

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 2/2018
ISSN 1591-5352

Il regime delle precipitazioni intense: effetti al suolo delle precipitazioni di forte intensità e breve durata



Ostuni, 20 gennaio 2017

A cura di
Emanuele Giaccari



Il futuro dipende da come riusciamo a conoscere il passato



L'azienda Fiumano Toma srl è impegnata attraverso le indagini geognostiche, dirette e indirette, a ricostruire i modelli geologici e geotecnici del sottosuolo.

La nostra esperienza trentennale ci permette di affrontare con professionalità le grandi sfide delle caratterizzazioni ambientale e delle ricostruzioni dei modelli idrogeologici.



I nostri contatti

FIUMANO TOMA TRIVELLAZIONI s.r.l.
Via Dei Mestieri
Matera (MT)
Tel 0835 262275 - 0835 268092
Fax 0835 268092

Visita il nostro sito web
www.fumanotomatrivellazioni.com

Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE
Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE
Danilo Belli, Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio (*Segretario*), Daria Duranti (*Vicepresidente*), Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento, Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti (*Presidente onorario*), Gioacchino Lena (*Vicepresidente*), Luciano Masciocco, Michele Orifici, Vincent Ottaviani (*Tesoriere*), Angelo Sanzò, Livia Soliani

Geologia dell'Ambiente
Periodico trimestrale della SIGEA

Supplemento al n 2/2018
Anno XXVI - aprile-giugno 2018

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE
Giuseppe Gisotti

COMITATO SCIENTIFICO
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Giancarlo Bortolami, Giovanni Bruno, Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Gioacchino Lena, Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro

COMITATO DI REDAZIONE
Fatima Alagna, Federico Boccalaro, Giorgio Cardinali, Francesco Cancellieri, Valeria De Gennaro, Fabio Garbin, Gioacchino Lena, Maurizio Scardella

REDAZIONE
SIGEA: tel. 06 5943344
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158
info@sigeaweb.it

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI
I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più Referees

UFFICIO GRAFICO
Pino Zarbo (Fralerighe Book Farm)
www.fralerighe.it

PUBBLICITÀ
SIGEA

STAMPA
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA per il 2018 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente". Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigeaweb.it

Sommario

Introduzione A CURA DI EMANUELE GIACCARI	2
Cambi climatici, tendenze e variazioni di breve e lungo periodo, e l'impatto sul territorio tra sostenitori e negazionisti GIUSEPPE SPILOTRO	3
Il clima sta cambiando? Rivisitazioni e riflessioni ANTONIO PAGLIONICO	7
Il sistema di protezione civile della Regione Puglia LUCIA DI LAURO	15
Il reticolo effimero delle lame e il rischio idraulico della città di Bari FRANCESCO GENTILE, MARINELLA SPANÒ, GIOVANNI FRANCESCO RICCI	18
Gli eventi estremi, effetti al suolo della precipitazione di forte intensità e breve durata del 10 settembre 2016 in Ostuni (Br) EMANUELE GIACCARI	26
Caratteristiche fisiche dell'idrografia della regione Puglia e pericolosità idraulica associata NICOLA PALUMBO	34

In copertina: Evento alluvionale del 10 settembre 2016 - SS 379 (foto Vigili del Fuoco)

Negli anni recenti, diverse aree costiere dell'Italia sono state interessate da eventi di pioggia particolarmente intensi, i cui effetti al suolo, in termini di piene e frane, hanno prodotto ingenti danni a persone e a beni materiali.

I gravi eventi alluvionali di questi ultimi anni, relativi in particolare alle zone costiere italiane, sono stati determinati da precipitazioni di intensità particolarmente elevate che, ancora una volta, e non certo esagerando, sono state definite eccezionali.

Sebbene l'elevato rischio associato a tali eventi può in parte dipendere da un eccessivo ed irrazionale uso dei suoli, è opinione largamente condivisa che il cambiamento climatico giochi un ruolo rilevante nell'intensificazione degli eventi idrologici estremi.

In particolare, se da un lato il numero medio di giorni piovosi annui sembra essere progressivamente diminuito, nel corso degli ultimi decenni, dall'altro si è assistito ad una tendenza verso una maggiore concentrazione degli eventi intensi, poiché piogge copiose di breve durata si sono verificate con maggiore frequenza e dopo il periodo estivo.

Gli eventi di pioggia particolarmente intensi, quelli con i_m elevato nei primi minuti di pioggia – meno di un'ora, sono dunque responsabili del sempre più frequente dissesto idrogeologico del territorio nazionale.

Non fa certo eccezione Ostuni dove l'evento suddetto oramai non rappresenta più un caso estremamente improbabile, poiché, nello stesso periodo (agosto settembre), si verifica quasi annualmente, ma ne è la causa del pericolo idraulico per la sua particolarità di avvenimento, entro la prima ora, dopo un periodo di particolare aridità del suolo.

L'enormità dei volumi di pioggia caduti in poche ore, o addirittura dopo pochi minuti, ha determinato effetti parossistici sul territorio,

ma ha anche sollevato interrogativi ed ansie nella comunità tecnica e scientifica.

In particolare gli interrogativi riguardano l'adeguatezza degli strumenti statistici di cui disponiamo per determinare la "reale" rarità di queste manifestazioni meteorologiche che e per poterne tenere conto nella valutazione del rischio di alluvione, specie nelle aree costiere.

La questione ha immediata rilevanza tecnica nell'ambito delle misure di adattamento al cambiamento climatico che, nel caso in esame, corrisponderebbe ad una accresciuta frequenza, rispetto al passato, di eventi di elevata intensità.

L'incontro proposto intende richiamare l'attenzione sulle caratteristiche degli estremi pluviometrici eccezionali, rapportandoli agli aspetti delicati relativi alla stima delle precipitazioni di progetto. Se ne ricavano alcuni spunti per studi sistematici di approfondimento alla scala nazionale.

Nell'ottica della promozione di un approccio di natura sistemica alla gestione del rischio da alluvione, l'evento intende costituire un punto d'incontro e un'occasione di approfondimento sulla diversificazione e integrazione dei ruoli e delle competenze dei soggetti coinvolti.

La Tavola rotonda si propone di porre a confronto l'offerta della ricerca, in termini di tecnologie e metodologie innovative per la gestione e mitigazione dei rischi naturali, la domanda degli Enti operanti nel settore della difesa del suolo, pianificazione territoriale e gestione emergenze e la qualità della progettazione ingegneristica nella mitigazione dei rischi naturali.

La tavola rotonda prevede la partecipazione di esperti del mondo scientifico, istituzionale e professionale e sarà aperta al contributo dei partecipanti alla giornata

Cambi climatici, tendenze e variazioni di breve e lungo periodo, e l'impatto sul territorio tra sostenitori e negazionisti

GIUSEPPE SPILOTRO
Università della Basilicata
E-mail: g.spilotro@yahoo.com

Climate changes, short and long term trends and variations and environmental impact between supporters and deniers

Parole chiave (*key words*): Tendenze climatiche (*climate trends*); variazioni climatiche (*climate changes*); modulazioni di secondo ordine (*fluctuations*); Piccola età glaciale (*LIA, Little Ice Age*); uso del territorio (*land use*)

Ringrazio gli organizzatori dell'evento, il prof. Giaccari e il presidente Dr. Fiore, per avermi concesso l'onore di introdurre e presiedere la sessione delle comunicazioni ad invito, tutte di particolare interesse per l'approfondimento che apportano al tema proposto.

Il nuovo evento alluvionale che ha colpito recentemente la fascia costiera del comune di Ostuni ci riporta alle classica domanda: era prevedibile (ovvero: rientra negli eventi di intensità congruente con la frequenza secondo le attuali consolidate conoscenze)?

Siamo diventati esperti nello studiare e mappare il rischio idraulico e idrogeologico, eppure ogni volta che si verifica uno degli eventi temuti, ci si stupisce della realtà fenomenologica, che ricalca con precisione quasi chirurgica le mappe di previsione, talvolta elaborate però solo dopo l'evento dannoso. Il tutto diventa generalmente spunto di considerazioni assolute nei confronti di chi gestisce il territorio, rinviando la specificità dell'evento a fattori non controllabili, quali i cambi climatici, o a situazioni non controllate, quali l'abusivismo o l'uso improprio del territorio.

Entrambi gli argomenti in realtà sono tutt'altro che di semplice o lineare acquisizione, perché intrinsecamente complessi. Qualche breve considerazione preliminare può essere utile.

I termometri nella storia dell'evoluzione tecnologica dell'uomo sono di recentissima introduzione (circa tre secoli), ma per nostra fortuna il misuratore della temperatura media globale, con qualche attenzione a fenomenologie locali, è il livello del mare. Le sue variazioni a scala globale segnalano i cambi climatici e le variazioni diametrali del globo. Orbene, la misura del sollevamento del livello del mare, ci dice che da circa 20.000 anni siamo entrati in una planetaria variazione climatica, il riscaldamento al termine di un importante periodo glaciale. Le foci fluviali dei corsi

d'acqua della Basilicata ionica (e non solo quelle) erano a circa 120 m sotto il livello del mare attuale (Spilotro 2005, Tropeano *et al.* 2013). Da 6000 anni godiamo di un gradevole

rallentamento di tale riscaldamento, che ha stabilizzato la velocità di risalita del mare sul valore di $1,5 \pm 0,5$ mm/y (Fig. 1). La risalita del livello del mare nell'ultimo secolo e misurata

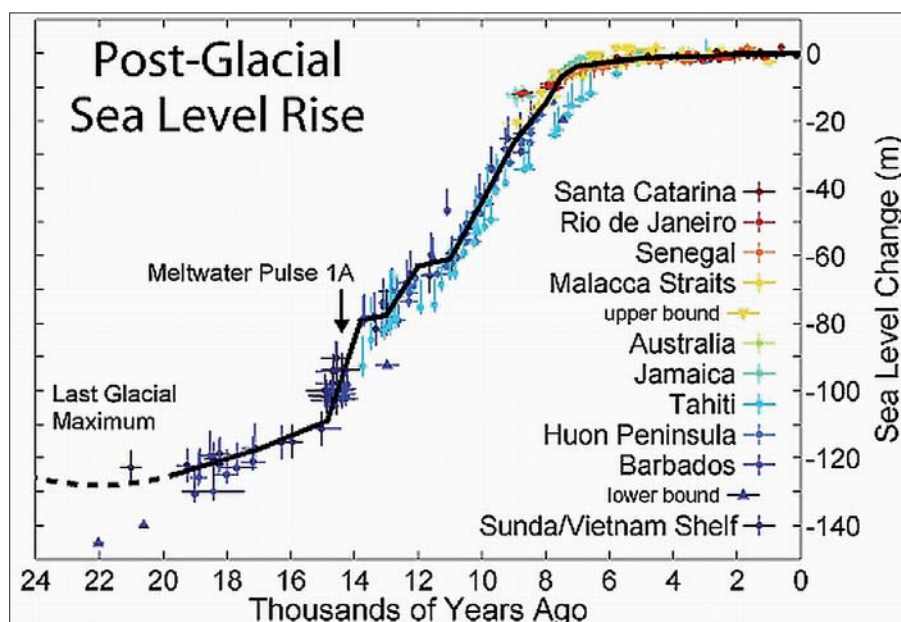


Figura 1 – Risalita post-glaciale del livello mare a livello globale (fonte: R. A. Rohde)

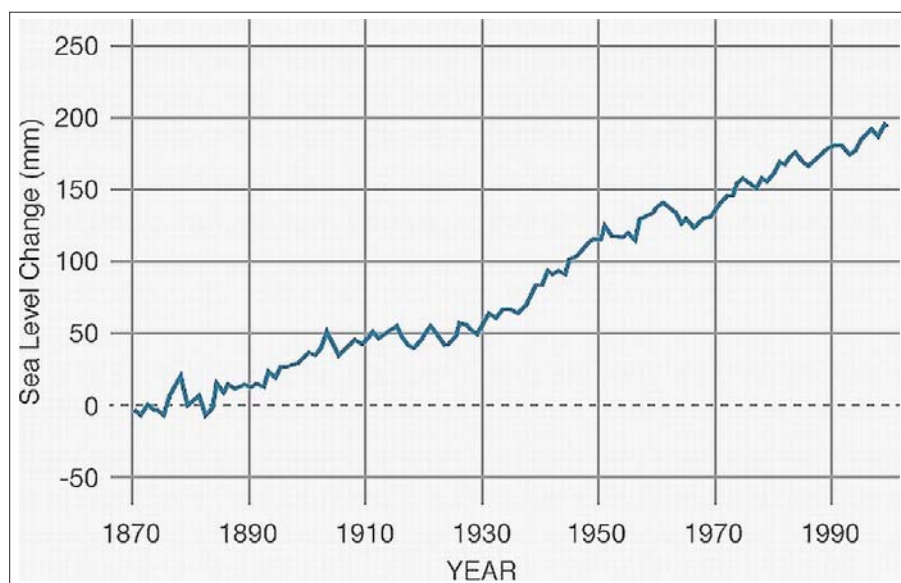


Figura 2 – Variazioni livello mare nel periodo 1870-2000 (Fonte: NASA)

in alcuni punti della nostra costa negli ultimi decenni, non rivela sostanziali cambiamenti, dando quindi ragione ai negazionisti dei cambi climatici globali (Fig. 2). La letteratura in tal senso è forse meno sviluppata di quella assertrice dei cambi climatici, ma non meno credibile in relazione ai dati che espone (Parker *et al.* 2015; Spilotro 2003). Informazioni sul clima e sulle sue variazioni sono associate anche alle variazioni dei ghiacciai e delle calotte ghiacciate, affidate a record pittorici o fotografici ed attualmente a misurazioni da satellite (Orombelli 2007; Bhanu 2016).

La tendenza climatica media che si evidenzia nel lungo periodo è lineare, ma afflitta da continue fluttuazioni di secondo ordine, alcune delle quali importanti. Ricordiamo la nostra crisi idrica degli anni tra il 1980 e 1990 e soprattutto, nell'ambito della tendenza di lungo periodo, la Little Ice Age durata fino a

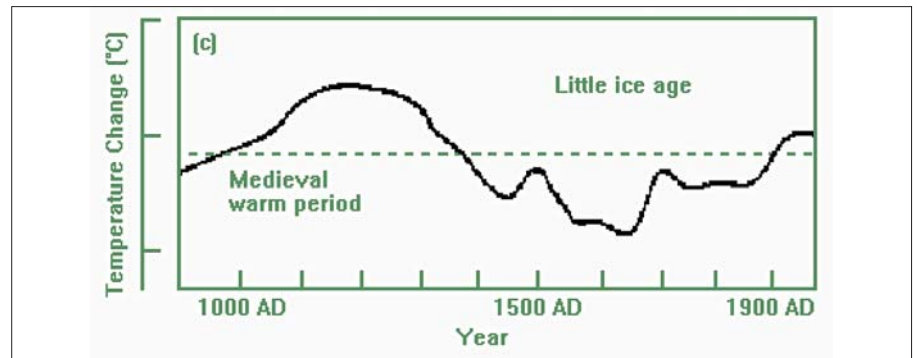


Figura 3 – Variazioni della temperatura degli ultimi 1000 anni con evidenza della piccola età glaciale (LIA; fonte: IPCC 1990).

metà del 1800 (Fig. 3) e le cui tracce sono state segnalate su base storica nell'area di Taranto. Ne parlano cronache letterarie e le variazioni di attività delle paludi ospitate nelle più antiche conche di erosione ai bordi della città e dei suoi mari (Canora 2012 a e b; Fagan 2001).

Queste ultime sono infatti traccia degli antichi sifonamenti delle coperture sedimentarie da parte della falda carsica a vari livelli di stazionamento del mare, con il quale mantengono comunicazione entro variazioni metriche del livello stesso (Spilotro *et al.*, 1990 e 2003).

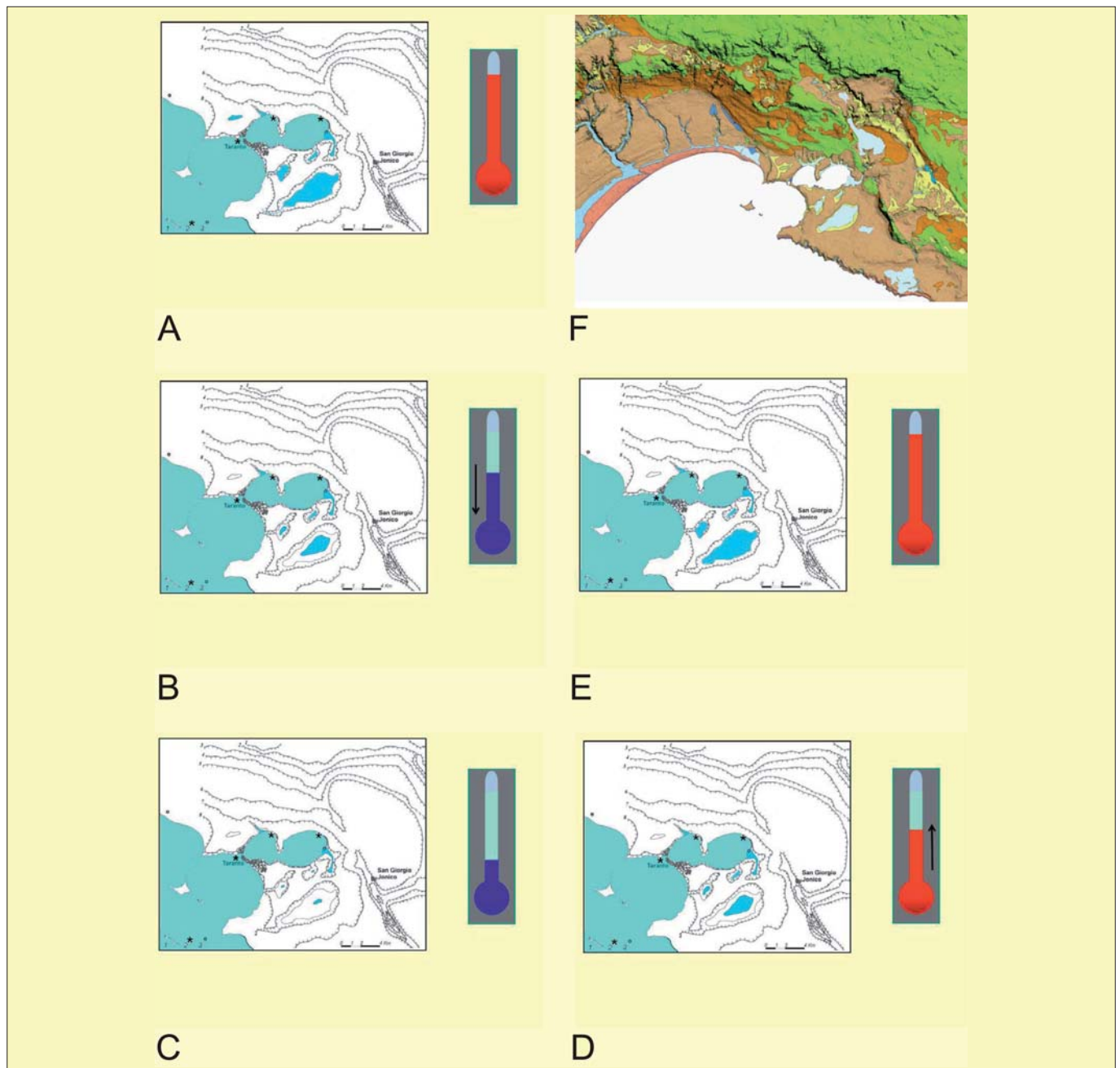


Figura 4 – Variazioni climatiche e variazione dell'attività evaporitica/palude delle conche erosive intorno a Taranto

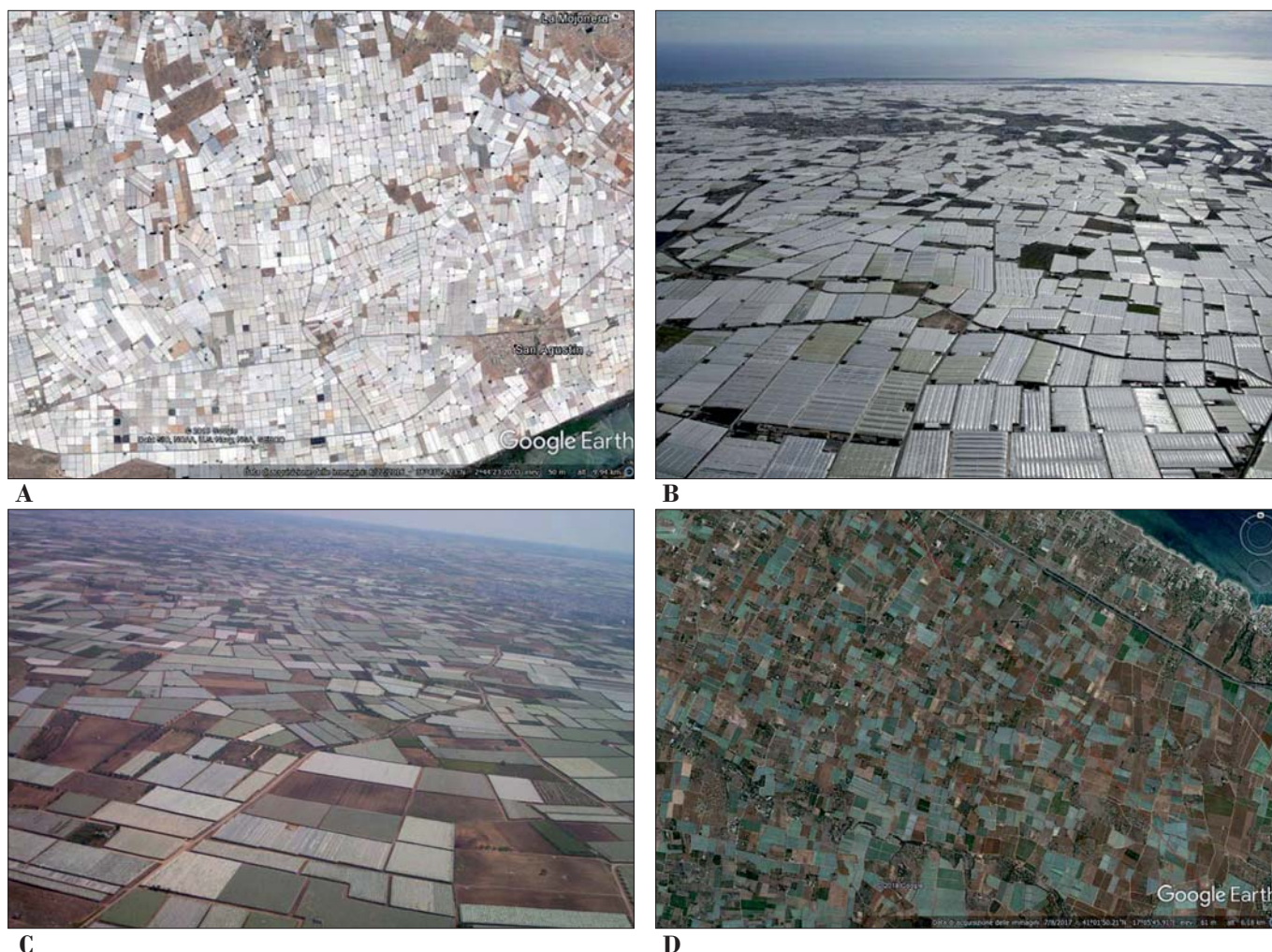


Figura 5 – Variazioni dell'uso del territorio con rilevanti implicazioni idrologiche allascala locale e di bacino: a e b: Campo de Dalías, Almería, Spagna; c e d: Mola, BA

L'equilibrio idrogeologico tra alimentazione capillare, EVT e precipitazioni pilotato dal clima prevalente le fa virare a saline (con brine interstiziali nei sedimenti rilevate fino a oltre 60 m, Fidelibus *et al.*, 2018) o a paludi (Fig. 4) (Canora *et al.*, 2012a; Spilotro *et al.*, 2003).

In definitiva e in sintesi, per quanto riguarda i cambi climatici in atto, è fuor di dubbio che già eravamo in una fase climatica di riscaldamento, con tendenza consolidata negli ultimi 6000 anni e che questa fase non è stata scevra da fluttuazioni anche sensibili. Rimane quindi da capire e dimostrare se oggi siamo in una delle solite fluttuazioni intorno alla tendenza di lungo periodo, o in una decisa variazione (di cui però non è certa ancora la risposta del misuratore globale), e, infine, se quello che si asserisce è vero, se di tanto è responsabile l'uomo.

Indipendentemente dall'accettare o negare i cambi climatici, o su quanta parte del cambio climatico sia antropogenico, dubbi non ce ne possono essere sul fatto che utilizzando in modo massivo e concentrato nel tempo e nello spazio le energie fossili, il surplus positivo e immagazzinato del bilancio energetico di milioni di anni, da qualche parte prima o poi si dovranno avvertire le conseguenze e si

avvieranno processi sistemici (a cascata) di danneggiamento globale. E sono altrettanto chiare, in un contesto di prevalenza dei sostenitori, le ragioni del fallimento fino ad oggi delle politiche nazionali ed internazionali di lotta ai cambi climatici (Sanganyado, 2018; Dale Jamieson, 2017).

Rimane tutta intera la seconda problematica: l'accentuazione della risposta del territorio agli attuali eventi estremi, per uso improprio dello stesso.

In primo luogo, un'alluvione, per disastrosa che possa essere, è un evento naturale. Quelle che la hanno preceduta hanno lasciato due tracce inconfondibili: una morfologia e un sedimento, di solito più leggibili sulle carte geologiche che sul posto. Dopo di che lo spazio dell'acqua, in sua momentanea assenza, è stato occupato dall'uomo e dalle sue pratiche coltivate, zootecniche, insediative. Non solo. Ma in quello che è il territorio su cui piove, e poi scorre l'acqua, le variazioni delle capacità recettive dei suoli sono state spesso drammaticamente variate. Stiamo parlando delle estensioni urbanistiche, delle aree artigianali, industriali e commerciali, delle coperture a serre o a tendoni, ecc. (Fig. 5). Per non parlare poi di uno dei più gravi crimini legalizzati contro l'ambiente: lo spietamento della Murgia,

con la distruzione delle tessiture epicarsiche e di centinaia di chilometri di muretti a secco, vanificando il lavoro positivo e secolare dell'uomo (Fig. 6) (Moretti *et al.*, 2004; Canora *et al.* 2005 e 2008; Palomba 2015).

Per completezza di informazione introduttiva, anche l'argomento delle correlazioni tra idrologia e clima è stato esplorato per quanto possibile, in relazione alla disponibilità solo recente di misurazioni registrate (Wanner *et al.*, 2008; Taricco *et al.*, 2009; Ester Rus *et al.*, 2012); le dispersioni delle misure, già sensibili in climi stabili, definiscono propriamente o impropriamente andamenti, non univoci, che vengono interpretati come tendenze.

Anche in questo caso, il rapporto di dipendenza diretto in relazione ai disastri non può essere di acquisizione scontata; non può avere attenuanti invece l'anomalo valore delle esposizioni negli spazi dell'acqua, che sicuramente costituisce l'elemento più grande nell'equazione del rischio. Ci si riferisce a tutto quello che si trova intenzionalmente o accidentalmente negli spazi dell'acqua non soltanto in corrispondenza di eventi estremi.

Le relazioni che seguono porteranno un contributo rilevante sui temi segnalati e di tanto ringraziamo i relatori, augurando loro un buon lavoro.



A



B

Figura 6 – Variazioni dell'uso del territorio in Puglia. a: paesaggio fittamente punteggiato da muri a secco e manufatti in pietra a secco; b: paesaggio spiagtrato intorno alla traccia di una lama

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- SPILOTRO G. (2003), *Variazioni relative del livello mare e variazioni della linea di costa: tendenze naturali e fattori antropici*. Atti Convegno SIGEA: Cambiamenti climatici e desertificazione in area mediterranea, SIGEA, Univ. Bari, 16.3.2002.
- SPILOTRO G., LOCARDO A. (2003), *L'idrogeologia come principale fattore morfogenetico: L'Area di Taranto*. Atti Dipartimento Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata, UNIBAS, n 4, 2003.
- SPILOTRO G. (2004), *Erosion profile of the blue clay bedrock along the Ionian coast of the Basilicata Region*. Quaternaria Nova, VIII, 2004, 247 - 261
- CANORA F., SCIORTINO A., SPILOTRO G., DI SANTO A. (2005), *Effects of anthropogenetic modifications of karst soil texture on the water balance of "Alta Murgia" (Apulia, Italy)*. Proc. of the 10th Multidisciplinary Conf. KARST 2005 on Sinkholes & the Engineering & Environmental Impacts of Karst, September 24-28 2005, San Antonio, Texas – ASCE Publications - USA pp. 423-431, (DOI: 10.1061/40796(177)45); Geotechnical Special Publication Numb. 144, ISSN 0895-0563, pp. 423-431.
- CANORA F., FIDELIBUS M.D., SCIORTINO A., SPILOTRO G. (2008), *Variation of infiltration rate through karstic surfaces due to land use changes: a case study in Murgia (SE-Italy)*. Engineering Geology, vol. 99, iss. 3-4, 2008, pp 210-227. DOI: 10.1016/j.enggeo.2007.11.018.
- SPILOTRO G. (2004), *Erosion profile of the blue clay bedrock along the Ionian coast of the Basilicata Region*. Quaternaria Nova, VIII, 2004, 247 - 261
- CANORA F., FIDELIBUS M.D., SPILOTRO G. (2012), *La piccola età glaciale di Taranto (Puglia, Italia)*. Rend. Online Soc. Geol. It., Vol.18 (2012), pp 12-18, 9 figs, (DOI: 10.3301/ROL. 2011.59).
- CANORA F., FIDELIBUS M., SPILOTRO G. (2012), *Coastal and inland karst morphologies driven by sea level stando: a GIS based method for their evaluation*. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 37, pp 1376-1386, ISSN:0197-9337, DOI 10.1002/ESP 3246.
- CANORA F., FIDELIBUS M., SPILOTRO G. (2012), *La piccola età glaciale di Taranto (Puglia, Italy)*. Atti Convegno: "Il clima nel bacino del mediterraneo negli ultimi 12000 anni", Accademia Nazionale dei Lincei, XXIX Giornata dell'Ambiente, Roma, 17 ottobre 2011; Scienza e Lettere Editore Commerciale, Roma 2012, pp.155-165.
- TROPEANO M., CILUMBRIELLO A., SABATO L., GALLICCHIO S., GRIPPA A., LONGHITANO S., BIANCA M., GALLIPOLI M., MUCCIARELLI M., SPILOTRO G. (2013), *Surface and subsurface of the Metaponto Coastal Plane (Gulf of Taranto – Southern Italy): present day vs LGM landscape*. Geomorphology, doi: 10.1016/j.geomorph.2013.07.017.
- FIDELIBUS M.D., ARGENTIERO I., CANORA F., PELLICANI R., SPILOTRO G., VACCA G. (2018), *Squeezed interstitial water and soil properties in Pleistocene blue clays under different natural environments*. Geosciences 2018,8,89; doi:10.3390/geosciences8030089.
- PALOMBA G. (2015), *Lo spiagramento della Murgia; un disastro ambientale fermato dal Corpo Forestale dello Stato*. SILVAE 2015
- MORETTI M., FIORE A., PIERO P., TROPEANO M. & VALLETTA S. (2004), *Effetti dei miglioramenti fondiari nelle Murge Alte (Puglia): L'impatto antropico sul paesaggio carsico e costiero*. "Il Quaternario", Italian Journal of Quaternary Science, vol. 17(2/1): 323-330.
- BHANU PRATAP *et al.* (2016), *Four decades of glacier mass balance observations in the Indian Himalaya*. Reg Environ Change (2016) 16:643–658; DOI 10.1007/s10113-015-0791-4.
- PARKER A, OLLIER C.D. (2015), *Is there a Quasi-60 years' Oscillation of the Arctic Sea Ice Extent?* Journal of Geography, Environment and Earth Science International 2(2): 77-94, 2015; Article no.JGEEI.2015.00.
- ESTER RUS, FRANCESCO CIOFFI, CHANDRA KRISHNAMURTHY, UPMANU LALL (2012), *Space time structure of extreme precipitation in Europe over the last Century: a climate perspective*. XXXIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Brescia, 10-15 settembre 2012.
- FAGAN B.M. (2001), *The Little Ice Age: How Climate Made History 1300-1850*. Ed. Basic Books, pp. 272.
- OROMBELLI G. (2007), *Le variazioni dei ghiacciai alpini negli ultimi 10 mila anni*. Quad. Soc. Geol. It. 1, 1-12.
- SANGANYADO E. (2018), Book Review: "Dale Jamieson, 2017: Reason in a Dark Time: Why the Struggle Against Climate Change Failed and What It Means for Our Future. Oxford University Press, pp288, ISBN: 978-0190845889". Front. Earth Sci. 6:23. doi: 10.3389/feart. 2018. 00023.
- SPILOTRO G. & ROCCANOVA C. (1990), *Sea level changes and ancient mapping of Taranto area*. Proc. of 6th int. congress of IAEG, Amsterdam, Aug. 1990, G. Price (Ed.), Balkema, Rotterdam, 235-241.
- TARICCO C., GHIL M., ALESSIO S., & VIVALD, G. (2009), *Two millennia of climate variability in the Central Mediterranean*. Climate of the Past, 5, 171-181.
- WANNER H., BEER, J., BUTIKOFER J., CROWLEY T. J., CUBASCH U., FLUCKIGER J., GOOSSE H., GROSJEAN M., JOOS F., KAPLAN J.O., KUTTEL M., MULLER S.A., PRENTICE I.C., SOLOMINA O., STOCKER T.F., TARASOV P., WAGNER M., & WIDMANN M. (2008), *Mid-to Late Holocene climate change: an overview*. Quat. Sci. Rev., 27, 1791-1828.

Il clima sta cambiando? Rivisitazioni e riflessioni

ANTONIO PAGLIONICO

Già docente presso il Dipartimento di Scienze della Terra – Università degli Studi di Bari
E-mail: a.paglioni1942@libero.it

7

We are just in a “climate change”? Revisitations and reflections

Parole chiave (*key words*): cambiamento climatico (climate change), riscaldamento globale (global warming), produzioni di gas serra (greenhouse gases productions), evidenze globali e regionali (worldwide and regional evidences), meccanismo di contrasto (contrast mechanism)

1) RIASSUNTO

L'attuale riscaldamento globale è una “realtà indiscutibile” da mettere in relazione con l'immissione massiva di “gas serra” in atmosfera a causa dell'uso dei combustibili fossili (V rapporto IPCC 2013). L'effetto più evidente e significativo è la velocità con cui è aumentata la T° sul pianeta negli ultimi 200 anni. Il tasso attuale di riscaldamento è pari a $0,15^\circ\text{C}$ per decennio con tendenza ad aumentare e questo è riscontrabile a tutte le scale. Gli effetti più evidenti del riscaldamento sono: la notevole riduzione delle calotte glaciali, dei ghiacciai e del permafrost, l'innalzamento del livello dei mari, il verificarsi di condizioni meteorologiche estreme. Si riportano alcune evidenze di tali effetti in Italia e in Puglia e i meccanismi di contrasto messi in atto nella nostra regione al fine di mitigare gli impatti.

2) CAMBIAMENTI CLIMATICI E “RISCALDAMENTO GLOBALE”

L'attuale “riscaldamento globale” è una fase, un periodo, un intervallo naturale dei Cambiamenti Climatici che interessano e che hanno interessato il pianeta, o è un fenomeno provocato dall'intervento antropico troppo massivo negli ultimi centinaia di anni su di esso? Tale quesito che richiederebbe una risposta univoca, in quanto interessa il futuro della vita sulla pianeta, non presenta una facile chiarificazione.

Il pianeta terra è stato sottoposto nella sua lunga storia a diversi tipi di Cambiamenti Climatici talvolta ciclici con periodi di ritorno temporalmente molto diversi (le ere glaciali da decine di milioni a milioni di anni, i cicli glaciali di migliaia di anni, le variazioni glaciali di sole poche centinaia di anni). I Cambiamenti Climatici e la loro ciclicità sono dovuti sia all'evoluzione fisica del pianeta, sia a cause extra planetarie ricorrenti e/o casuali. La ricostruzione degli eventi climatici più antichi (dall'Archeozoico, al Proterozoico e a parte del Fanerozoico iniziale), interessano relativamente poco la storia attuale del pianeta in quanto relativi a periodi temporali in cui le condizioni evolutive della terra e del sistema solare erano molto diverse e per i quali

i dati a disposizione sono poco dettagliati. Dai primi del '900 saranno raccolti dati geologici, geochimici, paleontologici, glaciologici attraverso misure indirette e dirette che permetteranno di avere informazioni più dettagliate sugli eventi climatici e sulla loro ciclicità relativamente all'ultimo centinaio di milioni

ricostruire il clima negli ultimi 800.000 anni. Le variazioni di T° risultano congruenti con quelle dei “gas serra”: agli aumenti e diminuzioni dell'una corrispondono aumenti e diminuzioni nel tenore della CO_2 e del CH_4 , ciò ha permesso di ipotizzare l'importante legame tra T° e “gas serra” (Fig. 1).

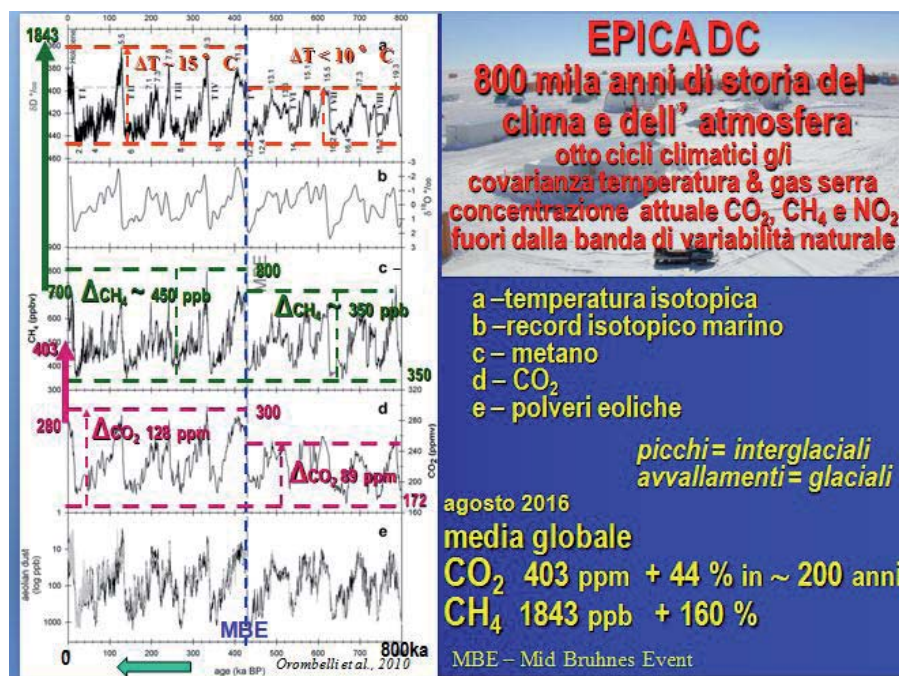


Figura 1 – Ricostruzione della storia del clima e dell'atmosfera negli ultimi 800.000 anni (da Orombelli, 2016)

di anni che pur se non esaustivi sono significativi per valutare ampiezza, velocità, tempi di ritorno, distribuzione spaziale, modalità e cause dei Cambiamenti Climatici.

I dati presi in considerazione presentano inevitabili salti cronologici e prendono a riferimento i parametri ritenuti fondamentali per capire le variazioni climatiche e le conseguenti interazioni con la vita sul pianeta. Valori delle T° , dati geochimici sui gas serra, indicazioni paleontologiche e glaciologiche relative in particolare all'ultimo milione di anni permettono di ricostruire con elevata attendibilità la storia climatica del pianeta in tale periodo di tempo. Questa infatti diventa più precisa e attendibile sulla base dei risultati dello studio delle carote di ghiaccio (progetto EPICA Domo C in Antartico) che permette di

Se poi in particolare osserviamo i dati relativi agli ultimi 200 anni della storia climatica riportati in Fig. 1 tale legame viene confermato: all'aumento della $T^\circ\text{C}$, il CH_4 passa da 700 ppb a 1843 ppb con un incremento del 160% e la CO_2 da 280 a 403 ppm con un incremento del 44%. Chiaramente evidenti risultano le differenze nelle variazioni della CO_2 negli ultimi 45000 anni come osservabili nella Fig. 2: in 7000 anni l'aumento di CO_2 risulta di + 80 ppm; rispetto agli ultimi 250 anni in cui si registra un aumento di CO_2 di + 120ppm

Le ricostruzioni diventano più dettagliate per periodi più recenti: l'ultimo grande cambiamento climatico che ha interessato la storia del pianeta è la “deglaciazione” avvenuta tra 19 mila e 11mila anni fa. In 8000

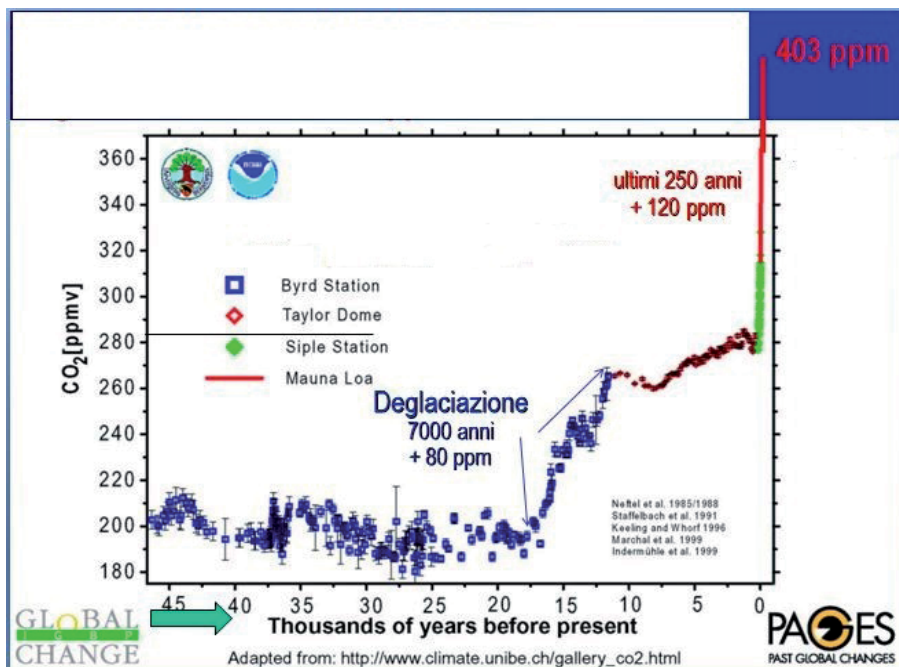


Figura 2 – Variazioni del contenuto in CO₂ negli ultimi 45000 anni (adattata da Orombelli, 2016)

anni le condizioni climatiche cambiano radicalmente: i ghiacciai estremamente estesi si riducono sia nell'emisfero nord che nel sud, la T° media annua aumenta di 3 °C, la CO₂ aumenta di 95 ppm, il livello del mare risale di 80m (Fig. 3)

Infine le misure strumentali dirette relative agli ultimi 200 anni permettono di affermare che siamo chiaramente fuori dalla banda delle oscillazioni naturali entro la quale erano variati T°, CO₂, NH₄, negli ultimi 800000 anni (Fig. 5).

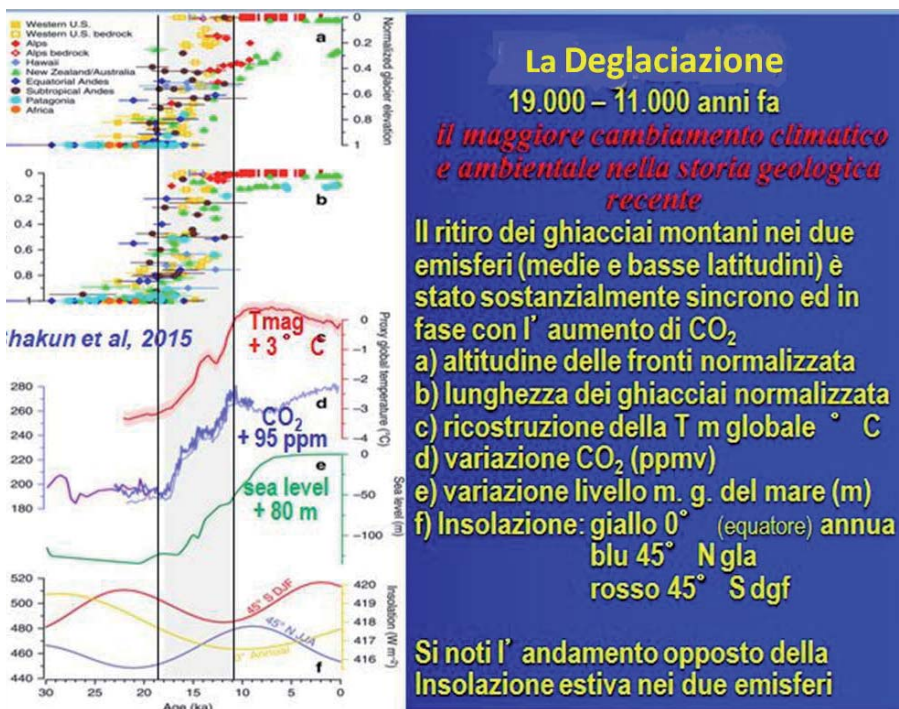


Figura 3 – Deglaciazione avvenuta tra 19000 e 11000 anni fa (Shakun et alii, 2015, da Orombelli, 2016)

In tempi ancora più vicini da 11,700 anni all'attuale (Olocene periodo nel quale stiamo vivendo) il plateau climatico in questo periodo di tempo è stato favorevole allo sviluppo della civiltà umana in quanto la T° media globale è oscillata di pochissimo (0,8 °C) e ha cominciato ad impennarsi nella parte finale degli ultimi centinaia di anni come è possibile osservare dalla Fig. 4.

Anche in questo periodo l'andamento della T° risulta strettamente correlato con gli aumenti dei "gas serra", già ipotizzata dalla comunità scientifica internazionale. Il rapporto tra aumento di T°, dei "gas serra" e "riscaldamento globale" è contestato da alcuni ricercatori che ritengono che l'attuale riscaldamento rientri nei fenomeni naturali con ciclicità millenaria, è invece fortemente

evidenziato e condiviso dall'IPCC (Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici formato da un panel di migliaia di scienziati). Nei Rapporti pubblicati e in particolare nel IV° Rapporto (2007), il Comitato definì come "molto probabile" l'influenza delle attività umane sulle variazioni climatiche in atto e affermò che l'incremento della temperatura media alla fine del secolo avrebbe determinato un impatto significativo sul clima e sugli ecosistemi naturali con gravi rischi della sopravvivenza della vita sulla terra. Successivamente (V° Rapporto 2013) il Comitato dichiarò, che il "riscaldamento globale" era una "realtà indiscutibile" assolutamente non paragonabile ad altre variazioni di cui si aveva testimonianza nel recente passato della storia del pianeta. L'IPCC ha raccomandato ai governi nazionali di mettere in campo, rapidamente e in modo drastico misure per evitare di raggiungere il punto di non ritorno che con l'attuale incremento di temperatura (stimato essere di 1,5 C°/ 100 anni) si raggiungerebbe nei prossimi 20 e i 30 anni.

3) L'EFFETTO SERRA

Sulla base di quanto esposto esiste, quindi un diffuso e documentato consenso scientifico sul fatto che il "clima sia cambiato e stia cambiando", modificandosi anche a causa di un progressivo e per ora irreversibile aumento di temperatura che sta generando il "riscaldamento globale del pianeta". Risulta, anche ampiamente documentato, che queste modificazioni siano connesse essenzialmente al notevole aumento delle emissioni dei "gas serra" in atmosfera attribuite alle attività antropiche e in particolare al massiccio utilizzo di combustibili fossili.

Tali emissioni stanno infatti modificando velocemente i parametri chimici naturali dell'atmosfera, trasformando il naturale "effetto serra" che permette la vita generando un "progressivo e inarrestabile riscaldamento globale".

L'effetto serra è un fenomeno senza il quale la vita, così come la conosciamo, non sarebbe possibile sulla terra: esso consiste nel riscaldamento del pianeta per azione dei cosiddetti "gas serra", composti chimici presenti in atmosfera in concentrazioni relativamente basse. I "gas serra" permettono alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera, ne ostacolano il totale ritorno verso lo spazio, anche di quella parte riflessa dalla superficie della terra e dalla bassa atmosfera (il calore riemesso). In pratica si realizza un meccanismo simile a quello che si ottiene in una serra che permette la regolazione ed il mantenimento della temperatura a valori costanti. Questo processo è sempre avvenuto, naturalmente, ed ha permesso che la temperatura media sulla terra sia rimasta più o me-

Ricostruzione delle variazioni (anomalie) della temperatura media globale durante l'Olocene (ultimi 11.700 anni) (medie pesate area $5^\circ \times 5^\circ$ e intervallo 1 σ)

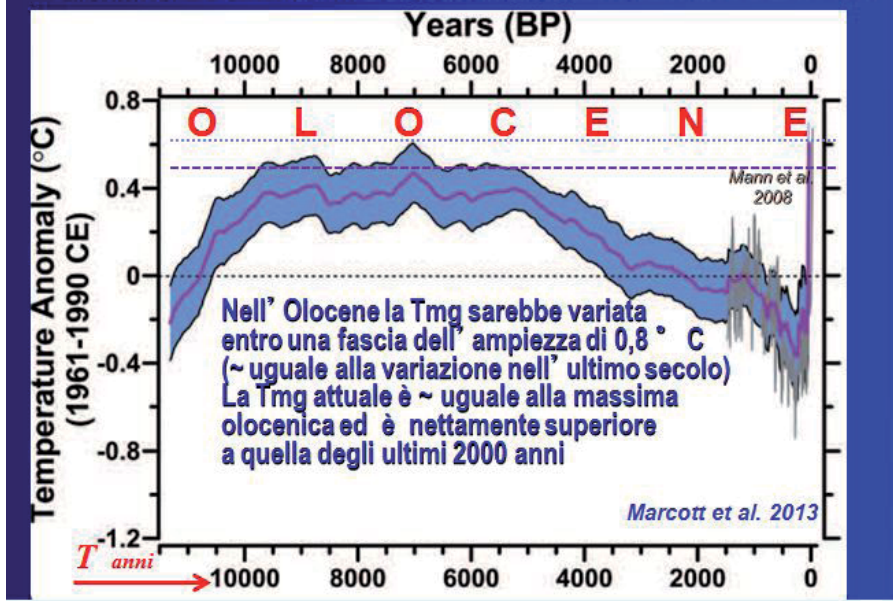


Figura 4 - Ricostruzione delle variazioni della temperatura media globale durante l'Olocene (Marcott et alii, 2013, da Orombelli, 2016)

no costante nel tempo in modo da consentire lo sviluppo della vita attuale.

Le attività umane, in particolare, dall'inizio dell'era industriale, hanno alterato la composizione chimica dell'atmosfera terrestre: le enormi emissioni di "gas serra" generate dalla combustione di carbone, petrolio e gas naturale hanno e stanno modificando la composizione chimica dell'atmosfera, determinando un aumento della temperatura terrestre e provocando profondi mutamenti nel clima sia a livello planetario che locale. Le principali cause dell'aumento della concentrazione dei "gas serra" in atmosfera sono:

- utilizzo massiccio di combustibili fossili
- deforestazione
- incremento degli aerosol
- allevamento intensivo.

Oltre che l'utilizzo dei combustibili fossili, il contributo della deforestazione alla produzione del "gas serra" è rilevante a causa del minore assorbimento di CO₂ per fotosintesi e per l'immissione diretta di CO₂ causata sia dagli incendi che dalla distruzione di foreste per milioni di kmq.

È quindi non discutibile, secondo il panel di scienziati dell'IPCC, il fatto che gran parte delle emissioni che modificano il "naturale effetto serra" siano riconducibili all'utilizzo di combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale). In particolare dalla combustione di fonti fossili per usi energetici deriva circa il 90% delle emissioni di CO₂ e l'attività antropica immette in atmosfera, in media, ogni anno circa 16 miliardi di ton. (da 6 a 27 a seconda delle calcolazioni) e circa il 75% del totale delle emissioni di tutti gli altri gas climalteranti.

I sei gas ad "effetto serra" di origine antropica sono riportati in Fig. 6: il biossido di carbonio CO₂ (9-26 %); il metano CH₄ (4-9 %); il protossido di azoto N₂O (1-3%); gli idrofluorocarburi HCF; i perfluorocarburi PFC; e l'esfluoruro di zolfo SF₆; a cui bisogna aggiungere il vapor acqueo gas non di origine antropica, ma che costituisce il più abbondante di essi (36-70%).

È importante notare come i livelli del biossido di carbonio in atmosfera siano passati infatti dai 280 ppm del 1750, inizio del periodo industriale, ai 380 ppm (misurati nel 2001 con un incremento del 30%), agli attuali 404 ppm (misurati nel 2015). (Fig. 7) Nello stesso periodo la concentrazione del metano è più che raddoppiata, e i livelli di ossidi di azoto sono aumentati del 15%.

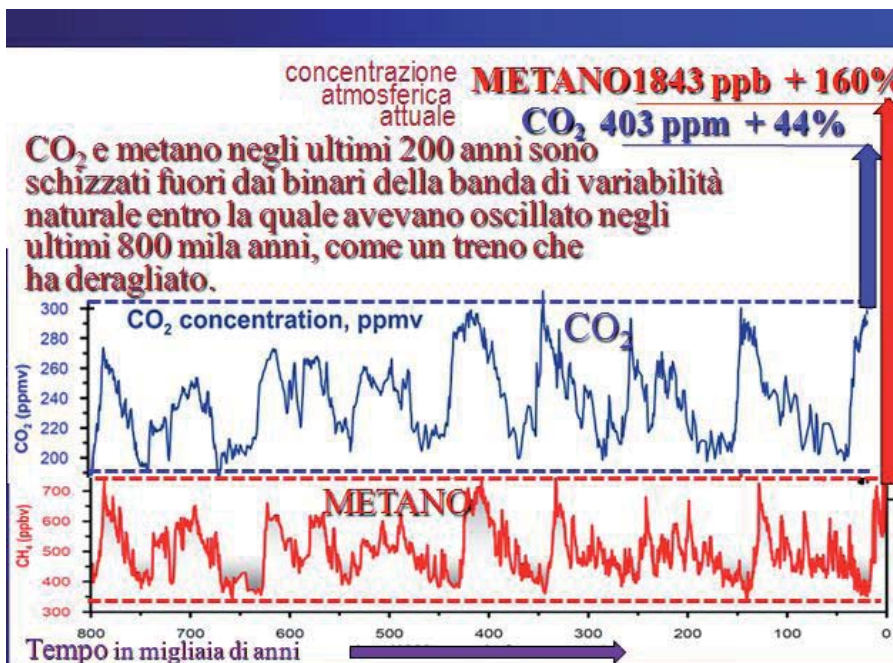


Figura 5 – Concentrazioni di CO₂ e CH₄ negli ultimi 800000 anni (da Orombelli, 2016)

I PRINCIPALI GAS SERRA

- H₂O vapore acqueo 36-70%, non antropico
- CO₂ biossido di C 9-26%, antropico al 90%
- CH₄ metano 4-9%, antropico al 75%
- N₂O protossido d'azoto 1-3%, antropico al 15%
- HCF idrofluorocarburi tracce, antropico
- PCF perfluorocarburi tracce, antropico
- SF₆ esafluoruro di zolfo tracce, antropico

Figura 6 – I principali gas serra

L'accumulo di anidride carbonica in atmosfera

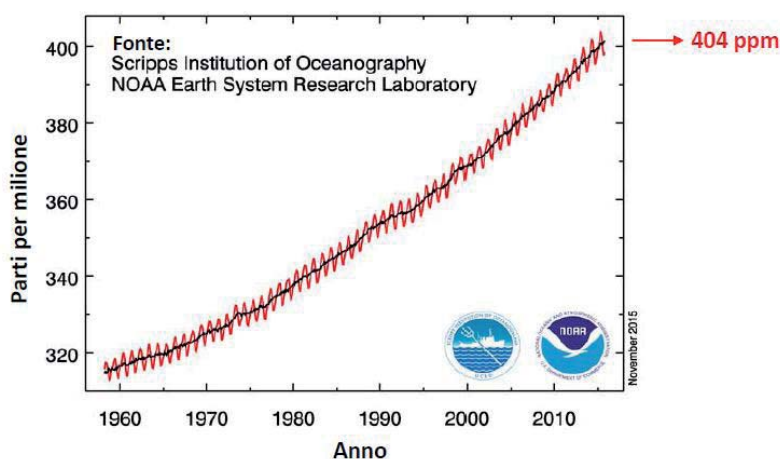


Figura 7 – Accumulo di CO₂ in atmosfera (1960 -2010) (Scripps Institution of Oceanography, 2015)

4) EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE

4.1) LIVELLO PLANETARIO

Evidente e significativa è la velocità di aumento della temperatura: il pianeta terra rispetto all'inizio dell'era industriale è più caldo di $0,74 \pm 0,18$ °C; mai nel recente passato una simile variazione di temperatura si è realizzata in un tempo così breve.

Quindi se non si devono escludere fattori estranei all'attività umana è pur vero che l'uomo ha contribuito significativamente all'incremento di temperatura, nelle ultime centinaia di anni.

Gli anni Novanta sono stati i più caldi del millennio e il 1998 uno degli anni record (Fig. 8), dagli anni 2000 in continuità la temperatura media è aumentata sia a scala globale che in Italia con massimi nel 2016. Secondo il Godard Institute for Space Studies la temperatura media della crosta terrestre ha raggiunto i 14,72 °C gradi centigradi.

Il tasso attuale di riscaldamento è pari 0,15 °C per decennio e tende a salire: questo riscaldamento viene confermato su tutto lo spessore dei primi ottomila metri dell'atmosfera ed è riscontrabile su scala mondiale, europea e regionale.

L'effetto più evidente è lo scioglimento delle calotte di ghiaccio e il loro ritiro con il distacco sempre più frequente di iceberg di notevoli dimensioni. A rilevarlo sono le immagini satellitari che in Artico evidenziano lo scioglimento dei ghiacci e l'apertura della rotta navale più diretta tra l'Oceano Pacifico e l'Oceano Atlantico (Fig. 9).

In Artide, nell'Antartide e nei ghiacciai dell'Himalaya, Patagonia, Alaska, Alpi (40% della superficie terrestre) il sistema glaciologico si sta dissolvendo: nel continente artico il tasso di diminuzione della superficie ghiacciata è intorno al 4% ogni decennio (V

Rapporto IPCC) se il trend del riscaldamento globale dovesse continuare nel 2050 non ci saranno più ghiacci nei mesi estivi. I ghiacciai alpini (Alpi, Himalaya, Caucaso, Urali) re-

gistrano una riduzione del 75% in particolare quelli al di sotto di 3000 metri.

Si registra anche la riduzione del permafrost (suolo permanentemente ghiacciato che occupa un quarto delle terre emerse) di circa il 7% della sua superficie. Lo scioglimento di questo suolo, associato alle precipitazioni più intense, favorisce nelle zone montuose la formazione di colate di detrito e di fango che innescano fenomeni di dissesto idrogeologico.

L'aumento delle intensità dei fenomeni piovosi è la causa delle esondazioni e degli allagamenti che con sempre maggior frequenza colpiscono tutte le zone del globo; inoltre

l'aumento di energia, dovuto al riscaldamento globale, è anche la causa dell'elevata intensità degli uragani che devastano le coste atlantiche e pacifiche (Fig. 10).

L'intera Europa nella fascia compresa tra le regioni alpine e i Paesi scandinavi, è attualmente interessata da una maggiore intensità dei fenomeni piovosi, che hanno provocato gli eventi alluvionali degli ultimi anni e in particolare nel giugno 2016 in Gran Bretagna in Francia e in alcuni paesi del centro-europa (Germania, Polonia e Slovenia).

Variazione della temperatura media della superficie terrestre rispetto agli anni 1961-1990

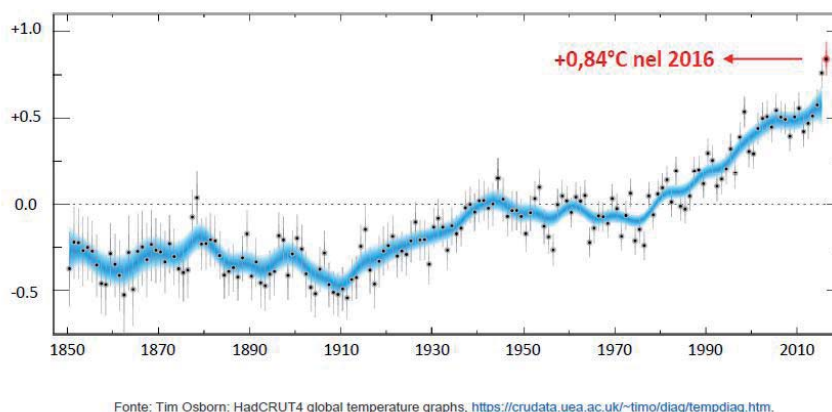


Figura 8 – Variazione della temperatura media della superficie terrestre rispetto agli anni 1961-1990 (Osborn T. 2016)

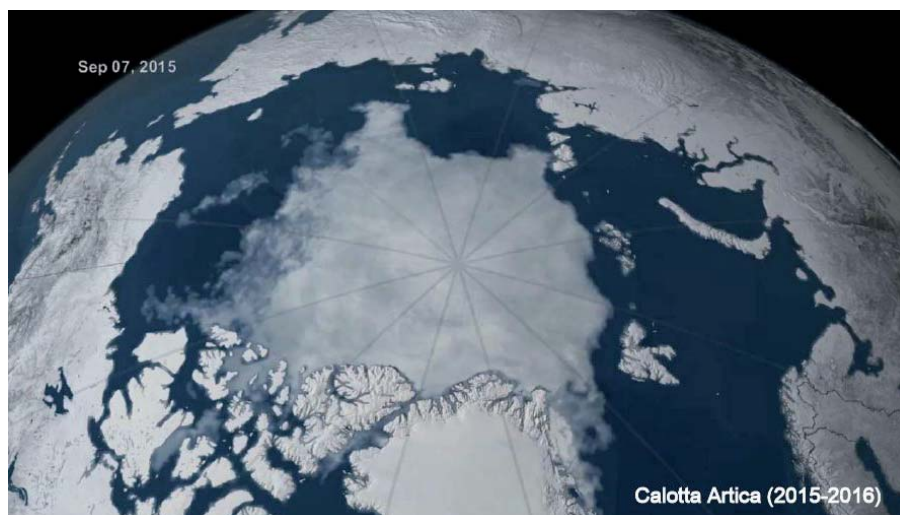


Figura 9 – Riduzione della Calotta Artica (NASA Goddard Institute of Space Studies, 2015)

Studi di biometereologia effettuati in diversi paesi concordano nello sfasamento dei cicli stagionali, con il conseguente comportamento anomalo di animali e piante, dovuto agli effetti degli aumenti delle temperature medie e della mutata circolazione atmosferica su larga scala. La composizione e la distribuzione geografica dei diversi ecosistemi muta con la velocità del clima, molti habitat subiranno pressioni irreversibili e le specie incapaci di adeguarsi si estingueranno. Questo ha apportato e apporta sia negli ecosistemi marini che in quelli terrestri cambiamenti fenologici e biogeografici provocando un anticipo delle fasi primaverili ed estive con il prolungamento delle stagioni di crescita.

Le elevate temperature, l'aridità del suolo e il forte vento hanno favorito l'accensione e il propagarsi degli incendi su vaste aree del pianeta.

4.2) LIVELLO NAZIONALE

- a) In Italia una delle testimonianze più evidenti del riscaldamento globale è quello relativo all'aumento delle temperature medie annuali che sono cresciute negli ultimi due secoli di circa 1.7°C (pari a 0,8 °C / secolo). L'aumento più rilevante è quello misurato negli ultimi 50 anni di 1.4°C (CNR- ISAC Bologna). Dall'analisi della serie storica dell'ultimo mezzo secolo si avvia il periodo con rateo di riscaldamento più elevato dal 1981 al 2015 (0,33 °C/10 anni; SCIA-ISPRA, 2016). Anche le variazioni nei periodi e nell'intensità della pioggia sono la testimonianza del riscaldamento globale per quanto riguarda le precipitazioni nell'ultimo secolo si è registrata una tendenza alla diminuzione degli apporti annui di circa il 10%.

- b) si registra una diminuzione della nevosità nelle Alpi e negli Appennini. Gli effetti di tali variazioni sono ben riscontrabili nel breve periodo sugli arretramenti dei ghiacciai alpini e sulla sensibile diminuzione del loro sviluppo (Fig. 11).

Sulle Alpi italiane l'estensione dei ghiacci è diminuita dal 1960 (519 Km²) ad oggi (368 Km²) cioè del 40% in 50 anni con una ulteriore contrazione del 5% dal 2007 al 2015. (Smiraglia C., Dioloiuti G, 2016).

- c) l'Italia è uno dei paesi europei maggiormente interessati da fenomeni di alluvionamento, esondazioni e frane con aumento del dissesto idrogeologico nell'ultime decine di anni. (Trigila et alii 2015)

- d) si sta verificando la colonizzazione di specie termofile nel Mediterraneo. Negli ultimi anni infatti è stata messa in evidenza un aumento di T di circa 2°C delle acque del Mar Mediterraneo che ha permesso l'arrivo e la proliferazione nello stesso di alghe e specie tropicali (Corselli e Boero, 2007; Rinaldi e Giovanardi, 2011) (Fig. 12).

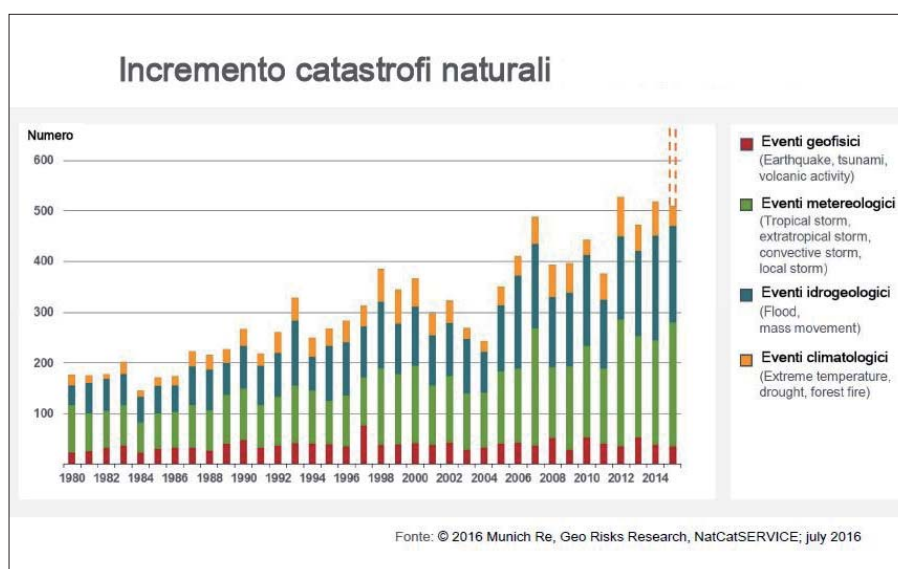


Figura 10 – Incremento delle catastrofi naturali a livello globale (Geo Risks Research, NatCat SERVICE, 2016)

VARIAZIONI FRONTALI IN METRI DI ALCUNI TRA I MAGGIORI GHIACCIAI ALPINI (COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO)

Ghiacciaio	Ritiro (m)	Periodo di osservazione
Adamello / Mandrone	313	1899-2003
Forni	1445	1925-2002
Grande di verra	926	1913-2001
Grandes murailles	720	1929-2003
Lares	686	1919-2003
Lys	796	1901-2002
Malavalle	310	1923-2003
Marmolada	651	1905-2004
Rutur	275	1916-2003
Tribolazione	464	1925-2003
Vallelunga / Croda	1516	1923-1999

Figura 11 – Variazioni frontali di alcuni ghiacciai italiani

RECENTE COLONIZZAZIONE DI SPECIE TERMOFILE NEL MEDITERRANEO



Negli ultimi anni la "Goletta verde" ha messo in evidenza un aumento di temperature di ca. 2 gradi nelle acque del Mediterraneo.

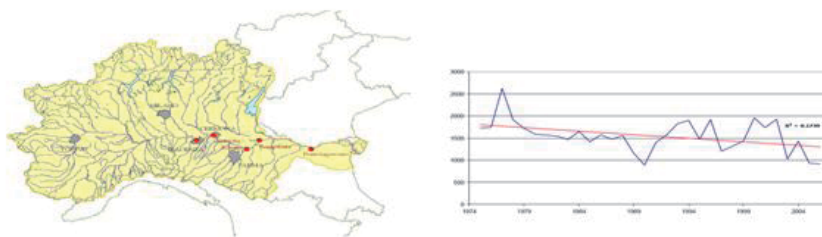
Questo ha permesso l'ingresso di alcune specie termofile



Pomatomus saltator (L.)
Sparisoma cretense (L.)

Figura 12 – Colonizzazione di specie termofile nel Mediterraneo

IL FIUME PO: DIMINUZIONE DELLA PORTATA ANNUALE



La portata del Po è diminuita di ca. il 20 – 25% nel periodo 1975 – 2006 (Tibaldi et al., 2007) in conseguenza di :

- Aumento (+/- 2° C) delle temperature con riduzione delle acque degli affluenti e della più elevata evapotraspirazione (- 20%).

Figura 13 – Diminuzione della portata del fiume Po

e) si assiste all'impovertimento delle risorse idriche in seguito alla diminuzione della piovosità (10 -15 %) tra nord e sud ed aumento della evapotraspirazione. Uno dei fatti più eclatanti ed evidenti di questo fenomeno è risultato essere la forte diminuzione di portata del fiume Po stimata pari al 20-25 % negli ultimi 30 anni a causa dell'incremento della temperatura media annua, della riduzione degli apporti dei corsi d'acqua e della più elevata evapotraspirazione (Tibaldi et alii 2007) (Fig. 13).

4.3) LIVELLO REGIONALE: EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE E STRUMENTI DI CONTRASTO

Le principali evidenze dell'attuale riscaldamento globale in Puglia si identificano essenzialmente nell'aumento generale delle temperature registrate sia al suolo che in mare e nella variazione della distribuzione delle precipitazioni divenute più concentrate e più intense nelle ultime centinaia di anni. Queste variazioni meteorologiche hanno comportato conseguenze inevitabili per: a) il dissesto idrogeologico; b) l'ecosistema marino; c) il ciclo idrologico; d) la siccità e la desertificazione.

a) Polemio M., Lonigro T. (2011), hanno discusso le relazioni esistenti tra variazioni climatiche e i fenomeni di dissesto idrogeologico costruendo due database uno climatico e il secondo sugli eventi idrogeologici dannosi relativamente agli anni 1918-2006. Gli Autori hanno evidenziato la crescente ricorrenza di piene e frane nonostante la tendenza alla diminuzione della piovosità e dell'intensità di pioggia e all'incremento della temperatura e dei giorni piovosi. Negli anni più recenti, le

PRINCIPALI EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE IN PUGLIA

AUMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE

VARIAZIONE NELLA INTENSITA' E PERIODO DELLE PIOGGE

AUMENTO DELLE T° MARINE CON NUOVE SPECIE ITTICHE TERMOFILE

DIMINUZIONE DELLA RICARICA DEGLI ACQUIFERI

AUMENTO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI ESTREMI

INCREMENTO DEI FENOMENI SICCIOSI E DI DESERTIFICAZIONE

Figura 14 – Principali effetti del riscaldamento globale in Puglia

precipitazioni sono risultate essere sempre più concentrate in pochi eventi di maggiore intensità in grado di produrre effetti devastanti sul territorio per il verificarsi di eventi alluvionali anche disastrosi. Ricordiamo quelli verificatisi ripetutamente nell'area tarantina, barese e salentina (ottobre 2003, novembre 2004, ottobre 2005, marzo 2011, ottobre 2012, ottobre 2013, 2014, giugno 2016). In particolare ricordiamo l'evento che ha interessato Ostuni e Rosa Marina nel 2016 e la zona PIP di Molfetta nel giugno 2016. Questi eventi accentuati anche dalla cattiva gestione del territorio hanno provocato perdite di vite umane e danni ingenti al patrimonio edilizio, alle vie di comunicazione e all'agricoltura. Nell'aprile 2016 la Giunta Regionale di Puglia

ha approvato un programma di interventi cantierabili in materia di difesa del suolo. Gli interventi sono finanziati con le risorse vincolate del POR Puglia 2014-2020 Asse V "Adattamento al cambiamento climatico, previsione e gestione dei rischi" nell'ambito del quale sono presenti 4 tematiche riguardanti la "difesa del suolo".
b) Un effetto evidente del riscaldamento globale in atto è l'incremento delle temperature nelle acque del basso Adriatico. Tale aumento compreso tra 1-2 ° C negli strati più superficiali, ha favorito l'ingresso di nuove specie ittiche termofile e di alghe tropicali anche tossiche, tra cui la specie *Ostreopsis Ovata*. Negli ultimi anni si sono altresì ripetuti con una certa frequenza incrementi di "mucillagine" nelle aree marine del nord-barese (Fig. 15).

RECENTI EVIDENZE DI SPECIE TERMOFILE

L'aumento di temperatura nel basso Adriatico causa la prima comparsa di specie tropicali termofile ma anche di un' alga tossica (*Ostreopsis ovata*) pericolosa perchè sviluppa tossine che possono essere assorbite anche da altri esseri marini. Il suo aerosol può causare inconvenienti ai bagnanti.

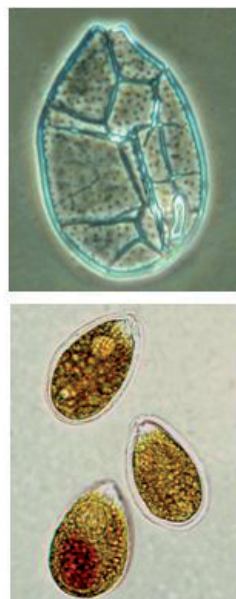


Figura 15 – Specie termofile in Adriatico (Ungaro N. 2007)

c) Il minore afflusso meteorico e la diversa distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno, ha prodotto una notevole riduzione dei volumi d'acqua destinata alla ricarica degli acquiferi e una sensibile riduzione delle risorse idriche sotterranee.

risorsa idrica sotterranea presente anche nelle vicinanze delle aree costiere pugliesi. La Puglia attinge il 60% delle sue necessità idriche dalle risorse sotterranee; laddove a tali emungimenti si sovrappone anche una ridotta alimentazione, ne consegue un forte

lungo la fascia costiera la salificazione della risorsa idrica e il degrado della qualità nonché processi di desertificazione.

Attualmente (2016) nell'ambito dei POR Puglia 2014-2020: Azione 6.4 "Integrazione e rafforzamento dei sistemi integrativi di monitoraggio della risorsa idrica" la Regione Puglia ha stipulato convenzioni con ARIF, ARPA e AdB al fine di controllare lo stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei in Puglia.

d) Il fenomeno della desertificazione è il problema ambientale più importante che colpisce la nostra regione; esso è una espressione integrata dell'evoluzione antropica socio-economica e del riscaldamento globale che distruggono gli equilibri tra le risorse (suolo, aria acqua) e i consumi umani. Negli anni 2000 erano stati condotti studi sulla sensibilità alla desertificazione mediante l'applicazione di specifici indici climatici che evidenziarono: trend negativi degli apporti meteorici, aumento nella frequenza, magnitudo e distribuzione dei periodi siccitosi, variazioni della intensità delle piogge e della distribuzione durante l'anno. Successivamente nel 2007 nell'ambito dell'azione 2.3.6. "Miglioramento del sistema dell'informazione, del monitoraggio e del controllo nel settore della difesa del suolo (P.O. FERS 2007-2013) fu avviata una specifica convenzione tra Regione Puglia e AdB della Puglia dal titolo "Analisi dei processi di desertificazione della Puglia: cause, effetti, mitigazione e lotta alla siccità" finalizzato alla lotta alla desertificazione (Di Santo et alii 2013). Le attività furono sviluppate secondo due percorsi attraverso studi e consulenze affidate a soggetti esterni (Politecnico, Università di Bari, CNR-IRSA,

DIMINUIZIONE DELLA RICARICA DELL'ACQUIFERO CARSIACO PROFONDO

AQUIFERI	SURFACE (Km ²)	PERIODI	MEDIAANNUALE PIOGGE (Mm ³)	MEDIAANNUALE RICARICA (Mm ³)
MURGE	6,842	1940 - 1960	4,298	1,344
		1985 - 2000	3,643	1,073
		DIFFERENZE	655 (-15%)	271 (-20%)
SALENTO	3,808	1940 - 1960	2,664	976
		1985 - 2000	2,357	773
		DIFFERENZE	307 (-12%)	204 (-21%)

Comparazione del bilancio idrogeologico per due differenti periodi in acquiferi delle Murge e del Salento (da M. Maggiore, 2007).

Figura 16 – Diminuzione della ricarica degli acquiferi in Puglia. (M. Maggiore, 2007)

Nel sud-est barese, in particolare, l'innalzamento del tetto della zona di transizione, tra le acque dolci e le acque marine trova conferma dal confronto delle stratigrafie termosaline eseguite in periodi diversi in pozzi di monitoraggio. Attualmente si stanno analizzando le ripercussioni che gli accertati cambiamenti climatici possono apportare sulla

depauperamento della falda che si evidenzia attraverso l'arretramento del fronte delle acque dolci con conseguente intrusione delle acque marine nell'entroterra. La contrazione della falda acquifera, favorendo l'intrusione delle acque marine, esalta le conseguenze degli emungimenti, troppo spesso indiscriminati e, induce su ampie zone di acquifero,

ARIF) coordinati dall'AdB di Puglia. I risultati consegnati nel dicembre 2015 hanno permesso di acquisire la conoscenza dei principali effetti delle dinamiche dei processi di desertificazione utili per supportare le scelte per individuare e migliorare il sistema di monitoraggio che permetteranno di intervenire sugli scenari futuri al variare del trend climatico. Infatti successivamente nell'Asse Prioritario V POR 2014-2020 "Adattamento al Cambiamento Climatico, Prevenzione e gestione dei Rischi" nell'ambito del Progetto: "Attività di monitoraggio e strumenti operativi per la prevenzione e gestione dei rischi" (convenzione del 15-04 -2016) tra la Regione Puglia e l'AdB Puglia è presente tra le diverse attività un intervento specifico: "Strumenti operativi per combattere gli effetti del cambiamento climatico e della desertificazione".

5) RIFLESSIONI E CONCLUSIONI

Da quanto esposto risulta chiara l'evidenza che stiamo vivendo un periodo di cambiamento climatico come deriva dai risultati delle misure dirette dei parametri effettuate negli ultimi 200 anni che indicano un "riscaldamento globale" che diventa più intenso negli ultimi trenta anni.

Secondo i rapporti dell'IPCC alle cause naturali (variabilità solari, attività vulcanica...) si sono aggiunte le attività antropiche (immissione massiva di gas climalteranti in atmosfera, deforestazione...) che hanno modificato il "naturale effetto serra". Secondo altri ricercatori l'attuale riscaldamento globale rientrerebbe nei fenomeni che hanno una ciclicità millenaria e l'immissione massiva di "gas serra" dovuta all'uso di combustibili fossili contribuisce ed accentua questo fatto naturale.

Si tratta di posizioni inconciliabili in entrambi i casi comunque la vulnerabilità del sistema terra-acqua-uomo ne sta risentendo e ne risentirà pesantemente e ciò non permette distrazioni temporali e discussioni relative all'ineluttabilità o meno del riscaldamento globale e costringe a interventi drastici da realizzare in tempi brevi. Quali sono i meccanismi che potrebbero mitigare nel breve, in modo da contribuire a ridurre e/o eliminare nel lungo periodo gli effetti di tale riscaldamento comunque riconosciuto?

- diminuire sistematicamente e drasticamente l'utilizzo di combustibili fossili
- programmare interventi di mitigazione per contrastare i sempre più ricorrenti fenomeni di dissesto idrogeologico, salvaguardare le risorse idriche superficiali e profonde, e difendersi dalla desertificazione.

A livello di Regione Puglia relativamente al punto a) la regione risulta tra quelle che producono le maggiori quantità di gas climal-

teranti in Italia. La drastica diminuzione della immissione dei gas serra dovrebbe realizzarsi in un periodo, il più breve possibile, in cui dovranno essere utilizzate fonti energetiche alternative. Durante il periodo di transizione e di riconversione industriale, dovranno essere effettuate operazioni che annulleranno gli effetti negativi dei gas climalteranti ancora generati.

Per quanto riguarda il punto b) sarebbe necessario istituire una struttura regionale che al momento risulta già presente presso l'Assessorato Regionale all'Ambiente (attivata in seguito alle indicazioni del Ministero dell'Ambiente nell'ambito del PNCC, Piano Nazionale sui Cambiamenti Climatici). L'attuale struttura che ha lo scopo di contribuire all'elaborazione del Piano Nazionale sui Cambiamenti Climatici potrebbe diventare permanente ed essere trasformata in un tavolo tecnico regionale in cui cooptare Istituzioni diverse quali AdB (Autorità di Bacino), CNR (IRPI, IRSA), Politecnico, Università, ARPA Puglia, ARIF. Questa struttura dovrebbe attraverso procedure rapide e partecipate, minimizzando i conflitti, ottimizzando le scelte, formulare operativamente le priorità da seguire nell'ambito di:

"UN PIANO STRAORDINARIO DI TUTELA E SALVAGUARDIA DEL TERRITORIO IN CUI GLI INTERVENTI DA REALIZZARE SIANO IN LINEA CON LE CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO PUGLIESE E CON GLI EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE IN ATTO"

In particolare gli enti di formazione universitaria e di ricerca avrebbero anche il compito di formare una neo-componente professionale (ingegneri del territorio e dell'ambiente, geologi e geotecnici ambientali, agronomi ambientali, economisti del territorio e dell'ambiente, architetti del territorio) da inserire negli assessorati tecnici regionali che attualmente ne sono privi.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. IPCC (2007), *The Physical Science Basis of Climate Change* IPCC WG 1 Report.
- AA. VV. IPCC (2013), *The Physical Science Basis of Climate Change* IPCC WG 1 Report.
- AA.VV. (2016) *Gli indicatori del clima in Italia*. SCIA-ISPRA, Anno XI, 65.
- BRUNETTI M., MAUGERI M., MONTI F., NANNI T. (2006), *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series*. International Journal of Climatology, 26, 345-381.
- CORSELLI C., BOERO N. (2007), *Biodiversità marina mediterranea e cambiamenti climatici*. Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici. Roma.
- DI SANTO A.R., PALUMBO N., CAMPANA C., (2013), *Fatti e prospettive del territorio dell'Autorità di Bacino della Puglia*. Atti del Workshop Scientifico ENEA:

- Sviluppo e conservazione dei servizi degli ecosistemi contro siccità e desertificazione. Roma GEO RISKS RESEARCH (2016), *Natural catastrophes*. Munich Re Topics Geo 2016 p. 58.
- MAGGIORE M. (2007), *Principali evidenze e conseguenze dei cambiamenti climatici*. Periodico Ordine Geologi della Puglia n.3, 9-18.
- MARCOTT S.A., SHAKUN J.D., CLARK P.U., MIX A.C. (2013), *A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years*. Science Vol. 339.
- NASA GODARD INSTITUTE OF SPACE STUDIES (2016), *News and feature articles*.
- REGIONE PUGLIA (2016), *D.G.R.: Interventi di riduzione del rischio idrogeologico e di erosione costiera BURP n.52 del 09-05-2016*.
- REGIONE PUGLIA (2016), *POR PUGLIA 2014-2020: Convenzione tra Regione Puglia e Autorità di Bacino della Puglia relativa al progetto: Attività di monitoraggio e strumenti operativi per la prevenzione e gestione dei rischi del 15-04_2016*
- OROMBELLI G. (2007), *Le variazioni dei ghiacciai alpini negli ultimi 10.000 anni* Quaderni Soc. Geol. It. n 1.
- OROMBELLI G. (2016), *Il contributo delle Scienze della Terra alla comprensione del cambiamento climatico: Le Scienze della Terra a scuola 18/10/2016*, Roma.
- ORTOLANI F., PAGLIUCA S. (2007), *Evidenze geologiche di variazioni climatiche-ambientali storiche nell'area mediterranea*. Quaderni Soc. Geol. It. n. 1.
- OSBORN T. (2016) *HadCRUT4 Global temperature diagnostic graphs* Climatic Research Unit, East England University Norwich, U.K.
- POLEMIO M., LONGRO T. (2011), *Variabilità climatica e ricorrenza delle calamità idrogeologiche in Puglia*, Atti Giorn. Studio: Impatto delle modificazioni climatiche su rischi e risorse naturali. Polemio M. Editore CNR IRPI Bari.
- RINALDI A., GIOVANARDI F. (2011), *Contribution of Richard A. Wollenweider toward understanding eutrophication of the coastal Adriatic Sea*. Aquatic Ecosystem Health and Management 14, 200-203.
- SHAKUN J.D., CLARK P.U., HE F., LIFTON N.A., LIU Z., OTTO-BLIESNER B.L. (2015), *Regional and global forcing of glacier retreat during the last deglaciation*. Nature Communications 6, n. 8059 SMIRAGLIA C., DIOLAIUTI G., (2016) *Il nuovo catasto dei ghiacciai italiani* EvK2-CNR Ed. Bergamo.
- TIBALDI S., AGNETTI A., ALESSANDRINI C., CACCIAMANI C., PAVAN V., PECORA S., TOMOZEIU R., ZENONI E. (2007), *Il cambiamento climatico nel bacino del Po: variabilità e trend*. Servizio Idrometeorologico dell'ARPA Emilia-Romagna, Parma n.16.
- TRIGILA A., IADANZA C., BUSSETTINI M., LASTORIA B., BARBANO A. (2015), *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio* Sintesi del Rapporto. ISPRA 233/2015 (ISBN 978-88-448-0751-1).
- UNGARO N. (2007), *Cambiamenti climatici e impatto sull'ambiente marino* XII Conferenza del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale, Brindisi.

Il sistema di protezione civile della Regione Puglia

LUCIA DI LAURO
Dirigente della Sezione Protezione Civile della
Regione Puglia
E-mail: l.dilauro@regione.puglia.it

The civil protection system of the Puglia Region

Parole chiave (*key words*): protezione civile (*civil protection*), previsioni meteorologiche (*weather forecasts*), monitoraggio (*monitoring*), allertamento (*alerting*), prevenzione (*prevention*)

RIASSUNTO

Questo contributo analizza i compiti e le funzioni della Protezione Civile alla luce della normativa vigente (Legge n. 225 del 24 febbraio 1992, *Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile* e successive modifiche) evidenziando i ruoli e le competenze delle strutture facenti parte del sistema con particolare riferimento al ruolo dei sindaci quali prime autorità di protezione civile. La Legge 225/92, che ha istituito il sistema di protezione civile definisce il sistema come servizio, in quanto è possibile, raccordando tutte le strutture pubbliche e private, distribuite sul territorio, concorrere, ognuna con le proprie competenze, nello svolgimento di attività, anche materiali, che rispondano qualitativamente e quantitativamente alla domanda sociale.

Le componenti del sistema di Protezione Civile provvedono organizzativamente secondo i rispettivi ordinamenti e le rispettive competenze allo svolgimento delle attività; esse sono:

- a) le amministrazioni pubbliche (Regioni, Prefetture - UTG, Province, Comuni);
- b) gli Enti Pubblici, gli Istituti e i Gruppi di ricerca scientifica;
- c) i cittadini;
- d) le organizzazioni di volontariato.

Il comune è l'organismo territoriale più vicino ai cittadini e in grado di rappresentare meglio le necessità della collettività. Il livello di governo superiore interviene qualora le attività non possano essere adeguatamente ed efficacemente esercitate dal livello inferiore. A tal proposito sono definiti tre livelli di competenza:

1. **Comunali** per eventi naturali o antropici che possono essere fronteggiati mediante interventi da parte di singoli Enti in via ordinaria.
2. **Regionali** per eventi che per la loro natura ed estensione comportano l'intervento coordinato di più Enti e possono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.
3. **Statali** per eventi che per intensità ed estensione prevedono interventi da parte dello stato (art. 2, Legge 225/92, modificata da L. 100/2012).

Le attività del Sistema di Protezione Civile. Per la prima volta la legge definisce un concetto di Protezione Civile che non si limita a fronteggiare solo le situazioni di emergenza, ma comprende attività di previsione e prevenzione. Infatti lo scopo della Protezione Civile che è quello di tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni derivanti dalle calamità naturali o da interventi antropici, si persegue con la previsione, la prevenzione, il soccorso, il superamento dell'emergenza. Nella legge sono inoltre descritte le attività di previsione e prevenzione poste in essere dalla Protezione Civile Regionale. Le attività di previsione consentono di comprendere quali sono i fenomeni attesi, in particolare modo gli eventi meteorologici estremi. Per raggiungere tale obiettivo ven-

Civile nel caso di eventi previsti o in atto la cui intensità stimata o misurata superi soglie di criticità prefissate. Tale meccanismo è assicurato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni attraverso la Rete dei Centri Funzionali ossia di componenti del Sistema preposti a svolgere attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale.

La Rete dei Centri funzionali è costituita dal Centro Funzionale presso il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale e dai Centri funzionali decentrati presso le Regioni e le Province autonome.

Ogni Centro funzionale svolge attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale con la conseguente valutazione degli effetti previsti su persone e cose in un determinato territorio.

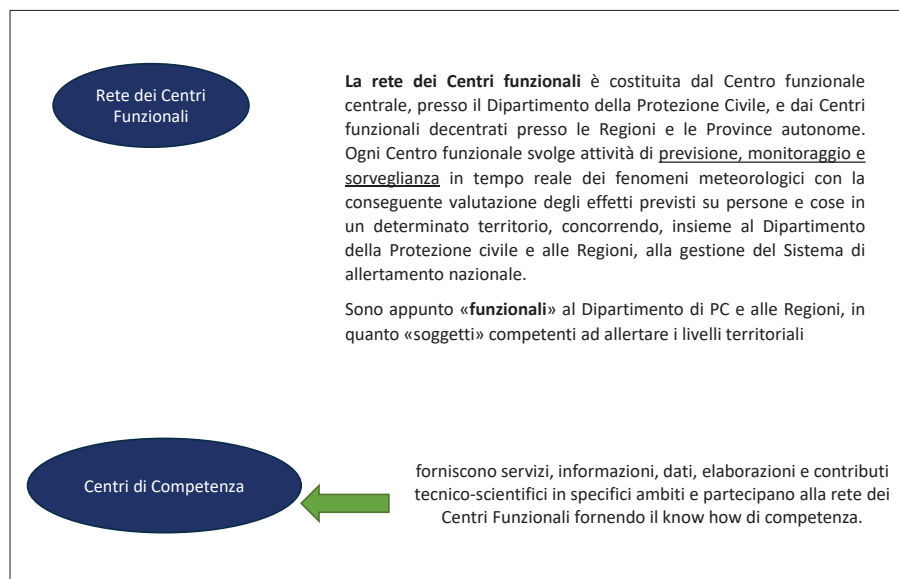


Figura 1 – Il sistema di allertamento

gono utilizzati in maniera coordinata strumenti e tecniche sofisticate: la meteorologia applicata, le immagini satellitari, i radar meteorologici.

La previsione tende a stabilire in tempo utile dove, quando e con quale intensità si potrà verificare un evento calamitoso. Gli strumenti previsionali e le reti di monitoraggio consentono di mettere in atto un sistema di allertamento e sorveglianza in grado di attivare per tempo la macchina della Protezione

Il Centro Funzionale Decentrato della Regione Puglia è stato attivato con il D.G.R. n. 2181 del 26 novembre 2013 attraverso l'adozione di un protocollo: "Procedure di allertamento del Sistema Regionale di Protezione Civile per rischio meteorologico, idrogeologico ed idraulico" che disciplina l'azione di previsione, prevenzione e gestione dell'emergenza (Fig. 1).

Le previsioni meteo ai fini della Protezione Civile sono diverse dalle classiche "previsioni

Codice colore	Criticità	Fenomeni meteo-idro	Scenari	Effetti e danni	Gestione Emergenza
Giallo	Ordinaria	Localizzati ed intensi	- Possibili isolati fenomeni di trasporto di materiale legato ad intenso ruscellamento superficiale. - Limitati fenomeni di alluvionamento nei tratti montani dei bacini a regime torrentizio	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati dallo scorrimento superficiale delle acque Localizzati allagamenti di locali interrati e talvolta di quelli posti a pian terreno prospicienti a vie potenzialmente interessate da deflussi idrici.	Il rischio associato a tali fenomeni è fronteggiabile dai singoli Enti e Amministrazioni competenti con mezzi e risorse ordinari
		Diffusi non intensi anche persistenti	- Repentini innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori (piccoli rii, canali artificiali, torrenti) con limitati fenomeni di inondazione delle aree limitrofe . - Fenomeni di rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche con tracimazione acque, scorrimento superficiale delle acque nelle sedi stradali. - Incrementi dei livelli dei corsi d'acqua generalmente contenuti all'interno dell'alveo. - Condizioni di rischio residuo per il transito dei deflussi anche in assenza di forzante meteo.	Occasionale ferimento di persone e perdite incidentali di vite umane.	
Arancio	Moderata	Diffusi intensi e/o persistenti	- Significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe e delle zone golenali, interessamento dei corpi arginali, diffusi fenomeni di erosione spondale, trasporto solido e divagazione dell'alveo. - Possibili occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti.	Diffusi danni ed allagamenti a singoli edifici o piccoli centri abitati, reti infrastrutturali e attività antropiche interessate da frane o da colate rapide. Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impluvi e a valle di frane e colate detritiche o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico. Diffusi danni alle opere di contenimento, regimazione ed attraversamento dei corsi d'acqua, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti artigianali, industriali e abitativi situati in aree inondabili.	la condizione di rischio associata richiede l'intervento coordinato di più enti o amministrazioni competenti.
Rosso	Elevata	Diffusi molto intensi e persistenti	- Piene fluviali con intensi ed estesi fenomeni di erosione e alluvionamento, con coinvolgimento di aree anche distanti dai corsi d'acqua. - Possibili fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura delle opere arginali, sormonto delle opere di attraversamento, nonché salti di meandro.	Ingenti ed estesi danni ad edifici e centri abitati, alle attività agricole e agli insediamenti civili e industriali, sia prossimi sia distanti dai corsi d'acqua, o coinvolti da frane o da colate rapide. Ingenti ed estesi danni o distruzione di infrastrutture (rilevati ferroviari o stradali, opere di contenimento, regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua) . Ingenti danni a beni e servizi.	situazioni di rischio che devono essere fronteggiate con mezzi e poteri straordinari.

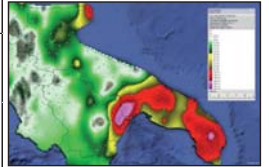


Figura 2 – Previsione: effetti al suolo

www.protezionecivile.puglia.it

REGIONE PUGLIA
Area Politiche per la riqualificazione, la tutela e la sicurezza ambientale e per l'attuazione delle opere pubbliche.
Servizio Protezione Civile
CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO

BOLLETTINO DI AGGIORNAMENTO PER RISCHIO IDROGEOLOGICO

Rif. Messaggio di Allerta del:

BOLLETTINO n.	del	delle ore	(ora locale)
		Ora rilevamento dati:	(ora solare)

Il contenuto del presente aggiornamento viene formulato sulla base delle osservazioni dei fenomeni precipitativi in atto, effettuate attraverso la rete di monitoraggio regionale (DPCM 27/02/2004) o, in caso di malfunzionamento di uno o più sensori della rete, mediante l'impiego della rete radar integrata nazionale (Piattaforma DSWETRA - DPC). L'ora di rilevamento dei dati, non validati in quanto elaborati in tempo reale, potrebbe non corrispondere all'ora di emissione del presente bollettino.

LIVELLO	SCENARI DI RISCHIO
	Possibili allagamenti di locali interrati e sottopassi, fenomeni di scorrimento superficiale lungo la rete viaria, rigurgiti del sistema di smaltimento delle acque piovane, innesco di smottamenti localizzati.
	Moderata probabilità di allagamenti localizzati, fenomeni di rigurgito del sistema di smaltimento delle acque piovane, fenomeni di inondazione localizzata in corrispondenza del reticolo secondario ed urbano; probabile innesco di smottamenti localizzati e di instabilità dei versanti di tipo superficiale di limitate dimensioni.
	Elevata probabilità di diffusi fenomeni di allagamento e rigurgiti del sistema di smaltimento delle acque piovane, di fenomeni di smottamento e di instabilità dei versanti, di fenomeni di scorrimento superficiale con trasporto di materiale.

Zona Allerta	COMUNE	LIVELLO
PUGL-A	APRICENA	
PUGL-A	CAGNANO VARANO	
PUGL-A	CARPINO	
PUGL-A	ISCHITELLA	
PUGL-A	ISOLE TREMITI	
PUGL-A	LESINA	
PUGL-A	MATTINATA	
PUGL-A	MONTE SANT'ANGELO	
PUGL-A	PESCHICI	
PUGL-A	POGGIO IMPERIALE	
PUGL-A	RODI GARGANICO	
PUGL-A	SAN GIOVANNI ROTONDO	
PUGL-A	SAN MARCO IN LAMIS	
PUGL-A	SANNICANDRO GARGANICO	
PUGL-A	VICO DEL GARGANO	
PUGL-A	VIESTE	
PUGL-B	ACCADIA	
PUGL-B	ALBERONA	
PUGL-B	ANZANO DI PUGLIA	

REGIONE PUGLIA
Area Politiche per la riqualificazione, la tutela e la sicurezza ambientale e per l'attuazione delle opere pubbliche.
Servizio Protezione Civile
CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO

BOLLETTINO DI AGGIORNAMENTO PER RISCHIO IDRAULICO

Rif. Messaggio di Allerta del:

BOLLETTINO n.	del	delle ore	(ora locale)
		Ora rilevamento dati:	(ora solare)


Il contenuto del presente aggiornamento viene formulato sulla base delle osservazioni dei fenomeni di piena in atto, effettuate attraverso la rete di monitoraggio regionale (DPCM 27/02/2004). L'ora di rilevamento dei dati, non validati in quanto elaborati in tempo reale, potrebbe non corrispondere all'ora di emissione del presente bollettino.

LIVELLO	POSSIBILI SCENARI DI RISCHIO
	Pièni improvvise nell'idrografia secondaria
	Limitati fenomeni di inondazione connessi al passaggio della piena con coinvolgimento delle aree prossime al corso d'acqua, fenomeni localizzati di deposito del trasporto con formazione di sbarramenti temporanei od occlusione parziale delle sezioni di deflusso delle acque e delle luci dei ponti, divagazioni d'alveo e salto di meandri.
	Estesi fenomeni di inondazione, connessi al passaggio della piena e dovuti a puntuali fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura degli argini, con coinvolgimento di aree distali al corso d'acqua


Zona Allerta	COMUNE	LIVELLO
PUGL-F	ASCOLI SATRIANO	
PUGL-B	BOVINO	
PUGL-C	CANOSA DI PUGLIA	
PUGL-B	CARAPPELLE	
PUGL-B	CERRIGNOLA	
PUGL-B	FOGGIA	
PUGL-B	MANFREDONIA	
PUGL-B	ORDONA	
PUGL-B	ORSARA DI PUGLIA	
PUGL-B	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	
PUGL-A	SAN GIOVANNI ROTONDO	
PUGL-A	SAN MARCO IN LAMIS	
PUGL-B	SAN PAOLO DI CIVITATE	
PUGL-B	SAN SEVERO	
PUGL-B	SERRACAPRIOLA	
PUGL-B	TORREMACGIORE	
PUGL-B	TROIA	
PUGL-B	ZAPPONETA	

Bollettino di aggiornamento

Figura 3 – Monitoraggio: prodotti



REGIONE PUGLIA
Area Politiche per la riqualificazione, la tutela e la sicurezza ambientale e per
l'attuazione delle opere pubbliche
Servizio Protezione Civile



MESSAGGIO DI ALLERTA N° del Prot. N° AOO_026
D.G.R. xx.xx/2013
Direttiva P.C.M. 27/02/2004 - Sistema di allertamento per rischio idrogeologico e idraulico


VALIDITA' dalle ore del giorno e per le successive ore

1. VISITI: Previsione Meteo regionale del DPC del
 Bollettino di Vigilanza Meteorologica Nazionale del
 Bollettino di Criticità Regionale del N° Prot. N° AOO_026
 Avviso di Condizioni Meteorologiche Avverse del N° Prot. DPC/RIA
 Avviso di Criticità Regionale del N° Prot. N° AOO_026

2. EVENTO PREVISTO

3. ASSUNZIONE DEL LIVELLO DI ALLERTA PER RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

ZONA DI ALLERTA		Rischio Idrogeologico CRITICITA'	Rischio Idraulico CRITICITA'	Livello di Allerta
Pugl-A	Gargano e Tremonti	ORDINARIA		PREALLERTA
Pugl-B	Tavoliere- bassi bacini del Candelaro, Cervaro e Carapelle	ORDINARIA	ORDINARIA	PREALLERTA
Pugl-C	Puglia Centrale Adriatica			
Pugl-D	Salento			
Pugl-E	Bacini del Lato e del Lenne			
Pugl-F	Puglia Centrale Bradanica	MODERATA		ATTENZIONE
Pugl-G	Basso Ofanto			
Pugl-H	Sub-Appennino Dauno	ELEVATA		PREALLARME
Pugl-I	Basso Fortore			



4. AZIONI DA INTRAPRENDERE
 In riferimento ai LIVELLI di ALLERTA dichiarati, si invitano tutti gli Enti in indirizzo, i Sindaci in particolare, ad attuare le fasi previste nei propri documenti e piani di emergenza o, in mancanza, a seguire le linee guida regionali di cui al D.G.R. n. 255/2005 e al D.G.R. xx/2013 al fine di predisporre eventuali tempestive misure di prevenzione nelle aree a rischio.

Si raccomanda di seguire l'evoluzione del fenomeno consultando i Bollettini di criticità regionale sul sito www.protezionecivile.puglia.it, in area riservata.

5. INFORMAZIONI
 Si raccomanda di informare la Sala Operativa Regionale circa l'evoluzione del fenomeno e delle eventuali misure preventive adottate, al numero 0805802212 oppure, solo in caso di inattività della stessa, il responsabile R. Celeste 3351300421 o il vice responsabile A. Giambattista 3351300420

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE
F.to Dott. Luca Limongelli

Il presente messaggio di allerta è pubblicato in area riservata su www.protezionecivile.puglia.it

Viale Enzo Ferrari - dismessa aerostazione civile 70128 Bari-Palese

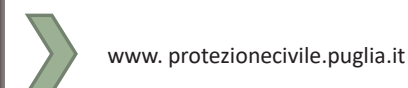


Figura 4 – Monitoraggio: prodotti

ni del tempo” perché evidenziano situazioni potenzialmente dannose per persone e cose. Per la Regione Puglia sono elaborate dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale e vengono sintetizzate quotidianamente in una serie di Documenti Previsionali.

Quello che si può fare in sede previsionale è:

- a) individuare le situazioni potenzialmente pericolose;
- b) delimitare l'area in cui è più probabile che essi si verifichino;
- c) eventualmente circoscrivere la fascia oraria.

In ambito previsionale è anche possibile immaginare gli scenari e i conseguenti effetti al suolo partendo dalle criticità divise in tre fasce (ordinaria, moderata, elevata) e quindi gestire l'emergenza. Sono state individuate in Puglia 9 differenti aree (Fig. 2) con riferimento alle soglie di criticità pluviometrica e idrometrica in fase previsionale. I prodotti finali

derivanti dalle intersezioni prima descritte generano: il Bollettino di criticità e l'Avviso di criticità.

Monitoraggio. La rete di monitoraggio del Centro Funzionale Regionale fa riferimento ad una serie di strumentazioni collocate sul territorio regionale, costituita da idrometrogafi galleggianti, idrometrogafi ad ultrasuoni, idrometri radar, stazioni pluviometriche, e altre strumentazioni più banali. Questa rete permette di misurare le soglie di criticità pluviometriche e idrometriche in corso di evento per trasferirle poi nel Bollettino di aggiornamento.

Allertamento. È la corrispondenza tra i tre livelli di criticità (ordinaria, moderata ed elevata) e gli stati di allerta (Fig. 3). I prodotti dell'allertamento sono fax, sms, e-mail che vengono inviati alle diverse strutture. L'allertamento avviene mediante i flussi di comunicazione che sono così schematizzati (Fig. 4).

Prevenzione. Consiste in una serie di attività poste in essere per evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti ad un evento. È possibile distinguere interventi strutturali da quelli non strutturali riguardanti opere di sistemazione attiva o passiva che mirano a ridurre la pericolosità dell'evento abbassandone la probabilità di accadimento oppure attenuandone l'impatto. I più importanti e significativi sono quindi quelli di tipo strutturale, ma questi sono generalmente molto costosi e poco paganti in termini di visibilità. Quelli di tipo non strutturale consistono in azioni finalizzate alla riduzione del danno attraverso l'introduzione di vincoli che impediscano o limitino l'espansione urbanistica in aree a rischio, oppure riguardano la pianificazione di emergenza, la realizzazione di sistemi di allertamento e di reti di monitoraggio, la formazione e l'informazione e le attività addestrative.

Il reticolo effimero delle lame e il rischio idraulico della città di Bari

FRANCESCO GENTILE
E-mail: francesco.gentile@uniba.it

MARINELLA SPANÒ
E-mail: marinella.spano@uniba.it

GIOVANNI FRANCESCO RICCI
E-mail: giovanni.ricci@uniba.it

Dipartimento di Scienze Agro-ambientali e Territoriali, Università degli Studi di Bari A. Moro
Via Amendola 165/A, 70126, Bari

The ephemeral streams called "lame" and the hydraulic risk of the city of Bari

Parole chiave (*key words*): "Lame", corsi d'acqua effimeri (*ephemeral streams*), rischio idraulico (*hydraulic risk*)

1. INTRODUZIONE

Nella provincia di Bari il reticolo idrografico, di origine carsica, è costituito da corsi d'acqua effimeri denominati "lame". Tale sistema idrografico per buona parte dell'anno risulta praticamente privo di deflussi, sia per le scarse precipitazioni che caratterizzano l'area, che per l'elevata permeabilità del substrato. Le precipitazioni di entità moderata, dopo un percorso superficiale anche molto breve, si infiltrano nel sottosuolo, alimentando la falda idrica. Durante le piogge intense, invece, si determina una rapida saturazione del suolo ed un conseguente ruscellamento superficiale, che può originare portate anche molto elevate. Le acque, assumendo alta velocità, provocano erosione spinta dei versanti e trasporto solido, con aggravio delle condizioni di degradazione che sovente interessano le pendici.

L'assenza di deflussi significativi per periodi di tempo prolungati ha contribuito a produrre infondate convinzioni di sicurezza idraulica del territorio e quindi trasformazioni incontrollate degli alvei e delle aree di pertinenza fluviale, che hanno determinato ostruzioni al passaggio naturale delle acque, modificato o addirittura cancellato il reticolo idrografico. È frequente la presenza di punti critici, rappresentati da ostacoli al deflusso, come restringimenti di sezione ed attraversamenti stradali e ferroviari.

Le lame si dispongono lungo le linee di drenaggio principali che dall'altopiano murgiano scendono verso l'Adriatico, con sbocchi a mare di solito ricchi di detriti di origine alluvionale. Le aree pianeggianti sono spesso ricoperte da sottili strati di argilla che, soprattutto in presenza di piogge intense e prolungate, possono assicurare un elevato grado di impermeabilità, favorendo il ruscellamento superficiale. Le Murge costituiscono un'unità omogenea sia dal punto di vista geologico che morfologico. Litologicamente sono rappresentate da rocce calcaree di ambiente di piattaforma, di età mesozoica, coperte in più luoghi da lembi variamente estesi e poco spessi di depositi di età pleistocenica (Ricchetti *et al.*, 1988); esse digradano verso il

mare Adriatico e la penisola Salentina attraverso una serie di terrazzi di origine marina.

Le rocce mesozoiche (Calcari di Bari e di Altamura) presentano un grado di fessurazione scarso e discontinuo, con giunti tettonici occlusi da terra rossa. L'infiltrazione dipende fortemente dai fattori locali quali il grado

già ricordato, questa idrografia superficiale a regime torrentizio genera una predisposizione del territorio al rischio idraulico in quanto convoglia, in occasione di eventi idrologici eccezionali, notevoli deflussi idrici che invece, normalmente, vengono dispersi nel fratturato carsico.

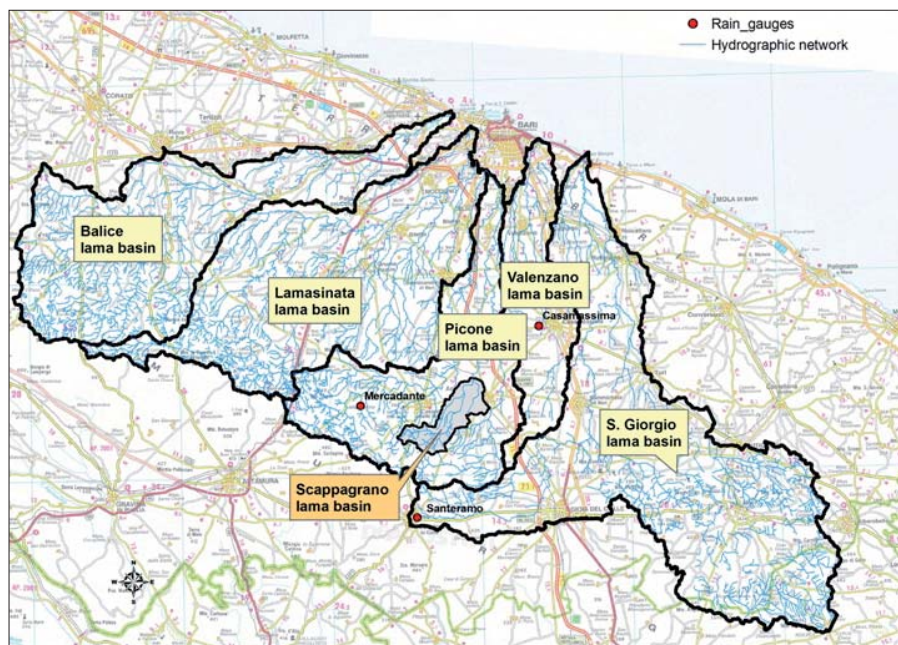


Figura 1 – Bacini delle principali lame relative all'area costiera barese

carsico, le litofacies e il tipo di vegetazione, mentre le precipitazioni annuali hanno altezze variabili dagli 800 mm delle aree interne, ai 500 mm delle aree costiere. In superficie il fenomeno carsico ha generato vie di infiltrazione preferenziali quali inghiottitoi e doline, nonché un reticolo idrografico costituito da solchi erosivi a fondo piatto e sponde subverticali, detti appunto lame. Tale reticolo deriva da un'antica idrografia superficiale, oggi scomparsa, che, in caso di eventi eccezionali, si attiva veicolando anche grandi volumi di acqua e fango.

Esaminando il versante adriatico della Murgia, il bacino idrografico sotteso dall'area costiera barese, detta "Conca di Bari", è costituito da diverse lame; tra le principali vanno ricordate le lame Balice, Lamasinata, Picone, Valenzano e San Giorgio (Fig. 1). Come

2. LE ALLUVIONI STORICHE DI BARI

Le alluvioni che si sono verificate nel passato e, in particolare, le inondazioni di Bari degli inizi del XX secolo, testimoniano come le lame possano trasportare, in corrispondenza di eventi meteorici intensi, considerevoli portate di piena, con conseguenze critiche per il territorio.

Dal 1567 al 2007 possono essere individuate 13 inondazioni, molte delle quali caratterizzate da un livello di danno alto (Polemio, 2010). Una prima testimonianza è datata 2 ottobre 1567, quando lo storico Beatillo descrive "un gran diluvio in terra di Bari" (Alfieri, 1927). Anni prima dell'evento la duchessa Isabella Sforza aveva tentato di bonificare l'area paludosa situata tra San Cataldo e la foce del Picone, ma l'onda di piena del 1567 cancellò tutte le opere fatte

eseguire. Nel 1813 Gioacchino Murat, dapprima maresciallo dell'Impero di Napoleone e poi re di Napoli, diede inizio ai lavori per la costruzione del nuovo borgo, detto "Murattiano" proprio dal nome del suo fondatore. Secondo il piano regolatore, tale nuovo borgo si sarebbe sviluppato a ridosso del nucleo storico mediante un piano di espansione caratterizzato da un tracciato viario ortogonale, con assi principali su cui innestare la rete stradale di supporto al nuovo tessuto urbano (Fig. 2). Tale schema di sviluppo urbano "a scacchiera", contraddistinto da un tessuto prevalentemente omogeneo, apparve rispondere adeguatamente alle esigenze di rinnovo e riorganizzazione oltre che di crescita della

ti, risulta che fin da quell'epoca ideandosi un Piano Regolatore si indicava la esistenza del corso del torrente nel sito ove dovevano sorgere nuove case e nuove strade. Ciò equivaleva a monito per l'avvenire, perché indicava che prima delle nuove costruzioni bisognava sviare o canalizzare in un modo adeguato il corso del torrente. Non sarò a ripetere come e quando quel monito non trovò adempimento pratico, non ostante che la conoscenza dell'alveo assurga anche da altri documenti di data posteriore." La Fig. 2 riporta il Piano per l'ampliamento della città di Bari del 1867, che indica come l'area del nuovo edificato si sovrapponga al corso del torrente Picone.

riche di fango e detriti sommersero il centro cittadino per una superficie di diversi chilometri quadrati, provocando 5 morti e danni alle infrastrutture. Roppo (1912) descrive in questo modo l'alluvione del 1905: "La forza dell'acqua fu irrompente, trascinate, fulminea: le acque penetrarono nei bassi, negli scantinati, nei pianterreni, minacciarono i primi piani; distrussero masserizie, derrate, misero in serio pericolo la città. Fortuna volle che l'acqua penetrasse in città di giorno: ciascuno cercò riparo nei piani soprastanti, ove cercò rifugiare i valori, abbandonando la mobilia al furore delle acque livide e fangose. Vi furono scene di terrore, pericoli imminenti di vita, salvataggi drammatici."

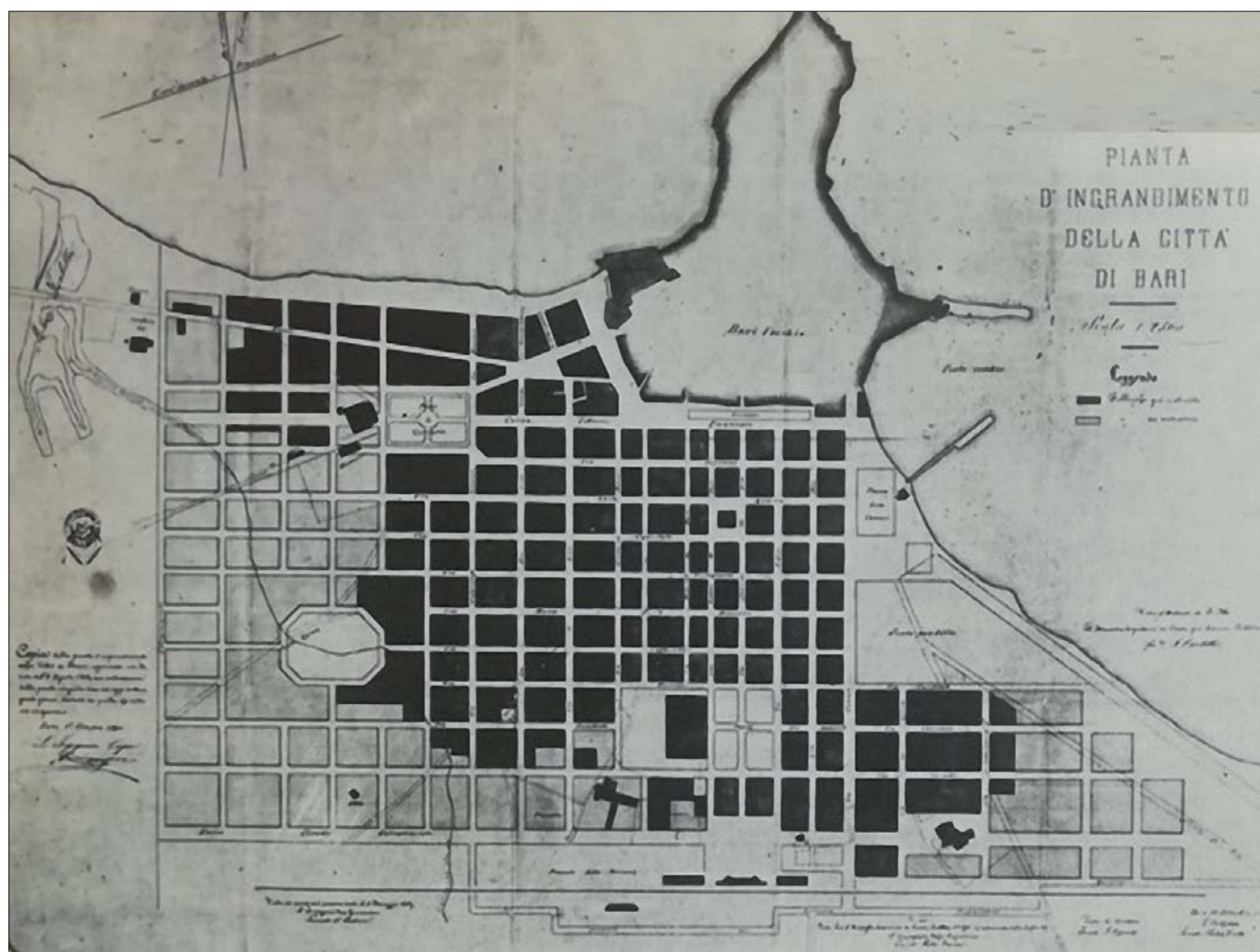


Figura 2 – Piano per l'ampliamento della città di Bari, Trotti 1867 (da Petriagnani e Porsia, 1988)

città (Petriagnani, 1981; Copeta e Borri, 2012). Le successive variazioni al piano si soffermarono su aspetti di carattere "estetizzante", senza modificarne l'impianto originale (Petriagnani e Porsia, 1988). L'ampliamento della città, dettato dai nuovi indirizzi di piano, non tenne però conto della morfologia del territorio, prevedendo il colmamento di molti tratti del reticolo idrografico. Scrive a tale proposito Valente (1905): "Da un documento ufficiale del 1860, che porta la rispettabile firma del nostro egregio Socio Architetto Trot-

Questo intervento urbanistico, associato ad eventi climatici eccezionali, portò ad una serie di avvenimenti drammatici. Nel settembre 1827 e successivamente nell'agosto del 1833 e del 1881, tre inondazioni del Picone provocarono 4 morti, ingenti danni alle infrastrutture nonché all'agricoltura e all'allevamento. La serie è proseguita anche nel secolo successivo, con l'alluvione del torrente Picone del febbraio del 1905.

Dopo due giorni di pioggia ininterrotta, attorno alle ore 13 del 23 febbraio, acque ca-

Perotti (1958) si chiede "come sia stato possibile che i baresi ignorassero il pericolo di quella zona e vi fabbricassero spensieratamente una parte della loro nuova città", aggiungendo poi che "tal fatto non si spiegherebbe se non si pensasse alla rarità delle alluvioni devastatrici. Perché l'acqua giunga a Bari in quantità e con furia allarmante, son necessarie specialissime condizioni di piogge violente e intense, o di rapido scioglimento delle nevi, che non si rinnovano se non a larghi intervalli".

Tabella 1 – Altezze raggiunte in alcune vie del borgo Murattiano di Bari a seguito delle alluvioni del Novecento

Altezze raggiunte dall'acqua in alcune vie di Bari (m)	ALLUVIONI		
	23/2 e 3/3/1905	3/9/1915	5 e 6/11/1926
a) Via Murat ang. Via Trevisani	0,60	0,65	1,20
b) Via Pizzoli ang. Via Murat	0,40	0,50	1,00
c) Via Carducci ang. Via Murat	0,20	0,30	0,80
d) Via Calefati ang. Via Ravanas	-	-	0,65
e) Via Garruba ang. Via Ravanas	0,70	0,70	0,90
f) Via Trevisani ang. Via Garruba	0,40	0,52	1,00
g) Via Q. Sella ang. Via Crisanzio	0,35	0,40	0,53
h) Via G. Bovio ang. Via Trevisani	-	0,50	0,70

Valente (1905) evidenzia tre fattori che hanno contribuito al verificarsi della piena: la vastità del bacino del torrente Picone; l'avvenuto disboscamento delle pendici e delle vette della Murgia; l'errore urbanistico commesso con il colmamento di Marisabella, dove il torrente aveva foce, e con l'edificazione della città nuova. A proposito di tale ultimo punto scrive: "Frattanto cresciuta la popolazione, crebbe la città con sviluppo proporzionale, ma senza norme prestabilite, e come per virtù propria; unica norma, sarò per dire incosciente, fu l'eterno rettilo degli allineamenti stradali, anch'esso però perturbato spesso nell'uniformità di andamento, perché



Figura 3 – Targhe nelle vie del borgo Murattiano di Bari a ricordo delle alluvioni del '900. a) Via Murat ang. Via Trevisani; b) Via Pizzoli ang. Via Murat; c) Via Carducci ang. Via Murat; d) Via Calefati ang. Via Ravanas; e) Via Garruba ang. Via Ravanas; f) Via Trevisani ang. Via Garruba; g) Via Q. Sella ang. Via Crisanzio; h) Via G. Bovio ang. Via Trevisani



Figura 4 – a) "Casa degli alluvionati": fabbricato realizzato dall'Istituto Autonomo per le Case Popolari (IACP) e destinato a coloro i quali erano rimasti senza alloggio a seguito dell'alluvione del 6 novembre 1926; b) Portale d'ingresso della "Casa degli alluvionati" riportante l'iscrizione "ALLUVIONE VI NOVEMBRE MCMXXVI" sul sovrastante architrave

affidato ai costruttori delle case più che alla sorveglianza dei tecnici. Di altimetria non era a parlarne, e magari fossero state rispettate le quote altimetriche naturali del terreno; fu preferita invece la livelletta quasi orizzontale con poche varianti, più attribuite al caso che a disposizioni regolamentari. Così proseguendo si raggiunse l'avvallamento del Picone, che quindi ne restò colmato e strozzato nel suo libero corso; anzi a scopo di bonifica ne venne colmata anche la foce a Marisabella; e dell'antico alveo non rimase che la traccia naturale a monte della città" (Valente, 1905).

In seguito all'alluvione del 1905 furono avviati i lavori di costruzione di un canale di deflusso nella città, lungo via Crisanzio e via Trevisani, che, però, non fu efficace contro la successiva alluvione del settembre 1915, con acque che raggiunsero un'altezza di 0,5-0,7 m nell'area cittadina, provocando 23 morti e molti feriti.

Anche in questo caso dopo l'evento si intervenne, attraverso la realizzazione di uno sbarramento in muratura per deviare le acque del Picone verso il Lamasinata, mentre il suo antico alveo veniva urbanizzato (Puglisi *et al.*, 1991). Anche quest'opera però non riuscì a svolgere il suo compito: il 6 novembre del 1926 si verificò un'altra inondazione del Picone, le cui acque, dopo avere abbattuto la traversa, investirono case e infrastrutture,

con un bilancio finale di 20 morti e 10 feriti (Alfieri, 1927).

La città di Bari conserva tuttora traccia delle tre alluvioni di inizio Novecento, con una serie di targhe che riportano, in vari punti del quartiere Murattiano, l'altezza raggiunta dalla piena (Tab. 1; Fig. 3). Inoltre, dopo l'alluvione del 1926, fu realizzato dall'Istituto Autonomo per le Case Popolari (IACP) un edificio per gli alluvionati tra le vie Nicolai, Martiri d'Otranto e Don Bosco, tuttora abitato (Fig. 4).

Su proposta del Ministero dei Lavori Pubblici, a seguito del R.D. del 1927, parte dei bacini del Valenzano, Montrone, Picone e Lamasinata furono classificati come montani e su di essi, attraverso finanziamenti pubblici, si intervenne con opere sistematorie quali l'allargamento della sezione del torrente Picone, lo spostamento verso ponente dell'ultimo tronco del torrente Lamasinata e la deviazione del torrente Montrone nel torrente Valenzano, sistemando lo sbocco di quest'ultimo verso mare (Puglisi *et al.*, 1991). Fu inoltre realizzato un intervento di rimboscimento nell'area dell'alto bacino del Picone, l'attuale foresta di Mercadante, nel territorio del comune di Cassano delle Murge. La foresta di Mercadante ha attualmente una superficie di circa 1083 ha e, al suo interno, sono presenti una sessantina di piccole briglie realizzate per migliorare la stabilità del terreno nei confronti

dell'erosione incanalata (Polito, 2014). La superficie totale è stata raggiunta nel corso di successivi interventi, come riportato in Fig. 5 (da Leronni, 2013).

È interessante soffermarsi su questo aspetto dell'intervento successivo alla piena del 1926. Sin dal 1905, in seguito all'alluvione di quell'anno, il Comitato forestale di Bari aveva proposto di ridurre la vulnerabilità del territorio attraverso la realizzazione di opere idraulico-forestali nel bacino del ramo Badessa, ma il progetto non fu realizzato, poiché, essendo assente il presupposto giuridico per interventi da attuarsi a totale carico dello Stato, era impossibile per i comuni interessati sostenere l'onere finanziario per l'esecuzione delle opere.

Con l'approvazione del R.D.L. 30/12/1923, n.3267 (legge forestale) e relativo regolamento (R.D. 16/5/1926 n. 1126) vennero stabiliti i criteri e le modalità d'intervento pubblico in materia di sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani. Con R.D. 5/8/1927 n.6412, in seguito rettificato con R.D. 14/7/1928 n.2660, furono classificati montani parte dei bacini del Valenzano, Montrone, Picone e Lamasinata, creando le premesse per i rimboscimenti da eseguirsi a cura e spese dello Stato (Puglisi *et al.*, 1991).

Il presupposto teorico di questo intervento è enunciato dall'ing. Valente (1905) nella sua

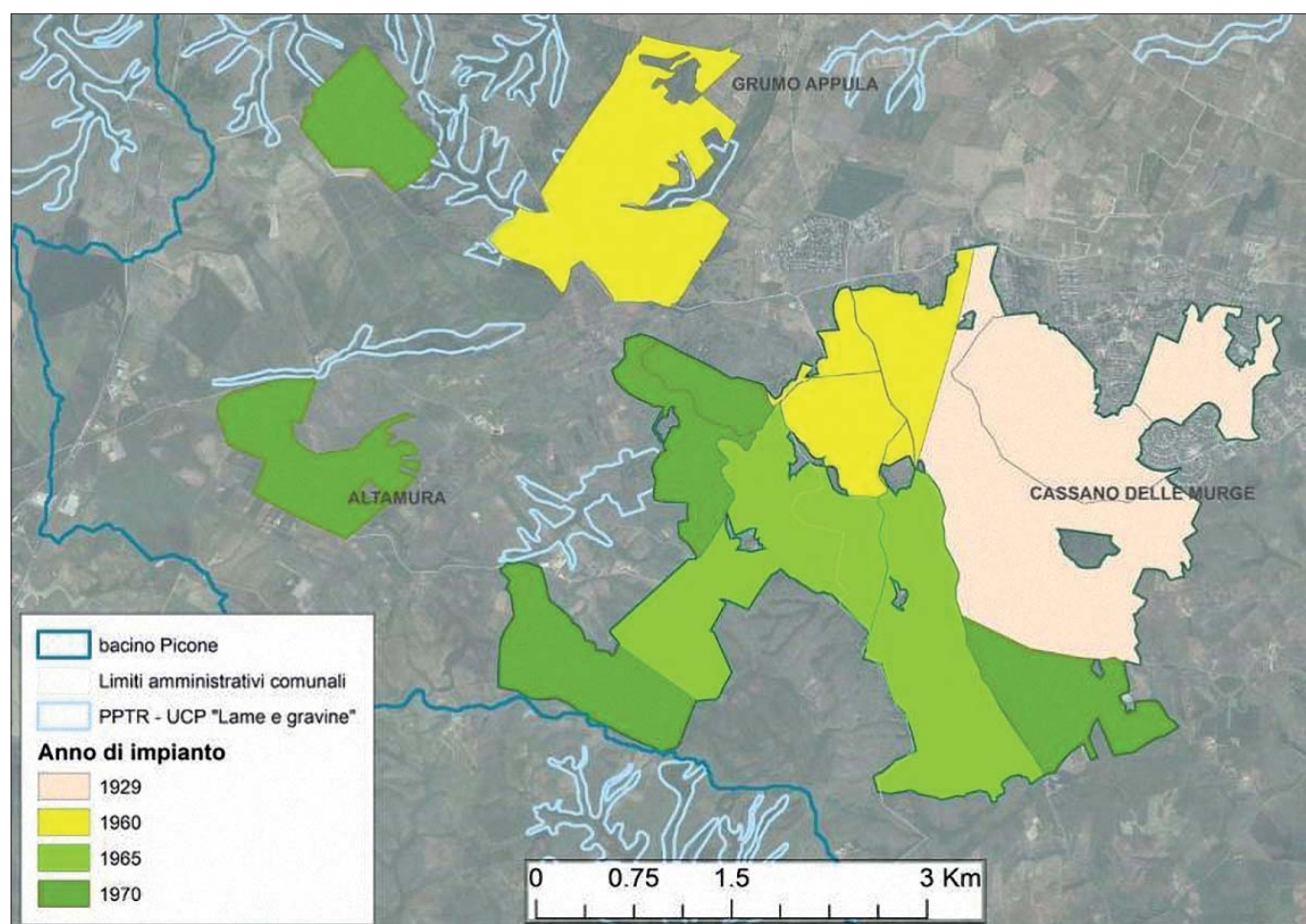


Figura 5 – Evoluzione spaziale e temporale dei rimboscimenti di Mercadante (da Leronni, 2013)

Tabella 2 – Valori delle massime intensità di precipitazione e relativi tempi di ritorno

	Massime intensità di precipitazione [mm] dal 22 al 23 ottobre 2005 e relativi tempi di ritorno T_r (anni)					
	30'	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
CASAMASSIMA	11,6 $T_r < 10$	18,0 $T_r < 10$	50,6 $T_r < 10$	76,6 $20 < T_r < 50$	78,4 $10 < T_r < 20$	81,6 $T_r < 10$
SANTERAMO	37,4 $20 < T_r < 50$	57,6 $20 < T_r < 50$	82,2 $50 < T_r < 100$	104,2 $100 < T_r < 200$	108,8 $50 < T_r < 100$	112,0 $20 < T_r < 50$
MERCADANTE	43,2 $50 < T_r < 100$	80,0 $50 < T_r < 100$	137,4 $T_r > 200$	152,6 $T_r > 200$	152,6 $T_r > 200$	162,0 $100 < T_r < 200$

relazione pubblicata nella *Rassegna Tecnica Pugliese*: “Causa prima adunque della formazione del torrente è la mancanza di folta vegetazione a monte, di trattenute lungo il suo percorso, di parziali deviazioni. Ora niuno impedisce che ciò si faccia con opere di spesa non troppo rilevante, cioè rimboscamenti parziali là ove sono possibili, dighe, briglie, veri sbarramenti a valle delle conche più o meno vaste, deviazione di fili d’acqua verso avvallamenti laterali ove la campagna li consente senza danno di terzi, o con danno limitato, specie se i terreni laterali sono saldi e incolti, apertura e magari conservazione dei meati naturali delle grave e dei capiventi, ove se ne trovano; irrigazione di terreni aridi e spugnosi; insomma deviazione parcellare della corren-

te, e impedimento a che si raduni in un sito qualunque una massa copiosa di acque e che si precipiti in un subito a valle”.

È una concezione dell’intervento sistematorio nella quale non si vuole attribuire totalmente alle opere idrauliche (canalizzazioni) l’onere di difesa idraulica della città, ma si cerca anche di laminare i deflussi a monte con opere estensive. Per dirla con le parole dell’Autore “Per me sta essere preferibile riuscire a distruggere la causa fondamentale del male, consentendo di scovare e di ammazzare la fiera, per esprimermi con una immagine, nella sua stessa tana e prima che ne esca, anziché attenderla in aperta campagna per abbatterla, e tanto meno in casa propria” (Valente, 1905).

3. IL PERIODO SUCCESSIVO AL 1926 E L’ALLUVIONE DEL 2005

Dopo l’alluvione del 1926 si è registrato un periodo prolungato senza altre piene, ad eccezione di un evento di entità moderata che si è verificato nel 1957, causando danni soprattutto alla campagna (Milillo e Trisorio Liuzzi, 1996).

Nel frattempo una nuova, marcata urbanizzazione, portava alla realizzazione di massicci interventi edilizi, con l’impermeabilizzazione di vaste aree, ed al potenziamento delle infrastrutture stradali e ferroviarie esistenti. Venivano realizzati manufatti in prossimità o all’interno delle lame, mentre la coltivazione di olivo, vite e, in generale, gli usi agricoli all’interno del letto e sulle sponde diventa-



Figura 6 – Cedimento del rilevato ferroviario nella lama Scappagrano

vano la norma. Verso la fine degli anni '90 si assisteva a nuovi mutamenti nell'uso del suolo, attraverso le pratiche dello spietramento e della trasformazione fondiaria, per far divenire agricole molte aree prima destinate all'allevamento (Moretti, 2005) e su cui venivano poi introdotte colture, come quelle cerealicole, che accentuavano i processi erosivi superficiali.

Lonigro (2015) ha analizzato i cambiamenti di uso del suolo avvenuti nel bacino del torrente Picone dal 1930 al 2006. Utilizzando alcune cartografie storiche e strati informativi più recenti l'analisi ha evidenziato modifiche nell'uso del suolo che trovano riscontro nel comportamento idrologico del bacino, che può essere espresso tramite il valore del Curve Number (CN) del Soil and Conservation Service (Hong e Adler, 2008). I risultati dell'analisi mettono in evidenza una variazione, seppur modesta, del CN durante l'intervallo di tempo considerato. A partire dal 1930 (quando viene calcolato un valore del CN pari a 84,5), si registra un andamento decrescente del valore del CN fino al valore minimo raggiunto nel 1990 (CN pari a 83). A partire da quest'anno il valore del CN aumenta nuovamente fino al 2006, raggiungendo un valore vicino a quello del 1930. Ciò deriva dal fatto che le aree urbanizzate risultano sempre in aumento a partire dal 1930 fino al 2006; invece i boschi presentano un andamento crescente dal 1936 fino al 1990, quando raggiungono la maggiore espansione, grazie principalmente al rimboscimento di Mercadante. A partire dal 1990 le superfici forestali diminuiscono, per rimanere pressoché costanti dal 1999 fino al 2006, svolgendo comunque un effetto compensativo rispetto all'incremento delle aree urbanizzate (Lonigro, 2015).

Queste trasformazioni del territorio si verificavano in un contesto generale che tendeva a disconoscere o sottovalutare il ruolo delle lame come veri e propri corsi d'acqua (Borri *et al.*, 2002; Mossa, 2007; Bonelli *et al.*, 2009).

In questo quadro complessivo si è verificata l'alluvione del 2005. Tra il 22 e il 23 ottobre, un evento meteorologico di notevole entità in poche ore ha riversato sul territorio una grande quantità di precipitazioni. Nella Tab. 2 sono riportati i valori delle massime intensità di precipitazione registrati ai pluviografi di Casamassima, Santeramo e Mercadante (Fig. 1) ed i relativi tempi di ritorno, che evidenziano il carattere di notevole intensità dell'evento, soprattutto con riferimento alla stazione di Mercadante.

Il bilancio dell'alluvione è stato di 6 morti (5 dei quali a seguito del crollo di un rilevato stradale presso Cassano delle Murge) e numerosi feriti, oltre ad ingenti danni alle vie di comunicazione, agli insediamenti urbani, alle coltivazioni e alla rete elettrica.

Una delle caratteristiche dell'evento del 2005 è stato l'elevato numero di danni che si sono verificati in corrispondenza dell'intersezione tra il reticolo idrografico e le infrastrutture stradali e ferroviarie.

L'intero sistema di trasporto è stato severamente colpito; si sono contati danni a ponti, tombini e rilevati in 34 sezioni, in molti casi con riferimento ad infrastrutture recenti, realizzate nei venti anni precedenti l'evento (Polemio e Lollino, 2011).

In uno di questi casi, nel bacino della lama Scappagrano, un treno Eurostar, proveniente da Taranto e diretto a Milano, all'alba del 23 ottobre è deragliato, fortunatamente senza vittime, a causa del cedimento del rilevato ferroviario (Fig. 6). Tale caso è stato analizzato da Bisantino *et al.* (2016).

Il bacino Scappagrano (Fig. 1) fa parte del bacino della lama Baronale che, a sua volta, è

un affluente del torrente Picone. Esso si estende per una superficie di 23 km², è caratterizzato da un'asta principale della lunghezza di circa 13,3 km e da una pendenza media del 5%. Il bacino Scappagrano è chiuso a valle dal tratto di linea ferroviaria tra Acquaviva e Sannicandro con un rilevato in terra.

L'applicazione del metodo del CN ha consentito di ricostruire l'idrogramma di piena dell'evento. Le portate iniziano a crescere la sera del 22 ottobre intorno alle 22 e 30' per raggiungere il valore di picco ($Q_p \approx 80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) la notte del 23 intorno all'1 e 30'. La propagazione dell'idrogramma di piena nelle aree poste in prossimità del rilevato ferroviario è stata studiata utilizzando il codice idrodinamico bidimensionale FLO-2D.

Dopo circa 4 ore e 30' dall'inizio della piena si verificano i massimi tiranti idrici a monte del rilevato (Fig. 7), con valori forniti

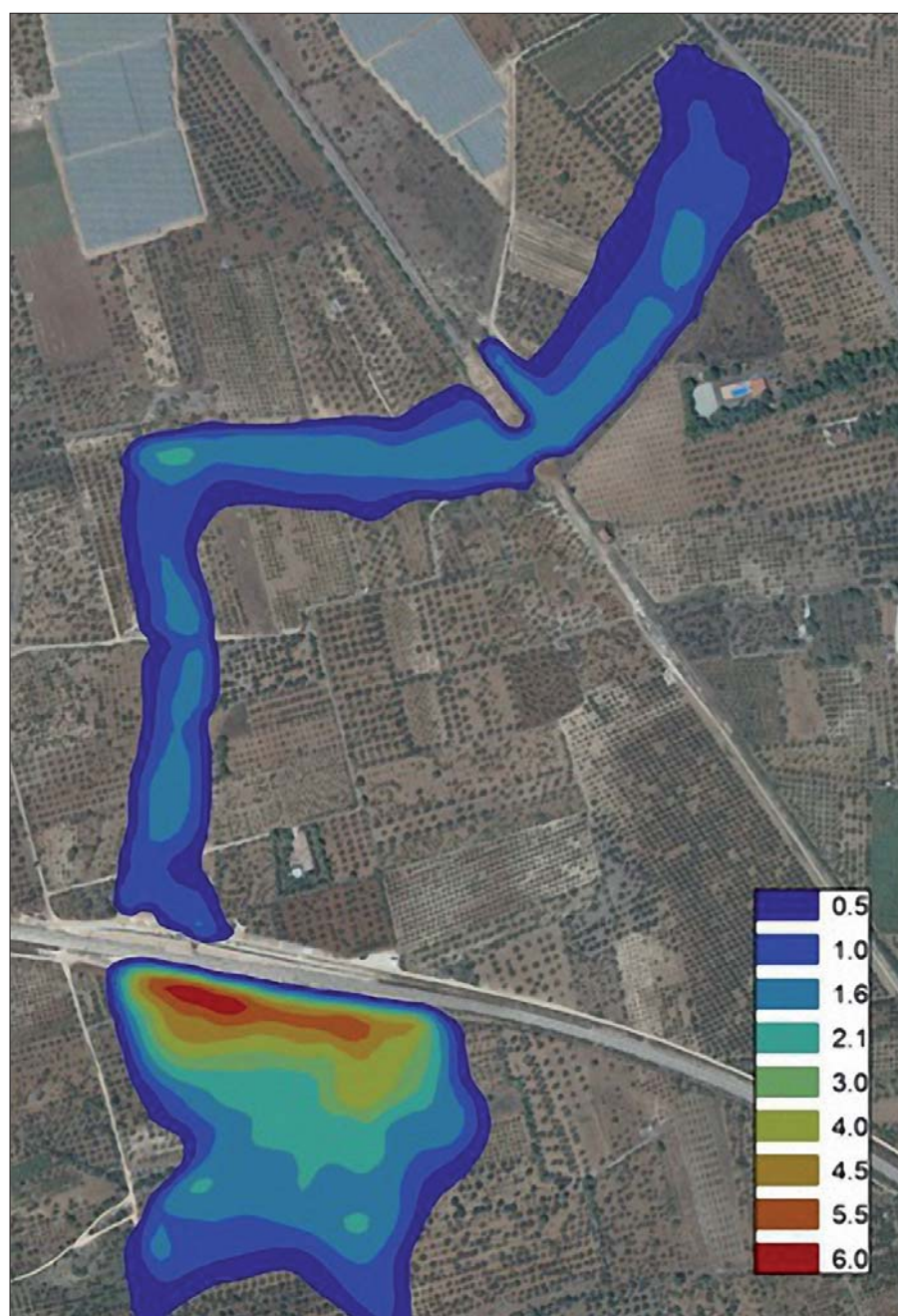


Figura 7 – Tiranti idrici (in metri) a monte del rilevato (da Bisantino *et al.*, 2016)

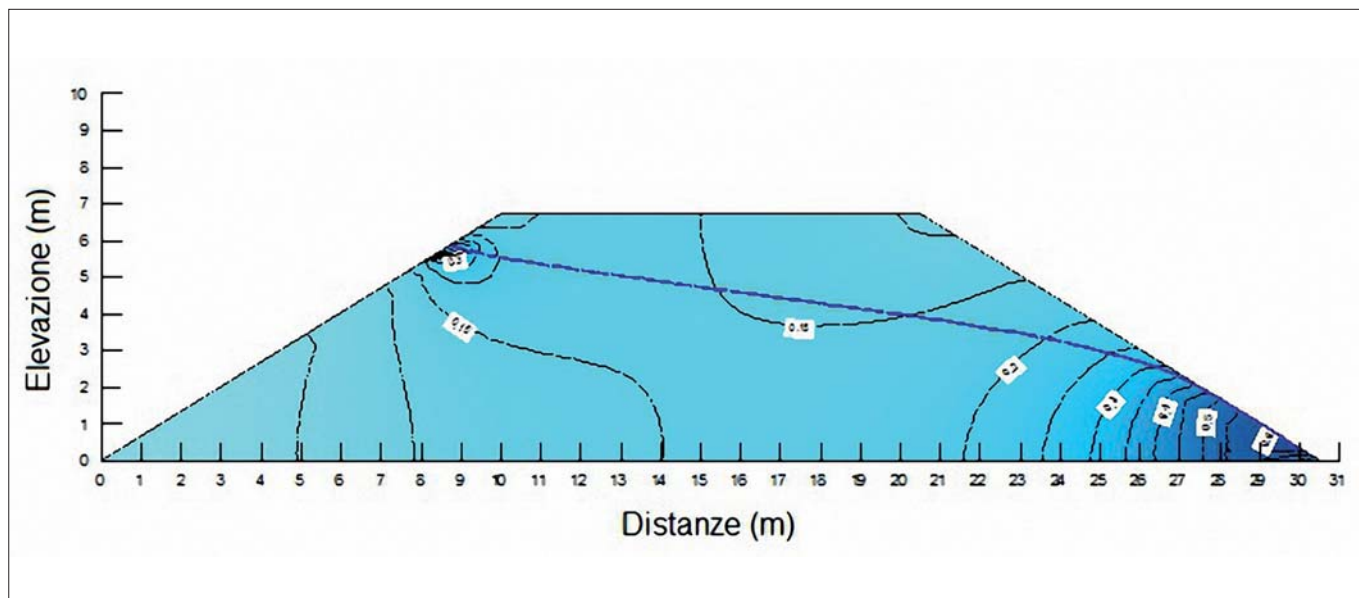


Figura 8 – Distribuzione del gradiente idraulico all'interno del rilevato (da Bisantino et al., 2016)

dalla simulazione modellistica che risultano compatibili con le tracce riscontrabili sulla parte residua del rilevato dopo il verificarsi dell'evento.

La modellazione del processo di filtrazione all'interno del rilevato, in condizioni bidimensionali, è stata effettuata attribuendo, in corrispondenza del paramento di monte, una condizione di carico idraulico variabile nel tempo, considerando il processo di progressivo invaso a monte del rilevato. La

modellazione, eseguita utilizzando il codice di calcolo SEEP/W agli elementi finiti, ha evidenziato l'evoluzione nel tempo della linea di saturazione all'interno del rilevato, con un graduale innalzamento all'aumentare del carico idraulico a monte e una distribuzione del gradiente idraulico crescente verso l'unghia del rilevato, in corrispondenza della quale raggiunge il valore massimo (Fig. 8). Possono di conseguenza essere definite le zone suscettibili di erosione interna, che si

concentrano in corrispondenza dell'unghia del rilevato, al di sotto del punto in cui la linea di saturazione incontra il paramento di valle dell'opera. Va osservato che in generale l'innesco dei processi di erosione interna può essere favorito dalla presenza di zone di discontinuità all'interno del rilevato, che funzionano da vie preferenziali di deflusso. Esse si concentrano al contatto tra terreno e manufatto, dove la compattazione del terreno può non essere eseguita in maniera ottimale e



Figura 9 – Il canale deviatore Lamasinata durante la piena del 22-23 ottobre 2005

dove si risente dell'effetto drenante delle pareti in calcestruzzo molto lisce, lungo le quali si può avviare il processo di erosione interna (Bisantino *et al.*, 2016).

L'analisi effettuata nel caso del bacino Scappagrano ha dimostrato l'importanza di un corretto dimensionamento degli attraversamenti ferroviari e stradali, che tenga conto delle elevate portate unitarie che possono essere convogliate durante eventi intensi da rami del reticolo idrografico con bacini afferenti di superficie anche non elevata.

L'evento del 22-23 ottobre 2005 ha anche mostrato l'efficienza delle opere realizzate dopo l'alluvione del 1926, in particolare del canale deviatore Lamasinata (Fig. 9), che ha consentito il deflusso della piena attraverso la città di Bari in condizioni di sicurezza. Casi di allagamenti di aree urbane, infatti, quali ad esempio l'ex cava Di Maso al quartiere S. Rita, sono da ascrivere alla realizzazione di opere di urbanizzazione che non hanno tenuto conto della morfologia del territorio (Cotecchia, 2006).

4. CONCLUSIONI

Le numerose alluvioni che si sono verificate in passato e, in particolare, all'inizio del XX secolo, dimostrano la vulnerabilità al rischio idraulico del territorio di Bari. Tecnici e storici nel tempo hanno attribuito tale situazione al verificarsi di vari fattori: la relativa rarità delle precipitazioni intense, capaci di attivare un reticolo idrografico che normalmente è asciutto, dato il suo carattere effimero; l'avvenuto massiccio disboscamento delle pendici; la realizzazione di aree urbanizzate senza tener conto dell'effettiva morfologia e idrografia del territorio.

Dopo un lungo periodo privo di eventi particolarmente gravosi, l'alluvione dell'ottobre 2005 ha riportato all'attenzione dell'opinione pubblica il problema della difesa idraulica del territorio, mostrando, innanzitutto, l'efficacia delle opere realizzate nel secolo scorso per difendere la città di Bari dalle alluvioni. Tali opere sono state realizzate secondo una concezione mirante non solo a contenere gli effetti delle alluvioni nell'ambito urbano mediante opere idrauliche, ma anche a contrastare la formazione dei deflussi nel bacino mediante opere diffuse, e, in particolare, attraverso il rimboschimento di Mercadante.

L'alluvione del 2005 ha anche evidenziato un'importante problematica di rischio "diffuso", che riguarda l'interazione tra il reticolo idrografico e le infrastrutture di trasporto, come dimostrato dall'elevato numero di criticità emerse in corrispondenza di attraversamenti stradali e ferroviari. Si tratta, evidentemente, di una problematica cui occorre prestare grande attenzione, in considerazione della notevole pericolosità che tali situazioni

possono rappresentare, come dimostrato dal crollo del terrapieno stradale presso Cassano delle Murge, che ha provocato cinque vittime, o dal cedimento del rilevato ferroviario nella lama Scappagrano.

Più in generale, l'evento del 2005 ha richiamato l'attenzione dell'opinione pubblica e dei tecnici sulla necessità di riconoscere pienamente il ruolo delle lame come corsi d'acqua a tutti gli effetti, seppure con peculiari caratteristiche tra le quali l'assenza di deflussi per periodi di tempo prolungati.

Ne consegue la necessità di attuare una gestione del territorio coerente con l'esistenza di tale definito reticolo idrografico, laddove in passato essa spesso è stata attuata senza tenere nella dovuta considerazione la presenza delle lame, oppure sottovalutandone i possibili effetti in caso di piene.

BIBLIOGRAFIA

- ALFIERI S. (1927), *L'alluvione della zona barese nel novembre 1926*. Annali del Ministero dei Lavori Pubblici, Bari.
- BISANTINO, T., PIZZO, V., POLEMIO, M., GENTILE, F. (2016), *Analysis of the flooding event of October 22-23, 2005 in a small basin in the province of Bari (Southern Italy)*. Journal of Agricultural Engineering, 47 (4), 531, 197-204.
- BONELLI R., FRATINO U., ROMANO L. (2009), *Il complesso rapporto tra la città di Bari e le lame, uno sguardo al passato per un diverso futuro*. Convegno Geologia urbana di Bari ed area metropolitana, 28 novembre 2009, Bari, 26-32.
- BORRI, D., DI SANTO, A., IACOBELLIS, V. (2002), *Bari: la piena del 1926, Continuità Rassegna tecnica pugliese*, Bari, 3-4, 83-88.
- COPELA C., BORRI D. (2012), *The rising of urban identity strategies in European cities in the modern-contemporary age transition: The case study of Bari*. Plurimondi, 11, 43-69.
- COTECCHIA V. (2006), *Il disordine idraulico evidenziato in Bari dall'evento pluviometrico dell'ottobre 2005 e il caso dell'ex cava Di Maso*. Continuità, Rassegna Tecnica Pugliese, 1/2.2006.
- GENTILE F., BISANTINO T., PIZZO V. (2013), *L'alluvione del 2005 in provincia di Bari ed il rapporto tra rischio idraulico e stabilità dei rilevati artificiali*. In: La sistemazione idraulico-forestale del territorio pugliese solcato da lame. A cura di Puglisi S., Scarascia Mugnozza G., Quaderno di Idronomia montana 29/1, 37-69.
- HONG Y., ADLER R. (2008), *Estimation of global SCS curve numbers using satellite remote sensing and geospatial data*, Intl. J. Rem. Sens., 29, 2, 471-477.
- LERONNI, V. (2013), *Simulating Mediterranean forest landscape dynamics in the context of climate change*. Tesi di Dottorato, Tutor Dr. P. Mairota. Università degli Studi di Bari "A. Moro".
- LONGRO T. (2015), *Il contributo del clima, dell'uso del suolo e dell'antropizzazione alle modificazioni della ricorrenza delle calamità idrogeologiche*. Tesi di Dottorato, Tutor Ing. M. Polemio Prof. F. Gentile. Università degli Studi di Bari "A. Moro".
- MELCHIORRE V.A. (2002), *Bari nella storia*, Adda Editore.
- MILILLO F., TRISORIO LIUZZI G. (1996), *Effetti della*

sistemazione congiunta idraulica e idraulico-forestale del torrente Picone (Puglia). Atti del Convegno "La difesa dalle alluvioni", Firenze, 4-5 novembre 1996, 569-579.

- MORETTI M. (2005), *Le alluvioni nel settore adriatico delle Murge (Terra di Bari)*. Cause geologiche e ruolo dell'azione antropica, Geologi e Territorio, 3, 11-22.
- MOSSA M. (2007), *The floods in Bari: what history should have taught*, Journal of Hydraulic Research, 45, 5, 579-594.
- PETRIGNANI M. (1981), *Bari, il borgo murattiano*. Edizioni Dedalo, Bari.
- PETRIGNANI M., PORSIA F. (1988), *Bari*. Edizioni Laterza, Bari.
- PEROTTI A. (1958) *Bari ignota*. Edizioni Laterza, Bari.
- POLEMIO M. (2010), *Historical floods and a recent extreme rainfall event in the Murgia karstic environment (Southern Italy)*, Zeitschrift für Geomorphologie, 54, 2, 195-219.
- POLEMIO M., LOLLINO P. (2011), *Failure of infrastructure embankments induced by flooding and seepage: a neglected source of hazard*, Natural Hazards and Earth System Sciences, 11, 3383-3396.
- POLITO A.D. (2014), *Il Bosco di Mercadante e la difesa idraulica della città di Bari*. Tesi di Laurea in Gestione e Sviluppo Sostenibile dei Sistemi Rurali Mediterranei, Relatore prof. F. Gentile, Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali, Università degli Studi di Bari A. Moro.
- PUGLISI S., ARCIULI E., MILILLO F. (1991), *Il ruolo primario delle sistemazioni idraulico-forestali nella difesa di Bari dalle inondazioni*. Monti e Boschi, 9-16.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F., PIERI P. (1988), *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampata apulo*, Mem. Soc. Geol. Ital. 41, 57-82.
- ROPPA V. (1912), *Note e aggiunte alla Storia di Bari di Giulio Petroni*. Ristampa dell'edizione di Napoli, Arnaldo Forni Editore.
- VALENTE G. (1905), *Il torrente Picone e il Piano Regolatore della città di Bari*. Rassegna Tecnica Pugliese.

Gli eventi estremi, effetti al suolo della precipitazione di forte intensità e breve durata del 10 settembre 2016 in Ostuni (Br)

EMANUELE GIACCARI
DICEM Università della Basilicata
E-mail: emanuele.giaccari@unibas.it

Extreme events, the effects on the soil of the heavy and brief rainfall which occurred in Ostuni (BR) on the 10th of September 2016

Parole chiave (*key words*): Ostuni, eventi estremi (*extreme events*), piogge intense (*heavy rainfall*)

INTRODUZIONE

L'estensione, nel recente passato, sia del centro urbano di Ostuni che degli insediamenti sul litorale marino nonché il potenziamento delle infrastrutture di trasporto, quali la costruzione della S.S. 379 ed il raddoppio della linea ferroviaria, hanno trasformato il territorio di Ostuni irreversibilmente tanto da pregiudicare il deflusso idrico superficiale naturale dei 10 bacini costieri.

Un ulteriore elemento che ha influenzato l'idrologia superficiale del territorio è stato il lungo periodo di siccità che ha colpito la Puglia negli anni '90: durante tale lasso di tempo le sezioni utili dei corsi d'acqua naturali sono stati ristretti, se non occultati.

La ripresa dell'andamento meteorico normale, anzi anche con piovosità eccezionali rispetto alle medie, ha dunque trovato impreparato il territorio ed ha messo in evidenza tutte le carenze delle infrastrutture di drenaggio tanto che, negli ultimi venti anni, in più occasioni, ha provocato ingenti danni materiali: infrastrutture viarie crollate sotto lo scorrere delle acque, crollo dei muretti interpoderali e allagamento dei terreni agricoli (di conseguenza danni alle coltivazioni), cedimento delle sponde dei canali e dei terrapieni delle lame, danni alle abitazioni private, invasione incontrollata di interi villaggi turistici da parte di fango e detriti, rottura e scomparsa di dune e spiagge.

Si è dunque riscontrato che il rischio idraulico inerente alle alluvioni nel territorio di Ostuni (Fig. 1) è causato dalle elevatissime portate di piena che possono formarsi in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, persistenza ed estensione

In questo lavoro si è analizzato con dettaglio l'ultimo evento di pioggia, 10 settembre 2016, che ha causato dannose alluvioni sul territorio di Ostuni riscontrate su infrastrutture e immobili come riconosciuto dal ministero delle politiche agricole alimentari e forestali con il decreto del 5 dicembre 2016 "Dichiarazione

dell'esistenza del carattere di eccezionalità degli eventi calamitosi verificatisi nella Regione Puglia".

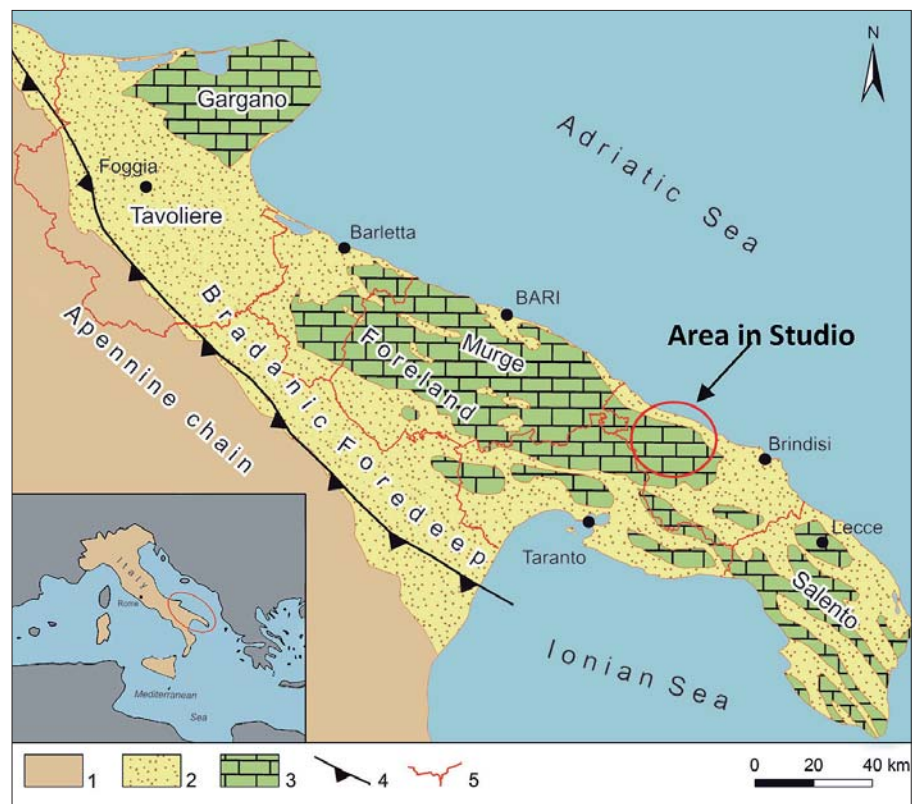
Declaratoria del carattere di eccezionalità degli eventi atmosferici

È dichiarata l'esistenza del carattere di eccezionalità degli eventi calamitosi elencati a fianco delle sotto indicate province per i danni causati alle strutture aziendali nei sottoelencati territori agricoli, in cui possono trovare applicazione le specifiche misure di intervento previste del decreto legislativo 29 marzo 2004, n. 102, nel testo modificato

dal decreto legislativo 18 aprile 2008, n. 82; Brindisi: piogge alluvionali del 10 settembre 2016; provvidenze di cui all'art. 5 comma 3 nel territorio dei comuni di Cisternino, Ostuni. (GU, 2016).

I risultati dell'analisi hanno dimostrato che, pur non trattandosi di un evento con un periodo di ritorno particolarmente eccezionale, la sua intensità è responsabile dei notevoli danni registrati sul territorio.

L'analisi è stata condotta elaborando i dati di pioggia a disposizione per valutare le curve di possibilità pluviometrica di Ostuni



Legenda
1) territori della catena appenninica;
2) aree di avampessa, colmate da sedimenti di età tardo cenozoica (Pliocene - Quaternario);
3) aree di avampaese, caratterizzate da estesi affioramenti di rocce calcaree di età compresa tra il Mesozoico ed il Quaternario;
4) fronte della catena appenninica;
5) limiti amministrativi provinciali e regionali.

Figura 1 – Ubicazione dell'area in studio e carta geologica schematica della regione Puglia (da Pieri et al., 1997, mod.)

e ad analizzare in dettaglio l'evento, che ha avuto una durata piuttosto breve.

I dati di pioggia sono stati forniti dal Centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile della Regione Puglia Area per il periodo che va dal 1958 al 2016, per la stazione di Ostuni Coordinate 40°43'32,64" N, 17°34'40,32" E.

Nel caso in studio, pur riconoscendo il ruolo che altri fattori (geomorfologia, umidità del suolo, urbanizzazione ecc) hanno sul fenomeno in questione, si è analizzata la sola intensità di pioggia sul territorio di Ostuni, riferita alla sua durata di 1 ora, supponendo costanti le altre variabili.

Il lavoro pur non risultando esaustivo offre risultati importanti che rappresentano una buona banca dati per un GIS da utilizzare per l'elaborazione di modelli previsionali.

1.0 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

Le elaborazioni dei dati a disposizione, Annali idrologici Regione Puglia 1929-2016 (Istituto idrografico e mareografico e Protezione Civile - Regione Puglia) sono state finalizzate alla individuazione della relazione statistica che lega l'altezza di pioggia h alla durata d ed al tempo di ritorno T , nota in idrologia, come curva di possibilità pluviometrica (curva di possibilità climatica, curva di possibilità pluviometrica, CPP, linea segnalatrice di probabilità pluviometrica, curva segnalatrice di possibilità climatica, curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, curva di probabilità pluviometrica) che vien espressa nella nota forma monomia:

$$h(T) = a(T) * d^{n(T)} \quad (1)$$

dove a ed n , funzione di T (5, 10, 20, 50, 100 e 500 anni), sono stati stimati sulla base delle serie storiche pubblicati negli Annali tra il 1958 e il 2016 dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate 1,3,6,12 e 24 ore.

Si è ipotizzato che, per qualunque durata d , i valori di h seguono la distribuzione di probabilità asintotica di Gumbel (EV1), poiché la stessa meglio approssima la curva di frequenza cumulata dei campioni.

Quindi si è verificata la bontà di adattamento mediante il test statistico di Pearson o del χ^2 .

Secondo la distribuzione di Gumbel la probabilità P di non superamento di un generico valore dell'altezza di pioggia h , di assegnata durata d , è esprimibile come:

$$P(h) = \exp[-\exp[-\alpha * (h-v)]] \quad (2)$$

ed in forma esplicita

$$h = -1/\alpha * \ln[-\ln P(h)] \quad (3)$$

dato che sussiste la relazione

$$P = (T-1)/T$$

la 3 diviene:

$$h(T) = n-1/\alpha * \ln \ln [T/(T-1)] \quad (4)$$

in cui compaiono i due parametri α e v , che vengono di norma stimati attraverso il metodo dei momenti o della massima verosimiglianza.

Il primo metodo si usa quando si vuole privilegiare i valori di entità più elevata, mentre il secondo (quello della massima verosimiglianza) fornisce invece una curva che rispetta maggiormente i pesi rappresentati dalle frequenze cumulate, per cui non si lascia influenzare eccessivamente da singoli valori molto elevati.

Nel caso di specie i parametri sono stati stimati col metodo dei momenti:

$$\alpha = 1,283/\sigma(h) \quad (5)$$

$$v = \mu(h) - 0,45 * \sigma(h) \quad (6)$$

funzione degli statistici $\mu(h)$ media e $\sigma(h)$ varianza della serie storica dei dati.

Dalla elaborazione dei dati di pioggia di Ostuni si è ottenuta la seguente tabella 1 che riporta anche i parametri della Gumbel.

Tabella 1 – Media, deviazione standard e parametri della Gumbel della serie storica 1958-2016 in Ostuni

	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\mu(h)$	32,73	43,55	51,25	62,21	74,29
$\sigma(h)$	14,02	15,76	16,29	19,32	24,40
$v = \mu - 0,45\sigma =$	26,42	36,46	43,92	53,51	63,31
$\alpha = 1,283/\sigma =$	0,0915	0,0814	0,0788	0,0664	0,0526

Stimati questi parametri si può ricavare dalla 4) l'altezza di pioggia massima h di durata 1, 3, 6, 12 o 24 ore per qualsivoglia valore del tempo di ritorno T : $h_{max 1, T}$, $h_{max 3, T}$, $h_{max 6, T}$, $h_{max 12, T}$, $h_{max 24, T}$ (Tabella 2)

Tabella 2 – Altezze di pioggia massime (mm) di assegnata durata e tempo di ritorno

durata (ore)	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=500
1	42,81	51,01	58,88	69,06	76,70	94,33
3	54,88	64,10	72,95	84,39	92,97	112,79
6	62,97	72,50	81,64	93,47	102,33	122,82
12	76,11	87,41	98,25	112,28	122,80	147,10
24	91,84	106,11	119,80	137,53	150,81	181,50

Trattandosi di una legge di potenza, a ed n sono stati stimati tramite regressione lineare sui logaritmi di h e d con l'interpolazione potenza del foglio di calcolo Excel.

Le funzioni monomie assumono, nel caso di Ostuni, in relazione al periodo di ritorno T , le seguenti formule:

Tabella 3 – Equazione delle curve monomie $h = ad^n$ per diversi tempi di ritorno

5 anni	10 anni	20 anni	50 anni	100 anni	500 anni
$h = 42,24d^{0,238}$	$h = 50,02d^{0,227}$	$h = 57,48d^{0,220}$	$h = 67,14d^{0,212}$	$h = 74,37d^{0,208}$	$h = 91,08d^{0,200}$
$R^2 = 0,996$	$R^2 = 0,991$	$R^2 = 0,987$	$R^2 = 0,981$	$R^2 = 0,977$	$R^2 = 0,968$

R^2 è il coefficiente di regressione che rappresenta una misura del legame tra la variabile dipendente y e quella dipendente x .

$R^2 = 1$ perfetto adattamento del modello ai dati;

$R^2 = 0$ nessun adattamento del modello ai dati.

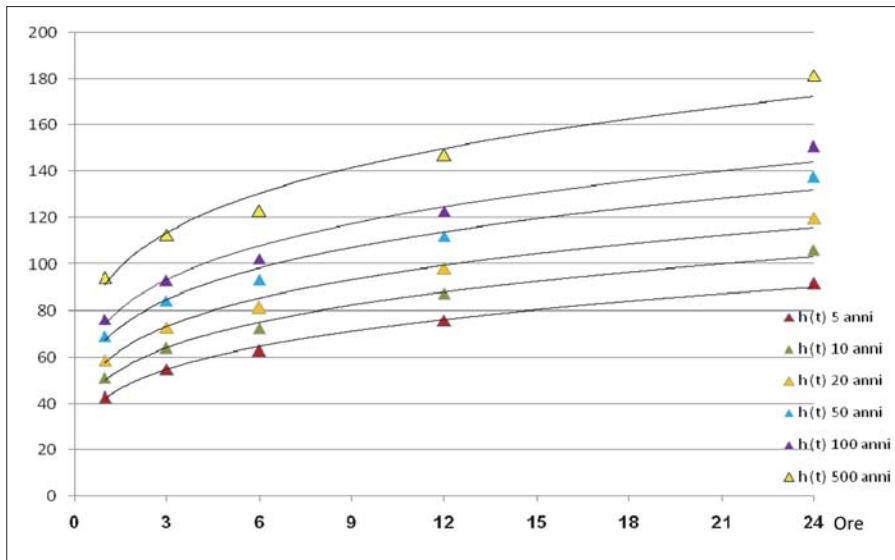


Figura 2 – Rappresentazione grafica delle CPP in Ostuni, $h(d,T) = ad^n$ per $1 < d < 24$ ore etichettate per diversi periodi di ritorno T

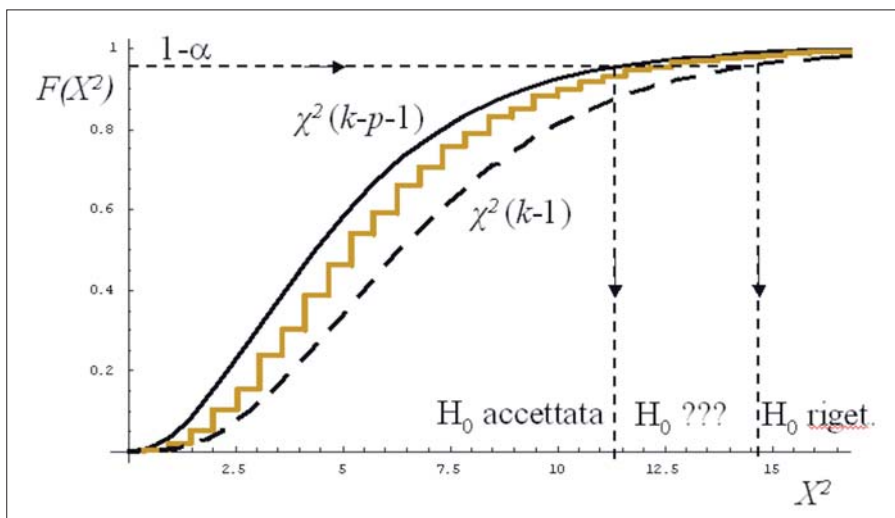


Figura 3 – Rappresentazione grafica dei limiti di accettazione del test Pearson ritorno T

Queste curve di probabilità pluviometrica forniscono le altezze di pioggia massime per qualsiasi durata e per un determinato periodo di ritorno T.

2.0 TEST DI PEARSON O χ^2

Per ogni tempo di pioggia si è verificato se la distribuzione di Gumbel si adatta ai dati pluviometrici a disposizione.

Il metodo adottato consiste nell'usare come indice di adattamento la grandezza χ^2 del test di Pearson che serve per controllare l'ipotesi che il campione effettivamente provenga da una certa distribuzione (ma non che i valori dei parametri siano effettivamente uguale a quelli stimati, che sono stati ricavati dal campione).

Come è noto, suddividendo il campo di esistenza della variabile casuale x in k intervalli (k=10) che si escludono a vicenda e indicando con p_i la probabilità che una osservazione qualsiasi ricada nell'i-esimo intervallo, con N_i , il numero delle osservazioni che effettivamente vi ricadono e con $N=56$ la dimensione del campione, la grandezza χ^2 (che è una variabile casuale, in quanto fun-

zione degli elementi del campione), risulta definita dall'espressione

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i} \tag{7}$$

Dato l'elevato numero N (pari a 56 nel caso di Ostuni) la grandezza χ^2 si può pensare distribuita come una χ^2 con $k-s-1 = 7$ gradi di libertà (gdl), $s=2$ numero dei parametri della distribuzione teorica considerata.

Nell'esecuzione del test si sceglie il numero k degli intervalli uguale alla parte intera di $N/5$. (nel caso di specie $k=56/5$ è stato approssimato per comodità a 10) e si adotta la regola dell'equiprobabilità, cioè si fissano gli estremi degli intervalli in modo tale che la p_i sia la stessa per tutti gli intervalli, e quindi uguale a $1/k=0,1$.

L'ipotesi statistica è dunque: H_0 = campione in esame segue la legge di distribuzione di Gumbel, in tutti i 5 casi (durata degli eventi 1,3,6,12,24 ore); il livello di significatività del test è stato fissato $\alpha = 0,05$ a cui corrisponde $\chi^2 = 14,067$ per gdl = 7 (k-s-1).

Nella tabella 4 sono riportati i risultati del test di Verifica confronto del χ^2

Poiché il valore di $\chi^2 < \chi^2\alpha$ per tutti i cinque casi analizzati l'ipotesi H_0 non è rigettata; il test risulta verificato.

Si può senz'altro affermare la bontà dell'adattamento alla distribuzione di Gumbel.

In ogni caso l'adattamento della distri-

$$h = at^n \quad h = \frac{at}{b+t} \quad h = a(1 - e^{-bt})$$

$$h = \frac{at}{(1+bt)^n} \quad h = \frac{at}{(b+t)^n} \quad h = \frac{at}{b+t^n}$$

buzione esaminata alle osservazioni è tanto migliore quanto più basso è il valore di χ^2 .

3.0 PIOGGE INTENSE DI DURATA INFERIORE A 1 ORA

Le CCP, come in tabella 3, sono state ricavate elaborando dati di pioggia massima di durata superiore all'ora, ma è stato dimostrato che le altezze di pioggia massime, ottenute in corrispondenza di durate inferiori all'ora (fig. 4), sono una sovrastima dei valori che possono effettivamente verificarsi.

Per la stima delle piogge intense di durata inferiore a 1 ora ($d < 1$ ora) le procedure consistono nell'estrapolare i dati delle curve di possibilità pluviometrica già trovate mediante l'adozione di equazioni del tipo: proposte da diversi autori (Modica et al. 1970) o l'uso di rapporti fissi come ad esempio:

$$\rho(r) = \frac{h_r(t)}{h_r(1)} = 1,015 \cdot r^{433} \tag{8}$$

In cui:

$h_r(1)$ è la pioggia di un ora per il dato tempo di ritorno T (tabella 2).

Bell (1969) ha elaborato dati di pioggia di brevissima durata registrati in diverse parti del mondo (USA, Australia) ed è pervenuto ad una formula che consente di stimare le altezze massime di pioggia di durata inferiore all'ora e di dato tempo di ritorno nel modo seguente:

$$h(d)T = h(1)T * (0,54 * d^{0.25} - 0,5) \tag{9}$$

Con essa si possono calcolare le piogge di durata inferiore all'ora e tempo di ritorno T, in funzione del valore $h(1)T$, pioggia di un ora fornito dalla CCP, relativa allo stesso tempo di ritorno T.

Il suddetto calcolo è stato necessario poiché il fenomeno del 10 settembre 2016 ha una durata breve.

Nella figura 4 si riportano le CPP estese ad un periodo inferiore all'ora ($d < 1$ ora) così come ottenute dalle elaborazioni statistiche e non corrette da alcun coefficiente mentre nelle figure 5 e 6 si rappresentano le CPP riportate in tabella 3 corrette rispettivamente da Cancellieri et al (2003) e da Bell.

Tabella 4 – Risultati del test di Verifica confronto del χ^2

1 ORA						
$\mu=0,45 \cdot \sigma=26,42$						
$\alpha=1,283/\sigma=0,0915$						
pi	P(xi)	xi	Ni	Npi	(Ni-Npi) ²	F/E
0,1	0,1	17,3	6	5,6	0,16	0,029
0,1	0,2	21,2	6	5,6	0,16	0,029
0,1	0,3	24,4	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,4	27,4	8	5,6	5,76	1,029
0,1	0,5	30,4	3	5,6	6,76	1,207
0,1	0,6	33,8	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,7	37,7	1	5,6	21,16	3,779
0,1	0,8	42,9	6	5,6	0,16	0,029
0,1	0,9	51,1	8	5,6	5,76	1,029
0,1	1	80	6	5,6	0,16	0,029
			56		$\chi^2=$	7,571<14,07
3 ORE						
$\mu=0,45 \cdot \sigma=36,46$						
$\alpha=1,283/\sigma=0,0814$						
pi	P(xi)	xi	Ni	Npi	(Ni-Npi) ²	F/E
0,1	0,1	26,2	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,2	30,6	9	5,6	11,56	2,064
0,1	0,3	34,2	3	5,6	6,76	1,207
0,1	0,4	37,6	4	5,6	2,56	0,457
0,1	0,5	41	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,6	44,7	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,7	49,1	3	5,6	6,76	1,207
0,1	0,8	54,9	8	5,6	5,76	1,029
0,1	0,9	64,2	4	5,6	2,56	0,457
0,1	1	90	8	5,6	5,76	1,029
			56		$\chi^2=$	7,929<14,07
6 ORE						
$\mu=0,45 \cdot \sigma=43,92$						
$\alpha=1,283/\sigma=0,0788$						
pi	P(xi)	xi	Ni	Npi	(Ni-Npi) ²	F/E
0,1	0,1	33,4	9	5,6	11,56	2,064
0,1	0,2	37,9	4	5,6	2,56	0,457
0,1	0,3	41,6	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,4	45,1	3	5,6	6,76	1,207
0,1	0,5	48,6	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,6	52,5	2	5,6	12,96	2,314
0,1	0,7	57,1	8	5,6	5,76	1,029
0,1	0,8	63	6	5,6	0,16	0,029
0,1	0,9	72,5	6	5,6	0,16	0,029
0,1	1	90	6	5,6	0,16	0,029
			56		$\chi^2=$	7,571<14,07
12 ORE						
$\mu=0,45 \cdot \sigma=53,51$						
$\alpha=1,283/\sigma=0,0664$						
pi	P(xi)	xi	Ni	Npi	(Ni-Npi) ²	F/E
0,1	0,1	41	8	5,6	5,76	1,029
0,1	0,2	46,4	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,3	50,7	4	5,6	2,56	0,457
0,1	0,4	54,8	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,5	59,1	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,6	63,7	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,7	69,1	4	5,6	2,56	0,457
0,1	0,8	76,1	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,9	87,40	7	5,6	1,96	0,350
0,1	1	100	6	5,6	0,16	0,029
			56		$\chi^2=$	2,929<14,07
24 ORE						
$\mu=0,45 \cdot \sigma=63,31$						
$\alpha=1,283/\sigma=0,0526$						
pi	P(xi)	xi	Ni	Npi	(Ni-Npi) ²	F/E
0,1	0,1	47,5	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,2	54,3	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,3	59,8	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,4	65	7	5,6	1,96	0,350
0,1	0,5	70,3	5	5,6	0,36	0,064
0,1	0,6	76,1	4	5,6	2,56	0,457
0,1	0,7	83	8	5,6	5,76	1,029
0,1	0,8	91,9	3	5,6	6,76	1,207
0,1	0,9	106,40	6	5,6	0,16	0,029
0,1	1	200	6	5,6	0,16	0,029
			56		$\chi^2=$	3,643<14,07

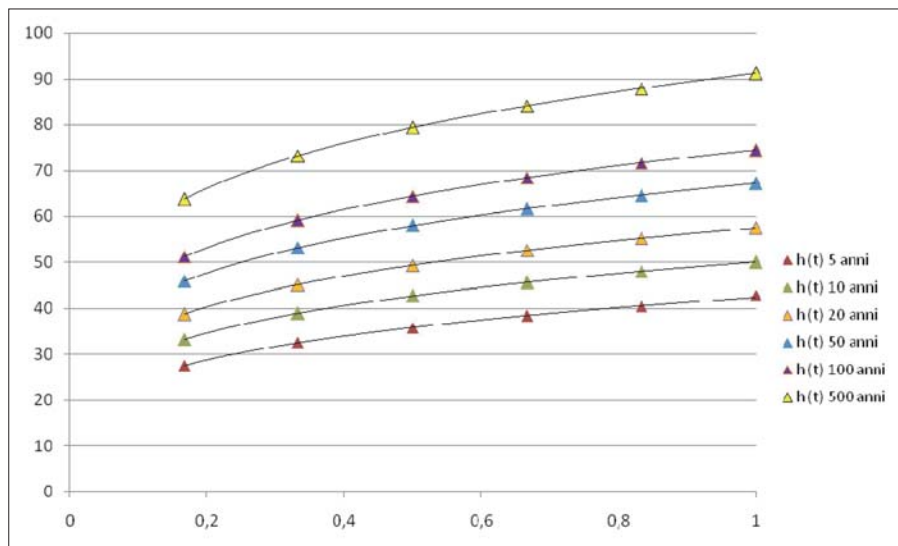


Figura 4 – CPP secondo Gumbel estese a meno di 1 ora, non corrette

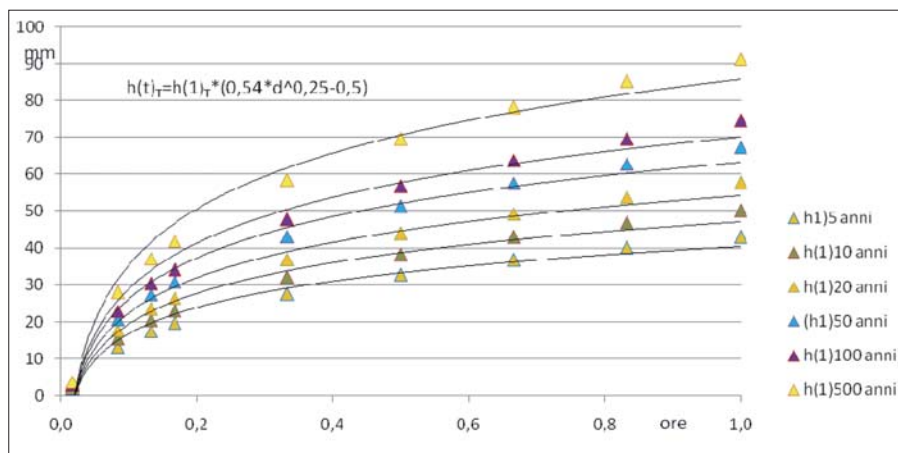


Figura 5 – CCP modificate (Bell - 1969)

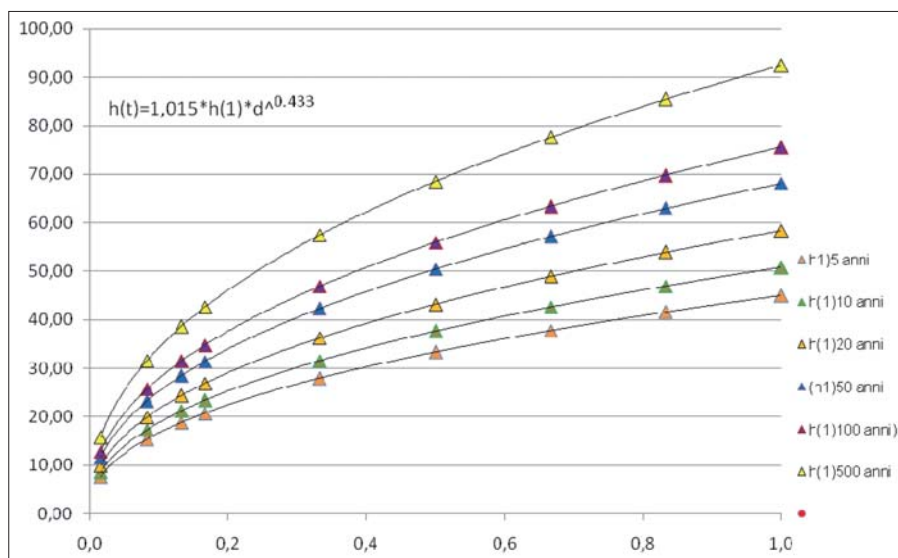


Figura 6 – CCP modificate: metodo del "rapporto fisso" (Modica et al, 1970)

4.0 L'INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE

Una particolare attenzione va posta all'intensità di precipitazione $i_m(d,T)$ che spesso è responsabile dei casi di pericolo idraulico.

Infatti all'aumentare della durata, l'evento estremo è caratterizzato da un'altezza di pioggia crescente e da un'intensità decrescente, mentre gli eventi di breve durata, che

hanno bassi valori di altezza di pioggia, sono caratterizzati da intensità molto elevate.

Questa considerazione ci fa concludere facilmente come sia maggiormente grave un evento di breve durata rispetto ad uno di lunga durata.

È pur vero che all'aumentare della durata aumenta il volume d'acqua complessivamente precipitato sul bacino ma, in questo caso,

il volume si distribuisce nel tempo con un'intensità media che diminuisce in relazione all'aumentare della durata.

Alcune opere idrauliche (vasche di laminazione ed invasi) sono progettate considerando eventi lunghi proprio perché caratterizzati da grossi volumi di precipitazione, mentre altre opere idrauliche (fognatura e canali di drenaggio, deflussi superficiali da regimare su canali naturali) quelle di nostro interesse, per intenderci, necessitano della considerazione di eventi brevi proprio perché caratterizzati da fortissima intensità di pioggia.

La relazione che intercorre tra l'intensità media di precipitazione e la durata è:

$$i_m(d,T) = ad^{n-1} \quad (10)$$

dove:

$i_m = h/d$ è il rapporto tra l'altezza di pioggia e la durata.

Si evidenzia che essendo $n < 1$, $n-1$ risulta minore di zero, di conseguenza la curva $i_m = i(d)$ ha un andamento decrescente (fig. 7).

Nella seguente figura 1 si riporta il grafico relativo alle CPP di tabella 3 del territorio di Ostuni e la relativa curva d'intensità di pioggia calcolata con la 10.

La prima osservazione da farsi a tal punto è la seguente:

A parità di rarità dell'evento di pioggia, l'altezza totale di precipitazione non cresce proporzionalmente al crescere della durata.

Questo significa che l'intensità dell'evento decresce al crescere della durata.

Infatti, a parità di rarità, eventi brevi sono generati da fenomeni convettivi (intensi), mentre gli eventi più prolungati sono generati da fenomeni stratiformi (meno intensi).

Nel caso di Ostuni ci interessa studiare la relazione delle precipitazioni estreme con la durata poiché i 10 bacini idrografici, di estensione diversa, entrano in risonanza ovvero producono un idrogramma di picco massimo (detto critico), responsabile dei danni riscontrati, in corrispondenza di durate di precipitazioni diverse. I bacini più estesi sono sollecitati criticamente da precipitazioni prolungate nel tempo, mentre bacini più piccoli hanno una durata critica minore. Per disporre di uno strumento generale è quindi necessario conoscere una relazione localmente generale fra piogge estreme e loro durata.

L'evento che porta la rete di ogni singolo bacino al limite dell'insufficienza nella sezione considerata prende il nome di *evento critico* ed è individuato, per ognuno dei 10 bacini, dalla durata (*durata critica*) e dall'altezza di precipitazione totale (*altezza di precipitazione critica*).

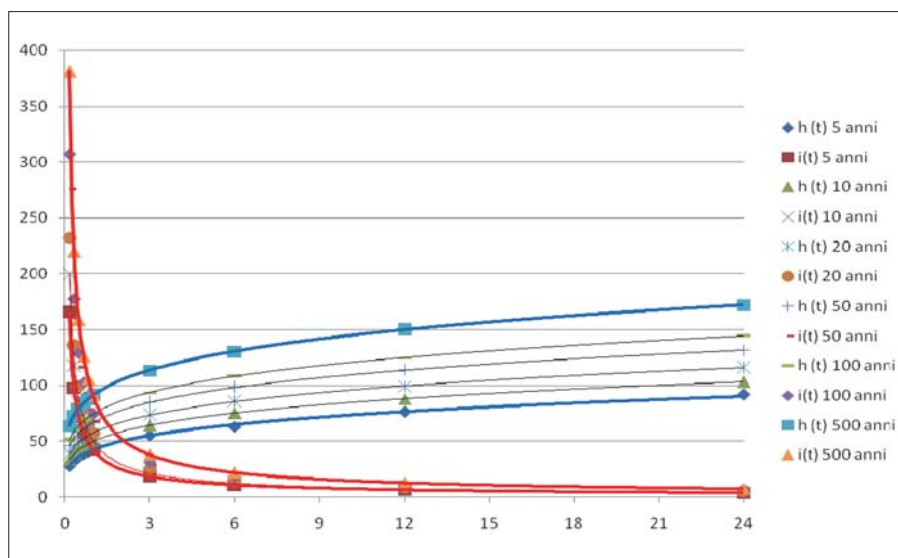


Figura 7 – Confronto tra le CPP $h(d)$ (azzurre) di tabella 3 e rispettive curva d'intensità media di precipitazione $i_T(d)$ (rosso) etichettate per diversi periodi di ritorno T

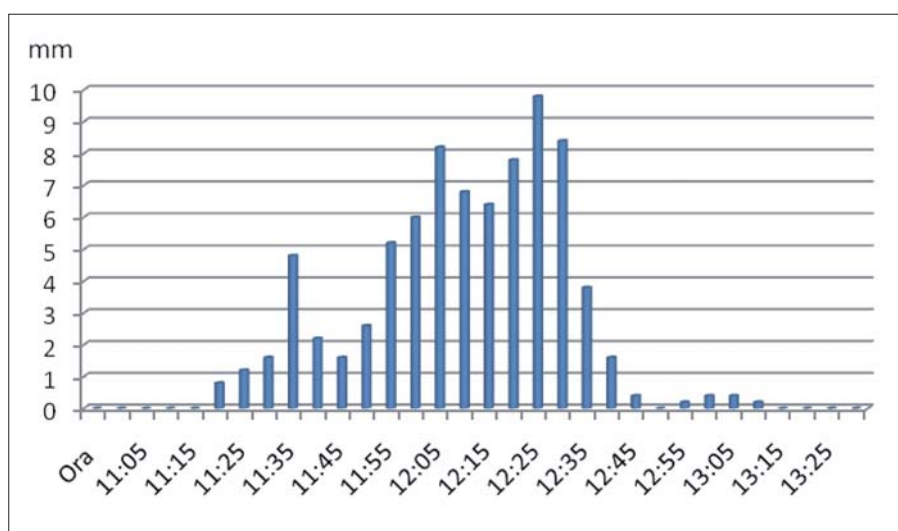


Figura 8 – Evento del 10 settembre 2016 registrazione ogni 5 minuti (Dati forniti dal Centro funzionale decentrato. Protezione civile. Regione Puglia)



Figura 9 – Effetti al suolo dell'vento del 10 settembre 2016 ad Ostuni

5.0 ANALISI DELL'ECCEZIONALITÀ DI EVENTI STORICI

La eccezionalità dell'evento consiste nello stimare il suo periodo di ritorno T e confrontarlo con le diverse CPP, distinte per periodi di ritorno $T = 5, 10, 20, 50, 100, 500$ anni. Se l'evento appartiene alle curve con T elevato esso sarà eccezionale altrimenti risulterà ordinario.

Per individuare il periodo di ritorno T dell'evento del 10 settembre 2016, sebbene l'evento sia durato quasi due ore (1 ora e 55 minuti), lo si è considerato sia tra quelli di breve durata con $d < 1$ ora, poiché l'intensità maggiore è nei primi minuti, le cui CPP sono state corrette secondo le formule predette, sia tra quelli di durata normale, $1 < d < 24$ ore, le cui CPP sono state valutate secondo la legge di Gumbell

5.1 VALUTAZIONE DEL PERIODO DI RITORNO DELL'EVENTO DI PIOGGIA DEL 10 SETTEMBRE 2016

Il giorno 10 settembre 2016 la città di Ostuni è stata interessata dalla precipitazione riportata in figura 8 la cui registrazione è stata effettuata dal pluviometro dell'Osservatorio di Ostuni Bacino delle Murge situato nel punto di coordinate $40^{\circ}43'32,64''$ N e $17^{\circ}34'40,32''$

Come si può notare l'evento ha inizio alle ore 11.15 e termina alle ore 13.10 (1 ora e 55 minuti) per una precipitazione totale di 80,4 mm e con altezze di precipitazione significative per una durata pari a 80 minuti.

Più in dettaglio, l'altezza massima di precipitazione registrata su finestra oraria è pari a 69,8 mm che diventano 62,8 mm su durata 50 minuti, 58,6 mm su durata 40 minuti e 47,4 mm su durata 30 minuti.

Per la valutazione del tempo di ritorno dell'evento in studio si sono determinati i valori delle altezze di pioggia massime relative alle durate 10, 20, 30, 40, 50 minuti, 1 ora, 1 ora e 55 minuti (durata dell'evento) per la precipitazione eccezionale di Ostuni del 10 settembre 2016. Per poter determinare tali valori si è ricorso alla somma mobile, tenendo conto via via della somma delle misurazioni successive, registrate ogni 5 minuti, secondo intervalli di ampiezza variabile a seconda della durata della precipitazione (10, 20, 30, 40, 50 minuti, 1 ora, e così via sino a 1 ora e 50 minuti).

Gli altri valori considerati per le durate di 3, 6, 12 e 24 ore sono quelli forniti dal Centro funzionale decentrato, Protezione civile della Regione Puglia che non sono continuativi e riguardano anche il giorno precedente.

$$h(d) = \max(\sum \Delta h_i)$$

I valori così trovati sono stati sovrapposti alle curve di possibilità pluviometrica costruite a partire dalle serie storiche della stazione pluviometrica di Ostuni.

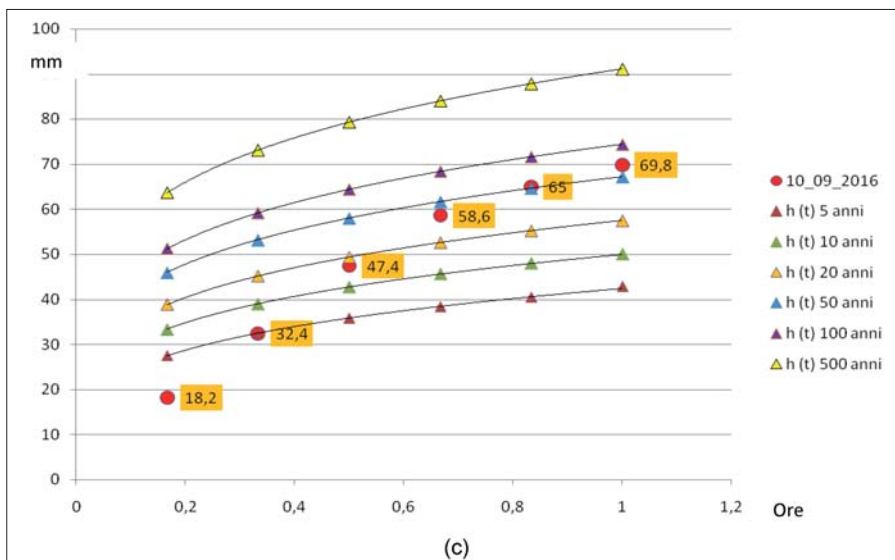
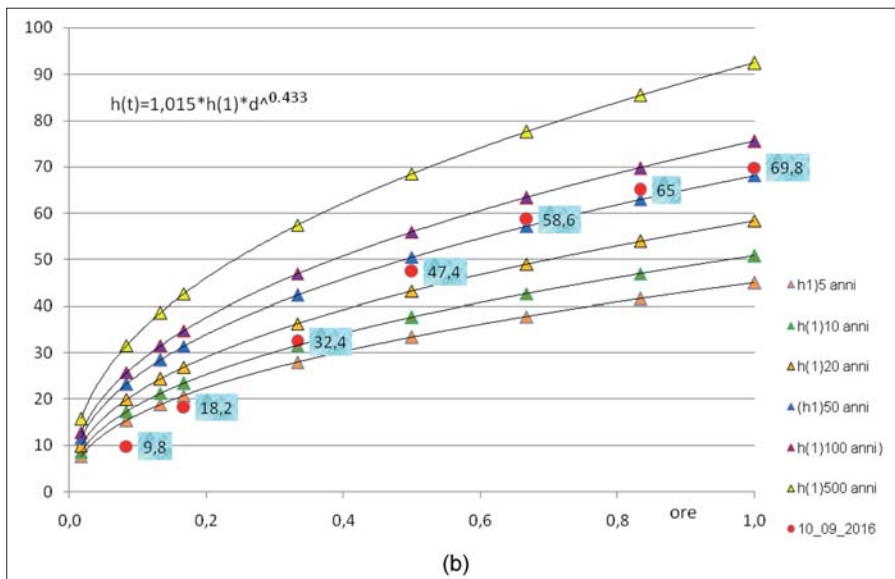
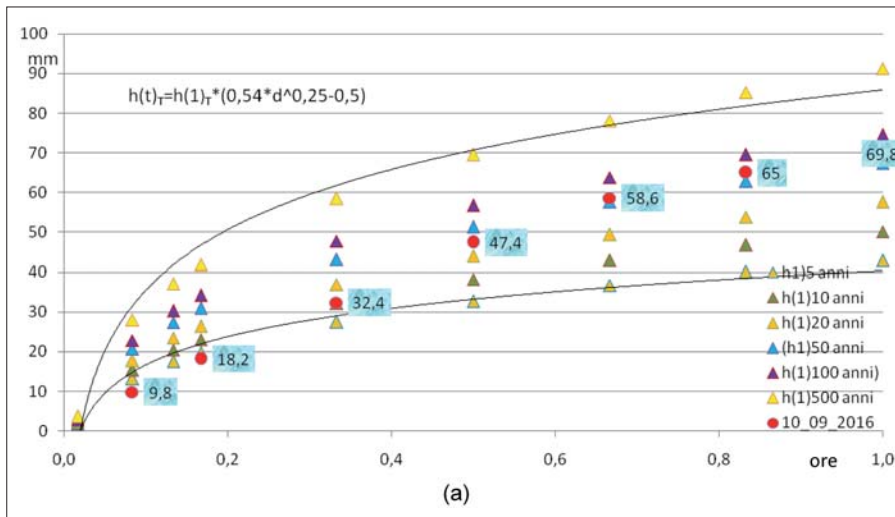


Figura 10 – Sovrapposizione dei valori di precipitazione ad Ostuni il 10 settembre 2016 alle curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) valutate come al paragrafo precedente (a) Bell (b) Modica et alii, (c) Gumbel

Si sono costruite due serie di curve di possibilità pluviometrica:

- Una inerente a fenomeni di durata superiore ad 1 ora.
- L'altra relativa a fenomeni di breve durata (inferiore ad 1 ora), con opportune considerazioni.

Dal grafico di Fig. 11 si può stimare che l'evento del 10 settembre 2016, di durata 1 ora e 55 minuti, è caratterizzato da un periodo di ritorno dell'ordine degli 80-90 anni. Dal confronto si evidenzia come l'evento del 10 settembre 2016 presenti componenti caratterizzate da diversi periodi di ritorno a seconda della durata:

- per i primi minuti della pioggia (fino a 30 minuti) l'evento rientra tra quelli ordinari con un basso periodo di ritorno;
 - dopo mezz'ora presenta una intensità tipica degli eventi con periodo di ritorno di 50 anni;
 - fino a divenire precipitazione eccezionale con periodo di ritorno di 80 anni ad un'ora;
 - successivamente l'evento si attesta su valori prossimi ai 20 anni, sino alle 24 ore
- L'importante funzione di accompagnare al mare le acque meteoriche (fig. 9) che cadono sul territorio può essere assolta in modo ordinato quando il sistema idrografico appena descritto presenta condizioni tali da consentirne il regolare funzionamento.

Gli interventi manutentivi erano in passato effettuati spontaneamente e con regolarità da parte dei proprietari agricoli dei terreni che venivano solcati dagli stessi canali i quali comprendevano bene quale fosse l'importanza della completa efficienza della rete dei deflussi.

6. CONCLUSIONI

Gli eventi di pioggia particolarmente intensi, quelli con i_m elevato nei primi minuti di pioggia – meno di un'ora, sono dunque responsabili del sempre più frequente dissesto idrogeologico del territorio nazionale.

Non fa certo eccezione Ostuni dove l'evento suddetto oramai non rappresenta più un caso estremamente improbabile, poiché, nello stesso periodo (agosto settembre), si verifica quasi annualmente, ma ne è la causa del pericolo idraulico per la sua particolarità di avvenimento, entro la prima ora, dopo un periodo di particolare aridità del suolo.

Per Ostuni si è ritenuto evidenziare la necessità di approntare un database georiferito (GIS) degli eventi storici dove inserire la ricerca storica documentazione tecnica, quotidiani locali e nazionali, database nazionali e pubblicazioni scientifiche, degli eventi calamitosi del territorio di Ostuni con primaria attenzione a dissesti e alluvioni, occorsi nel passato.

Il GIS deve contenere :

- i 10 bacini della fascia litoranea peninsulare del territorio di Ostuni;
 - i bacini endoreici ;
 - l'idrografia superficiale con la indicazione delle reti di drenaggio;
 - i muretti a secco che delimitano i canali drenanti;
 - I pozzi assorbenti esistenti;
 - Le vasche di laminazione;
 - Le opere idrauliche esistenti (vasche di sedimentazione, dissabbiatori ecc) ;
- Tale banca dati è stata georeferenziata; le aree caratterizzate da più frequenti occorrenze e gli eventi più catastrofici saranno oggetto di studio di dettaglio.

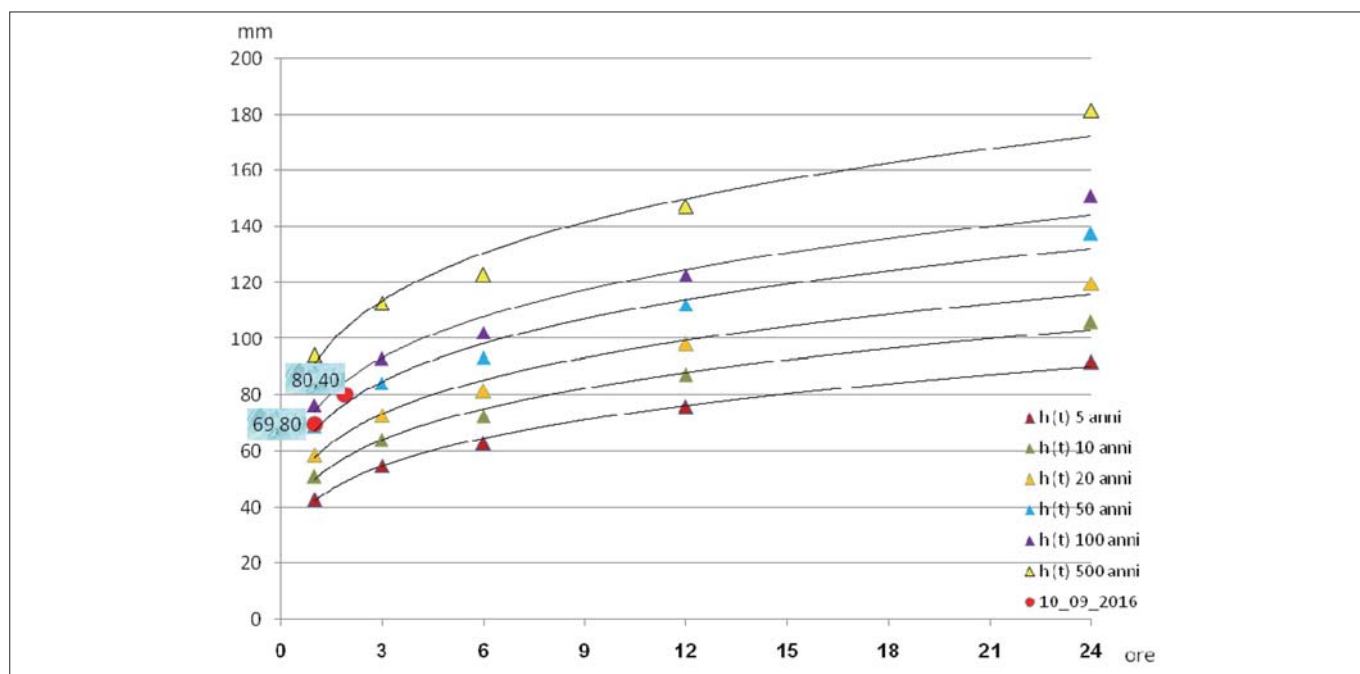


Figura 11 – Sovrapposizione dei valori di precipitazione ad Ostuni il 10 settembre 2016 alle curve di Possibilità Pluviometrica secondo la legge di Gumbel sulle 24 ore

L'impiego del GIS con il suo ampio *geodatabase* del territorio di Ostuni potrà raccogliere in seguito ogni tipo di informazione utile (clima, geologia, idrogeologia, reti di monitoraggio, infrastrutture di trasporto, aree vulnerabili, etc.).

Tra i vari livelli informativi ci sarà anche quello inerenti le opere che conterrà i dati sulle opere, impianti e manufatti già realizzate nel corso degli anni anche ai fini della mitigazione del rischio idraulico, tra cui almeno la localizzazione geografica e l'estensione (lineare o areale).

Detto livello costituisce inoltre una sorta di cabina di regia delle opere di cui Ostuni necessita per la mitigazione del rischio idrogeologico (muri di sostegno, muretti a secco, vasche di laminazioni, briglie rimboschimenti, etc...), in cui sono contenute e possono essere aggiornate tutte le informazioni utili, tra cui quelle geometriche, temporali (inerenti ad esempio le fasi di progettazione, realizzazione, collaudo, manutenzione e ripristino funzionale) ed economiche.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ARNONE E., D. PUMO, F. VIOLA, L.V. NOTO E G. LA LOGGIA (2013), Rainfall statistics changes in Sicily, *Hydrology and Earth System Sciences.*, 17, 2449-2458.
- BARTOLINI G., A. MESSERI, D. GRIFONI, D. MANNINI E S. ORLANDINI (2014), Recent trends in seasonal and annual precipitation indices in Tuscany (Italy), *Theoretical and Applied Climatology*, DOI 10.1007/s00704-013-1053-3.
- BELL F.C. (1969) "Generalized rainfall – duration frequency relationships", Proc. ASCE volume 95, HY1.
- MODICA C., ROSSI F., VIPARELLI C. (1970), "Analisi delle piogge intense di durata inferiore ad 1 ora in Sicilia" Atti del seminario nazionale "La ricerca dei deflussi urbani", Camigliatello Silano.

CALENDA, G. E C. COSENTINO, *Analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale*, L'Acqua, n.1, 20-31, 1996.

CANCELLIERE, A. AND ROSSI, G. (2003), "Droughts in Sicily and comparison of identified droughts in Mediterranean regions." in: G. Rossi, A. Cancelliere, L. S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, and A. Zairi, (eds.), *Tools for drought mitigation in Mediterranean regions*, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, pp. 103-122.

CHIU, C. L. (1987), "Entropy and probability concepts in hydraulics". *J. Hydr. Engrg.*, ASCE, 113(5), 583-600.

COPERTINO, V.A. E M. FIORENTINO (1994), *Valutazione delle piene in Puglia*, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata e GNDCI-CNR.

DEGIORGIS, M., GNECCO, G., GORNI, S., ROTH, G., SANGUINETI, M. & TARASSO, A.C. (2012), *Classifiers for the detection of flood-prone areas using remote sensed elevation data*. *Journal of Hydrology*, 470, 302-315. 30.

EAGLESON P.S. (1972), *Dynamics of flood frequency*, *Water Resour. Res.*, Vol.8, n.4, 878-898.

HALL, M.J. (1984), *Urban Hydrology*, Elsevier, London.

MANETTI S., V. CHIARELLO E E. CAPORALI (2014), Analisi dei trend nel regime pluviometrico in Toscana, *Atti XXXIV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche IDRA2014*, 378-379.

SOLDINI L., G. DARVINI E A. MANCINELLI (2014), Analisi statistica dei cambiamenti delle precipitazioni intense nelle Marche (Italia), *Atti XXXIV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche IDRA2014*, 341-342.

MANFREDA, S., SAMELA, C., GIOIA, A., CONSOLI, G. G., IACOBELLIS, V., GIUZIO, L., SOLE, A. (2015), Flood-prone areas assessment using linear binary classifiers based on flood maps obtained from 1D and 2D hydraulic models. *Natural Hazards*, 1-20.

MODICA C., ROSSI F., VIPARELLI C. (1970), "Analisi delle piogge intense di durata inferiore ad 1 ora in Sicilia", atti del Seminario nazionale "La ricerca dei deflussi urbani", Camigliatello Silano (Cs).

MORAMARCO, T., SALTALIPPI, C. AND SINGH, V. P. (2004), "Estimation of mean velocity in natural chan-

nels based on Chiu's velocity distribution equation". *Journal of Hydrologic Engineering*, 9 (1), pp. 42-50.

PENTA A. (1974), *Distribuzione di probabilità del massimo annuale dell'altezza di pioggia giornaliera su un bacino*, Atti XIV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Napoli.

PIERI P., FESTA V., MORETTI M. & TROPEANO M. (1997), *Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland, Southern Italy)*. *Ann. Geofisica*, 40 (5): 1395-1404.

ROSSI F. E P. VILLANI (a cura di) (1975), *Valutazione delle piene in Campania*, Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Salerno.

SAMELA, C., MANFREDA, S., PAOLA, F. D., GIUGNI, M., SOLE, A., & FIORENTINO, M. (2015), *DEM-Based Approaches for the Delineation of Flood-Prone Areas in an Ungauged Basin in Africa*. *Journal of Hydrologic Engineering*, 06015010.

U.S. WEATHER BUREAU, 1957-1960. Rainfall intensity-frequency regime 1-5, *Tech. Paper N. 29*, Washington D.C.

VILLANI P. (1990), *Alcune considerazioni sul fattore di riduzione areale e sulla sua influenza nella derivazione della piena annuale media*, in F. Rossi (a cura di), *Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo*, Rapporto 1988, CNR-GNDCI, L1, Roma.

VIPARELLI C. (1965), "Piogge brevi e di notevole intensità", Atti del IX convegno di Idraulica e costruzioni Idrauliche", Trieste.

ALTRI DOCUMENTI CONSULTATI

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA n. 298, Roma 22 dicembre 2016, Parte prima, Decreto del Ministero delle politiche agrari cole alimentari e forestali pagine 25, 26.

REGIONE PUGLIA ANNALI IDROLOGICI, *Area Politiche per la riqualificazione, la tutela e la sicurezza ambientale e per l'attuazione delle opere pubbliche Servizio Protezione Civile Centro Funzionale Decentrato*.

REGIONE PUGLIA, Centro Funzionale Decentrato - Protezione Civile.

Caratteristiche fisiche dell'idrografia della regione Puglia e pericolosità idraulica associata

NICOLA PALUMBO
Autorità di Bacino della Puglia
E-mail: nicola.palumbo@adb.puglia.it

Physical characteristics of the hydrographic network of Puglia region and associated hydraulic hazard

Parole chiave (*key words*): reticolo idrografico (*hydrographic network*), rischio idraulico (*hydraulic hazard*), Autorità di Bacino (*Basin Authority*), Puglia

RIASSUNTO

L'intervento intende illustrare, partendo da un inquadramento di carattere regionale, le caratteristiche di dettaglio della idrografia del territorio pugliese, nelle sue diverse forme di manifestazione.

Tale approfondimento è giustificato dalle specifiche peculiarità geoambientali possedute dal reticolo idrografico pugliese, che ad una apparentemente "semplicità" e "uniformità" negli assetti morfologici ed idrologico-idraulici all'interno delle grandi aree morfogenetiche del territorio, contrappone una estrema variabilità e complessità dei numerosi e interagenti fenomeni dinamici in atto, alcuni dei quali anche in grado di minacciare direttamente l'uomo e le sue attività.

Infatti la peculiarità di questo territorio, che per estesi tratti risultano privi di corsi d'acqua con deflussi "costanti" e "significativi", non comporta automaticamente l'assenza di una dinamica idraulica in grado di condizionare pesantemente la naturale vocazione dello stesso territorio.

Nello specifico, ad uno scarso sviluppo di corsi d'acqua, in termini di ambienti fluviali propriamente detti, si contrappone un complesso, variegato e a luoghi incerto sviluppo del reticolo di drenaggio inteso come particolare struttura morfologica del territorio capace, all'occorrenza, di condizionare la raccolta e il convogliamento delle acque superficiali di origine meteorica.

Alla luce delle accennate complesse dinamiche idrologiche ed idrauliche che si realizzano nel territorio pugliese, la nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia e che contiene il tracciamento puntuale del reticolo idrografico, in fase di costante aggiornamento, intende contribuire alla conoscenza e gestione dei rischi rappresentando un valido strumento operativo in grado di fornire un efficace supporto conoscitivo finalizzato ad una più corretta politica di integrazione delle dinamiche idrauliche naturali nelle scelte di pianificazione e programmazione dei futuri assetti del territorio pugliese a diversa scala.

PREMESSA

I recenti eventi alluvionali che hanno interessato negli ultimi anni, a dire il vero senza soluzione di continuità dal punto di vista temporale, vaste aree del territorio pugliese, hanno evidenziato come la dinamica naturale del deflusso delle portate di piena non può essere ricondotta a semplici schematismi di natura monodimensionale, che vedono volumi espandersi lateralmente rispetto alle linee principali di deflusso presenti sul territorio.

L'evento alluvionale del 10 settembre 2016 verificatosi nel territorio di Ostuni, come mostrano alcune delle immagini acquisite durante l'evento stesso (Fig. 1), ad esempio, testimonia che le aree interessate da allagamenti sono distribuite in modo molto spesso

non correlato o addirittura indipendente dai tracciati noti dei corsi d'acqua presenti sul territorio, realizzando accumuli o deflussi preferenziali lungo le arterie di comunicazione stradale o adattandosi alla presenza di anche modeste opere o costruzioni antropiche.

Tale evidenza, ovviamente, nelle sue diverse casistiche di estrinsecazione legate allo specifico stato dei luoghi, appare comunque essere una condizione costante degli effetti degli eventi alluvionali che hanno interessato il territorio pugliese negli ultimi decenni, testimoniando pertanto una condizione di attuale inadeguatezza degli strumenti conoscitivi classici deputati alla identificazione delle vie preferenziali di deflusso delle acque (carte fisiche del territorio, carte topografiche I.G.M. alle varie scale di rappresentazione, carte tematiche presenti nelle pianificazioni regionali), che in gran parte si basano solo sulle evidenze fisiche di deflusso presenti sul territorio, senza considerare gli effetti dei condizionamenti morfologici a scala locale o delle modificazioni antropiche.

Il tracciamento del reticolo idrografico è sempre stato comunque un obiettivo fortemente perseguito nel tempo, a partire dalla fine del 1800, dalle varie istituzioni preposte alla definizione e cartografazione delle caratteristiche fisiche del territorio (Istituto Geografico Militare in primis, ma anche gli Enti regionali o locali), e la sua definizione ha necessariamente risentito, negli anni, della



Figura 1 – Allagamenti durante l'evento alluvionale di Ostuni del 10.09.2016

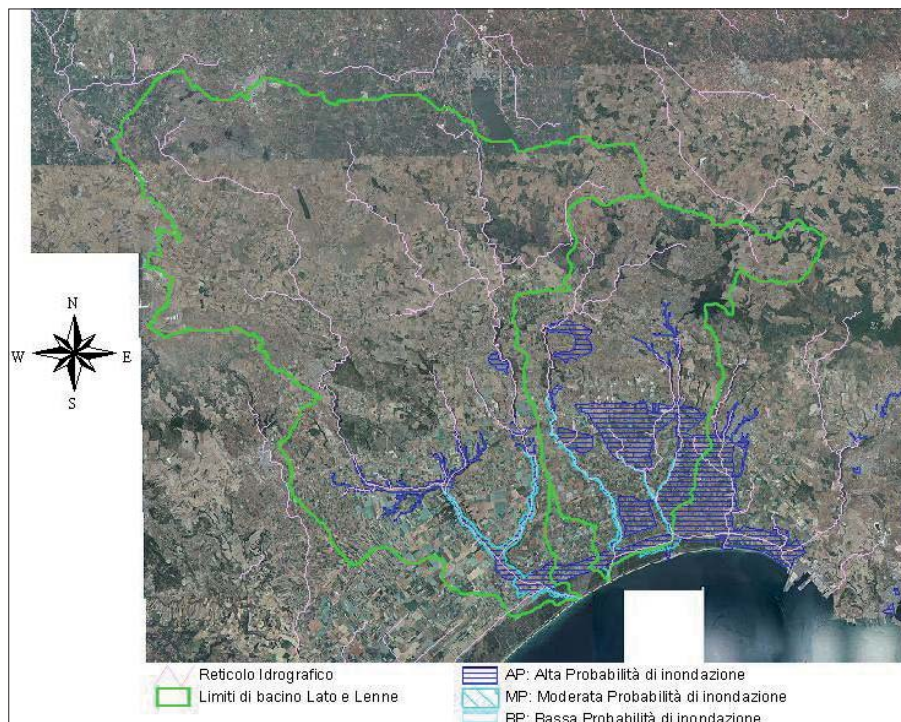


Figura 2 – Esempio di cartografia del PAI dell’Autorità di Bacino della Puglia, con perimetrazione delle aree a diverso livello di pericolosità idraulica

Tali studi, confluiti poi nel Piano stralcio di Assetto idrogeologico (PAI), piano territoriale di settore e strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, hanno consentito di identificare con sempre maggiore dettaglio le aree interessate da eventi alluvionali e caratterizzarne gli effetti (Fig. 2).

Nell’ambito della redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, progetto affidato nel 2007 dalla Giunta Regionale della Puglia all’Autorità di Bacino della Puglia, quale parte integrante del quadro conoscitivo del redigendo Piano Paesaggistico regionale (PPTR), si è provveduto ad una nuova e più accurata individuazione del reticolo idrografico regionale (Figura 3). La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha infatti, tra i suoi obiettivi, anche quello di inquadrare ed illustrare la natura, la consistenza e lo sviluppo della rete idrografica superficiale che, in ragione delle specifiche

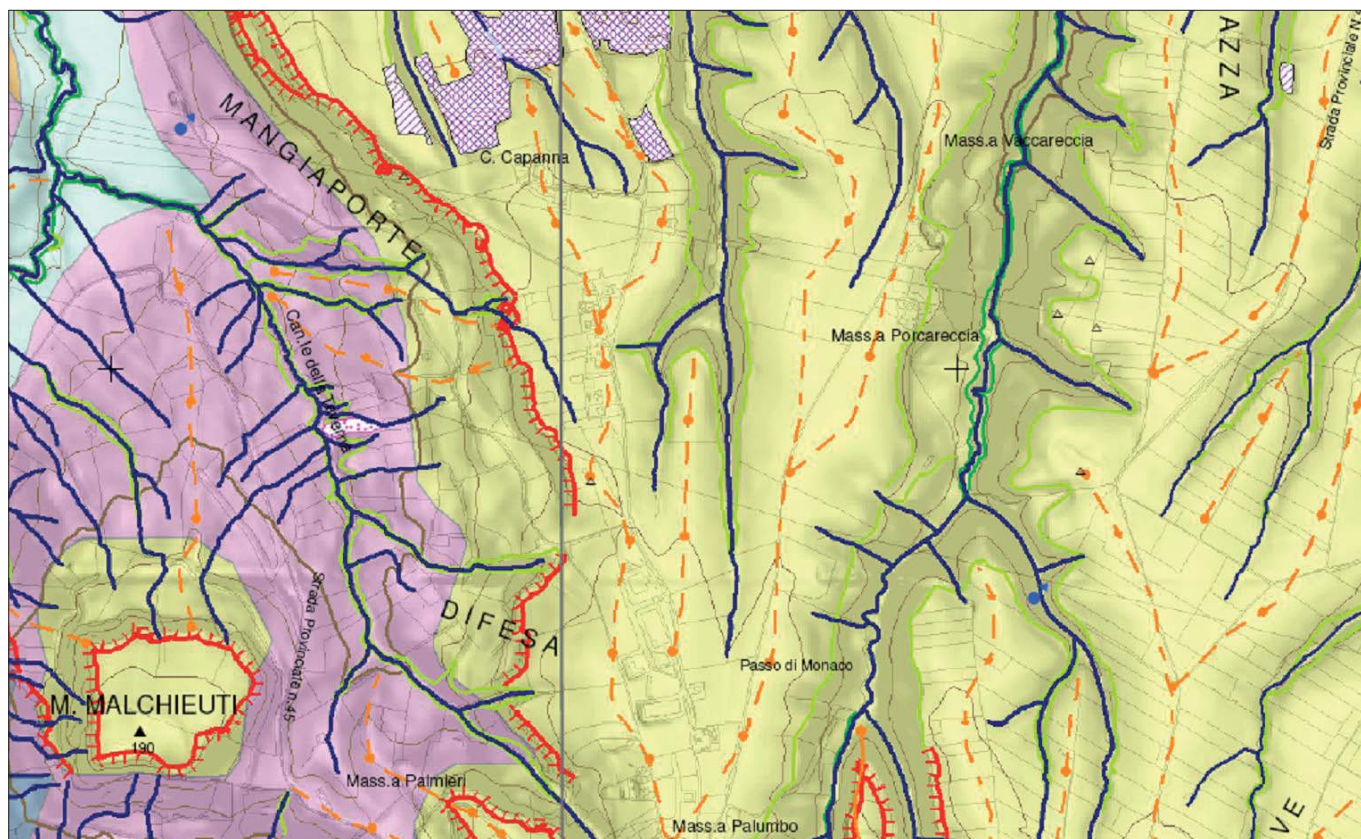


Figura 3 - Il reticolo idrografico della Regione Puglia all’interno della Carta Idrogeomorfologica della Puglia (linee azzurre)

accuratezza dei supporti a disposizione (rilievi sul campo, foto aeree, ortofoto, ecc.) e degli strumenti necessari alla loro elaborazione e restituzione (stereoscopio ottico, digitale, applicativi informativi e sistemi GIS).

A seguito della istituzione nel 2002, con Legge Regionale n. 19, della Autorità di Bacino della Puglia, in adempimento alla necessità di attuare una pianificazione del territorio finalizzata al miglioramento delle condizioni

di regime idraulico necessaria a ridurre i livelli di pericolosità e consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, così come previsto dai dettami dalla Legge 183/1989, un nuovo impulso è stato dato allo studio e alla caratterizzazione del territorio pugliese, in rapporto alle dinamiche naturali di deflusso delle acque e agli effetti derivanti dagli eventi di carattere estremo.

peculiarità di carattere geologico, morfologico e strutturale del substrato territoriale, caratterizzano estesamente il paesaggio del territorio pugliese.

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DEL TERRITORIO PUGLIESE

A questo riguardo, è opportuno rappresentare che il territorio pugliese è dominato da un reticolo idrografico essenzialmente di

tipo carsico, ad eccezione delle zone pedegarganica, del Subappennino dauno e del Tavoliere, ove una minore permeabilità dei terreni di copertura consente la formazione di diversi corsi d'acqua a prevalente regime torrentizio. In questi ultimi ambienti, infatti, si sviluppano i principali fiumi della regione, di cui il più importante è l'Ofanto, che nasce in Irpinia e dopo 165 km (di cui circa la metà in Puglia), sfocia nel litorale adriatico. Anche il Fiume Fortore e i torrenti Candelaro, Cervaro e Carapelle, che scaturiscono nella porzione nord-occidentale della regione (in prossimità del confine con il Molise, la Campania e la Basilicata), sono da annoverare tra i maggiori corsi d'acqua che solcano il territorio regionale, ed il Tavoliere in particolare, sia per estensione della rete fluviale che per significatività dei deflussi.

Nella restante parte del territorio regionale, la struttura geologica del substrato regionale (presenza di rocce calcaree altamente permeabili per carsismo, estese nel sottosuolo per migliaia di metri), insieme a quella morfologica (alti strutturali bordati ai margini da terrazzi, scarpate o coperture recenti impermeabili) ed alle caratteristiche climatologiche (precipitazioni concentrate nei mesi invernali e accentuata aridità nei mesi estivi), hanno condizionato in modo determinante la natura e l'assetto della rete idrografica superficiale. Nello specifico, ad uno scarso sviluppo di corsi d'acqua, in termini di ambienti fluviali propriamente detti, si contrappone un complesso e variegato sviluppo del reticolo di drenaggio inteso come particolare struttura morfologica del territorio capace, all'occorrenza, di condizionare la raccolta e il convogliamento delle acque superficiali di origine meteorica. Infatti questa più o meno estesa rete di drenaggio di natura fluvio-carsica è costituita essenzialmente da incisioni morfologiche variamente incassate nel substrato, talvolta discontinue e spesso senza una evidente gerarchizzazione, generalmente prive di qualunque deflusso idrico, interessate dal transito di piene consistenti e a luoghi "violente" solo in occasione del superamento di determinate soglie di intensità e durata della piovosità.

Le denominazioni locali usate per definire i tratti di questa rete di drenaggio, che poi sono entrate nel gergo comune per indicare e classificare corsi d'acqua di siffatte peculiari caratteristiche, possono essere diverse. Si usa il termine di "*Lama*", per indicare quei tratti di reticoli fluvio-carsici caratterizzati, di norma ma non sempre, da profili concavi, ampi e svasati, con fondo piatto per accumulo locale di depositi fini sciolti, cigli di versante spesso netti e improvvisi, affioramenti rocciosi messi a nudo lungo i versanti, e da un generalmente basso livello di organizzazione gerarchica



Figura 4 – Esempio di corso d'acqua definibile come "*Lama*". Territorio di Ruvo di Puglia (BA)

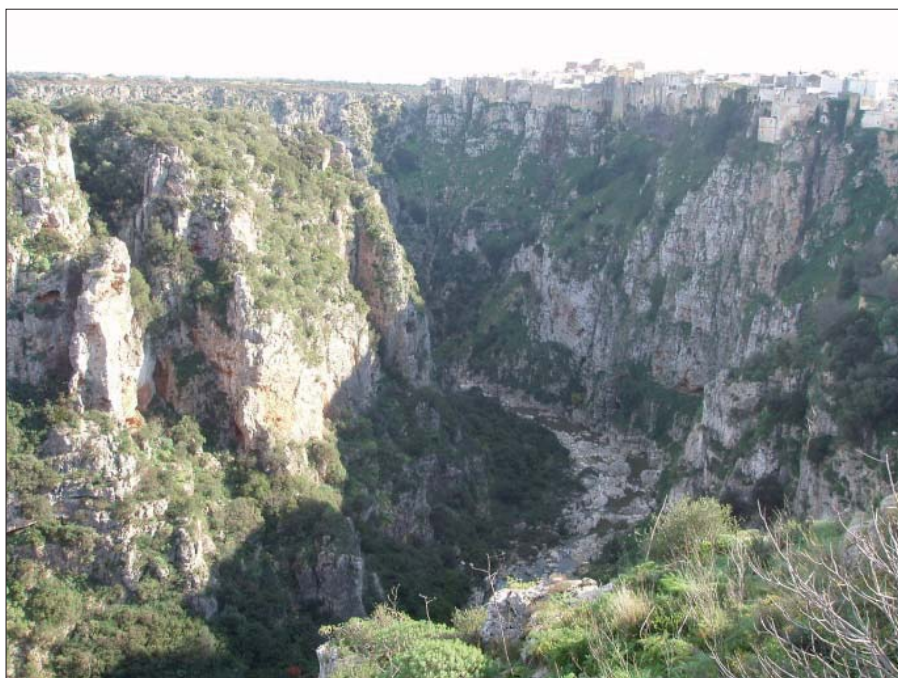


Figura 5 – Esempio di corso d'acqua definibile come "*Gravina*". Territorio di Statte (TA)



Figura 6 – Esempio di corso d'acqua definibile come "*Vallone*". Territorio di Monte S. Angelo (FG)

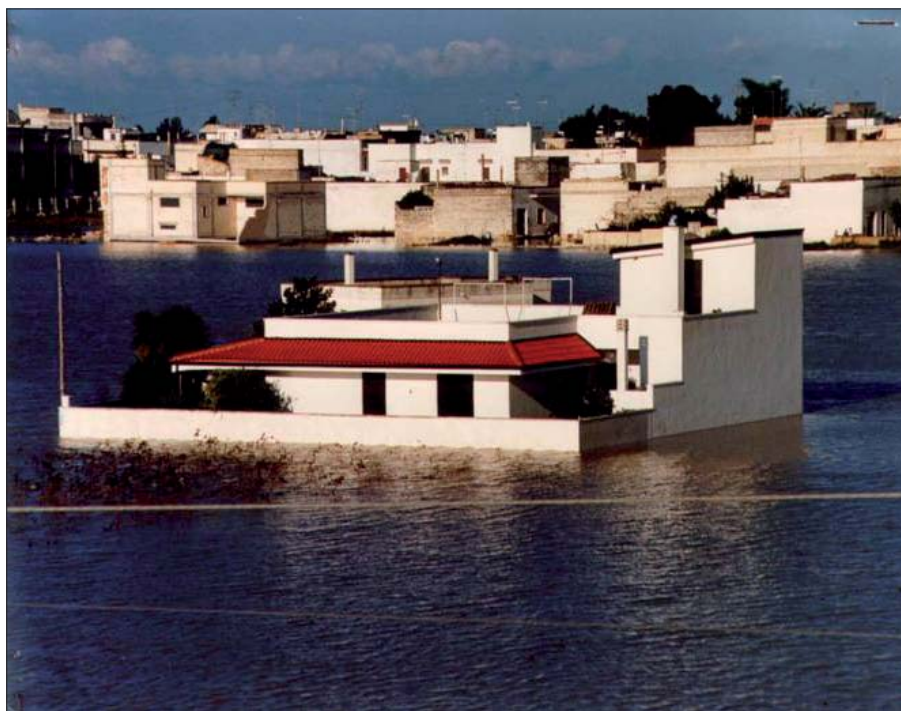


Figura 7 – Esempio di recapito di corso d'acqua di un bacino endoreico. Territorio di Leverano (LE)

della rete (Fig. 4). Si parla invece di “*Gravina*” per indicare quelle incisioni in cui i fianchi vallivi risultano caratterizzati da un notevole approfondimento nel substrato calcareo o calcarenitico rispetto alla larghezza delle stesse, dando così origine a pareti fortemente acclivi, spesso verticali, paragonabili nei casi più estremi, a vere e proprie forre (Fig. 5). Con il termine gergale di “*Valloni*” o “*Canaloni*”, vengono denominati alcune delle incisioni fluvio-carsiche presenti all'interno del rilievo Garganico, caratterizzate da un elevato rapporto profondità/larghezza, pendenze sempre elevate e spesso significative, e percorso abbastanza rettilineo e poco ramificato, dando

origine anche a foci altimetricamente “sospese” rispetto al livello del mare (Fig. 6).

Caratteristica peculiare poi della porzione centro-meridionale del territorio pugliese, è la già citata presenza di complessi bacini idrografici endoreici, in cui i recapiti finali sono rappresentati da depressioni interne, di natura strutturale o originate da processi carsici, sovente caratterizzate da aperture significative nel terreno (voragini, inghiottitoi, pozzi carsici, doline, ecc) – (Fig. 7). Particolarmente significativo al riguardo è il Canale dell'Asso (in provincia di Lecce) il cui recapito è costituito da una voragine naturale (“vora Colucci” in territorio di Nardò) e che, per di-

mensione del bacino scolante (circa 255 Km²) e lunghezza dell'asta principale (26 km), rappresenta il caso più significativo in Puglia di compartimento endoreico.

ELEMENTI DEL RETICOLO IDROGRAFICO RAPPRESENTATI NELLA NUOVA CARTA IDROGEOMORFOLOGICA

L'elemento “corso d'acqua”, all'interno della nuova Carta Idrogeomorfologica, è stato utilizzato per rappresentare l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi concentrati delle acque, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio (Fig. 8).

Detto elemento è stato a sua volta suddiviso in diverse tipologie, in accordo agli indirizzi previsti dal recente D.M. 131/2008 (“Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”), che definisce le tipologie dei corsi d'acqua distinte in rapporto al regime idrologico caratteristico. Nello specifico, in rapporto alle diverse categorie definite dalla legge, e sulla base dei dati idrologici ufficiali a disposizione, sono state individuate nel territorio pugliese due categorie tra quelle possibili, ovverosia i “*corsi d'acqua*” e i “*corsi d'acqua episodici*”, intendendo con questi ultimi tutti quelli temporanei, con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I corsi d'acqua a carattere episodico (di cui le “*lame*” e “*gravine*” pugliesi sono un classico esempio), sono da considerarsi ambienti al limite della naturalità, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d'acqua.

Tra i corsi d'acqua non episodici riportati nella Carta Idrogeomorfologica, oltre ai principali fiumi e torrenti della Puglia (Ofanto, Fortore, Saccione, Bradano, Candelaro, Cervaro, Carapelle), sono stati inclusi anche quelli presenti a valle di sorgenti perenni aventi portate significative, (sorgenti del Tara, del Chidro e del Galeso).

Particolari tipologie di corsi d'acqua previsti in Carta sono quelli denominati “*corsi d'acqua oblitterati*”, che rappresentano tratti di reticolo idrografico in cui localmente le evidenze del thalweg sono state cancellate da attività antropiche, e quelli denominati “*corsi d'acqua tombati*”, ove lo stesso thalweg è stato interessato dalla costruzione di canali a contorno chiuso.

Ulteriore elemento rappresentato nel tema dei corsi d'acqua è quello dei “*canali lagunari*”, che individuano, sempre in modo lineare, le aree che collegano le lagune costiere sia tra loro che con il mare, e che sono di regola interessate da presenza costante di acqua.

In questo tema sono stati anche inseriti i “*recapiti finali di bacini endoreici*”, che

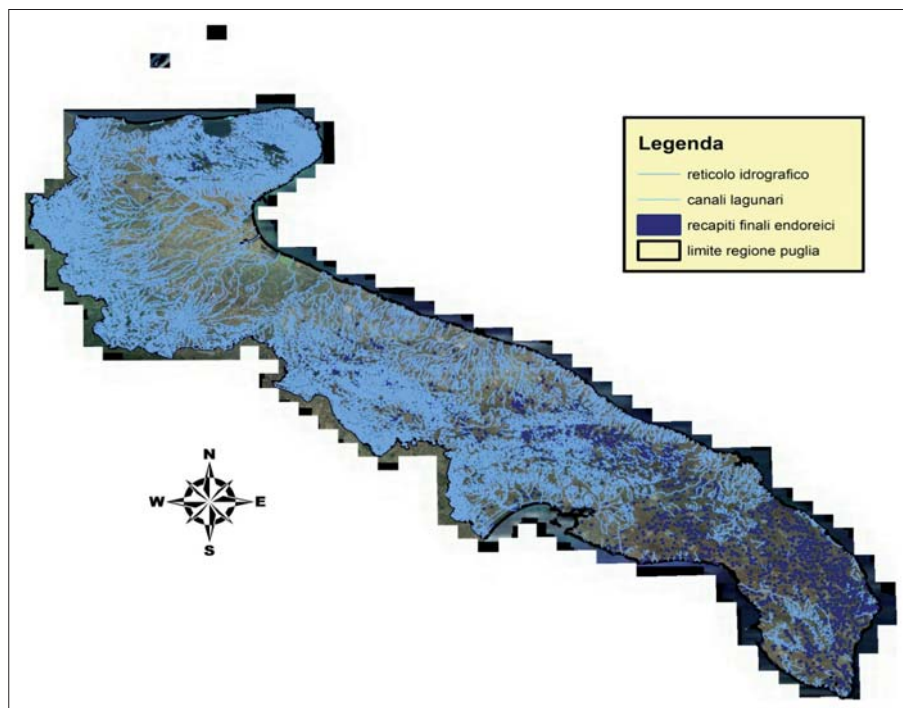


Figura 8 - Il reticolo idrografico della Regione Puglia all'interno della nuova Carta Idrogeomorfologica



Figura 9 – Accertamento del percorso delle acque durante gli eventi alluvionali

circoscrivono le aree, aventi per scelta convenzionale estensione massima dell'ordine dei 10000 m², che rappresentano le aree di recapito finale di un bacino idrografico privo di foce a mare. Infatti in questa tipologia di bacini, in caso di eventi meteorici significativi, si registra di regola nell'area più depressa un processo di invaso naturale che porta alla formazione di uno specchio d'acqua temporaneo avente estensione areale proporzionale all'intensità e durata dell'evento pluviometrico. L'opportunità di riportare in carta questo elemento scaturisce dalla consapevolezza che le predette aree rivestono un ruolo significativo nel complesso regime idraulico di un territorio, e pertanto da tutelare, sia a motivo della pericolosità idraulica che esse stesse originano, sia perchè mantenendo inalterate le condizioni di naturalità esistenti possono contribuire allo sviluppo di dinamiche ecosistemiche di maggiore pregio.

È da precisare che questo elemento non è stato individuato con la relativa simbologia nella carta quando, pur in presenza di condizioni che ne portano alla individuazione sulla base dei modelli idrologici applicati, le relative aree sono occupate da forme morfologiche di specifica valenza come le doline e le cave, che oltremodo assolvono al compito di invasare i volumi idrici che in essi possono recapitare.

Infine nel tema in esame sono stati comprese le *sorgenti*, rappresentate in forma puntuale, specificando che le stesse derivano sia da banche dati ufficiali (Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, cartografia IGMI in scala 1:25.000) sia da verifiche dirette in campo.

TECNICHE PER IL TRACCIAMENTO DEL RETICOLO ESOREICO ED ENDOREICO

Le procedure di individuazione del reticolo idrografico sono state basate sull'analisi approfondita di più fattori di natura morfo-

logica, antropica, storica (cartografie storiche), scientifica (informazioni desunte dalla letteratura disponibile) nonché attraverso sopralluoghi diretti anche nel corso di eventi meteorici significativi (Figura 9).

Il reticolo è stato tracciato a partire dalle informazioni cartografiche disponibili prendendo come cartografia di riferimento la cartografia IGMI in scala 1:25.000, successivamente rivisitata sulla base delle informazioni della Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5.000 (CTR).

Nello specifico, l'iter procedurale si è basato sulle seguenti fasi operative:

- Implementazione e controllo su cartografia IGMI 1:25.000 dei reticoli idrografici come resi disponibili da studi di settore ovvero da analisi su base cartografica di maggiore dettaglio;
- Individuazione e tipizzazione del reticolo idrografico associato alla nuova Carta Tecnica in scala 1:5.000 della Regione Puglia;
- Analisi di compatibilità di eventuali incisioni presenti su ortofoto 2007, con la morfologia del territorio individuata sia sulla cartografia IGMI 1:25.000 e sia sulla nuova CTR della Puglia;
- Studio della presenza di depressioni di origine carsica (doline o inghiottitoi) e non (cave, recapiti finali di impianti fognari);
- Analisi dei reticoli non continui e definizione delle connessioni idrauliche;
- Verifica di campo delle situazioni più incerte con sopralluoghi mirati;
- Interpretazione e sintesi dei dati acquisiti nelle fasi precedenti e stesura della versione finale del reticolo idrografico;
- Implementazione del DB topografico associato al reticolo idrografico endoreico ed esoreico.

In particolare merita evidenziare come la sovrapposizione dell'ortofoto con il modello digitale del terreno ha permesso il tracciamento

accurato delle linee d'impluvio indefinite, che nelle cartografie preesistenti non erano rappresentate e non fornivano al reticolo nel suo insieme la caratteristica fondamentale della continuità idraulica.

Tale scelta metodologica è stata ritenuta fortemente caratterizzante, sulla scorta delle situazioni verificatesi a seguito del transito delle piene nell'ambito di corsi d'acqua discontinui: infatti, in tali circostanze, si è potuto verificare che tratti di reticolo (non collegati tra loro nelle cartografie disponibili) si sono rilevati continui tra loro dopo il passaggio dei deflussi di piena.

A valle dell'esecuzione delle procedure di tracciamento del reticolo idrografico è stata eseguita la correzione topologica finalizzata alla successiva gerarchizzazione secondo il modello "hortoniano" dell'intero reticolo idrografico, consentendo una maggiore snellezza e un rapido popolamento del database in funzione delle operazioni di carattere morfometrico di bacino.

Con riferimento specifico al contesto endoreico, il tracciamento del reticolo ha richiesto un approccio metodologico più complesso che, oltre alle disposizioni generali valide per il contesto esoreico, ha previsto ulteriori passaggi.

Nello specifico, la precisa individuazione dei recapiti finali (o depressioni) dei bacini endoreici è stata ottenuta mediante:

- Valutazione delle depressioni e delle rispettive aree di drenaggio a partire da DTM tramite modellazione con ArcHydro 1.2 per ArcGIS 9.2.

Questa fase operativa consta delle seguenti 4 operazioni informatiche:

- Individuazione automatica delle depressioni e delle aree di drenaggio a partire dal DTM;
- Riempimento (fill) delle depressioni che non rispettano i vincoli imposti per ottenere un nuovo DTM parzialmente riempito (l'area delle depressioni non rilevanti

è stata poi considerata contribuente alle depressioni che rispettano i parametri imposti);

- Individuazione delle depressioni e delle rispettive aree di drenaggio a partire dal DTM parzialmente riempito;
- Localizzazione del punto più basso della depressione con rappresentazione della curva di livello che taglia 1 Ettaro di superficie in vista planimetrica (Figure 10a e 10b). La scelta di tale elemento di rappresentazione risiede nel fatto che un elemento quadrato di 1 ettaro rappresentato su una cartografia avente scala di

CONCLUSIONI

La redazione del reticolo idrografico del territorio della regione Puglia, nell'ambito delle attività connesse alla redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, oltre a costituire un perfezionamento del quadro di conoscenze generali del territorio, è di fondamentale importanza ai fini della salvaguardia dei corsi d'acqua e per consentire il libero deflusso delle acque e la conseguente limitazione del rischio idraulico.

L'assetto idrologico fortemente eterogeneo della Puglia, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne

tutela, valorizzazione e integrazione dei naturali assetti geomorfologici ed idrografici del territorio pugliese nei nuovi scenari di sviluppo e delle norme d'uso di trasformazione del territorio che saranno previste dai diversi strumenti di pianificazione e programmazione a venire.

Le informazioni contenute nella Carta, inoltre, potranno essere concretamente utilizzate in diversi ambiti della pianificazione settoriale, tra cui, per citare alcuni esempi, quella comunale di protezione civile, quella provinciale di coordinamento territoriale, quella regionale di gestione dei rifiuti, delle attività estrattive, dei trasporti.

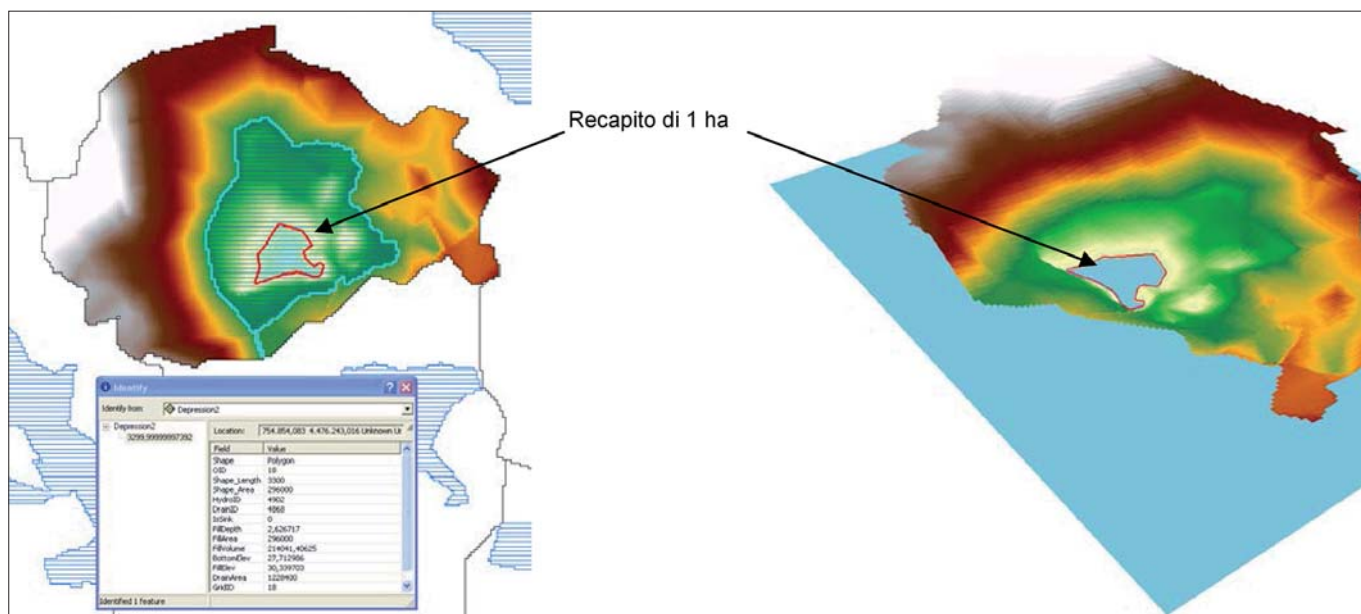


Figura 10a – Vista planimetrica con rappresentazione del recapito endoreico. Nella tabella sono riportate tutte le informazioni relative alla depressione

Figura 10b – Rappresentazione 3D dell'intersezione tra il piano utile e il DTM con rappresentazione del recapito finale del bacino endoreico

riferimento 1:25000 è restituito con un simbolo di 4 mm che non comporta appesantimento della cartografia ed errori di graficismo.

È opportuno sottolineare che in prima analisi le ubicazioni delle depressioni ottenute con la procedura innanzi descritta sono risultate in numero eccessivo e dal punto di vista idraulico poco rilevanti. A tal proposito sono stati successivamente presi in considerazione alcuni parametri utili alla scrematura delle stesse depressioni:

1. Area di drenaggio: ogni depressione deve avere un'area di drenaggio maggiore di 1 km²;
2. Profondità: ogni depressione deve avere una profondità maggiore di mezzo metro;
3. Superficie della depressione: ogni depressione deve essere più grande di un ettaro;

Se una depressione ha mostrato un'area di drenaggio minore di 1 km², ma una profondità maggiore di due metri, la stessa è stata comunque considerata efficace ai fini della cartografia, in quanto un allagamento anche di breve durata può rappresentare un rischio per la sicurezza pubblica.

o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica o reticoli di drenaggio di difficile determinazione, ha originato fino ad oggi notevole complessità nella definizione dei precisi percorsi idraulici delle acque superficiali e di conseguenza anche delle aree da assoggettare a specifiche forme di tutela, sia ai fini della sicurezza idraulica e sia ai fini della tutela dei beni paesaggistici.

Alla luce di ciò il lavoro svolto ha inteso perseguire l'obiettivo di arrivare ad una definizione univoca della rete idrografica del territorio pugliese e a permettere una maggiore coerenza e sinergia tra le diverse norme di tutela dei corsi d'acqua oggi vigenti. L'attività di redazione del reticolo idrografico ha avuto anche, come obiettivo ultimo, quello di porre le basi per la pianificazione futura dell'assetto del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia ai fini dell'aggiornamento del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), nonché della programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idraulico attualmente esistente in Puglia.

In quest'ottica la finalità che intende supportare la nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia è quella di affermare i valori della

BIBLIOGRAFIA

- AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2005), "Piano stralcio di Assetto Idrogeologico". www.adb.puglia.it.
- DI SANTO A.R., DENORA D., LIMONGELLI R., PALUMBO N., SGARAMELLA D. (2009), Il tracciamento del reticolo idrografico nell'ambito della redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia. Atti 13ª Conferenza Nazionale ASITA, 1 – 4 Dicembre 2009, Bari.
- DI SANTO A.R., PALUMBO N., ALEMANNI D., DI CARNE D., D'ONGHIA M. (2009), La nuova carta idrogeomorfologica della Regione Puglia. Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA, 1 – 4 Dicembre 2009, Bari.
- REGIONE PUGLIA (2007), "Catasto Grotte". www.regione.puglia.it.
- REGIONE PUGLIA (2007), "Piano Regionale delle Attività Estrattive". www.regione.puglia.it.
- REGIONE PUGLIA (2007), "Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia". www.regione.puglia.it.
- REGIONE PUGLIA (2015), "Piano Paesaggistico Territoriale Regionale". www.regione.puglia.it.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1994), "Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento". *Quaderni Serie III, Volume 4*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, "Carta Geologica d'Italia - 1:100.000". Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DELLA REGIONE PUGLIA (2009), "Carta Tecnica". www.sit.puglia.it.



Da sinistra, Antonio Paglionico e Giuseppe Spilotro



Un momento del convegno



Tavola rotonda



Lucia Di Lauro



Nicola Palumbo



Emanuele Giaccari



Francesco Gentile



Salvatore Valletta

CONVEGNO - TAVOLA ROTONDA

IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE: EFFETTI AL SUOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI FORTE INTENSITÀ E BREVE DURATA

Ostuni, 20 Gennaio 2017 - ore 15.00 - Aula consiliare Palazzo di Città - Ingresso libero



Il Convegno verterà sull'analisi degli eventi piovosi estremi che si stanno verificando in Puglia con effetti significativi sul suolo; saranno analizzate le politiche più incisive per la mitigazione del rischio alluvionale e illustrate esperienze operative di strategie di adattamento mediante interventi strutturali e non per la mitigazione dei rischi naturali e per una gestione sostenibile del territorio. L'iniziativa intende promuovere un approccio di natura sistemica alla gestione del rischio da alluvione, ed essere, con questo primo incontro, un'occasione di approfondimento sulla diversificazione e integrazione dei ruoli e delle competenze dei soggetti coinvolti nella mitigazione e gestione delle emergenze ambientali legati agli eventi pluviometrici di intensità significativa.

PROGRAMMA

14.30 Registrazione e caffè di benvenuto

15.00 Indirizzi di saluto e apertura lavori:
Gianfranco Coppola (Sindaco di Ostuni)
Antonello Fiore (Presidente Sigea)
Autorità intervenute

15.30 Inizio dei lavori
Modera: **Giuseppe Spilotro** (Università degli Studi della Basilicata, Sigea)

15.30 **Il clima sta cambiando? Effetti nel lungo e breve periodo.** **Antonio Paglionico** (già docente Università degli Studi di Bari)
16.00 **Il sistema di previsione e prevenzione della Regione Puglia.** **Lucia Di Lauro** (Dirigente Sezione Protezione Civile - Regione Puglia)
16.30 **Morfologia del reticolo idrografico della Puglia.** **Giuseppe Mastronuzzi** (Università degli Studi di Bari)
17.00 **Uso del suolo ed eventi estremi. Approcci metodologici.** **Francesco Gentile** (Università degli Studi di Bari)
17.30 **Geologia e morfologia del territorio di Ostuni tra passato e presente.** **Donato Coppola** (Università degli Studi di Bari)
18.00 **Gli eventi estremi, effetti al suolo dell'evento del 10 settembre 2016.** **Emanuele Giaccari** (Università degli Studi della Basilicata)



TAVOLA ROTONDA

DIFENDERE IL TERRITORIO, DIFENDERE L'UOMO: PREVENZIONE O RESILIENZA?

Modera: **Emanuele Giaccari** (Comune di Ostuni, Assessore ai LL.PP. e Protezione Civile)

18.30 **Fabiano Amati** (Regione Puglia, Presidente Commissione consiliare Programmazione, Bilancio, Finanze e Tributi), **Francesco d'Alonzo** (Presidente Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Brindisi), **Augusto Delli Santi** (Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brindisi), **Leonardo Di Gioia** (Regione Puglia, Assessore alle Politiche agricole), **Roberto Melpignano** (Comune di Ostuni, Dirigente Settore Urbanistica, Protezione Civile, Patrimonio, Espropri), **Salvatore Tomaselli** (Senatore della Repubblica), **Salvatore Valletta** (Presidente Ordine dei Geologi della Puglia), **Vittorio Zizza** (Senatore della Repubblica)

20.00 Chiusura lavori

Richiesti N. 3 crediti formativi per geologi e ingegneri

Promotori e segretaria organizzativa:
Emanuele Giaccari (Comune di Ostuni) - emanuele.giaccari@unibas.it / **Antonello Fiore** (Sigea) - presidente@sigeaweb.it

La **SIGEA** si occupa dello studio e della diffusione della geologia ambientale, materia che può essere definita come: “applicazione delle informazioni geologiche alla soluzione dei problemi ambientali”.

È un’associazione culturale senza fini di lucro, riconosciuta dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare come “associazione di protezione ambientale a carattere nazionale” con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007) e successivi D.M. Ha sottoscritto un protocollo d’intesa con l’Arma dei Carabinieri, il 20/12/2017, per la collaborazione a svolgere attività di monitoraggio al fine di segnalare criticità in materia di dissesto idrogeologico e di impatto ambientale.

Agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell’uomo, nella salvaguardia della qualità dell’ambiente naturale ed antropizzato e nell’utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse. È aperta a tutte le persone e gli Enti (persone giuridiche) che hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell’ambiente.

Cosa fa SIGEA

- **Favorisce** il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale, mediante gli “eventi” sotto riportati, diffondendoli attraverso la rivista trimestrale “Geologia dell’Ambiente”, il sito web e la newsletter.
 - **Promuove** il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla conoscenza e tutela ambientale; per questo scopo ha costituito le **Aree Tematiche** “Patrimonio Geologico”, “Dissesto Idrogeologico”, “Geoarcheologia”, “Educazione Ambientale”, “Caratterizzazione e bonifica dei siti inquinati”, “Protezione Civile”, “Aree Protette”.
 - **Opera** sull’intero territorio nazionale nei settori dell’educazione e divulgazione scientifica, della formazione professionale, della ricerca applicata, della protezione civile, attivandosi in varie tematiche ambientali, quali previsione, prevenzione e riduzione dei rischi geologici, bonifica siti contaminati, studi d’impatto ambientale, tutela delle risorse geologiche e del patrimonio geologico, geologia urbana, pianificazione territoriale, pianificazione del paesaggio, geoarcheologia, e in altri settori correlati con le suddette finalità, attivandosi anche mediante le sue Sezioni regionali, mediante corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa.
 - **Informa** attraverso il periodico trimestrale “Geologia dell’Ambiente”, che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche geoambientali di rilevanza nazionale e internazionale; la rivista è distribuita in abbonamento postale ai soci e a Enti pubblici e privati.
 - **Interviene** sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l’ambiente geologico.
 - **Collabora con gli Ordini professionali, con il mondo universitario e con altre Associazioni** per lo sviluppo delle citate attività, in particolare nella educazione, informazione e formazione ambientale: con CATAP (Coordinamento delle associazioni tecnico-scientifiche per l’ambiente e il paesaggio) cui SIGEA aderisce, Associazione Idrotecnica Italiana, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali, Italia Nostra, Legambiente, WWF, ProGEO (International Association for Geological Heritage), Alta Scuola, Associazione Idrotecnica Italiana, Accademia Kronos, ecc.
 - **Collabora anche a livello internazionale**, in particolare con ProGEO, con la quale ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geositi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e il 7° Symposium sullo stesso argomento a Bari per settembre 2012; inoltre è attiva per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi.
-

Servizi offerti ai soci SIGEA

- Ricevere la rivista trimestrale “Geologia dell’Ambiente” in formato cartaceo o digitale ed altre eventuali pubblicazioni dell’Associazione.
- Ricevere mediante newsletter informazioni di prima mano sulle attività della SIGEA e di altre Associazioni collegate.
- Ricevere gratuitamente, a seconda della disponibilità e in formato PDF, numeri arretrati della nostra rivista e di Atti di Convegni organizzati da SIGEA; l’elenco dei numeri della rivista e dei suoi supplementi con i relativi articoli si trova nel nostro sito.
- Partecipare ai Convegni, ai Corsi e altre iniziative a pagamento organizzati dall’Associazione, con lo sconto applicato ai soci.
- Disponibilità per candidature, in rappresentanza di Sigea, in comitati e Commissioni di studio presso Enti Pubblici nazionali e locali.
- Disporre di condizioni vantaggiose per l’acquisto dei volumi della “Collana SIGEA di Geologia Ambientale” (sconto del 30% sul prezzo di copertina, più spese di spedizione di euro 5 forfettarie) dell’Editore Dario Flaccovio di Palermo: info@darioflaccovio.it, www.darioflaccovio.it.

È fondamentale che nell’ordine che il socio effettuerà dal sito internet dell’Editore, nella sezione NOTE, venga riportata la frase: “SOCIO SIGEA convenzione con Dario Flaccovio Editore sconto 30%; spese di spedizione 5 euro”.

Volumi finora pubblicati: 1. *Difesa del territorio e ingegneria naturalistica*; 2. *Ambiente urbano. Introduzione all’ecologia urbana*; 3. *Le cave. Recupero e pianificazione ambientale*; 4. *Geotermia. Nuove frontiere delle energie rinnovabili*; 5. *Geologia e geotecnica stradale. I materiali e la loro caratterizzazione*; 6. *Contratti di fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici*; 7. *Le unità di paesaggio. Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica*; 8. *Difesa delle coste e ingegneria naturalistica. Manuale di ripristino degli habitat lagunari, dunari, litoranei e marini*; 9. *Il paesaggio nella pianificazione territoriale. Ricerche, esperienze e linee guida per il controllo delle trasformazioni*; 10. *Il dissesto idrogeologico. Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio*; 11. *Calamità naturali e coperture assicurative*.
