

BOOK OF ABSTRACTS

Le Giornate dell'Idrologia 2017
della Società Idrologica Italiana

**EVENTI IDROLOGICI ESTREMI
IN UN AMBIENTE CHE CAMBIA**



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI



REGIONE SICILIA



innovation for a safer world.



Ex Tonnara Florio, Favignana (TP)
21 - 24 giugno 2017

LE GIORNATE DELL'IDROLOGIA 2017

Società Idrologica Italiana

Favignana, 21-24 Giugno 2017



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

ORGANIZZAZIONE



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI



COMITATO ORGANIZZATORE

Giuseppe T. Aronica	Leonardo V. Noto
Brunella Bonaccorso	David J. Peres
Antonino Cancelliere	Dario Pumo

COMITATO TECNICO-SCIENTIFICO

Giuseppe Basile	Salvatore Manfreda
Simona Consoli	Tommaso Moramarco
Roberto Deidda	Enrique Ortiz
Antonino Granata	Domenico Pianese
Massimo Iovino	Maria Cristina Rulli
Goffredo La Loggia	Dario Zardi

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Giuseppina Brigandi
Antonio Francipane
Valeria Pennisi

PATROCINIO



REGIONE SICILIA

SPONSOR



innovation for a safer world.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

SESSIONE 1

Il ruolo dei processi idrologici nei fenomeni di dissesto geomorfologico



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



LINKING HILLSLOPE HYDROLOGY AND STABILITY: A PHYSICALLY BASED PERSPECTIVE

Giuseppe Formetta

CEH Wallingford - Centre for Ecology & Hydrology, MacLean Bldg, Benson Ln, Crowmarsh Gifford.
giufor@nerc.ac.uk

Le frane superficiali indotte da precipitazioni rappresentano uno tra i rischi naturali più dannosi. Quasi ogni anno causano ingenti danni alle infrastrutture, alle proprietà e, nei casi più tragici, provocano perdite di vite umane. Il fenomeno coinvolge tutto il territorio nazionale ed in tal senso sono emblematici i tragici casi di Sarno (1998), Messina (2009), e Genova (2011).

Comprendere il meccanismo d'innescò di tali processi e simularlo in modo da segnalare possibili rischi è un compito molto arduo che coinvolge diverse discipline come la geologia, geomorfologia, idrologia. La modellazione matematica fisicamente basata delle frane indotte da precipitazione, richiede l'integrazione di diverse componenti: i) modello idrologico, ii) modello di stabilità per il calcolo del fattore di sicurezza, iii) sistema informativo geografico per la visualizzazione dei risultati, e iv) algoritmi di calibrazione automatica per la stima dei parametri.

In questo contributo sono analizzati tre diversi tipi di modellazione fisicamente basata per dimostrare l'importanza di un approccio sistemico alla simulazione di eventi d'innescò. Le applicazioni riguardano diverse scale spaziali: si parte dalla valutazione della suscettibilità al franamento a scala di bacino fino ad arrivare alla simulazione tridimensionale dei flussi saturi-insaturi e dell'innescò per un singolo versante. Facendo leva su modelli fisicamente basati che implementano diversi gradi di semplificazioni dei processi idrologici e di stabilità dei pendii, saranno analizzati gli effetti della: i) geomorfologia dei versanti, ii) anisotropia dei suoli, e iii) stima dei parametri dei modelli sull'idrologia di versante e sul franamento. La validazione dei risultati si avvale di carte di frane mappate in sito e di misure dei parametri idro-geologici dei suoli.

I risultati dimostrano le potenzialità offerte da questi strumenti nel riuscire a valutare aree suscettibili a grandi scale e a delimitare processi franosi localizzati. Queste caratteristiche possono rilevarsi molto utili per assistere la pianificazione dello sviluppo economico di aree con situazioni geomorfologiche particolarmente complesse.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

INFLUENZA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUL TEMPO DI RITORNO DI FRANE SUPERFICIALI

David J. Peres⁽¹⁾, Antonino Cancelliere⁽²⁾

⁽¹⁾⁽²⁾Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Via Santa Sofia, 64 – 95123 Catania djperes@dica.unict.it, acance@dica.unict.it

La valutazione dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla frequenza di innesco di fenomeni franosi è importante al fine di prevedere opportune strategie di adattamento e mitigazione. Nel lavoro viene proposta una metodologia per la stima del tempo di ritorno di innesco delle frane, che tiene conto della presenza di non-stazionarietà legate ai cambiamenti climatici. La metodologia proposta è basata sull'uso di simulazioni Montecarlo e proiezioni climatiche dei modelli climatici regionali (RCM). Le simulazioni Montecarlo consistono nella generazione di dati sintetici di precipitazione e di frana tramite l'uso di un modello stocastico basato su copule e un modello di infiltrazione verticale utile per la stima delle pressioni neutre nel suolo e la stabilità geotecnica dei pendii. La non-stazionarietà del clima è tenuta in conto perturbando i parametri del modello stocastico, sulla base di fattori di cambiamento dei momenti delle caratteristiche degli eventi di precipitazione (intensità, durata e interarrivo tra eventi), calcolati a partire dalle simulazioni RCM. Per ogni anno futuro, è stimata la probabilità di frana attraverso una simulazione Montecarlo di lunghezza virtuale 5000 anni. Ciò permette di derivare una serie temporale di probabilità d'innesco future, che viene utilizzata per la stima del tempo di ritorno tramite formule valide in un contesto non-stazionario.

La metodologia è applicata all'area dei Monti Peloritani, in Sicilia, che presenta un'elevata pericolosità di frana. Allo scopo sono utilizzate le proiezioni dei modelli RCM facenti parte dell'iniziativa Med-CORDEX, e in particolare le simulazioni di tre istituti di ricerca climatica: CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), GUF (Goethe University Frankfurt) ed LMD (Laboratoire de Météorologie Dynamique), per gli scenari di emissione di gas clima-alteranti intermedio (RCP 4.5) ed elevato (RCP 8.5).

I risultati ottenuti indicano che il primo scenario può avere maggiori impatti del secondo, sebbene questo preveda emissioni più elevate di gas serra. Sempre per lo scenario RCP4.5, due modelli RCM indicano un aumento della pericolosità di frana, mentre il modello rimanente fornisce indicazioni opposte. Per lo scenario RCP 8.5, invece, gli RCM considerati indicano condizioni future poco diverse da quelle attuali, con un solo modello che indica un aumento della pericolosità. Sebbene i cambiamenti nella pericolosità di frana indicati dai singoli RCM risultano in qualche caso significativi, la reciproca mancanza di concordanza rivela la presenza di significative incertezze nella previsione degli impatti dei cambiamenti climatici sulle frane.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

UN MODELLO TOPOLOGICO DELL'APPARATO RADICALE A SUPPORTO DELLA MODELLISTICA ECO-IDROLOGICA PER FRANE ATTIVATE DA PRECIPITAZIONE

Elisa Arnone^(1,2), Vincenzo Ippolito⁽¹⁾, Leonardo V. Noto⁽¹⁾

(1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 8, 90128, Palermo, Italia*

(2) *Amigo s.r.l., Via Flaminia 48, 00196, Roma, Italia*

Tra le misure di mitigazione del rischio idrogeologico legato alle frane superficiali indotte da eventi meteorici estremi, riveste un ruolo fondamentale la presenza di vegetazione, che può esercitare un'azione sia di tipo meccanica che idrologica. Le azioni di tipo meccanico sono svolte dall'apparato radicale, che protegge il suolo dai processi erosivi e rinforza il terreno aumentandone la resistenza al taglio. L'efficacia di tale azione dipende dalle proprietà di resistenza a trazione delle radici, che varia in funzione del tipo di pianta coinvolta (Pollen and Simon, 2005; Arnone et al., 2016).

Da un punto di vista modellistico, gli approcci utilizzati per la quantificazione del rinforzo radicale sono il noto modello di Wu/Waldron (WWM) ed il più recente metodo basato sul *Fiber Bundle Model* (FBM) (Pollen e Simon 2005; Schwarz et al., 2013). Quest'ultimo, a differenza del WWM, ipotizza che le radici non si rompano simultaneamente ma in maniera progressiva, per cui il fascio di radici sopporta un carico massimo che è inferiore alla somma delle forze di ogni singola radice. I modelli FBM, dunque, simulano più efficacemente il processo di rottura di tipo progressivo rispetto al modello di WWM, riducendo la sovrastima. L'applicazione del FBM richiede la conoscenza della struttura dell'apparato radicale, in termini sia di diametro che di numero di radici, con la profondità del suolo. La modellazione della struttura dell'apparato radicale è possibile attraverso modelli topologici che si basano sulla 'Leonardo's rule', secondo cui la sezione trasversale delle radici di un albero è pari alla somma delle sezioni trasversali delle radici nei primi livelli superficiali, degradando progressivamente con la profondità (Oppelt et al., 2001). Un esempio di implementazione di tale approccio è fornito da Arnone et al. (2016), i quali hanno sviluppato ed implementato un apposito modello topologico nella framework eco-idrologica-di stabilità tRIBS-VEGGIE-Landslide (Lepore et al., 2013), calibrata su due specie rispettivamente arbustiva ed arborea. La flessibilità dello schema topologico è fornita dai parametri della funzione di distribuzione di probabilità che descrive la variazione del numero di radici con la profondità. Nel presente lavoro sono state ulteriormente esplorate le potenzialità del modello topologico, investigando le performance su altre specie con ulteriori distribuzioni di probabilità. In particolare, il modello è stato calibrato su tre diverse specie arboree (Pino nero, Castagno e Abete), con diverse caratteristiche di apparato radicale, soprattutto in termini di lunghezza delle radici. Sono state utilizzate misure provenienti da indagini in situ condotte dal Servizio Fitosanitario Regionale della Toscana, e descritte in Preti e Giadrossich (2009) e Tron et al. (2014). Per ciascuna specie/individuo è stata quindi stimata la coesione radicale con il modello FBM (Schwarz et al., 2013).

I risultati hanno dimostrato la significativa sensibilità del modello topologico alla legge di distribuzione, che può variare in funzione della specie arborea; in particolare, le distribuzioni logistica e di Weibull hanno mostrato gli RMSE più alti.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

REFERENCES

- Arnone E., D. Caracciolo, L.V. Noto, F. Preti, R.L. Bras, (2016). Modeling the hydrological and mechanical effect of roots on shallow landslides. *Water Resour. Res.*, 52, 11, 8590-8612.
- Lepore, C., E. Arnone, L. V. Noto, G. Sivandran, and R. L. Bras (2013), Physically based modeling of rainfall-triggered landslides: A case study in the Luquillo forest, Puerto Rico, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 3371–3387
- Oppelt, A. L., W. Kurth, and D. L. Godbold (2001), Topology, scaling relations and Leonardo's rule in root systems from African tree species, *Tree Physiol.*, 21, 117–128.
- Pollen, N., and A. Simon (2005), Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model, *Water Resour. Res.*, 41, W07025
- Preti, F., and F. Giadrossich (2009), Root reinforcement and slope bioengineering stabilization by Spanish Broom (*Spartium junceum* L.), *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 13, 1713–1726
- Schwarz, M., F. Giadrossich, and D. Cohen (2013), Modeling root reinforcement using a root-failure Weibull survival function, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 4367–4377
- Tron, S., A. Dani, F. Laio, F. Preti, and L. Ridolfi (2014), Mean root depth estimation at landslide slopes, *Ecol. Eng.*, 69, 118–125.

STIMA DEI PROFILI DI VELOCITA' DEI FLUSSI IPERCONCENTRATI: analisi di sensitività sui parametri dell'equazione di Bagnold.

A. Fichera⁽¹⁾, D. Termini⁽²⁾, and F. Castelli⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Facoltà di Ingegneria, Università di Enna Kore, Enna, Italia, antonio.fichera@unikore.it; francesco.castelli@unikore.it*

⁽²⁾ *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali, Università di Palermo, Palermo, Italia, donatella.termini@unipa.it*

Nel presente lavoro l'attenzione è focalizzata sulla dinamica di propagazione delle colate detritiche, fenomeni naturali di elevata pericolosità e forza distruttiva.

Com'è noto, una colata detritica si verifica quando il materiale solido (sedimenti e materiale sciolto) di versanti caratterizzati da elevate pendenze viene destabilizzato dal deflusso di ingente volume d'acqua. Durante la propagazione della miscela acqua-sedimento, elementi anche di elevata dimensione (massi, alberi,..) possono essere mobilitati aumentando la forza distruttiva della colata con conseguenti possibili ingenti danni a edifici e infrastrutture, perdita di vite umane e ostruzioni (parziali o totali) dei corsi d'acqua interessati.

Diversi modelli numerici (come il FLO-2D di O'Brien, 1986; Armanini et al, 2005) sono stati sviluppati al fine di simulare, in modo più o meno accurato, la propagazione di una colata detritica. Essi si basano su ipotesi semplificative e, a causa della molteplicità dei parametri di input che entrano in gioco, richiedono un accurato processo di calibrazione.

Al fine di valutare correttamente i parametri reologici da adottate per la definizione dei processi meccanici che determinano il moto della colata è particolarmente importante la caratterizzazione cinematica del flusso. Tra le diverse teorie proposte in letteratura (Bagnold, 1954; Takahashi, 1977), la teoria di Bagnold (1954) è quella più citata ed utilizzata per la valutazione della distribuzione di velocità di una colata detritica. In particolare, la legge di Bagnold (1954) può essere scritta come segue:

$$u = \frac{2}{2d_p} \left[\frac{g \cos \theta}{a_i \cos \alpha_i} C \left(1 - \frac{\rho}{\sigma} \right) \right]^{1/2} \frac{1}{\lambda} \left[h^3 - (h-z)^3 \right] \quad (1)$$

con u velocità media locale in direzione x , d_p diametro delle particelle, g accelerazione di gravità, θ inclinazione del canale, h profondità del flusso, z quota verticale nella direzione perpendicolare al fondo, ρ densità del fluido, σ densità delle particelle, a_i e α_i coefficienti, $\lambda = C^{1/3} / (c^{*1/3} - C^{1/3})$ essendo C la concentrazione volumetrica e c^* è la concentrazione di massimo impaccamento.

L'equazione (1) dipende dai parametri a_i , C e c^* e si basa sull'ipotesi che la concentrazione C si mantenga costante lungo tutta la verticale. In realtà, come evidenziato in letteratura (Iverson, 1997), la concentrazione C varia lungo la verticale, assumendo anche valori diversi nel tempo.

In questo contesto, nel presente lavoro è stata condotta l'analisi di sensitività della legge di Bagnold (1954) con i parametri a_i , C e c^* . Rimuovendo l'ipotesi di concentrazione costante lungo la verticale si è verificata l'applicabilità della (1) nell'ipotesi di variazione lineare della concentrazione a partire dalla conoscenza della concentrazione in superficie e della



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



concentrazione di massimo impaccamento al fondo. Lo studio è stato condotto utilizzando dati sperimentali sia appositamente raccolti che reperiti in letteratura (Lanzoni, 1993; Sanvitale et al, 2010; Sarno et al, 2013).

REFERENCES

- Armanini, A., Capart, H., Fraccarollo, L. and Larcher, M. (2005). "Rheological Stratification in Experimental Free-Surface Flows of Granular-Liquid Mixtures". *J. Fluid Mech.* 532, 269–319.
- Bagnold, R. A. (1954). Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear. *Proc. R. Soc. London, A* 225: 49–63.
- Iverson, R. M. (1997). The physics of debris flows. *Rev. Geophys.* 35 pp. 245–296.
- Lanzoni S. (1993). *Meccanica di miscugli solido-liquido in regime granulo-inerziale*. PhD Thesis, Università degli Studi di Padova.
- O'Brien, J. S., (1986). *Physical process, rheology and modeling of mudflows*. PhD thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 172 pp., 1986.
- Sanvitale N., Bowman E. T., Genevois R. (2010). Experimental measurements of velocity through granular-liquid flows. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment – Book Casa Editrice Università La Sapienza* DOI: 10.4408/IJEGE.2011- 03.B-043.
- Sarno L., Papa M. N., Tai Y. C., Caravetta A., Martino R. (2013). A reliable PIV approach for measuring velocity profiles of highly sheared granular flows. *Latest Trends in Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology* ISBN: 978-960-474-376-6.
- Takahashi, T., (1977). A mechanism of occurrence of mud-debris flows and their characteristics in motion. *Annals, DPRI*, 20B–2: 405–435 (*in Japanese*).

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

A VULNERABILITY ANALYSIS OF WATER PIPELINES TO NATURAL HAZARDS: THE CASE STUDY OF THE FIUMEFREDDO WATER SUPPLY SYSTEM

Iolanda Borzi⁽¹⁾, Giuseppe Tito Aronica⁽²⁾, and Brunella Bonaccorso⁽³⁾

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾*Department of Engineering, University of Messina, Messina, Italy (iborzi@unime.it)*

In the design of an aqueduct, defining the best route for the pipelines is a critical issue because it allows to transfer water resources from sources of supply to city tanks and it has to be chosen by appropriately combining technical aspects with economic ones.

It is therefore essential to know the geological, geotechnical and topographic characteristics of the terrains along the route, their stability and the presence of both surface water and groundwater. It is clear that the choice of the route, as well of the materials to be adopted are strongly influenced by the above-mentioned factors.

All those factors are important not only for the realization of the infrastructure, but also and above all for the future operation of it, and therefore for maintenance, since the primary objective must be to ensure a suitable service to the users during the years, avoiding critical situations that often result in economic and environmental damage.

The present study aims at identifying the criticalities that in water transport can cause pipeline breaks, as well as to identify technical and design solutions to avoid these events and optimize the pipeline route.

To this end, a new index is here proposed for evaluating vulnerability of the pipeline from natural hazard, specifically for landslides.

This index is a combination of different factors, such as the distance of the critical areas from the pipeline and inter-distance between critical areas, the amount of time necessary to fix a possible damage, the accessibility to critical areas through the closest infrastructures, the amount of water supplied to the urban area, the age and mechanical characteristics of materials, the presence of structures, and so on.

Along with the above mentioned index, a graphical representation of all those factors using a Kiviat chart (star plot) is here proposed, that could be useful to identify the main vulnerability factors and to compare them with other ones.

In particular, the subject of this study is the Fiumefreddo aqueduct serving the city of Messina. The route of the aforementioned aqueduct, due to the varied and unstable characteristics of the terrain, is particularly complex and, consequently, the pipeline is potentially subject to structural damages. In particular, an in-depth study of the existing track is made in order to identify the most critical areas.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

SESSIONE 2

Analisi di scenari, gestione e mitigazione del rischio di alluvione



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



DALLA PERICOLOSITÀ AGLI IMPATTI: LIMITI E POTENZIALITÀ DEI MODELLI DI RISCHIO ALLUVIONALE

Mario Martina

*Scuola Universitaria Superiore IUSS di Pavia, piazza Vittoria 15 - Pavia,
mario.martina@iusspavia.it*

Nei recenti anni, nella comunità scientifica internazionale, si sta assistendo ad un cambio di approccio al problema della valutazione del rischio alluvionale. L'attenzione e gli sforzi si stanno spostando dalla stima della pericolosità dell'evento alla valutazione delle conseguenze da esso causati. Questo cambio ha generato un cambio di prospettiva nei modelli di rischio alluvionale ed in particolare nelle componenti per la valutazione della vulnerabilità, dei danni e degli impatti, le quali stanno vivendo un periodo di vivace e velocissima evoluzione. Gli sviluppi scientifici recenti hanno messo in luce i limiti ancora da superare in questo ambito di ricerca: la limitatezza dei dati storici di danno, la disomogeneità dei criteri e degli obiettivi della raccolta, la diversità delle fonti, l'incertezza nei meccanismi di danno e di impatto socio-economico a larga scala, la trasferibilità dei modelli ad un territorio diverso da quello in cui sono stati concepiti. Tuttavia sono riconoscibili anche delle grandissime potenzialità dei modelli di vulnerabilità, di danno e di impatto ed in genere è prevedibile un cambio nell'impiego dei modelli di rischio alluvionale: da semplice e fondamentale strumento di prevenzione e pianificazione, ad uno strumento di gestione delle emergenze e delle perdite in tempo reale (Early or Rapid Loss Estimation tool) o strumento di finanziamento dei danni da disastri naturali (Disaster Risk Financing tool). In questo lavoro si presenta un'analisi della evoluzione della ricerca scientifica nell'ambito del rischio alluvionale mediante semplici statistiche bibliografiche e l'illustrazione di alcune pubblicazioni di riferimento. Di seguito si discutono alcuni dei modelli di danno e di impatto recentemente sviluppati dalla comunità scientifica mettendo in risalto i limiti che questi modelli hanno incontrato. Infine si illustrano i futuri sviluppi e le potenzialità che questi modelli potranno avere e soprattutto il diverso ruolo che potranno assumere nell'ambito della gestione e della riduzione del rischio alluvionale.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

INCERTEZZA PREDITTIVA ED ENSEMBLE IDROLOGICI

Daniela Biondi⁽¹⁾, Ezio Todini⁽²⁾

⁽¹⁾ DIMES – Università della Calabria, Ponte P. Bucci cubo 41/b, 87036 Arcavacata (CS), e-mail: daniela.biondi@unical.it

⁽²⁾ Socio SII, via Sardegna 6, 40050 Monte San Pietro (BO),
e-mail: ezio.todini@gmail.com

Le previsioni idrologiche in tempo reale rappresentano un importante strumento di supporto alle decisioni nell'ambito della tutela e della gestione del territorio e delle risorse idriche. Negli ultimi anni, sempre crescente interesse è rivolto verso le previsioni idrologiche di ensemble, sotto forma di insiemi di previsioni di portata o di livello in prefissate sezioni fluviali, derivati nell'ambito di catene previsionali modellistiche in cui ensemble meteorologici di precipitazione sono utilizzati quale forzante.

Tuttavia, cosa oramai assodata e riconfermata nel presente studio, gli ensemble non forniscono una corretta descrizione della densità di probabilità predittiva da utilizzare per la valutazione dei danni attesi in un processo decisionale di tipo Bayesiano. Tendono infatti a fornire delle stime biased e di minore dispersione (Hamill e Colucci, 1997; Eckel e Walters, 1998; Schwanenberg et al, 2015).

Pertanto, con l'obiettivo di ottenere una corretta densità di probabilità predittiva che tenesse anche in conto l'incertezza dei modelli previsionali, espressa dallo spread degli ensemble, è stato opportunamente modificato il Model Conditional Processor (MCP, Todini 2008), originariamente derivato assumendo noto, e quindi certo, in fase di preannuncio il "predittore", la portata o il livello idrometrico previsto dal modello idrologico, considerando invece incognito il valore che si realizzerà realmente in futuro. Tale ipotesi porta a derivare in campo Gaussiano la densità predittiva mediante una regressione lineare multi-variata. Per introdurre l'incertezza espressa dall'ensemble, il MCP è stato modificato passando ad una regressione di Deming, ovvero la variabile "predittore", non è considerata certa come richiederebbe la classica regressione lineare, ma ad essa viene associata un'incertezza descritta per l'appunto dalla dispersione dell'ensemble.

I primi risultati di un'analisi effettuata considerando ensemble di portata relativi al sistema di previsione e gestione delle piene per il Po a Pontelagoscuro (70.000 km²), sono stati messi a confronto con il classico approccio MCP multivariato ed il Bayesian Model Averaging (BMA) (Raftery et al., 2005) in cui l'incertezza è, invece, stimata come media pesata delle distribuzioni predittive dei singoli modelli.

Nello specifico, i risultati, sia in termini di accuratezza che di reliability, sembrano confermare una soddisfacente efficacia nella descrizione dell'incertezza predittiva.

Si ringraziano l'ing. Pecora e l'Arpae Emilia Romagna per i dati messi a disposizione.

REFERENCES

- Eckel, F.A. e Walters, M.K. (1998). Calibrated probabilistic quantitative precipitation forecasts based on the MRF ensemble. *Weather Forecasting*, 13: 1132–1147.
- Hamill, T.M., Colucci, S.J. (1997). Verification of Eta-RSM short-range ensemble forecasts. *Monthly Weather Review*, 125:1312-1327.
- Raftery, A.E., Gneiting, T., Balabdaoui, F. e Polakowski, M. (2005). Using Bayesian model averaging to calibrate forecast ensembles. *Monthly Weather Review*, 133(5): 1155-1174.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

- Schwanenberg, D., Fan, F.M., Naumann, S., Kuwajima, J.I., Alvarado Montero, R. e Assis dos Reis, A. (2015). Short-Term Reservoir Optimization for Flood Mitigation under Meteorological and Hydrological Forecast Uncertainty, Application to the Três Marias Reservoir in Brazil, *Water Resour. Manage.*, DOI 10.1007/s11269-014-0899-1.
- Todini, E. (2008). A model conditional processor to assess predictive uncertainty in flood forecasting. *International Journal of River Basin Management*, 6(2), 123-137.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



A NOVEL TECHNIQUE TO MERGE SATELLITE PRECIPITATION PRODUCTS FOR HYDROLOGICAL APPLICATIONS

Viviana Maggioni⁽¹⁾, Christian Massari⁽²⁾, Stefania Camici⁽³⁾, Luca Brocca⁽⁴⁾ and Luca Ciabatta⁽⁵⁾

⁽¹⁾George Mason University, Fairfax, VA, USA, vmaggion@gmu.edu

⁽²⁾IRPI-CNR, Perugia, Italy, christian.massari@irpi.cnr.it

⁽³⁾IRPI-CNR, Perugia, Italy, s.camici@irpi.cnr.it

⁽⁴⁾IRPI-CNR, Perugia, Italy, luca.brocca@irpi.cnr.it

⁽⁵⁾IRPI-CNR, Perugia, Italy, l.ciabatta@irpi.cnr.it

Accurate quantitative precipitation estimation is of great importance for water resources management, agricultural planning, and forecasting and monitoring of natural hazards such as flash floods and landslides. In situ observations are limited around the Earth, especially in remote areas (e.g., complex terrain, dense vegetation), but currently available satellite precipitation products are able to provide global precipitation estimates with an accuracy that depends upon many factors (e.g., type of storms, temporal sampling, season, etc.). The recent SM2RAIN approach proposes to estimate rainfall by using satellite soil moisture observations. As opposed to traditional satellite precipitation methods, which sense cloud properties to retrieve instantaneous estimates, this new bottom-up approach makes use of two consecutive soil moisture measurements for obtaining an estimate of the fallen precipitation within the interval between two satellite overpasses. As a result, the nature of the measurement is different and complementary to the one of classical precipitation products and could provide a different valid perspective to substitute or improve current rainfall estimates. Therefore, we propose to merge SM2RAIN and the widely used TMPA 3B42 product across the Tevere basin in central Italy for a 8-year period (2008-2015) at daily/0.25deg temporal/spatial scale. A number of satellite precipitation error properties are considered in the merging technique, including probability of detection, false alarm rates, missed events, and standard deviation of the hit bias. A confidence level is also provided for the merged product estimate at each location and time step. The merged product shows a superior performance with respect to the single satellite-based precipitation products and has the potential to be used in hydrological models to monitor and predict streamflow.

AN ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF SATELLITE RAINFALL ESTIMATES WITHOUT GROUND-BASED OBSERVATIONS: THE ADDED VALUE OF THE SM2RAIN RAINFALL ESTIMATES

Christian Massari⁽¹⁾, Wade Crow⁽²⁾, Luca Brocca⁽³⁾, Luca Ciabatta⁽⁴⁾, Stefania Camici⁽⁵⁾, Angelica Tarpanelli⁽⁶⁾, Paolo Filippucci⁽⁷⁾, Silvia Barbetta⁽⁸⁾, Tommaso Moramarco⁽⁹⁾, Viviana Maggioni⁽¹⁰⁾

- (1) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, christian.massari@irpi.cnr.it*
- (2) *USDA - Hydrology and Remote Sensing Laboratory, Beltsville, Maryland, Wade.Crow@ars.usda.gov*
- (3) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, luca.brocca@irpi.cnr.it*
- (4) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, luca.ciabatta@irpi.cnr.it*
- (5) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, stefania.camici@irpi.cnr.it*
- (6) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, angelica.tarpanelli@irpi.cnr.it*
- (7) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, paolo.filippucci@irpi.cnr.it*
- (8) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, silvia.barbetta@irpi.cnr.it*
- (9) *IRPI-CNR, Perugia, Italy, tommaso.moramarco@irpi.cnr.it*
- (10) *George Mason University, Fairfax, VA, USA, vmaggion@gmu.edu*

In the last decades, thanks to the combined use of microwave and infrared sensors, the quality of satellite precipitation estimates (SPE) has significantly increased. This multi-sensor approach has produced a number of different satellite precipitation products which use the same type of sensors and, either use techniques that generate calibration curves to map infrared (IR) radiances to passive microwave (PMW) retrievals (blending), or morph the more direct PMW rainfall using IR measurements (morphing).

Despite these advancements in the retrieval skills, the reliability of SPE in many regions of the world is still not clear because existing validation studies have been carried out only in regions characterized by high density and quality of ground based rainfall observations (e.g. rain gage and radars). However, the current networks of surface observations are often not sufficient or even inadequate for the quantitative assessment of the error associated with SPE. It turns out that evaluating the performance of different SPE with ground based observations is challenging because of the scarcity of such observations and/or of the inherent error contained in their estimates.

Given three collocated datasets (a triplet), Triple Collocation (TC) offers a valid alternative to characterize their error, but TC is subject to several assumptions such as the existence of an uncorrelated error between the products of the triplet – a requirement that is hardly satisfied in SPE because their retrievals share common sensors. Thus, one needs a model and a ground based dataset along with a SPE to apply TC for maintaining error independency. Given the scarcity of surface observations the use of a ground based dataset is challenging within poorly gauged areas of the world (i.e. Asia and Africa). In this contest, the use of an independent satellite rainfall source could offer a unique opportunity for applying the TC analysis worldwide without any restriction.

Recently, Brocca et al. (2014) developed a method for estimating rainfall from satellite soil moisture observations based on the principle that the soil can be treated as a “natural rain gauge”. In contrast with classical satellite precipitation products, this new bottom-up approach attempts to measure rainfall by calculating the difference between two successive



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



SM measurements derived from a satellite sensor. In this contest, SM2RAIN offers a unique opportunity for applying the TC analysis without using any ground based dataset and open the possibilities for the TC to be applied worldwide without any restriction.

In this study, TC analysis has been applied to the rainfall estimates from ERA-Interim, SM2RAIN applied to ASCAT data, CMORPH and TMPA 3B42RT over the CONTiguous United States (CONUS) in the period 2007-2012. By cross-comparing the results obtained with a classical assessment with a good quality ground-based dataset we show that relative ranks in terms of correlation obtained by TC (using ERA, SM2RAIN and one satellite precipitation product at time) are very close to the ones obtained through CPC. The same is not obtained when the two satellite products are used in the same triplet. This confirm the added value of soil moisture-based rainfall estimates as an independent dataset for evaluating the performance of precipitation products worldwide without ground based observations.

REFERENCES

Brocca, L., Ciabatta, L., Massari, C., Moramarco, T., Hahn, S., Hasenauer, S., Kidd, R., Dorigo, W., Wagner, W., & Levizzani, V. Soil as a natural rain gauge: Estimating global rainfall from satellite soil moisture data. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 2014, 119, 5128-5141

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

FLOOD PROOFS ITALY: A HYDRO-METEOROLOGICAL MONITORING AND FORECASTING CHAIN FOR CIVIL PROTECTION AND WATER MANAGEMENT PURPOSES

Francesco Silvestro⁽¹⁾, Simone Gabellani⁽¹⁾, Nicola Rebora⁽¹⁾, Laura Poletti⁽¹⁾, Flavio Pignone⁽¹⁾, Daniele Dolia⁽¹⁾, Angela Corina⁽²⁾, Gianfranco Vulpiani⁽²⁾

⁽¹⁾ CIMA Research Foundation, Via Magliotto 2, Savona, francesco.silvestro@cimafoundation.org

⁽²⁾ Dipartimento Protezione Civile, Via Vitorchiano, 2, Roma, e-mail

Hydro-meteorological modelling is a fundamental element to predict floods and it is widely used as part of the operational Early Warning Systems for flood risk assessment. These latter are crucial decision support tools to be used both for Civil Protection and Water management purposes.

Here we present an operational flood forecasting chain (Laiolo et al., 2014), called Flood PROOFS (Flood PRObabilistic Operational Forecasting System) implemented at Italian scale composed by the following elements:

1. The numerical weather prediction system (NWPS) COSMO-I7 used as reference meso-scale national meteorological model
2. A rainfall downscaling model (Rebora et al. 2006) used to account on one side for the uncertainties related to the rainfall prediction, on the other side for the inconsistency of the spatial-temporal scales between meteorological and hydrological model
3. A distributed and continuous hydrological model (spatial resolution 480 m, time resolution 1 hour) able to model streamflow and other crucial variables as Soil Moisture, Evapotranspiration, Land Surface Temperature with a distributed approach (Silvestro et al., 2015). The model was calibrated in a quite large number of sections obtaining generally good results.

Moreover the chain is fed with the meteorological data detected by National Micrometeorological Gauge Network and National Radar Network. It is in fact available a National Radar Precipitation Composite that uses, where possible, polarimetric variables for rain-rate estimation. The radar and rain gauge data are merged in order to produce rainfall fields that exploit the different sources of data using an algorithm derived by Sinclair a Pegram, (2005).

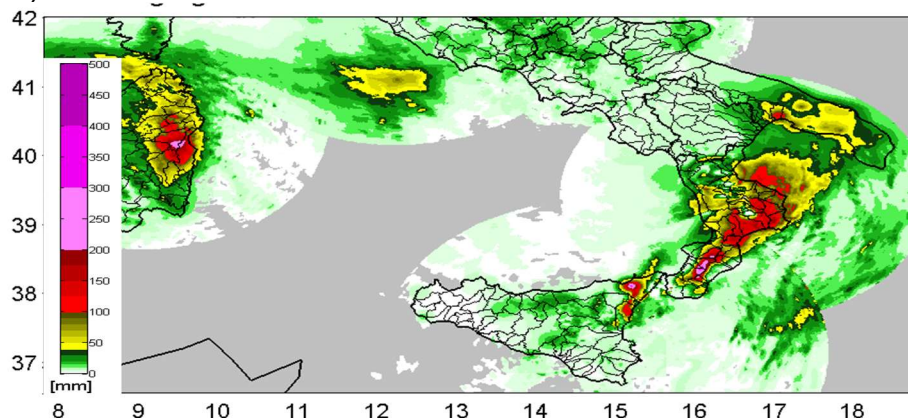


Figure 1: Example of rainfall map obtained merging gauge observations and radar estimations

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

The chain is operationally implemented with the aim of having Nationwide vision of the flood hazard with a maximum time horizon of 48-72 hours. The forecast run is daily carried out with the most recent NWPS run available. In parallel, every hour, the monitoring/nowcasting chain runs, fed only with available observations.

Results are available in real-time on the DEWETRA 2.0 web-gis decision support system platform, operational at the Italian Civil Protection Department.



Figure 2: Event on 23/11/2016; flood forecasting chain. Control sections coloured basing on the overcoming of predefined thresholds. Soil Moisture Map (root-zone) is also shown

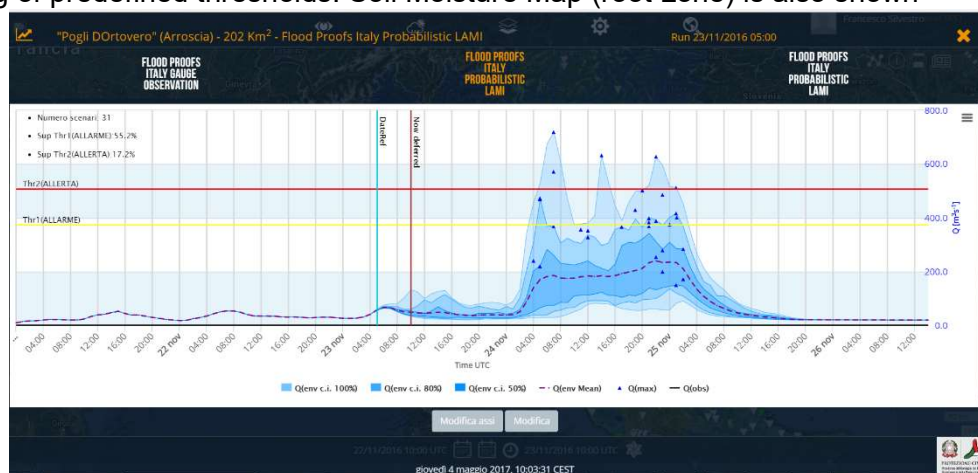


Figure 3: Event on 23/11/2016. Example of probabilistic streamflow forecast on the Arroscia basin (Liguria). The different scenarios are obtained downscaling the precipitation forecasted with COSMO-I7.

REFERENCES

- Laiolo, P., Gabellani, S., Rebora, N., Rudari, R., Ferraris, L., Ratto, S., Stevenin, H., Cauduro, M., 2014. Validation of the Flood-PROOFS probabilistic forecasting system. *Hydrol. Process.* 28, 3466–3481. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.9888>.
- Rebora, N., L. Ferraris, J. H. Hardenberg, and A. Provenzale, 2006: The RainFARM: Rainfall Downscaling by a Filtered Auto Regressive Model. *J. Hydrometeorol.*, 7, 724-738.
- Sinclair, S., Pegram, G. (2005), Combining radar and rain gauge rainfall estimates using conditional merging. *Atmospheric Science Letters*, 6(1), 19-22.
- Silvestro, F., Gabellani, S., Delogu, F., Rudari, R., Laiolo, P. and Boni, G., (2015), Uncertainty reduction and parameter estimation of a distributed hydrological model with ground and remote-sensing data, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 1727-1751, doi:10.5194/hess-19-1727-2015.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

UNA PIATTAFORMA SOFTWARE PER L'ANALISI DEGLI EVENTI IDROLOGICI ESTREMI E LA STIMA DEGLI EFFETTI AL SUOLO

Salvatore Gabriele⁽¹⁾, Giulio Iovine⁽²⁾, Sante Laviola⁽³⁾, and Graziella Ribecco⁽⁴⁾

⁽¹⁾CNR-IRPI, via Cavour 4-6, 87036 Rende (CS), gabriele@irpi.cnr.it

⁽²⁾CNR-IRPI, via Cavour 4-6, 87036 Rende (CS), giulio.iovine@irpi.cnr.it

⁽³⁾ CNR-ISAC, via P. Gobetti 101, 40129 Bologna, s.laviola@isac.cnr.it

⁽⁴⁾ NTT DATA Italia, via Spagna, 50. Contrada Cutura, 87036 Rende (CS), graziella.ribecco@nttdata.com

La mitigazione del rischio idrogeologico in piccoli bacini, considerata la loro immediata risposta alle precipitazioni, necessita di una serie di strumenti capaci di effettuare previsioni quanto più possibile precise sia nel tempo sia nello spazio. Gli avvisi di condizioni meteorologiche avverse, emanate dalla Protezione Civile (PC), per quanto sempre più precisi e dettagliati, sono riferiti ad una scala spaziale e temporale spesso poco adeguata ad identificare e localizzare eventi meteorologici estremi che impattano su bacini di pochi km². Sono proprio tali sistemi temporaleschi, tipicamente di origine convettiva, ad essere i più rischiosi per l'incolumità delle persone e per il danneggiamento delle infrastrutture in quanto possono generare *flash flood* il cui tempo di ritorno spesso non è interpretato dai modelli probabilistici oggi in uso in Italia. Un deciso miglioramento nella mitigazione del rischio per tali bacini, può essere ottenuto affiancando all'informazione pluviometrica dati provenienti da strumenti quali radar e satelliti meteorologici, in orbita sia geostazionaria che polare.

In particolare, la disponibilità dei dati radar gestiti a scala nazionale dalla PC, delle immagini Meteosat RSS, con osservazioni ogni 5 minuti, e dei dati di satelliti polari come il Sentinel-1 per l'analisi del grado di saturazione dei suoli ad elevata risoluzione, consente la messa a punto di procedure avanzate per una migliore modellizzazione del campo areale di precipitazione e dello stato dei bacini.

Attraverso l'utilizzo combinato radar-Meteosat è possibile, inoltre, ricostruire la traiettoria delle celle temporalesche e produrre una stima del loro sviluppo entro 30-60 minuti [1], migliorando altresì la previsione meteorologica ad alta risoluzione spazio-temporale (1km, 3-6 ore), prodotta da modelli numerici combinati tipo LAPS-WRF in grado di assimilare anche i dati osservati [2].

Una piattaforma con le caratteristiche sopra accennate è stata realizzata recentemente nell'ambito di un Progetto per la mitigazione del rischio geo-idrologico lungo la rete ferroviaria della Direzione Territoriale di Reggio Calabria, co-finanziato da RFI S.p.A., cui partecipano gli istituti IRPI e ISAC del CNR, e l'ARPACAL-CF della Regione Calabria [3]. Il sistema di allertamento, denominato RAMSES (*RAilway Meteorological SEcurity System*), è basato sull'analisi in tempo reale di dati meteo-climatici, satellitari e radar, attraverso l'applicazione di *software* e modelli dedicati. Alle analisi idrologiche sono abbinate mappe di suscettibilità da frane superficiali sui versanti e lungo gli impluvi, per la stima degli effetti al suolo attesi in corrispondenza della linea ferroviaria, con particolare attenzione agli attraversamenti ferroviari.

RAMSES è stato implementato su alcuni settori di studio della regione. In particolare, il modulo idrologico è in fase di test per il tratto ferroviario Metaponto-Reggio Calabria, su cui

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

insistono circa 100 bacini: esso fornisce una stima del livello idrico “attuale” in corrispondenza degli attraversamenti ferroviari, oltre alla previsione dello stesso livello, a diverse scale temporali.

Il modulo relativo agli effetti al suolo è stato, invece, messo a punto per un insieme di bacini di diversa estensione (da meno di un km² a qualche decina di km²), ubicati sul versante tirrenico (Costa Viola) e su quello basso jonico (Locride). Tale modulo prevede l'utilizzo di strumenti di modellistica numerica per la stima della suscettibilità all'innescò e all'invasione dei fenomeni di instabilità superficiale. Gli scenari (sia meteo sia relativi agli effetti al suolo) forniti dal sistema RAMSES vengono confrontati con eventi “storici” di riferimento mediante *back analysis*, per validarne l'efficacia previsionale.

Per un'applicazione combinata dei sistemi sopra descritti sono necessarie rilevanti risorse *hardware* e *software*, oltre a una serie di sofisticati strumenti informatici per un'efficiente acquisizione, gestione e rappresentazione delle elaborazioni. In considerazione della modularità dell'approccio, che consente una semplice sostituzione o integrazione di tipi di dati/modelli, è prevista la realizzazione di una piattaforma dinamica operante a scala nazionale.

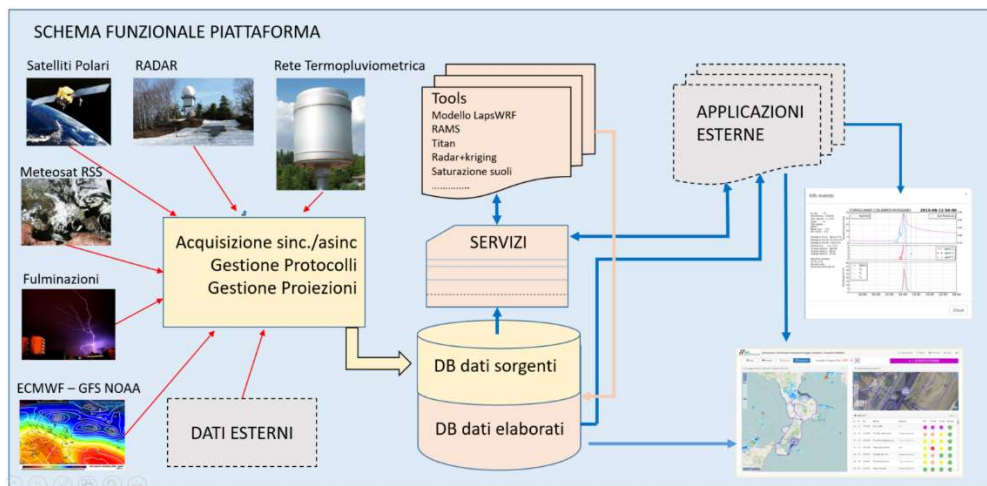


Figura 1 – Schema del sistema RAMSES.

REFERENCES

- [1] Dixon, M., & Wiener, G. (1993). TITAN: Thunderstorm identification, tracking, analysis, and nowcasting—A radar-based methodology. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 10(6), 785-797.
- [2] Tiesi, A., Miglietta, M. M., Conte, D., Drofa, O., Davolio, S., Malguzzi, P., & Buzzi, A. (2016). Heavy Rain Forecasting by Model Initialization With LAPS: A Case Study. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(6), 2619-2627.
- [3] Gabriele S., Terranova O., Pascale S., Rago V., Chiaravalloti F., Sabatino P., Brocca L., Laviola S., Baldini L., Federico S., Miglietta M.M., Marra G.P., Niccoli R., Arcuri S., Catalano F., Stassi S., Baccillieri M., Agostino M. & Iovine G. (2016) – *RAMSES: a nowcasting system for mitigating geo-hydrological risk along the railway*. *Geophysical Research Abstracts*, 18: EGU2016-8462, Copernicus GmbH (Copernicus Publications). ISSN 1607-7962 & 1029-7006

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

EFFETTO COMBINATO DI CAMBIAMENTI CLIMATICI ED URBANIZZAZIONE SUGLI ESTREMI DI PORTATA

Dario Pumo⁽¹⁾, Elisa Arnone⁽¹⁾, Antonio Francipane⁽¹⁾ Leonardo V. Noto⁽¹⁾ Goffredo La Loggia⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 8, 90128, Palermo, Italy*

Il termine “cambiamento idrologico” (*hydrological change*) è spesso utilizzato per sintetizzare quell'insieme di alterazioni della risposta idrologica dei bacini indotte da fattori naturali o antropici. Il ruolo fondamentale di tali alterazioni nel determinare fenomeni di dissesto ha stimolato l'*International Association of Hydrological Sciences* (IAHS) a dedicare la decade scientifica 2013-2022 (denominata “*Phanta Rhe!*”) ai cambiamenti idrologici e all'analisi dei diversi fattori perturbanti.

I cambiamenti climatici e l'urbanizzazione sono fra i fattori antropici perturbanti più influenti e, allo stesso tempo, più diffusi a livello globale.

Il cambiamento climatico è stato abbondantemente studiato in passato, con chiare evidenze di trend sugli estremi (es. Burn et al., 2011; Arnone et al., 2013) e con numerosi esempi attestanti i possibili cambiamenti idrologici indotti (es. Wang and Alimohammadi, 2012; Francipane et al., 2015; Chiarelli et al., 2016; Pumo et al. 2016). Molto più recente è l'analisi degli effetti dell'urbanizzazione sulla risposta idrologica dei bacini (es. Salvatore et al., 2015). Il processo di urbanizzazione è associato a una perdita di “superfici permeabili” (suoli naturali), con conseguente impoverimento dei processi d'infiltrazione, alterazione ai sistemi di drenaggio naturale e ai processi di trasferimento (alterazione dei percorsi idrici e delle velocità di deflusso).

La valutazione dell'impatto di tali perturbazioni sulle portate di picco durante eventi estremi, può risultare particolarmente utile nel definire e orientare efficaci politiche di pianificazione urbana e gestione di eventi di inondazione, nonché in attività di verifica delle infrastrutture idrauliche esistenti e di progettazione di quelle future.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di investigare gli effetti dell'interazione delle suddette perturbazioni sugli eventi estremi di deflusso.

A tale scopo, è stato ideato un esperimento numerico, applicato ad un piccolo bacino fluviale, che ha permesso di generare e confrontare serie temporali di deflusso orario sotto diversi ipotetici scenari di cambiamento.

Gli scenari, generati attraverso l'uso combinato di un modello di cambiamento di uso del suolo opportunamente implementato e di un modello di generazione di serie climatiche già esistente (Fatichi et al., 2011), descrivono situazioni estreme sia in termini di espansione delle aree urbane che in termini di variazioni (aumento o diminuzione) della precipitazione media annua (MAP). Nella creazione degli scenari climatici si è anche tenuto conto di un aumento della temperatura media, e, a parità di MAP, sono state create diverse configurazioni, caratterizzate da diversa frequenza e/o l'intensità media degli eventi di pioggia. La risposta idrologica del bacino ai vari scenari è stata riprodotta mediante il tRIBS (Ivanov et al., 2004), un modello idrologico, fisicamente basato e distribuito, in grado di simulare, con alta risoluzione temporale, anche le diverse componenti di deflusso.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

I risultati mostrano un'alta sensibilità degli indicatori della risposta idrologica utilizzati alle variazioni delle caratteristiche di pioggia. In termini di deflusso totale, gli effetti dei cambiamenti climatici sembrano essere prevalenti rispetto a quelli indotti dall'espansione urbana, anche se, a una maggiore frazione di suoli impermeabili, corrisponde un chiaro aumento della componente di scorrimento veloce, i cui effetti sul deflusso totale vengono parzialmente smorzati da una simultanea riduzione della componente di deflusso lento e profondo.

REFERENCES

- Arnone, E., Pumo, D., Viola, F., Noto, L. V., and La Loggia, G., 2013. Rainfall statistics changes in Sicily, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 2449-2458, 10.5194/hess-17-2449-2013.
- Chiarelli, D.D., Davis, K.F., Rulli, M.C., D'Odorico, P., 2016. Climate change and large-scale land acquisitions in Africa: Quantifying the future impact on acquired water resources. *Adv. Water Resour.*, 94: 231-237. doi:10.1016/j.advwatres.2016.05.016
- Fatichi, S., Ivanov, V.Y., Caporali, E., 2011. Simulation of future climate scenarios with a weather generator. *Adv. Water Resour.*, 34 (4): 448-467
- Francipane, A., S. Fatichi, V. Y. Ivanov, and L. V. Noto, 2015. Stochastic assessment of climate impacts on hydrology and geomorphology of semiarid headwater basins using a physically based model, *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 120, 507–533, doi:10.1002/2014JF003232
- Ivanov, V.Y., Vivoni, E.R., Bras, R.L., Entekhabi, D., 2004. Catchment hydrologic response with a fully-distributed triangulated irregular network model. *Water Resour. Res.*, 40(11), W11102
- Pumo, D., Caracciolo, D., Viola, F., Noto, L.V., 2016. Climate change effects on the hydrological regime of small non-perennial river basins. *Science of the Total Environment*, 542 (Part A): 76-92; doi:10.1016/j.scitoten.2015.10.109
- Salvadore, E., Bronders, J., Batelaan, O., 2015. Hydrological modelling of urbanized catchments: a review and future directions. *J. Hydrol.*, 529 (Part 1): 62–81 doi:10.1016/j.jhydrol.2015.06.028
- Wang, D., and Hejazi. M., 2011. Quantifying the relative contribution of the climate and direct human impacts on mean annual streamflow in the contiguous United States. *Water Resour. Res.*, 47 (10): 1–16 - doi:10.1029/2010WR010283

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

A NOVEL PROCESSING CHAIN TO MAP FLOODED AREAS USING SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR) DATA

Fulvio Capodici⁽¹⁾, Giuseppe Ciruolo⁽¹⁾, Antonino Maltese⁽¹⁾, and Leonardo Noto⁽¹⁾

*⁽¹⁾Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali – Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze,
e-mail: fulvio.capodici@unipa.it; giuseppe.ciraolo@unipa.it; antonino.maltese@unipa.it;
leonardo.noto@unipa.it*

Among natural hazards, floods of urban and peri-urban areas are one of most dangerous natural event. Hydrodynamic models are becoming essential tools for the prediction of flooded areas during extreme events. However, model parameterisation remains a main challenge to retrieve accurate estimates. Flooded areas can be delimited via remote sensing images. In particular Synthetic Aperture RADAR (SAR) data are particularly suitable to this purpose, since these active sensors are able of acquire images during day and night and are not limited by weather conditions (presence of sky cloudiness, rains, etc.). Despite SAR technology is promising for mapping the flood extent, this method is markedly affected by data spatial resolution and speckle noise.

In this framework, a semi-automatic chain for processing flood extent is proposed and discussed. The paper point out the main advantages and limitations by investigating: i) the optimal backscattering threshold to separate land from water at the original spatial resolution; ii) the influence of the speckle on the threshold; iii) the need to integrate GIS and remote sensing techniques to account for false positives (e.g., permanent water bodies, ponds, etc.) and false negatives.

The analysis was performed on a time series of COSMO-SkyMed and TerraSAR-X images collected during an extreme flood event occurred in June 2013 in Germany. The analysis highlights that spatial resolution of aggregation slightly affects the threshold value to separate inundated areas and land.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



HYDROGEOMORPHIC MODELLING FOR FLOOD HAZARD MAPPING IN SMALL UNGAUGED BASINS

Fernando Nardi

WARREDOC, Università per Stranieri di Perugia
fernando.nardi@unistrapg.it

Flood hazard identification in ungauged basins is often a critical missing information for decision makers to properly manage and act for sustainable and safe territorial planning. Nevertheless, small coastal and tributary watersheds are the subject of recurrent floods with devastating effects that cannot be managed and mitigated with early warning systems considering that the hydrologic response of small watersheds is too fast for forecasting and emergency plans to timely act. So, while prior knowledge of flood hazard dynamics is, thus, the major, if not unique, flood risk mitigation measure, there is still a dramatic lack of flood modeling studies at the global scale for minor rivers considering that most of the economic resources and attention is drained by major rivers and urban ecosystems. As a result, traditional topographic surveying, hydrologic and hydraulic modeling cannot be always applied and alternate methods and procedures are needed. This work presents the methodology and results of a hydrogeomorphic modeling framework for flood hazard mapping in a complex and diverse highly urbanized data scarce domain. The hydrogeomorphic approach integrates a an innovative topographic data gathering and processing procedure, making extensive and optimal use of DTMs, with a geomorphic rainfall-runoff (WFIUH) and 2D flood wave routing model for synthetic hydrologic forcing and inundation process simulations. Results are presented for 13 small ungauged basins of the minor tributary network of the Tiber and Aniene rivers within the city of Rome urban domain.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

QGIS TOOL PER LA MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI CON METODO GEOMORFOLOGICO

Salvatore Manfreda⁽¹⁾, Caterina Samela⁽¹⁾, Raffaele Albano⁽¹⁾, Aurelia Sole⁽¹⁾

⁽¹⁾DICEM, Università degli Studi della Basilicata, via Lazazzera SN, Matera, e-mail: salvatore.manfreda@unibas.it

L'individuazione della pericolosità e del rischio idraulico su larga scala costituisce una sfida tecnico-scientifica il cui pieno compimento si scontra con numerose difficoltà pratiche. Esse sono generalmente correlate all'insufficienza di dati necessari per analisi di dettaglio e/o all'impossibilità di sostenere imponenti costi computazionali. Inoltre, gli studi in bacini non monitorati e le applicazioni a grande scala sono le situazioni in cui più frequentemente si incorre in queste problematiche.

Numerosi studi hanno di recente dimostrato che in tali condizioni una delimitazione preliminare delle aree inondabili può essere condotta mediante metodi geomorfologici (e.g., Manfreda et al., 2011; Manfreda et al., 2014). In particolare, un descrittore geomorfologico di recente formulazione, denominato *Geomorphic Flood Index* (GFI), si è distinto per le sue potenzialità nel mappare con buona affidabilità la pericolosità idraulica. Sulla base di questo descrittore, è stata definita una procedura automatica di classificazione binaria lineare che è stata testata, con buone performance, in bacini idrografici in Europa, Africa e Stati Uniti d'America (Manfreda et al., 2015; Samela et al., 2016; Samela et al., 2017).

Al fine di rendere fruibile tale procedura ad un'ampia comunità, è stato sviluppato un plugin open-source denominato Geomorphic Flood Area - tool (GFA – tool) per Quantum GIS. Il plugin è in grado di individuare le aree aventi una propensione geomorfologica ad essere inondate sulla base di una mappa di pericolosità idraulica disponibile per una piccola porzione del bacino di interesse. Esso permette di calcolare il GFI eseguendo un'analisi su un DEM di input, convertirlo in un classificatore binario, il quale viene poi addestrato a discriminare tra aree inondabili e non inondabili sulla base di una porzione di bacino studiato (si consiglia di utilizzare un'area di addestramento non inferiore al 2% del bacino di interesse). Il GFA – tool permette di estendere la classificazione al di fuori dell'area di calibrazione e di delineare le aree esposte in tutto il bacino idrografico. Esso è dotato di una interfaccia grafica user-friendly che consente l'esecuzione dell'algoritmo in modo intuitivo e semplice (figura 1).

Il GFA – tool può essere ottenuto dal seguente repository: <https://github.com/HydroLAB-UNIBAS/GFA-Geomorphic-Flood-Area>, e presto sarà disponibile anche nel repository dei plugin di QGIS. Esso è stato sviluppato in linguaggio Python, è gratuito ed è open-source, per promuovere uno scambio collaborativo tra la comunità scientifica e tecnica con il gruppo di ricerca (HydroLAB).

Il GFA – tool fornisce la possibilità di realizzare una mappatura economica e speditiva delle aree più esposte basandosi su informazioni facilmente reperibili e, pur avendo carattere preliminare, è efficiente ed affidabile. Pertanto, tale strumento potrà contribuire al

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

superamento degli attuali limiti al raggiungimento di una mappatura del rischio idraulico a scala globale fornendo un supporto in studi preliminari su aree vaste.

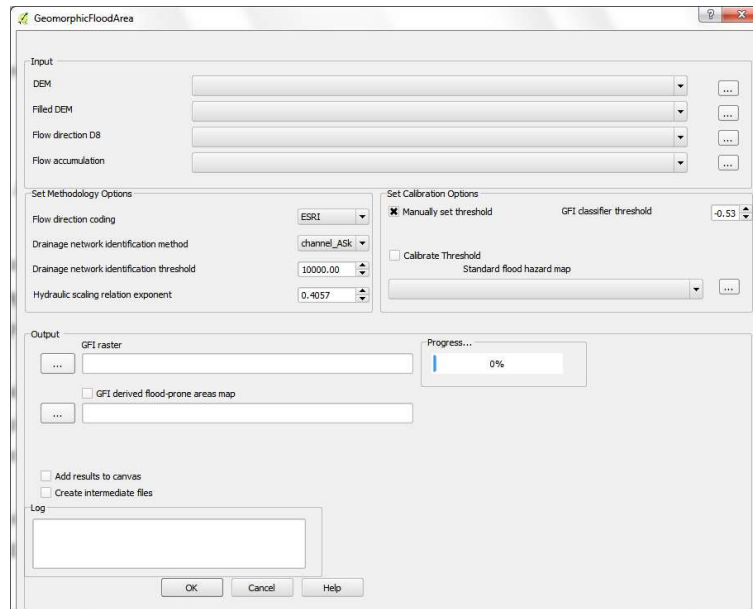


Figura 1. Interfaccia del Geomorphic Flood Area (GFA) – tool per QGIS.

REFERENCES

- Manfreda, S., Di Leo, M., Sole, A. (2011) Detection of flood prone areas using digital elevation models, *Journal of Hydrologic Engineering*, 16(10), 781-790.
- Manfreda, S., Nardi, F., Samela, C., Grimaldi, S., Taramasso, A. C., Roth, G., Sole, A. (2014). Investigation on the Use of Geomorphic Approaches for the Delineation of Flood Prone Areas, *Journal of Hydrology*, 517, 863-876.
- Manfreda, S., Samela, C., Gioia, A., Consoli, G., Iacobellis, V., Giuzio, L., Sole, A. (2016). Flood-prone areas assessment using linear binary classifiers based on flood maps obtained from 1D and 2D hydraulic models. *Natural Hazards*, Vol. 79 (2), pp 735-754, 2015.
- Samela, C., Manfreda, S., Paola, F. D., Giugni, M., Sole, A., Fiorentino, M. (2016). DEM-Based Approaches for the Delineation of Flood-Prone Areas in an Ungauged Basin in Africa. *Journal of Hydrologic Engineering*, 21(2).
- Samela, C., Troy, T.J., Manfreda, S. (2017). Geomorphic classifiers for flood-prone areas delineation for data-scarce environments. *Advances in Water Resources*, 102, 13-28.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

WHAT IF THE 25 OCTOBER 2011 EVENT THAT STRUCK CINQUE TERRE (LIGURIA, ITALY) HAD HAPPENED IN GENOA (LIGURIA, ITALY)? FLOODING SCENARIOS, HAZARD MAPPING AND DAMAGE ESTIMATION

F. Silvestro⁽¹⁾, N. Reborà⁽¹⁾, L. Rossi⁽¹⁾, D. Dolia⁽¹⁾, S. Gabellani⁽¹⁾, F. Pignone⁽¹⁾, E. Trasforini⁽¹⁾, R. Rudari⁽¹⁾, S. De Angeli^(1,2) and C. Masciulli⁽³⁾

⁽¹⁾ CIMA Research Foundation, Savona, Italy, info@cimafoundation.org

⁽²⁾ WRR Programme, UME School, IUSS-PAVIA, Italy, secretariat@umeschool.it

⁽³⁾ IREN, Genoa, Italy, posta@gruppoiren.it

During the autumn of 2011 two catastrophic and very intense rainfall events affected two different parts of the Liguria Region of Italy causing various flash floods that made 19 victims and caused a large amount of damage. The first occurred on 25 October 2011 in the eastern Liguria Region while the second occurred 9 days later, on 4 November, at about 50 km of distance and mainly affected the city of Genoa with the flooding of Bisagno creek. Both the events were characterized by very high rainfall intensities (> 100 mm/h) that persisted on a small portion of territory causing local huge rainfall accumulations (> 400 mm/6h), Figure 1.

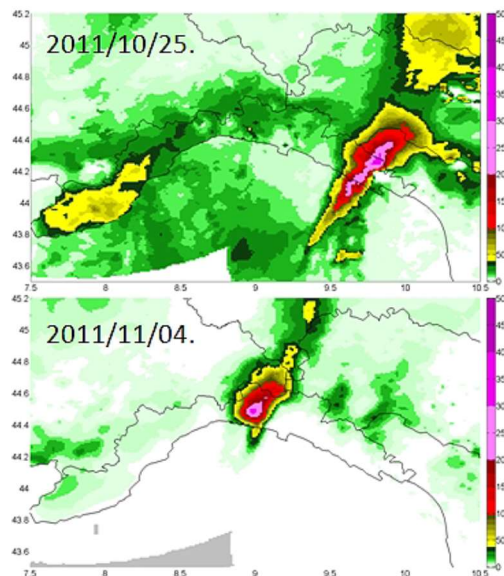


Figure 2. Comparison of the 6 h maximum accumulated rainfall (mm) for the events on 25 October 2011 (top panel) and on 4 November 2011 (bottom panel).

Two main considerations were done in order to set up this work. The first one is that various studies demonstrated that the two events had a similar genesis and similar triggering elements. The second one is that two main elements are needed to have a flash flood: a very intense and localized rainfall and a catchment (or a group of catchments) to be affected. Starting from these assumptions we did the exercise of switching the two flash flood ingredients by putting the rainfall field of the first event on the main catchment stroke by the second event that has its mouth in correspondence of the biggest city of the Liguria Region: Genoa.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

A complete framework was set up to quantitatively carry out a “what if” experiment with the aim of evaluating the consequences associated with this event.

A probabilistic rainfall downscaling model was used to generate possible rainfall scenarios maintaining the main characteristics of the observed rainfall fields while a hydrological model transformed these rainfall scenarios in streamflow scenarios. A subset of streamflow scenarios was then used as input to a 2D hydraulic model to estimate the hazard maps (Figure 2). Finally, a proper methodology was applied for damage estimation (Figure 3). This leads to the estimation of the potential economic losses and of the risk level for the people that stay in the affected area.

The results are interesting, surprising and in a way worrying: a rare but not impossible event would have caused huge damages estimated between 120 and EUR 230 million for the affected part of the city of GENOA, Italy, and more than 17'000 potentially affected people.

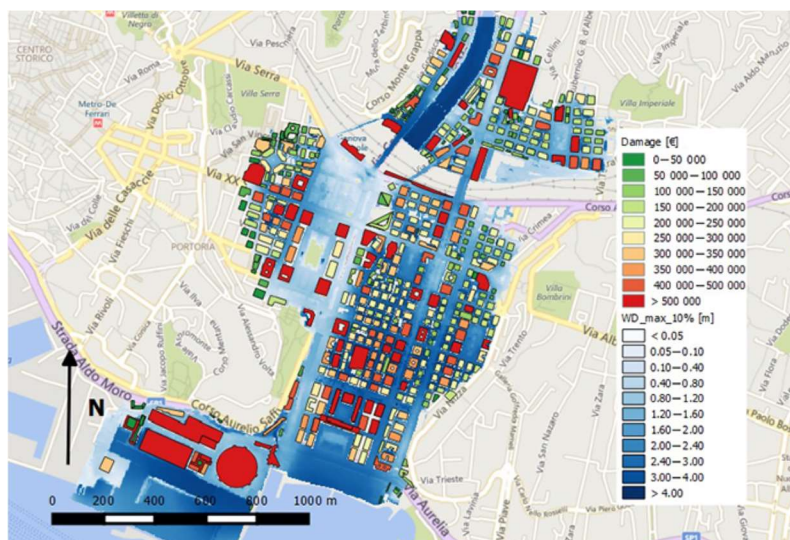


Figure 3. Example of inundation map and damage estimation. In blue scale the water level is reported. The damage is estimated at building scale in EUR; the color scale ranges from low damage (green) to high damage (red).

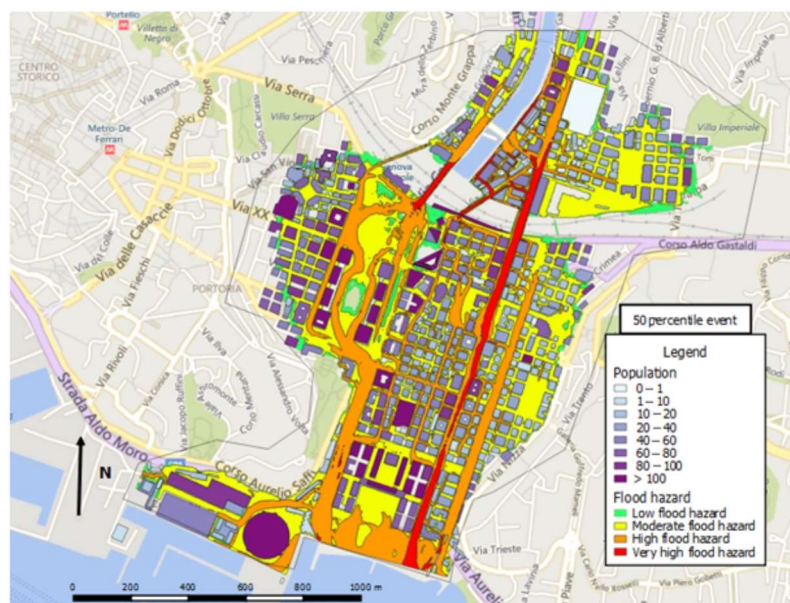


Figure 4. Hazard level map compared with population potentially involved assigned to each building.

UNA METODOLOGIA INNOVATIVA PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA IN €/m² DEL DANNO PER RISCHIO DI ALLUVIONI IN BASE ALLE LINEE GUIDA DELLA DIRETTIVA EUROPEA

Enrique Ortiz⁽¹⁾

⁽¹⁾Idrologia e Ambiente Srl, Via Stazio 66, 80123 Napoli (NA), enrique.ortiz@idrologiaeambiente.it

Nell'ambito dell'analisi e della gestione del rischio alluvioni, la Direttiva Europea 2007/60/CE, ha istituito i criteri in base ai quali redigere un Piano di Gestione contro le alluvioni. Questo contributo propone una nuova metodologia dell'analisi idrologica, idraulica, per valutare il rischio alluvioni in termini economici (€/m²) nel territorio.

La prima questione affrontata è la modellazione idrologica: Le condizioni di contorno dei modelli (idrogrammi di portata) sono state create partendo dall'associazione di un modello stocastico multivariato di eventi estremi di pioggia e un modello idrologico distribuito concettuale. La modellazione idraulica bidimensionale è stata portata a termine utilizzando un modello matematico 2D, per risolvere le equazioni di Saint Venant. Per ogni zona inondabile, si simulano cinque eventi, con un tempo di ritorno di 10, 25, 50, 100 e 500 anni. Il modello digitale del terreno utilizzato deriva da un modello di risoluzione 1x1 m ottenuto con tecnologia LiDAR, e sono stati inserite le infrastrutture idrauliche (condotte o fogne, grandi collettori, ponti, etc.). I risultati delle simulazioni idrauliche sono cinque mappe di pericolosità, corrispondenti a ogni periodo di ritorno.

Il secondo tema affrontato è l'analisi di vulnerabilità e di rischio associato alla probabilità di alluvione: il rischio di alluvione è calcolato in base a variabili idrauliche, tenendo presenti variabili di tipo economico, sociale e ambientale. Sono state determinate le curve di vulnerabilità che mettono in relazione la massima altezza d'acqua esondata con la percentuale di danno arrecato rispetto al danno massimo possibile in funzione dell'uso del suolo. Per poter convertire il danno minimo (fra 0 e 1) in danno monetario (€), queste curve sono state validate ricorrendo ai dati delle società di assicurazione. Una volta ottenute le curve di danno in base al tirante idrico (m) – danno (€), differenziate in funzione dell'uso del suolo, la densità insediativa, e le mappe di pericolosità, sono stati calcolati i danni economici relativi a ciascuno dei periodi di ritorno, ottenendo così le mappe di vulnerabilità. Essendo nota la probabilità di ricorrenza di ciascun evento alluvionale considerato, è possibile caratterizzare il rischio, stimato in termini economici, cioè in €/m², per ogni zona soggetta a esondazione.

Dal punto di vista matematico, si può procedere al calcolo del rischio, calcolandolo con la seguente equazione:

$$D = \int_{F=0}^{F=1} V(h) dF_H = \int_{h=0}^{h=\infty} V(h) f_H(h) dh$$

Dove V(h) rappresenta i danni, h rappresenta la portata di piena massima, F_H la funzione di distribuzione accumulata della portata e f_H la funzione di densità della probabilità di portata di piena. L'equazione integrale presentata in precedenza può essere approssimata dalla seguente espressione:

$$D \approx \frac{V_{10}}{2} \cdot \left[\frac{1}{T_{mm}} - \frac{1}{10} \right] + \frac{V_{10} + V_{25}}{2} \cdot \left[\frac{1}{10} - \frac{1}{25} \right] + \frac{V_{25} + V_{50}}{2} \cdot \left[\frac{1}{25} - \frac{1}{50} \right] + \frac{V_{50} + V_{100}}{2} \cdot \left[\frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right] + \frac{V_{100} + V_{500}}{2} \cdot \left[\frac{1}{100} - \frac{1}{500} \right] + V_{500} \left[\frac{1}{500} \right]$$

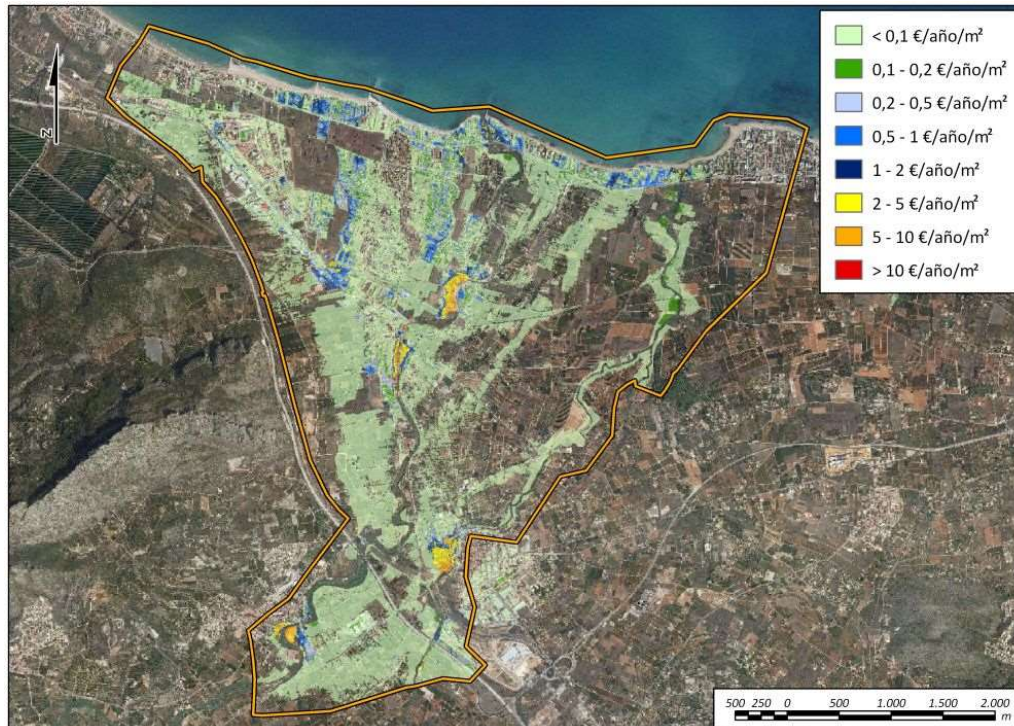
Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

Dove V_i è il valore (per ogni periodo di ritorno) del danno ottenuto per applicazione delle curve di vulnerabilità e T_{\min} il tempo di ritorno minimo per il quale non si produce lo straripamento dell'alveo in esame, ricavato dalla simulazione idraulica.



I risultati della valutazione del rischio saranno poi utilizzati nella redazione del Piano di Gestione. Il rischio in €/m² sarà di supporto per la stima dell'investimento economico che occorre mettere in atto, consentendo determinare le priorità dell'intervento in base al livello di protezione fornito in base del VAN e il TIR dell'investimento.

REFERENCES

- BARROCA B., BERNARDARA P., MOUCHEL JM. e HUBERT G. 2006. Indicators for identification of urban flooding vulnerability. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 6, pp. 553–561
- BÜCHELE B., KREIBICH H., KRON A., THIEKEN A., IHRINGER J., OBERLE P., MERZ B. e NESTMANN F. 2006. Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 6, pp. 485–503
- BUSSI G., BELLVER V., GARCÍA-BARTUAL R., FRANCÉS F., PUJOL L., GABALDÓN R., ORTIZ E., GUNA V. e ANTON J. 2011. Flash flood risk assessment following the European Water Framework Directive. The case of Marina Alta and Marina Baja (Alicante, Spain). *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 13, EGU2011-13049, 2011. EGU General Assembly, Vienna (Austria).
- FRANCÉS, F., J. I VÉLEZ, J. I., e VÉLEZ J. J. 2007. Split-parameter structure for the automatic calibration of distributed hydrological models. *Journal of Hydrology* 332, 1: 226–240.
- MERZL B., KREIBICH H., THIEKEN A. e SCHMIDTKE R. 2004. Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, pp. 153–163
- SALSÓN S. e GARCIA-BARTUAL R. 2003. A space-time rainfall generator for highly convective Mediterranean rainstorms, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, 103–114.
- SEGURA-BELTRÁN, SANCHIS-IBOR, MORALES-HERNÁNDEZ, GONZÁLEZ-SANCHIS, G. BUSSI e E. ORTIZ. 2016. Using post-flood surveys and geomorphologic mapping to evaluate hydrological and hydraulic models: The flash flood of the Girona River (Spain) in 2007, *Journal of Hydrology* Volume 541, p. 310-329. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.04.039>



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



SIMULATING DAM HYDROLOGICAL SAFETY SCENARIOS USING A BIVARIATE APPROACH BASED ON COPULAS

Angela Candela

⁽¹⁾ *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 – Palermo, e-mail: angela.candela@unipa.it*

Dams have a positive role within the water management strategies providing drinking water, hydroelectric power, flood control, recreation and many other benefits to people or local economies. However, dams can pose significant risks to people living downstream should they fail. In many cases large populations, infrastructure, jobs, and businesses are located downstream of dams. When dams fail or malfunction, they can adversely affect people, their livelihood and property. Due to increased development, dam failure consequences have become much higher in the last decades. In European countries the European Union (EU) Flood Directive 2007/60 (European Council, 2007), has been adopted and it required Member States to develop maps of flood risk areas by 2013 and risk management plans by 2015. Risk assessments also should consider all artificial structures holding water (i.e. dams and reservoirs) which represent potential sources of flooding in the case of possible failure of the structure and during operational flood control.

Dams hydrological safety assessment can be improved by bivariate flood frequency analysis as the complexity of the routing process in a reservoir requires a reliable evaluation of the entire flood hydrograph.

In this study, a procedure to assess hydrological safety of dam, both for dam overtopping and downstream flood inundation, is proposed. The procedure can be summarised as follows: (1) Derivation of complete synthetic rainfall events starting from stochastic generation by using a copula model; (2) Derivation of synthetic inflow hydrographs using a conceptual fully distributed model (3) Generation of risk scenarios for dam overtopping and downstream flood inundation.

An application of the procedure above described has been carried out and results presented for the case study of the Castello dam in Sicily, Italy.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

**ENTROPY PARAMETER ESTIMATION IN A HIGH-CURVATURE CHANNEL:
EXPERIMENTAL INVESTIGATION IN A LABORATORY FLUME****D. Termini⁽¹⁾, T. Moramarco⁽²⁾**

1 Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Aerospaziale – University of Palermo (Italy) –
Viale delle Scienze – 90128 Palermo – Italy - email: donatella.termini@unipa.it

2 Research institute for Geo-Hydrological protection, CNR – Perugia (Italy) –
Tommaso.Moramarco@irpi.cnr.it

The entropy model developed by Chiu (1988) allows to correlate the mean velocity, u_m , and the maximum velocity, u_{max} by means of a linear relationship, $u_m = \Phi(M) u_{max}$, which depends on the entropy parameter, M , characteristic of the fluvial section. This formulation was tested on several natural streams with different hydraulic and geometric characteristics (Ammari et al. 2010, Moramarco et al., 2004; Moramarco and Termini, 2015). In this paper, attention is focused on the verification of the entropic relationship between the mean velocity and maximum velocity in the presence of the forcing action due to the variable channel curvature and for different values of the aspect ratio. The analysis is conducted with the aid of experimental data collected in laboratory channels produced at the Department DICAM, University of Palermo.

The results have shown that the linear relationship between the mean velocity and the maximum velocity, defined by the entropy model, remains valid in high curvature channel in which the effect of the secondary circulation is significant. But. It has been observed that the value of the entropic parameter M tends to change as a function of the aspect ratio. The different behavior obtained for different values of the aspect ratios strongly depends on the entity of the secondary circulation.

REFERENCES

- Ammari, A., and Remini, B. (2009). Estimation of Algerian rivers discharges based one Chiu's equation, Arab J Geosc., DOI 10.1007/s12517-009-0056-y.
- Chiu C.L., (1988) Entropy and 2-D velocity distribution in open channels, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 114(7), 738-756
- Moramarco T., C., Saltalippi, V.P., Singh (2004), Estimation of mean velocity in natural channel based on Chiu's velocity distribution equation, Journal of Hydrologic Engineering., ASCE, 9(1).
- Moramarco T. and Termini D. (2015) "Entropic approach to estimate the mean flow velocity:experimental investigation in laboratory flumes". Environmental Fluid Mechanics: Volume 15, Issue 6, Page 1163-1179

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI**EARTHEN LEVEE VULNERABILITY TO SEEPAGE:
THE INFLUENCE OF ANIMAL BURROWS****Michela Rosa Palladino⁽¹⁾, Silvia Barbetta⁽²⁾,
Stefania Camici⁽³⁾, Tommaso Moramarco⁽⁴⁾**⁽¹⁾ *Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi, 24, Torino, Italy, michelapalladino@alice.it*⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ *Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council, Via Madonna Alta 126 – 06128 Perugia, Italy, s.barbetta@irpi.cnr.it, s.camici@irpi.cnr.it, t.moramarco@irpi.cnr.it*

Floods are one of the most common hazards causing severe consequences. To mitigate the hydraulic risk in flood-prone areas, different measures, among which earthen levees, may be used. Notwithstanding the proper design, realization and maintenance, longitudinal levee systems cannot eliminate the hydraulic risk entirely because extensive flooding can be the result of levee system failures, most frequently caused by the piping process due to seepage (Mazzoleni et al., 2014).

The description of the seepage line is affected by the difficulty of estimating the hydraulic parameters, mainly the soil hydraulic conductivity, K_s . For this reason, a simple method for a quick analysis of extended levee systems was proposed by Camici et al. (2015). The method is based on a simple vulnerability index and fragility curves estimate and recently it has been enhanced and used to derive vulnerability diagrams easily applicable for seepage vulnerability estimate (Barbetta et al., 2017).

The above procedure provides the seepage probability for undamaged levees, however, it is well known that the mechanical degradation associated to the activity of wild animals is one of the main causes of levees deterioration (Orlandini et al., 2015). Therefore, estimating the effects of discontinuities within the earthen structures is fundamental to avoid levee vulnerability underestimation and to prevent sudden and dangerous failures.

The present study investigates how the seepage probability may increase and, hence, the vulnerability, due to the presence of discontinuities. To this end a simple procedure based on two main steps is developed:

- 1) first, the levee vulnerability to seepage is assessed by using the procedure proposed by Camici et al., (2015) and enhanced by Barbetta et al. (2017) assuming undamaged levee of known geometry and for a fixed water level;
- 2) the effect of discontinuities in the embankment is analysed by simulating cavities of different lengths and at different heights in the levee. The analysis is performed through the finite element code SEEP/W (GEOSTUDIO® 2012 Office) to evaluate the increase in seepage vulnerability. Specifically, the analysis identifies how the seepage line is affected by the discontinuities and estimates the new critical duration of the flood wave, i.e. the duration that produces within the damaged levee the maximum total head observed in the embankment for undamaged condition. The decrease in critical duration corresponds to an increased seepage vulnerability that is finally quantified.

The procedure is applied to 21 earthen levees along the Tanaro River, northern Italy, for a return period of 200 years and a flood duration of 24 hours. The approach of Camici et al. (2015) shows that 19% and 52% of the levees assumed undamaged, is characterized by low and mean vulnerability, respectively, while 29% is found overtopped.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

As expected, the burrows always increase the seepage probability, proportionally to the length of the cavities. Specifically, depending on the cavity position and length, 50% of levees characterized by low vulnerability moves, on average, to the mean vulnerability class, while 25% of levees in the mean class moves, on average, to the high vulnerability condition.

REFERENCES

- Barbetta S., Camici S., Bertuccioli P., Palladino M.R., Moramarco T. (2017) "Refinement of seepage vulnerability assessment for different flood magnitude in National levee database of Italy", *Hydrology Research - Special Issue Hydrology Days*, IWA Publishing, nh2017101; DOI: 10.2166/nh.2017.101.
- Camici S., Barbetta S., Moramarco T. (2015) "Levee body vulnerability to seepage: the case study of the levee failure along the Foenna stream on 1 January 2006 (central Italy)", *Journal of Flood Risk Management*, doi: 10.1111/jfr3.12137.
- Mazzoleni, M., Barontini, S., Ranzi, R., and Brandimarte, L. (2014) Innovative Probabilistic Methodology for Evaluating the Reliability of Discrete Levee Reaches Owing to Piping. *Journal of Hydrologic Engineering (ASCE)*, 20(5), 04014067
- Orlandini S., Moretti G., Albertson JD. (2015) Evidence of an emerging levee failure mechanism causing disastrous floods in Italy. *Water Res. Res.*, 51(10), 7995-8011, 10.1002/2015WR017426

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

VENICE ACQUA ALTA MULTI-TEMPORAL PREDICTION

Sara Morucci⁽¹⁾, Maurizio Ferla⁽²⁾, Gabriele Coccia⁽³⁾ and Ezio Todini⁽⁴⁾

(1) *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Via Vitaliano
Brancati 48 Roma, sara.morucci@isprambiente.it*

(2) *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Via Vitaliano
Brancati 48 Roma, maurizio.ferla@isprambiente.it*

(3) *RED (Risk, Engineering+Design) - Via Severino Boezio 10,
Pavia, Italy, gabriele.coccia@gmail.com*

(4) *Società Idrologica Italiana, Piazza di Porta San Donato, 1 Bologna
ezio.todini@gmail.com*

Sea level variation and prediction have always been very challenging issues aimed at protecting, enhancing and improving the marine environment. Sea level forecasting plays a fundamental role in coastal flooding risk prevention and loss reduction. A variety of sea level forecasting models and systems was developed in the past both as research tools and operational. Forecasting models may provide important information on the evolution of sea level phenomenon, but they are still imperfects and uncertainty on the future evolution of events plays an important role in decision-making. What is here meant by uncertainty is not the lack of a model accuracy, but the probability that an event will occur at a certain time into the future conditional on the information provided by the forecasting model ([1], [4]). To assess predictive uncertainty as well as the estimate the expected time of occurrence of a given future event, the Model Conditional Processor was used in its multi-model and multi temporal form. The derivation of the predictive distribution is essentially based on the estimation of a joint predictand-predictors distribution in the Gaussian space ([2]). The application deals with the Acqua Alta forecast in the Venice Lagoon that is increasingly exposed to the flooding risk from storm surges, sea level rise due to the combined effects of tides and seiches, worsened by significant subsidence which affected Venice in the last century ([5]).

Two forecasting models, a statistical and a numerical deterministic model have been used to predict water levels in Venice Lagoon at "Punta della Salute" using sea level gauge data provided by the ISPRA Venice department. With the aim of issuing inundation warnings, the case study analysed the capability of the forecasting system to predict the probability of overtopping a threshold as well as its time of occurrence. Probabilistic warning thresholds were set for probability of the sea level overtopping 80 cm (the level of Saint Marc square), 90 cm and 100 cm, was over 50%. Forecasts of the sea level rise within a horizon of 24 hours were issued using up to 48 hours in advance predictions, to compensate for the non concurrent time of forecast for the two models. Calibration period ranged from 20-12-2012 to 02-04-2015 and validation period from 14-09-2015 to 29-12-2015.

Figures 1, 2 and 3 represent results of the forecasting system based on the MCP uncertainty processor, for the three thresholds of 80, 90 and 100 cm during the 28-29 of October, 2015 high tide event. In each Figure (top to bottom) the first diagram represents the two single model forecasts and the MCP expected future level conditional to the models forecast compared to the observed; the second diagram sets in evidence the MCP expected future level conditional to the models forecasts compared to the observed; the third diagram shows the cumulated probability of exceeding a defined threshold; and the last diagram shows the

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

probability of the time of occurrence. Results highlight how the MCP model accurately predicts the probability of exceeding a threshold within a time horizon. It also correctly assesses the time of occurrence.

These two results are the fundamental tools allowing for rational management of warnings within the frame of an operational service aimed at reducing inconveniences and potential casualties to the general public and the tourists.

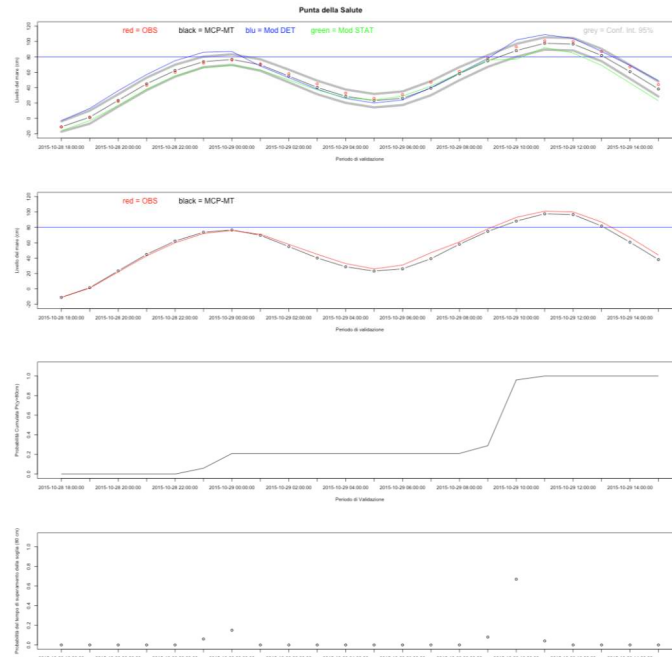


Figure 1: 28 – 29 of October, 2015 event – Threshold set to 80 cm

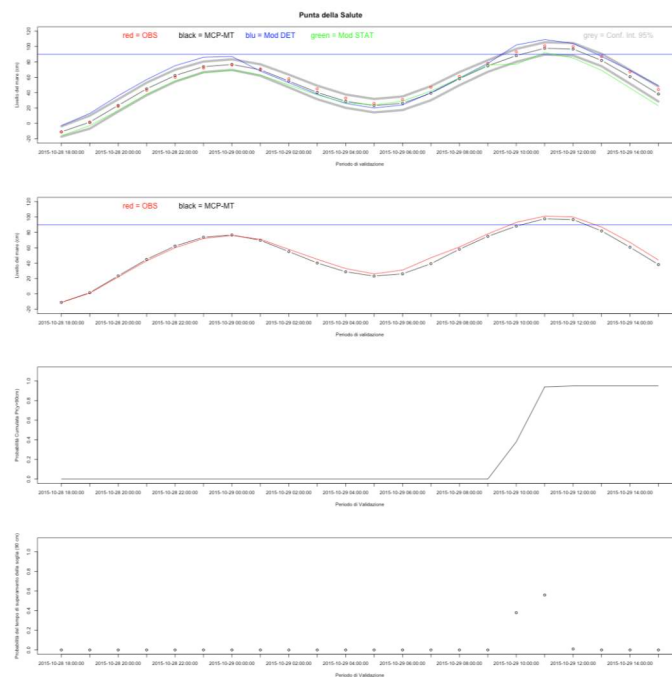


Figure 2: 28 – 29 of October, 2015 event – Threshold set to 90 cm

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

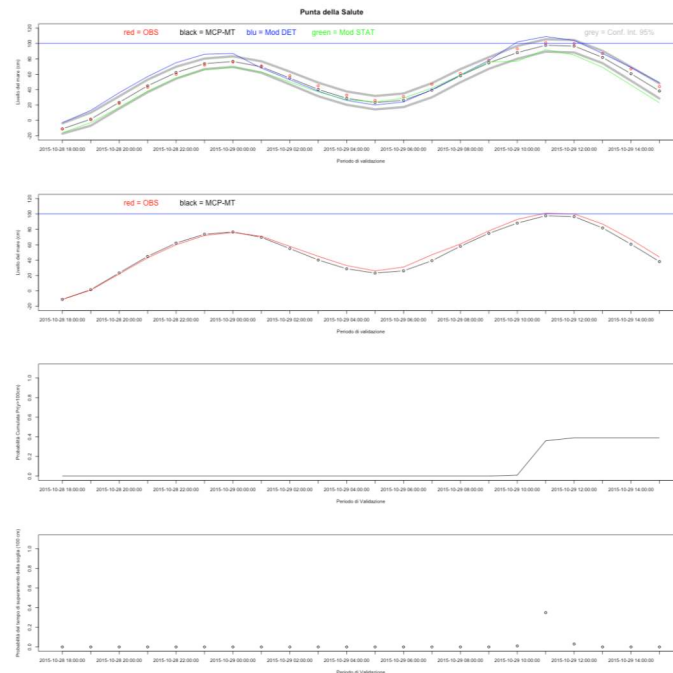


Figure 3: 28 – 29 of October, 2015 event – Threshold set to 100 cm

REFERENCES

1. Coccia G.: PhD Dissertation University of Bologna
2. Todini, E.: A model conditional processor to assess predictive uncertainty inflood forecasting, Intl. J. River Basin Management, 6 (2), 123-137, 2008
3. Todini, E.: Predictive uncertainty assessment in real time flood forecasting, Ph. C. Baveye, M. Laba and J. Mysiak (eds.), Uncertainties in Environmental Modelling and Consequences for Policy Making. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer Netherlands, Amsterdam, NL, DOI: 10.1007/978-90-481-2636-1_9, ISBN 978-90-481-2635-4, pp. 205-228, 2009
4. Neural Networks and Sea Time Series, Reconstruction and Extreme-Event Analysis, B.Tirozzi, S.Puca, S. Pittalis, A. Bruschi, S.Morucci, E. Ferraro, S.Corsini, Springer, Birkhauser ISBN 978-0-8176-4347-8
5. M.Cordella, F.Crosato, M.Ferla, D.Canesso, B.Matticchio, A. Rusconi, Tide propagation within Venice Lagoon: recent evolution trends, Accademia dei Lincei, Giornata dell'Ambiente 2016, Roma 8 Novembre 2016

PROBABILISTIC HYDROLOGICAL NOWCASTING USING RADAR BASED NOWCASTING TECHNIQUES AND DISTRIBUTED HYDROLOGICAL MODELS

M. L. Poletti ⁽¹⁾, F. Pignone ⁽¹⁾, F. Silvestro ⁽¹⁾, N. Rebora ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CIMA Research Foundation, Via A. Magliotto 2, 17100 Savona,
laura.poletti@cimafoundation.org

The exposure of the urban areas to flash-floods is particularly significant to Mediterranean coastal cities, generally densely-inhabited. Severe rainfall events often associated to intense and organized thunderstorms produced, during the last century, flash-floods and landslides causing serious damages to urban areas and in the worst events led to human losses. The temporal scale of these events has been observed strictly linked to the size of the catchments involved: in the Mediterranean area a great number of catchments that pass through coastal cities have a small drainage area (less than 100 km²) and a corresponding hydrologic response timescale in the order of a few hours (Silvestro *et al.*, 2011).

A suitable nowcasting chain is essential for the timely forecast of this kind of events. In fact meteorological forecast systems are unable to predict precipitation at the scale of these events, that are small both at spatial (few km) and temporal (hourly) scales. Nowcasting models, covering the time interval of the following two hours starting from the observation, try to extend the predictability limits of the forecasting models in support of real-time flood alert system operations.

This work aims to present the use of hydrological models coupled with nowcasting techniques. The nowcasting model PhaSt (Metta *et al.*, 2009) provides an ensemble of equiprobable future precipitation scenarios on time horizons of 1–3 h starting from the most recent radar observations. The algorithm starts from the last two rainfall maps provided by the meteorological radar, gaussianizes them, take the Fourier transform of these fields, and estimates the evolution of the Fourier phases between the two observations and generates an ensemble of possible future evolutions of the rainfall field (Figure 1).

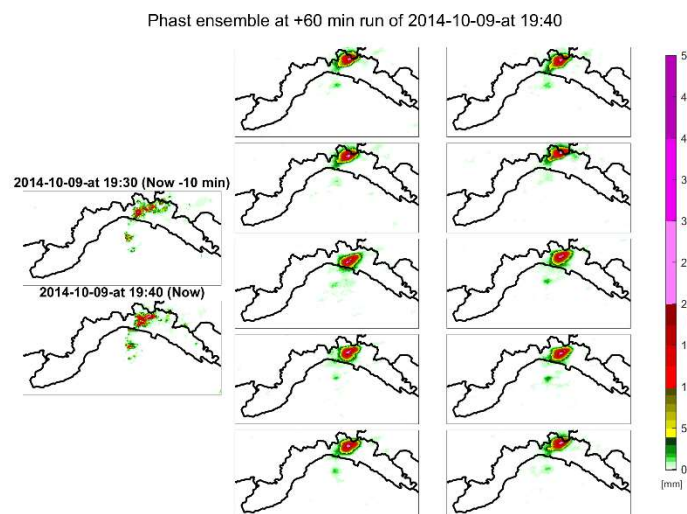


Figure 1: Rainfall ensemble produced with PhaSt (forecast of 2014-10-09 at 19:40)

The coupling of the nowcasting model PhaSt with the continuous distributed hydrological model Continuum (Silvestro *et al.*, 2013, 2015) allows to forecast the flood a few hours in

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

advance. The ensemble produced by PhaSt are the input for the Continuum model that gives as results different flood scenario (Figure 2).

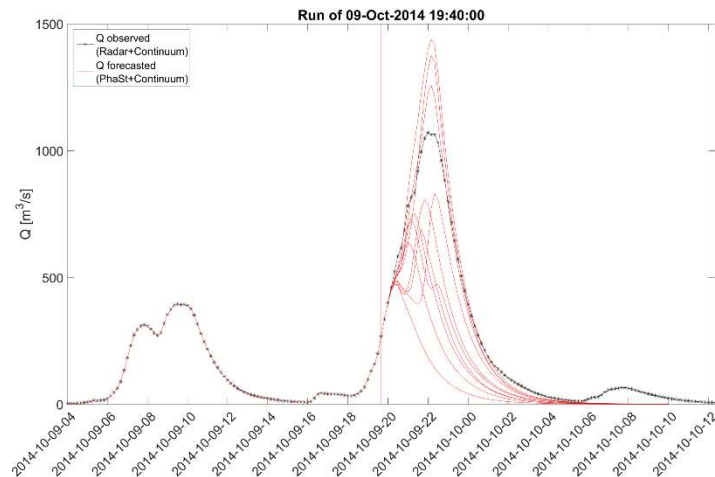


Figure 2: Discharge scenario for the forecast of 2014-10-09 at 19:40

For operational purposes the different discharge prediction for the following hours can be associated to return period maps (Figure 3)

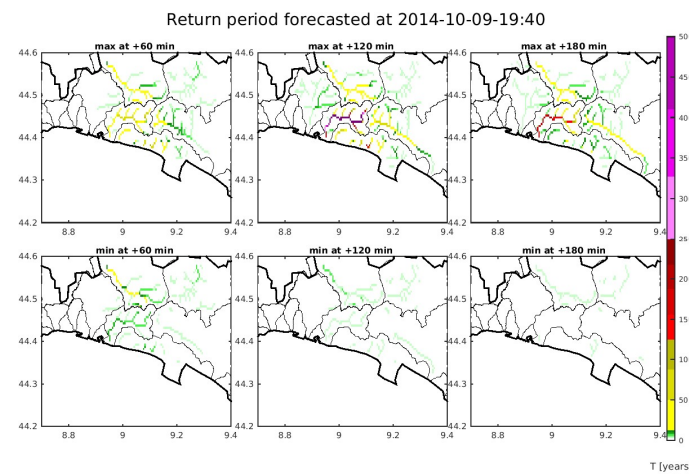


Figure 3: Return period maps: minimum and maximum forecast at 19:40 of 2014-10-09

In this way the probability of occurrence of a flood with a certain return period can be seen for more than one basin together. This is useful for a multi-catchment approach and these maps can be used as a support in the decisional process for the warning system.

REFERENCES

- Metta, S., Rebora, N., Ferraris, L., von Hardernberg, J., and Provenzale, A., "PhaSt: a phase-diffusion model for stochastic nowcasting", *J. Hydrometeorol.*, 10, 1285–1297, 2009.
- Silvestro, F., Rebora, N., & Ferraris, L., Quantitative flood forecasting on small-and medium-sized basins: a probabilistic approach for operational purposes. *J. Hydrometeorol.*, 12(6), 1432-1446, 2011.
- Silvestro, F., Gabellani, S., Delogu, F., Rudari, R., Boni, G., "Exploiting remote sensing land surface temperature in distributed hydrological modelling: the example of the Continuum model.", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 39–62, 2013.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

ANALISI DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI ESTREMI DI REGGIO CALABRIA

Giandomenico Foti⁽¹⁾ and Giuseppe Barbaro⁽²⁾

⁽¹⁾Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, Dipartimento DICEAM, Via Graziella località Feo di Vito, Reggio Calabria, giandomenico.foti@unirc.it

⁽²⁾Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, Dipartimento DICEAM, Via Graziella località Feo di Vito, Reggio Calabria, giuseppe.barbaro@unirc.it

Reggio Calabria è ubicata all'estremità meridionale della penisola italiana. Il suo territorio comunale si sviluppa per oltre 30 km lungo la sponda orientale dello stretto di Messina, si estende anche in direzione mare-monti verso il massiccio dell'Aspromonte, fino ad una quota massima di oltre 1800 m, ed è caratterizzato dalla presenza di numerose fiumare (denominazione che identifica diversi corsi d'acqua dell'Italia meridionale caratterizzati da regime torrentizio) per cui la maggior parte della fascia costiera è costituita da territori pianeggianti di natura alluvionale e di breve estensione, generati proprio dal deposito dei sedimenti trasportati dalle varie fiumare.

La presenza di numerose fiumare e la breve distanza planimetrica che separa la fascia costiera dalla montagna (con dislivelli fino a 1800 m a fronte di distanze planimetriche contenute entro i 20 km) rende il territorio di Reggio Calabria particolarmente vulnerabile agli eventi alluvionali. In tale contesto risulta di fondamentale importanza compiere analisi dettagliate degli eventi pluviometrici avvenuti in precedenza, valutando in particolare se sono avvenuti cambiamenti significativi a diverse scale temporali.

Nella memoria vengono analizzati gli eventi idrologici estremi avvenuti nell'ultimo secolo a Reggio Calabria: allo scopo sono stati esaminati i massimi annuali delle piogge di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, i massimi annuali delle piogge di durata inferiore all'ora ed i valori delle piogge medie giornaliere e mensili presenti nella banca dati del Centro Funzionale Multirischi della Calabria (Arpacal), relativi alle stazioni presenti nel territorio comunale di Reggio Calabria ed a poca distanza da esso (Reggio Calabria, Arasì, Catona, Cardeto, Sant'Alessio in Aspromonte, Gambarie d'Aspromonte). L'analisi è stata condotta sia con riferimento all'intera serie temporale sia suddividendo tale serie in intervalli di 10 anni ciascuno.



Fig. 1 – Limiti comunali di Reggio Calabria e principali corsi d'acqua presenti.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

RIVER MONITORING IN ISOLATED AREAS

Tullio Tucciarelli⁽¹⁾, Marco Sinagra⁽¹⁾, Fabio Filianoti⁽²⁾ and Vincenzo Sammartano⁽²⁾

⁽¹⁾Università di Palermo, V.le delle Scienze, 90128 Palermo, Italy tullio.tucciarelli@unipa.it

⁽²⁾Università Mediterranea di Reggio Calabria, Via Graziella Loc. Feo di Vito, 89122 Reggio Calabria, Italy filianoti@unirc.it

Monitoring water stage and discharge hydrographs in rivers is fundamental for water management and flood protection. Recently the hydrodynamic analysis of stage hydrographs recorded with high sampling frequency in two different river sections has been successfully used for discharge hydrograph estimation ([1],[2]). The proposed technique is especially useful during floods, or for basins located in areas with torrential hydrological regime, where existing rating curves are quite unreliable for high water stage values.

A limit of the proposed procedure is that it is based on the use of sensors measuring water level data with intervals of a fraction of a minute, in order to get the time lag and the celerity of the flood wave crossing the two gauged sections. Moreover, the two gauged sections are often located in very isolated areas, where the use of solar panels is discouraged by robbery or vandalism.

In order to guarantee the availability of the required energy, including the energy for long distance transmission and control, a special device is proposed. The device is made by a very small Banki-type turbine [3], located along with the electric generator inside a sealed impermeable case. A small 'tail' pipe follows the case, that is linked by a cable to a fixed structure, like the pier of a bridge. The water enters inside the case, crosses the impeller of the turbine and returns in the main stream from the end of the pipe. The energy saved by the water flow moving inside the pipe instead of moving inside the river stream is partially changed by the turbine in mechanical energy and by the generator in electricity. A small battery is finally used to store the produced energy. The battery and the data-logger are connected to the generator through a wire supported by the cable.

An example of the proposed device is designed for a specific case. The main parameters are computed assuming the use of a radar sensor located below a bridge and measuring a new water stage value every 15s.

REFERENCES

- [1] Spada, E., Sinagra, M., Tucciarelli, T., Biondi, D. Unsteady state water level analysis for discharge hydrograph estimation in rivers with torrential regime: The case study of the February 2016 flood event in the Crati River, South Italy (2017) *Water (Switzerland)*, 9 (4), art. no. 288.
- [2] Spada, E., Sinagra, M., Tucciarelli, T., Barbetta, S., Moramarco, T., Corato, G. Assessment of river flow with significant lateral inflow through reverse routing modeling (2017) *Hydrological Processes*, 31 (7), pp. 1539-1557.
- [3] Sinagra, M., Sammartano, V., Morreale, G., Tucciarelli, T. A new device for pressure control and energy recovery in water distribution networks (2017) *Water (Switzerland)*, 9 (5), art. no. 309.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

GLI IMPATTI DEL PLUVIAL FLOODING IN AMBITO URBANO. VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO DEL SISTEMA FOGNARIO

Carmela Apreda⁽¹⁾

⁽¹⁾DiARC - Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, via Monteoliveto 3, Napoli, carmela.apreda@unina.it

Tra i vari fenomeni connessi al cambiamento climatico che possono interessare le città, i fenomeni di inondazione rappresentano una minaccia rilevante in relazione agli impatti determinati sulla popolazione e sul sistema costruito. Generalmente si verificano in occasione di eventi di precipitazione eccezionali (piogge brevi e intense o persistenti), ma in ambito urbano anche eventi non estremi possono determinare situazioni di potenziale pericolo.

In generale, un evento di precipitazione può configurarsi come *hazard*, ovvero come fenomeno distruttivo in grado di costituire una potenziale minaccia, laddove vengano eguagliati o superati determinati valori dei parametri climatici. Tuttavia, diversi eventi alluvionali o di allagamento urbano, alcuni riconosciuti anche come “disastri naturali” (alluvione di Sarno e Quindici, 1998; nubifragio a Napoli, 2001; alluvione di Atrani, 2010; alluvione di Genova, 2011; alluvione di Benevento, 2015; ecc.) non sono riconducibili esclusivamente a variazioni naturali. A parità di *hazard*, determinate caratteristiche politiche, economiche, territoriali, sociali e culturali, frutto sia delle condizioni di contesto che delle scelte fatte dalla comunità nel corso del tempo, hanno incrementato la vulnerabilità della popolazione e del costruito e il livello degli impatti risultanti. Di conseguenza, gli impatti relativi agli eventi di precipitazione sono legati più alle peculiarità degli elementi e sistemi colpiti che non all'evento in sé, che può portare alla formazione di disastri se esistono condizioni tali da trasformarlo in una minaccia concreta.

In ambito urbano, i previsti aumenti di frequenza e intensità degli eventi di precipitazione si combinano con particolari caratteristiche del sistema urbano che, alterando il ciclo idrologico naturale, comportano l'insorgere di fenomeni di allagamento. Tra questi, i fenomeni connessi alla mancata infiltrazione delle acque nel suolo, con episodi di ristagno superficiale e *runoff* prima di raggiungere i corsi d'acqua o i sistemi di drenaggio già sommersi, assumono la denominazione di *pluvial flooding*. Tale fenomeno, talvolta, può sommarsi ad altri episodi di allagamento, di tipo costiero, fluviale o da acque sotterranee e fognarie, in relazione alle specificità del contesto.

Tra le cause principali di formazione del *pluvial flooding*, oltre l'assenza di superfici permeabili, è annoverata l'inefficienza del sistema fognario, dovuta sia all'obsolescenza delle condotte, ormai non più adeguate alle portate pluviali attuali e future, sia alla scarsa manutenzione. Di conseguenza, è molto frequente la combinazione con i fenomeni di *groundwater flooding*, che comportano spesso l'insorgere di acque nere provenienti da condotte uniche, con i relativi effetti negativi sulla salute e sulla qualità delle acque. Inoltre, tra gli impatti diretti più rilevanti vanno segnalati anche la mortalità e i danni fisici ad edifici e proprietà, mentre tra gli indiretti sono compresi l'interruzione delle attività economiche e della mobilità e l'innesco di frane e valanghe.

Alla luce di tali considerazioni, si ritiene fondamentale l'analisi della portata delle reti fognarie, allo scopo di verificare la risposta infrastrutturale del sistema urbano ad eventi



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



estremi di precipitazione e proporre eventuali soluzioni di adattamento. Pertanto, in aggiunta alla caratterizzazione dell'hazard secondo differenti scenari di evento, si propone un processo di valutazione della vulnerabilità della rete fognaria (rete pluviale) attraverso il calcolo dell'indicatore di capacità di smaltimento del sistema fognario, ottenuto mediante la perimetrazione di bacini scolanti. Tale indicatore, risultante dal rapporto tra portata delle condotte (Q_C) e portata pluviale (Q_P), restituisce il comportamento della rete in relazione ad uno specifico evento di precipitazione preso in esame.

La successiva sovrapposizione delle mappe di vulnerabilità del sistema fognario alle mappe di hazard evidenzia specifiche aree ed elementi soggetti ad episodi di allagamento ricadenti in bacini caratterizzati da un determinato valore di vulnerabilità della rete fognaria.

Tale processo, facilmente trasferibile in contesti diversi tra loro, è stato applicato concretamente al caso studio di Napoli est per testarne l'efficacia e la validità.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

THE RELIABILITY OF ENTROPY APPROACH FOR DISCHARGE ASSESSMENT AT SOME GAGE RIVER SITES IN TUSCANY: A CASE STUDY**Francalanci S⁽¹⁾, Barbetta S⁽²⁾, Moramarco T⁽³⁾, Paris E⁽⁴⁾ and Solari L⁽⁵⁾**

⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ *Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Firenze, simona.francalanci@dicea.unifi.it, eparis@unifi.it, luca.solari@unifi.it*

⁽²⁾⁽³⁾ *IRPI - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Perugia, silvia.barbetta@irpi.cnr.it, tommaso.moramarco@irpi.cnr.it*

Reliable estimate of high flow discharge is a difficult task in natural rivers: direct measurements of flow velocity during flood events can be very challenging, in terms of time, human resources, reliability of the instrumentation, rapid or flash flood events. For these reasons, the available direct measurements of flow velocities for high stages are very precious data for calibrating rating curve in monitoring cross-sections. Moreover, these data can be used for testing the methodology based on the entropy theory (Chiu, 1991) which allows predicting the flow discharge, knowing the value of surface flow velocity, u_{surf} , only (Moramarco et al, 2004), which can be measured during high flood event by leveraging no-contact technology.

In this work, we test the entropy approach using the available dataset surveyed in the last decade along some gage river site in Tuscany (Francalanci et al, 2013). Specifically, from 2006 a field monitoring activity was carried out in four gage stations, namely: Arno at Uffizi in Florence, Arno at Rosano upstream of Florence, Versilia at Ponte Tavole close to the Tirrenian Sea, Magra at Barbarasco bridge. The objective of this work is threefold. First, to evaluate the correlation between mean and maximum velocity. The second objective is to analyse the velocity index, k , defined as the ratio between the depth-averaged velocity, u_{vert} , and the surface velocity u_{surf} , i.e. $k = u_{vert}/u_{surf}$. The last target is to investigate the error in estimating the discharge from the sampling of the surface velocity only.

The correlation between the maximum velocity and the averaged velocity during a single survey campaign showed a good fitting, allowing the estimate of the entropy parameter, M , for each cross-section. This parameter is found constant for any flow conditions, so its value can be extrapolated from lower to higher flow values, where measurements are lacking. The M value is lower at Rosano site ($M=0.87$ $R^2=0.7$) showing a more high roughness condition than the other three sites' one, whose M value is quite similar and equal to 3.8 ($R^2>0.9$), on average.

The velocity index, k , is investigated in the four cross-sections and the value ranges from 0.8 to 0.95, according to the inverse of aspect ratio (W/D), with W the channel width and D the flow depth. A good agreement with previous results by Moramarco et al. (2017) is found, showing a weak decreasing of the k dependence with the aspect ratio W/D , as depicted in Figure 1.

Current developments include a comparison between flow discharges measured at the monitoring stations and the corresponding estimates using the entropy approach.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

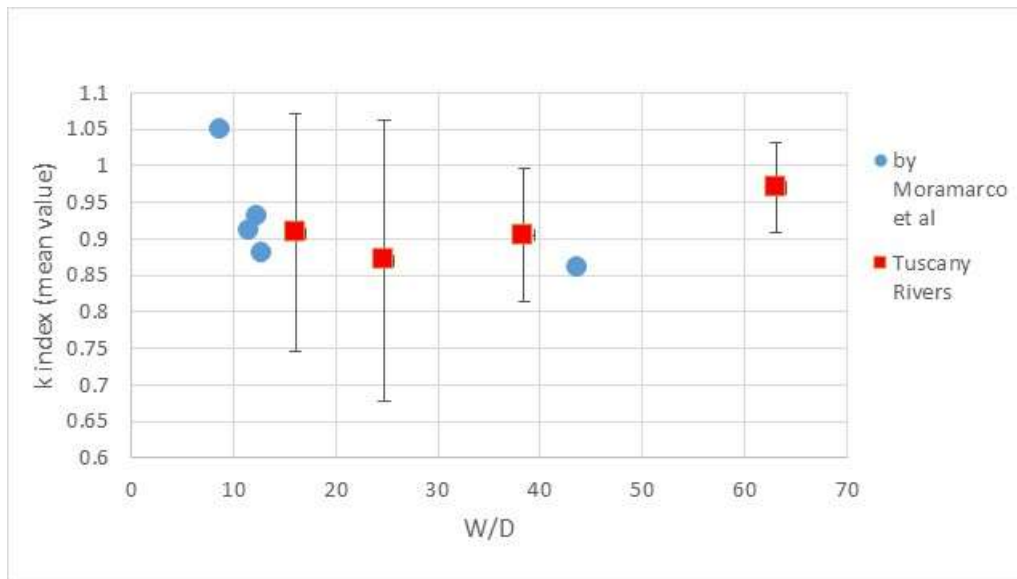


Figure 1 – Mean velocity index, k , for the four selected river cross-sections, compared to data from Moramarco et al. (2017). For Tuscany Rivers deviation standard is reported.

REFERENCES

- Chiu, C.L. Application of Entropy Concept in Open-Channel Flow Study. (1991) *J. Hydraul. Eng.*, 117, 615–627.
- Francalanci S., E. Paris, and L. Solari (2013), “A combined field sampling-modeling approach for computing sediment transport during flash floods in a gravel-bed stream”, *Water Resour. Res.*, 49, 6642–6655, doi:10.1002/wrcr.20544.
- Moramarco T., Barbetta S., Tarpanelli, A., (2017). From surface flow velocity measurements to discharge assessment by the entropy theory. *Water*, 9(2), 120.
- Moramarco, T., Saltalippi, C., Singh, V.P.(2004) Estimation of mean velocity in natural channels based on Chiu’s velocity distribution equation *Journal of Hydrologic Engineering*, 9 (1), pp. 42-50.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

A NEW METHOD FOR THRESHOLD SELECTION IN POT FLOOD FREQUENCY ANALYSIS: APPLICATION TO SICILIAN CATCHMENTS

Iolanda Borzi⁽¹⁾, Brunella Bonaccorso⁽¹⁾, Alberto Viglione⁽²⁾, and Giuseppe Tito Aronica⁽¹⁾

⁽¹⁾*Department of Engineering, University of Messina, Messina, Italy (iborzi@unime.it)*

⁽²⁾*Vienna University of Technology, Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Vienna, Austria*

In the present study, a new approach for flood peak event separation from discharge time series is presented. The proposed method arises from the need to establish an objective procedure for threshold value definition in Peak Over Threshold (POT) frequency analysis. POT analysis is, in fact, considered a valid alternative to Block Maxima (BM), providing that a proper threshold, able to identify independent events, is selected. In addition, a further source of complexity stems from the fact that in many hydrological applications, such as flood frequency analysis, thresholds are usually site-specific, which could result in a strong limitation when comparing the flood responses of different river basins within a large geographical area.

In particular, this new method is based on the theory of stochastic processes in the frequency domain, which can provide a meaningful description of the statistical characteristics of the series.

A modified POT frequency analysis, based on this new approach, is applied to mean daily flow time series, recorded in a few Sicilian hydrometric stations, and compared to BM analysis. First, a trend analysis is carried out through the Mann-Kendall test to detect possible non-stationarities in the series. Then BM and POT methods are applied by fitting GEV and GPD distributions to respectively annual maxima peak flow data and peak over threshold flow data for the same stations. Then, a comparison is made between simulated and observed quantiles by Q-Q plots. The derived results reveal a better performance of the modified POT method compared to the traditional BM method.

The advantages of the modified POT method with respect to traditional POT, lie in the fact that it establishes a robust procedure for the separation of independent events in time series, by means of the analysis in the frequency domain, and, mostly, because the choice of the threshold for the selection of significant events in each series is no longer arbitrary.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

PRECIPITATION ESTIMATION THROUGH SATELLITE SYSTEM OVER THE MAJOR MEDITERRANEAN ISLANDS

Caracciolo D⁽¹⁾, Francipane A⁽²⁾, Viola F⁽¹⁾, Deidda R⁽¹⁾, Noto LV⁽²⁾

(1) *Università degli studi di Cagliari, Via Marengo, 2, Cagliari,*

email: caracciolo@unica.it, viola@unica.it, rdeidda@unica.it

(2) *Università degli studi di Palermo, Viale delle Scienze, Palermo,*

email: antonio.francipane@unipa.it, leonardo.noto@unipa.it,

Reliable and accurate precipitation measurements and/or estimations are important to monitor and control disasters as well as to manage water resources. For these reasons, obtaining accurate precipitation has always been challenging for scientists and practitioners. The instruments currently adopted to measure precipitation are mainly ground point sensors (i.e., raingauges), ground areal sensors (i.e., weather radar), and satellite-based sensors. Among these, the satellite-rainfall estimate systems are able to retrieve data from large areas with a regular spatial coverage, thus can provide low-cost information even in those regions where other kinds of rainfall measurements are not available for several reasons (i.e., scarcely populated areas or underdeveloped economic countries). The Global Precipitation Measurement (GPM) is the most recent satellite mission; it is an international constellation of satellites including one Core Observatory satellite and approximately ten partner satellites. The extent to which these estimates are reliable depends on their fitting to measure data.

In this study we evaluate the performances of satellite-precipitation GPM products for different time and space scales in two target areas (Sardinia and Sicily, the two major islands of Italy), which are located in the Mediterranean Sea and are characterized by complex morphology, and thus can be considered as interesting test sites for European mid-latitude area. Different GPM products with the same spatial and time resolutions have been chosen for the analyses. Evaluations are performed for the 2015-2016 period by comparing GPM products with rainfall measurements provided by the raingauges network of the two Islands and by using statistical and graphical tools.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

VELOCITY-BASED APPROACH FOR ESTABLISHING A VARYING TIME OF CONCENTRATION: A STUDY IN THREE MEDITERRANEAN COUNTRIES

Eleni Maria Michailidi⁽¹⁾, Sylvia Antoniadi⁽²⁾, Antonis Koukouvinos⁽³⁾, Baldassare Bacchi⁽⁴⁾ and Andreas Efstratiadis⁽⁵⁾

⁽¹⁾⁽⁴⁾ *DICATAM, Università Degli Studi di Brescia, Via Branze 42, 25123 Brescia, Italy,
e.michailidi@unibs.it*

⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾ *Department of Water Resources and Environmental Engineering, School of Civil
Engineering, National Technical University of Athens, Heroon Polytechniou 5, GR-157 80,
Zographou, Greece*

The time of concentration, t_c , has a crucial role in hydrological design, as an essential input of rainfall-runoff modelling. In common practices it is considered as a characteristic property of the watershed, even though theoretical proof and empirical evidence imply that it is a function of flow, and thus varies within the same basin. Here, we implement a velocity-based approach, partially integrated in a GIS environment and show that the relation between t_c and runoff intensity for a basin is approximated almost perfectly by a power-law function. The coefficient of this relation depends on the length and mean slope of the main stream and the exponent shows a small variability within the tested basins. Next, we propose a regional formula for the estimation of t_c that is a function of runoff intensity, as well as, key geomorphological characteristics of the basin, calibrated and validated in a number of Mediterranean river basins in Greece, Italy and Cyprus. Lastly, we propose its adaptation in flood modelling, in particular in the SCS-CN method, using a parametrised Synthetic Unit Hydrograph (SUH) whose shape is dynamically adjusted according to the runoff produced during the flood event. The proposed methodology is tested in a number of observed flood events with very satisfying results in the majority of the cases.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

FLOOD NOWCASTING PROCEDURE FOR SMALL AND VERY SMALL BASINS

F.Martina⁽¹⁾, F.Giannoni⁽²⁾, and F.Silvestro⁽³⁾

⁽¹⁾ARPAL, Via Bombrini 8 Genova, federica.martina@arpal.gov.it

⁽²⁾ARPAL, Via Bombrini 8 Genova, francesca.giannoni@arpal.gov.it

⁽³⁾CIMA Foundation, via Magliotto 2 Savona, francesco.silvestro@cimafoundation.org

The forecasting of precipitation events and flash floods are critical for civil protection. In recent years, the Liguria Region of Italy has been affected by several flash floods that have caused significant losses in the form of damage to property, infrastructure and the environment; loss of livelihoods; and the loss of human life. The Region is a hilly and mountainous area located along the coast of the Ligurian Sea and has a number of small and very small basins that are heavily urbanized and subject to the impacts of flash floods. The temporal and spatial resolution of weather radar data as the input for nowcasting models has shown significant promise in improving forecasts in recent years. The goal of this work is to develop and evaluate a radar-based flood nowcasting chain for small and very small basins in Liguria region. The procedure uses a spectral-based nonlinear stochastic precipitation nowcasting model (PhaSt) combined with a conceptual Nash rainfall-runoff model.

In the Liguria region, at the moment 196 basins were identified and categorized as "small" or "very small" by the Hydro-Meteorological Monitoring Centre of the Liguria Region (CFMI-PC). Even though these basins are located all across the Liguria region (but mainly along the coast) on foothills, hillsides and mid-mountain terrain, they generally are similar in terms of drained area, relief, geomorphology, geology and land-use. Most of the basins in Liguria have drained area ranging between $10^1 - 10^2$ km². However, those classified as small and very small drain area smaller than 10 km². High intensity precipitation events create the conditions for flash floods since the steep slopes of these basins accelerates overland flow velocity reducing the response time and increase the peak discharge. For each basin pre-alarm and alarm discharge thresholds were identified, related to the most critical sections. The hydrological chain was tested in 70 strong rain events from 2006 to 2014. Results show good performances in term of capacity to individuate flooded areas, in particular when damaged areas are delimited. Use of radar precipitation nowcasting model to forecast discharge peak allows us to have an early warning, particularly important for very small catchments characterized by flash floods. CFMI has been using operatively this nowcasting chain since 2013 for monitoring purposes and supporting regional Civil Protection activities. The model has been using as a prototype by municipalities of Genova since 2015 and Spotorno since 2016. From this collaboration with local municipalities discharge thresholds were improved due to the direct feedback in case of severe events.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

OPERATIVE RAINFALL THRESHOLDS FOR REAL-TIME PHONE WARNING SYSTEM: AN OPERATIVE CASE STUDY

Federica Martina⁽¹⁾, Fabio Gardella⁽²⁾, and Angelo Forestieri⁽³⁾

⁽¹⁾ ARPAL Regional Environment Protection Agency, Via Bombrini 8, Genova,
federica.martina@arpal.gov.it

⁽²⁾ ARPAL Regional Environment Protection Agency, Via Bombrini 8, Genova,
fabio.gardella@arpal.gov.it

⁽³⁾ CIMA Research Foundation, Via Magliotto 2, Savona, *angelo.forestieri@cimafoundation.org*

Meteorological and hydrological daily forecast and the related alert bulletin emission is the main asset of the Meteo-hydrological functional Center of Civil Protection (CFMI-PC) of Liguria, Italy. In the case of hydrogeological alert emission, during its validity time, the meteorologists and hydrological staff monitor precipitations real-time evolution and their impact on the territory, supporting Regional Civil Protection System.

If no hydrological level of criticality is forecasted and therefore no alert is emitted, CFMI-PC staff does not monitor meteo-hydrological conditions in real time but it is on “standby duties”. An automatic phone alarm system activates the off-duty CFMI-PC staff (but on “standby duties”) when registering rainfall with strong intensity that could trigger damages on the territory such as floods and landslides, in order to supervise the meteo-hydrological conditions and to lead Regional Civil Protection actions.

The automatic phone alarm system used by CFMI-PC for a few years is based on overcoming rainfall intensities thresholds on 0.5, 1 and 3 hours observed in real-time by a meteorological network, named OMIRL – “Osservatorio Meteo-Idrologico della Regione Liguria”. In order to cover all the possible scenarios, a secondary alarm system based on the hydrometric level of the water surface in the instrumented rivers have been implemented. These systems arise from the need to activate the Regional Civil Protection System during potentially critical hydrogeological scenarios which are not forecasted and not covered by alert bulletin on going. They become essential especially in case of extreme events outside the CFMI-PC service time.

The analysis of the maximum rainfall observations recorded during extreme events with damages occurred in Liguria in the years 2005 – 2015, has shown the limits of the precipitation alarm system by means of constant thresholds, independent of soil moisture conditions and constant all over the region. These limits arise in the fact that an event with the same damage (eg. flooding) can be triggered by precipitations with different intensity and duration depending on the characteristics of the areas and the saturation conditions of the soils.

The present work proposes a new rainfall thresholds system, more complex than the constant thresholds one, which takes more into account the hydrological variables that cause damage scenario. In fact, the new rainfall intensity thresholds consider the dependence from the antecedent precipitations used as an indicator of soil moisture conditions differently for each regional warning area.

The new set of thresholds, iteratively identified and based on a false alarm analysis, shows better statistical performance in validation than the constant thresholds system currently in



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

use at the CFMI-PC. For this reason, it will be experimentally tested in the next rainfall season in Liguria.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



NONSTAZIONARIETA' DEI MASSIMI ANNUALI DI PRECIPITAZIONE IN PUGLIA

V.Totaro⁽¹⁾, A. Gioia⁽²⁾, and V. Iacobellis⁽³⁾

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ *Politecnico di Bari, DICATECh, Via E. Orabona n.4, Bari (BA), vincenzo.totaro@poliba.it*

Un ampio dibattito internazionale e le, ormai, più o meno recenti innovazioni normative rendono inevitabile una riflessione ed un approfondimento in merito alle strutture teoriche e metodologiche usualmente impiegate in ambito idrologico per la previsione degli eventi estremi. A questo proposito è riscontrabile nella recente letteratura nazionale e internazionale un necessario interesse della comunità scientifica verso la rivisitazione delle ipotesi di stazionarietà ed indipendenza delle variabili idrologiche tradizionalmente utilizzate nella previsione. Tali proprietà, non sempre chiaramente riscontrabili nelle serie storiche osservate, sembrano costituire il fulcro della interpretazione probabilistica negli aspetti connessi con cambiamenti di diversa natura che influenzano i fenomeni idrologici a scala di bacino, come le modificazioni nell'uso del suolo e i cambiamenti climatici. Come già ampiamente documentato in letteratura, l'assunzione di non-stazionarietà può portare ad una rideterminazione di grandezze progettuali fondamentali per la protezione idraulica del territorio, quali il tempo di ritorno e il rischio idraulico. Di notevole interesse è il conseguente aggiornamento della struttura inferenziale nell'implementazione delle tecniche di analisi regionale, che per loro stessa natura hanno implicazioni rilevanti sia dal punto di vista normativo che progettuale.

In questo studio si è indagato il comportamento non-stazionario delle serie storiche dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere in Puglia, utilizzando per l'analisi una distribuzione degli eventi estremi il cui parametro di posizione è stato considerato variabile nel tempo. Ciò al fine di valutare l'adattabilità del modello inferenziale all'area in esame, esaminando l'incertezza associata alla rimozione della ipotesi di stazionarietà, e di valutare l'entità della rideterminazione delle grandezze di interesse idraulico e progettuale.

SHELTER: Safeguard the Habitat of Earthen Levee Through an Eco-hydraulic Remediation.

Pennisi V.⁽¹⁾, Cancelliere A.⁽²⁾, Musumeci E.R.⁽³⁾, Foti E.⁽⁴⁾, McLelland S.J.⁽⁵⁾

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ *Dipartimento Ingegneria Civile ed Architettura, Università degli studi di Catania Viale Andrea Doria 6, 95131 Catania*

(1) pennisivaleria@gmail.com; (2) acance@dica.unict.it; (3) rmusume@dica.unict.it; (4) efoti@dica.unict.it.

⁽⁵⁾ *School of Environmental Sciences, University of Hull, Cottingham Road, Hull, HU6 7RX (5) s.j.mclelland@hull.ac.uk*

The failure of levees is one of the main causes of flooding that generates costly damages every year.

Such failures of this earthen structure could be linked to different phenomena; for example, seepage dynamics induced by the changing river water level during floods can lead to levee failure if combined with internal erosion. This process is much faster if the status of the structure is deteriorated.

Until now, the levees vulnerability has been studied only considering hydraulic and geotechnical approaches.

However, burrowing animals and vegetation may negatively affect the hydraulic performance and often the structural integrity of levees and earthen dams.

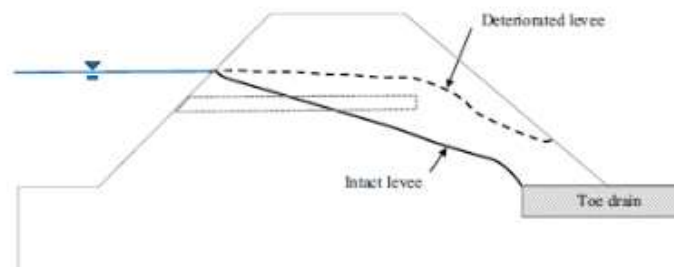


Figure 4: Comparison between traced phreatic surface for intact and deteriorated levees (Saghaee et al., 2015)

Thus, the evaluation of the vulnerability of earthen structures must be carried out taking into account also the presence of biological components.

The present research project aims to investigate the performance of a deteriorated earthen structure, considering the simultaneous combination of two factors:

- Dynamic change of the river stage during floods;
- Bio-induced modification of the levee structure, focusing on the effects of burrowing animals.

The goal of the research project is to quantitatively assess the influence of biological component on the structural integrity of earthen levees and to define some possible stability remediation measures and technologies.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

In particular, in order to study the vulnerability of levees by taking into account the presence of animal dens, eco-hydraulic and eco-hydrological approaches will be used.

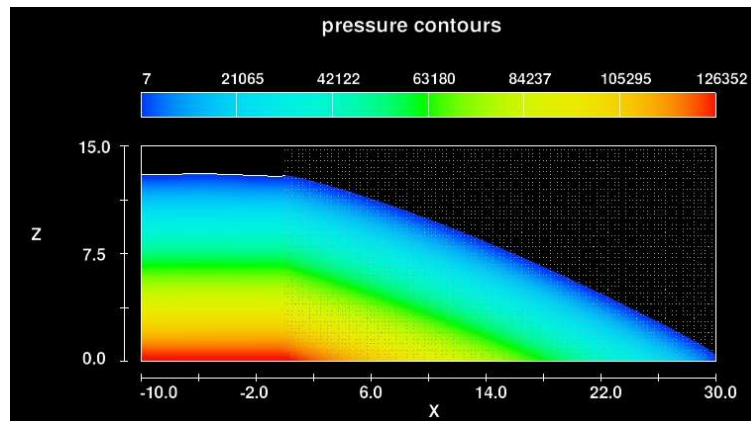


Figure 5: Numerical analysis of phreatic surface with FLOW3D

Numerical analyses will be carried out to compare the breaking mechanism of undisturbed levees with that of deteriorated levees. In this way, it will be possible to define the evolution of the phreatic line and the critical time after that the levee will break. The different burrows and burrowing behaviors of different species will be considered.

Experimental activities will be carried out at the University of Hull within the total environmental simulator, in order to physically model the failure mechanism of modified bio-levees.

The results of both the numerical and physical models will allow identifying the main failure scenarios, as a function of the local river ecosystem.

Thanks to the collaboration with TREVI s.r.l., eco-friendly retrieval technics will be defined in order to protect both the river habitat and the safety of the human activities in the floodplain.

REFERENCES

Saghaee G., Mousa A.A., Meguid M.A., (2015) "Experimental evaluation of the performance of earth levees deteriorated by wildlife activities" , *Acta Geotechnica*, 11: 83-93;



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



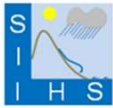
UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

SESSIONE 3

Scenari di siccità e gestione delle risorse idriche



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



PREANNUNCIO E GESTIONE DEL RISCHIO DI SICCIÀ IN UN AMBIENTE CHE CAMBIA

Alfonso Senatore

*Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria
Chimica, via P. Bucci 42/B, alfonso.senatore@unical.it*

È affrontato dapprima il tema della previsione della siccità, considerando sia approcci statistici, basati in particolare su alcuni dei numerosi indici di siccità proposti dalla comunità scientifica internazionale, sia approcci fondati sulla modellazione dei processi fisici dell'atmosfera per previsioni sul medio, lungo e lunghissimo periodo (dalla scala sub-stagionale fino agli scenari di cambiamento climatico nell'arco del XXI secolo). Una incrementata capacità previsionale permette una più adeguata pianificazione ed una più mirata gestione del rischio. La presentazione termina fornendo alcuni esempi operativi di predisposizione di linee guida per la pianificazione dell'uso della risorsa idrica in sistemi complessi e per la gestione dell'emergenza in condizioni di scarsità idrica e siccità.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

POTENZIALI IMPATTI FUTURI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLE PRECIPITAZIONI IN SICILIA: ANALISI E VALIDAZIONE DELLE SIMULAZIONI EURO- CORDEX

David J. Peres⁽¹⁾, Maria F. Caruso⁽²⁾ e Antonino Cancelliere⁽³⁾

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Via Santa Sofia, 64 – 95123 Catania djperes@dica.unict.it, mfrancesca89@hotmail.it, acance@dica.unict.it,

I modelli climatici regionali (RCM) hanno un ruolo fondamentale nello studio degli impatti dei cambiamenti climatici sui fenomeni idrologici estremi. Allo stato dell'arte attuale, molti prodotti di precipitazione e temperatura degli RCM non riescono a riprodurre in maniera sufficientemente fedele i dati osservati nel periodo storico. Al fine di migliorare le simulazioni RCM per una previsione più affidabile delle caratteristiche del clima futuro, vengono comunemente impiegate tecniche di correzione (*bias correction*), che consistono nel correggere i dati di un RCM sulla base del confronto tra le simulazioni valide per il periodo storico e i dati osservati (o di rianalisi). Tuttavia, tali tecniche hanno una limitata giustificazione da un punto di vista fisico. Si può allora pensare di non correggere i dati e di utilizzare solo le simulazioni RCM che abbiano una buona capacità di riprodurre il clima osservato, presupponendo che ciò valga anche per la previsione del clima futuro. Ovviamente, un simile approccio si rivela utile soltanto quando vi è una certa numerosità di simulazioni RCM disponibili per l'area di interesse, come nel caso delle aree facenti parte dell'Europa continentale.

Nel lavoro, l'approccio appena illustrato è applicato al fine di valutare potenziali impatti futuri dei cambiamenti climatici sulle precipitazioni in Sicilia, con riferimento a tre periodi futuri: 2011-2040; 2041-2070 e 2061-2090. Allo scopo, sono utilizzati i prodotti di precipitazione giornaliera degli RCM dell'iniziativa Euro-CORDEX, per gli scenari di emissione di gas clima-alteranti RCP 4.5 ed RCP 8.5. I cambiamenti nella precipitazione futura sono valutati attraverso indicatori internazionalmente accettati (ETCCDI), legati ad eventi estremi, e quindi indirettamente all'occorrenza di alluvioni e siccità. La significatività delle variazioni è valutata attraverso il test statistico di Wilcoxon-Mann-Whitney. I risultati sono infine presentati attraverso mappe di sintesi, che contengono l'informazione sulla media dell'ensemble dei modelli selezionati, il segno delle variazioni, la loro significatività e la loro concordanza.

Il confronto tra i dati RCM e quelli osservati a terra dall'ex Servizio Idrografico (ora Osservatorio delle Acque della Regione), indica che solo 4 su un totale di 14 prodotti RCM riescono a riprodurre in modo accettabile il clima osservato nel periodo storico. L'analisi delle proiezioni dei quattro modelli Euro-CORDEX migliori indica una generale e significativa diminuzione delle precipitazioni totali annue; al contempo si ha un aumento della lunghezza del numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia. Da ciò si può ipotizzare un potenziale aumento nel futuro di problemi di siccità e di scarsità idrica, il che suggerisce di considerare la programmazione di idonee misure di adattamento delle modalità di gestione della risorsa idrica in Sicilia.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

A NOVEL AND MULTI-HAZARD INDEX FOR THE EXTREME WEATHER EVENTS: THE EXTREME CLIMATE INDEX.

Marco Cucchi ⁽¹⁾, **Marcello Petitta** ^(1,2,3), **Sandro Calmanti** ⁽²⁾, **Elisa Arnone** ⁽¹⁾,

(1) *Amigo s.r.l., Via Flaminia 48, 00196, Roma, Italia, marco.cucchi@amigoclimate.com, elisa.arnone@amigoclimate.com*

(2) *ENEA, SSPT-MET-CLIM, Roma, Italia,*

(3) *EURAC, Institute for applied remote sensing, Bolzano, Italia*

The aim of this study is introducing the *Extreme Climate Index* (ECI) as a new index for the analysis of extreme weather events. The ECI has been designed to be an objective, multi-hazard index (e.g. Gallant et al., 2014; Gleason et al., 2008) capable of tracking changes in the frequency or magnitude of extreme weather events in African countries, thus indicating that a shift to a new climate regime is underway in a particular area.

The index has been developed in the context of XCF (*eXtreme Climate Facilities*) project lead by ARC (*African Risk Capacity*, specialized agency of the African Union), and will be used in the payouts triggering mechanism of an insurance program against risks (Rejda, 2001) related to the increase of frequency and magnitude of extreme weather events due to climate regimes' changes. The main hazards covered by ECI will be extreme dry, wet and heat events, with the possibility of adding region-specific risk events such as tropical cyclones for the most vulnerable areas. It will be based on data coming from consistent, sufficiently long, high quality historical records and will be standardized across broad geographical regions, so that extreme events occurring under different climatic regimes in Africa can be comparable.

The first step to construct the ECI is to define single hazard indicators. In this preliminary study we focused on extreme dry/wet and heat events, which are identified by using the well-known SPI (*Standardized Precipitation Index*) and a specifically developed index called SHI (*Standardized Heat-waves Index*), respectively. The second step consists in developing a computational strategy to combine these and possibly other indices, so that the ECI is suitable to describe, by means of a single indicator, different types of climatic extremes. The ECI is defined by two statistical components: the ECI intensity, which indicates whether an event is extreme or not; the angular component, which represent the contribution of each hazard to the overall intensity of the index.

The ECI can thus be used to identify "extremes" after defining a suitable threshold above which the events can be held as extremes. In this study, we present some results obtained on different African regions, using NCEP Reanalysis dataset for air temperature at sig995 level and CHIRP dataset for precipitations. Particular attention will be devoted to 2015/2016 Malawi drought (WBG, 2016), which received some media attention due to the failure of the risk assessment model used to trigger due payouts. Conversely, our results indicated that, combination of hydrological and temperature data used in ECI, succeed in evaluating the extremeness of this event.

REFERENCES

Gallant, A. J. E., Karoly, D. J. & Gleason, K. L., 2014. Consistent trends in a modified climate extremes index in the United States, Europe, and Australia. *J. Clim.* 27, 1379–1394.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

- Gleason, K. L., Lawrimore, J. H., Levinson, D. H., Karl, T. R. & Karoly, D. J., 2008. A revised U.S. Climate Extremes Index. *J. Clim.* 21, 2124–2137.
- Rejda, G. E., 2001. *Principles of Risk Management and Insurance*. 7th ed. Boston: Addison Wesley Longman.
- World Bank Group; United Nations; European Union. 2016. *Malawi Drought 2015-2016 : Post-Disaster Needs Assessment*. World Bank, Washington, DC. © World Bank.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

INNOVATIVE GROUNDWATER MONITORING TECHNOLOGY

Ana M. C. Ilie⁽¹⁾, Daniel Nieto Yàbar⁽²⁾, and Carmela Vaccaro⁽³⁾

⁽¹⁾⁽³⁾ *Università degli Studi di Ferrara, Via Saragat 1 Ferrara, liinrc@unife.it, vcr@unife.it*

⁽²⁾ *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale OGS. dnieto@inogs.it*

The rapid development of sensor and wireless communication technologies has increased the use of automatic (wireless) sensors in environmental monitoring. The availability of smarter, smaller and cheaper sensors measuring a wider range of environmental parameters has enabled continuous-timed monitoring of environment and real-time applications. Along with developments in sensor and communication technology, complex environmental problems have rapidly increased the need for temporally and spatially accurate data [1]. Focusing on the quality of groundwater, the role of ITC it is important for an excellent security system, for the population using the water for agriculture or just as drinking water and if impacted, can pose risks to human health and the environment. Wireless Sensor Network (WSN) which has the ability of monitoring remote it is considered like a best solution to the early detection of groundwater contamination. In this paper, we present an appropriate prototype, a design for a groundwater monitoring system. Currently a similar prototype implementation has been built that can be demonstrated in a laboratory environment [2,3]. A complete prototype system was then constructed and placed in an active groundwater monitoring well [4]. The sensor node is based on Arduino UNO microcontroller, receiving the data from the sensors and transmitting to the database on Raspberry pi 3, remotely accessing all the data [4]. The design of proposed prototype is focused on the water quality in a wellbore, at different depths to obtain the water quality in different aquifers. In this way, the people will have quick access to the groundwater data and making decisions in case of contamination. The water quality parameters measured include temperature, pH and electrical conductivity which is directly related to the water salinization, dissolved oxygen probe (DO), oxidation reduction potential (ORP), and for air quality parameters measured by electrochemical sensors, include CH₄ and CO₂ gas, by detecting close to a wellbore an eventual gas leak. The published experimental studies emphasize the need for continuous water quality monitoring with sufficient spatial and temporal resolution and demonstrate that the state of art sensing technologies fail to satisfy this requirement [5,6]. In many wellbores, access for groundwater monitoring can be difficult, therefore the use of new sensors can be a good solution. To have a good validity of the data from the new sensors, sampling and laboratory analysis occurs to monitor groundwater quality changes, to be considered like a calibration with a reference data.

If we have a natural gas leak we will be expecting to detect an increase in the soil gas concentrations (on land) or changing pH, Eh, and aqueous chemistry (in groundwater or surface water), and thus continuous monitoring stations are important for early leak detection and make right decisions. The decreasing costs of sensors and innovative technology will allow us to use many networks in different environment conditions. Finally, by using continuous monitoring system one will have large quantities of data, with the opportunity to use statistical methods to interpret the results.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

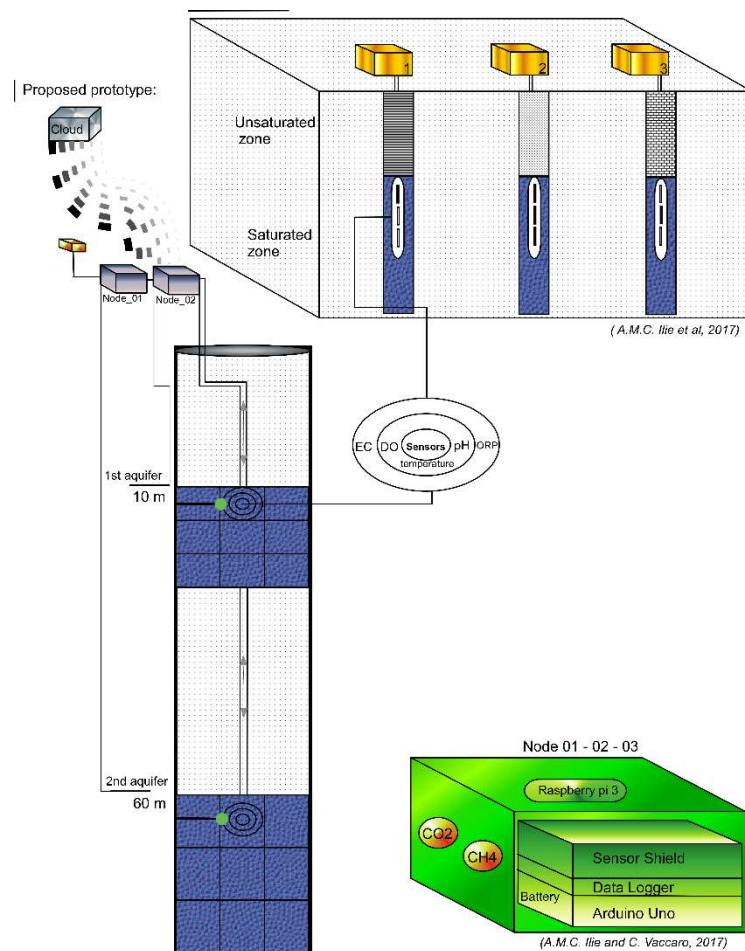


Figure 1. Proposed prototype for wellbores groundwater monitoring.

REFERENCES

- [1] Hart, J.K.; Martinez, K. Environmental sensor networks: A revolution the earth system science? *Earth-Science Reviews* 2006, 78, 177-191.
- [2] A.M.C. Ilie, C. Vaccaro, J.Rogeiro, T.E.Leitão, T.Martins, "Configuration, programming and implementation of 3 Smart Water network wireless sensor nodes for assessing the water quality", in the Proceedings of the: 2017 IEEE Smart World Congress, San Francisco, USA.
- [3] T.E Leitão, T.A. Martins, MJ Henriques, J-P.C. Lobo-Ferreira, J. Rogeiro, A.M.C. Ilie, "Physical (Sandbox) Modelling of Melides Demo Site", Report number: Deliverable 12.5. UE MARSOL Project - Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought, DOI: 10.13140/RG.2.2.34911.25768.
- [4] A.M.C. Ilie and C. Vaccaro, "Design of a smart gas detection system in areas of natural gas storage", in Proceedings of the: 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Fort Worth, Texas, USA.
- [5] Yang, Y.J., Haugh, R., Goodrich, J., 2009. Real-time contaminant detection and classification in a drinking water pipe using conventional water quality sensors: techniques and experimental results. *Journal of Environmental Management* 90 (8), 2494-2506.
- [6] Panguluri, S., Meiners, G., Hall, J., Szabo, J.G., 2009. Distribution System Water Quality Monitoring: Sensor Technology Evaluation Methodology and Results. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA/600/R-09/076, 2009.



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ESTIMATION OF ANNUAL RUNOFF DISTRIBUTION IN UNGAUGED ARID BASINS USING A SIMPLE ANALYTICAL MODEL BASED ON BUDYKO'S THEORY

Caracciolo D⁽¹⁾, Viola F⁽¹⁾, and Deidda R⁽¹⁾

(1) *Università degli studi di Cagliari, Via Marengo, 2, Cagliari,
email: caracciolo@unica.it, viola@unica.it, rdeidda@unica.it*

The assessment of the mean annual runoff and its interannual variability in a basin is the first and fundamental task for several activities related to water resources management and water quality analysis. The scarcity of observed runoff data is a common problem worldwide so that the runoff estimation in ungauged basins is still an open question. In this context, the main aim of this work is to propose and test a simple tool able to estimate the mean annual surface runoff in ungauged river basins, and to compute the annual runoff probability density function in arid and semi-arid areas using a simplified Budyko's curve at regional scale. Starting from a method recently developed to derive the distribution of annual runoff, under the assumption of negligible inter-annual change in basin water storage, we here generalize the application to any catchment where the parameter of the Fu's curve is known. We analytically provide the annual runoff distribution as the derived distribution of annual potential evapotranspiration and rainfall. Therefore, knowing only the Fu's parameter ω , which has been estimated in several parts of the world, and exploiting simple easy-to-find climatic data, the method here proposed allows to calculate annual runoff distribution in seasonally dry arid and semi-arid geographic context around the world. This is a valuable support in the field of water resources assessment for practitioners, regional agencies and authorities.

The proposed method has been tested in the seasonally dry Mediterranean climate of Sardinia, Italy, using a dataset of 27 arid and semi-arid gauged river basins. In particular, a bootstrap technique has been used in order to analyze all their possible combinations setting the number of basins in calibration equal to 18 (i.e. 2/3 of the available basins) and the number of basins in validation equal to 9 (i.e. the remaining 1/3 basins). In each bootstrap iteration, regional rules for rainfall partitioning in runoff and evapotranspiration have been derived from observation data recorded in 18 gauged basins selected for calibration. Obtained probability distributions of annual runoff have been then compared with the historical data measured at 9 hydrometric stations, which were previously hidden in the calibration phase. Also the parametric uncertainty associated with the annual runoff pdf, has been assessed using the GLUE methodology.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

LA GESTIONE OTTIMALE DELLA RISORSA IDRICA AD USO IDROPOTABILE AL FINE DI MITIGARE GLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

A. Viterbo⁽¹⁾, M. Stelluti⁽²⁾, L. Natuzzi⁽¹⁾

(1) Regione Umbria – Idrografico Regionale - Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico. Piazza Partigiani 1 - Perugia

(2) Regione Umbria – Centro Funzionale - Servizio Organizzazione e Sviluppo del Sistema di Protezione Civile. Via Romana Vecchia Foligno Pg – e.mail: mstelluti@regione.umbria.it

La gestione ottimale delle risorse idriche assume un ruolo strategico per mitigare gli effetti del cambiamento climatico sulla distribuzione idropotabile, sui servizi irrigui, l'approvvigionamento zootecnico e sulle esigenze idriche delle attività produttive.

Alluvioni e periodi siccitosi si sono succeduti in Umbria in questi ultimi 20 anni sempre più frequentemente, provocando crisi nella distribuzione idropotabile.

Per superare questi effetti la Regione dell'Umbria ha impostato una nuova pianificazione della risorsa idrica e del suo utilizzo ai fini idropotabili basata su studi approfonditi per la conoscenza della risorsa disponibile in modo da diversificare le fonti di approvvigionamento acquedottistiche in funzione della loro stagionalità e resilienza ai periodi siccitosi.

Gli studi hanno permesso di individuare la disponibilità di potenziali punti di nuova captazione, che sono stati in seguito verificati tramite sondaggi, perforazioni e analisi in situ e misure di portata, per confermarne l'esistenza e la consistenza

Gli esiti di queste attività hanno permesso di redigere il Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (PRRA) basato su una corretta gestione della risorsa idrica perseguita con un uso consapevole della risorsa, idonee dotazioni pro-capite, reti efficienti ed interconnesse ed attenzione agli aspetti ambientali.

Il PRRA ha riservato le acque degli invasi superficiali, delle sorgenti appenniniche e degli acquiferi sotterranei per la realizzazione di 8 schemi acquedottistici interconnessi, differenziando gli utilizzi della risorsa nella stagione fredda/umida e in quella calda/asciutta. A seguito dell'entrata in vigore del piano sono stati messi a disposizione investimenti che ad oggi hanno permesso la realizzazione di 7 degli 8 schemi acquedottistici individuati, in grado a soddisfare il fabbisogno idropotabile regionale pari a una portata media giornaliera di 3.600 l/sec.

Gli schemi acquedottistici realizzati e le regole di funzionamento sono stati confrontati con gli effetti dei cambiamenti climatici in corso nel territorio regionale attraverso un progetto "Siccità E Cambiamenti cLImatici - SECLI", coordinato dal CNR-IRPI di Perugia e in collaborazione con il CNR-IRSA di Roma e due Dipartimenti dell'Università degli Studi di Perugia (DICA e DIST) oltre ad altri istituti di ricerca europei.

Il progetto, partendo dagli scenari climatici IPCC forniti da Modelli di Circolazione Globale opportunamente downscalati e tramite procedure finalizzate alla valutazione della risposta idrologica dei sistemi idrici a scenari climatici futuri per un orizzonte temporale di 60 anni, ha valutato il possibile cambiamento climatico a scala regionale e simulato la gestione regionale della risorsa idrica, confermando la validità delle scelte effettuate dal PRRA.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

SERVIZI INFORMATIVI COPERNICUS PER I SETTORI ACQUA E AGRICOLTURA

Zucaro Raffaella ⁽¹⁾, **Giannerini Gianfranco** ⁽²⁾, **Bonora Nico** ⁽³⁾

⁽¹⁾⁽²⁾CREA-PB, Via Po 14 Roma, gianfranco.giannerini@crea.gov.it

⁽³⁾ISPRA, Via Vitaliano Brancati, 48 Roma, nico.bonora@isprambiente.it

Il Programma Europeo di osservazione della terra Copernicus è un insieme complesso di sistemi che raccoglie informazioni da molteplici fonti, ossia satelliti di osservazione e sensori di terra, di mare ed aviotrasportati. Integra ed elabora tutte queste informazioni, fornendo agli utenti, istituzionali ed afferenti al comparto industria, informazioni affidabili e aggiornate attraverso una serie di servizi che attengono all'ambiente, al territorio ed alla sicurezza. Copernicus ha tra i suoi obiettivi anche quello di garantire all'Europa una sostanziale indipendenza nel rilevamento e nella gestione dei dati sullo stato di salute del pianeta, supportando le necessità delle politiche pubbliche europee attraverso la fornitura di servizi precisi ed affidabili.

I servizi si dividono in sei aree tematiche: il suolo, il mare, l'atmosfera, i cambiamenti climatici, la gestione delle emergenze e la sicurezza. Tali servizi, forniti da operatori incaricati dalla Commissione, supportano una vasta gamma di applicazioni a supporto delle aree urbane, della pianificazione regionale e locale, dell'agricoltura, della silvicoltura, della pesca, della salute, dei trasporti, dei cambiamenti climatici, dello sviluppo sostenibile e della protezione civile.

Nell'ambito del Forum Nazionale degli Utenti Copernicus è stato avviato il Tavolo Agricoltura, tavolo chiave per gli aspetti ambientali ed economici legati a questo settore, al fine di raccogliere e coordinare il requisito di questa utenza nell'utilizzo dei prodotti e dei servizi erogati da Copernicus.

In ambito PAC (Politica Agricola Comune) il contributo di Copernicus sarà rivolto al monitoraggio e alla verifica degli obiettivi 2014-2020, in particolare quelli "green" di protezione delle risorse naturali e di mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. Copernicus potrà fornire indicazioni per l'evoluzione della PAC, mediante il monitoraggio delle colture, per massimizzare e ridefinire i contributi degli Stati Membri al programma declinando in modo operativo le misure e gli interventi agro-climatico-ambientali.

Tra i sei servizi Core del Programma Copernicus, quello che interessa più da vicino le tematiche agricole e in specifico quelle relative alle risorse idriche è sono il Copernicus Climate Change Service ed il Copernicus Land Monitoring Service, di cui gli sviluppi sono stati delegati rispettivamente all'ECMWF e alla EEA.

I SIS (Servizi informativi settoriali) sono essenzialmente prototipi con lo scopo di dimostrare la fattibilità di servizi operativi basati sui dati satellitari.

Il SIS per il settore agricolo è il sistema AgriCLASS (Agricultural Climate Advisory Service) che produce indicatori di impatto per le colture legnose perenni caratterizzate da alti investimenti e dipendenti dagli effetti cumulati pluriannuali dei cambiamenti climatici.

Per quanto riguarda la gestione delle risorse idriche, Copernicus raccoglie dati e condivide risorse conoscitive ed informazioni di livello superiore per supportare la mitigazione e la resilienza agli adattamenti climatici. L'integrazione dell'osservazione satellitare e dei dati meteorologici e biofisici, può contribuire significativamente nel miglioramento della gestione delle risorse idriche attraverso la stima degli stress idrici, in particolare per anticipare i



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

fenomeni siccitosi e le alluvioni ed acquisire una migliore conoscenza del ciclo dell'acqua. Sono orientati alla gestione delle risorse idriche due SIS finanziati, uno denominato EDgE (End-to-end Demonstrator for Improved Decision Making in the Water Sector in Europe) e il secondo denominato SWICCA (Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation).

REFERENCES

- WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action, European Commission, 2009
- Copernicus Brief Issue 35
- Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaptation, European Commission, 2008
- Climate Impacts on Water Resources, European Environment Agency, 2008
- Water in the City, European Environment Agency, 2012
- <http://www.isprambiente.gov.it/it/programma-copernicus>



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE EFFECTS ON GROUNDWATER SYSTEM IN THE COASTAL AREAS

Nguyen Thi Hien⁽¹⁾, Roberto Ranzi⁽²⁾

- (1) *Doctoral Researcher, DICATAM – Università degli Studi di Brescia, h.nguyenthi@unibs.it*
(2) *Rector's Delegate for International Affairs, DICATAM, Via Branze, 43 - 25123 Brescia-Italy, roberto.ranzi@unibs.it*

Saltwater intrusion is the global phenomenon that seawater dominates in the water resources system. In another word, it is the encroachment of saline water into fresh groundwater regions in coastal aquifer setting. The occurrence can be observed clearly and particularly near the coastal areas where experiences intensive pumping and sea level rise, climate change as well as the other natural and anthropological effects such as changing in geological conditions. The issue has gained its popular over most of the coastal areas and water scarcity regions due to high level of freshwater exploitation and climate change impacts. The lessen rainfall and the higher demand in these areas lead to severe saltwater intrusion when it coupled with sea level rise. According to IPCC (2013), when it comes to longer period of time in the future under climate change context, the sea level rise may increase at the average rate 0.4 - 0.63 m in the period of 2081 – 2100. The project shows about 70% of the coastlines worldwide could experience sea level change of around 20% of the global mean sea level change. These increases will be the main reason causing higher hydraulic head in the groundwater system for the coastal areas.

Vietnam and Italy are the two coastal countries that surrounded by a long coastline from the North to the South. As a result, the coastal areas are being exposed by sea level rise and climate change as the salinity movement and morphology changes. The research considered two different hot pots in Vietnam and Italy as the representative case study of the typical groundwater system and hydrogeological characteristics for saltwater intrusion impacts assessments. In which the Red River Delta is the proposal case study in the North of Vietnam where is facing with longer dry season and water salinity recently as higher level of tide in Gulf of Tonkin and groundwater exploitation for agriculture, livestock, industry. However, there is still limit study carried out on groundwater salinity but only simple surface saltwater intrusion under climate change and sea level rise context due to its complicated groundwater aquifer data requirements, time, financial and state-of-art suitable modeling toward the problem. Meanwhile, Salento in the South of Italy has been studied recently groundwater salinity with different methodology and approach based on the groundwater aquifer and exploitation data to evaluate the saltwater intrusion in changing of sea level rise, discharge activities. Since the area has been coping with severe seawater intrusion problem across the region, its essential for risk assessment, warning system as well as solutions in adapting with climate change and sea level rise.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

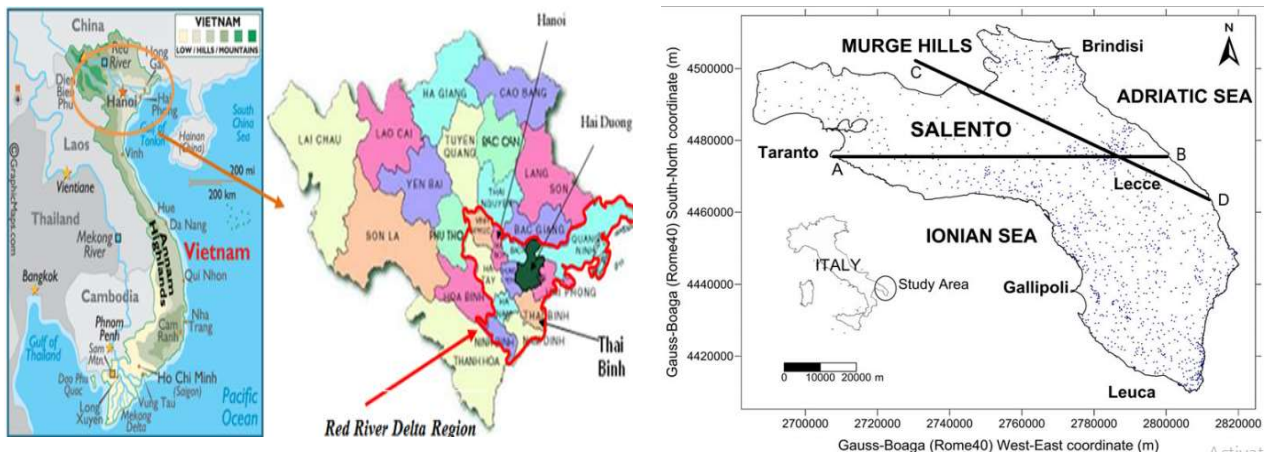


Figure 1. Two case study areas in Vietnam and Italy

In general, the study mostly focuses on assessments and prediction of seawater intrusion under different climate change and sea level rises scenarios through vulnerability analysis; Determination the risks of salinity on agriculture, industrial and livelihood by setting up warning system; Model development for the effectives approach in sustainable usage of freshwater including the stochastic analysis the uncertainty and key parameters;

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

VALUTAZIONE DEL FENOMENO SICCIOSO IN ITALIA

Raffaella Zucaro⁽¹⁾, Chiara Antinoro⁽²⁾, Gianfranco Giannerini⁽²⁾

⁽¹⁾⁽²⁾ CREA-PB, Via Po 14 Roma, chiara.antinoro@crea.gov.it

La carenza idrica dovuta a fenomeni siccitosi produce numerosi impatti in particolare sull'*ambiente*, sul settore *economico* e sul settore *sociale*. Una forte riduzione di disponibilità idrica provoca ingenti danni a specie vegetali e animali, all'habitat naturale, alla qualità dell'aria e dell'acqua; tale fenomeno è anche causa di incendi boschivi, di degrado del paesaggio, della perdita di biodiversità, dell'erosione del suolo. Alcuni di questi effetti sono brevi e le condizioni normali si ristabiliscono velocemente, altri permangono per qualche tempo o possono persino diventare permanenti (*impatto sull'ambiente*). Tali effetti si verificano immediatamente sulla produttività del settore agricolo, inclusi silvicoltura e pesca, che dipendono esclusivamente dall'approvvigionamento idrico sotterraneo e di superficie (*impatto economico*). In periodi di siccità estrema e persistente, spesso, sono richiesti interventi di emergenza per realizzare misure di sicurezza per la salute pubblica (*impatto sociale*).

La mitigazione degli impatti dovuti alla siccità è una delle sfide più importanti nella gestione delle risorse idriche che può essere realizzata con un'adeguata pianificazione ed organizzazione di efficaci interventi preventivi a breve e lungo termine.

L'individuazione della condizione di siccità è convenzionalmente basata sull'applicazione di opportuni indici che sintetizzano informazioni relative alle caratteristiche del fenomeno stesso quali l'intensità, la durata e l'estensione spaziale del fenomeno siccitoso.

Obiettivo del presente lavoro è, dunque, la caratterizzazione a scala regionale dell'impatto dei fenomeni siccitosi.

Dopo un accurato esame della copiosa letteratura, è stato ritenuto più adatto al caso-studio in esame, l'Indice di Riconoscimento della Siccità (Reconnaissance Drought Index, RDI) (Tsakiris and Vangelis, 2005; Tsakiris et al., 2007a,b) per caratterizzare l'impatto dei fenomeni di siccità sul territorio nazionale.

Tale indice è basato sul rapporto tra la precipitazione (P) e l'evapotraspirazione potenziale (ETP), che rappresenta l'intensità dei consumi idrici in un determinato sistema, che varia nel tempo e nello spazio ma è, comunque, del tutto indipendente dalle colture, dalle caratteristiche del suolo ed inoltre facilmente determinabile.

Per determinare le caratteristiche del fenomeno è stato applicato il *metodo run* (Yeovievich, 1967). Come previsto, l'indice normalizzato RDI mostra eventi più frequenti di siccità nelle regioni settentrionali che nel sud dell'Italia dove la siccità rappresenta una condizione strutturale. Nel Sud il sistema agricolo ha una capacità di far fronte a queste condizioni più robusta ed è più preparato per affrontare la carenza idrica. Queste informazioni sono estremamente utili per la valutazione del rischio di siccità attraverso misure di mitigazione per l'adeguata gestione delle risorse idriche.

Secondo Tzakiris (2016) la metodologia DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response) può essere applicata per analizzare il fenomeno della siccità nella sua complessità. Applicando questo schema, in questo studio viene analizzato il fenomeno della siccità, fornendo una panoramica a livello nazionale.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

PROBABILISTIC CHARACTERIZATION OF FUTURE DROUGHT SCENARIOS OVER THE EURO-MEDITERRANEAN AREA

Brunella Bonaccorso⁽¹⁾, David J. Peres⁽²⁾, and Antonino Cancelliere⁽³⁾

⁽¹⁾ *Department of Engineering, University of Messina, bbonaccorso@unime.it*

⁽²⁾⁽³⁾ *Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, djperes@dica.unict.it,
acance@dica.unict.it*

As extensively documented by the IPCC assessment reports, impacts from recent climate-related extremes, such as heat waves, droughts, floods, cyclones and wildfires, reveal significant vulnerability of many environmental and anthropic systems to climate change. Compared to other extreme weather events, droughts evolve slowly in time.

Based on this feature, effective drought preparedness and mitigation strategies can be implemented by decision makers, provided the availability of appropriate tools, able to anticipate drought evolution in time and space.

Climate models' projections combined with probabilistic tools for drought characterization could help in understanding the time evolution of drought hazard in the future. Within the delineated context, the aim of the present study is to investigate potential scenarios of space-time variability of drought occurrences over Europe, by comparing the return periods of design drought events for different future time intervals. More specifically, annual precipitation data from Regional Climate Models (RCMs) of the Med-CORDEX initiative, covering the Euro-Mediterranean area (Northern Africa and Southern and Central Europe) at a grid resolution of about 50 km, are used to assess drought characteristics for three future periods (i.e. 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2100), and compared to those in the baseline period (1971-2000).

First, the goodness of fit of several probability distributions to the considered precipitation gridded dataset is examined cell by cell by the Lilliefors test, and the best distribution is chosen for each cell based on the lowest value of the test statistic. Then, the marginal and multivariate probability distributions of drought characteristics (duration and accumulated deficit) are derived as functions of the parameters of the probability distribution of precipitation and the threshold level selected to identify droughts as negative runs. Finally, the return periods of design drought events are computed as the expected value of the interarrival time between consecutive critical droughts, and the possible spatial patterns are investigated.

In general, results confirm an increasing occurrence of severe drought episodes in several regions of the investigated area in the future, although some discordances arise with respect to the different projections over the considered future periods. Apparently, Central Eastern regions of the Mediterranean are likely to become more drought prone, as low values of return periods are obtained.

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017

CARATERIZZAZIONE INTEGRATA DEGLI ACQUIFERI

**Alessandro Affatato⁽¹⁾, Ana M. C. Ilie⁽²⁾, Flavio Accaino⁽³⁾, Luca Baradello⁽⁴⁾
Francesco Palmieri⁽⁵⁾, Daniel Nieto Yàbar⁽⁶⁾ .**

⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale OGS. aaffatato@inogs.it*

⁽²⁾ *Università degli Studi di Ferrara, Via Saragat 1 Ferrara, liinrc@unife.it.*

Un elemento indispensabile per la caratterizzazione degli acquiferi è la conoscenza delle geometrie e delle caratteristiche del sottosuolo. Per poter definire un modello tridimensionale al fine di effettuare la modellazione di un acquifero, i metodi geofisici sono sicuramente quelli più adatti a definire le geometrie e i parametri essenziali quali per esempio la porosità. La presenza di un pozzo di perforazione nell'area di indagine permette, ovviamente, di estendere in maniera più accurata le informazioni puntuali, ottenuti con la perforazione, ad un'area più vasta e quindi prendere in considerazione eventuali variazioni areali.

OGS nel corso degli ultimi 15 anni ha sviluppato una procedura per la caratterizzazione geofisica degli acquiferi che, utilizzando diverse metodologie geofisiche, permette di fornire un modello attendibile per la modellazione.

Queste metodologie sono state utilizzate nell'ambito di diversi progetti europei, in particolare in acquiferi situati nel nord-est dell'Italia e in Emilia Romagna, che avevano come scopo la definizione di un protocollo per la caratterizzazione degli acquiferi, e uno studio pilota per la ricarica artificiale degli acquiferi.

Nell'ambito di questi progetti OGS ha utilizzato diversi metodi geofisici, quali GPR, sismica, geoelettrica e microgravimetria, per definire le caratteristiche geometriche e petro-fisiche delle aree indagate. In particolare, il GPR ha permesso di definire in maniera accurata le geometrie della prima decina di metri del sottosuolo, la sismica ha consentito di identificare strutture più profonde, anche fino a 1 km in profondità, e di ottenere informazioni utili per una stima di parametri essenziali, quali la porosità, al fine di una modellazione. La geoelettrica ha permesso di definire la resistività del sottosuolo e quindi identificare la profondità degli acquiferi. Infine la microgravimetria, utilizzata in maniera congiunta alle informazioni ottenute dalla sismica ha permesso di definire la densità delle formazioni del sottosuolo fornendo un parametro essenziale per la caratterizzazione petro-fisica del terreno.

Le informazioni ottenute dai metodi geofisici sono state poi integrate con quelle fornite dagli altri partner del progetto, quali le informazioni geochimiche, e chimico-fisiche, al fine di ottenere un modello completo delle aree esaminate.

REFERENCES

1. Abu Zeid N., Nieto D., Affatato A., Baradello L., Accaino F., Pepi S., Russo S., Vaccaro C. 2013. Multidisciplinary geophysical - geochemical analysis for qualitative renovation by artificial recharge of aquifers (WARBO LIFE+). Mineralogical Magazine N- Goldschmidt Abstracts 2013, July 2013, v. 77, p. 1818-1868, Geo Science World published online August 7, 2013.
2. Baradello L., Accaino F., Affatato A., Nieto Yàbar D., Fanzutti F., Vaccaro C., Abu Zeid Nasser, Martinucci M., Piccolo M., Soncin G. 2012. "Geophysical methods for the assessment of the surface structures in the Mirabello area" Roma: Giuliano Ghisu In EAI "Focus on The Pianura Padana Emiliana Earthquake" n. 4-5 luglio-ottobre Parte II. pp 33 -38 ISSN 0100-6371



Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



3. G. Böhm, R. Brauchler, D.Y. Nieto, L. Baradello, A. Affatato, M. Sauter (2013) A field assessment of site-specific correlations between hydraulic and geophysical parameters. Near Surface Geophysics 10/2013; 11(5). DOI:10.3997/1873-0604.2013034
4. D. Nieto, A. Affatato, T. Carvalho, A. Z. Gutz, J. M.Carvalho, G. Mattassi, D. Brandolin, M. Canali, . Bongiovanni, N. Castelletto, P. Teatini (2013) Recharging the phreatic aquifer in the upper Friuli plain, Italy, by a large infiltration basin. European Geosciences Union - General Assembly 2013, Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU2013-12561
5. T.E Leitão, T.A. Martins, MJ Henriques, J-P.C. Lobo-Ferreira, J. Rogeiro, A.M.C. Ilie, "*Physical (Sandbox) Modelling of Melides Demo Site*", Report number: Deliverable 12.5. UE MARSOL Project - Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought, DOI: 10.13140/RG.2.2.34911.25768.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CATANIA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI MESSINA



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PALERMO

Le Giornate dell'Idrologia 2017

Favignana, 21-24 Giugno 2017



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRAPANI