è in preda al panico: le acque del torrente Buonamico hanno recato desolazione e morte. Il cimitero, la centrale elettrica e l'acquedotto sono stati distrutti; duecento famiglie sono senza casa e per ora alloggiano nella chiesa e nel fabbricato scolastico. Il torrente, nonostante il bel nome augurale, è sceso violento a valle ed ha abbattuto il viadotto ferroviario e il ponte stradale della statale 106; intanto, col sole di ieri il terreno si è gonfiato ed ha ripreso a franare: il Genio Civile ha potuto trasportare fin lassù gabbioni di ferro al fine d'intervenire a difesa dell'abitato.

Un altro paese in preda al terrore è Pentadattilo che si trova sulla montagna sopra Melito Porto Salvo. In un acrocoro dalla curiosa forma delle dita d'una mano, è sorto il villaggio dal quale finora non è venuto nessun segno di vita.

Il torrente Melito, che scorre nei pressi della cittadina, ha rotto gli argini sulla strada statale che porta a Bova Marina, danneggiando gravemente il villaggio dei pescatori che sorge in

riva al mare. Dalla foce del Buonamico, più a nord, una brutale visione di rovine colpisce gli occhi di chi riesce ad avvicinarsi: il torrente scorre rabbioso su una parte dell'alveo, che da trenta metri si è allargato sino a trecento".

Articoli di questo tenore si sono succeduti con una frequenza intollerabile, anno dopo anno, dando notizie, diverse e sempre uguali, di lutti e di danni. E la catena non accenna ad interrompersi, come dimostra l'articolo apparso il 17 agosto del 1995 su *la Repubblica*:

"A Genzano di Lucania, in provincia di Potenza, sono impegnati anche i carabinieri per cercare lungo il fiume Basentello i gemelli Andrea e Giuseppe Nardone. Un loro amico, Angelo Cascarano, 38 anni, è stato tratto in salvo dopo essere rimasto incastrato nei rami e nei tronchi trascinati dalla piena. Sempre in Basilicata temporali, nubifragi e smottamenti hanno interessato le zone Vulture e Melfese, riversando fango e detriti sulle strade e causando l'interruzione di energia elettrica in molti comuni".

Un bilancio

Molte volte si è cercato di fare un bilancio sia degli effetti prodotti da un singolo evento sia di quelli più complessivi, che riguardano un ampio periodo.

Alcuni eventi sono stati oggetto di sistematiche indagini da parte di Enti di ricerca ed Uffici tecnici al fine di documentare il quadro complessivo dei danni. Due studi relativamente recenti hanno riguardato, ad esempio, gli eventi verificatisi in Basilicata nell'inverno e nella primavera del 1984-85 (Lazzari ed al., 1990) e quelli relativi all'inverno del 1990 in Calabria (Antronico ed al., 1991). In entrambi i casi le precipitazioni, anche se intense, non sono state eccezionali, risultando ben lontane da quelle degli anni più tragici.

Le piogge giornaliere, infatti, non hanno mai superato i 150 mm, valore che come mostra la figura 8, non può essere certo considerato straordinario. In entrambi i casi tuttavia, i danni sono stati molto estesi anche se di non eccezionale gravità. In Basilicata nel caso esaminato risulta che più di 80 paesi hanno subìto danni, nel nucleo centrale o nelle frazioni, soprattutto alle reti viarie e più limitatamente ad edifici pubblici e privati.

In Calabria nell'inverno 1991 i centri interessati sono stati più di un centinaio, ma in molti casi i danni sono risultati di scarsa entità. Si è lontani dai dati del 1951, del 1953 e del 1973 quan-

do, come si legge in un documento del Provveditorato alle Opere Pubbliche (GIANGROSSI, 1973), furono colpiti in modo ben più grave 59 comuni in provincia di Reggio Calabria e 39 in provincia di Catanzaro, dove si registrarono 6 morti e si rese necessario lo sgombero di oltre 27.000 persone. Ma si tratta pur sempre di effetti rilevanti, soprattutto se raffrontati alla relativa modestia delle precipitazioni meteorologiche.

Questi dati che riguardano eventi recenti testimoniano che il problema della difesa del suolo in Calabria ed in Basilicata rimane aperto ed è ancora di grande rilievo.

Una indagine sistematica che riguarda gli eventi alluvionali e franosi avvenuti dal primo dopoguerra in poi sull'intero territorio nazionale è stata condotta dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR. Nel periodo tra il 1918 e il 1989 sono stati censiti in Calabria 254 eventi franosi che hanno prodotto effetti rilevanti con danni significativi alle persone ed ai beni. Per quanto riguarda le inondazioni ne sono state censite 442 riguardanti 146 corsi d'acqua diversi che hanno colpito 253 località. Le inondazioni si sono verificate in occasione di 80 eventi piovosi di grande intensità.

Il Comune più frequentemente colpito è risultato Corigliano Calabro (Cosenza) più volte inondato dalle diverse fiumare che lo attraversano (Coriglianeto, Cino, Malfrancato, etc.). Tra le fiumare più dannose si segnalano l'Ancinale con 19 esondazioni, il Crati con 17, e poi via via il Neto, il Torbido, il Trionto. In Basilicata nello stesso periodo sono stati identificati 163 eventi franosi rilevanti che hanno interessato almeno il 51 per cento dei 131 Comuni regionali. I fenomeni di esondazione sono stati invece 78 ed hanno interessato 33 località diverse e 19 corsi d'acqua. Le esondazioni si sono avute in corrispondenza di 24 eventi piovosi intensi. La zona più colpita è la piana metapontina e la zona di Pisticci. Il Basento è quello che ha prodotto più esondazioni, ben 21, seguito dal Sinni e dal Cavone.

L'andamento delle portate

I deflussi delle fiumare calabro-lucane rispecchiano l'andamento delle precipitazioni. L'effetto dello scioglimento delle nevi è quasi sempre modesto e limitato ai bacini silani. Più rilevante è l'effetto dei deflussi sotterranei, delle acque cioè che si infiltrano nel sottosuolo alimen-

tando la falda acquifera per poi ricomparire a distanza di qualche mese come apporti sorgentizi. Ma anche questo fenomeno è limitato ai corsi d'acqua di maggiori dimensioni ed a quelli che ricadono nel massiccio calcareo del Pollino.

La figura 11 indica le sezioni fluviali nelle quali sono ubicate le stazioni idrometriche del Servizio Idrografico che rilevano periodicamente o con continuità i livelli idrici. Da questi livelli, attraverso tecniche di taratura basate su misure dirette di velocità, è possibile ricostruire i valori delle portate idriche.

Le stazioni del Servizio Idrografico hanno funzionato con una certa irregolarità. Molto spesso infatti esse sono state installate in siti nei quali era ipotizzata la realizzazione di uno sbarramento per valutare la effettiva disponibilità idrica; e, pertanto, esaurita la loro funzione sono state dismesse. In altri casi le sezioni di installazione sono risultate così variabili nella loro geometria da rendere problematica la stima delle portate. In tanti casi poi sono state le piene a spazzare via le stazioni di misura o a renderle comunque inservibili per lunghi periodi.

In ogni caso anche se meno continue e meno diffuse rispetto a quelle pluviometriche, le stazioni idrometriche del Servizio Idrografico forniscono un quadro sufficientemente chiaro dei deflussi nelle due regioni.

Per confrontare le portate tra corsi d'acqua che hanno bacini di raccolta molto diversi l'uno dall'altro non conviene riferirsi ai valori assoluti che risentono fortemente della dimensione del bacino. È preferibile considerare il contributo unitario cioè il contributo dato da ciascuna unità di superficie del bacino. Mentre la portata si esprime normalmente in metri cubi per secondo (m^3/s), il contributo unitario si esprime in litri per secondo per chilometro quadrato (l/s kmq). Se ad esempio un bacino di 200 kmq ha una portata media annua di 5 m^3/s, il suo contributo unitario sarà di 25 l/s kmq.

In figura 11 le stazioni sono raggruppate proprio in base al valore del contributo unitario.

In base ai dati disponibili si può assumere che il volume complessivamente portato a mare dalla rete idrografica delle due regioni ammonti a circa 10-11 miliardi di metri cubi. Questo volume rappresenta solo un'aliquota dell'acqua affluita come pioggia; l'altra parte si disperde nell'atmosfera con l'evaporazione o arriva direttamente al mare attraverso le falde. Anche i deflussi annui, essendo strettamente legati alle piogge, hanno una notevole variabilità da un anno all'altro. Variabilità che in genere diminuisce all'aumentare della dimensione del bacino.

Fig. **11** - Stazioni idrometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano. Le stazioni sono colorate a seconda del valore assunto dalla portata media annua riferita all'unità di superficie ed espressa in litri al secondo per chilometro quadrato (l/s kmq)

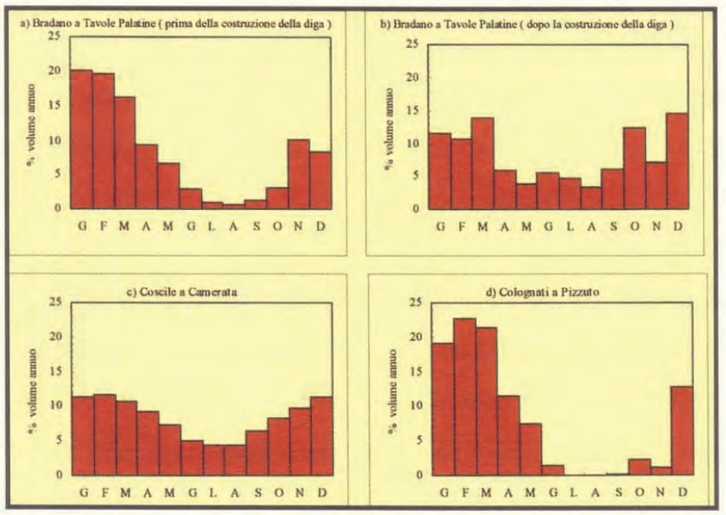


Fig. **12** - Andamento dei volumi medi mensili defluiti in alcune sezioni dei corsi d'acqua calabro-lucani espressi in percentuale del volume medio annuo

I deflussi mensili sono ovviamente concentrati nel periodo autunno-inverno con estati aride. La figura 12 riporta l'andamento dei volumi medi mensili (espressi in percentuale del volume annuo) per alcune stazioni tipiche:

a) Bràdano a Tavole Palatine. Bacino imbrifero di 2.743 kmq, poco permeabile. Contributo unitario molto basso (2,5 l/s kmq). Il volume di acqua defluito nel mese di agosto è solo il 6,6 per mille di quello totale annuo;

b) Bràdano a Tavole Palatine, dopo l'entrata in funzione della diga di San Giuliano, che domina un bacino di 1.631 kmq ed ha quindi un enorme potere di regolazione. Il deflusso nel mese di agosto sale in questo caso a circa il 3,7 per cento del totale annuo;

c) Coscile a Camerata. Bacino di 303 kmq, molto permeabile per la presenza di calcari fortemente fessurati. Contributo unitario con valori medi (20,4 l/s kmq). Il deflusso nel mese minimo è circa il 5,1 per cento di quello annuo. Le acque sotterranee in questo caso esercitano una azione equilibratrice analoga a quella di un serbatoio artificiale;

d) Colognati a Pizzuto. Bacino di 48 kmq, mediamente permeabile. Contributo unitario di valore basso (9,8 l/s kmq). Nei mesi di luglio ed agosto il deflusso è praticamente nullo ed a settembre non raggiunge il 2 per mille del volume annuo.

Anche da questi pochi dati si vede che l'andamento dei deflussi ricalca nel corso dell'anno l'andamento delle piogge, accentuando nei bacini più piccoli gli squilibri tra il periodo estivo e quello invernale, riducendolo invece nei bacini più grandi, soprattutto in presenza di falde acquifere consistenti.

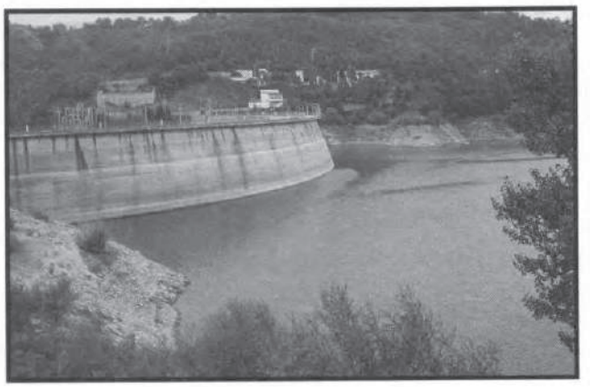
Non sono poi rari gli anni nei quali i corsi d'acqua più piccoli o che scorrono nelle zone più aride hanno, in assenza di piogge, una portata praticamente nulla per lunghi periodi che possono in qualche caso superare i 100-120 giorni.

In occasione delle piene più violente la portata assume valori istantanei che possono essere 1000 volte superiori a quelli medi annui. In alcuni casi il Servizio Idrografico ha stimato portate istantanee comprese tra i 15.000 ed i 20.000 l/s kmq. Questi valori così elevati non sono completamente attendibili perchè frutto di stime indirette e non di misure puntuali.

Essi tuttavia non sono molto lontani dal vero, almeno per i bacini più piccoli, come conferma uno studio del già citato Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche che ha affrontato con grande dettaglio il problema della valutazione delle piene in Italia (Versace, 1995).

Le dighe

L'alternarsi di anni più piovosi con anni meno piovosi, il succedersi di estati secche e di inverni molto umidi, la presenza di aree del territorio caratterizzate da una sostanziale aridità, con piogge medie annue intorno ai 500 mm, hanno reso necessaria la realizzazione di invasi artificiali capaci di trasferire ingenti risorse idriche dai periodi più piovosi a quelli meno piovosi. La vicinanza con regioni come la Puglia, drammaticamente assetata e priva di adeguate risorse idriche sul proprio territorio, ha contribuito ad incrementare almeno per la Basilicata la realizzazione di serbatoi. Nel corso del tempo a partire dagli anni '20 in Calabria e dagli anni '50 in Basilicata, sono state realizzate, o sono in avanzata fase di realizzazione, più di 30 dighe, aventi ciascuna un volume di invaso di almeno 200.000 m³.



Diga del Pertusillo

Le dighe maggiori sono:

- Monte Cotugno sul fiume Sinni, alta 70 metri con un volume totale di invaso di 530 milioni di m³ (Mmc) ed un volume utile di 430 m³, gestita dall'Ente per lo sviluppo dell'irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia, Lucania ed Irpinia;
- Pertusillo, sul fiume Agri, alta 95 metri, con un volume totale di 167 Mmc ed un volume utile di 145 Mmc, gestita sempre dall'Ente Irrigazione;
- San Giuliano, sul fiume Bràdano, alta 44 metri, con un volume totale di 107 Mmc ed un volume utile di 95 Mmc, gestita dal Consorzio di Bonifica del Bràdano e di Metaponto;

• Cecita, sul fiume Mucone, alta 55 metri, con un volume totale di 108 Mmc ed un volume utile di 107 Mmc, gestita dall'ENEL;

• Cameli, sul fiume Esaro in fase di realizzazione, l'altezza prevista è di 118,6 metri, con un volume totale di 105 Mmc ed un volume utile di 98 Mmc, gestita dal Consorzio di Bonifica di Sibari e della Media Valle del Crati;

• Gimigliano, sul fiume Melito, anche essa in fase di realizzazione, l'altezza prevista è di 109,8 metri, il volume totale 106 Mmc, quello utile 98 Mmc, la gestione è del Consorzio di Bonifica Alli-Copanello.

Complessivamente, considerando anche le dighe in avanzata fase di realizzazione, l'invaso utile, cioè quel volume di acqua che può essere effettivamente utilizzato per i diversi scopi civili ed industriali, ammonta ad oltre 1500 Mmc .

Si tratta di valori molto alti se si confrontano con i valori medi delle precipitazioni (26.000 Mmc) e dei deflussi (10.000-11.000 Mmc) annui.

Il confronto è ancora più significativo se viene fatto con i valori medi delle precipitazioni nel periodo giugno-agosto, che ammontano a circa 2.200 Mmc. Negli anni più secchi la precipitazione annua può scendere a meno di 1.500 Mmc.

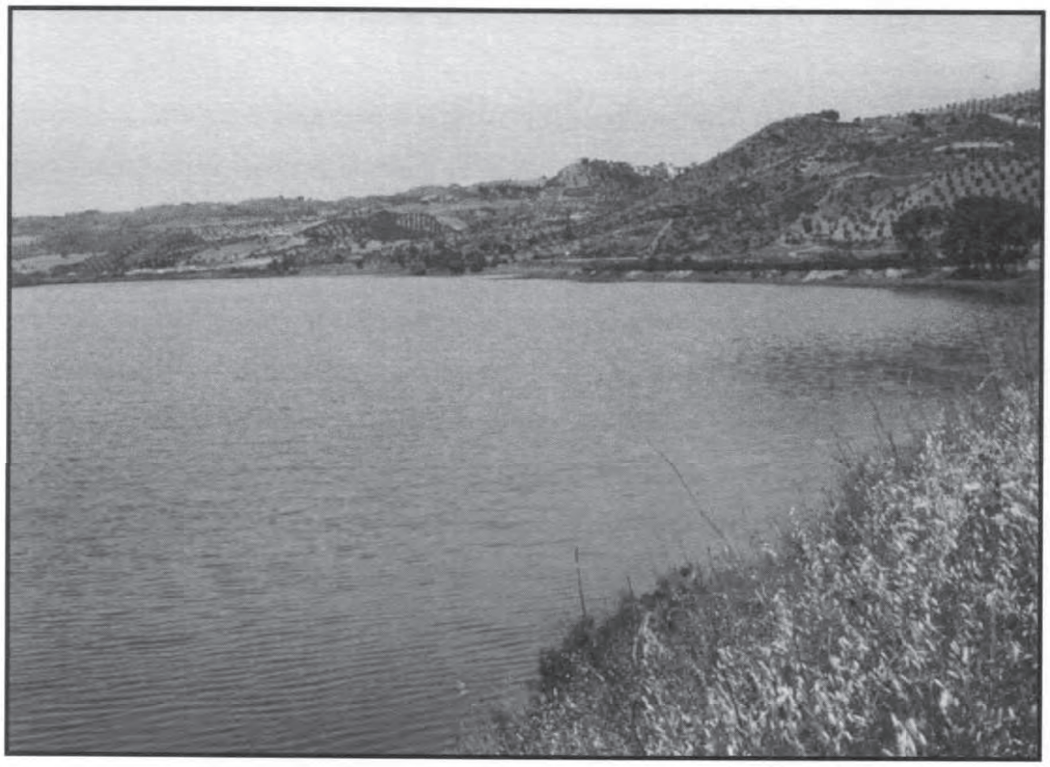
I volumi invasati dalle dighe calabresi e lucane consentono quindi di incrementare in modo notevole le disponibilità "naturali", anche se l'entità di tale incremento non è facilmente valutabile perchè non tutta la pioggia caduta può essere effettivamente utilizzata e non tutta la capacità dei serbatoi risulta disponibile per i mesi estivi.

I benefici sono evidenti soprattutto per la irrigazione alla quale è destinata nel periodo estivo la gran parte delle acque invasate. Le zone aride del Metaponto, della piana di Sibari e di altre zone delle due regioni e della Puglia dipendono strettamente dalla presenza di questi numerosi invasi.

Rilevante è anche la produzione di energia elettrica soprattutto del sistema dei laghi silani.

Accanto a questi benefici ve ne sono altri di tipo ricreativo. In molti casi i laghi artificiali arricchiscono il paesaggio, rendendolo più bello, e finiscono per diventare l'elemento centrale di attrazione turistica, favorendo lo sviluppo di numerose attività finalizzate all'uso del tempo libero.

I serbatoi, inoltre, grazie al gioco dei riempimenti e degli svuotamenti esercitano una benefica azione di regolazione, limitando in modo sensibile le portate e quindi i fenomeni di piena a



Diga di Tarsia

valle. Ma accanto a questi aspetti positivi ce ne sono altri di segno opposto, legati alle modificazioni che gli sbarramenti, soprattutto i più grandi, producono nel fiume.

L'effetto principale è quello di alterare in modo netto il bilancio del trasporto solido.

Le dighe intrappolano enormi quantità di sedimenti che, trasportati dalla corrente di monte, si depositano sul fondo del lago. Si tratta di milioni di metri cubi per ciascun invaso. Per la diga di Monte Cotugno sono previsti, addirittura, 50 milioni di metri cubi.

A valle degli sbarramenti si verificano perciò fenomeni di scavo, anche molto pronunciati, perchè l'energia della corrente non viene più spesa per trasportare il materiale in arrivo da monte, che resta nel lago, ma viene utilizzata per erodere il letto fluviale.

La quantità di sedimenti che anno dopo anno si deposita nel lago artificiale può rappresentare una aliquota importante del materiale che, prima della costruzione della diga, il fiume trasportava fino al mare. E ciò avviene quando il bacino dominato dalla diga è una parte rilevante dell'intero bacino considerato fino alla foce. In questi casi l'effetto si risente anche sulle coste

basse perchè risulta alterato l'equilibrio tra l'azione aggressiva del moto ondoso ed il sistematico apporto dei fiumi.

L'arretramento delle coste non è certo dovuto alla sola presenza dei serbatoi. Sono molti i fattori che contribuiscono: le sistemazioni montane che riducono l'erosione dei versanti, la bonifica dei corpi di frana, il prelievo incontrollato di sabbia e ghiaia dal greto per la costruzione di strade e di edifici. Ma in molti casi, come quello delle spiagge del Metapontino, il ruolo degli sbarramenti appare in tutta la sua evidenza.

Un altro effetto che la realizzazione di una diga può produrre riguarda la flora e la fauna acquatica che in condizioni naturali popolano il corso d'acqua. La modificazione del regime idrologico indotto dalle dighe può alterare gli ecosistemi preesistenti. Questo problema appare tuttavia meno rilevante perchè non è difficile assicurare le condizioni di mantenimento degli ecosistemi, garantendo comunque un deflusso minimo vitale a valle. La fattibilità di tali interventi è

Diga di San Giuliano nel Materano

garantita anche dal fatto che la normativa nazionale ha già recepito questa esigenza, e la ricerca scientifica sta ponendo su questo tema una attenzione via via crescente.

La realizzazione delle dighe deve essere quindi sempre inserita in un quadro di analisi più generale che valuti con attenzione tanto gli effetti positivi quanto quelli negativi e che non può riguardare la singola diga ma deve avere un respiro regionale. Basti pensare all'effetto di più dighe realizzate su corsi d'acqua diversi ma che insistono sullo stesso litorale.

L'occupazione delle aree fluviali

Nei confronti del fiume l'uomo non si è limitato alla utilizzazione delle acque, ma ne ha occupato in modo sempre più intenso il territorio di pertinenza.

Le aree di pianura e poi, progressivamente, i grandi materassi alluvionali delle aree di deposito sono stati via via occupati da insediamenti agricoli e civili. Questi insediamenti periodicamente hanno subìto danni perchè il fiume durante le piene tende a riprendersi il suo territorio. E quindi si sono realizzate nuove opere di difesa, innalzando argini e muri per delimitare il corso del fiume. Per effetto delle opere di protezione, sulle aree un tempo dominio del fiume si sono concentrati maggiori investimenti e quindi insediamenti più rilevanti dal punto di vista economico ma anche più densamente popolati. Questa concentrazione, a sua volta, ha aumentato le esigenze di protezione soprattutto dopo piene distruttive come quelle degli anni '50, che hanno messo a nudo la fragilità del sistema di difesa.

La spirale tra insediamenti ed opere di difesa non si è ancora arrestata. In Calabria e Basilicata non ha toccato i livelli che la sciagura del novembre 1994 ha evidenziato per le zone più industrializzate del Paese, ma sta raggiungendo dei livelli che richiedono, specie sulle aste terminali, una attenta valutazione. Ma se questo è il punto di arrivo non si può dimenticare quello di partenza. E cioè l'esigenza di liberare la Calabria e la Basilicata dalla malaria.

In una triste classifica del 1910 dietro la Sardegna con 73,2 morti di malaria ogni 100.000 abitanti venivano proprio la Basilicata con 37,3 e la Calabria con 32,1.

La difesa del suolo

I primi piani, i primi interventi organizzati e razionali legati alle leggi speciali del 1904 (legge n° 140) e del 1906 (legge n° 255) avevano appunto come principale obiettivo la bonifica delle aree malariche della costa, dove le fiumare si estendevano nel corso delle piene e la morfologia del terreno non consentiva il ritiro delle acque, favorendo la formazione di paludi e pantani.

Le leggi speciali rappresentano un primo serio tentativo di razionalizzare l'intervento sui

corsi d'acqua calabro-lucani. Intervento rivolto essenzialmente alla arginatura dei tratti vallivi, ma poco o nulla attento alla comprensione della effettiva dinamica delle fiumare ed alla necessità di procedere ad un intervento organico, considerando il bacino idrografico come un *unicum* che risente a valle dei fenomeni prodotti a monte, e che non può essere sistemato se non nel suo complesso.

Questi concetti, oggi banali, non erano nuovi nemmeno nel secolo scorso, come testimoniano gli scritti di Afan de Rivera (1833), Direttore Generale di Ponti, Strade, Acque e Foreste del Regno delle Due Sicilie. Più volte tali esigenze venivano ribadite dai tecnici più avveduti, come, l'allora Direttore dei Servizi Tecnici dello Stato, Meuccio Ruini, che in una relazione sugli interventi straordinari in Calabria (1913), ricorda come siano "frequenti le pressioni ed agitazioni perchè, sia pure in via di eccezione (ma le eccezioni moltiplicandosi diventano regole), si adotti il sistema dei ripari saltuari e provvisori in qualche tratto terminale delle fiumare, senza attendere che sia studiato ed approvato il progetto dell'intera sistemazione del bacino della stessa fiumara".

Ma la scarsità di risorse, le enormi necessità derivanti dalla arretratezza complessiva dei territori calabresi e lucani, l'oggettiva prevalenza degli interessi delle aree vallive contribuirono al sostanziale abbandono delle aree interne, lasciando che il dissesto dei versanti e la violenta azione erosiva dei fiumi la facessero da padroni, e limitandosi in tali aree alla difesa dei centri abitati.

Ne è prova l'interminabile elenco dei centri abitati da trasferire e da consolidare che nel corso degli anni si è andato formando e che riguarda la quasi totalità dei comuni delle due regioni.

È dal 1950 con l'istituzione della Cassa per il Mezzogiorno che si sviluppa un grande sforzo del Paese per affrontare, insieme ai mille altri resi più gravi dalla tragedia della guerra, il problema della "sistemazione dei bacini montani e dei relativi corsi d'acqua". Le alluvioni catastrofiche del '51 e del '53 richiamarono l'attenzione soprattutto sulla Calabria. Fu varata una nuova legge speciale nel 1955 (legge n° 1177). Fu predisposto un accurato piano regolatore per attuare gli interventi di sistemazione dei bacini idrografici.

Complessivamente l'azione della Cassa è stata, soprattutto in Calabria, capillare ed abbastanza organica. Ci sono stati momenti di pianificazione accurati ed incisivi come quello già cita-

L'alveo del Sinni

Lago Ampollino

to e come il piano regolatore per la sistemazione dei corsi d'acqua della Basilicata curato dal Provveditorato alle Opere Pubbliche di Potenza.

Certo nel complesso non sono mancati gli errori e gli sprechi. C'è stata una propensione eccessiva alla frammentazione ("interventi a pioggia"). Per i fiumi in particolare è prevalsa la logica dell'utilizzazione sia delle risorse idriche sia delle aree di espansione, lasciando in secondo piano i problemi di compatibilità ambientale.

Tuttavia anche con questi limiti il complesso degli interventi è risultato positivo ed ha incrementato in modo notevole le aree irrigate, le superfici boscate, il livello di difesa dalle inondazioni.

Dalla fine degli anni '70 in poi il ruolo della Cassa è andato progressivamente riducendosi, lasciando sempre più spazio alle Regioni.

Questo passaggio graduale, ma soprattutto l'esaurirsi nei primi anni '70 della legge speciale, hanno prodotto in Calabria un vuoto. È mancato un progetto organico, un indirizzo unitario di riferimento. Sono emersi tutti i nodi che l'intervento straordinario non aveva saputo eliminare o che in molti casi aveva esso stesso creato.

Anche in Basilicata i problemi non sono mancati ma certamente c'è stato un maggiore impegno normativo ed organizzativo che ha già cominciato a dare i suoi frutti.

Il panorama nazionale nel frattempo è cambiato. Nel 1989 è stata varata la legge sulla difesa del suolo (legge n° 183) attesa da decenni.

Questa legge recepisce formalmente la logica di pianificare gli interventi sui fiumi a scala

di bacino idrografico. Le Regioni devono costituire le Autorità di Bacino per i fiumi di propria competenza. E le Autorità devono predisporre, in una visione unitaria ed integrata, i piani di bacino che riguardano sia i problemi di utilizzazione delle acque e dei territori fluviali sia la difesa dalle inondazioni e più in generale dai dissesti idrogeologici.

Entrambe le Regioni hanno accumulato gravi ritardi nell'applicazione della legge n° 183. Ora è necessario recuperare il tempo perduto.

L'assenza di manutenzione sta vanificando molti dei risultati conseguiti con gli interventi di sistemazione. Ci sono problemi rilevanti, anche se la situazione è diversa tra le due regioni ed all'interno di ciascuna di esse. Molti tratti fluviali sono nel più completo abbandono, sede di discariche abusive o di altre attività improprie. L'occupazione delle aree di pertinenza fluviale appare spesso inarrestabile. In molti centri urbani le aree prossime ai fiumi sono quelle più degradate.

Ma nonostante questo la gran parte dei fiumi della Calabria e della Lucania mantengono intatta la loro straordinaria bellezza, creando paesaggi affascinanti dominati dal placido scorrere delle acque e scenari selvaggi dove si manifestano i segni della loro grandiosa potenza.

La difesa di questo grande patrimonio deve essere l'impegno di tutti.

Nota bibliografica

AFAN DE RIVERA, 1833, *Considerazioni sui mezzi per restituire il valore proprio ai danni che la natura ha largamente conceduto al Regno delle Due Sicilie*, Napoli 1833.

L. ANTRONICO, S. CRITELLI, S. GABRIELE, P. VERSACE, 1991, *Indagine a scala regionale sul dissesto idrogeologico in Calabria provocato dalle piogge dell'inverno 1990*, Editoriale BIOS, Cosenza, pp.1-171.

D. CALOIERO, 1976. *Le precipitazioni in Basilicata nel cinquantennio 1921-1970*. CNR-IRPI, Geodata n. 6, pp.1-23.

D. CALOIERO-MERCURI T., 1980. *Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1970*. CNR-IRPI, Geodata n.2, pp.1-161.

ID., 1982. *Le alluvioni in Basilicata dal 1921 al 1970*. CNR-IRPI, Geodata n.16.

D. CALOIERO-R. NICCOLI-C. REALI, 1980, *Le precipitazioni in Calabria (1921-1980)*. CNR-IRPI, Geodata n.36, pp 1-53.

CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, 1995. *Progetto AVI Censimento delle Aree Italiane vulnerate da calamità idrogeologiche*. Rapporto di sintesi Basilicata (a cura di Cipolla F., Russo D., Sabatini C.), pp.1-29.

CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, 1995. *Progetto AVI Censimento delle Aree Italiane vulnerate da calamità idrogeologiche*. Rapporto di sintesi Calabria (a cura di O. Lolli, S. Pagliacci), pp.1-40.

G. FIORE, 1691. *Della Calabria Illustrata*, "Stamperia Domenico Roselli", Napoli 1691, Tomo I, Libro II, p.286 .

L. GIANGROSSI, 1973. *Nubifragi ed alluvioni in Calabria nel periodo 20 dicembre 1972-2 gennaio 1973*. A cura dell'Associazione Provinciale degli Industriali di Catanzaro, pp.1-70.

A. GRIMALDI, 1863. *La Cassa Sacra, ovvero La soppressione delle manimorte in Calabria nel secolo XVIII*. Cap. II, Napoli 1863, pag.45-46.

R.E. HORTON, 1932. *Drainage Basin Characteristics*. Transaction of American Geophysical Union, Vol.13, pp.350-361.

A. IETTO, 1975. *Geologia e Pianificazione urbana in Calabria*. Memorie della Società Geologica Italiana, vol.14, pp.421-490.

F. Ippolito-F. Paganelli, 1984. *Il dissesto idrogeologico in Basilicata. Situazione ed interventi*. Cassa per il Mezzogiorno, quaderno n.9, pp.1-96.

S. LAZZARI-D. CALOIERO-S. GABRIELE-S. LAMBIASE-T. MERCURI-F. PESCE-M. TRAMUTOLI-P. VERSACE, 1990. *Effetti prodotti in Basilicata dagli eventi meteorici verificatesi nel periodo dicembre 1984-aprile 1985*. CNR-IRPI, Geodata n.37, pp.1-70.

Ministero dei Lavori Pubblici-Direzione Generale dei Servizi Speciali, 1913. *Le Opere Pubbliche in Calabria*. Istituto Italiano d'Arti Grafiche, Bergamo 1913, pp.I-LXXX, 1-389.

D.SABATO-A. ARALLO-S. LAZZARI-G. MORELLA-S. ACITO-F. PESCE-V. CATACCHIA, 1987. *Relazione per il programma pluriennale di intervento di cui all'art.2 del D.L. 26.1.87 n.8, convertito in legge 27.3.87, n.120*. Regione Basilicata, Documentazione Regione, n.11/87, pp.11-140.

M. SORRISO VALVO. 1985. *Mass movement and slope evolution in Calabria*. Proceedings of IVth International Conference and Field Workshop, Tokyo, pp.23-30.

ID., 1994. *Carta delle grandi frane e delle deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria*. CNR-IRPI.

G. TRAVAGLINI, 1985. *Il controllo delle acque e la difesa del suolo*. Storia d'Italia, Le Regioni dall'Unità ad oggi. La Calabria, Giulio Einaudi Editore, Torino 1985.

P. VERSACE (a cura di), 1995. *La valutazione delle piene in Italia. Dipartimento di Difesa del Suolo, Università della Calabria*, in preparazione.

C. VIPARELLI, 1972. *Corsi d'acqua naturali e leggi che ne regolano il modellamento*. Istituto di Costruzioni idrauliche. Bonifiche ed irrigazioni. Facoltà di Ingegneria, Università di Napoli, quaderno n.4, pp.1-96.

M. VIPARELLI, 1972. *La sistemazione delle aste terminali delle fiumare calabre*, Liguori Editore, Napoli 1972.

SCRITTI CALABRESI

di

VINCENZO MARONE

EDITORIALE BIOS

La ricchezza idrologica dello "sfasciume"

Vincenzo Marone

1. Quando Giustino Fortunato, il grande meridionalista, gratificò la Calabria della caratteristica di "sfasciume pendulo sul mare» certo non prevedeva quanti delitti si sarebbero compiuti in Suo nome nei confronti di questa sfortunata regione.

Che la Calabria sia regione senza dubbio dissestata e con difficile situazione geologica ed idrologica nessuno può mettere in dubbio; ma quanto di tale situazione è dovuta all'Uomo?

Come poi si dirà più dettagliatamente, molta parte della tragica situazione attuale risiede nel mancato controllo sull'opera dell'uomo ed alla mancanza di quella disciplina degli interventi sempre auspicata ma mai attuata. L'abbandono da parte degli agricoltori di vasti territori coltivati, la distruzione indiscriminata della superficie boschiva, l'uso, a volte veramente folle, dei materiali fluviali e torrentizi per le costruzioni, che ha arrecato ed arreca danni di estrema gravità ai litorali ed alle stesse opere di difesa o di attraversamento, e tante altre nocive attività costringono chi scrive e chi si occupa di questi problemi ad elevare una veramente indignata protesta che coinvolge tutti noi sì, ma in particolare gli organi preposti alla salvaguardia del territorio, il Parlamento e i Governi che via via si sono succeduti... ed anche le opposizioni che non si sono battute sino in fondo su tali problemi.

La continua evoluzione dell'ambiente consente di affermare che l'opera che si richiede nel campo della difesa del suolo è opera continua e mai terminata e che mai terminerà. Tale indefessa fatica è necessaria in quanto come l'ambiente non è certo fisso e stabile così le opere a sua difesa devono elasticamente seguirne le evoluzioni ed in conclusione è necessario che si creino degli organismi piuttosto complessi ma elastici di tipo regionale, che si impegnino su tale problema con visione unitaria. Bisogna perciò che si abbandoni una volta per tutte la serie degli interventi sporadici e scoordinati che tanti danni ha prodotto e produce, ma che tante ricchezze individuali ha creato e crea a danno della collettività.

Nel creare nuovi organismi bisogna non ricadere nel vecchio errore compiuto dallo Stato italiano ed operare mediante accurata selezione del personale, in base alle sole sue capacità tecniche, e rendere ciò possibile con

l'adeguatezza del trattamento economico e di carriera e in tal modo stimolando i migliori elementi ad orientrasi verso i problemi in discorso; ciò operando si eviterà quella fuga di cervelli che tanto dannosa è stata per la nostra Regione, che povera per tanti versi non lo è certo di materiale umano di altissimo livello.

Ricordiamo che presso la nostra Università si stanno preparando tecnici specializzati in Difesa del Suolo ed in Scienze della Terra: che essi non siano preparati invano per la Calabria!

2. Situazione idrologica

Sugli elementi che possono influenzare, forse nella maniera più appariscente, il dissesto idrogeologico, il fattore precipitazione atmosferica è uno di quelli sui quali non è possibile agire in nessun modo. Occorre innanzi tutto dividere il problema in due parti che si potranno definire la prima delle «medie», l'altra degli eventi «eccezionali» e «periodici».

La situazione idrologica in Calabria può apparire a prima vista buona perché la piovosità media è di 1170 mm/anno, sensibilmente superiore alla media nazionale (990 mm/anno), ed anche il deflusso medio con i suoi 560 mm/anno si mantiene al disopra del valore medio nazionale (di poco superiore a 500 mm/anno). Ma questa situazione appare meno rosea se si considera il modo con cui tali eventi si manifestano: accanto a lunghi periodi di siccità, che raggiungono spesso i 120 giorni in un anno, e talvolta oltrepassano addirittura i 150 giorni/anno in cui si concentrano precipitazioni con altezze di pioggia di diverse centinaia di millimetri. Le conseguenze di questo fatto sono notevoli; in un primo luogo la concentrazione di piogge in tempi così brevi, unitamente alla situazione ambientale, determina i dissesti tristemente famosi e caratteristici della regione Calabra; in secondo luogo i deflussi estivi sono mediamente di soli 18 mm nel periodo giugno-settembre, e perciò certamente insufficienti a soddisfare i consumi. Tale insufficienza potrebbe in parte essere limitata da una corretta utilizzazione delle sorgenti, che secondo valutazioni del S.I. del Genio Civile erogano in tempi di magra circa 43 m^3/s, delle acque sotterranee di cui però sembra che già si utilizzino 230 mm/anno contro i 268 potenziali (tali dati sono però da sottoporre a più attenta verifica) e delle acque superficiali con la creazione di opportuni serbatoi che potrebbero servire alla regolazione dei deflussi.

Le cifre surriportate ci consentono di affermare che la Calabria dal punto di vista idrico non è certo tra le più mal messe delle regioni italiane e si cita qualche cifra in proposito (espressa in litri al secondo per km^2). Contro una media nazionale di 16,3 in Calabria si hanno 17,9 l/sKm^2 di deflussi, superiori cioè a quelli che si riscontrano in tutte le altre regioni centromeridionali

ad eccezione della Campania (Marche 14,6; Lazio 13,8; Abruzzo e Molise 15,5; Campania 21,3; Puglia 4,6; Lucania 6,5; Sicilia 6; Sardegna 8) ed anche di qualche regione settentrionale (Romagna 14,6; Toscana 14,8).

Tenendo poi conto che i valori relativi all'Europa sono 9,2 e quelli di tutte le terre emerse del globo 8, si nota ancor di più che fortunatamente la materia prima, cioè l'acqua, c'è ed è soltanto il suo uso che deve essere opportunamente predisposto, vista la «capricciosità» delle precipitazioni e quindi dei deflussi. Ancora una volta è l'intervento umano o, meglio, il mancato intervento quello che blocca, non certo la mancanza della risorsa prima. Facendo altro semplice confronto, è da considerare che in Italia ogni abitante ha mediamente a disposizione 2870 m^3/anno di deflusso superficiale; in Calabria tale cifra sfiora i 4000 m^3/anno per abitante.

Per rendere queste cifre, che non sono poi troppo aride, significative è da rilevare che da calcoli fatti (Conferenza Nazionale delle Acque - Tipografia del Senato - Roma 1972) in una Commissione di cui lo scrivente faceva parte, appare che per l'utilizzazione irrigua di 0,5 volte la risorsa potenziale della Calabria e Lucania (9,8 x 10,9 m^3 di cui 7,8 per la Calabria) si avrebbe bisogno di 1,37 miliardi di m^3 di capacità di invaso, con fallanze di una volta ogni 5 anni, contro i 564 milioni presenti al '72; bisognerebbe dunque moltiplicare per 3 la capacità dei serbatoi attualmente esistenti.

E' dato da tener presente che, senza serbatoi, per uso irriguo (con fallanze di 1 anno ogni 5 anni) in Calabria e Lucania si potrebbe sfruttare circa il 10% del deflusso annuo (all'incirca 800 milioni di m^3) e con gli invasi esistenti (564x106 m^3) si potrebbero avere invece 1.639 milioni di m^3 per l'utilizzazione irrigua. Tale valore deve poi essere ridotto a causa delle utilizzazioni industriali.

La creazione di nuove capacità, opportunamente studiate, consentirebbe dunque una regolazione del regime dei corsi d'acqua per le opportune correzioni del regime naturale, troppo spesso torrentizio, ma consentirebbe anche la creazione di serbatoi per la laminazione delle piene che ridurrebbero di molto i danni delle alluvioni. E' da osservare che essi, per essere efficaci, come è noto, devono poter immagazzinare un grosso volume della piena in arrivo. Inoltre tali serbatoi potrebbero servire anche all'uso industriale realizzando così quel servizio a molti scopi oggi richiesto da queste costose e complesse opere.

Concludendo questa sommaria esposizione dell'idrologia calabra, è da ribadire che, se viste razionalmente, se viste attraverso la Scienza ed i numeri, le situazioni sono sempre controllabili e le cause, come sempre, dei guai sono più da ascrivere alla cattiva volontà degli uomini che alla fatilità dietro cui essa si nasconde.

3. Origine dei dissesti

Una delle cause dei dissesti e dell'impoverimento di una regione è senza dubbio l'asportazione di terreno da parte delle acque meteoriche attraverso la loro molteplice azione. Ciò capita senza dubbio nei terreni declivi come quelli che in maggioranza costituiscono la Calabria; infatti si stima che in Calabria 800.000 ha, pari a più del 50% del territorio, abbia pendenze superiori al 25%. Per di più come è stato calcolato nella Conferenza Regionale dell'Agricoltura (12 marzo 1974) circa 100.000 ha di terreno coltivato è stato abbandonato.

Ma fortunatamente, oggi la superficie boscata supera, sempre secondo i dati forniti nella citata Conferenza, i 500.000 ettari e cioè sfiora il 35% di quella totale; di tale superficie boscata le fustaie rappresentano circa il 60% contro il 40% di cedui.

L'incendio ha purtroppo operato distruggendo circa 8.000 ha di bosco nel solo '71, e cioè circa l'1,6% dell'intera superficie boscata! Pur tuttavia è da osservare che la Calabria, che ha superficie di circa 15.000 Km^2 ($1{,}5 \cdot 10^6$ ha), di cui il 42% è montuoso, il 49% di collina e solo il 9% di pianure, dovrebbe ancora incrementare tali sistemazioni montane visto il suo carattere particolare. Ma non è certo da sottacere che la Calabria, che occupa circa 1/20 del territorio nazionale, possiede circa 1/12 dei boschi italiani, la cui estensione è infatti oggi valutabile intorno ai 6.000.000 di ettari (20,8% della superficie totale); è anche da dire che verso la metà dell'800 in Italia la superficie boschiva era di circa 5.000.000 di ettari. In effetti la distruzione del bosco italiano avvenne nei secoli XI-XIII (Cipolla, Storia Economica dell'Europa pre-industriale, Il Mulino 1974) con conseguente depauperamento sino ai riportati valori dell'800 che, come si vede, sono poco lontani dagli attuali.

Comunque le sistemazioni migliori sono quasi sempre, ahimè!, le più costose e cioè quelle a cui si ricorre per le culture più pregiate.

Inoltre il tipo di lavorazione del terreno, l'influenza del pascolo, l'abbandono della piccola manutenzione delle opere sistematorie ed infine l'abbandono dei terreni da parte dell'uomo sono quasi sempre, insieme al sovraccarico umano, la causa prima della degradazione di un territorio.

La Toscana è senza dubbio terra anch'essa difficile, pur tuttavia le sistemazioni mirabili realizzate limitarono per secoli la sua degradazione, che oggi purtroppo ricomincia, visto lo stato di abbandono delle sue colline.

La lavorazione a rittocchino in zone ove essa non è adatta, il ricorrere a metodi di regimazione superficiale non adatti, a colture non adatte etc., queste sono le cause prime dei dissesti e non i fenomeni naturali inarrestabili. In generale essi diventano inarrestabili solo per l'incuria ed il disinteresse che

non ha portato al tempestivo intervento risolutore.

L'intervento primo deve essere rivolto al mantenimento del presidio umano in montagna ed in collina con la ristrutturazione agricola ed il miglioramento delle condizioni di vita secondo standards equiparabili a quelli della moderna civiltà. Lo Stato dovrà intervenire per aiutare massicciamente le popolazioni montane eliminando il loro isolamento culturale ed ambientale con le creazioni di strade stabili, guadagni sicuri, vita sociale piena, scuole efficienti ed anche industrializzazione e turismo. In tempi come i nostri così calamitosi ove molti non hanno di che sopravvivere, quando in Italia siamo importanti massici di bestiame da carne, di legno, e di tante altre materie di base non ci possiamo permettere più il lusso sprecone di dedicarci allo sviluppo di industrie parassitarie ma dobbiamo invece finalmente procedere all'industrializzazione dell'agricoltura!

Questa nostra Calabria è ricca! E' ricca di uomini capaci ed intelligenti, è ricca d'acque, di boschi, di terreni... sta a noi farla diventare ricca anche in opere che potranno far tornare a quella civiltà e ricchezza che più di 2.000 anni fa la resero celebre nel mondo non come patria di emigrazione ma come terra di immigrazione, come terra proverbiale di raffinatezza e civiltà. Tutto dipende da noi, puché si lasci da parte in queste cose ogni divisione ideologica, più formale che sostanziale, che si abbandoni le strade dall'individualismo esasperato e si lavori insieme tutti per la sua rinascita.

Dice De Marchi nella Conferenza Nazionale delle Acque che «l'esito infelice di molte sistemazioni effettuate in passato su torrenti montani, specie nelle regioni meridionali, trova spiegazione in generale nel fatto che le progettazioni di base furono condotte più sulla carta che sul terreno, e che nello studio di esse e nella direzione dei lavori si sono succeduti, talora a brevi intervalli di tempo, funzionari diversi, inizialmente ignari dell'ambiente e troppo spesso privi di ogni esperienza precedente in questo particolarissimo campo di attività». E prosegue più avanti: «Mi pare di poter affermare che la sistemazione dei torrenti è in prima linea problema di uomini: il loro successo è legato, infatti, soprattutto agli uomini che vi sovraintendono, alla diretta conoscenza dei torrenti da sistemare ed ai loro bacini». E poi: «Comunque, a mio meditato parere, l'aspetto fondamentale della sistemazione dei torrenti, e più in generale delle sistemazioni idrologiche è quello di costituire ufffici specializzati, nei quali i giovani funzionari (laureati in ingegneria e in Scienze forestali, geometri e diremmo geologi) dopo un primo tirocinio di prova permangono per molti anni, nè possono essere distaccati...». Ed ancora: «Le Amministrazioni dei Lavori Pubblici e delle Foreste dovrebbero cioè disporre nel campo tecnico-costruttivo di corpi di funzionari specializzati nelle sistemazioni idrauliche e montane: senza di che non si

avrà mai la certezza che le somme assegnate per le dette sistemazioni vengano impiegate nel modo migliore rispondente alle finalità proposte.

Di fronte a queste esigenze, che direi pregiudiziali, assume importanza secondaria la precisazione delle linee direttive e tecniche generali da seguire nella sistemazione dei torrenti...».

A ciò sembra che poco possa aggiungersi ed è sperabile che la Regione Calabria si muova su queste linee e non voglia continuare a disperdere in mille rivoli il pubblico denaro, così come spesso si è fatto fin oggi, per soddisfare le mille esigenze dei singoli professionisti o dei singoli Comuni.

Per la parte scientifica oggi c'è l'Università della Calabria fortemente impegnata in questo settore, per la parte tecnica si aspetta che la Regione possa muoversi secondo le idee di De Marchi che, come si è visto, erano ben chiare e precise e socialmente valide, a prescindere dalla sua collocazione politica. E' solo la degradazione dei costumi che oggi porta a giudicare gli uomini dalle idee che dicono di professare e non sulle loro azioni tante volte in contrasto con quelle idee.

Nella nostra Università c'è un impegno costante nel campo della Difesa del Suolo, principalmente attraverso l'opera del Dipartimento omonimo e di quello di Scienza della Terra. In tal modo sono concordemente al lavoro e forse con interessi veramente e singolarmente unici nel mondo scientifico italiano, le competenze di geologi, geotecnici, idrologi ed idraulici; ma si lavora anche insieme ad un gruppo di sistemisti che portano un valido contributo nei sensi della più moderna tecnica per l'approccio scientifico ad un tal tipo di problemi. C'è inoltre da osservare che la collaborazione si estende all'IRPI, l'Istituto del CNR di Cosenza, e ad altri Istituti Universitari Italiani.

Ormai è quasi completata la realizzazione della prevista apparecchiatura di un bacino sperimentale attrezzato che idraulici e geologi dell'Università hanno scelto per lo studio integrato; tale bacino è situato nei pressi di Luzzi (CS); forse, finalmente, si giungerà alla costruzione del laboratorio dei grandi modelli idraulici. C'è un gruppo di diverse decine di persone in attività nei succitati campi; quando la Regione si deciderà a sfruttare realmente, e fino in fondo, queste nuove forze?

Da parte nostra, attraverso questa rivista, forniremo una serie di dati tecnici che saranno in tal modo a disposizione di tutti i Comuni di Calabria: inizieremo col dare, in un prossimo numero, cartine geologiche della Calabria e della Lucania. Seguiranno poi carte idrologiche così che a tutti gli interessati possa giungere quella documentazione di base dalla quale dovrebbe partire ogni coerente discorso di sviluppo e di difesa del suolo.

(*Sviluppo* - Gennaio-Marzo, anno I, 1975, n. 2)

Lab. di
Cartografia
Ambientale e
Modellistica Idrogeologica
UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

FIUMARA STILARO (*FONTE HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/6/61/STILARO_CON_ALBERI.JPG*)