



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



*Giornate dell'Idrologia della
Società Idrologica Italiana 2015*

***IDROLOGIA DI BACINO E RISCHI
NATURALI: MONITORAGGIO,
PREVISIONE, PREVENZIONE E
MITIGAZIONE IN UN CONTESTO DI
CAMBIAMENTI GLOBALI***

Sommari

***Perugia, 6 - 8 ottobre 2015
Sala dei Notari, Palazzo dei Priori***



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



ORGANIZZAZIONE



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica



COMITATO ORGANIZZATORE

Roberto Baliani	Tommaso Moramarco
Stefania Camici	Massimo Pera
Giorgio Cesari	Andrea Piro
Luca Ciabatta	Gianluca Spoletini
Cristiano Corradini	Valentina Vignoli
Pamela Maccioni	Graziano Zucco
Christian Massari	

COMITATO TECNICO SCIENTIFICO

Paola Allamano	Renato Morbidelli
Silvia Barbeta	Silvia Puca
Alberto Bellin	Riccardo Rigon
Jérôme Benveniste	Andrea Rinaldo
Marco Borga	Maria Cristina Rulli
Luca Brocca	Diana Salciarini
Enrica Caporali	Angelica Tarpanelli
Attilio Castellarin	Ezio Todini
Gabriele Coccia	Elena Toth
Corrado Corradini	Angelo Viterbo
Roberto Deidda	Michele Vurro
Carlo Ferranti	

PATROCINIO



Regione Umbria



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL PAES.



SPONSOR





***Sessione 1 - Tecniche innovative per il
monitoraggio***

Sessione Orale





THE ESA EARTH OBSERVATION PROGRAMMES IN SUPPORT OF HYDROLOGY

Benveniste J.

ESA-ESRIN, Via Galileo Galilei, Frascati, 00044, Italy, jerome.benveniste@esa.int

ABSTRACT

Earth Observation from satellites is an efficient tool to provide repeated and independent information on water resources at basin scale, globally. ESA has been launching Earth Observation satellites since 1991, starting with ERS-1, in addition to its precursor and on-going Meteosat Programme. A number of followers enriched the EO portfolio of data products used in hydrology (ERS-2, Envisat, GOCE, CryoSat, SMOS). Today ESA is supporting the Copernicus Programme, the European Earth Observation Program, conducted jointly by the European Commission, ESA, EUMETSAT and the member states. ESA has already Launched Sentinel-1A (on 3 April 2014), Carrying an advanced SAR imager, and Sentinel-2A (23 June 2015), carrying an innovative wide swath high-resolution multispectral imager with 13 spectral bands for a new perspective of monitoring land and vegetation. The next Sentinel spacecraft, Sentinel-3A is planned for launch before the end of the year. The series of Sentinel-3 missions' spacecraft carries three instruments contributing to the observation of hydrological processes: SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer), OLCI (Ocean and Land Colour Instrument), SRAL (SAR Altimeter), DORIS, and MWR (Microwave Radiometer). SLSTR and OLCI are optical instruments that will be used to provide data continuity for Envisat's MERIS and AATSR instruments and the swath's of the two instruments will overlap, allowing for new combined applications. OLCI is a medium-resolution imaging spectrometer, and the instrument uses five cameras to provide a wide field of view. SRAL MWR, DORIS, and LRR will be used for topographic measurements of the ocean and inland water. SRAL, the new generation SAR altimeter, using the same Delay-Doppler principle as the SIRAL altimeter on CryoSat, will be the main topographic instrument. The MWR radiometer will measure water vapour and cloud water content over ocean and the thermal radiation emitted by the Earth. DORIS and the Laser retro-reflector are supporting a precise orbit determination, fundamental to convert range measurements into heights (river stage, lake level).

ESA is engaged in supporting the Scientific Exploitation of Operational Missions (SEOM) and in this framework is launching many R&D initiatives, fostering the scientific community, organising workshops, training courses and developing open source toolboxes. In particular, the Third Space for Hydrology Workshop "Surface Water Storage and Runoff: Modeling, In-Situ data and Remote Sensing" that took place on 15-17 September 2015 in ESA-ESRIN, Frascati (Rome), for which a brief report will be given. ESA is also fully engaged in supporting climate research via the Climate Change Initiative (CCI) and is now preparing the CCI+ follow-on Programme, with the Lake Essential Climate Variable, as candidate to extend the series of ECV supported by satellites, in support the Global Climate Observing System.



CDRD AND PNPR PASSIVE MICROWAVE PRECIPITATION RETRIEVAL ALGORITHMS: POTENTIALS AND CHALLENGES IN THE GPM ERA

Panegrossi G., Casella D., Sanò P., Marra A.C. and Dietrich S.

Institute of Atmospheric Sciences and Climate - National Research Council (ISAC-CNR), Rome, Italy, g.panegrossi@isac.cnr.it

ABSTRACT

With the recent advent of the NASA/JAXA Global Precipitation Measurement (GPM) mission the constellation of satellites carrying passive microwave (PMW) radiometers for precipitation monitoring has reached its optimal configuration, ensuring a 3-hourly global coverage. The first spaceborne dual-frequency precipitation radar (DPR), along with the advanced GPM Microwave Imager (GMI), onboard the GPM core satellite, are the reference instruments for precipitation retrieval providing consistency around the globe. Global monitoring of the precipitation, however, requires the full exploitation of all overpasses of present and future PMW radiometers orbiting around the globe. To this purpose it is necessary to refine and improve precipitation retrieval techniques and test their ability to retrieve precipitation in different environmental and meteorological conditions and to provide consistent estimates among the different sensors.

Within this context, the Satellite Meteorology group at ISAC-CNR in Rome (involved in PMW precipitation retrieval for over 20 years) has recently developed two different PMW precipitation retrieval algorithms: one is the Cloud Dynamics Radiation Database algorithm (CDRD), founded on a physically-based Bayesian approach for conically scanning radiometers (i.e., DMSP SSMIS); the other one is the Passive microwave Neural network Precipitation Retrieval (PNPR) algorithm for cross-track scanning radiometers (i.e., NOAA and MetOP-A/B AMSU-A/MHS, Suomi NPP ATMS). They are based on the same physical foundation, i.e., same cloud-radiation model simulations to be used as *a priori* information in the Bayesian solver and as training dataset in the neural network approach. They also use similar procedures for screening of non-precipitating pixels, identification of frozen background surface, presence of snowfall, and determination of a pixel based quality index of the surface precipitation retrievals. The algorithms, originally optimized for Europe and the Mediterranean basin, and recently extended to Africa and Southern Atlantic, are employed within different projects and activities aimed at their development and testing for different applications: the EUMETSAT H-SAF program (Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management, <http://hsaf.meteoam.it>), providing operational precipitation products in support to hydrology; collaboration with the Department of Civil Protection for heavy precipitation events monitoring; the FP7 Earth2Observe project contributing to estimation and mapping of water global resources over long time series; national and international collaboration (i.e., IRPI, SSEC/UW-Madison, NASA PMM Research Program) for evaluation of their potentials for hydrological applications and global precipitation monitoring, and for further developments.

The characteristics of the CDRD and PNPR retrieval algorithms will be presented along with results of verification studies over Europe and over Africa. Applications to extreme events monitoring over the Mediterranean basin will be shown, and



Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015



potentials and challenges of the exploitation of all available PMW radiometer overpasses for precipitation monitoring and hydrological applications will be discussed.



MONITORAGGIO AD ALTA RISOLUZIONE SPAZIALE E TEMPORALE DELLA PRECIPITAZIONE TRAMITE ELABORAZIONE DI IMMAGINI

Allamano P.^(1,2), Croci A.^(1,3), Cavagnero P.⁽¹⁾ e Laio F.⁽³⁾

- (1) *WaterView s.r.l., I3P, corso Castelfidardo 30/A, Torino, info@waterview.it*
(2) *DIMEAS, Politecnico di Torino, paola.allamano@polito.it*
(3) *DIATI, Politecnico di Torino, alberto.croci@polito.it*

SOMMARIO

La modellistica idrologica, per operare efficacemente, ha bisogno di dati di buona qualità e con alta risoluzione spaziale e temporale. Un esempio è rappresentato dall'utilizzo di tecniche mirate a fornire una migliore rappresentazione della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni. In questo contesto si stanno sviluppando tecnologie a basso costo che con la loro installazione diffusa consentirebbero di tenere sotto controllo zone strategiche (urbane) e di aumentare significativamente la risoluzione spaziale dei dati pluviometrici in ingresso ai modelli previsionali. La tecnologia SmartRAIN (domanda di brevetto TO2015A000029) rappresenta una possibile alternativa in questo ambito. Il metodo si basa sulla stima della intensità di precipitazione da immagini fotografiche scattate da una singola macchina fotografica, videocamera, cellulare o smartphone. SmartRAIN può essere utilizzato per integrare le reti di sensori standard (pluviometri) presenti sul territorio, permettendo di ottenere misure in tempo reale, anche a scale temporali estremamente dettagliate (minutali e sub-minutali). L'inquadramento teorico del metodo è presentato in Allamano et al. (WRR, 51, 2015). Nel presente contributo presentiamo alcuni avanzamenti metodologici relativi all'applicazione di specifici filtri per la rimozione dello sfondo, alla riduzione del rumore di fondo nelle immagini prive del background e all'ottimizzazione del rilevamento delle gocce di pioggia. L'implementazione di tali modifiche ha consentito di ridurre sensibilmente i tempi di elaborazione, abilitando quindi l'utilizzo di SmartRAIN in tempo reale anche su scale temporali minutali. Parallelamente sono stati implementati nuovi procedimenti per svincolare il metodo dalla dipendenza da soglie luminanza arbitrarie per l'individuazione delle gocce di pioggia. In particolare si è lavorato sulla forma e sulla direzione delle strisciate delle gocce nella singola fotografia/frame. L'applicazione ad un consistente numero di eventi di pioggia conferma le notevoli potenzialità applicative del metodo.



IMPROVED TRAJECTORY MODEL TO ASSESS THE WIND INDUCED ERROR OF PRECIPITATION GAUGES

Colli M.^(1,2), Stagnaro M.^(1,2), Lanza L.^(1,2), Thériault J. M.⁽³⁾ and Rasmussen R.⁽⁴⁾

(1) *University of Genova, Dep. of Civil, Chemical and Environmental Engineering, Via Montallegro 1, 16145 Genoa, Italy, matteo.colli@unige.it*

(2) *WMO/CIMO Lead Centre on Precipitation Intensity, Italy*

(3) *Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Quebec and Montreal, Montreal, Canada*

(4) *National Center for Atmospheric Research, Research Application Laboratory, Boulder, Colorado, USA*

ABSTRACT

Precipitation is one of the most important phenomena for life on earth (ecosystems, hydrology, floods and drought, water supply, and climate). Despite its importance, accurate measurements of precipitation remains a challenge. Measurement errors, which are often ignored for automated systems, frequently range from 20% to 70% due to undercatch in windy conditions. Recent studies used numerical models to estimate the collection efficiency of precipitation gauges when exposed to the wind, in both shielded and unshielded configurations. The models used computational fluid dynamics (CFD) simulations of the airflow pattern generated by the aerodynamic response to the gauge/shield geometry. These are used as initial conditions to perform Lagrangian tracking of solid precipitation particles (snow crystals). Validation of the results against field observations yielded similarities in the overall behaviour, but the model output only approximately reproduced the dependence of the experimental collection efficiency on wind speed. This paper presents an improved snowflake trajectory modelling scheme due to the inclusion of a dynamically-determined drag coefficient. The drag coefficient was estimated using the local Reynolds number as derived from CFD simulations within a time-independent Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) approach. The proposed dynamic model greatly improves the consistency of results with the field observations recently obtained at the Marshall, CO Winter Precipitation Testbed.

METODI ELETTROMAGNETICI IN-SITU PER LA STIMA DEL CONTENUTO DI ACQUA DEL SUOLO

Calamita G.⁽¹⁾, Perrone A.⁽¹⁾ e Brocca L.⁽²⁾

- (1) *Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Tito Scalo, Italy, giuseppe.calamita@imaa.cnr.it*
- (2) *Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Perugia, Italy*

SOMMARIO

L'attuale interesse della comunità scientifica per le applicazioni dei metodi di prospezione geofisica allo studio di processi di natura idrologica e idro-geologica è dimostrato dalla crescente quantità di articoli scientifici pubblicati. La geofisica è in grado di fornire, a costi relativamente vantaggiosi, una serie di metodi utili per investigazioni non invasive, a diverse scale spaziali e temporali, di alcune proprietà (permeabilità) e variabili (contenuto di acqua) del suolo e sottosuolo.

I metodi tradizionali *in-situ* di misura per la stima del contenuto di acqua del suolo - termo-gravimetria e riflettometria nel dominio del tempo (TDR) - forniscono informazioni di natura locale e discontinue nello spazio; inoltre, sono relativamente invasivi e, in alcuni casi, distruttivi (non ripetibili). Il metodo TDR, grazie alla facilità di uso, alla rapidità della misura, all'accuratezza e all'alta risoluzione temporale, è diventato uno dei metodi geofisici più impiegati per misure di contenuto di acqua del suolo in ambito idrologico. Tuttavia, il superamento dei limiti legati all'invasività, alla profondità di investigazione ed alla copertura spaziale può essere ottenuto con l'impiego di altri metodi geofisici (resistività elettrica, induzione elettromagnetica, georadar, raggi cosmici, segnali GPS, etc.). Tra questi, il metodo della resistività elettrica e il metodo ad induzione elettromagnetica sono metodi attivi, cioè basati su un segnale generato artificialmente, che forniscono informazioni sulle caratteristiche di resistività (o conducibilità) elettrica del sottosuolo.

Il metodo della resistività elettrica è basato sull'impiego di corrente elettrica continua (DC) e richiede un contatto tra elettrodi e suolo che limita la sua applicabilità ad aree estese. Tipicamente, vengono utilizzati due elettrodi per l'iniezione della corrente elettrica e due elettrodi per la misura della variazione di potenziale elettrico indotta nel sottosuolo. La risoluzione spaziale delle variazioni di resistività elettrica è controllata principalmente dalla spaziatura inter-elettrodica. L'impiego della tecnica della tomografia elettrica di resistività elettrica (ERT) si è dimostrata utile per studi sulle variazioni del contenuto di acqua tanto nella parte più superficiale quanto in quella più profonda del suolo.

Il metodo ad induzione elettromagnetica invece, non richiedendo un contatto diretto tra sensore e suolo, è più adatto ad indagini su aree più estese. Sebbene la principale difficoltà del metodo sia costituita dall'interpretazione del segnale, numerosi autori hanno dimostrato l'utilità del metodo per la descrizione delle variazioni spaziali e temporali del contenuto di acqua ed altre proprietà fisiche del suolo. Inoltre, la recente applicazione di approcci time-lapse all'analisi di questi dati ha mostrato la possibilità di sfruttare ulteriormente l'informazione contenuta nella misura.



Nonostante tali metodi vengano applicati in maniera crescente per le stime del contenuto di acqua del suolo, esistono delle criticità legate alla stima dei parametri delle relazioni petrofisiche tra variabili geofisiche ed idro-geologiche. La difficoltà ad ottenere stime accurate di parametri dei modelli fisici a scale spaziali di interesse idrologico porta spesso all'utilizzo di relazioni semi-empiriche (legge di Archie) o empiriche (curve di regressione), il cui impiego è limitato prevalentemente dalla sito-specificità.



INTEGRATED SOIL MOISTURE MEASUREMENTS FOR FLOOD AND DROUGHT PREDICTIONS

Mancini M.⁽¹⁾, Ceppi A.⁽¹⁾, Ravazzani G.⁽¹⁾, Corbari C.⁽¹⁾ and Salerno R.⁽²⁾

(1) *Department of Civil and Environmental Engineering (D.I.C.A.), Politecnico di Milano, Italy, alessandro.ceppi@polimi.it*

(2) *Epson Meteo Centre, Sesto S.Giovanni (Mi), Italy*

ABSTRACT

Operative real-time soil moisture monitoring and forecasting is here presented for irrigation water requirements and flood predictions, coupling meteorological and hydrological model driven by ground and satellite measurements data. The combined use of these two models is nowadays recognized by scientific community as the necessary way to predict hydrological processes with sufficient time in order to active useful mitigation measurements and alert procedures.

The system combines the meteorological forecasts from the non-hydrostatic WRF model, provided by the Epson Meteo Centre, and hydrological soil moisture simulations provided by the Politecnico di Milano with the FEST-EWB model, which is driven by ground and satellite data.

Applications on prediction of irrigation water needs are provided by the Pre.G.I. tool, a specific system for Prediction and Guided Irrigations, whose results are discussed for two agricultural districts located in the Po valley area and in the Southern Italy respectively in continental and Mediterranean climate. Reliability of the forecasting system and its benefits is discussed for the presented case-studies.

Application on flood forecast and control, using the same soil moisture prediction modeling, is presented and discussed for the Milano area that, as well known, presents a not sufficient structural flood defenses with frequent flood episodes. In this case, the same hydrological model FEST-WB is coupled with high resolution (1 km) deterministic weather forecasts provided by the WRF model. Studies on three catchments located northern than Milan (the Olona, Seveso and Lambro River basins) show how early warning systems are an effective complement to structural measures for flood control in Milan city.



OPPORTUNITÀ E PROSPETTIVE NELL'USO DI MISURE DI CONTENUTO D'ACQUA PER LA MODELLAZIONE IDROLOGICA E LA STIMA DELLA PIOGGIA

Massari C., Tarpanelli A., Brocca L. e Moramarco T.

National Research Council, Research Institute for Geo-Hydrological Protection, Via della Madonna Alta 126, 06128 Perugia, Italy, christian.massari@irpi.cnr.it

SOMMARIO

L'umidità del terreno è il fattore principale per la ripartizione dei flussi di massa ed energia tra la superficie terrestre e l'atmosfera svolgendo così un ruolo fondamentale nel ciclo idrologico. Ad esempio, l'umidità del suolo è particolarmente importante nella modellazione afflussi-deflussi in cui diverse condizioni iniziali di umidità del suolo possono discriminare tra eventi catastrofici ed eventi minori a partire da un medesimo evento pioggia. Pertanto, il miglioramento della stima delle condizioni iniziali di umidità del suolo è in grado di ridurre le incertezze nei sistemi di early warning delle piene e può aiutare significativamente nella mitigazione del rischio di alluvione.

Negli ultimi anni, la nota carenza di osservazioni a terra ha aumentato l'interesse della comunità scientifica idrologica nei prodotti di umidità del suolo satellite a causa della loro migliore accuratezza e della loro sempre maggiore disponibilità a scale spazio-temporali più piccole. In tale contesto, sono stati pubblicati un'elevata quantità di studi in cui l'umidità del terreno da satellite è stata assimilata nella modellazione afflussi-deflussi e nei modelli della superficie terrestre per il miglioramento delle stime del deflusso e dell'umidità del suolo, per la chiusura del bilancio idrico nella modellistica idrologica a larga scala e per migliorare o stimare direttamente la precipitazione e l'evapotraspirazione.

In questo studio, presentiamo il contributo del gruppo di ricerca dell'IRPI idrologia in questi campi mostrando alcune importanti applicazioni (Brocca et al. 2014, Massari et al. 2015), in cui le misure di umidità del suolo provenienti da fonti diverse sono assimilate nella modellazione afflussi-deflussi per migliorare la previsione delle inondazioni o utilizzate direttamente per migliorare e quantificare la precipitazione. Nello studio presentiamo i risultati principali insieme alle limitazioni ed alle problematiche che questi studi possono potenzialmente presentare. Inoltre, descriviamo le prospettive future e i suggerimenti per un migliore utilizzo dei dati di umidità del suolo nella modellistica afflussi deflussi mostrando che ogni fonte di osservazione umidità del suolo ha il potenziale per fornire un feedback positivo nella descrizione del ciclo idrologico, se adeguatamente trattata e inserita nei modelli.

Bibliografia

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. *J. Geophys. Res. Atmos.* 2014, 119, 5128-5141.
Massari, C., Brocca, L., Tarpanelli, A., Moramarco, T. Data Assimilation of Satellite Soil Moisture into Rainfall-Runoff Modelling: A Complex Recipe? *Remote Sens.* 2015, 7, 11403-11433.

MONITORAGGIO DELL'EROSIONE INTERRILL A SCALA DI PARCELLA CON TERRESTRIAL LASER SCANNING E FOTOGRAMMETRIA DIGITALE MULTI-IMMAGINE

Vinci A.⁽¹⁾, Brigante R.⁽²⁾, Mannocchi F.⁽¹⁾, Radicioni F.⁽²⁾ e Todisco F.⁽¹⁾

- (1) *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali,*
alessandra.vinci@unipg.it
- (2) *Dipartimento di Ingegneria,* raffaella.brigante@unipg.it

SOMMARIO

Lo scopo del lavoro è quello di fornire alcune informazioni preliminari su come i modelli 3D del terreno ad alta risoluzione siano un valido strumento di supporto per il monitoraggio e la quantificazione dei processi erosivi, anche di natura interrill, a scala di singolo evento. I rilievi sono stati effettuati con un Laser Scanner Terrestre (TLS), RIEGL LMS-Z420i, già ampiamente utilizzato per il monitoraggio dell'erosione diffusa e canalizzata (Vinci et al., 2015) e due fotocamere digitali: una Nikon D800 ed uno smartphone Apple iPhone6Plus. Le misure sono state realizzate su due parcelle presso la stazione sperimentale per il monitoraggio dei processi erosivi del DSA3 a Masse (Umbria, Italia). Le due parcelle monitorate di dimensioni 4mx22m e 2mx11m sono collocate su un versante di pendenza 16%, il suolo è di tipo limo-argilloso. Sono stati effettuati due rilievi: il 21/10/2014, in condizioni di terreno appena lavorato (condizione 0) e l'11/11/2014 in condizioni di superficie alterata in seguito ad un processo di erosione idrica provocato da un evento di pioggia di altezza $P=75\text{mm}$ (condizione 1). In corrispondenza dei due rilievi con il TLS sono state eseguite quattro scansioni per la parcella 4mx22m e due scansioni per la parcella 2mx11m con una risoluzione di 0,01 m alla massima distanza. Da ogni scansione è stata ottenuta una nuvola di punti singola riportandone le coordinate in un sistema di riferimento tridimensionale solidale allo strumento. Allo scopo di allineare le varie scansioni è stata eseguita la misura, tramite una stazione totale topografica ad alta precisione, di target retroriflettenti posizionati lungo i lamierini delimitanti le due parcelle. La nuvola di punti ottenuta, di circa 35 milioni di punti, ha permesso la rappresentazione generale quasi continua delle aree oggetto di indagine. Per la tecnica fotogrammetrica digitale multi-immagine le foto delle parcelle sono state acquisite con asse normale alla superficie da un'altezza di circa 2m con una sovrapposizione totale. Utilizzando il software Agisoft PhotoScan è stato fatto sia il processamento fotogrammetrico sia la generazione del modello 3D delle superfici.

La sperimentazione ha previsto due tipi di confronto. Il primo, fra le due tecniche, è stato finalizzato a verificare l'accuratezza del metodo fotogrammetrico (caratterizzato da notevoli vantaggi economici e di fattibilità) rispetto al TLS. Sono stati confrontati i modelli 3D delle superfici ottenuti con il TLS e con le due fotocamere, prima nella condizione 0 e poi nella condizione 1. I confronti hanno mostrato un buon accordo fra le diverse tecniche, con differenze valutate su profili verticali al massimo di 0,05m (fig.1).

Il secondo confronto è stato effettuato per singola tecnica di rilievo, ovvero un confronto di tipo temporale tra due modelli 3D ottenuti dai rilievi successivi effettuati in condizione 0 e 1, con ciascuna tecnica. Tale confronto è finalizzato a valutare

l'applicabilità delle diverse metodologie per quantificare la perdita di suolo per erosione interrill a scala di singolo evento erosivo. Le differenze ottenute hanno evidenziato la validità delle due tecniche, ma per una più approfondita valutazione dell'attendibilità dei risultati sarà necessario ripetere i rilievi in occasione di eventi erosivi di maggiore entità.

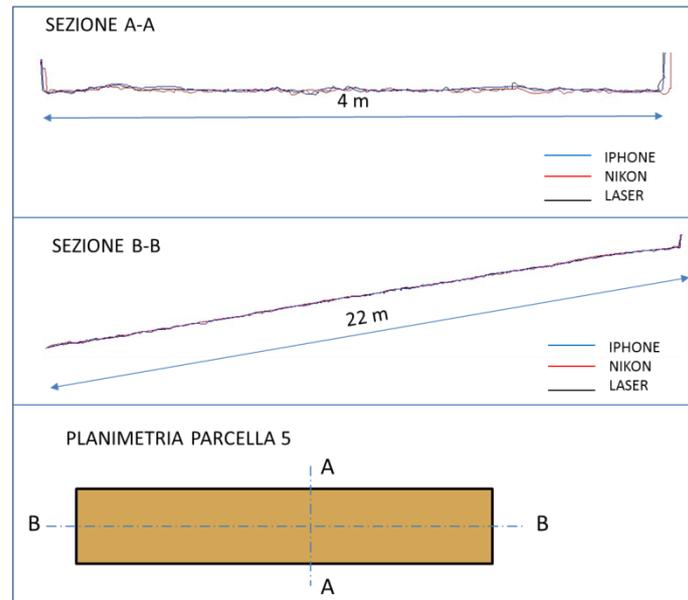


Figura 1 - Sezione trasversale e longitudinale della parcella 4x22 (m) ottenute con le 2 tecniche.

Bibliografia

Vinci A., Brigante R., Todisco F., Mannocchi F. and Radicioni F. (2015). Measuring rill erosion by laser scanning. Catena 124, 97-108.



LA STIMA DELLA PORTATA NEI CORSI D'ACQUA ATTRAVERSO L'UTILIZZO COMBINATO DI ISOTACHIE ADIMENSIONALI E DI MISURE PUNTUALI DI VELOCITA'

Farina G., Alvisi S. e Franchini M.

Dipartimento di Ingegneria, Università di Ferrara, Via Saragat 1, 44122 Ferrara,
Italia

giulia.farina@unife.it, stefano.alvisi@unife.it, marco.franchini@unife.it

SOMMARIO

La stima della portata nei corsi d'acqua viene generalmente eseguita tramite il metodo "velocità-area", la cui applicazione richiede il campionamento di numerosi punti di velocità nell'intera sezione fluviale. Benché tale tecnica rappresenti oggi il riferimento operativo, essa può risultare laboriosa, costosa, poco accurata in prossimità del fondo per la presenza di vegetazione, e a volte irrealizzabile durante piene eccezionali.

In questo studio si presenta un metodo alternativo di stima della portata più rapido e agevole in quanto si appoggia ad un numero estremamente ridotto di misure di velocità.

L'approccio trae origine dalla legge di Biot Savart che consente il calcolo dell'intensità del campo magnetico in un punto dello spazio, generato da un filo rettilineo indefinito percorso da corrente stazionaria e continua. Nel presente lavoro tale legge è stata applicata per quantificare l'incidenza sulla velocità in un generico punto della sezione trasversale di un corso d'acqua prodotta dal generico tratto in cui viene suddiviso il perimetro bagnato: tale effetto risulta proporzionale alla scabrezza del tratto suddetto e alla distanza che lo separa dal punto considerato.

Le curve "di eguale effetto" opportunamente adimensionalizzate possono essere lette come isotachie adimensionali (normalizzate rispetto alla velocità media di sezione). Questo vuol dire che è sufficiente la misura di velocità in un qualsiasi punto per poter stimare, tramite il rapporto fra tale misura e la velocità adimensionale, la velocità media di sezione e quindi la portata, nota che sia l'area bagnata.

La procedura delineata è stata applicata a diversi casi studio: le sezioni di Pontelagoscuro (fiume Po), Ponte Nuovo e Santa Lucia (fiume Tevere), la sezione di Mersch (fiume Alzette) e in alcune sezioni dei fiumi Ohio, Allegheny e Monongahela negli Stati Uniti d'America.

Per ogni sezione investigata, supposta di scabrezza uniforme, una volta ricostruito il pattern delle isotachie relativo ad un coefficiente di Manning n pari a 0,020, si è calcolata la portata appoggiandosi a ciascuna misura correntometrica eseguita all'interno dell'area bagnata; il confronto tra la media delle portate così stimate e quella osservata ha dimostrato l'affidabilità del metodo. È stata eseguita anche un'analisi di sensitività rispetto al coefficiente di scabrezza. Tale analisi di sensitività è stata poi estesa alla posizione della misura di velocità utilizzata per stimare la portata: i punti prossimi a fondo/sponde generalmente portano ad errori maggiori mentre punti nella parte superiore dell'area bagnata consentono una stima più accurata.

Infine, è stato verificato come il campionamento della sola massima velocità superficiale permetterebbe di contenere l'errore sulla stima della portata attorno al



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



10%; essendo tale velocità facilmente misurabile tramite sensori radar no-contact, essa permetterebbe di sopperire alle difficoltà insite nel reperimento dell'informazione correntometrica durante piene consistenti.



UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR REMOTE SURFACE FLOW OBSERVATIONS

Tauro F.⁽¹⁾, Porfiri M.⁽²⁾, Petroselli A.⁽³⁾, Arcangeletti E.⁽³⁾, Mocio G.⁽¹⁾
and Grimaldi S.^(1,2)

- (1) *Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, University of Tuscia, Viterbo 01100, Italy, flavia.tauro@unitus.it*
- (2) *Mechanical and Aerospace Engineering Department, New York University Polytechnic School of Engineering, Brooklyn 11201, NY USA*
- (3) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Agricoltura, le Foreste, la Natura e l'Energia, University of Tuscia, Viterbo 01100, Italy*

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are transforming the way we sense and interact with the environment. We explore their potential as innovative observational tools by studying the integration of UAV technology and optical sensing for quantitative characterization of surface flow phenomena. We demonstrate that a recreational UAV can be used to yield accurate surface flow maps of sub-meter water bodies. Further, we perform a comparative analysis of UAV-based large scale particle image velocimetry (LSPIV) with fixed implementations. Experimental findings support UAV-based observations in outdoor settings. Specifically, UAV measurements are more sensitive to the transit of tracers and closer to benchmark values than traditional LSPIV implementations. Future work should aim at improving UAV stability and at enhancing battery life to enable larger scale observations.



ACOUSTIC FLOW METER INSTALLED JUST UPSTREAM OF A SUBMERGED GATE

Skipalle J.

HydroVision GmbH, Germany, j.skipalle@hydrovision.de

ABSTRACT

Flow meters in combination with gates are commonly used throughout agricultural irrigation districts as well as in hydroelectric power plants. Accurate measurements of irrigation water is a crucial first step towards ensuring it is used efficiently and productively. After the branch channel to a hydroelectric power plant, the minimum flow in a river is to ensure in particular the ecological functions of the water body, especially as a habitat for fish and other water living beings. In both applications, flow control means that the amount of water being released through a gate can be adjusted, ranging from zero to maximum flow.

In free flow, the submerged gate creates a supercritical jet depth, and, if the channel continues with a mild slope, a subcritical water depth that starts with a hydraulic jump. Hydraulic jumps occur when the flow changes suddenly from supercritical to subcritical flow. This process is accompanied by extreme turbulence and air entrainment. In submerged flow, the momentum function associated with the water depth in the channel becomes greater than the momentum function associated with the jet, which causes the jet to become submerged under a swirling vortex. Additionally, flow induced vibrations due to the swirling vortex leads to non-stable flow conditions after the gate. The complex velocity distribution directly after the gate cannot be measured by any flow meter, so only the upstream site of the gate remains. Acoustic transit-time multi-path flow meters are a very common technology for flow measurements in order to achieve highest accuracy. Paths in several parallel planes catch the entire velocity profile and integrating techniques like OWICS (Optimized Weights for Circular Section) help to calculate the flow under non-ideal flow conditions. To catch the complex 3D velocity field upstream of a gate, an acoustic transit-time flow meter was developed. Integrated transducers that are flush with the pipe wall prevent the so-called protrusion effects. A very fast signal processing ensures that the velocity profile is detected at the same time with all installed paths. Two technical details, which are necessary to achieve a high accuracy under non-ideal approach flow conditions.

To confirm the accuracy of the new flow meter, tests have been carried out in an independent gravimetric calibration laboratory with a calibration uncertainty of +/- 0.3%. A transit time flow meter with five planes crossed was installed 1D upstream of a rectangular gate in a 450 mm pipe. The gate opening was varied between 100% and 10%. With this kind of flow meter an absolute accuracy better than < 1.5% could be achieved without any pre-calibration. In the meantime several acoustic transit-time multi-path flow meters have been installed just upstream of a submerged gate in real applications and confirm the good performance under field conditions.

LE ATTIVITÀ DEL TAVOLO NAZIONALE PER I SERVIZI DI IDROLOGIA OPERATIVA

Braca G.⁽¹⁾, Bussetini M.⁽¹⁾, Lastoria B.⁽¹⁾, Mariani S.⁽¹⁾ e Pecora S.⁽²⁾

- (1) ISPRA, Via Brancati 48, 00144 Roma, giovanni.braca@isprambiente.it, martina.bussetini@isprambiente.it, barbara.lastoria@isprambiente.it, stefano.mariani@isprambiente.it
- (2) ARPA Emilia Romagna, Via Garibaldi 75, 43121 Parma, specora@arpa.emr.it

SOMMARIO

In Italia, l'attività relativa all'idrologia operativa è, attualmente svolta da strutture regionali e provinciali in base all'art. 92 del D.Lgs. n. 112 del 31 marzo 1998, che ha stabilito il trasferimento ad esse di funzioni e compiti degli uffici periferici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN, ora confluito in ISPRA) con modalità definite dal DPCM del 24 luglio 2002.

In questo ambito, l'ISPRA ha promosso, a gennaio 2013, un seminario per fare il punto della situazione circa le attività di idrologia operativa svolte dai vari enti istituzionale a livello nazionale e locale e istituito il **Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa**, sotto il proprio coordinamento. A esso partecipano gli uffici e i centri che nelle ARPA/APPA e nelle regioni/province autonome si occupano di idrologia operativa, nonché l'Aeronautica Militare e il Dipartimento della Protezione Civile, in qualità di enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della Commissione Idrologia del WMO. Scopo principale del Tavolo è la progressiva costruzione di un sistema nazionale federato che svolga le attività proprie di un servizio idrologico assicurando un livello nazionale omogeneo di qualità e funzionalità, coerente e ottemperante alle risoluzioni del WMO in materia.

All'interno del Tavolo tecnico sono stati definiti cinque gruppi di lavoro su:

- 1) *Reti di monitoraggio*, per la definizione di criteri per identificare le reti utilizzabili per le diverse finalità;
- 2) *Validazione dati e serie idrologiche*, per definire per ogni parametro meteo-idrologico considerato i criteri minimi e ottimali di validazione;
- 3) *Diffusione e pubblicazione dei dati idrologici*, per la costruzione di un sistema unico di condivisione dei dati secondo gli standard WMO;
- 4) *Annali*, per la realizzazione di linee guida per la redazione dei nuovi Annali idrologici;
- 5) *Misure di portata*, scale di deflusso, per la predisposizione di un documento sullo stato di attuazione del monitoraggio delle portate, comprensivo della parte progettuale.

L'istituzione del Tavolo, oltre a definire lo stato attuale delle attività proprie dei Servizi di Idrologia Operativa in ambito nazionale e a fornire criteri per l'individuazione di reti "fiduciarie" diversificate per uso dei dati meteo-idrologici, per la validazione degli stessi e per la redazione degli Annali Idrologici, ha consentito la creazione di un sistema per gestire e garantire un flusso costante di dati meteo-idrologici a scala nazionale, particolarmente utile per la gestione delle risorse idriche e l'analisi dei fenomeni estremi del ciclo idrologico. Il sistema, chiamato *Hydrological Information System* (HIS), è di tipo open source e consente la condivisione dei dati idrologici e l'accesso a varie sorgenti di dati. L'impostazione seguita è quella del



Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015



Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science (CUAHSI, USA) rispetto alla quale sono stati superati alcuni limiti e ampliati i servizi originariamente previsti. Inoltre, HIS prevede l'uso di standard internazionali approvati dal WMO per i formati di dati meteo-idrologici (ad es., WaterML1.0, WaterML1.1 e WaterML2.0).

Le caratteristiche di questo sistema, ne consentono la possibilità di diffusione in Italia e il libero accesso ai dati idrologici quali la portata, il livello idrico, le precipitazioni e la temperatura dell'aria, per un miglior processo di pianificazione, progettazione, programmazione e gestione dell'ambiente.



STANDARD PER LA CONDIVISIONE DEI DATI IDROLOGICI

Alessandrini C., Bordini F., Pecora S. e Tonelli F.

Servizio IdroMeteoClima, ARPA Emilia-Romagna
Strada Giuseppe Garibaldi, 75 43121 Parma,
calessandrini@arpa.emr.it

SOMMARIO

La raccolta sistematica, l'archiviazione, l'elaborazione e la diffusione dei dati idrologici costituiscono da sempre attività indispensabili per tutte le nazioni al fine di acquisire gli elementi conoscitivi necessari alla gestione delle risorse idriche e alla difesa del suolo, oltre che ad assicurare interventi efficaci di protezione civile. I dati osservativi necessari ad un servizio idrometeorologico per la fornitura di servizi adeguati al territorio di propria competenza vanno al di là dei limiti amministrativi territoriali, risultando così necessario un percorso collaborativo a supporto della condivisione di strumenti e conoscenze. Oltre alla continuità del rilevamento delle osservazioni, la complessità del problema si articola ulteriormente per le differenze tecniche tra i diversi sistemi di condivisione di dati e per la mancata interoperabilità tra gli stessi. L'introduzione di standard internazionali per i formati dei dati e per le tipologie di servizi consente di superare il *digital divide* tra il mondo delle scienze e tecnologie dell'informazione e quello dell'idrologia, definendo così un'infrastruttura attraverso la quale grandi quantità di informazioni multi-disciplinari possono essere rese condivise, scopribili e accessibili.

Nel 2013 è stato istituito il Tavolo Nazionale di Idrologia Operativa, coordinato da ISPRA e partecipato da tutte le Regioni/Province Autonome italiane, all'interno del quale è stata favorita una nuova modalità di condivisione dei dati idrologici, in linea con i dettami del "World Meteorological Organization" (WMO). Il Tavolo Nazionale pone in assoluto le basi nello scenario italiano per un Servizio Idrologico Nazionale nel quale raccogliere, validare, elaborare e condividere i dati, superando le logiche e le differenze del singolo, al fine di convergere in un sistema integrato federato.

Il sistema di integrazione delle informazioni e dei servizi è costituito dalla "Hydrological Information System" (HIS), architettura creata inizialmente dal consorzio americano CUAHSI e poi sviluppata ulteriormente e arricchita da ARPA Emilia Romagna e CNR di Firenze, in cui vengono resi disponibili i dati degli Annali Idrologici pubblicati da ogni Regione/Provincia Autonoma secondo standard internazionali (ad esempio, WaterML2.0 e SOS2.0). La creazione del sistema condiviso a livello nazionale inizia così un percorso verso la standardizzazione di processi, di dati osservativi, di modellistica meteo-idrologica e di dati georiferiti.

La piattaforma HIS costituisce un contributo fondamentale all'implementazione del "WMO Hydrological Observing System" (WHOS) proposto dall'attuale Commissione Idrologia del WMO. WHOS costituirà la componente idrologica di WIGOS ("WMO Integrated Global Observing System"), che sarà implementato tra il 2016 e il 2019, come richiesto dal recente Congresso del WMO, al fine di alimentare il sistema globale di informazioni e osservazioni della Terra e della sua atmosfera.

Il mantenimento di tali sistemi osservativi permette e facilita la gestione del tempo reale di eventi estremi in contesti di protezione civile, nonché un supporto alle Autorità di Distretto ai fini della pianificazione territoriale, definendo così una rete di



Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015



Servizi Regionali/Nazionali che garantiscono una copertura globale di informazioni idrologiche utilizzabili e accessibili.



MONITORAGGIO AMBIENTALE INTEGRATO DEL LAGO ALIMINI PICCOLO (PUGLIA) E DEL SUO BACINO FINALIZZATO AL POTENZIALE SFRUTTAMENTO A SCOPO POTABILE

Masciale R., Caputo M. C., De Carlo L., Portoghese I. e Vurro M.

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), viale F. De Blasio, 5 - 70132 Bari, Italy. rita.masciale@ba.irs.cnr.it

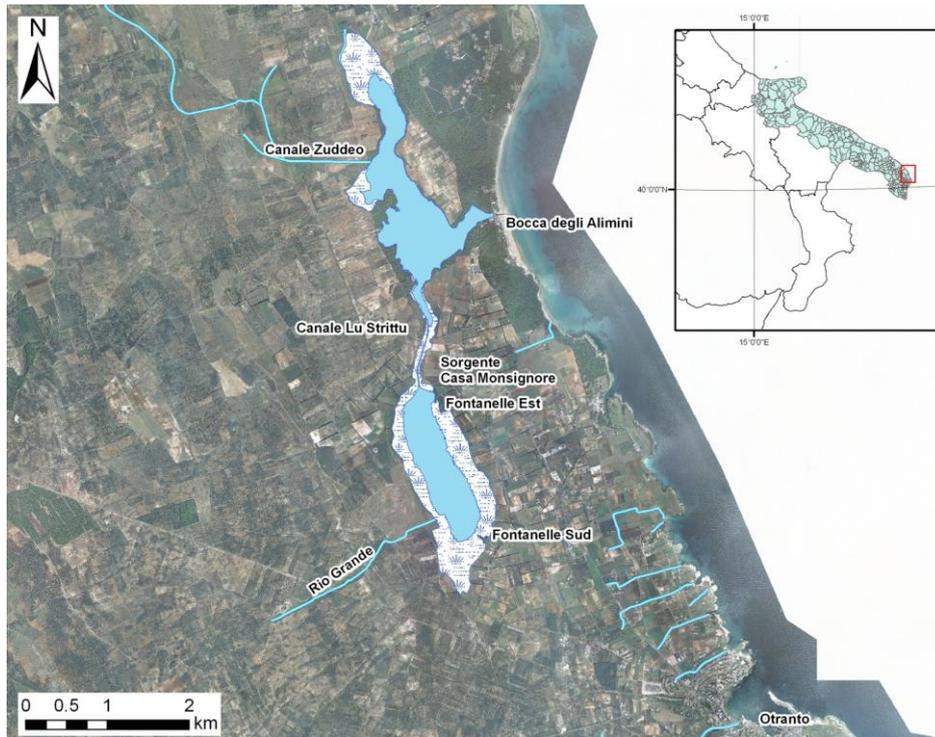
SOMMARIO

Alimini Piccolo, ubicato sul versante Adriatico di una rinomata area turistica del sud della Puglia, è parte di un sistema idrico più ampio costituito da due laghi, Alimini Piccolo, detto anche Fontanelle, e Alimini Grande. I due laghi sono entrambi alimentati dalla falda idrica che ha sede nelle formazioni calcarenitiche plio-pleistoceniche affioranti lungo la costa nel tratto che da Lecce arriva fino ad Otranto. Pur essendo i due laghi comunicanti fra loro, tramite un canale denominato Lu Strittu, presentano caratteristiche nettamente differenti: Alimini Piccolo è caratterizzato da acqua dolce mentre Alimini Grande, in comunicazione con il mare attraverso una foce canale, è caratterizzato da acqua salmastra. Per le sue caratteristiche qualitative, sin dagli anni '50, Alimini Piccolo fornisce la zona circostante di acqua, sia per uso irriguo che domestico, attraverso due opere di presa, Fontanelle est e Fontanelle sud, e un bottino di presa denominato Casa Monsignore. Le crescenti crisi idriche che si verificano in quest'area della Puglia, soprattutto in estate quando l'enorme flusso turistico raddoppia la popolazione equivalente, ha indotto l'autorità idrica a cercare ulteriori fonti di approvvigionamento idrico potabile. Di qui l'interesse maturato per il lago Alimini Piccolo.

Il lavoro descrive i risultati ottenuti nell'ambito di una attività di ricerca avente come oggetto la caratterizzazione quali-quantitativa del sistema idrogeologico di alimentazione del lago Alimini Piccolo.

Ai fini di tale studio, durante un intero anno idrologico (luglio 2013 - settembre 2014), un intenso programma di monitoraggio e misure è stato predisposto sia per il lago che per la falda circostante. Tale programma ha previsto: campagne di rilievo piezometrico, analisi di qualità delle acque di falda e di lago e dei sedimenti di fondo lago, misure batimetriche ed analisi morfologica del bacino per il calcolo dei volumi invasati, studio stratigrafico per la ricostruzione 3D del modello geologico e calcolo dei volumi dell'acquifero, studio climatico dell'area, misure di portata alla sorgente e monitoraggio dei prelievi dal lago nelle tre stazioni di pompaggio.

I risultati delle indagini e le caratteristiche idro-chimiche rilevate, definiscono, dal punto di vista qualitativo, uno schema idrogeologico del sistema idrico sotterraneo che ben si presta ad un potenziale sfruttamento per la produzione di acqua potabile, pur necessitando di una migliore gestione delle attività agricole e turistiche al fine di garantire una maggiore tutela della risorsa. I dati ottenuti dall'intenso programma di monitoraggio sono stati incrociati al fine di valutare i differenti apporti idrici al lago Fontanelle. Il quadro conoscitivo acquisito fornisce, inoltre, una base di dati utile allo sviluppo di un modello di bilancio del lago in grado di valutare, sotto l'aspetto quantitativo, la potenzialità della risorsa.



Area di studio.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'AQP s.p.a. per aver finanziato questa attività di ricerca.



***Sessione 1 - Tecniche innovative per il
monitoraggio***

Sessione Poster



THE DESIGN OF A LABORATORY RAINFALL SIMULATOR TO CALIBRATE NON-CATCHING TYPE GAUGES

Stagnaro M.^(1,2), Colli M.^(1,2), Lanza L.^(1,2) and La Barbera P.⁽¹⁾

- (1) *University of Genova, Dep. of Civil, Chemical and Environmental Engineering,
Via Montallegro 1, 16145 Genoa, Italy, mattia.stagnaro@unige.it*
(2) *WMO/CIMO Lead Centre on Precipitation Intensity, Italy*

ABSTRACT

The liquid precipitation at the ground level is measured by means of different techniques and technologies for areal and point-scale quantification of rainfall intensity RI (mm/h) and the resulting total precipitation amount h (mm). Point-scale precipitation gauges fall in two main categories: catching type gauges, which collect the liquid equivalent precipitation into a measuring bucket, and non-catching type gauges, where the collection of water is not required. Since these categories of gauges employ a variety of measuring principles, the development of a unified calibration procedure is still an open issue.

The more modern non-catching type gauges are generally able to provide multiple information about the occurring precipitation. These are typically the drops size distribution $N(d)$ ($m^3/s/mm$), their terminal velocity v (m/s) and the deriving RI for a given sensing area. Noticeable error figures of the rainfall intensity indications obtained by non-catching type instruments have been highlighted in the recent WMO Field Intercomparison of Rain Intensity Gauges experiment. During the campaign, reference RI values were provided by a selection of catching-type gauges whose performance had been validated in the laboratory. Such low performance are ascribed to the yet unsolved difficulties in establishing reliable relations between the rainfall rate and the measured quantity values from optical, acoustic or radar sensor indications.

This work describes the requirements, the design and preliminary testing of a laboratory rainfall simulation system capable of generating non-continuous water flows (droplets shower) with controlled RI and $N(d)$. The first prototype is based on the precise control and monitoring of the dispensing frequency of fixed droplet volumes. A real-world drops size distribution is approximated by simplifying the domain of droplets diameter d (mm) in three main categories of fixed size. The drop forming principle is composed by a set of three calibrated nozzles driven by precision pumps. The second rainfall simulation prototype under development upgrades the capabilities of the first system by adding the control of the droplets sizes thanks to the employment of several micro-displacement actuators.

The technical advantage derived from the availability of such devices arises from their suitability to calibrate non-catching type gauges. The uncertainty associated with the generated RI and $N(d)$ values is quantified by means of dedicated tests performed in a controlled environment.



SVILUPPO DI UNA PIATTAFORMA WEBGIS PER L'ANALISI E LA GESTIONE DATI IDRO-METEOROLOGICI NELLA REGIONE UMBRIA

Stelluti M.⁽¹⁾, Dicati M.⁽²⁾, Viterbo A.⁽¹⁾, Nelli P.⁽¹⁾ e Moramarco T.⁽²⁾

- (1) Regione Umbria - Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico. Piazza Partigiani 1 - Perugia, aviterbo@regione.umbria.it, mstelluti@regione.umbria.it
(2) CNR-IRPI. Via Madonna Alta 126 - Perugia, tomaso.moramarco@irpi.cnr.it

SOMMARIO

La necessità di avere informazioni idro-meteorologiche accurate e distribuite sul territorio nazionale è un'esigenza fondamentale del nostro Paese. Già dalla seconda metà del 1800 si cominciò a parlare dell'istituzione di un Servizio Idrografico in grado di rilevare, validare e rendere facilmente fruibili le grandezze riguardanti i fiumi, le piogge e le temperature. I dati idro-meteorologici venivano raccolti, elaborati e pubblicati negli Annali Idrologici su supporto cartaceo, in un tempo variabile da uno sino a dieci anni.

Per rendere più efficiente e fruibile l'informazione idro-meteorologica del territorio umbro, il Servizio Idrografico Regione Umbria (SIRU), ha sviluppato in collaborazione con il CNR-IRPI di Perugia una piattaforma WebGis dove far confluire le osservazioni della rete in telemisura del SIRU e i dati storici dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). Il sistema informativo geografico è basato interamente su software ed infrastrutture open-source permettendo di presentare in forma grafica i dati idro-meteorologici, aggregati e rielaborati in modo da fornire tabelle di riepilogo (dati giornalieri, mensili, annuali, etc...), ed analisi sui bilanci idrici. In tale architettura, la rete WEB permette la più ampia partecipazione e condivisione del dato, mentre la tecnologia GIS consente una migliore utilizzazione del dato stesso, soprattutto in un'ottica d'identificazione dei pattern spazio-temporali di variabili idrologiche e creazione di mappe tematiche (es. isoiete, isoterme etc...). L'uso dell'Application Programming Interface (API) di Google permette di visualizzare, selezionare ed interagire con ogni stazione e di richiamare facilmente i dati e le tabelle ad essa associate. La piattaforma consente inoltre l'implementazione degli Annali Idrologici per quanto riguarda la pluviometria, termometria ed idrometria. L'architettura prevede inoltre l'uso del Model View Controller implementato tramite frame work ZEND v1 per PHP sfruttando le API di Google Maps v3 e le JQuery. Il db di appoggio per i dati è un DBMS MySql v5.2, mentre i linguaggi di sviluppo sono PHP v5.4, Javascript, HTML, CSS, AJAX, SQL.



A NOVEL MEASUREMENT STATION FOR NONINVASIVE AND CONTINUOUS OBSERVATIONS IN THE TIBER RIVER

Tauro F.⁽¹⁾, Porfiri M.⁽²⁾, Petroselli A.⁽³⁾, Giandomenico L.⁽⁴⁾, Bernardi G.⁽⁴⁾, Mele F.⁽⁵⁾, Spina D.⁽⁵⁾ and Grimaldi S.^(1,2)

- (1) *Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, University of Tuscia, Viterbo 01100, Italy, flavia.tauro@unitus.it*
- (2) *Mechanical and Aerospace Engineering Department, New York University Polytechnic School of Engineering, Brooklyn 11201, NY USA*
- (3) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Agricoltura, le Foreste, la Natura e l'Energia, University of Tuscia, Viterbo 01100, Italy*
- (4) *CAE S.p.A., San Lazzaro di Savena (BO) 40068, Italy*
- (5) *Agenzia Regionale di Protezione Civile, Centro Funzionale Regionale - Regione Lazio, Rome 00185, Italy*

ABSTRACT

The first implementation of a permanent measurement station for the estimation of surface flow velocities from digital video acquisitions is presented. The station is located on the Tiber River at Ponte del Foro Italico, in the center of Rome, and has been designed and realized in collaboration with CAE S.p.A. based on Mhas (multi hazard system) technology.

Based on preliminary experimental tests described in [Tauro et al., Water Resources Research 2014], the measurement station comprises a Mobotix FlexMount S15 video system and two laser modules for remote image calibration.

Activated since January 2015, the measurement station will allow for noninvasively monitoring the discharge of the Tiber River in real time. In particular, captured videos will be analyzed through large scale particle image velocimetry (LSPIV) to develop surface velocity maps. Such maps will then be combined with information on the bathymetry of the river section to provide discharge data. Notably, the pilot measurement station is located next to an existing ultrasonic meter and a radar flow meter that are currently operated by the Agenzia Regionale di Protezione Civile, Centro Funzionale Regionale at Regione Lazio, Italy. We expect to compare estimates from the pilot station to such more established measurement equipment during a flood event.

This project has been supported through the Ministero degli Affari Esteri project 2014 Italy-USA PGR00175.



FLOOD MAPPING BY COUPLING SAR AND OPTICAL IMAGES: POTENTIAL APPLICATION FOR JOINED USE OF SENTINEL-1 AND SENTINEL-2

Tarpanelli A., Mondini A. and Rossi M.

*Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council,
Perugia, Italy, angelica.tarpanelli@irpi.cnr.it*

ABSTRACT

In view of the recent and serious flood events occurred in latest years worldwide, the interest towards accurate methodology for the evaluation of flood prone areas and flood monitoring is dramatically increased. To address this issue the delineation of reliable flooded areas occurred in the past is of utmost importance. On this context the launch of new ESA Earth observation missions (Sentinels) is expected to provide a great contribute for this purposes thanks to improvements introduced in terms of spatial and temporal resolutions. Specifically, the joint exploitation of Sentinel-1 and Sentinel-2 will allow to maximize the synergies offered by the different observations. The Sentinel-1 space-borne microwave sensor with its nearly all-weather, day and night capabilities, seems to meet the demand for a worldwide mapping capability. Due to the peculiar backscattering characteristics of active radar signal on plain water surfaces the use of SAR data for high-resolution flood mapping is relatively straightforward. Moreover, the Sentinel-2 optical sensor can characterize land surfaces changes thanks to different spectral responses in the visible-infrared domain. Therefore, the combined use of the two information promises to bring to a more exhaustive picture of inundation characteristics.

We propose a method based on: 1) the recognition and modelling of spectral changes, due to floods occurred in the past, and 2) exploitation of the obtained models to recognize and classify new floods. The procedure will allow to skip the manual step of training areas selection in the classification work flow scheme. Indeed, the study has the purpose to develop a semi-automatic procedure in order to generate in a routinely manner the flooded areas at global scale, making easy the understanding of the flood prone areas and the flood monitoring.

The procedure will be tuned and tested in Taiwan where abundant rainfall precipitations are frequent and trigger numerous events.

The activity is carried out under the project "Land cover change detection and monitoring methodologies based on the combined use of S1 and S2 for natural resources and hazard management" in the ESA framework SEOM SY 4Sci Synergy.



HYDRAULIC MODEL CALIBRATION BY USING SATELLITE ALTIMETRY: COMPARISON OF DIFFERENT PRODUCTS

Domeneghetti A.⁽¹⁾, Tarpanelli A.⁽²⁾, Tourian M. J.⁽³⁾, Brocca L.⁽²⁾, Moramarco T.⁽²⁾, Castellarin A.⁽¹⁾, Sneeuw N.⁽³⁾ and Brath A.⁽¹⁾

- (1) *School of Civil Engineering, Department DICAM, University of Bologna, Bologna, Italy, domeneghetti@unibo.it*
- (2) *Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council, Perugia, Italy*
- (3) *Institute of Geodesy, University of Stuttgart, Germany*

ABSTRACT

Monitoring, understanding and modelling natural streamflow regimes represent critical aspects for developing and managing global water resources. However, a global planning and management of inland water is hampered by the high cost related to the set-up and maintenance of traditional monitoring networks. This problem makes the density of observed data very limited, or even absent, in large areas worldwide. The last decades have seen a great evolution on the capability to acquire remotely sensed observations, providing an increasing availability of spatially distributed data to be used for monitoring inland water bodies. Recent advances in radar altimetry technology have improved significantly the accuracy of water level monitoring in rivers and lakes, demonstrating its feasibility and its potential for hydrological and hydraulic applications.

We consider data collected by different satellite missions (i.e., ERS-2, ENVISAT, TOPEX/Poseidon, and SARAL/Altika) and we investigate the usefulness of remotely sensed water surface elevation for the calibration of a quasi-bidimensional (quasi-2D) hydraulic model for a ~140 km reach of the middle-lower portion of the Po River (the longest and largest Italian river). Considering the abundance of topographic data, as well as conventional (i.e. in-situ) and remotely sensed hydrometric data available for the study reach, we investigate whether remotely sensed data can integrate in-situ hydrometric measurement for calibrating a hydrodynamic model. In particular, we compare the performance and the accuracy of different quasi-2D models which we calibrate referring to different satellite altimetry products assessing whether their integration can improve the calibration accuracy and reduce the overall model uncertainty.

Our analysis shows that even if the accuracy of a single satellite measurement is not particularly high (i.e. remote sensing of water surface elevation is not yet capable of replacing in-situ measurements), satellite data can effectively describe the hydrometric regime for a given river reach and integrate in-situ observations when the latter are available as short or geographically sparse sequences.



RELAZIONE ENTROPICA TRA LA VELOCITÀ MEDIA E LA VELOCITÀ MASSIMA: VERIFICA SPERIMENTALE IN UN CANALE MEANDRIFORME

Termini D.⁽¹⁾ e Moramarco T.⁽²⁾

- (1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, University of Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, donatella.termini@unipa.it*
- (2) *Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Via Madonna Alta, 126, Perugia, t.moramarco@irpi.cnr.it*

SOMMARIO

Il modello di entropia sviluppato da Chiu (1988) consente di correlare la velocità media, u_m , e u_{max} mediante una relazione lineare, $u_m = \Phi(M) u_{max}$, che dipende dal parametro entropico, M , caratteristico della sezione fluviale. Tale formulazione è stata verificata su diversi corsi d'acqua naturali con differenti caratteristiche idrauliche e geometriche (Ammari et al. 2010, Xia, 1997).

In tale contesto, Moramarco et al. (2004) utilizzando dati di velocità di alcuni siti idrometrici dell'alto bacino del Fiume Tevere hanno trovato che il valore del parametro M risulta pressoché costante in e pari mediamente a 2.1. Moramarco e Singh (2010) hanno anche analizzato la dipendenza di M dalle caratteristiche idrauliche e geometriche del sito fluviale ed hanno verificato come tale parametro sia sensibile alla posizione del piano di riferimento, y_0 , dove la velocità viene assunta nulla. Recentemente, sulla base di dati sperimentali raccolti in canali rettilinei di laboratorio, Moramarco e Termini (2015), hanno anche verificato l'applicabilità della suddetta relazione entropica per diverse condizioni di scabrezza delle pareti e del fondo, includendo anche il caso di fondo vegetato. Per tutti i casi esaminati da Moramarco e Termini (2015), il parametro $\Phi(M)$ assumeva un valore pressoché costante e vicino a quello identificato in canali naturali. Nel caso di fondo vegetato, tale circostanza si verificava solo per alti valori di sommergenza relativa e/o di bassa concentrazione degli elementi vegetali. Ciò ha suggerito che il parametro $\Phi(M)$ è in grado di riflettere implicitamente un diverso comportamento idraulico della corrente rispetto ad una condizione di solo fondo scabro e/o con rara vegetazione.

Nel presente lavoro, l'attenzione è invece rivolta all'analisi della relazione entropica tra la velocità media e la velocità massima lungo i tratti curvi di un corso d'acqua naturale e, quindi, alla influenza delle correnti di circolazione secondaria, che nascono per effetto della curvatura, sulla suddetta relazione.

Tale analisi viene effettuata sulla base di dati sperimentali raccolti in una canale meandriforme di laboratorio sia in condizioni di fondo piano che in condizioni di fondo deformato. I risultati confermano sostanzialmente l'esistenza della relazione lineare tra la velocità media e la velocità massima con alcune eccezioni nelle zone in cui il moto di circolazione secondaria è più accentuato.

Bibliografia

- Ammari, A., and Remini, B. "Estimation of Algerian rivers discharges based on Chiu's equation." *Arab J. Geosc.*, 2010, 3, 59-65.
- Chiu, C.L., Entropy and 2-D velocity distribution in open channels, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 1988, 114(7).



- Moramarco, T., Saltalippi, C., and Singh, V.P., Estimation of mean velocity in natural channel based on Chiu's velocity distribution equation, *Journal of Hydrologic Engineering*, ASCE, 2004, 9(1).
- Moramarco T., Singh. (2010). Formulation of the entropy parameter based on hydraulic and geometric characteristics of river cross sections. *Journal of Hydrologic Engineering*, 15(10), doi:10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000255.
- Moramarco T. and Termini D. "Entropic approach to estimate the mean flow velocity:experimental investigation in laboratory flumes". *Environmental Fluid mechanics*. 2015. Vol. 15 issue 1.
- Xia, R. "Relation between mean and maximum velocities in a natural river." *J. Hydraul. Eng.*, 1997, 123(8), 720-723.

SPERIMENTAZIONE DI UN PROTOTIPO DRONE - RADAR PER IL MONITORAGGIO DELLA PORTATA IN CANALI NATURALI

Moramarco T.⁽¹⁾, Alimenti F.⁽²⁾, Zucco G.⁽¹⁾, Barbetta S.⁽¹⁾, Tarpanelli A.⁽¹⁾, Brocca L.⁽¹⁾, Mezzanotte P.⁽²⁾, Roselli L.⁽²⁾, Orecchini G.⁽²⁾, Virili M.⁽²⁾, Valigi P.⁽²⁾, Ciarfuglia T.⁽²⁾ e Pagnottelli S.⁽³⁾

(1) *National Research Council, Research Institute for Geo-Hydrological Protection, Perugia, Italy, t.moramarco@irpi.cnr.it*

(2) *Department of Engineering, University of Perugia, Perugia, Italy*

(3) *Siralab Robotics srl, Terni, Italy*

SOMMARIO

La stima della portata in un sito idrometrico è legata alle condizioni idrauliche del flusso che sono identificate dall'osservazione dei livelli idrici, riferiti a un datum che è lo zero-idrometrico. La semplicità e l'economicità del monitoraggio dei livelli favoriscono la sua diffusione nei canali naturali, al quale deve essere affiancato la misura periodica delle velocità di flusso, non semplice e costosa, da cui stabilire la relazione funzionale livello-portata, nota come scala dei deflussi. Il valore di portata sarà tanto più accurato quanto più le misure di velocità di flusso sono disponibili per livelli elevati, ovvero per eventi di piena significativi. In questo contesto, tuttavia, la misura della velocità non può essere effettuata con tecniche standard per le difficoltà oggettive di campionamento dei punti velocità nella parte inferiore dell'area liquida che non consentono di ricostruire il solido di velocità, e quindi la velocità media,. Al contrario, la misura della velocità superficiale può essere eseguita con tecniche standard e/o sensori radar di tipo non-contact ed attraverso il modello di entropia proposto da Chiu (1987) si può giungere alla stima della velocità media e quindi della portata, nota la geometria della sezione fluviale (Moramarco et al., 2004). Un notevole beneficio nel monitoraggio della portata mediante l'approccio entropico ne può derivare dall'utilizzo di droni anche per quei siti fluviali dove non vi sono attraversamenti e non è possibile installare alcun tipo di sensore contact/no-contact, né effettuare misure di velocità con tecniche tradizionali.

In questo contesto, nell'ambito di un Progetto finanziato dalla Regione Umbria e che vede il coinvolgimento di unità di ricerca ed uno Spin-off per la prima volta si è dato avvio alla sperimentazione di un prototipo di drone con a bordo un sensore radar Doppler miniaturizzato che opera a 24 GHz con l'obiettivo di monitorare la velocità superficiale nei canali naturali. Il sensore è costituito da una scheda quadrata di lato pari a 10 cm che integra, da un lato le antenne planari trasmettente e ricevente e, dall'altro, l'elettronica di front-end (oscillatore, amplificatore a basso rumore, convertitore di frequenza, etc.). Il radar è completato da una unità di back-end comprendente gli amplificatori a bassa frequenza, i circuiti di condizionamento del segnale e il microprocessore per l'elaborazione del segnale ricevuto. La sensibilità Doppler è pari a 160 Hz per ogni m/s di velocità relativa tra e l'antenna e la corrente fluida. Complessivamente il sensore ha un ingombro di circa 400 cm³ ed una massa di 0.2 kg; i primi test di confronto effettuati sul fiume Tevere hanno fornito valori di velocità in ottimo accordo con quelli misurati da un radar commerciale.

Il drone è un esacottero con un tempo di volo di 30 minuti con un payload fino a 300 grammi. Il piano di volo è programmato con un software ad-hoc ed è controllato da



sensori a bordo (GPS, accelerometro, altimetro e camera) gestiti da un datalogger che consentirà la sincronizzazione dei dati con le misure del radar.

La sperimentazione del prototipo consiste nel verificare l'affidabilità dei profili di velocità superficiale osservati lungo transetti trasversali al corso d'acqua anche durante eventi di piena consistenti e per siti inaccessibili, e che rappresenta la condizione al contorno per il modello entropico che consente di stimare la portata. Al momento, la sperimentazione ha riguardato l'affidabilità del sensore radar miniaturizzato mediante misure statiche effettuate in concomitanza con un sensore radar Decatur in sezioni idrometriche del Fiume Tevere. Le misure del radar sperimentale sono risultate coerenti con quelle del Decatur, rientrando all'interno della fascia di confidenza delle misure Decatur e sono state utili per la stima della portata nei siti fluviali.

Bibliografia

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

Moramarco, T., Saltalippi, C. and 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.



Sessione 2 - Idrologia di bacino

Sessione Orale





GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL MODELS OF 2020

Rigon R.⁽¹⁾, Bancheri M.⁽¹⁾, Abera W.⁽¹⁾ and Formetta G.⁽²⁾

- (1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica/CUDAM, Università di Trento, Italy, riccardo.rigon@unitn.it*
- (2) *Department of Civil and Environmental Engineering, School of Mines, Golden, CO*

ABSTRACT

Geomorphological Unit Hydrograph has been a landmark of the last thirty five years of surface hydrology research. The theory passed through various evolution phases that will be reviewed in this contribution. Recently some Authors refreshed the travel time approach with new notation and a theoretical achievements. The latter works, however, have lost part of the geomorphic information which was so appealing in the historic papers. This contribution therefore try to envision how this information can be recast back in its place. The new formalism, is more general than the old one, in the sense, that it also allows to include evapotranspiration and other fluxes in a coherent way. A few arguments are developed to propose methods to include them properly. Some preliminary results of recent researches are also presented.



SIMULAZIONE ATMOSFERICA NON IDROSTATICA DELLA PRECIPITAZIONE: APPLICAZIONE DEL MODELLO WRF E WRFHydro AD ALCUNI CASI STUDIO

Viterbo F.⁽¹⁾, Parodi A.⁽¹⁾, von Hardenberg J.⁽²⁾ e Provenzale A.⁽³⁾

- (1) CIMA Foundation, Savona - Italy, francesca.viterbo@cimafoundation.org
(2) CNR - ISAC, Torino - Italy
(3) CNR - IGG, Pisa - Italy

SOMMARIO

La possibilità di avere campi di precipitazione ad altissima risoluzione e di buona qualità rappresenta un traguardo molto importante per lo studio del cambiamento climatico e per la comprensione e miglioramento della predicibilità di eventi meteorologici estremi e del loro impatto al suolo. Tuttavia allo stato attuale la qualità di tali forzanti meteorologiche necessita di un costante miglioramento, soprattutto per la previsione di eventi estremi di tipo più spiccatamente convettivo e in aree ad orografia complessa.

In questa ottica, un possibile miglioramento della previsione idrometeorologica e dello studio del ciclo idrologico nel suo insieme può avvenire per mezzo di un approccio modellistico atmosferico e idrologico di tipo accoppiato che consideri il complesso sistema di interazioni e feedback tra terra-atmosfera e la redistribuzione della precipitazione al suolo.

Verranno dunque illustrati alcuni esempi di applicazione del modello atmosferico Weather Research and Forecast Model (WRF) e del recente tool idrologico WRF-Hydro, utilizzati sia in versione stand alone che fully coupled.

Attraverso l'utilizzo accoppiato di questi modelli è possibile migliorare la modellazione di flussi di umidità e calore tra terra e atmosfera e ottenere in un'unica simulazione fully-coupled non solo la precipitazione, ma anche i dati di risposta al suolo in termini di ruscellamento superficiale, umidità del suolo e portata fluviale.

Verranno mostrati alcuni risultati ottenuti con il solo modello WRF applicato alla tragica alluvione del Pakistan 2010 e con la configurazione WRF-Hydro non accoppiata all'evento che ha interessato l'arco ionico tarantino nell'Ottobre del 2013. Infine si accennerà al lavoro in corso e, in particolare, alla sperimentazione dell'approccio totalmente accoppiato al bacino del Fiume Tevere, con simulazioni sia a scala di evento, che a scala stagionale.



ANALISI DELLA VARIABILITÀ TEMPORALE DEI MASSIMI ANNUALI DI PIOGGIA DI BREVE DURATA IN SICILIA

Bonaccorso B. ed Aronica G. T.

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile, Ambientale e Matematica Applicata, Università di Messina, C.da di Dio, 98166 S. Agata (ME),
bbonaccorso@unime.it, garonica@unime.it*

SOMMARIO

Negli anni recenti diverse aree costiere dell'Italia sono state interessate da eventi di pioggia particolarmente intensi, i cui effetti al suolo in termini di piene e frane hanno prodotto ingenti danni a persone e a beni materiali. Sebbene l'elevato rischio associato a tali eventi può in parte dipendere da un eccessivo ed irrazionale uso dei suoli, è opinione largamente condivisa che il cambiamento climatico giochi un ruolo rilevante nell'intensificazione degli eventi idrologici estremi. In particolare, se da un lato il numero medio di giorni piovosi annui sembra essere progressivamente diminuito nel corso degli ultimi decenni, dall'altro si è assistito ad una tendenza verso una maggiore concentrazione degli eventi intensi, poiché piogge copiose di breve durata si sono verificate con maggiore frequenza.

In tale contesto si inserisce il presente studio, il cui obiettivo è quello di identificare l'eventuale presenza di elementi di variabilità temporale nei massimi annuali di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrati tra il 1928 ed il 2009 in oltre 200 pluviografi distribuiti sul territorio della regione Sicilia. Per una più affidabile analisi statistica delle serie dei massimi annuali, la cui lunghezza è spesso limitata rispetto ad esempio alle serie giornaliere, si è scelto di applicare una tradizionale analisi regionale basata sulla procedura dell'indice di piena. Tale procedura richiede la determinazione di regioni omogenee, ovvero un insieme di stazioni per le cui serie si possa assumere la stessa distribuzione di frequenza, a meno di un fattore di scala (ad es. la mediana). Nel presente studio le regioni omogenee sono state identificate a partire da una cluster analysis di tipo gerarchico, utilizzando caratteristiche locali delle stazioni esaminate. Per la verifica di omogeneità delle regioni così identificate sono stati applicati due test statistici: il test basato sugli L-moments ed il rank-test modificato di Anderson-Darling. Quindi, diverse distribuzioni di probabilità sono state investigate al fine di ricavare le curve di crescita per ciascuna regione omogenea, ed in particolare: Lognormale (LN3), Generalized Extreme Value (GEV), Generalized Pareto (GPA), Generalized Logistic (GLO), Pearson type III (PE3) e Weibull (W3). Sono stati, dunque, analizzati potenziali variazioni temporali negli L-moment ratios e nelle forme delle curve di crescita regionali con particolare riferimento agli ultimi 40 anni. I risultati mostrano una generale decrescita nei valori degli L-moment ratios, sebbene una controtendenza risulti presente a partire dalla fine degli anni '90. L'analisi delle curve di crescita, condotta per decadi distinte (1970-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009) rivela che, ad eccezione di pochi casi le variazioni non risultano significative. Diversamente, i quantili di pioggia stimati sulla base dei dati registrati durante l'ultimo decennio risultano, a parità di tempo di ritorno, significativamente più elevati rispetto a quelli stimati sulla base dei periodi antecedenti, per via di una crescita marcata dei valori regionali delle mediane, in particolare modo nella Sicilia Orientale. Tali risultati trovano riscontro nel fatto che



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



numerosi eventi temporaleschi particolarmente intensi hanno interessato la Sicilia tra il 2003 ed il 2009.

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SU UN BACINO DEL MEDITERRANEO DI MEDIE DIMENSIONI

Piras M.^(1,2), Mascaro G.^(2,3), Deidda R.^(1,2) e Vivoni E. R.^(4,5)

- (1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura Università degli Studi di Cagliari, Cagliari, Italia, via Marengo 2, 09128 Cagliari, monicapiras@unica.it, rdeidda@unica.it*
- (2) *Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Fisica dell'Atmosfera e dell'Idrosfera Tolentino, Italia, rdeidda@unica.it*
- (3) *Julie Ann Wrigley Global Institute of Sustainability Arizona State University Tempe, Arizona, USA, gmascaro@asu.edu*
- (4) *School of Sustainable Engineering and the Built Environment, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA, vivoni@asu.edu*
- (5) *School of Earth and Space Exploration, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA, vivoni@asu.edu*

SOMMARIO

I bacini del Mediterraneo sono caratterizzati da proprietà fisiografiche assai eterogenee nello spazio e da una notevole variabilità ed intermittenza spaziale e temporale della precipitazione, la quale presenta una marcata stagionalità e significative fluttuazioni interannuali. Tali caratteristiche rendono questi bacini vulnerabili all'occorrenza di eventi idro-meteorologici estremi, tra cui siccità, temporali ed alluvioni. Numerosi studi basati su modelli climatici globali e regionali concordano inoltre nel prevedere che la zona del Mediterraneo sarà soggetta, con elevata probabilità, ad una riduzione della disponibilità delle risorse idriche e ad un'intensificazione degli estremi idrologici (Giorgi, 2006, IPCC, 2007). Il progetto di ricerca europeo CLIMB (Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins, Ludwig et al., 2010), finanziato dal settimo programma quadro dell'Unione Europea, ha come finalità lo studio degli effetti del cambiamento climatico sulla risposta idrologica di bacini in area Mediterranea. Una delle aree di studio del progetto CLIMB è il bacino del Rio Mannu a Monastir (473 km²), localizzato nella Sardegna meridionale, nel quale è stato applicato il modello idrologico distribuito e fisicamente basato tRIBS (TIN-based Real time Integrated Basin Simulator, Ivanov et al., 2004a, b). Tale modello è stato dapprima calibrato e validato con forzanti idrometeorologiche ad elevata risoluzione spaziale e temporale, generate attraverso il downscaling (o la disaggregazione) di osservazioni di precipitazione (Deidda et al., 1999, Deidda, 2000, Badas et al., 2006) e di evapotraspirazione potenziale (Mascaro et al., 2013). Successivamente, il modello calibrato è stato utilizzato per simulare la risposta idrologica del bacino in un periodo di riferimento (1971-2000) e in un periodo futuro (2041-2070) nello scenario A1B (Nakiceovic et al., 2000). A tale scopo, gli output di quattro modelli climatici, selezionati per le buone prestazioni in alcuni bacini del Mediterraneo (Deidda et al., 2013), sono stati corretti da eventuali bias e disaggregati spazialmente e temporalmente e, quindi, utilizzati come forzanti per il modello tRIBS. Gli output delle simulazioni idrologiche sono stati analizzati per quantificare le variazioni tra il periodo futuro e quello di riferimento sia nelle diverse componenti del bilancio idrico (Piras et al., 2014) che nella propagazione degli eventi estremi di precipitazione e piena

(Piras et al., 2015). I risultati confermano le previsioni per l'area mediterranea, con un bacino che nel futuro sarà soggetto a una minore disponibilità idrica principalmente dovuta alla diminuzione delle precipitazioni. L'analisi degli eventi estremi mostra notevole variabilità sia nelle previsioni dei massimi annui della precipitazione, le quali variano tra i modelli climatici e tra i periodi di riferimento e futuro, che nelle stime delle portate di piena, le quali mostrano un marcato effetto delle proprietà del suolo e della topografia. Infine, attraverso il confronto di due simulazioni idrologiche con input di precipitazione a bassa e alta risoluzione spaziale e temporale, è stato evidenziato il vantaggio che si ha nell'applicare algoritmi di downscaling agli output dei modelli climatici per la loro capacità di rappresentare la variabilità locale della pioggia.

Bibliografia

- M. G. Badas, R. Deidda, and E. Piga (2006), Modulation of homogeneous space-time rainfall cascades to account for orographic influences, *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 6, 427-437.
- R. Deidda, R. Benzi and F. Siccardi (1999), Multifractal modeling of anomalous scaling laws in rainfall, *Water Resources Research*, 40, 1-23.
- R. Deidda (2000), Rainfall downscaling in a space-time multifractal framework, *Water Resources Research*, 36, 1779-1794.
- R. Deidda, M., Marroccu, G. Caroletti, G. Pusceddu, A. Langousis, V. Lucarini, M. Puliga and A. Speranza (2013), Regional climate models' performance in representing precipitation and temperature over selected Mediterranean areas, *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 5041-5059, doi:10.5194/hess-17-5041-2013, doi:10.5194/hess-17-2013, 2013.
- F. Giorgi, (2006), Climate change hot-spots, *Geophysical Research Letters*, 33, 1-4, doi:10.1029/2006GL025734.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976.
- V. Y. Ivanov, E. R. Vivoni, L. R. Bras and D. Entekhabi (2004a), Catchment hydrologic response with a fully distributed triangulated irregular network model, *Water Resources Research*, 40, 1-23, doi:10.1029/2004WR003218.
- V. Y. Ivanov, E. R., Vivoni, L. R., Bras and D. Entekhabi (2004b), Preserving high-resolution surface and rainfall data in operational-scale basin hydrology: a fully distributed physically-based approach, *Journal of hydrology*, 80-111, doi:10.1016/j.jhydrol.2004.03.041.
- R. Ludwig, et al. (2010), Climate-induced changes on the hydrology of Mediterranean basins - A research concept to reduce uncertainty and quantify risk, *Fresenius Environmental Bulletin*, 19 (10 A), 2379-2384.
- G. Mascaro, M. Piras, R. Deidda and E. R. Vivoni (2013), Distributed hydrologic modeling of a sparsely monitored basin in Sardinia, *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 4143-4158, doi:10.5194/hess-17-4143-2013.
- N. Nakicevic, J. Alcamo, G. Davis, H. J. M. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grubler, T. Y. Jung, T. Kram, E. L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Papper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi, Z. (2000), Emissions Scenarios, A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- M. Piras, G. Mascaro, R. Deidda and E. R. Vivoni (2014), Quantification of hydrologic impacts of climate change in a Mediterranean basin in Sardinia, Italy, through high-resolution simulations, *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 5201-5217, doi:10.5194/hess-18-5201-2014.
- M. Piras, G. Mascaro, R. Deidda and E. R. Vivoni (2015), Impacts of climate change on precipitation and discharge extremes through the use of statistical downscaling approaches in a Mediterranean basin, *Science of the Total Environment*, 10.1016/j.scitotenv.2015.06.088.



dat@ResQ: UNA PIATTAFORMA SOFTWARE PER LA STIMA DELLE VARIAZIONI DI REGIMI DI PORTATA LUNGO LA RETE IDROGRAFICA

**Doulatyari B.^(1,2), Betterle A.^(1,2), Radny D.⁽¹⁾, Alessi Celegon A.⁽⁴⁾, Fiume A.⁽⁴⁾,
Fanton P.⁽⁴⁾, Schirmer M.^(1,2) e Botter G.⁽³⁾**

- (1) *EAWAG Istituto federale per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque, Dipartimento Risorse Idriche e Acqua Potabile, Duebendorf, Svizzera*
- (2) *Università di Neuchatel, Centro di Idrogeologia e Geotermia (CHYN), Neuchatel, Svizzera*
- (3) *Università di Padova, Dipartimento ICEA e Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini", Padova*
- (4) *i4 Consulting S.r.l., via Barroccio dal Borgo 1, 35124 Padova, elisa.alessicelegon@i4consulting.it*

SOMMARIO

I modelli analitici fisicamente basati costituiscono un efficace strumento per comprendere i processi di formazione dei deflussi a scala di bacino, specie quando vi sia carenza di dati misurati. L'accessibilità a diverse fonti di dati e a modelli analitici più o meno complessi che operino a scale differenti in bacini di medio-grandi dimensioni suggerisce lo sviluppo di una piattaforma software in grado di gestire contemporaneamente dati alfanumerici e cartografici e componenti modellistiche anche di complessità rilevante. Nel presente contributo si descrivono lo strumento sviluppato ad hoc e le scelte tecnologiche effettuate affinché un recente modello, che stima la funzione di densità di probabilità delle portate e la corrispondente curva di durata a partire dalle sole caratteristiche climatiche e morfologiche del bacino, potesse essere applicato lungo ogni punto del reticolo idrografico di un bacino di studio situato nel nord-est della Svizzera, il bacino del fiume Thur. Lo strumento di calcolo coniuga un modello stocastico delle portate basato su un modello di bilancio idrico con un modello geomorfologico di recessione, per caratterizzare il comportamento idrologico del sistema a scala di bacino; i risultati delle analisi sono stati validati presso sei sezioni della rete idrografica, per le quali erano disponibili misure di portata, con soddisfacenti corrispondenze. La piattaforma software sviluppata a supporto degli strumenti modellistici è costituita da un geo-database multi-utente e di una interfaccia Web personalizzata e di facile accesso per il caricamento, la gestione e la modellazione di dati idrologici e la gestione automatica di simulazioni complesse.

La piattaforma è stata sviluppata interamente con componenti e strumenti opensource ed è stata disegnata per lavorare in multiutenza e perché ciascun utente, secondo le caratteristiche del proprio profilo, possa accedere in maniera differenziata ai dati e alle simulazioni contenute. Nuovi set di dati, non appena disponibili e/o aggiornati, e nuove simulazioni possono essere facilmente aggiunti alla base di dati; i dati contenuti nel database e i risultati delle simulazioni possono inoltre essere esportati secondo formati standard o personalizzabili. Gli utenti possono lanciare simultaneamente simulazioni caratterizzate da diversi set di parametri; i risultati dei diversi run e le caratteristiche delle simulazioni sono disponibili via web agli utenti autorizzati in qualsiasi momento. La scelta di sviluppare



una piattaforma modulare in cui quindi ciascuna componente modellistica è separata dalle altre, consente in qualsiasi momento di aggiungere/aggiornare moduli analitici (i.e. metodi di interpolazione dei dati di precipitazione, modelli di separazione di deflussi, ecc.), di utilizzare set di dati di input differenti e di applicare agilmente il framework ad altri casi studio.

Inoltre la combinazione di modelli implementati nella piattaforma per la gestione dei dati ha le potenzialità per divenire uno strumento affidabile per valutare il regime delle portate in un bacino, anche in assenza di dati idrometrici e con modeste informazioni climatiche e morfologiche, e può essere utilizzato per stimare la disponibilità di risorsa idrica anche in ragione di mutamenti delle condizioni climatiche.



PREDICTION OF FLOW-DURATION CURVES: GEOSTATISTICAL TECHNIQUES VERSUS MULTIVARIATE REGRESSION

Pugliese A.⁽¹⁾, Farmer W. H.⁽²⁾, Castellarin A.⁽¹⁾ and Vogel R. M.⁽³⁾

(1) *School of Civil Engineering, Department DICAM, University of Bologna,
Bologna, Italy, alessio.pugliese3@unibo.it*

(2) *United States Geological Survey (USGS), Denver, CO, USA*

(3) *Tufts University, Medford, MA, USA*

ABSTRACT

A period-of-record flow duration curve (FDC) represents the relationship between the magnitude and frequency of daily streamflows. Prediction of FDCs in ungauged basins is of great importance in those locations characterized by sparse, or more often missing, streamflow observations. We present a detailed comparison of two approaches which are capable of predicting an FDC in ungauged basins. An adaptation of the geostatistical method Top-kriging employs a linear weighted average of dimensionless empirical FDCs, standardized for a reference streamflow value. Weights are the result of the application of Top-kriging over an empirical point index, which expresses the similarity between curves. Dimensional FDCs are then reconstructed developing a similar Top-kriging-based model capable of predicting the reference streamflow in the same sites. The second method is based on regional multiple linear regressions and is one of the most common method for predicting FDCs in ungauged sites. Comparisons of these two methods are made at 182, mostly unregulated, river catchments in the southeastern U.S. using a three-fold cross-validation algorithm. Our results reveal that the two methods perform very similarly throughout flow-regimes, showing average Nash-Sutcliffe Efficiencies of 0.566 and 0.662 in natural scale, while 0.883 and 0.829 in log-transformed scale, for the geostatistical and the linear regression models, respectively. However, some complementarities are shown in the very low-flow regime, i.e. duration greater than 0.95, where the two models highlight different behaviors when considering natural or log-transformed streamflows.



GEOMORPHIC APPROACHES FOR FLOOD HAZARD MAPPING OVER LARGE REGIONS

Samela C.⁽¹⁾, Troy T. J.⁽²⁾, Manfreda S.⁽¹⁾ and Sole A.⁽¹⁾

(1) *Università degli Studi della Basilicata, Potenza, 85100, Italy,*
caterina.samela@unibas.it

(2) *Lehigh University, Bethlehem, PA 18015, USA,* tara.troy@lehigh.edu

ABSTRACT

The knowledge of the position and the extent of the areas exposed to the flood hazard is essential to any strategy for minimizing the risk. Unfortunately, in ungauged basins the use of traditional floodplain mapping techniques is prevented by the lack of the extensive data required. The main aim of the present work is to overcome this limitation by defining an alternative simplified procedure for a preliminary, but efficient, floodplain delineation. To validate the method in a data-rich environment, eleven flood-related morphological descriptors (Manfreda et al. 2015; Samela et al., 2015) derived from DEMs have been used as linear binary classifiers (Degiorgis et al., 2012) over the Ohio River basin and its sub-catchments. Their performances in identifying the floodplains have been measured at the change of the topography and the size of the calibration area, and the best performing classifiers among those analysed have been applied and validated across the continental U.S. The results suggest that the classifier based on the index $\ln(h_r/H)$, named the Geomorphic Flood Index (GFI), is the most suitable to detect the flood-prone areas in ungauged basins and for large-scale applications, providing good accuracies with low requirements in terms of data and computational costs.

Keywords

Flood hazard, ungauged basins, binary classifiers, terrain analysis, DEM, USA.

References

- Degiorgis, M., Gnecco, G., Gorni, S., Roth, G., Sanguineti, M. & Taramasso, A.C. (2012). Classifiers for the detection of flood-prone areas using remote sensed elevation data. *Journal of Hydrology*, 470, 302-315. 30.
- Manfreda, S., Samela, C., Gioia, A., Consoli, G. G., Iacobellis, V., Giuzio, L., Sole, A. (2015). Flood-prone areas assessment using linear binary classifiers based on flood maps obtained from 1D and 2D hydraulic models. *Natural Hazards*, 1-20.
- Samela, C., Manfreda, S., Paola, F. D., Giugni, M., Sole, A., & Fiorentino, M. (2015). DEM-Based Approaches for the Delineation of Flood-Prone Areas in an Ungauged Basin in Africa. *Journal of Hydrologic Engineering*, 06015010.

IMPACTS OF FLOODS EVENTS ON FOOD SECURITY

Pacetti T.⁽¹⁾, Caporali E.⁽¹⁾ and Rulli M. C.⁽²⁾

- (1) *Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Via S. Marta 3, 50139 Firenze,*
tommaso.pacetti@unifi.it, enrica.caporali@unifi.it
- (2) *Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, P.za Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano.* mariacristina.rulli@polimi.it

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the impact of flood events on food security. According to the definition elaborated by FAO in "The State of Food Insecurity 2001" [1], food security "exists when all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life". This official definition makes explicit reference to the comprehensive coverage of nutrition: "The four pillars of food security are: availability, access, utilization and stability".

The inner connections among natural disaster and food security are extremely relevant especially in developing countries where the availability (one of the four pillars above mentioned) can be highly jeopardized by extreme events that damage the primary access to food, i.e. agriculture.

The analysis has focused on the collection of hydrological data in order to define a proper case study that could highlight the effects of flood events on food availability. Based on existing literature on extreme floods, two events have been selected as exemplary: the Bangladesh flood on 2007 and the Pakistan flood in 2010 [2][3].

In this study the evaluation of food security losses is based on: a) estimation of stored food damaged or destroyed; b) estimation of cultivation on site during the flood event and therefore damaged or destroyed through remote sensing data (Figure 1); c) estimation of future crop production losses due to field damages.

In particular, the analysis focused on the common crops cultivated in Pakistan (rice, wheat and sugarcane) and Bangladesh (rice), according to FAO food balance sheet. For example, the amount of food that could not be produced because of the flood event is calculated measuring the area covered by the flood and then multiplying these areas for the specific yield of the crops considered. The results are then compared to the average annual food supply elaborated by FAO in order to estimate the impact on food security.

In 2010, the results show a reduction of around 8.5% of Pakistan food availability compared to 2009. In terms of human food requirement [4], the available calories per person decrease from 81% to 74%. The impact of flood is also been estimated according to the concept of water footprint [5]. The water footprint of damaged production is equivalent to around 18 km³ of water, which represents a loss of 13% of the total Pakistan water footprint. Considering that in Pakistan the annual water footprint per person is 1290 m³/year, these losses correspond to the vegetarian feed of 14 million of inhabitants. The same calculation was done for Bangladesh flood, resulting in a reduction of food availability around 10% (compared to 2006) and an equivalent water footprint of around 12 km³ of water (7% of total production water footprint). The available calories per person decrease from 97% to 87%.

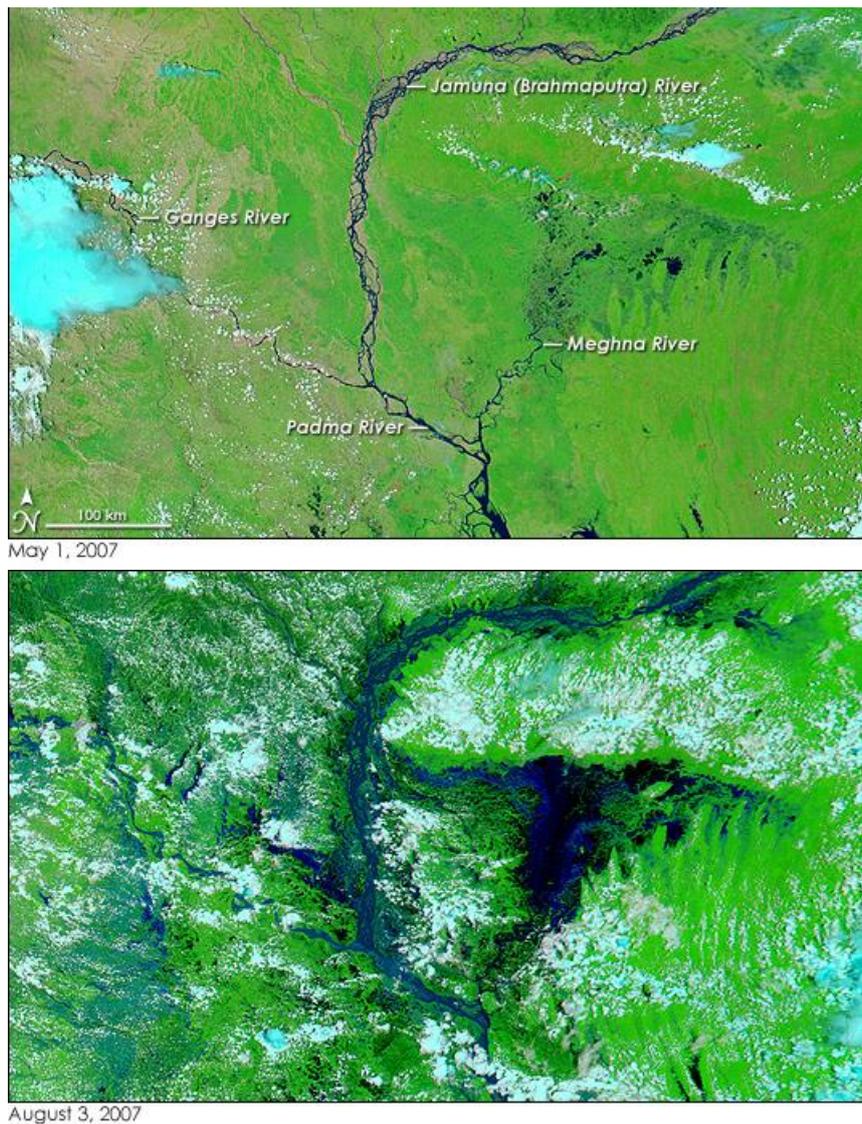


Figure 1 - Flood extent captured by Modis Aqua satellite (Bangladesh 2007).

References

- [1] FAO (2001). *The State of Food Insecurity 2001*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 92-5-104628-X
- [2] D. Guha-Sapir, R. Below, Ph. Hoyois (2012). *EM-DAT: International Disaster Database*. www.emdat.be, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium.
- [3] FAO (2012). *An Independent Evaluation of FAO's Response to the July 2010 Floods in Pakistan*. <http://www.fao.org/docrep/meeting/025/mC985E.pdf>
- [4] FAO (2001). *Human energy requirements*. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 92-5-105212-3
- [5] Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.

UTILIZZO DEL CONTENUTO D'ACQUA MODELLATO E SATELLITARE E DEL DEFUSSO SUPERFICIALE MODELLATO, NELLA STIMA DELL'EROSIONE IDRICA IN ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE.

Termite L. F.⁽¹⁾, Massari C.⁽²⁾, Todisco F.⁽¹⁾, Brocca L.⁽²⁾, Ferro V.⁽³⁾, Bagarello V.⁽³⁾ e Pampalone V.⁽³⁾

(1) *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, lorisfrancesco.termite@unipg.it*

(2) *CNR - IRPI, Perugia*

(3) *Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo*

SOMMARIO

Questo lavoro presenta un accurato confronto tra due diversi approcci finalizzati a migliorare l'accuratezza della Universal Soil Loss Equation (USLE) nella stima della perdita di suolo per erosione idrica alla scala del singolo evento erosivo. È ben noto infatti che, a tale scala, l'inclusione del deflusso osservato nella USLE migliora la sua capacità di stima della perdita di suolo. In particolare i due modelli USLE-M ed USLE-MM inseriscono il coefficiente di deflusso misurato per correggere il coefficiente di erosività della pioggia. Nel primo caso la perdita di suolo dipende linearmente dall'erosività della pioggia, nel secondo caso la relazione è di potenza. Tuttavia, la misura del deflusso non è né semplice né a volte possibile.

Pertanto, il primo approccio usato in questo lavoro è l'utilizzo del deflusso stimato in sostituzione di quello osservato. In particolare, le stime di deflusso sono ottenute con un modello afflussi-deflussi in continuo semplificato (Simplified Continuous Rainfall-Runoff Model, SCRRM), che richiede in input dati di umidità del suolo. A tale scopo sono stati utilizzati separatamente tre diversi datasets: i dati di rianalisi ERA-Interim/Land del Centro Europeo per le Previsioni Climatiche a Medio raggio (ECMWF); misure satellitari dell'Iniziativa sui Cambiamenti Climatici dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA-CCI); dati modellati con un Modello di Bilancio Idrico del Suolo (Soil Water Balance Model, SWBM).

Il secondo approccio è l'uso del modello Soil Moisture For Erosion (SM4E), recentemente sviluppato da Todisco et al. (in stampa), in cui il deflusso è sostituito dal contenuto d'acqua nel suolo pre evento erosivo. I dati di contenuto d'acqua utilizzati sono i tre datasets utilizzati anche per il modello SCRRM. Tutte le formulazioni esaminate sono state calibrate e testate a scala parcellare utilizzando i dati delle stazioni sperimentali per il monitoraggio dei processi erosivi "Masse" (Università di Perugia) e "Sparacia" (Università di Palermo). Per le due stazioni erano disponibili dati climatici e misure di deflusso e perdita di suolo a scala di singolo evento erosivo, per il periodo 2008-2013 a Masse e per il periodo 2002-2013 a Sparacia.

I risultati mostrano che entrambi gli approcci sono in grado di fornire risultati migliori rispetto al modello USLE. Nello specifico, il modello SM4E si è rivelato particolarmente efficace a Masse, fornendo le migliori stime di perdita di suolo, soprattutto con l'utilizzo dell'umidità del suolo modellata. In tal caso l'indice *RSR* (rapporto tra la radice dell'errore quadratico medio e la deviazione standard osservata) è risultato pari a 0.94. A Sparacia invece il modello SCRRM è in grado di stimare meglio i deflussi rispetto a Masse, garantendo pertanto buone prestazioni



dei modelli che utilizzano il deflusso stimato. Tuttavia, anche a Sparacia il modello SM4E, con l'umidità del suolo modellata, fornisce le migliori stime di perdita di suolo ($RSR = 0.54$).

Questi risultati aprono uno scenario interessante nell'uso di modelli empirici per la determinazione della perdita di suolo su larga scala, visto che l'umidità del suolo è non solo un dato semplice da misurare in situ ma anche un dato ampiamente disponibile a scala globale da misure in remoto.

Bibliografia

Todisco, F., L. Brocca, L. F. Termiti, W. Wagner (2015). Use of satellite and modelled soil moisture data for predicting event soil loss at plot scale. *Hydrology and Earth System Sciences* (in press).



L'USO DEI MODELLI FISICI DI LABORATORIO PER L'ANALISI DEI PROCESSI IDROLOGICI DI BASE

Morbidelli R., Corradini C., Saltalippi C., Flammini A. e Cifrodelli M.

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia - via G. Duranti 93, 06125 Perugia, renato.morbidelli@unipg.it

SOMMARIO

La conoscenza dei processi coinvolti nel ciclo caratterizzato da continui scambi di acqua in fase liquida, solida o di vapore tra atmosfera e suolo, denominato ciclo idrologico, assume un notevole rilievo da un punto di vista sia teorico che pratico.

La scienza che si occupa dello studio delle suddette fasi, denominata idrologia, viene ancora oggi definita come "relativamente giovane" perché, nonostante i notevoli progressi, non ha ancora fornito una teoria completa sull'argomento.

Ciò premesso, l'obiettivo di questa memoria è rimarcare l'importanza che ancora oggi può svolgere un modello fisico di laboratorio nell'osservazione diretta dei principali processi idrologici di base, consentendo talvolta di validare teorie già note e in altri casi di formularne correttamente di nuove sulle quali sussiste ancora notevole incertezza. A tale fine si elegge quale esempio il caso del pendio artificiale a scala ridotta realizzato presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Perugia.

Costruito nel 1999, tale sistema sperimentale si compone principalmente di (Fig. 1):

- un cassone di dimensioni 152 cm x 122 cm x 80 cm inclinabile fino ad un massimo di 20° attraverso l'uso di due martinetti idraulici, caratterizzato da pareti laterali impermeabili in plexiglass trasparente (detto anche pendio artificiale);
- un suolo di studio, omogeneo o stratificato, dalle caratteristiche di volta in volta prescelte in funzione della tipologia di indagine da condurre;
- un simulatore di pioggia in grado di generare precipitazioni artificiali, uniformi al di sopra del pendio, di intensità comprese tra 5 e 50 mmh⁻¹ e con gocce di caratteristiche dimensionali e cinetiche paragonabili a quelle delle piogge naturali;
- misuratori a vaschette basculanti del deflusso superficiale e profondo;
- sensori TDR per il rilevamento del contenuto d'acqua in corrispondenza di qualunque punto di interesse.

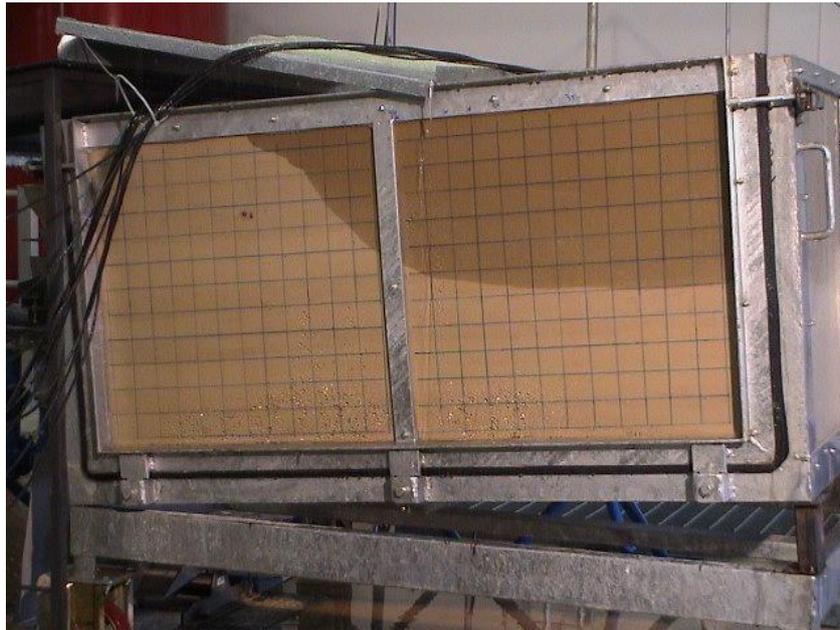


Fig. 1 - Modello fisico di laboratorio completo di cassone inclinabile contenente un suolo di studio, simulatore di pioggia, misuratori di deflusso superficiale e profondo, sensori TDR.

Nel corso degli anni tale installazione sperimentale è stata di fondamentale supporto per molteplici approfondimenti, tra i quali:

- evidenziare il ruolo svolto dall'inclinazione della superficie del suolo sul processo di infiltrazione di acqua e quindi sulla formazione del deflusso superficiale. Su questo argomento la letteratura scientifica è particolarmente carente, riportando opinioni e risultati talvolta contrastanti (Sharma et al., 1983; Poesen, 1984; Philip, 1991; Chen and Young, 2006). Nel laboratorio del DICA è stato condotto uno studio secondo il quale l'incremento della pendenza della superficie del suolo produce una riduzione della frazione di acqua infiltrata di entità molto superiore a quanto suggerito da qualunque collaudata modellistica matematica (Essig et al., 2009; Morbidelli et al., 2015).

- fornire per la prima volta l'evidenza sperimentale del processo di run-on (Morbidelli et al., 2008), termine con il quale si definisce l'infiltrazione del deflusso superficiale che, dopo essersi formato in corrispondenza di un'area caratterizzata da superficie del suolo satura, si sposta verso valle ed incontra un'area dove la saturazione superficiale non è ancora avvenuta. Tale processo, sebbene incluso in numerose modellistiche matematiche per il calcolo dell'infiltrazione media areale (Smith and Hebbert, 1979; Saghafian et al., 1995; Woolhiser et al., 1996; Corradini et al., 1998), non era mai stato realmente osservato e, di conseguenza, le sue peculiarità non erano mai state debitamente approfondite.

Si ricorda inoltre che il modello fisico sopra descritto ha consentito anche di: 1) verificare le prestazioni di differenti modelli per la simulazione della filtrazione nei rilevati arginali (Fig. 2a); 2) testare l'attendibilità delle misure di conduttività idraulica di saturazione ottenibili con i più comuni permeametri (Fig. 2b); 3) evidenziare l'influenza della vegetazione sul processo di infiltrazione e di scorrimento superficiale (Fig. 2c); 4) verificare sperimentalmente le relazioni che definiscono il raggiungimento dell'equilibrio limite nei versanti soggetti a frana.

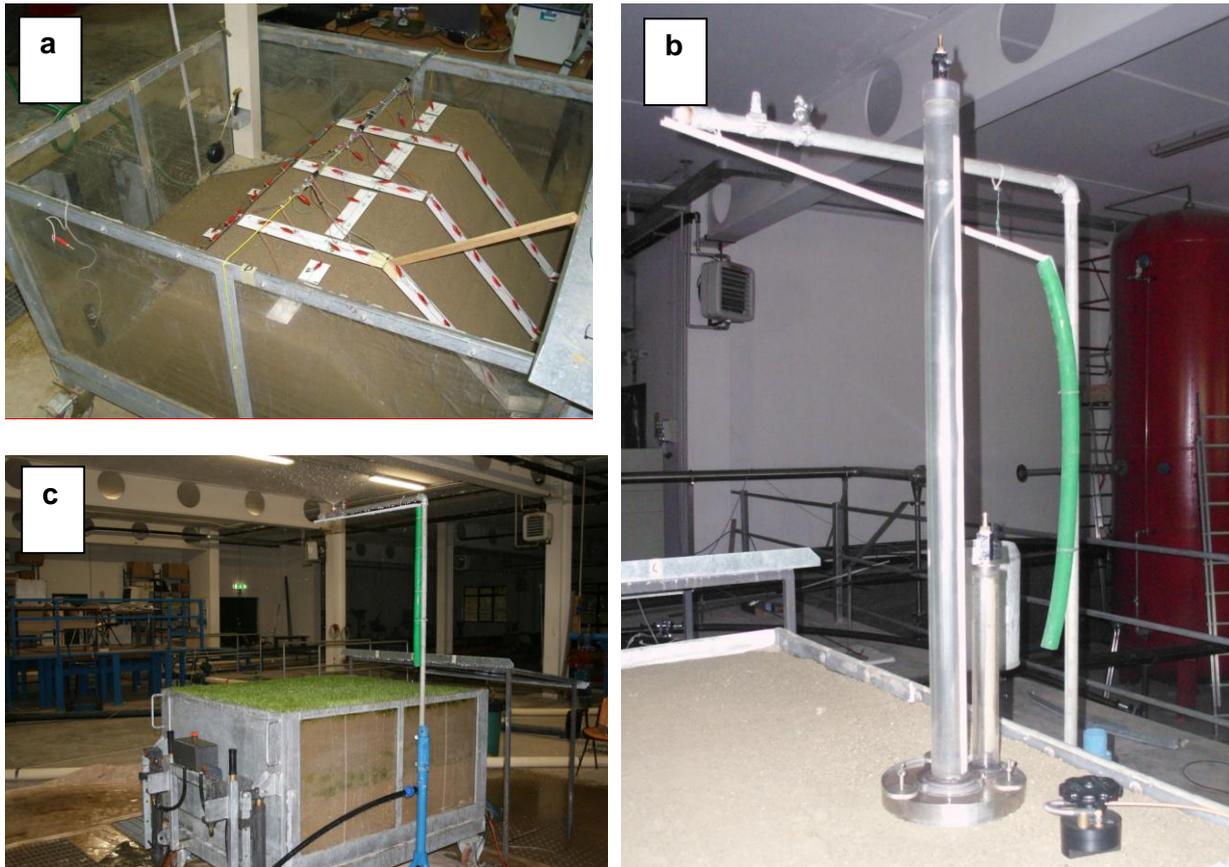


Fig. 2 - Il modello fisico di laboratorio durante il suo impiego in alcune delle sperimentazioni sinteticamente descritte nel testo.

Bibliografia

- Chen L, Young MH, 2006. Green-Ampt Infiltration Model for Sloping Surfaces, *Water Resour. Res.* 42, W07420, doi: 10.1029/2005WR004468.
- Corradini C, Morbidelli R, Melone F, 1998. On the interaction between infiltration and Hortonian runoff, *J. Hydrol.* 204, 52-67, ISSN: 0022-1694.
- Essig ET, Corradini C, Morbidelli R, Govindaraju RS, 2009. Infiltration and deep flow over sloping surfaces: comparison of theoretical and experimental results, *J. Hydrol.* 374, 30-42, ISSN: 0022-1694.
- Morbidelli R, Corradini C, Saltalippi C, Govindaraju RS, 2008. Laboratory experimental investigation of infiltration by the run-on process, *J. Hydrol. Eng.-ASCE* 13(12), 1187-1192, ISSN: 1084-0699.
- Morbidelli R, Saltalippi C, Flammini A, Corradini C, Cifrodelli M, Govindaraju RS, 2015. Infiltration on sloping surfaces: laboratory experimental evidence and implications for infiltration modelling, *J. Hydrol.* 523, 79-85, doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.01.041.
- Philip JR, 1991. Hillslope Infiltration: Planar Slopes, *Water Resour. Res.* 27(1), 109-117
- Poesen J, 1984. The Influence of Slope Angle on Infiltration Rate and Hortonian Overland Flow Volume, *Z. Geomorphol.* 49, 117-131.
- Saghafian B, Julien PY, Ogden FL, 1995. Similarity in catchment response, 1, Stationary rainstorms, *Water Resour. Res.* 31(6), 1533-1541.
- Sharma K, Singh H, Pareek O, 1983. Rain water infiltration into a bar loamy sand, *Hydrol. Sci. J.* 28, 417-424.
- Smith RE, Hebbert RHB, 1979. A Monte Carlo analysis of the hydrologic effects of spatial variability of infiltration, *Water Resour. Res.* 15(2), 419-429.
- Woolhiser DA, Smith RE, Giraldez JV, 1996. Effects of spatial variability of saturated hydraulic conductivity on Hortonian overland flow, *Water Resour. Res.* 32(3), 671-678.



RUOLO DELLA PERMEABILITÀ' DEI BACINI SULLA FREQUENZA DELLE PIENE IN CONDIZIONI DI CAMBIAMENTI GLOBALI

Camici S., Brocca L. e Moramarco T.

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Perugia, 06128, Italy, s.camici@irpi.cnr.it

SOMMARIO

Mentre il clima e con esso gli eventi estremi stanno cambiando, gli *stakeholder* esprimono la necessità di informazioni affidabili sui cambiamenti previsti nel corso dei prossimi decenni per programmare strategie di adattamento. In ambito idrologico-idraulico, la pianificazione delle misure di adattamento richiede la stima dei cambiamenti nella frequenza e nella intensità delle alluvioni. A questo scopo i modelli di circolazione generale (GCM), che forniscono possibili scenari di cambiamenti climatici, vengono utilizzati come dati di input per i modelli idrologici. Tuttavia, per bacini di piccole/medie dimensioni (<1000 km²) la risoluzione spaziale dei modelli GCM è insufficiente per forzare un modello idrologico e si rende pertanto necessario applicare tecniche di downscaling (statistico o dinamico). Le serie meteorologiche downscalate per il futuro sono quindi utilizzate come input nei modelli afflussi-deflussi per simulare la risposta idrologica ai cambiamenti climatici. E' ben noto però che ad ogni passo di questa catena modellistica si introduce incertezza, e l'affidabilità delle valutazioni di impatto dei cambiamenti climatici potrebbero essere bassa. Da un punto di vista idrologico, questo problema potrebbe essere superato mettendo più in risalto la comprensione dei processi idrologici nel clima presente, con particolare attenzione al perché sono previsti cambiamenti, piuttosto che all'intensità dei cambiamenti stessi. In tale contesto, l'obiettivo di questo studio è la valutazione della sensibilità idrologica ai cambiamenti climatici in funzione del tipo e uso del suolo e delle caratteristiche topografiche dei bacini. A tale scopo è stata applicata la seguente procedura, già testata in studi precedenti. 1) Gli output di diversi GCMs sono stati downscalati attraverso un metodo di bias correction, il metodo del Quantile Mapping. 2) Le serie temporali orarie di precipitazioni, temperatura e portata sono state simulate attraverso modelli di generazione stocastica accoppiati con un modello afflussi-deflussi in continuo. 3) Sono state costruite le curve di frequenza delle precipitazioni e della portata massima annuale per il periodo futuro. Per valutare la sensibilità idrologica sono stati analizzati diversi sottobacini del fiume Tevere. Per ciascun bacino e per ciascun GCM, è stata applicata la procedura sopra descritta e sono state analizzate le curve di frequenza delle portate in relazione alle caratteristiche di permeabilità dei bacini stessi. Inoltre è stato analizzato l'effetto dei cambiamenti climatici sulla distribuzione delle condizioni di umidità del suolo all'inizio degli eventi di piena. In effetti, questa variabile svolge un ruolo importante nella formazione alluvione di bacini del Mediterraneo. I risultati di questa analisi miglioreranno la conoscenza delle connessioni tra clima e idrologia nell'area di studio e consentiranno di aumentare la fiducia sugli studi d'impatto da parte degli stakeholder.



Sessione 2 - Idrologia di bacino
Sessione Poster





ANALISI DEI TREND DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE NELLE MARCHE

Soldini L. e Darvini G.

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università Politecnica delle Marche, Via delle Breccie Bianche 12, 60131 Ancona, Italia,
g.darvini@univpm.it, l.soldini@univpm.it*

SOMMARIO

Negli ultimi anni il territorio italiano sembra interessato da eventi meteorologici particolarmente intensi. In particolare, le temperature e le precipitazioni sono caratterizzate da valori estremi non comuni per le nostre regioni. La causa del verificarsi di “eventi estremi” viene generalmente attribuita ai cambiamenti climatici che sarebbero in atto in questi anni. Una problematica di questo tipo richiede un’analisi approfondita in quanto le possibili variazioni al regime pluviometrico e termometrico possono avere degli impatti significativi sulla disponibilità di risorse idriche, ma anche sull’ecosistema e sull’attività umana in generale.

Molti studi sono stati condotti negli ultimi anni su questi argomenti, in particolare per quello che riguarda l’analisi statistica delle grandezze idrologiche annuali, stagionali e delle precipitazioni estreme [Bartolini et al., 2014, Arnone et al., 2013]. Recentemente, le analisi condotte da Manetti et al., 2014 e da Soldini et al., 2014 hanno evidenziato che in due regioni dell’Italia Centrale (Toscana e Marche) non è possibile rilevare la presenza di trend (sia crescenti che decrescenti) relativamente alle precipitazioni massime annuali con durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Lo studio presenta un’analisi statistica delle precipitazioni finalizzata alla ricerca dell’esistenza di trend nella serie dei dati osservati. Da un lato viene effettuata l’analisi delle piogge massime annuali (giornaliere, 1, 3, 6, 12 e 24 ore, 15 e 30 minuti); dall’altro lato vengono analizzati alcuni indicatori delle piogge intense consigliati dall’*ETCCDI* (RR1, R20, R95p) per verificare, in assenza di un aumento dell’altezza massima di pioggia, la variazione della frequenza di questi eventi estremi.

I dati analizzati sono relativi alle serie storiche delle stazioni pluviografiche ricadenti nei bacini idrografici della Regione Marche. Per quanto riguarda lo studio dei massimi annuali sono state prese in considerazione le stazioni con almeno 30 anni di funzionamento nel periodo 1918-2012, mentre per quanto riguarda gli indici relativi alle piogge giornaliere sono stati analizzati i dati relativi all’intervallo 1951-2014.

La ricerca di trend è stata effettuata, in una prima fase, calcolando sia la media mobile a 5 anni che la retta di regressione lineare. Successivamente, per svincolarsi dall’ipotesi di trend lineare, l’analisi dei dati è stata effettuata tramite il test non parametrico di Mann-Kendall con tre diversi livelli di significatività ($\alpha = 0,1 - 0,05 - 0,01$).

I risultati ottenuti confermano che oltre il 75% delle serie storiche delle Marche relative ai massimi annuali delle piogge giornaliere, orarie e sub-orarie non presentano trend e che, nel caso in cui sia presente una tendenza, questa risulta prevalentemente decrescente, ad eccezione degli scrosci (15 e 30 minuti) con una percentuale massima del 10% di trend crescente. L’assenza di trend o trend negativo è confermata anche per gli indici dei giorni piovosi e molto piovosi, a cui si



deve aggiungere la considerazione che in alcuni casi le due percentuali sono confrontabili.

La conferma di un risultato in contro-tendenza con il sentire comune richiede che siano approfonditi alcuni aspetti quali l'analisi stagionale delle precipitazioni giornaliere e lo studio della frequenza di eventi classificabili come "nubifragio", anche in relazione all'evento critico con assegnato tempo di ritorno.

Bibliografia

Arnone E., D. Pumo, F. Viola, L.V. Noto e G. La Loggia (2013), Rainfall statistics changes in Sicily, *Hydrology and Earth System Sciences.*, 17, 2449-2458.

Bartolini G., A. Messeri, D. Grifoni, D. Mannini e S. Orlandini (2014), Recent trends in seasonal and annual precipitation indices in Tuscany (Italy), *Theoretical and Applied Climatology*, DOI 10.1007/s00704-013-1053-3.

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

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



GEOSTATISTICAL SPATIAL INTERPOLATION TECHNIQUE FOR THE REGIONALIZATION OF HYDROMETRIC INFORMATION

Chiarello V. and Caporali E.

*Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Via
S. Marta 3, 50139 Firenze,
valentina.chiarello@dicea.unifi.it, enrica.caporali@unifi.it*

ABSTRACT

Flood risk assessment and mitigation, river conservation and ecosystem monitoring are all directly influenced by streamflow measurements. Runoff and streamflow drive the generation, transport and delivery of sediments as well as of pollutants. However, the lack of observations at site of interest as well as the measurement inaccuracies, bring unavoidably to the necessity of developing predictive models. Regional analysis is a classical approach to estimate river flow characteristics at sites where little or no data exists. Specific techniques are necessary to regionalize the hydrological variables over the considered area. Top-kriging [1], or topological kriging, is a kriging interpolation procedure that takes into account the geometric organization and structure of hydrographic network, the catchment area and the nested nature of catchments. The continuous processes in space defined for the point variables are represented by a variogram. In Top-kriging, the measurements are not point values but are defined over a catchment area. Top-kriging is applied over the geographical space of Tuscany Region (Figure 1 (a)), in Central Italy. The analysis is carried out on the discharge data of 57 consistent runoff gauges, recorded from 1923 to 2014. Top-kriging gives also an estimation of the prediction uncertainty in addition to the prediction itself. The results are validated using a cross-validation procedure implemented in the package *rtop* [2] of the open source statistical environment R. The results are compared through different error measurement methods. Top-kriging seems to perform better in nested catchments and larger scale catchments but no for headwater or where there is a high spatial variability.

Currently, the Top-kriging interpolation method is applied to the 26 stream gauges located in the Arno river basin (Figure 1 (b)). The objective is to implement a predictive model useful to assess the desired stream flow index (i.e. the flood quantile associated with a given non-exceedance probability, expressed in terms of return period) in ungauged river basins. The knowledge of flood quantiles, in this case, is provided by the use of Top-kriging, which allow estimation of a variable including its uncertainty, as well as a modified version of the original physiographical-space-based interpolation PSBI method, called Residual Kriging (RK) [3]. These applications share a common background idea: both perform a smooth regionalization of streamflow indices without identifying groups of hydrologically homogeneous regions. Flood quantiles corresponding to several return periods, particularly 10, 50, 100, 200, 500 year return periods standardized by the basin area will be considered as specific runoff. An at-site flood frequency analysis will be carried out at each station of the dataset. Empirical estimates of flood quantiles will be determined by fitting appropriate probability distributions to the annual peak-

streamflow time series. In order to define the best distribution the nsRFA R-package will be used [4].

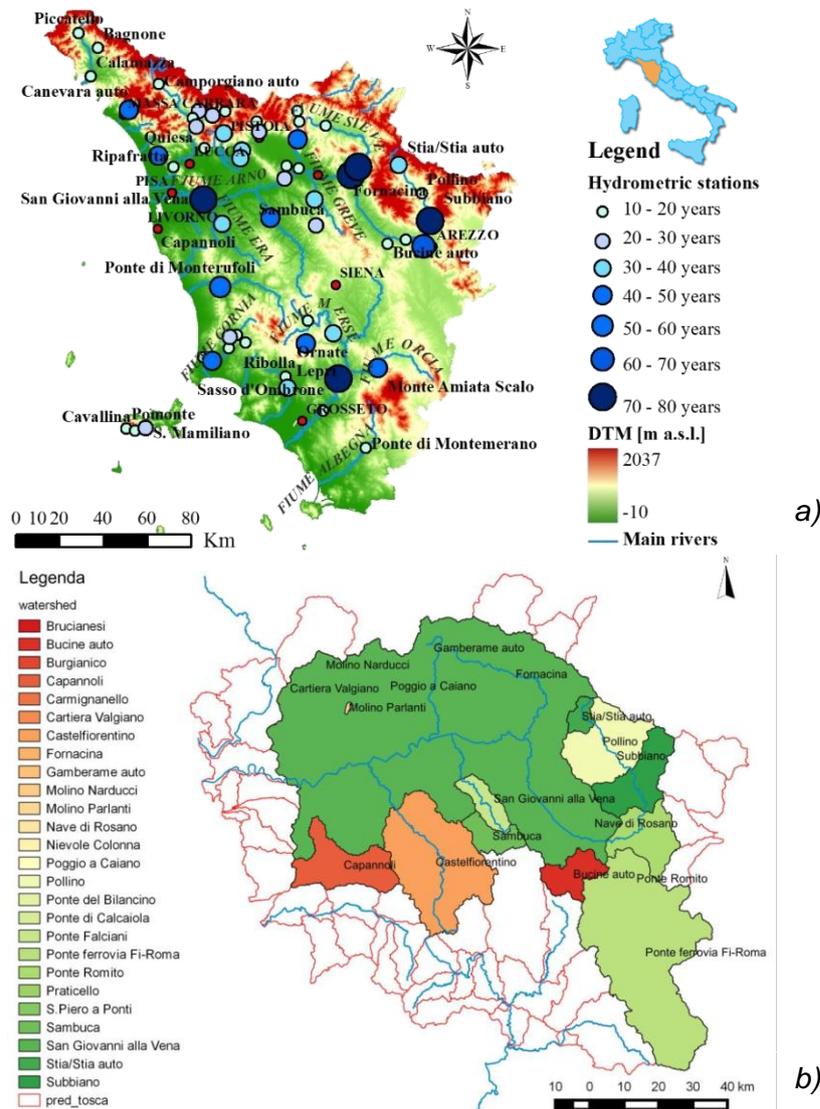


Figure 1 - The analysed case studies of Tuscany Region (a) and Arno river basin (b).

References

- [1] Skøien J.O., Merz R., Blöschl G., Top-kriging - geostatistics on stream networks, *Hydrology and Earth System Sciences*, 10, 277-287, 2006.
- [2] Skøien J. O., rtop: Interpolation of data with variable spatial support. R package version 0.3-45. <http://CRAN.R-project.org/package=rtop>, 2014.
- [3] Nezhad M. K., Chokmani K., Ouarda T. B. M. J., Barbet M., Bruneau P., Regional flood frequency analysis using residual kriging in physiological space, *Hydrological Processes*, 24, 2045-2055 (2010), DOI: 10.1002/hyp.7631.
- [4] Viglione A., nsRFA: Non-supervised Regional Frequency Analysis. R package version 0.7-12. <https://cran.r-project.org/web/packages/nsRFA/index.html>, 2014.



VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA PARAMETRICA NELLA STIMA DELLA PORTATA DI PROGETTO IN BACINI NON STRUMENTATI

Biondi D. e De Luca D. L.

Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica, Ponte Pietro Bucci, cubo 41B, 87036 Arcavacata di Rende (CS),

daniela.biondi@unical.it, davide.deluca@unical.it

SOMMARIO

La stima della portata di progetto viene usualmente effettuata utilizzando approcci di tipo statistico o trasformazioni afflussi-deflussi. Questi ultimi sono particolarmente affetti da un'elevata incertezza nella stima parametrica quando il bacino non è strumentato. Nel presente lavoro, per un fissato modello afflussi-deflussi, viene sviluppata una procedura di tipo Bayesiano che consente la valutazione della distribuzione a posteriori dei parametri, utilizzando le stime regionali di "firme idrologiche" disponibili in bacini non strumentati. L' applicazione riguarda diversi bacini calabresi, considerando come firme idrologiche i primi tre L-momenti regionali, relativi ai massimi annuali di portata al colmo, le cui formule di regressione sono state ricavate da studi precedenti per l'area investigata. Nello specifico: i) gli effetti del condizionamento dei parametri del modello utilizzando gli indici idrologici selezionati e ii) il ruolo giocato dall'incertezza nelle stime regionali, sono analizzati con specifico riferimento all'applicazione di modelli afflussi-deflussi nella stima della portata di progetto. A tal fine, approcci di tipo "event based" e "continuous simulation" sono utilizzati e confrontati con metodi puramente statistici. I risultati ottenuti evidenziano il rilevante impatto dell'incertezza nelle stime regionali delle firme idrologiche sulla distribuzione a posteriori dei parametri e sulle fasce di incertezza dei picchi di piena simulati.



IMPIEGO DI TECNICHE BOOTSTRAP PER LA QUANTIFICAZIONE DELL'INCERTEZZA ASSOCIATA AGLI INDICI IDROLOGICI STANDARDIZZATI

Vergni L., Todisco F. e Mannocchi F.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, lorenzo.vergni@unipg.it

SOMMARIO

L'analisi della variabilità spaziale e temporale delle più comuni variabili idrologiche viene comunemente effettuata definendo specifici indici standardizzati. Tali indici associano ad ogni osservazione della variabile idrologica un valore (di solito quello normale standard) che consente di individuare e quantificare, in modo molto efficace, le anomalie (in eccesso o in difetto) rispetto alla condizione "normale". Il passaggio iniziale fondamentale per la determinazione dell'indice standardizzato è la scelta di una distribuzione di probabilità adatta alla variabile considerata. Successivamente, sulla base dei dati osservati disponibili, si devono determinare i parametri della distribuzione scelta. Questa seconda fase, come tutti i procedimenti di stima dei parametri di una popolazione a partire da un campione, è affetta da un certo margine di incertezza che necessariamente si trasferisce sulla stima dell'indice standardizzato. Tale incertezza dipende da numerosi fattori, tra cui i più importanti sono la dimensione campionaria e la dispersione della variabile considerata. Tuttavia, è molto raro trovare esempi in cui le serie storiche (o le proiezioni) di un indice idrologico standardizzato sono presentate sotto forma di fasce di confidenza, anziché come stime puntuali. Questa informazione è invece molto utile, soprattutto se l'indice standardizzato in questione è impiegato per finalità operative (mitigazione, prevenzione ecc.). La tecnica di ricampionamento di tipo bootstrap (Efron e Tibshirani, 1993) possono essere vantaggiosamente applicate per ottenere tale risultato. In estrema sintesi la tecnica prevede i seguenti passaggi: 1- si genera un numero M (molto grande) di campioni bootstrap a partire dal campione di osservazioni; 2- viene adattata la distribuzione di probabilità scelta ad ognuno degli M campioni; 3- per ogni valore osservato della variabile idrologica si determinano M diversi valori di probabilità cumulata per mezzo delle M distribuzioni; 4- sulla distribuzione empirica di tali probabilità si trovano i percentili (esempio il 5° e il 95° per un intervallo al 90%) che permettono la stima dei limiti dell'intervallo di confidenza.

In questo studio, a titolo esemplificativo, la suddetta tecnica è stata applicata per quantificare le serie storiche (dal 1951) delle fasce di confidenza al 90% del noto Standardized Precipitation Index (SPI, McKee et al., 1993) alle scale temporali di 1, 3 e 6 mesi per la stazione di Terni (Centro Italia). Inoltre, per cogliere l'effetto della dimensione campionaria, la stessa analisi è stata ripetuta ipotizzando la disponibilità di dati limitata agli ultimi 30 anni (dimensione minima raccomandata). I risultati mostrano che con campioni di 30 anni si ottengono fasce di confidenza molto ampie per SPI, riducendo così l'efficacia dell'indice in termini operativi. Alla scala di singolo mese emergono incertezze più ampie rispetto alle altre scale temporali, a causa della maggiore variabilità della precipitazione. Infine si rileva che l'ampiezza delle fasce di confidenza cresce proporzionalmente al valore assoluto di SPI. Questo è dovuto al fatto che le distribuzioni adattate ai campioni bootstrap, forniscono stime



sempre più variabili mano a mano che ci si avvicina alle loro code (eventi estremi). Questa caratteristica del metodo bootstrap è positiva in quanto suggerisce di considerare con la dovuta cautela le stime degli indici standardizzati corrispondenti agli eventi estremi.

Bibliografia

Efron, B.; Tibshirani, R. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.

McKee, T. B., N. J. Doesken, J. Kleist (1993). The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, pp.179-186.



THE HYDROLOGY OF LAKE TRASIMENO AND CLIMATE CHANGE: SIMULATION SCENARIOS AND REAL DATA

Peppoloni F.⁽¹⁾, Bellezza M.⁽¹⁾ and Casadei S.⁽²⁾

- (1) T4E "one Technology four Elements", Via D. Birago 18, 06124 Perugia, Italy
peppoloni.francy@yahoo.it, m.bellezza@t4e.it
- (2) Department of Civil and Environmental Engineering, University of Study
Perugia Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italy
stefano.casadei@unipg.it

ABSTRACT

The study focuses on Lake Trasimeno basin, the fourth largest lake in mainland Italy with its 121 Km² area. The origins of the Lake are tectonic-alluvial and its particular water regime led it to be extremely sensitive to rainfall variability. In particular, the lake has always suffered from water crisis due to water scarcity.

In recent decades, more attention has been paid to such crisis also with respect to an ever-increasing sensitivity to socio-economic and environmental aspects.

The study is part of a larger project that develops expert systems for water resources monitoring and management at water basin level by means of a dedicated Web-GIS portal, that is a web-based interface composed of a cartographic part and a database.

Specifically, the proposed results are related to lake levels simulations carried out taking into account the climate change scenarios predicted by the IPCC. In a first study (Ludovisi et al. 2013) projections for temperature and rainfall changes in southern Europe and in the Mediterranean area for the A1B scenario have been used (IPCC, 2007). Based on these projections and starting from historical records of the Trasimeno basin, three sets of data for rainfalls and temperatures have been generated for the period 2010-2090. Hypotheses of minimum, average and maximum value for both temperature increase and rainfall decrease have been considered, obtaining three lake levels simulation scenarios in increasing level of criticality: minimum (T.min-P.max), average (T.med-P.med), maximum (T.max-P.min).

In a second study (Peppoloni, 2014) a set of data processed by the Tyndall Center and stored into a database (Tyndall Center, 2004) have been used for water levels simulations, such records consisting of a complete set of spatial grids of high resolution climate data. These simulations take into account some of the various climate models (GCMs) and development global scenarios present on the AR4 (Fourth IPCC Report on Global Climate Change).

Taking into account the extreme emission scenarios (A1F1 fossil intensive growth, environmental sustainability B2), in Figures 1 and 2 a first comparison between the observed and simulated lake water levels for the period January 2014-August 2015 (considering climate models Haccm3-PCM-CGM2-ECHam4-CSIRO2) is shown.

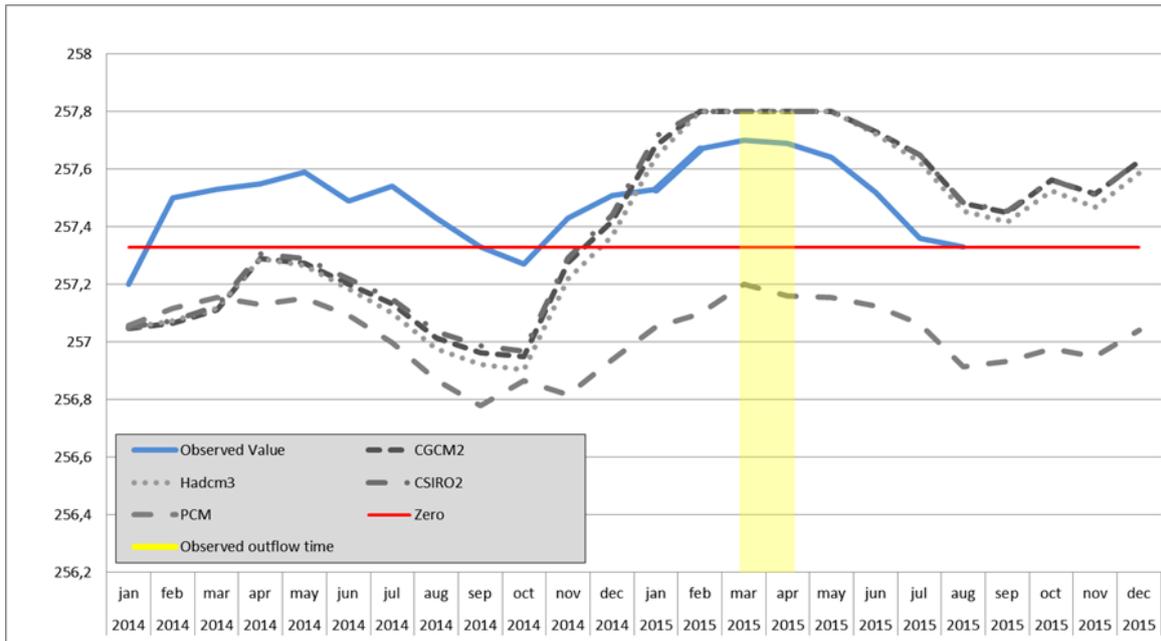


Fig. 1 - Comparison between simulated and observed lake levels, emission scenarios A1F1.

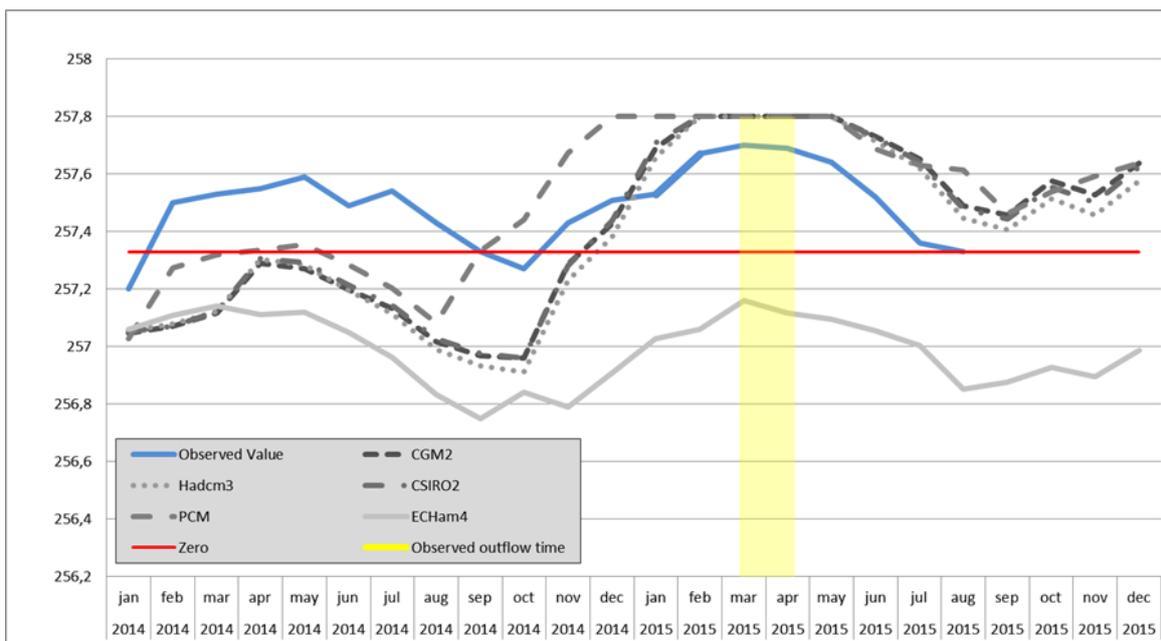


Fig.2 - Comparison between simulated and observed lake levels, emission scenarios B2.

While in the first study (Ludovisi et al. 2013) the comparison is not satisfactory and one has to wait to assess trends in the long term, for the second approach (Peppoloni, 2014) the results already show a good fit to the observed data and the extreme level values, in particular for Haccm3, CGM2 and CSIRO2 climate models. The proposed approach suggests to keep on modeling basing on the updated climate change scenarios and at the same time it provides a first assessment to implement possible measures of water resource management. One example is the direct release of water into the lake from other river basins during dry periods, or the opening of the outlet channel during wet periods, all this in a general perspective that envisages a proactive approach to the hydrological problems of Lake Trasimeno.



References

- Ludovisi, E. Gaino, M. Bellezza & S. Casadei (2013): Impact of climate change on the hydrology of shallow Lake Trasimeno (Umbria, Italy): History, forecasting and management, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 16:2, 190-197.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Peppoloni F., 2014 Innovative tools of management water resources in the High River Tiber basin for a proactive approach to the critical: POR-FSE 2007-2014 Asse IV Capitale umano - Regione Umbria. Tyndall Centre for Climate Change Research - July 2004. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). Timothy D. Mitchell, Timothy R. Carter, Philip D. Jones, Mike Hulme and Mark New.



Bilancio Idrologico Gis BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare (BIGBANG)

Braca G, Bussetini M., Lastoria B., Mariani S. e Percopo C.

ISPRA, Via Brancati 48, 00144 Roma,
giovanni.braca@isprambiente.it, martina.bussetini@isprambiente.it,
barbara.lastoria@isprambiente.it, stefano.mariani@isprambiente.it,
carlo.percopo@isprambiente.it

SOMMARIO

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nell'ambito delle sue attività istituzionali relative all'idrologia operativa sta sviluppando *in house* una procedura automatica in ambiente GIS, denominata **BIGBANG - Bilancio Idrologico GIS BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare**, mediante la quale definire, alla scala dell'intero territorio nazionale e all'intervallo temporale minimo mensile, la disponibilità potenziale della risorsa idrica, nonché effettuare valutazioni della stessa sulla base di scenari di afflussi meteorici e di temperatura media mensile. Lo sviluppo della procedura è favorito dalla ormai ampia disponibilità, anche attraverso il web, di informazioni territoriali e ambientali distribuite con risoluzione molto elevata, in formati utilizzabili mediante sistemi informativi geografici.

La procedura è sviluppata sulla base dei seguenti principi e criteri informatori:

- automazione in ambiente GIS per lo sfruttamento delle enormi potenzialità grafiche e di analisi di questa tipologia di software;
- implementazione di schemi semplici e consolidati nella letteratura tecnico-scientifica;
- utilizzo di dati che attualmente risultino disponibili e facilmente reperibili tramite il web;
- possibilità di aggiornamento facile e con continuità sia per la disponibilità di nuovi dati o di dati aggiornati sia per il miglioramento delle tecniche di stima;
- valutazione distribuita dei termini del bilancio;
- possibilità di "ritagliare" su qualunque ambito territoriale di riferimento o "unità di bilancio" e "aggregare" a qualunque scala temporale multipla del mese (trimestrale, stagionale, semestrale, annuale, long term annual average, ecc.).

La procedura BIGBANG è implementata in ambiente ESRI ArcGIS 10.1 utilizzando il linguaggio Python.

Il BIGBANG costituisce uno strumento utile per fornire valutazioni alle diverse scale temporali e spaziali della disponibilità potenziale della risorsa idrica. Ove disponibili scenari di previsione di afflussi meteorici e di temperatura media mensile, il BIGBANG potrebbe fornire anche valutazioni sulla disponibilità futura della risorsa idrica utili per predisporre in tempo utile misure di mitigazione e/o di regolazione. I risultati ottenuti, ancorché preliminari, sono estremamente promettenti e incoraggianti. Infatti, nonostante sia ancora in fase di sviluppo e calibrazione, per cui i valori di alcuni parametri sono stati dedotti dalla letteratura tecnico-scientifica, l'applicazione della procedura ad alcuni ambiti territoriali di riferimento (e.g. Distretti Idrografici ai sensi del DLgs 152/2006) ha fornito, per i termini di bilancio, valori in linea con le valutazioni dei medesimi termini effettuate e pubblicate da parte di altri soggetti.



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



Allo stato attuale, rimangono tuttavia da implementare uno schema per la valutazione degli scambi superficiali tra territori limitrofi e uno schema per tenere conto dell'immagazzinamento nei grandi invasi naturali e artificiali. Un ulteriore sviluppo della procedura prevede l'introduzione dei termini relativi alle pressioni antropiche, quali prelievi, restituzioni, fabbisogni, ecc., a una scala coerente con quella utilizzata nella valutazione dei termini del bilancio idrologico.

LINEE GUIDA PER L'ANALISI E L'ELABORAZIONE STATISTICA DI BASE DELLE SERIE DI DATI IDROLOGICI E MACRO EXCEL A SUPPORTO

Braca G., Bussetini M., Lastoria B. e Mariani S.

ISPRA, Via Brancati 48, 00144 Roma,
giovanni.braca@isprambiente.it, martina.bussetini@isprambiente.it,
barbara.lastoria@isprambiente.it, stefano.mariani@isprambiente.it

SOMMARIO

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha istituzionalmente il compito di definire uno standard metodologico per l'elaborazione dei dati idrologici, avendo ricevuto, per effetto dell'art. 28 della L.133/2008, tutte le attribuzioni dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici (APAT), che, a sua volta, era stata costituita in base all'art. 38 del D.Lgs. 300/1999 dalla fusione del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN) della Presidenza del Consiglio dei Ministri, e dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA).

Tale compito deriva da un dettato normativo che ha origine dal combinato disposto dell'art. 22 del D.P.R. 85/91 e dell'art. 4 c. 3 let. b) del D.P.R. 106/93 dove al Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) veniva assegnato, tra gli altri, il compito di "predispone criteri, metodi e standard di raccolta, analisi e consultazione dei dati relativi all'attività conoscitiva svolta". Tale competenza era successivamente ribadita nell'ambito della Conferenza Stato-Regioni nella seduta del 24 maggio 2001 (Rep. Atti n. 1263) che ha avuto per oggetto l'accordo tra il Governo e le Regioni ai fini dell'attuazione dell'art. 92, comma 4 del D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, concernente il trasferimento alle Regioni degli uffici periferici del DSTN-SIMN.

In tale contesto normativo l'ISPRA ha definito e implementato una proposta di standard metodologico per l'elaborazione e l'analisi di base delle serie storiche di dati idrologici, pubblicato nel 2013 nel documento "Linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche di dati idrologici".

Le procedure statistiche per la caratterizzazione, l'analisi e l'elaborazione delle serie idrologiche individuate nelle linee guida, sono supportate, per una più agevole applicazione, da una macro sviluppata e implementata in ambiente MS Excel denominata **ANÁBASI - ANALisi statistica di BAs e delle Serie storiche di dati Idrologici**.

Nelle Linee guida è definito e divulgato un set di procedure statistiche che riguardano in particolare:

- caratteristiche delle serie;
- struttura di autocorrelazione;
- stagionalità;
- stazionarietà, trend, cambiamenti repentini, memoria a lungo termine;
- valori estremi (massimi): analisi AM - *Annual Maxima* e POT - *Peak over thresholds*.

La standardizzazione delle procedure di analisi ed elaborazione statistica ha l'obiettivo di uniformare, a livello nazionale, le informazioni minime necessarie per un'efficace elaborazione, una corretta interpretazione e una uniforme diffusione dei dati idrologici e dei risultati delle loro elaborazioni.



I risultati ottenuti dal confronto dell'attività di *beta-testing* della macro ANABASI, effettuata su alcune serie storiche di dati idrologici (e.g. portate giornaliere massime annuali del fiume Po a Pontelagoscuro, Adige a Bronzolo, ecc.), con le determinazioni effettuate sulle medesime serie idrologiche con software specialistici (e.g. R), nonché quelli derivanti dal confronto con alcuni esempi riportati in letteratura (e.g. *annual maximum sea level at Port Pirie, South Australia*, in Coles, 2001, pag. 59), ancorché non esaustivi, forniscono, già allo stato attuale, un accettabile livello di affidabilità della macro.

Bibliografia

Coles S., 2001, *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*, Springer Verlag, London.



EM-TECHNOLOGY

Franceschetti M.

Associazione ATESU, Studio Tecnico Ing. Mario Franceschetti, via Reposati 5
Gubbio (PG), info@atesu.it

SOMMARIO

Nel 1982 il prof. Teruo Higa, agronomo e microbiologo giapponese, dopo anni di esperimenti e tentativi, pubblica la sua ricerca riguardante una particolare miscela costituita da tre gruppi di microrganismi rigenerativi: batteri lattici, batteri della fotosintesi e lieviti. Tali microrganismi agiscono sull'ambiente in cui vengono inseriti favorendo la fermentazione utile o maturazione a discapito della fermentazione nociva o putrefazione. I microrganismi degenerativi presenti vengono sostituiti da quelli rigenerativi che assumono il ruolo di leader. Anche i microrganismi neutrali, che rappresentano la maggioranza, diventano validi alleati dei microrganismi rigenerativi. La ricerca del prof. Higa, nata dalla volontà di trovare una valida alternativa ai prodotti chimici impiegati in agricoltura, ha portato in seguito all'elaborazione dell'EM-Technology, in cui EM risulta essere l'acronimo di *Effective Microorganism*, microrganismi effettivi o efficaci, ad indicare i risultati ben visibili che l'utilizzo di questa particolare miscela provoca nell'ambiente in cui viene inserita. L'utilizzo dell'EM-Technology in Italia è ancora poco diffuso mentre in Giappone tale tecnologia è impiegata da più di trent'anni in diversi ambiti quali l'agricoltura, la zootecnia, l'itticoltura, l'edilizia, la bonifica delle acque e dei terreni inquinati, il trattamento dei rifiuti, l'igiene domestica e il benessere del corpo.

I terreni trattati con la miscela di EM migliorano la qualità e la quantità dei prodotti in maniera naturale senza il ricorso a pesticidi o fertilizzanti chimici. Le acque inquinate dei laghi ritornano a nuova vita diventando più limpide grazie alla riduzione della quantità di fanghi ed alghe presenti. I danni ecologici provocati da fuoriuscite di petrolio o dalle acque di scarto delle industrie possono essere mitigati attraverso l'utilizzo di questa particolare miscela di microrganismi rigenerativi. In campo idrologico l'utilizzo di EM sul terreno può aiutare a prevenire le "bombe d'acqua".

I microrganismi effettivi infatti agiscono sul terreno rendendolo più soffice e quindi più permeabile all'acqua. I benefici dell'utilizzo dell'EM-Technology in Italia sono stati anche oggetto di studi accademici portati avanti dall'Università di Bologna per quanto riguarda l'agricoltura e dall'Università di Padova per quanto riguarda la zootecnia. Campo di studio e ricerca è anche l'ambito riguardante l'utilizzo degli EM per far fronte alla "sindrome da edificio malato". Tale tecnologia può quindi essere impiegata in vari ambiti e risulta una valida alleata nella tutela degli ecosistemi e della salute umana fortemente promossa dall'associazione ATESU.



Sessione 3 - Gestione e mitigazione
Sessione Orale





PIANI DI GESTIONE, ALLERTAMENTO, AUTOTUTELA. COME PERCORRERE L'ULTIMO MIGLIO?

Versace P.

Università della Calabria, via Pietro Bucci 41b, Rende (CS), linoversace@libero.it

SOMMARIO

Il numero di vittime per frane e inondazioni è ancora troppo elevato nel nostro Paese e non accenna a diminuire. Grandi sforzi sono stati compiuti dal punto di vista normativo, creando strumenti importanti per la mitigazione del rischio, attraverso un sistema articolato di interventi strutturali e non strutturali. Ma tutto questo appare ancora insufficiente. È importante quindi sviluppare un'analisi dettagliata degli strumenti disponibili per capire se e come possano essere migliorati. È opinione diffusa che uno dei nodi principali sia il cosiddetto "ultimo miglio" cioè la distanza che ancora separa sistemi di preannuncio e di allertamento sempre più efficienti e precisi dal destinatario principale: il cittadino comune che non ha particolari capacità di capire cosa sta accadendo e non ha conoscenze sufficienti per fare la cosa giusta. Molte iniziative vanno in questo senso, dai nuovi piani di gestione imposti dalla normativa europea, alle procedure che governano l'allertamento, alle iniziative sempre più numerose volte a promuovere le capacità di autotutela. Ma se si guardano nel complesso esse appaiono disomogenee e non adeguatamente connesse.

Il problema centrale è la scala di analisi che per l'allertamento e i piani di gestione è molto più ampia di quella che sarebbe necessaria per una efficace azione di autodifesa. Quest'ultima richiede che ogni persona disponga di una puntuale informazione su che cosa sta accadendo o potrebbe accadere nell'immediato e sulle conseguenti misure da intraprendere per mettere in salvo la propria vita e quella dei propri cari. Ne deriva una sostanziale divaricazione tra gli scenari di rischio utilizzati nell'ambito dei piani di gestione e nelle procedure di allertamento e quelli che invece sarebbero necessari alla scala del singolo utente. I primi sono generali e riferiti sovente ad aree vaste, i secondi dovrebbero, invece, essere molto specifici e riferiti a singoli edifici, tratti di strada, spazi aperti, ecc. Andrebbero definite le caratteristiche essenziali dell'evento, considerando almeno la velocità e il tirante per le inondazioni o la dimensione e la velocità per le frane. Ma andrebbero anche caratterizzati gli elementi a rischio, la capacità degli edifici e delle infrastrutture di resistere all'impatto, la capacità delle persone coinvolte di contrastare l'evento e di mettersi in salvo. Importa, quindi, sapere quali sono le vie di fuga, quali i rifugi sicuri, quale affidamento fare sulla rapidità dei necessari soccorsi. Andrebbe, poi, considerato l'affollamento prevedibile in ciascuna zona elementare compresa in un'area a rischio, nei diversi periodi del giorno, della settimana e dell'anno.

Si tratta di problemi non insormontabili ma che richiedono, per diventare procedure di riferimento, un'adeguata elaborazione teorica, un confronto sistematico e una validazione condivisa sulle diverse iniziative che si stanno sviluppando.

Le difficoltà che incontra l'approfondimento di questi temi dipendono anche dal fatto che la protezione civile è materia di legislazione concorrente tra Stato e Regioni e che, pertanto, non è facile delimitare con chiarezza competenze e responsabilità



soprattutto in un contesto in cui la pressione del sistema giudiziario sugli operatori del settore è, in caso di eventi disastrosi, molto alta.

In questa nota dopo una sintetica analisi della complessa normativa vigente, e sulle prospettive di modifica a breve termine, sono indicate alcune delle questioni da focalizzare, e in particolare l'identificazione delle aree vulnerabili, la caratterizzazione più puntuale degli scenari di evento, degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità.



WATER RESOURCES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: THE NEXUS

Miletto M. and Thuy L.

WWAP, m.miletto@unesco.org, l.thuy@unesco.org

ABSTRACT

The Sustainable Development Goals (SDG) will be the driver of developmental policy formulation in many countries for the next 15 years. Water is the essential, primary resource upon which nearly all social and economic activities and ecosystem functions depend. It forms the base of sustainable development and plays a fundamental role in poverty eradication as well as an array of other goals related to hunger, health and education. The international community recognized the fundamental role of water by having a dedicated water goal in the Open Working Group First Draft of the SDG document.

Every year, WWAP coordinates the production of the UN-Water Flagship report: the World Water Development Report (WWDR). The WWDR 2015 aims to highlight the importance of placing water at the heart of policy-making to attain sustainable development and achieve a water-secure future. The report underlines the interconnections between water and the three dimensions of sustainable development. The importance of water in the run to face societal challenges which become increasingly urgent in the next years is also highlighted. These challenges include: the provision of water supply and sanitation for a growing population, the acceleration of urbanization, the growing demand of water for industry, energy generation and food production, and imposed to all the aforementioned there is the occurrence of climate change and variability.

Efforts will be required from all stakeholders that share responsibilities in the water management. The WWDR provides guidance to all, and policy-makers in specific, on how to address this wide range of challenges by clearly pointing out the critical role of proper and inclusive governance, sound water management, and stable and equitable economic growth for the achievement and maintenance of economic, social and environmental welfare.

L'ESPERIENZA DELLA REGIONE UMBRIA SULLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Berni N.⁽¹⁾, Pandolfo C.⁽¹⁾, Stelluti M.⁽¹⁾, Costantini S.⁽¹⁾, Viterbo A.⁽²⁾, Natazzi L.⁽²⁾

(1) Regione Umbria, Servizio Protezione Civile, Via Romana Vecchia - Foligno (PG), nberni@regione.umbria.it

(2) Regione Umbria, Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico, Piazza Partigiani 1, Perugia

SOMMARIO

Le principali novità introdotte dalle Direttive “Acque” ed “Alluvioni” (2000/60 e 2007/60 rispettivamente), sono racchiuse nel concetto di “gestione”: individuare scenari di pericolosità e possibili impatti, per poi passare alle azioni necessarie per affrontarli al meglio, cambiando l'impostazione tradizionale basata essenzialmente sulla riduzione del termine “pericolosità” dell'equazione del rischio concentrandosi invece maggiormente su esposto e vulnerabilità (il cui prodotto determina il “danno”). Una corretta gestione del rischio alluvioni deve integrare la fase del “tempo differito” (prima dell'evento) con quella del “tempo reale” (durante l'evento) in un'unica catena di analisi ed azioni conseguenti. Ciò significa che un evento calamitoso si affronta sia con opere strutturali, ad esempio, sia con le azioni di protezione civile, il tutto organizzato in una unica “pianificazione”.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è lo strumento di pianificazione previsto dall'articolo 7 della direttiva 2007/60/CE, recepita in Italia con il decreto legislativo 49/2010: Autorità di Bacino, Regioni e Dipartimento Nazionale della Protezione Civile (DPC) sono chiamati, entro dicembre 2015, a concludere l'attuale percorso di partecipazione, adottare ed effettuare il reporting presso la Commissione dei Piani di Gestione per i distretti idrografici di riferimento.

Il Piano dovrà essere sottoposto a riesame entro il 22 dicembre 2021 e, successivamente ogni 6 anni, in analogia e sincronia con il Piano di Gestione delle Acque.

La parte B di tali Piani, redatti dalle Regioni con il coordinamento del DPC, contiene la descrizione del sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile, di cui alla direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004, con particolare riferimento al governo delle piene.

Le categorie di misure, derivate dalla “Guidance for Reporting under the Floods Directive (2007/60/EC)”, n. 29 del 14 ottobre 2013, si dividono in misure di prevenzione, protezione, preparazione e misure inerenti alle attività di risposta e ripristino.

La Regione Umbria, ricadente in due Autorità di Bacino nazionali (Tevere e Arno), ha collaborato con le due Autorità Distrettuali dell'Appennino Centrale (coordinamento AdB Tevere) e Settentrionale (coordinamento AdB Arno) per la parte A, e ha redatto direttamente, tramite il proprio Servizio Protezione Civile, la sola parte B del Piano, secondo le linee guida del 2014 del DPC.

Scopo del lavoro è descrivere quanto ad oggi condotto in Umbria nel tema gestione del rischio alluvioni, anche grazie ai fondi POR-FESR 2007-2013 a ciò destinati, ed in particolare negli aspetti di:



1. previsione, monitoraggio, sorveglianza ed allertamento posti in essere attraverso la rete dei centri funzionali;
2. presidio territoriale idraulico posto in essere attraverso adeguate strutture e soggetti regionali e provinciali;
3. regolazione dei deflussi posta in essere anche attraverso i piani di laminazione;
4. supporto all'attivazione dei piani urgenti di emergenza predisposti dagli organi di protezione civile ai sensi dell'articolo 67, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e della normativa previgente.



NUOVO APPROCCIO ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO: LE MATRICI ESPOSIZIONE-VULNERABILITÀ

Naso S. ed Aronica G. T.

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile e Matematica Applicata,
Università di Messina, indirizzo: Via Nuova Panoramica dello Stretto, 98166
Villaggio S. Agata - Messina, snaso@unime.it, garonica@unime.it*

SOMMARIO

Il classico approccio di difesa del territorio dagli allagamenti, finalizzato alla riduzione della loro probabilità di accadimento (pericolosità), è ormai stato sostituito da un approccio gestionale del rischio, che accetta l'idea di "convivere" con le inondazioni e che non mira a ridurre la severità degli eventi di inondazione, ma le loro conseguenze. Considerando l'equazione del rischio come integrazione tra la severità dell'evento, l'entità (valore) dei beni esposti e la vulnerabilità territoriale, è proprio quest'ultima variabile a descrivere l'attitudine degli elementi a rischio a subire le conseguenze di un evento calamitoso. Nella gestione del rischio idraulico, il concetto di vulnerabilità diventa quindi centrale, così come le misure (strutturali ma soprattutto non-strutturali) volte al suo incremento.

Se in letteratura esistono molti studi dedicati alla valutazione della pericolosità e negli anni sono stati elaborati molti modelli idrologici e idraulici in grado di fornirci le caratteristiche dell'inondazione di fissato tempo di ritorno con buona approssimazione, gli studi sulla valutazione della vulnerabilità sono ancora pochi e in balia di tanti elementi di incertezza difficilmente quantificabili. Una delle principali cause di tale circostanza è la mancanza o la scarsa qualità di database consistenti delle grandezze che entrano in gioco nella determinazione della vulnerabilità.

In questo lavoro viene descritta una nuova metodologia di valutazione del rischio basata proprio sull'utilizzo di curve di vulnerabilità e sulla definizione di classi di esposizione atte a descrivere il valore economico/funzionale degli edifici presenti nelle aree a rischio studiate. La metodologia è stata applicata ad un caso studio siciliano. Nel Novembre 2011, infatti, il comune di Barcellona Pozzo di Gotto (ME) è stato colpito da un'inondazione che ha coinvolto circa 800 edifici, molti dei quali sedi di attività commerciali.

L'utilizzo di un approccio sintetico per la derivazione delle curve di vulnerabilità ha permesso di derivarle nonostante la mancanza di dati di danno. In particolare sono stati considerati gli elementi architettonici costituenti gli edifici ed è stato chiesto ad un team di esperti di descriverne il loro danneggiamento al variare dell'altezza di allagamento. Per particolari tipologie di edifici ad uso commerciale, invece, è stato considerato un aumento molto rapido della vulnerabilità dell'altezza di allagamento, a causa del valore dei macchinari e dei materiali contenuti.

La definizione delle classi di esposizione è stata fatta suddividendo quelle presenti nel PAI Sicilia e particolarizzando le classi degli edifici pubblici e residenziali in base alle tipologie costruttive presenti nel territorio studiato.

Una volta raggruppati gli edifici per classi di esposizione, tramite un tool sviluppato in ambiente GIS (che integra le informazioni di pericolosità e vulnerabilità) è stata calcolata la classe di vulnerabilità di ciascun elemento. I risultati sono stati riportati all'interno di una matrice Esposizione-Vulnerabilità, in grado di fotografare le



*Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015*



conseguenze di un'inondazione, ma anche di valutare l'efficacia di misure non strutturali studiando come la loro implementazione modifichi la distribuzione degli elementi al suo interno.



IMPIEGO DELLE FUNZIONI COPULA NELLE PROBLEMATICHE DELL'INGEGNERIA IDRAULICA

Bacchi B., Balistrocchi M. e Michailidi E. M.

DICATAM, via Branze 43 Brescia (BS),
baldassare.bacchi@unibs.it, matteo.balistrocchi@unibs.it, e.michailidi@unibs.it

SOMMARIO

Numerosi problemi affrontati dall'idrologia applicata richiedono la messa in conto simultanea di più variabili. In questi casi, l'approccio multivariato è, almeno teoricamente, il più opportuno. Per rappresentare il legame tra le variabili di interesse si faceva tradizionalmente riferimento a relazioni di regressione tra le variabili stesse (piogge, portate, temperature ecc.), o tra queste ed alcuni parametri caratteristici dei bacini. Qualche rara volta si operava con l'impiego di distribuzioni congiunte basate su modelli multi-normali o esponenziali. I vari approcci non si sono però mai dimostrati del tutto soddisfacenti, lasciando spesso ampi margini di perplessità.

L'introduzione delle funzioni copula (Sklar, 1959; Joe, 1997; Nelsen, 2006) anche in idrologia, però, ha condotto ad un sensibile miglioramento nella capacità di adattare le funzioni di probabilità teoriche alla naturale variabilità delle grandezze idrologiche (Dupuis, 2007; Salvadori et al., 2007). Secondo questo approccio, infatti, la struttura di dipendenza, la cui rappresentazione è demandata esclusivamente alla funzione copula, e le distribuzioni marginali possono essere analizzate separatamente. Ciò amplia significativamente i margini di inferenza delle distribuzioni di probabilità congiunta, nelle quali è possibile implementare funzioni marginali e strutture di dipendenza diverse, anche complesse, in un unico modello probabilistico.

Sebbene i vantaggi dell'impiego della funzioni copula in fase di inferenza siano già stati ampiamente dimostrati da svariate ricerche, le conseguenze pratiche del loro impiego nell'ambito del progetto e della verifica/gestione delle opere idrauliche sono state certamente meno indagate. In questo studio si è quindi cercato di sviluppare la ricerca in questa direzione, il cui carattere è eminentemente applicativo-ingegneristico.

Un primo tema ha riguardato le precipitazioni intense, per le quali è stata ricavata una distribuzione bivariata delle altezze e delle durate. Questa è stata poi utilizzata per stimare le portate al colmo di un ipotetico bacino di piccole dimensioni, problema tipico di idrologia urbana. Un secondo si è concentrato invece sulla mitigazione del rischio di allagamento. In riferimento al caso della cassa di espansione del fiume Panaro, si è cercato di stimare l'efficienza di questo tipo di provvedimenti strutturali impiegando una distribuzione bivariata dei colmi e dei volumi delle piene in ingresso.

Bibliografia

- Dupuis D. J. (2007) - Using copulas in hydrology: benefits, cautions, and issues - J. Hydrol. Eng., 12(4), pagg. 381-93.
Joe H. (1997) - Multivariate models and dependence concepts - Chapman and Hall, London.
Nelsen R. B. (2006) - An introduction to copulas, second ed. - Springer, New York.
Salvadori G., De Michele C., Kottegodda N. T., Rosso R. (2007) - Extremes in nature: an approach using copulas - Springer, Dordrecht, The Netherlands.
Sklar A. (1959) - Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges - Publ. Inst. Statist. Univ. Paris, 8, pagg. 229-31.



VALUTAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO DELL'INNESCO DI FRANE SUPERFICIALI ATTRAVERSO SIMULAZIONE MONTECARLO

Peres D. J. e Cancelliere A.

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, Via S. Sofia, 64 - 95123 Catania, djperes@dica.unict.it, acance@dica.unict.it

SOMMARIO

La valutazione della pericolosità da frana è importante al fine di una adeguata pianificazione delle relative misure di mitigazione. Tale valutazione può essere condotta quantitativamente attraverso la stima del tempo di ritorno di innesco, che se effettuata in modo spazialmente distribuito, consente di tracciare mappe di tipo predittivo. La metodologia maggiormente adottata in letteratura a tal fine consiste nel combinare un'equazione che fornisce le condizioni pluviometriche associate con il raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite del pendio con le curve di probabilità pluviometrica. Tale approccio, che può denominarsi "tradizionale", è generalmente basato su ipotesi semplificative relative agli eventi di pioggia, le quali consistono nel trascurare l'effetto sull'innesco della variabilità temporale di piccola scala della precipitazione, nonché l'effetto della precipitazione antecedente, che determina le condizioni all'inizio dei singoli eventi pluviometrici.

Nel lavoro, l'effetto di entrambi i fattori sopra menzionati è tenuto in conto implicitamente attraverso una simulazione Montecarlo delle condizioni di stabilità del pendio. In particolare l'approccio consiste nella combinazione di un modello stocastico per la generazione di una serie sintetica di precipitazione (1000 anni), a scala sufficientemente dettagliata (1 ora), e di un modello di infiltrazione e di stabilità per la simulazione della risposta idrologico-geotecnica agli eventi generati. Il tempo di ritorno è quindi calcolato come il tempo medio di interarrivo tra due eventi critici, i quali corrispondono al raggiungimento di un fattore di sicurezza per la stabilità del pendio inferiore a 1.

I risultati delle simulazioni Montecarlo sono confrontati con quelli del metodo tradizionale, utilizzando dati rappresentativi dell'area dei Monti Peloritani in Sicilia. Dal confronto si evince che sia la pioggia antecedente, sia la variabilità temporale degli eventi, possono significativamente influenzare il tempo di ritorno dell'innesco. In particolare, il metodo tradizionale comporta una sovrastima anche superiore a due volte il tempo di ritorno valutato con il metodo Montecarlo, dando luogo quindi valutazioni non cautelative della pericolosità da frana. Tale metodo rimane tuttavia parzialmente valido, data la relativa semplicità, ai fini di un calcolo di massima della pericolosità.

AUTOMATIC RECONSTRUCTION OF RAINFALL EVENTS AND OBJECTIVE DEFINITION OF RAINFALL THRESHOLDS FOR LANDSLIDE OCCURRENCE

Melillo M.⁽¹⁾, Brunetti M. T.⁽¹⁾, Gariano S. L.^(1,2), Peruccacci S.⁽¹⁾ and Guzzetti F.⁽¹⁾

(1) CNR IRPI, Perugia, Italy, massimo.melillo@irpi.cnr.it

(2) Department of Physics and Geology, University of Perugia, Perugia, Italy

ABSTRACT

Objective criteria for the identification of rainfall events are ambiguous or subjective, particularly when dealing with the forecast of rainfall-induced landslides. In an attempt to overcome the problem, we developed an algorithm for the objective and reproducible reconstruction of rainfall events, and of rainfall conditions responsible for landslide occurrence (Melillo et al., 2015). The algorithm is implemented in a code written in the R language, and comprises three distinct modules to perform: (i) the reconstruction of distinct rainfall events, in terms of rainfall duration (D in h) and cumulated event rainfall (E in mm), (ii) the identification of one or more rainfall ED conditions responsible for observed landslides, and (iii) the definition of rainfall thresholds for possible landslide occurrences.

The algorithm elaborates rainfall records and reconstructs individual rainfall events using pre-defined parameters to account for different geographical and climatic conditions. A comparison between rainfall characteristics in different regions can be performed.

We applied the algorithm in Sicily, southern Italy, using (i) rainfall measurements obtained from a network of 169 rain gauges, and (ii) information on 265 rainfall induced landslides occurred between January 2002 and December 2012. The algorithm reconstructed 29,270 rainfall events, corresponding to a mean of 24 rainfall events per year. For each rain gauge, the algorithm calculated statistics for the reconstructed rainfall events. The statistics have been proved useful for geographical and seasonal analysis of rainfall patterns.

Next, using information on landslide occurrence, the algorithm reconstructed 472 rainfall ED conditions as possible triggers of the observed failures. Then, the algorithm exploited the multiple rainfall conditions to define objective and reproducible empirical rainfall thresholds for the possible initiation of landslides. The calculated thresholds can be implemented in an operational early warning system for shallow landslide forecasting.

References

Melillo, M., Brunetti, M.T., Peruccacci, S., Gariano, S.L., Guzzetti, F. (2015). "An algorithm for the objective reconstruction of rainfall events responsible for landslides". *Landslides*, DOI: 10.1007/s10346-014-0471-3.



EVOLUTION OF FLOOD RISK OVER LARGE AREAS: QUANTITATIVE ASSESSMENT FOR THE PO RIVER

Carisi F., Domeneghetti A., Castellarin A. and Brath A.

School of Civil Engineering, Department DICAM, University of Bologna, Bologna, Italy, francesca.carisi@unibo.it

ABSTRACT

Has the flood risk increased in the Po river basin during the last half century? The increasing frequency with which floods damages are recorded, or reported by media, strengthen the common perception that the flood risk is dramatically increasing in Europe and other areas of the world, due to a combination of different causes, among which climate change is often described as the major factor. However, there is a growing awareness of how anthropogenic pressures, such as uncontrolled urban and industrial expansion on flood-prone areas, may strongly impact the evolution of flood-risk in a given area, increasing potential flood damages and losses. Starting from these considerations, our study aims at shedding some light on the impact and relative importance of different factors controlling the flood risk. Focusing in particular on the middle-lower portion of the River Po, we analyze the evolution of flood hazard in the last half century referring to long streamflow series for different gauging stations located along the study reach (~450 km), while the modification of anthropogenic pressure is evaluated by referring to land-use and demographic dynamics observed from 1950s. Our study proposes graphical tolls (i.e. Hypsometric Vulnerability Curves - HVCs) by means of which (1) we assess the importance of the different elements contributing to the definition of flood risk and (2) represent the evolution of flood risk in time along the middle and lower portion of the River Po. Our study highlights the absence of statistically significant trends in annual statistics of the observed streamflow series and a stable population density within the dike-protected flood-prone area. Nevertheless, the proposed flood-vulnerability indexes show a significant increase of the exposure to floods in residential settlements, which has doubled since the 1950s.

AGGIORNAMENTO DEL SISTEMA DI ALLERTAMENTO REGIONALE PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO IN CALABRIA

De Luca D.L.⁽¹⁾, Greco A.⁽¹⁾, Arcuri S.⁽²⁾, Marsico L.⁽²⁾ e Niccoli R.⁽²⁾

- (1) *Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica, Ponte Pietro Bucci, cubo 41B, 87036 Arcavacata di Rende (CS), davide.deluca@unical.it, ing.aldo.greco@gmail.com*
- (2) *Centro Funzionale Multirischi della Regione Calabria, Viale degli Angioini 143, 88100 Catanzaro (CZ), s.arcuri@cfcd.calabria.it, l.marsico@cfcd.calabria.it, r.niccoli@cfcd.calabria.it*

SOMMARIO

La memoria riguarda l'aggiornamento delle soglie di primo livello e la definizione delle soglie di secondo livello per il sistema MOSIP (MONitoraggio Situazione Pluviometrica), ovvero il Sistema di Allertamento regionale per il Rischio idrogeologico e idraulico in Calabria ai fini di Protezione civile.

Nello specifico, l'aggiornamento delle soglie di primo livello ha previsto: a) l'applicazione di una tecnica di interpolazione spaziale delle piogge su scala comunale e di bacino, che sostituisce il metodo dei topoieti attualmente utilizzato; b) la ridefinizione delle piogge indicatrici, delle piogge critiche e dei rapporti di soglia, specifici per ogni comune/bacino calabrese (nella versione MOSIP attualmente in uso, i rapporti soglia sono assunti costanti per tutti i comuni); c) l'estensione della metodologia anche al caso dei movimenti franosi propriamente detti, ovvero il rischio I indicato all'interno della Direttiva del Sistema di Allertamento della Regione Calabria (attualmente, infatti, i movimenti di massa a cui si fa riferimento nel MOSIP sono solo gli smottamenti diffusi e l'erosione del suolo).

In merito alla procedura di interpolazione spaziale, per calcolo delle precipitazioni, è stata indagata la possibilità di utilizzo di tecniche geostatistiche e deterministiche. Per quanto riguarda la prima categoria, l'applicazione in tempo reale richiederebbe costi computazionali eccessivi rispetto all'operatività del sistema di allertamento. Di conseguenza, si è optato per la seconda categoria, e nello specifico per la tecnica "surface spline" (Yu 2001), che tra tutte le tecniche spline è quella particolarmente adatta per la ricostruzione di superfici da una distribuzione irregolare di punti (come una rete pluviometrica): la procedura consente di eguagliare la pioggia media di ogni comune/bacino con la stima effettuata direttamente sul centroide di ogni entità. È possibile, dunque, individuare offline i centroidi di interesse, ed effettuare online la sola stima della precipitazione ragguagliata.

La definizione delle soglie di II livello, invece, è consistita nel determinare una funzione di abbattimento per ciascun valore soglia di I livello, che dipenda essenzialmente dalle precipitazioni antecedenti. In tal modo i valori soglia sono variabili nel tempo, ed il vantaggio principale è costituito da una riduzione di Falsi e Mancati Allarme ed un incremento dei Corretti Allarme.

Per le applicazioni sono stati considerati i seguenti database d'eventi, relativi a smottamenti, frane e piene fluviali: 1) banca dati ASICal (Aree Storicamente Inondate in Calabria) realizzato dal CAMILab (Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica dell'Università della Calabria), ed aggiornato fino al 31/12/2012; 2) banca dati DB0810, relativo agli eventi del periodo 2008-2010 e

realizzato dal CAMILab nell'ambito di una Convenzione con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

I risultati della back-analysis effettuata dimostrano un netto miglioramento della capacità previsionale rispetto alla versione MOSIP attualmente in uso. A titolo d'esempio, in figura 1 si riporta il confronto tra i due sistemi di monitoraggio in termini di indice Hit Rate (HR), valutato a scala di area di allertamento, per il rischio frane, smottamenti ed erosione del suolo.

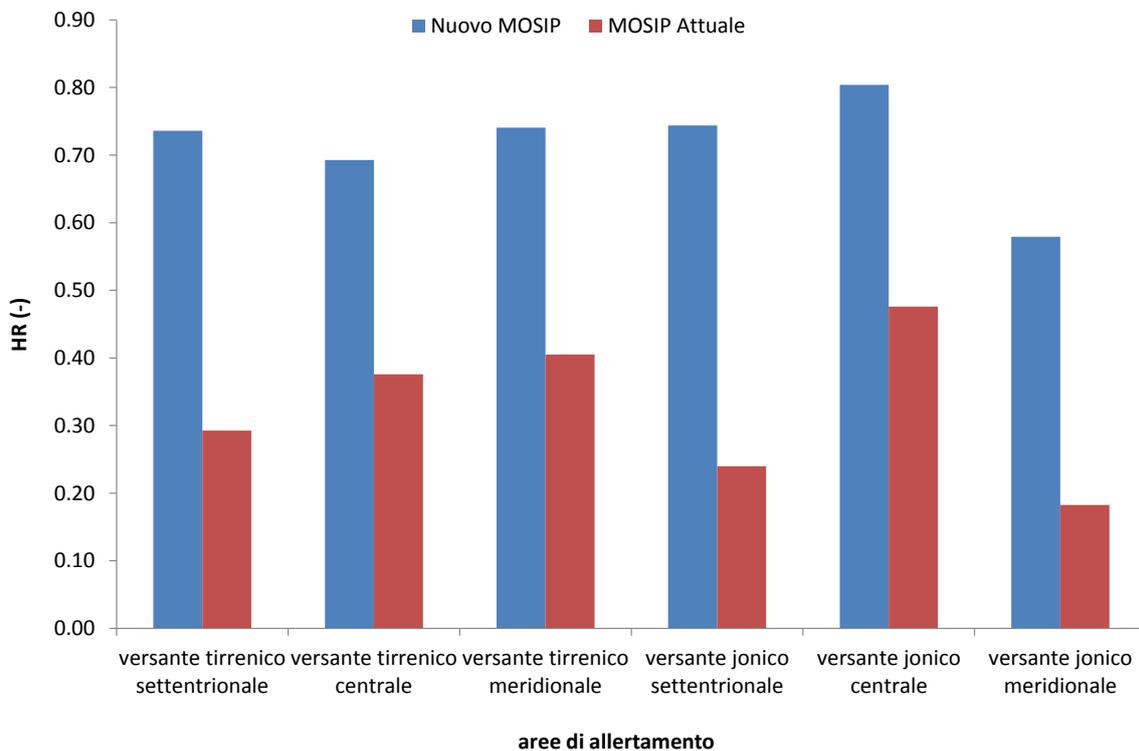


Figura 1 - Confronto tra Nuovo MOSIP e sistema attualmente in uso, in termini di indice HR valutato per ogni area di allertamento.

AN OPERATIONAL REAL-TIME FLOOD FORECASTING SYSTEM IN SOUTHERN ITALY

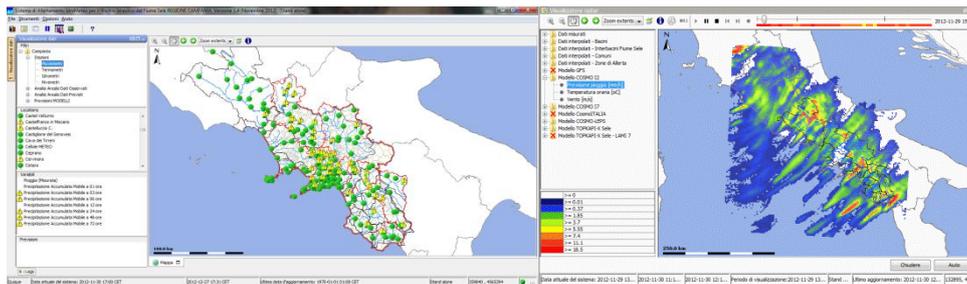
Ortiz E.⁽¹⁾, Coccia G.⁽²⁾ and Todini E.⁽³⁾

- (1) *Idrologia e Ambiente Srl*, enrique.ortiz@idrologiaeambiente.it
 (2) *Princeton University, Princeton*, gcoccia@princeton.edu
 (3) *BiGeA - University of Bologna*, ezio.todini@unibo.it

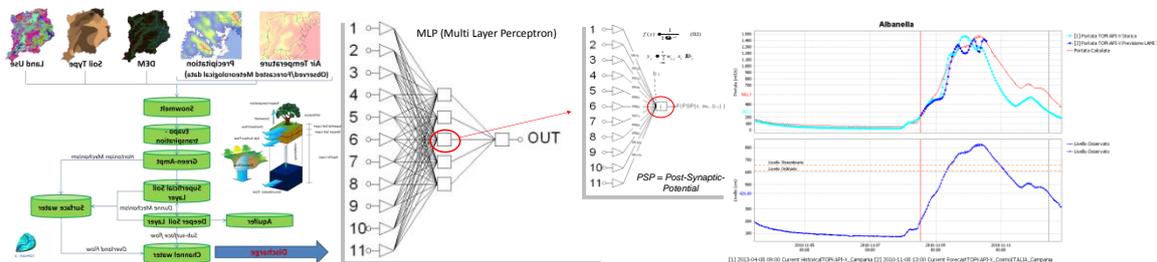
ABSTRACT

A real-time flood forecasting system has been operating since year 2012 as a non-structural measure for mitigating the flood risk in Campania Region (Southern Italy), within the Sele river basin (3.240 km²).

The Sele Flood Forecasting System (SFFS) has been built within the FEWS (Flood Early Warning System) platform developed by Deltares and it assimilates the numerical weather predictions of the COSMO LAM family: the deterministic COSMO-LAMI 12, the deterministic COSMO-LAMI 17 and the ensemble numerical weather predictions COSMO-LEPS (16 members).

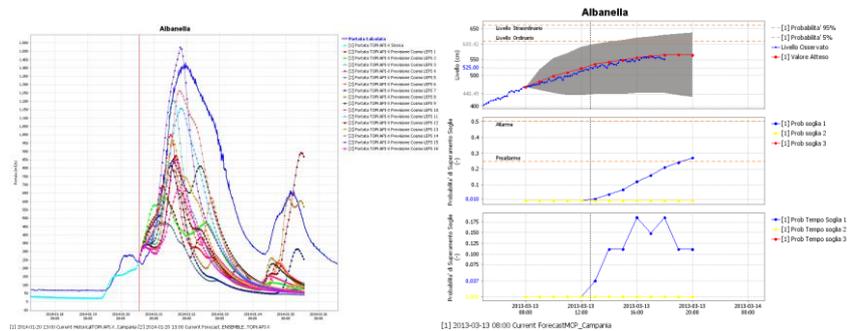


Sele FFS is composed by a cascade of three main models. The first model is a fully distributed continuous hydrological model, named TOPKAPI-eXtended (Idrologia e Ambiente S.r.l., Naples, Italy), simulating the dominant processes controlling the soil water dynamics, runoff generation and discharge with a spatial resolution of 250 m. The second module is a set of neural-networks (ANN) built for forecasting the river stages at a set of monitored cross-sections.



The third component is a Model Conditional Processor (MCP), which provides the predictive uncertainty (i.e., the probability of occurrence of a future flood event) within the framework of a multi-temporal forecast, according to the most recent advancements on this topic (Coccia and Todini, HESS, 2011). The MCP provides information about the probability of exceedance of a maximum river stage within the forecast lead time, by means of a discrete time function representing the variation of

cumulative probability of exceeding a river stage during the forecast lead time and the distribution of the time occurrence of the flood peak, starting from one or more model forecasts.



This work shows the Sele FFS performance after three years of operation (since august 2012), evidencing the added-values that can provide to a flood early warning and emergency management system.



Sessione 3 - Gestione e mitigazione
Sessione Poster



PILOTAGGIO DELL'IRRIGAZIONE ATTRAVERSO L'ASSIMILAZIONE DI IMMAGINE SATELLITARE E PREVISIONI METEOROLOGICHE NUMERICHE. CASO DI STUDIO NEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME DUERO (SPAGNA)

De Michele C.⁽¹⁾, D'Urso G.⁽²⁾, Ortiz E.⁽³⁾, Santa A.⁽⁴⁾ e Fernandez Pereira J.⁽⁵⁾

(1) Ariespace Srl, carlo.demichele@ariespace.com

(2) Università degli Studi di Napoli Federico II, URSO@UNINA.IT

(3) Idrologia e Ambiente Srl, enrique.ortiz@idrologiaeambiente.it

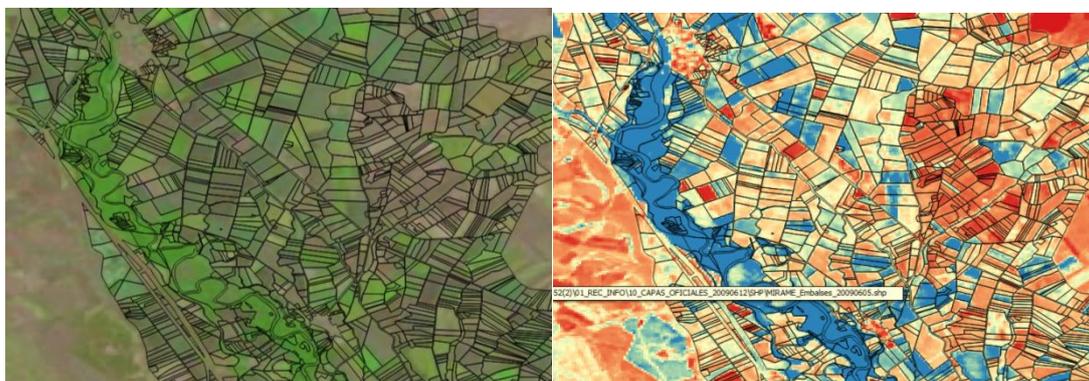
(4) ADASA Sistemas, ASANTA@ADASASISTEMAS.COM

(5) Jefe de Area de Planificacion. OPH.Confederacion Hidrografica del Duero. España, jfp@chduero.es

SOMMARIO

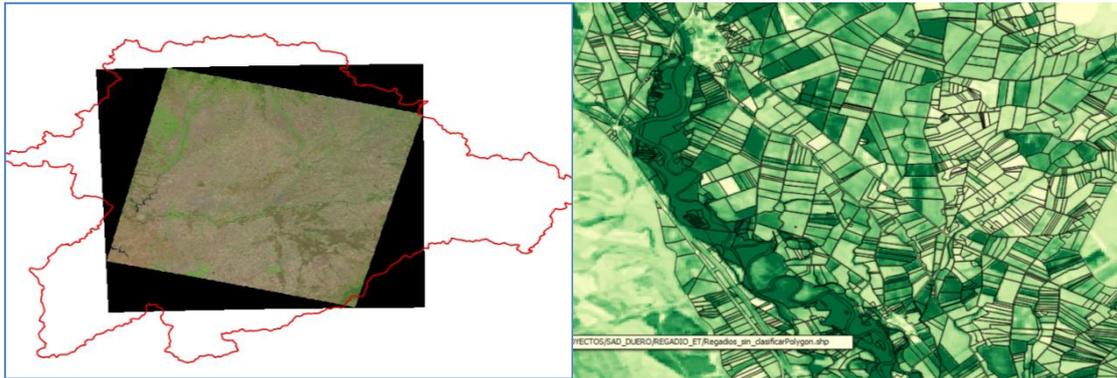
La valutazione del fabbisogno di acqua delle colture (CWR) è una informazione essenziale per la gestione delle risorse idriche, in particolare nelle regioni aride e semi-aride, dove l'irrigazione rappresenta il più grande consumatore di acqua.

In questo contesto, un valido ausilio è costituito dall'acquisizione di immagini multispettrali mediante sensori remoti ad alta risoluzione spaziale, unitamente ad opportune tecniche d'elaborazione e di gestione dei dati. Le osservazioni effettuate dai differenti sensori oggi disponibili (LANDSAT 8 OLI/TIRS), nelle regioni del visibile e dell'infrarosso vicino dello spettro elettromagnetico, consentono di valutare la radiazione solare riflessa della superficie terrestre, attraverso cui è possibile individuare i principali parametri che caratterizzano lo sviluppo colturale e delle coperture vegetali come il NDVI, WdVI, LAI, Albedo, Kc ed altri.



La conoscenza di questi parametri, unitamente all'acquisizione di dati meteorologici osservati e di previsioni fornite dai modelli numerici di tempo (NWP), permette la valutazione dell'evapotraspirazione delle colture e la individuazione delle parcelle irrigate.

In questo articolo si presenta un esempio pilota di prova nel bacino del Fiume Duero (Spagna), concretamente nella zona di Medina del Campo (Path:202 Row:31L8/OLI-TIRS) per la stima dei indici di vegetazione e la stima del CWR in tempo reale, come misura non strutturale dentro d'un Sistema di Aiuto alla Gestione delle zone irrigue dentro delle responsabilità dell'Ufficio di Pianificazione Idrologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Duero (Confederacion Hidrografica del Duero).





UNA MOLTEPLICITA' DI APPROCCI A SUPPORTO DELLA MITIGAZIONE DEI RISCHI IDROGEOLOGICI PERSEGUITA DAI CONSORZI DI BONIFICA (GARGANO, PUGLIA)

Dragone V.⁽¹⁾, Muciaccia M.⁽²⁾, Basso A.⁽¹⁾, Ciciretti L.⁽²⁾, Palombella M.⁽³⁾ e Polemio M.⁽¹⁾

(1) CNR - IRPI UOS di Bari - via Amendola 122/I, Bari, m.polemio@ba.irpi.cnr.it

(2) Consorzio di Bonifica Montana del Gargano, V. C. Colombo, 243 - 71121 Foggia

(3) Libero professionista, Corso Umberto 94, Molfetta (BA)

SOMMARIO

Il Progetto GarganoLab ovvero "Sistema informativo integrato per la gestione del territorio, il monitoraggio ambientale ed allerta di emergenza", finanziato dalla Regione Puglia grazie alle misure "Living Labs", è stato concepito dal consorzio tra le imprese Staer Sistemi, W-Enterprise e Gemict a supporto della domanda di innovazione tecnologica del Consorzio di Bonifica Montana del Gargano (CBMG), al fine di perseguire la riduzione dei rischi idrogeologici e l'ottimale gestione delle opere di mitigazione. La nota descrive il contributo offerto in particolare dal partner di progetto, il Laboratorio di Idrologia del CNR-IRPI.

Il progetto ha perseguito la mitigazione dei rischi naturali, dovuti a frane e, soprattutto, piene, e gli effetti della siccità nel territorio del Consorzio di Bonifica Montana del Gargano, con maggiore dettaglio nelle zone più esposte, come il bacino idrografico Molinella di Vieste, drammaticamente interessato anche dal più recente evento alluvionale, occorso nel Gargano dall'1 al 6/9/2014. Il Gargano è un territorio peculiare, spiccatamente montano e carsico; per la forte vicinanza al mare è colpito da fenomeni meteorici particolarmente violenti e repentini; con tali peculiarità il deflusso fluviale è di per se raro, breve e quasi sempre fulmineamente catastrofico. Il contributo del CNR-IRPI è consistito in diverse attività nel seguito brevemente descritte.

- 1) Analisi statistica delle serie idrologiche e individuazione dei trend: è stato condotto lo studio statistico di tutte le serie storiche climatiche disponibili (dal 1918) per caratterizzare la siccità e l'eccezionalità degli eventi meteorici accaduti o attesi. Ricorrendo ai più opportuni indici statistici, ed in particolare all'indice SPI (*Standardized Precipitation Index*) maggiormente utilizzato a livello internazionale per descrivere gli eventi estremi della siccità mediante la quantificazione del deficit di precipitazione per diverse scale di tempi o durate, generalmente espressi in mesi, si è così dotato il progetto di uno strumento utile a individuare i trend statistici della siccità per diverse durate temporali, di interesse per gli aspetti meteorologici, idrologici e agricoli. Lo strumento è attivo a ritroso, per molte decine di anni, e si aggiorna in tempo reale, man mano che le misure climatiche si rendono disponibili.
- 2) Stima delle funzioni di distribuzione della probabilità: le serie dei massimi delle piogge cumulate da un'ora a 5 giorni sono state utilizzate per definire le funzioni di distribuzione della probabilità dei valori estremi a doppia componente (TCEV) a tutti di livelli di regionalizzazione. Tale approccio permette di compensare la

limitata estensione del campionamento, ovvero della durata delle misure, limitata rispetto all'obiettivo di stimare tempi di ritorno molto più lunghi delle suddette durate, con le informazioni statisticamente rilevanti presenti nelle serie storiche della medesima regione, atualizzando e affinando i risultati del Progetto VAPI, relativo alla Puglia. Tale strumento, permette di stimare il valore della pioggia di desiderata eccezionalità per una località del Gargano per cui si conosca soltanto la quota o di convertire in tempo reale le previsioni di pioggia a breve termine, elaborate dal sistema nazionale di protezione civile, in valori di eccezionalità statistica per ciascuna località, informazione molto utile per predisporre con un sufficiente orizzonte previsionale alla gestione delle emergenze, sia dovute alle frane a innesco piovoso che alle piene.

- 3) Creazione di un database geo-riferito degli eventi storici: la ricerca storica documentazione tecnica, quotidiani locali e nazionali, database nazionali e pubblicazioni scientifiche, ha permesso di costituire un'inedita banca dati degli eventi calamitosi del Gargano con primaria attenzione a frane e alluvioni, occorsi a partire dal 1876. Tale banca dati è stata georeferenziata; le aree caratterizzate da più frequenti occorrenze e gli eventi più catastrofici sono stati studiati in maggiore dettaglio. L'uso dello strumento GIS ha dato vita al più completo *geodatabase* per il territorio di studio, raccogliendo ogni tipo di informazione utile (clima, geologia, idrogeologia, reti di monitoraggio, infrastrutture di trasporto, aree vulnerabili, etc.), integrando queste conoscenze con i livelli informativi derivanti dagli approcci precedenti. Tutto ciò fa da base per il livello informativo "opere" costituito dalle informazioni inerenti le opere, i manufatti, gli impianti o gli interventi realizzati dal Consorzio CBMG, tra cui almeno la localizzazione geografica e l'estensione (lineare o areale). Detto livello costituisce una sorta di cabina di regia delle opere di cui CBMG dispone per la mitigazione del rischio idrogeologico (argini, difese spondali, rimboschimenti, idrovore, etc...), in cui sono contenute e possono essere aggiornate tutte le informazioni utili, tra cui quelle geometriche, temporali (inerenti ad esempio le fasi di progettazione, realizzazione, collaudo, manutenzione e ripristino funzionale) ed economiche.



GESTIONE OPERAZIONALE ROBUSTA E COORDINATA DI UN SISTEMA DI LAGHI REGOLABILI PER LA PROTEZIONE CONTRO PIENE E SICCITÀ: ESPERIENZE DAL FIUME SENNA (FRANCIA).

Raso L., Ficchi A. e Chiavico M.

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), luciano.raso@irstea.fr

SOMMARIO

La regione della Senna è un centro di grande importanza per la logistica e l'economia Francese ed Europea. La protezione idraulica di gran parte di questa regione è affidata a quattro laghi artificiali regolabili, gestiti da Seine-Grands Lacs. Attualmente non c'è una coordinazione sulla loro gestione operativa e le curve di riempimento sono basate su un calcolo empirico a partire da dati storici di afflusso. L'efficacia di questo sistema è a rischio quando il valore degli afflussi si discosta significativamente dalla sua media stagionale.

Nel corso di una ricerca pluriennale, abbiamo analizzato l'efficacia di una gestione centralizzata per fare fronte ai rischi di piena e siccità, ottimizzando l'efficienza del sistema e migliorando la gestione attuale. Abbiamo esplorato il valore di avanzati metodi di controllo in condizioni di incertezza per sistemi multi-reservoir, in particolare: Stochastic Dual Dynamic Programming (SDDP) per la gestione a lungo termine (orizzonte pluri-annuale), e Tree-Based Model Predictive Control (TBMPC) per la gestione a breve termine (orizzonte mobile di 9 giorni).

La metodologia SDDP suggerisce le decisioni di rilascio massimizzando i benefici attuali e futuri per gli obiettivi di protezione contro piene e siccità. Tramite SDDP, consideriamo nel sistema: i) le statistiche degli apporti idrologici, incluse la loro correlazione spazio-temporale ii) un modello di trasferimento idraulico, per considerare l'effetto delle decisioni di rilascio su più punti a valle dei laghi. Le prestazioni della gestione tramite SDDP sono comparate alle prestazioni tramite gestione attuale.

TB-MPC è un metodo di controllo proattivo e centralizzato, capace di usare l'informazione disponibile in tempo reale, come le previsioni meteorologiche di "ensemble". La gestione del sistema dei Quattro laghi è testata su dati idro-meteorologici passati, usando previsioni meteorologiche di ensemble prodotte da ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) e osservazioni meteorologiche. Le prestazioni del sistema gestito dal TB-MPC sono comparate a quelle del sistema gestito dal MPC deterministico, mostrando i benefici dell'uso di previsioni in condizioni d'incertezza tramite ensemble. La performance del MPC deterministico è comparata anche a quella della gestione attuale decentralizzata, mostrando il limite superiore delle prestazioni nel caso ideale di previsioni perfette.



UN PONTE TRA LE CULTURE MEDITERRANEE NELL'ANNO INTERNAZIONALE DEI SUOLI: LA MOSTRA DOCUMENTARIA "TECNICHE DI IRRIGAZIONE IN CONDIZIONI DI SCARSITÀ IDRICA"

Barontini S.⁽¹⁾, Louki A.⁽¹⁾, Slima Z. B.⁽¹⁾, Ghaouch F. E.^(1,2), Labaran R.⁽¹⁾, Raffelli G.⁽¹⁾, Peli M.⁽¹⁾, Vitale N.⁽³⁾, Negm A.^(1,4), Bacchi B.⁽¹⁾, Grossi G.⁽¹⁾, Tomirotti M.⁽¹⁾ e Ranzi R.⁽¹⁾

(1) Università di Brescia, DICATAM, Brescia (I), stefano.barontini@unibs.it

(2) Libera professionista, Londra (UK)

(3) Libero professionista, Brescia (I)

(4) Università di Palermo, Dipartimento SAF, Palermo (I)

SOMMARIO

Brescia sta sperimentando un cambiamento cruciale nella propria struttura sociale ed economica tradizionale. In anni recenti è stata infatti eletta come sede di vita e lavoro da parte di molti stranieri, facendone ora una delle città e delle province del Paese con la maggiore percentuale di migranti. Questo cambiamento è un'importante prova per la città e una opportunità per confrontare e integrare differenti culture al fine di costruirne il futuro. In questo contesto, studentesse e studenti di vari corsi di studio dell'Università di Brescia, legati sia alla cultura araba sia appartenenti alla comunità locale, si sono incontrati nel gruppo di studio *Al-Biruni*. Il gruppo ha l'obiettivo di preparare e organizzare eventi culturali nei quali, partendo come spunto dalla figura dello scienziato persiano *Abu Raihan Al-Biruni* (973-c., 1051), si investighino la prossimità e le differenze tra la cultura scientifica araba e quella europea, e il contributo della cultura araba e islamica alla formazione, nel medioevo, di quella europea.

Partendo dall'idea fondativa del gruppo di studio *Al-Biruni* e raccogliendo le suggestioni della Giornata Internazionale del Suolo 2014 (World Soil Day, WSD2014) e dell'Anno Internazionale dei Suoli 2015 (International Year of Soils, IYS2015), è stata realizzata, in collaborazione con il DICATAM dell'Università di Brescia, la mostra documentaria dal titolo *Tecniche di irrigazione in condizioni di scarsità idrica*. La mostra, che enfatizza l'importanza delle tecniche di irrigazione per la conservazione del suolo, e quindi per l'approvvigionamento alimentare, ha l'obiettivo di disseminare due importanti concetti: (1) osservare la continuità tecnologica che si rileva in alcuni sistemi di approvvigionamento idrico in Paesi, che si affacciano al bacino mediterraneo, caratterizzati da simili condizioni di disponibilità idrica, e (2) evidenziare la possibilità di costruire ambienti antropizzati nei quali, a causa delle difficili o addirittura estreme condizioni climatiche, la sostenibilità è raggiunta solo quando l'uomo vive in equilibrio con la natura.

La mostra, itinerante, è scritta in italiano e consiste di circa 16 poster strutturati in introduzione e inquadramento, tre capitoli principali che corrispondono a tre classi di tecniche di approvvigionamento idrico comuni nei Paesi costieri del Mare Mediterraneo, un capitolo sulle oasi e una bibliografia di riferimento. Le tecniche investigate sono (1) sistemi che usano l'acqua delle precipitazioni (*wadi*, serbatoi, *barrages*), (2) sistemi che usano l'acqua di falda, anche di provenienza remota (*qanat*, *foggara*, pozzi), (3) sistemi basati sull'uso dell'umidità atmosferica (oasi di *erg*, muretti in terra cruda e muretti a secco). Per ciascuna classe di tecniche sono



Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015



brevemente presentati, in forma adatta alla fruizione da parte di un pubblico vasto, il concetto idraulico di base, la diffusione e le tecniche costruttive tradizionali, e alcuni esempi storici.

SVILUPPO DI UN MODELLO PREVISIONALE DI PIENA CON SPECIFICO RIFERIMENTO ALL'ALLERTAMENTO PER FINALITÀ DI PROTEZIONE CIVILE PER IL COSTITUENDO CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO MULTIRISCHIO DELLA REGIONE SICILIANA

Aronica G. T.⁽¹⁾, Brigandì G.⁽¹⁾, Bonaccorso B.⁽¹⁾, Gueli R.⁽¹⁾ e Basile G.⁽²⁾

(1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile, Ambientale e Matematica Applicata, Università di Messina, C.da di Dio, 98166 S. Agata (ME),*

garonica@unime.it

(2) *Dipartimento della Protezione Civile della Regione Siciliana,*

g.basile@regione.sicilia.it

SOMMARIO

Alla luce della normativa vigente il Dipartimento Regionale della Protezione Civile (DRPC) è stato individuato quale Ufficio della Presidenza della Regione ove costituire il Centro Funzionale Decentrato Multirischio Integrato della Regione Siciliana (CFDM) cui, tra gli altri, spetterà il compito di emettere quotidianamente gli Avvisi di Criticità per Rischio geomorfologico e per Rischio idraulico sulla base di una serie di indicatori.

A tal fine, in collaborazione con il DRPC, è in fase di definizione lo sviluppo e l'implementazione di una catena previsionale basata su soglie critiche definite sulla base di particolari indicatori (fattori predisponenti, fattori innescanti) specifici per la Regione Siciliana tenendo presente la scala di azione dei modelli, che è quella dell'intero territorio regionale suddiviso in differenti Zone di Allerta, nonché del tipo e della qualità dei dati inerenti le previsioni meteorologiche.

La previsione in tempo reale o differito permette di identificare gli stati di allerta e di allarme in cui può trovarsi un'area soggetta a rischio idraulico, attraverso l'implementazione di modelli previsionali opportuni che consentano il riconoscimento del verificarsi di eventi meteorici particolarmente gravosi con anticipo tale da permettere l'attivazione delle misure di emergenza e la diramazione di eventuali avvisi alla popolazione.

La tipologia e complessità dei modelli da implementare dipende fondamentalmente dalla tipologia di dati a disposizione e dalla estensione dell'area. Nel caso di interventi di protezione idraulica nei bacini mediterranei dove i fenomeni assumono sempre caratteristiche "rapide", rimane inevitabile fissare l'attenzione principalmente sull'informazione pluviometrica (precursori o soglie pluviometriche) piuttosto che su sistemi di preannuncio della piena in tempo reale. In questi casi l'uso di precursori di piena implementati in modalità off-line e confrontati in tempo reale con la pioggia misurata e prevista (QPF) risulta una valida alternativa.

Se, però, il preavviso non è opportunamente anticipato, esso non può dare alcun beneficio; ai fini del buon funzionamento del sistema, infatti, tale intervallo di tempo deve essere almeno tale da consentire di attuare tutte le misure di protezione civile stabilite per il livello di criticità prefissato. Si rende, pertanto, necessario non soltanto confrontare le soglie di piena con i valori di pioggia previsti, ma anche tenere debitamente conto delle condizioni di imbibizione dei bacini (SMA, Soil Moisture Accounting).



Alla luce di ciò la catena operativa di previsione delle piene conseguenti da eventi meteorologici estremi è stata implementata attraverso l'uso accoppiato di indici di umidità del suolo (modulo SMA), e precursori idro-pluviometrici (soglie pluviometriche di piena) al superamento dei quali avviene l'emissione di un certo avviso di criticità corrispondente ad uno dei livelli di allerta previsti dalle procedure del CFDM.

Al fine di garantire che tale processamento possa avvenire in tempi compatibili con le finalità di un servizio di emissione di avvisi di criticità è, inoltre, necessario definire una procedura automatica che deve anche garantire dagli errori che fisiologicamente affliggono le serie temporali acquisite da strumentazione in tele-lettura. Per assolvere a tale compito è stato selezionato l'ambiente di sviluppo Delft-FEWS di Deltares (<http://oss.deltares.nl/web/delft-fews/about>), appositamente progettato per la realizzazione di sistemi di early warning nel campo del rischio idrogeologico.

ANALISI STOCASTICA DELLE CONDIZIONI DI EFFICIENZA DEL DRENAGGIO SUPERFICIALE NELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ALLAGAMENTO PLUVIALE NELLE AREE URBANE

Palla A.⁽¹⁾, Colli M.⁽¹⁾, Candela A.⁽²⁾, Aronica G. T.⁽³⁾ e Lanza L.⁽¹⁾

- (1) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale, Università di Genova.*
Via Montallegro 1, 1625 Genova - anna.palla@unige.it, matteo.colli@unige.it,
luca.lanza@unige.it
- (2) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali,*
Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 - Palermo,
angela.candela@unipa.it
- (3) *Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile e Matematica Applicata,*
Università di Messina, Via Nuova Panoramica dello Stretto, 98166 Villaggio S.
Agata - Messina, garonica@unime.it

SOMMARIO

Il verificarsi di eventi di piena estremi rappresenta un fenomeno in continua evoluzione che, nel corso degli ultimi decenni, ha provocato danni, più o meno ingenti a seconda dell'intensità dell'evento soprattutto in ambiente urbano. La maggior parte dei beni vulnerabili sono, infatti, concentrati in aree urbanizzate nelle quali i rapidi processi di trasformazione di uso del suolo che hanno caratterizzato gli ultimi decenni hanno avuto come conseguenza la crescita del livello di impermeabilizzazione dei bacini e, di conseguenza, l'aumento dei deflussi generati in tempo di pioggia (allagamenti pluviali o da piogge zenitali). Tali allagamenti sono caratterizzati da un'elevata variabilità spaziale e temporale dovuta alla forte correlazione con le caratteristiche di microscala dei bacini (presenza di depressioni, discontinuità topografiche, strutture idrauliche, ecc.) e quindi estremamente difficili da prevedere.

La rete di drenaggio delle acque meteoriche in ambito urbano può dimostrarsi inefficiente anche nei caso di eventi caratterizzati da bassi valori del tempo di ritorno a causa di una distribuzione inadeguata delle caditoie oppure di una temporanea riduzione o interruzione della loro capacità di convogliamento. Tale riduzione di efficienza relativa ad ogni singola caditoia può essere dovuta a fatti casuali conseguenti, ad esempio, a scarsa manutenzione, oppure al carico eccessivo derivante da un aumento improvviso dell'area di competenza per inefficienza delle caditoie poste a monte. Anche in condizioni di corretto dimensionamento della rete di fognatura, pertanto, l'inefficienza del sistema di drenaggio determina un aumento del rischio di allagamento e dell'estensione delle aree allagate in caso di fallanza.

Al fine di sviluppare tecniche di dimensionamento e verifica atte a garantire maggiore sicurezza, lo studio dei fenomeni di allagamento conseguenti a piogge zenitali richiede accurati strumenti di modellazione bidimensionale della propagazione dei deflussi in ambiente urbano basati su di una dettagliata conoscenza del territorio.

Il presente contributo analizza l'incertezza legata all'analisi dell'efficienza del drenaggio superficiale al fine di definire mappe di pericolosità idraulica. A tale scopo viene utilizzato il modello FLURB-2D, un modello idraulico di simulazione degli



allagamenti in ambiente antropizzato. originariamente sviluppato per le inondazioni di aree con topografia complessa.

Il modello è stato implementato su di un'area di studio selezionata all'interno della città di Genova. La simulazione del comportamento del sistema di drenaggio relativo al caso di studio è stata effettuata a partire dalla generazione di eventi sintetici tramite modelli bivariati basati sulla teoria delle copule in modo da fornire al modello uno scenario di input che consentisse la valutazione del rischio di allagamento delle aree urbanizzate in termini quantitativi. Tale valutazione è stata effettuata in diverse condizioni di efficienza del sistema di drenaggio, intesa in termini di capacità di convogliamento delle acque da parte delle caditoie verso la rete di fognatura bianca sottostante, utilizzando un approccio stocastico di tipo MonteCarlo.

I risultati delle simulazioni indicano come gli effetti della micro-topografia possano produrre allagamenti localizzati con tiranti particolarmente elevati in aree molto ristrette. Inoltre, le mappe di allagamento ricavate per l'area in studio evidenziano il verificarsi di inefficienze del sistema di drenaggio (in termini di dimensione e posizionamento della caditoia) anche quando tutte le caditoie disponibili operano a piena capacità.



INFLUENZA DI SCENARI DI PIOGGIA ESTREMI SULLE CONDIZIONI DI STABILITA' DEI PENDII

Salciarini D.⁽¹⁾, Fanelli G.⁽¹⁾, Tamagnini C.⁽¹⁾, Ciabatta L.⁽²⁾, Brocca L.⁽²⁾ e Moramarco T.⁽²⁾

- (1) *Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Università degli Studi di Perugia, via G. Duranti 93 - 06125 Perugia, diana.salciarini@unipg.it*
(2) *Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Madonna Alta 126 - 06128 Perugia*

SOMMARIO

E' ben noto che esiste un legame tra la ricorrenza con cui si verifica l'attivazione o la riattivazione di frane nel territorio e la frequenza di piogge caratterizzate da determinate intensità e durate. La possibilità di prevedere la ricorrenza di certi scenari di pioggia in specifiche aree permette pertanto di ottenere previsioni sulle condizioni di stabilità dei pendii di quelle aree.

Per tali previsioni sono disponibili numerosi modelli analitici e numerici, applicabili sia in modo deterministico che stocastico. Uno di questi è implementato nel codice TRIGRS (Transient, Rainfall Infiltration and Grid-based Slope stability), sviluppato da Baum et al. (2008). TRIGRS accoppia un modello di infiltrazione verticale delle piogge per valutare l'evoluzione delle pressioni interstiziali nel tempo, ad un modello di pendio indefinito per valutare le condizioni di stabilità, espresse attraverso un parametro sintetico chiamato "coefficiente di sicurezza" (FS).

In questo lavoro è stata inizialmente condotta un'analisi parametrica per valutare l'effetto delle condizioni iniziali del pendio sulla stabilità, indipendentemente dallo scenario di pioggia applicato. L'analisi parametrica (riferita ad un'area di studio di circa 35 km² nella Regione Umbria) ha previsto la variazione delle condizioni iniziali di saturazione del pendio, passando dalla condizione ideale di pendio completamente asciutto a quella di pendio completamente saturo.

Successivamente, considerando un grado di saturazione iniziale per il pendio pari a 0.35 e 0.65 per simulare condizioni secche e bagnate, sono stati prodotti scenari di suscettibilità da frana per l'area di studio in esame considerando i valori di intensità e durata delle piogge estreme attese fornite dalle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), in funzione del tempo di ritorno. Le LSPP sono state ottenute tramite analisi dei dati pluviometrici effettuata da parte del Servizio di Protezione Civile della Regione Umbria.

Variando i tempi di ritorno della pioggia estrema attesa da 2 a 50 anni, è stata valutata la percentuale di territorio instabile prevista dal modello.

Confrontando le previsioni del modello con le frane effettivamente avvenute nel territorio in esame, i risultati mostrano che il modello è in grado di identificare correttamente il pattern di pioggia (in termini di intensità e durata) che induce il pendio alla rottura, nonostante il modello in genere sottostimi i tempi di ritorno delle attivazioni/riattivazioni.



IL SISTEMA DI PREVISIONE E ALLERTAMENTO DELLA REGIONE BASILICATA: UNA PROPOSTA OPERATIVA PER LA RIDEFINIZIONE DEGLI AREALI DI ALLERTA

Giuzio L.⁽¹⁾, Manfreda S.⁽²⁾, Greco M.⁽²⁾ e De Costanzo G.⁽³⁾

- (1) *Consorzio Interuniversitario per l'Idrologia (CINID), Via dell'Ateneo Lucano 10,*
giuzio.luciana@gmail.com
- (2) *Università degli Studi della Basilicata, Via dell'Ateneo Lucano 10,*
Consorzio Interuniversitario per l'Idrologia (CINID)
salvatore.manfreda@unibas.it, michele.greco@unibas.it
- (3) *Regione Basilicata - Ufficio Protezione Civile, Corso Giuseppe Garibaldi 139*
giovanni.decostanzo@regione.basilicata.it

SOMMARIO

Il Sistema di allertamento nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile, come ben noto, è disciplinato dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 recante "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile", che istituisce la rete nazionale dei Centri Funzionali. In tale contesto, i centri funzionali regionali (CFD) sulla base delle previsioni meteorologiche contenute nei bollettini di Vigilanza Meteorologica Nazionale, delle previsioni sinottiche e delle precipitazioni verificatesi nei giorni precedenti, procedono alla stima dei possibili effetti al suolo valutando il livello di criticità da assegnare a ciascuna delle zone di allerta in cui è suddiviso il territorio di competenza secondo procedure regolamentate a livello regionale, emettendo il corrispondente Bollettino di criticità.

In tale quadro, nonostante i buoni risultati già raggiunti in termini di previsione, monitoraggio e controllo del territorio l'esigenza di una migliore risposta a livello locale richiede maggiori approfondimenti circa la delimitazione degli areali di allerta, adottando criteri integrativi che tengano maggiormente in conto le specificità delle caratteristiche idrogeomorfologiche e climatiche che caratterizzano la regione. La regione Basilicata, infatti, presenta un territorio caratterizzato da un'orografia complessa, massicci montuosi intervallati da zone collinari e pianeggianti che determinano regimi pluviometrici fortemente variabili. Inoltre, la parte montana e collinare del territorio presenta caratteristiche geo-litologiche che enfatizzano il livello, già mediamente alto, di vulnerabilità a fenomeni franosi di varia entità. Allo stesso tempo un'estesa area pianeggiante ricadente nella fascia ionica presenta serie problematiche di carattere idraulico. Pertanto, la definizione delle aree di allerta non può prescindere da dette peculiarità che risultano cruciali nella definizione di un modello di analisi previsionale capace di fornire una risposta operativa di maggiore efficacia sia in termini di migliore previsione degli effetti al suolo sia, non di meno, per ridurre il numero di falsi allarmi incrementando il livello di affidabilità del sistema di allertamento.

Il presente contributo, quindi, propone una nuova delimitazione delle aree di allerta rispetto alle caratteristiche specifiche della regione sulla base della determinazione delle mappe dei momenti statistici campionari del primo, secondo e del terzo ordine derivate da un'accurata ricostruzione delle serie storiche dei massimi annuali alle



varie durate (1h, 3h, 6h, 12h e 24h) per un periodo di osservazione compreso tra il 1928 e il 2014. Tali informazioni sono state integrate e messe a confronto con i diversi livelli informativi geografici disponibili (geologia, litologia, morfologia, confini dei bacini idrografici, confini delle zone di vigilanza meteo, ecc.. ecc..) pervenendo ad una perimetrazione di aree maggiormente omogenee nel loro interno funzionali ad un impiego per la definizione delle allerte. In una prima sintetica analisi della risposta, fermo restando le esigenze di ulteriore implementazione in condizioni operative per la validazione/revisione, la nuova perimetrazione consente di pervenire ad una valutazione più dettagliata degli effetti al suolo legati agli eventi meteorici previsti, con un primo ritorno qualitativo positivo in termini riduzione di falsi allarmi.

AUTOMATING FLOOD HAZARD MAPPING IN A TYPICAL PERIURBAN AREA

Papathanasiou C.⁽¹⁾, Pagana V.⁽¹⁾, Makropoulos C.⁽¹⁾, Massari C.⁽²⁾, Barbetta S.⁽²⁾, Brocca L.⁽²⁾, Mimikou M.⁽¹⁾ and Moramarco T.⁽²⁾

- (1) *Laboratory of Hydrology and Water Resources Management, National Technical University of Athens, 5, Heroon Polytechneiou str., 11570, Zografou, Greece, papathanasiou@chi.civil.ntua.gr, vasopag@gmail.com, cmakro@mail.ntua.gr, mimikou@chi.civil.ntua.gr*
- (2) *Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council, Via Madonna Alta 126 - 06128 Perugia, Italy, c.massari@irpi.cnr.it, s.barbetta@irpi.cnr.it, l.brocca@irpi.cnr.it, t.moramarco@irpi.cnr.it*

ABSTRACT

Floods are natural hazards that threaten human lives and affect significantly infrastructure, the society and the environment. In periurban areas, where different and sometimes conflicting land uses coexist, the occurrence of floods is more frequent and their impact becomes more devastating. In particular, periurban areas are often a mosaic of forests, cultivated land, industrial areas and urban areas. Impermeable land is increased due to urbanization, thus leading to increased peak flows and decreased times to peak during flood events. At the same time, when periurban areas enclose forests they are more vulnerable to wildfires, which in turn render the affected areas particularly prone to post-fire flooding. It is therefore evident that flood risk management in periurban areas emerges as an issue of priority. Flood modelling supports the generation of flood maps, which are valuable tools for efficient flood risk management. However, different parts of the mosaic of the complicated periurban areas have different modelling requirements and as a result accurate flood mapping can be demanding and time consuming. Flood mapping becomes even more challenging when incorporated into operational Flood Early Warning Systems (FEWS) that need to issue accurate warnings on a near-real time basis. In this research an efficient approach has been adopted for generating representative flood hazard maps for periurban areas. More specifically, the semi-distributed, physics-based, HEC-HMS rainfall-runoff model has been used for the hydrological simulation of the study area and has been coupled with HEC-RAS model for the simulation of the hydraulic behavior of the catchment along the river and SWMM model for the hydraulic behavior of the more urbanized part of the catchment. The model chain was calibrated for historic flood events. The calibrated hydrological model was set up to receive hourly rainfall forecasts for the next 24 and 48 hours and the simulated discharges were imported in the hydraulic models. HEC-RAS produced simulated water levels along the river and SWMM produced simulated water levels for inundated areas within the urban zone of the catchment. During the setting up of the hydrological model, the dynamic impact in time of recent fires that affected the area has been considered through the application of an innovative methodology that quantifies the post-fire hydrological footprint. Initial Soil Moisture (SM) conditions were also taken into account in hydrological simulations, where HEC-HMS has been set up for normal conditions. The estimation of different CN values for wet and dry conditions was automated so that flood hazard maps are



Le Giornate dell'Idrologia
Perugia, 6-8 Ottobre 2015



automatically generated for these two SM conditions. The study area of the research is Rafina catchment, a typical periurban Mediterranean area that extends over approx. 123 km² and is located in Eastern Attica, Greece. The flood hazard maps that are generated daily for the current and the following day support the sound operation of a smart alerting system in the area. In order to counterbalance the inherent uncertainty in short-term weather forecasting and for adverse conditions, flood hazard maps that correspond to wet conditions can be consulted even for normal or dry SM.



COVERING MULTIPLE WATER NEEDS IN FLOOD PRONE AREAS. A CASE STUDY IN NORTH - WEST GREECE.

Serbis D., Papathanasiou C. and Mamassis N.

Laboratory of Hydrology and Water Resources Management, National Technical University of Athens, 5, Heron Polytechniou str., 11570, Zografou, Greece, d.serbis@meyp.gr, papathanasiou@chi.civil.ntua.gr, nikos@itia.ntua.gr

ABSTRACT

Agricultural infrastructure in many Mediterranean countries is at increased risk, due to uncertainties caused by extreme weather conditions, exacerbated by climate change. Large and small scale agricultural systems are in particular danger as they can be severely affected by variations in the availability of water resources and by extreme weather events due to climate change. Moreover, in many areas overexploitation of groundwater in conjunction with obsolete water practices are responsible for the rapid depletion of local water resources. Sophisticated measures are therefore required for the efficient management of available water resources and to protect cultivated areas. A system of two interconnected reservoirs is proposed in a flood prone agricultural area in North-West Greece to improve the temporal and spatial distribution of local water resources. In the study area, part of which belongs to the Natura 2000 network, cultivated fields overuse groundwater resources for irrigation purposes. Water overexploitation poses significant threats to the environment, while large parts in the area remain uncultivated due to water shortages. The study area is also prone to floods that frequently devastate agricultural fields and spread fertilizers and other contaminants over large areas with severe impacts to ecosystems. The proposed system of two interconnected reservoirs intends to cover the water needs of the study area, reverse the depletion of overexploited underground resources and protect downstream areas from floods. More specifically, water in the lower reservoir, created by a large dam 75m high and 800m long, will be collected during the rain period to cover current irrigation needs of downstream cultivated areas. The creation of the reservoir will stop the overexploitation of groundwater resources, and will stop underground abstractions, allowing, over time, the groundwater table to return to its natural level. Water collected in the upper reservoir, created by a dam 30m high and 245m long, will be conveyed to the lower reservoir by a 16 km long pipe to increase its volume in order to fully cover irrigation needs in an arable land extending over 3.600 ha. The reservoir of the lower dam will also be used to attenuate peak flood volumes in order to protect the areas downstream. The significant height difference between the two reservoirs (+275m) can be also exploited for hydropower generation. The type of proposed dams was selected by considering a series of hydraulic, structural, geological, geotechnical, environmental and economic issues. The analysis indicated that earth dams are reliable and economic solutions for both the lower and upper locations, as they can be constructed by materials found within the proposed reservoirs. A series of non-structural measures including stopping obsolete irrigation practices, increasing environmental awareness levels and flood proofing measures is also proposed to enhance the efficiency of water management in the area.



IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF REAL-TIME FLOOD FORECASTING THROUGH PREDICTIVE UNCERTAINTY ESTIMATION THROUGH THE MULTI-TEMPORAL APPROACH

Barbetta S.⁽¹⁾, Coccia G.⁽²⁾, Moramarco T.⁽¹⁾, Brocca L.⁽¹⁾ and Todini E.⁽²⁾

- (1) *Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council, Via Madonna Alta 126 - 06128 Perugia, Italy, s.barbetta@irpi.cnr.it, t.moramrco@irpi.cnr.it, l.brocca@irpi.cnr.it*
- (2) *BiGeA - University of Bologna, Via Zamboni 67, 40126 Bologna, Italy, gabriele.coccia@gmail.com, eziotodini@gmail.com*

ABSTRACT

Last decades showed the steady increase of damages due to flooding highlighting the need of developing effective measures to reduce the floods impact. To this end, structural measures and non- structural (real-time Flood Monitoring and Warning Systems, FMWSs) may be used to mitigate the hydraulic risk. As regards the latter, forecasting models, providing future estimates of the main hydrological quantities, represent one of the fundamental components of FMWSs. Traditionally, flood forecasting has been approached by using rainfall-runoff and/or flood routing modelling. Indeed, both types of forecasts cannot be considered perfectly representing future outcomes because of lacking of a complete knowledge of processes (Todini, 2004). Nonetheless, although aware that model forecasts are not perfectly representing future outcomes, decision makers are implicitly assuming the forecast value as “deterministic” and coinciding with what is going to occur.

Recently, the concept of Predictive Uncertainty (PU) was introduced in hydrology (Krzysztofowicz, 1999) and several uncertainty processors were developed (Todini, 2008). PU is the probability of occurrence of the future realization of a predictand (water level/discharge/volume) conditional on: i) prior observations and knowledge, ii) available information on the future value, typically provided by one or more forecast models. Unfortunately, PU has been frequently interpreted as a measure of lack of accuracy rather than the appropriate tool allowing to take the most appropriate decisions, given one or several forecasts.

With the aim to shed light on the benefits for appropriately using PU, a multi-temporal approach of MCP (Todini, 2008; Coccia and Todini, 2011) has been tested at a hydrometric section on the Tiber River, central Italy. The analysis is performed for stage forecasts provided by two already operative models, STAFOM-RCM (Barbetta et al., 2011) and MISDc (Brocca et al., 2011), considering a historical series of six years of hourly data.

The results show that MCP improves the effectiveness of the real-time forecasts of both models. Specifically, the peak flood overestimation and the rising limb delayed forecast, characterizing the MISDc and STAFOM-RCM, respectively, are significantly reduced for most of the investigated events. Finally, the multi-temporal approach provides really useful information for supporting real-time decision making, as the hydrometric thresholds exceedance probability within a identified time horizon and the most probable flooding time.



References

- Barbetta, S., Moramarco, T., Franchini, M., Melone, F., Brocca, L., and Singh, V.P. "Case Study: Improving real-time stage forecasting Muskingum model by incorporating the Rating Curve Model." *J. of Hydrol. Eng.*, 2011, 16(6), 540-557.
- Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T. "Distributed rainfall-runoff modelling for flood frequency estimation and flood forecasting." *Hydrol. Process.*, 2011, 25, 2801-2813.
- Coccia, G. and Todini, E. "Recent developments in predictive uncertainty assessment based on the Model Conditional Processor approach." *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2011, 15, 3253-3274.
- Krzysztofowicz, R. "Bayesian theory of probabilistic forecasting via deterministic hydrologic model." *Water Resour. Res.*, 1999, 35, 2739-2750.
- Todini, E. "Role and treatment of uncertainty in real-time flood forecasting." *Hydrol. Process.*, 2004, 18(14), 2743-2746.
- Todini, E. "A model conditional processor to assess predictive uncertainty in flood forecasting." *Intl. J. River Basin Management*, 2008, 6(2): 123-137.



NATIONAL LEVEE DATABASE: MONITORING, VULNERABILITY ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN ITALY

Barbetta S., Camici S., Maccioni P. and Moramarco T.

*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,
p.maccioni@irpi.cnr.it, t.moramarco@irpi.cnr.it*

ABSTRACT

A properly designed and constructed levees system can often be an effective device for repelling floodwaters and provide barriers against inundation to protect urbanized and industrial areas. However, the delineation of flooding-prone areas and the related hydraulic hazard mapping taking account of uncertainty are usually developed with a scarce consideration of the possible occurrence of levee failures along river channels. Indeed, it is well known that flooding is frequently the result of levee failures that can be triggered by several factors, as: (1) overtopping, (2) scouring of the foundation, (3) seepage/piping of levee body/foundation, and (4) sliding of the foundation. Among these failure mechanisms that are influenced by the levee's geometrical configuration, hydraulic conditions (e.g. river level and seepage) and material properties (e.g. permeability, cohesion, porosity, compaction), the piping caused by seepage (ICOLD, <http://www.icold-cigb.org>) is considered one of the most dominant levee failure mechanisms (*Colleselli, 1994; Wallingford H. R., 2003*). The difficulty of estimating the hydraulic parameters to properly describe the seepage line within the body and foundation of the levee implies that the study of the critical flood wave routing is typically carried out by assuming that the levee system is undamaged during the flood. In this context, implementing and making operational a National Levee Database (NLD), effectively structured and continuously updated, becomes fundamental to have a searchable inventory of information about levees available as a key resource supporting decisions and actions affecting levee safety. The ItaliaN LEvee Database (INLED) has been recently developed by the Research Institute for Geo-Hydrological Protection (IRPI) for the Civil Protection Department of the Presidency of Council of Ministers. INLED has the main focus of collecting comprehensive information about Italian levees and historical breach failures to be exploited in the framework of an operational procedure addressed to the seepage vulnerability assessment of river reaches where the levee system is an important structural measure against flooding. For its structure, INLED is a dynamic geospatial database with ongoing efforts to add levee data from authorities with the charge of hydraulic risk mitigation. In particular, the database is aimed to provide the available information about: i) location and condition of levees; ii) geometrical properties; iii) photographic documentation; iv) historical failures; v) assessment of vulnerability to overtopping; vi) estimate of vulnerability to seepage through a simple procedure (*Camici et al., 2015*) that allows to identify a 'synthetic diagram' for each characteristic value of the levee riverside slope; vi) management, control and maintenance; vii) flood hazard maps developed by assuming the levee system undamaged/damaged during the flood event.



References

Camici, S., Barbetta, S. and 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.

Colleselli F. *Geotechnical problems related to river and channel embankments*. Rotterdam, the Netherlands: Springer, 1994.

H. R. Wallingford Consultants (HRWC). *Risk assessment for flood and coastal defence for strategic planning: high level methodology technical report*, London, 2003.