

---

# Protezione del territorio dagli eventi meteorici estremi

## *Misure radar e preallertamento*

---



*Ing. Fabio Ciervo & Ing. Maria Nicolina Papa*  
*Dipartimento di Ingegneria Civile , Università degli Studi di Salerno*

18 Febbraio 2012 – ATRANI

---

# Bacino del *Dragone*

---

Il bacino del Fiume Dragone ben rappresenta le caratteristiche morfologiche ed idrologiche di buona parte dei bacini idrografici della Costiera Amalfitana: dimensioni ridotte (5~30km<sup>2</sup>), spiccata acclività dei versanti ( $\mu$  30°), risposte idrologiche brevi ( $\approx$ 1h).

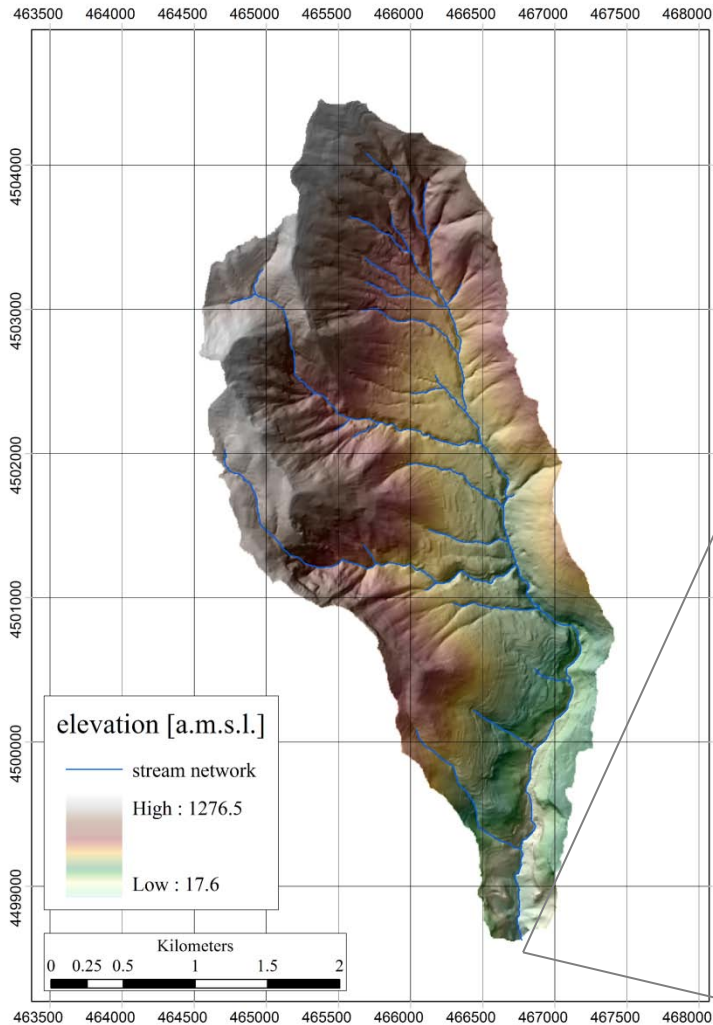
Il bacino in oggetto ha una superficie di circa 9 km<sup>2</sup> ed una pendenza media di 30° e si estende con orientamento N-S lungo i 7 km della sua asta fluviale principale con un dislivello medio di 685 m s.l.m.

Il 9 Settembre 2010 particolari condizioni atmosferiche hanno favorito lo sviluppo di un importante sistema temporalesco di tipo convettivo lungo l'intero comprensorio costiero campano manifestandosi con fortissime intensità soltanto in zone estremamente confinate del territorio (Castellammare, Scala, Atrani).

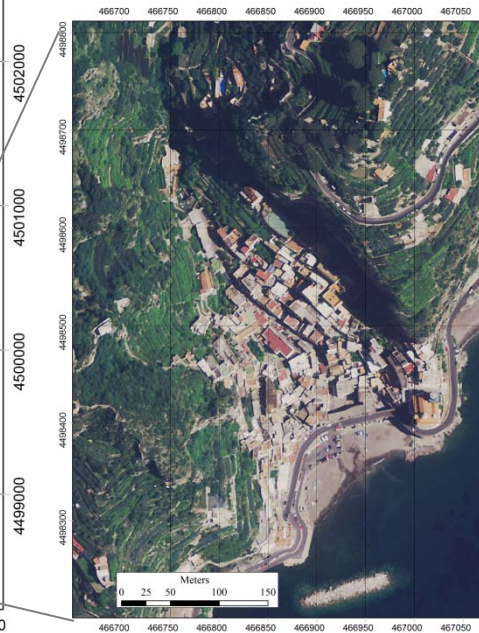
Agli eventi pluviometrici sopracitati sono succeduti effetti al suolo rilevanti. A fenomeni di dilavamento generatisi per effetto idrodinamico del ruscellamento lungo i versanti si sono affiancate evidenze di erosione profonda per convogliamento delle correnti iperconcentrate nei canali di impluvio (località Santa Caterina e Santa Maria dei Monti, comune di Scala). Quest'ultime non hanno raggiunto l'asta fluviale principale del reticolo, non contribuendo in tal modo alle dinamiche di piena a valle.



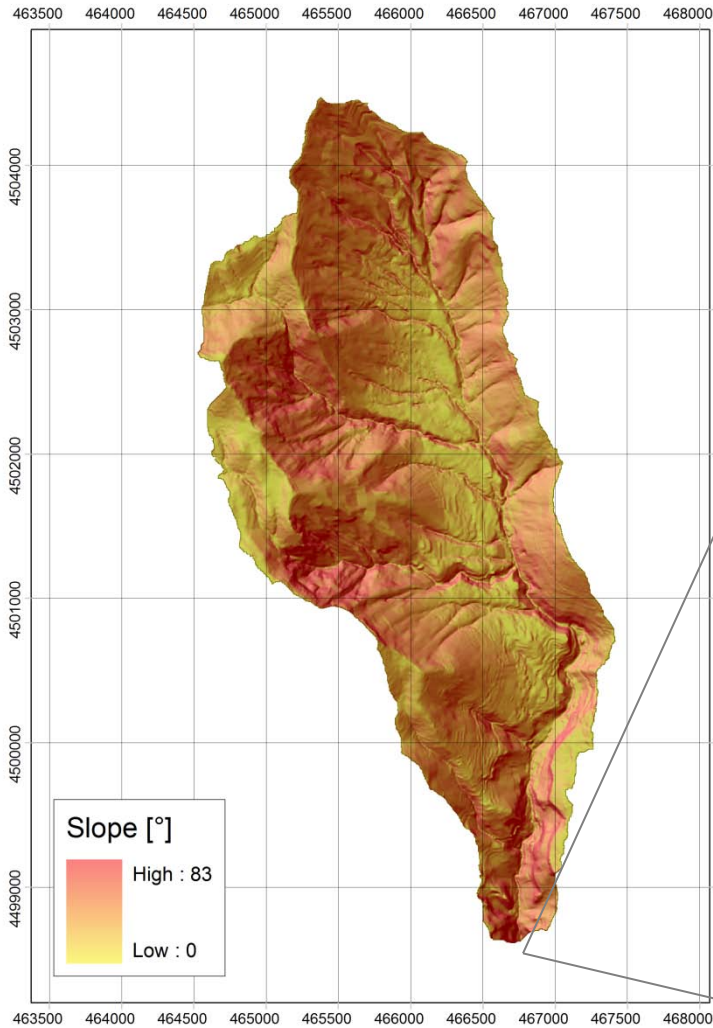
# Bacino del *Dragone*



- area: 9 km<sup>2</sup>
- quota media: 685 m s.l.m.
- pendenza media: 30 °
- asta principale: 7 km



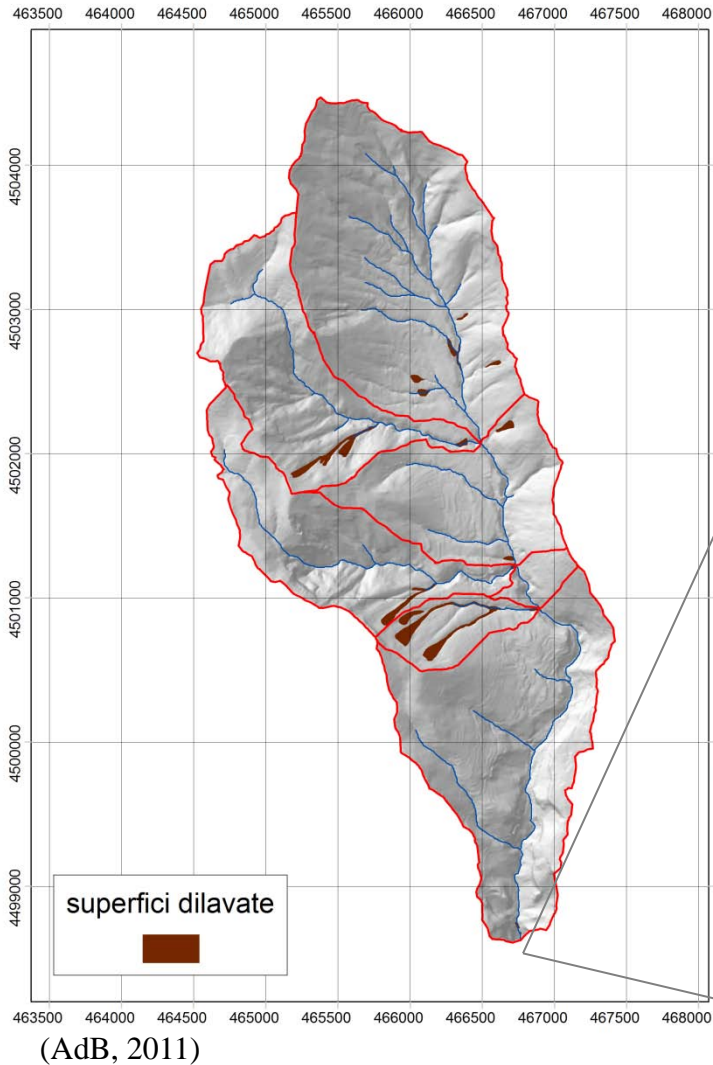
# Bacino del *Dragone*



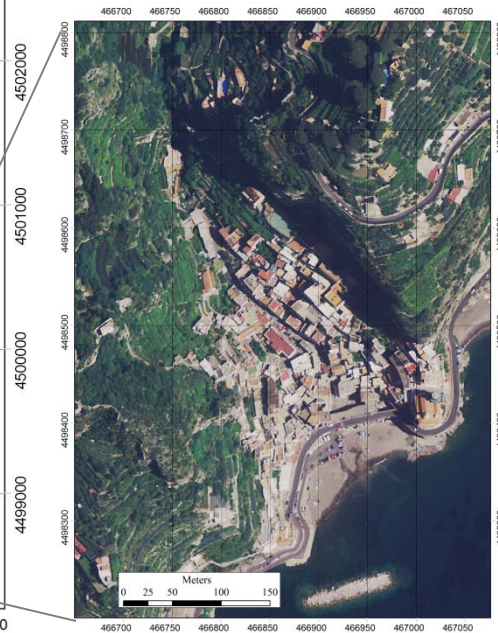
- area: 9 km<sup>2</sup>
- quota media: 685 m s.l.m.
- pendenza media: 30 °
- asta principale: 7 km



# Bacino del *Dragone*



- area: 9 km<sup>2</sup>
- quota media: 685 m s.l.m.
- pendenza media: 30 °
- asta principale: 7 km



# Reconstruction and numerical modeling of a flash flood case event: ATRANI - 9 September 2010

*F. Ciervo, M.N. Papa, V. Medina, A. Bateman*

---

L'evento alluvionale del 9 Settembre 2010 è stato oggetto del lavoro: *Reconstruction and numerical modeling of a flash flood case event: ATRANI, 9 September 2010*. Il tentativo degli AA è stato di dare un inquadramento idrologico non di dettaglio dell'evento e di ricostruire, attraverso un modello matematico 2D su *mesh* non strutturata, le dinamiche di propagazione dell'onda di piena in area urbana.

L'evento alluvionale del 9 Settembre 2010 è stato oggetto di un lavoro di ricostruzione idrologica e di modellazione numerica delle dinamiche propagative dell'onda di piena nell'area urbana di Atrani.

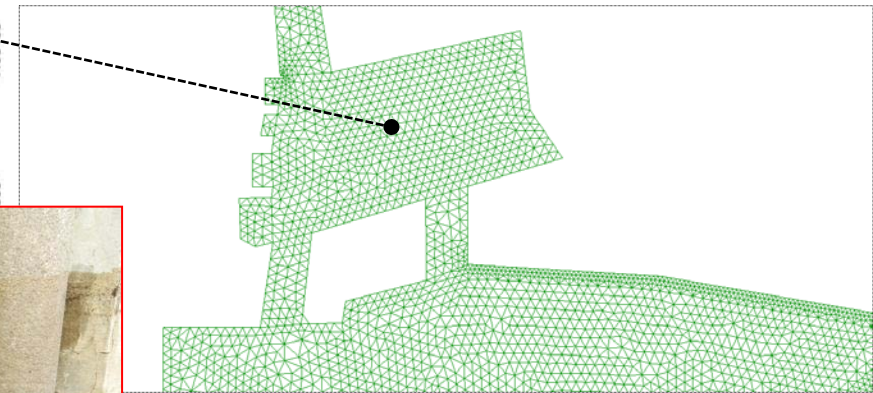
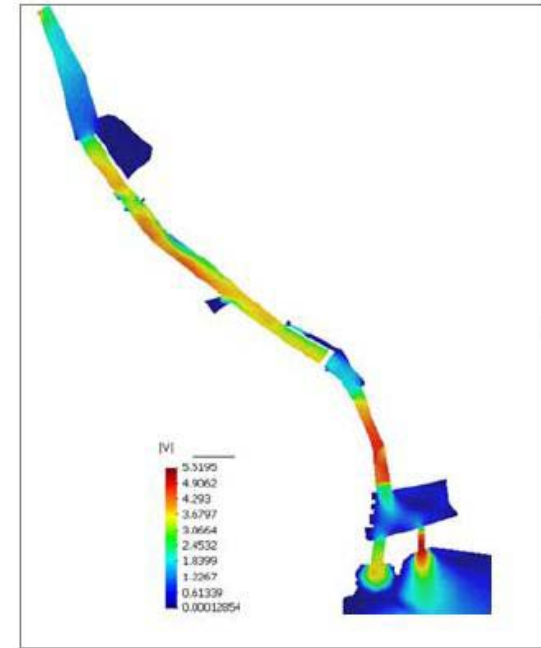
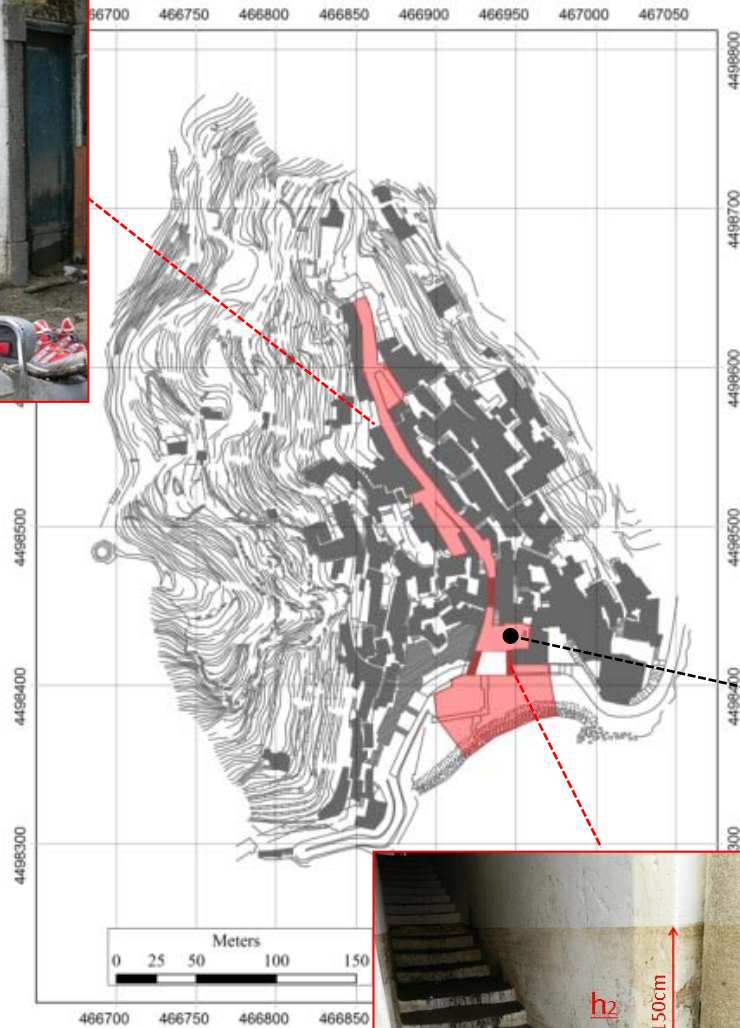
Lo studio è stato condotto in concerto con il gruppo di ricerca GITS (Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos) della UPC (Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelloa, Spagna)



*Ing. Fabio CIERVO*  
*Dip. Ingegneria Civile, UniSA*  
18 Febbraio 2012 - ATRANI

# Reconstruction and numerical modeling of a flash flood case event: ATRANI - 9 September 2010

*F. Ciervo, M.N. Papa, V. Medina, A. Bateman*



*Ing. Fabio CIERVO*  
*Dip. Ingegneria Civile, UniSA*  
*18 Febbraio 2012 - ATRANI*

# Ricostruzione *flash flood*

---

Lo studio ci ha condotto ad identificare il fenomeno come *piena improvvisa*, termine al quale corrisponde in letteratura scientifica la definizione di *flash flood*. A connotare il fenomeno sono lo scarso o addirittura nullo preavviso e la particolarità fenomenologica per la quale i processi idrologici di formazione della piena si attuano nella stessa scala spaziale e temporale del fenomeno pluviometrico che lo scatena (AMS, 2000 – Kelsch et al., 2000). La fase crescente dell'idrogramma di piena è connotata da una brusca impennata dei valori di portata: ciò ne evidenzia la tempestività e la scarsa "osservabilità" al suolo (a fini operativi). Il perché a subirne gli effetti siano zone spazialmente così delimitate (perché a Minori o ad Amalfi non è accaduto nulla di rilevante?) è da ricondursi principalmente alla fisica degli eventi di pioggia che li generano.

Il tempo di risposta del bacino all'evento di pioggia (pluviogramma staz. Ravello) è stato di circa 1h. Il picco di pioggia è stato registrato tra le 18:00 e le 18:10, mentre quello di portata è avvenuto all'incirca alle 19:00 (sezione di imbocco del tombino). Il tempo di risposta è già un indicatore di quanto breve sia il tempo disponibile alla posa in essere degli interventi di protezione civile finalizzati alla messa in sicurezza di beni e persone.

La ricerca investe uomini e risorse nell'intento di sviluppare strumenti e metodologie finalizzate ad aumentare il margine di previsione e a convertire questo margine in tempi utili alla messa in sicurezza.

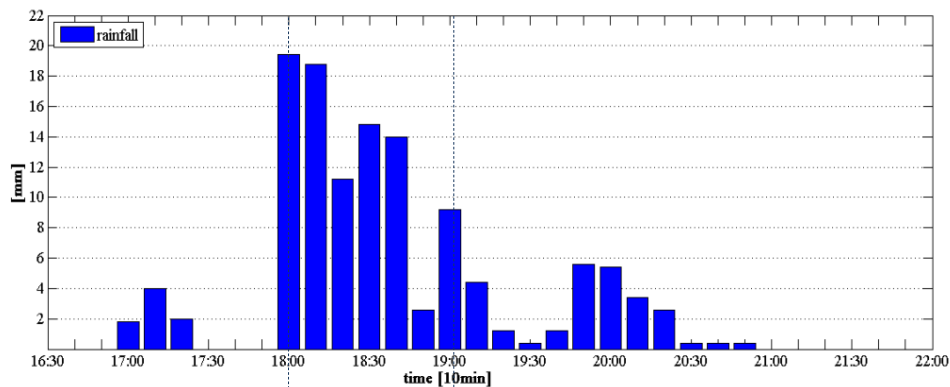




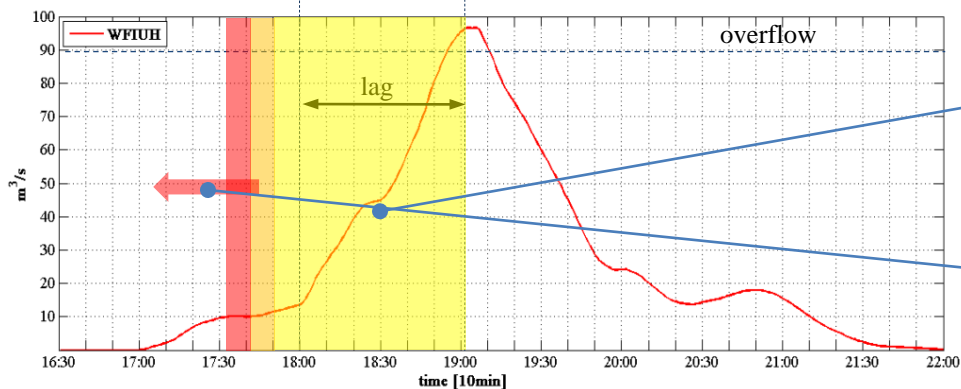
# Ricostruzione *flash flood*

- A flash flood is a flood that rises and falls quite rapidly with little or no advance warning, usually the result of intense rainfall over a relatively small area [AMS, 2000].

- Flash flood is phenomena in which the important hydrologic processes are occurring on the same spatial and temporal scales as the intense precipitation [Kelsch et al., 2000].



- peak rainfall: 19.4 mm (6:00pm)
- peak rainfall intensity 80 mm/hr
- peak discharge: 98.5 m<sup>3</sup>/s (7:05pm)
- lag time ≈ 1 hr
- peak discharge overflow: 20.2 m<sup>3</sup>/s



• previsione a breve termine (*nowcasting*)



# ? Preallertamento – Early Warning

Per cui ci si chiede in che modo e su quali mezzi investire per fare un idoneo preallertamento. Il quesito è tanto più importante quanto più è difficile e complesso il territorio su cui intervenire. Il complesso assetto geomorfologico della Costiera, in connubio con l'indiscutibile pregio storico e culturale dei suoi centri urbani, rende l'intervento strutturale non sempre realizzabile, in taluni casi impossibile.

L'impossibilità (così evidente nel caso in oggetto) di sottrarsi ad un rischio ormai così palesemente intrinseco e la particolare fisica degli eventi, spingono evidentemente a puntare l'attenzione sulla previsione nel breve termine (*nowcasting*) degli eventi meteorologici a cui conseguono i fenomeni al suolo più devastanti.



# ? Preallertamento – Early Warning

*“The provision of timely and effective information, through identified institutions, that allows individuals exposed to a hazard to take action to avoid or reduce their risk and prepare for effective response” [ISDR, 2004]*

*“La fornitura di informazioni tempestive ed efficaci, attraverso le istituzioni competenti, che consente agli individui esposti ad un pericolo di agire per evitare o ridurre il loro rischio e prepararsi per una risposta efficace” [ISDR, 2004]*



# Sistemi Convettivi a Mesoscala – MCS

Il 9 Settembre 2010 a colpire il territorio della Costiera Amalfitana è stato un sistema perturbato di tipo convettivo a mesoscala (Mesoscale Convective System – MCS).

Il 52% degli eventi alluvionali più disastrosi in Costiera Amalfitana si è verificato tra Settembre e Novembre (Esposito, 2003a). Confrontando il dato con quello fornito dal CEMPID (2010), per il quale il 40% degli MCS monitorati in costiera è avvenuto tra Settembre e Ottobre, viene riconfermato il ruolo dominante della fenomenologia meteorologica in oggetto nei processi di innesco dei fenomeni registrati al suolo.

*Mesoscale Convective System (MCS) is a cloud system that occurs in connection with an organized ensemble of convective elements (extremely confined thunderstorms (3–5 Km<sup>2</sup>) with extensive vertical development and with a horizontal scale comparable to the mesoscale (Morel et al. 2002).*

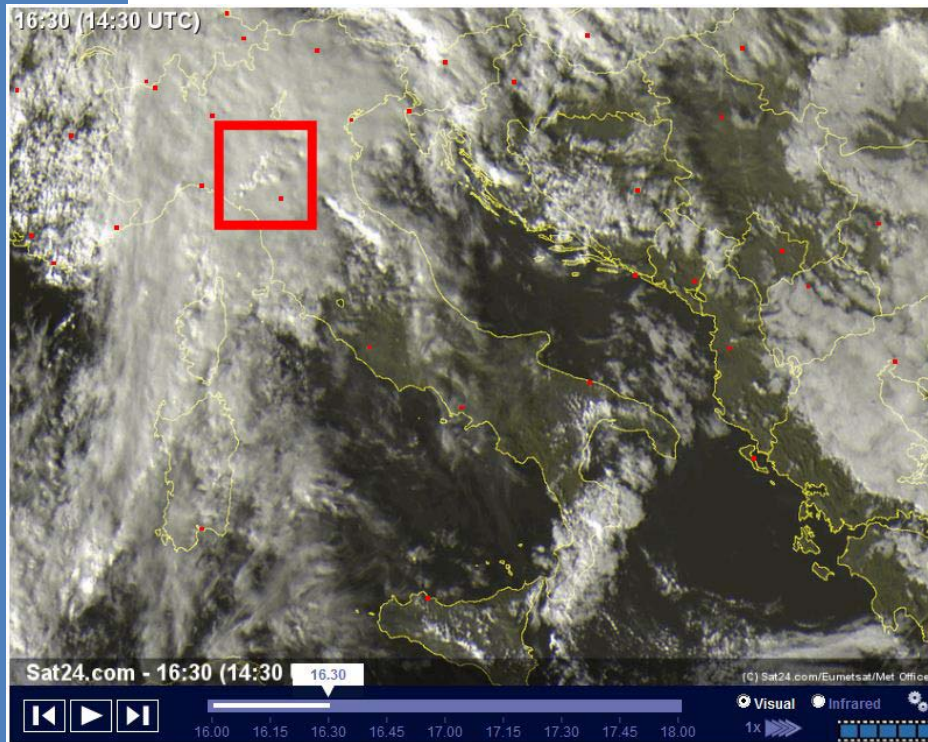
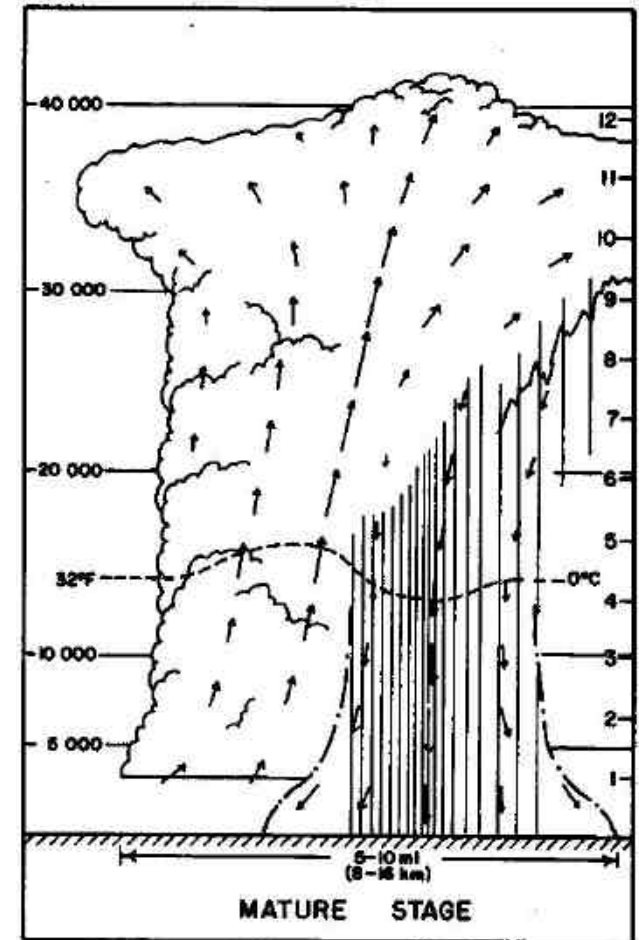
A preoccupare gli idro-meteorologi non è tanto il fenomeno nella sua globalità (sono fenomeni frequenti e pertanto sufficientemente prevedibili) quanto la sua struttura interna: gli MCS sono infatti caratterizzati al loro interno dalla presenza di celle temporalesche di piccola dimensione e fortissima intensità. La principale peculiarità delle celle è la loro estrema casualità spaziale che, di riflesso, investe i fenomeni a suolo (complicandone la previsione).

Le immagini da satellite sono in grado di stabilire i contorni di un MCS ma non la loro struttura interna. I Radar meteorologici sono invece in grado di farlo (vd immagini – *Squall line*)



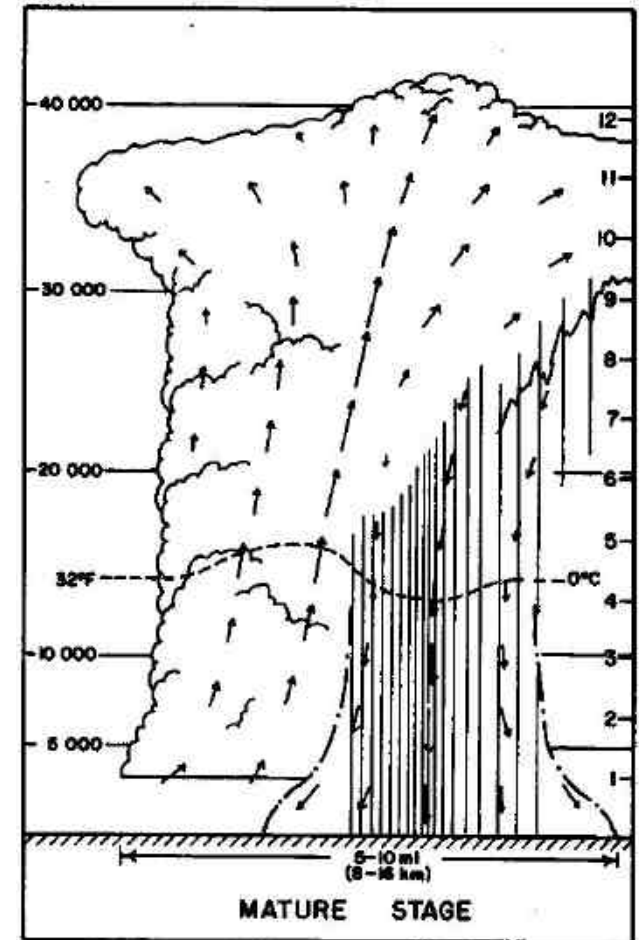
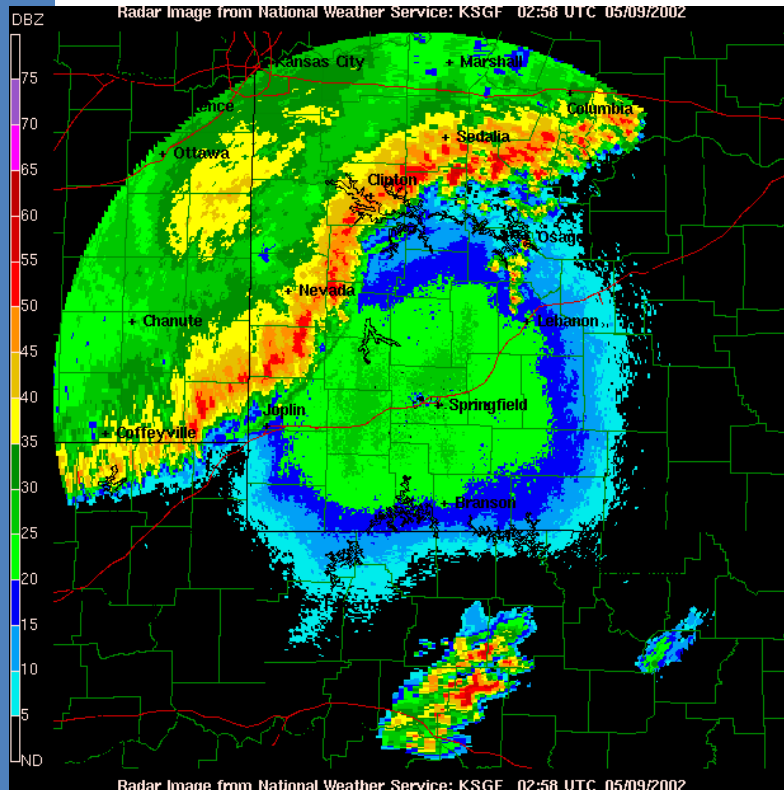
# Sistemi Convettivi a Mesoscala - MCS

- “venti a getto”
- zona di convergenza
- struttura a celle (casualità spaziale)



# Sistemi Convettivi a Mesoscala – MCS

- “venti a getto”
- zona di convergenza
- struttura a celle (casualità spaziale)



# Ricerca

---

La comunità scientifica è molto attiva nel settore. A testimoniarlo sono i numerosi lavori e articoli pubblicati su riviste internazionali.



*Ing. Fabio CIERVO*  
*Dip. Ingegneria Civile, UniSA*  
18 Febbraio 2012 - ATRANI



Geophysical Research Abstracts  
Vol. 14, EGU2012-12112, 2012  
EGU General Assembly 2012  
© Author(s) 2012

## Reconstruction and numerical modelling of a flash flood event: Atrani 2010

F. Ciervo (1), M.N. Papa (2), V. Medina (3), and A. Bateman (3)

(1) University Centre for Research on Major Hazards - CUGRI, University of Salerno, Fisciano (SA), Italy, (fciervo@unisa.it),  
(2) Department of Civil Engineering, University of Salerno, Fisciano (SA), Italy, (mnpapa@unisa.it), (3) Sediment Transport  
Research Group - GITS-UPC, Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain, (vicente.medina@gits.ws;  
allen.bateman@gits.ws)





# Ricerca



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

Journal of Hydrology 317 (2006) 81–103



Journal  
of  
**Hydrology**

[www.elsevier.com/locate/jhydrol](http://www.elsevier.com/locate/jhydrol)

## Analytical results for operational flash flood guidance

Konstantine P. Georgakakos\*

*Hydrologic Research Center, 12780 High Bluff Drive, Suite 250, San Diego, CA 92130, USA*

Received 2 March 2004; revised 20 April 2005; accepted 4 May 2005

Received  
2010

F. Ciervo (1), M.N. Papa (2),  
(1) University Centre for Research on Major  
(2) Department of Civil Engineering, University of  
Research Group - GITS-UPC, Polytechnic University of  
[allen.bateman@gits.ws](mailto:allen.bateman@gits.ws)



Ing. Fabio CIERVO  
Dip. Ingegneria Civile, UniSA  
18 Febbraio 2012 - ATRANI

WEATHER AND FORECASTING

## Flash Flood Forecasting: An Ingredients-Based Methodology

CHARLES A. DOSWELL III, HAROLD E. BROOKS, AND ROBERT A. MADDOX

*NOAA/Environmental Research Laboratories, National Severe Storms Laboratory, Norman, Oklahoma*

(Manuscript received 31 August 1995, in final form 5 June 1996)

### ABSTRACT

An approach to forecasting the potential for flash flood-producing storms is developed, using the notion of basic ingredients. Heavy precipitation is the result of sustained high rainfall rates. In turn, high rainfall rates involve the rapid ascent of air containing substantial water vapor and also depend on the precipitation efficiency. The duration of an event is associated with its speed of movement and the size of the system causing the event (along the direction of system movement).

(2) DCF  
Research Group  
allen.bateman@gits.ws)

Geophy  
Vol. 14  
EGU  
© P

Re  
20



# Ricerca



QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY  
*Q. J. R. Meteorol. Soc.* **133**: 3–23 (2007)  
Published online in Wiley InterScience  
(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/qj.29

## Flash flood forecasting: What are the limits of predictability?

C. G. Collier\*

*Centre for Environmental Systems Research, University of Salford, Salford, Greater Manchester, UK*

**ABSTRACT:** Flash floods may occur suddenly and be accompanied by other hazards such as landslides, mud flows, damage to infrastructure and even death. In the UK such events are comparatively rare occurring on average only once or twice per year. Warning systems must depend upon the accurate real-time provision of rainfall information, high-resolution numerical weather forecasts and the operation of hydrological model systems in addition to forecast delivery procedures not discussed in this paper. In this paper we review how flash floods are forecast considering the limitations and uncertainty involved in both the meteorological and hydrological aspects of forecasting systems. Data assimilation and the use of ensembles are both key elements across disciplines. Assessing the susceptibility of river catchments to extreme flooding is considered, and statistical methods of estimating the likelihood of extreme rainfall and floods within a changing climate are examined. Ways of constraining flash flood forecasts are noted as one way to improve forecast performance in the future. Copyright © 2007 Royal Meteorological Society

**KEY WORDS** ensembles; hydrological forecasts; numerical models; radar; risk assessment

... depend on the precipitation efficiency.  
... movement and the size of the system causing the event

Geophy  
Vol. 14  
EGU  
© A

Re  
20

A  
basi  
invo  
F. The  
( along  
(2) Def  
Research  
allen.bateman@gr...



Ing. Fabio CIERVO  
Dip. Ingegneria Civile, UniSA  
18 Febbraio 2012 - ATRANI

# Ricerca



QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY  
*Q. J. R. Meteorol. Soc.* **133**: 3–23 (2007)  
Published online in Wiley InterScience  
(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/qj.29

## Flash flood forecasting: What are the limits of predictability?

C. G. Collier\*

\* University of Salford, Salford, Greater Manchester, UK

Cel

HYDROLOGICAL PROCESSES  
*Hydrol. Process.* **17**, 1453–1456 (2003)  
Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/hyp.5122

INVITED COMMENTARY



ABSTRACT: I  
damage to infr  
twice per year  
numerical we  
discussed in  
involved in  
ensembles  
is consider  
are examir  
future. Co

## Radar hydrology modifies the monitoring of flash-flood hazard

Jean-Dominique Creutin<sup>1</sup>  
and Marco Borga<sup>2\*</sup>

KEY WORDS ensembles; hydrology

Implementation of flood warning systems and community self-help programs is one of the most effective ways to mitigate the flash-flood risk. In many instances, these are the only affordable and sustainable

Geophy  
Vol. 14  
EGU  
© A

Rev  
20

bas  
invo  
F. The  
( along  
(2) Def  
Resear  
allen.bateman@g



Ing. Fabio CIERVO  
Dip. Ingegneria Civile, UniSA  
18 Febbraio 2012 - ATRANI

# Normativa

---

Anche la legislazione, ai diversi livelli, indirizza ed obbliga enti ed istituti competenti a dotarsi di mezzi e strumenti idonei ad una corretta pratica della prevenzione (sistemi di allertamento), della preparazione e della protezione da eventi alluvionali (Dir. 2007/60/CE).

In tal senso la normativa italiana anticipa la direttiva europea e la recepisce confermando le prescrizioni in tema di protezione civile e sistema di allertamento nazionale dettate dal Dlgs 152/2006.



# Normativa

---

**DIRETTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO**  
**del 23 ottobre 2007**  
**relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni**

CAPO IV

PIANI DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

*Articolo 7*

I piani di gestione del rischio di alluvioni riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. I piani di gestione del rischio di alluvioni possono anche comprendere la promozione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo, il miglioramento di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.



# Normativa

## **DECRETO LEGISLATIVO 23 febbraio 2010 , n. 49**

**Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni. (10G0071)**

2. Restano ferme le disposizioni della parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni di seguito denominato: «decreto legislativo n. 152 del 2006», nonché la pertinente normativa di protezione civile anche in relazione alla materia del sistema di allertamento nazionale.

- ❑ previsione, monitoraggio, sorveglianza ed allertamento → rete dei centri funzionali;
- ❑ presidio territoriale idraulico → strutture e soggetti regionali e provinciali;
- ❑ regolazione dei deflussi → piani di laminazione;
- ❑ supporto all'attivazione dei piani urgenti di emergenza predisposti dagli organi di protezione civile.



# Normativa

Legge 11 dicembre 2000, n. 365

**Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante *"Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonche' a favore di zone colpite da calamita' naturali."***

pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* n. 288 del 11 dicembre 2000

Art. 1.

*Interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile*

7. Entro trenta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto, il Dipartimento della protezione civile, avvalendosi del Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche del Consiglio nazionale per le ricerche, *in collaborazione con l'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA), con il Dipartimento per i servizi tecnici nazionali, nonche' con il Comitato tecnico di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 15 dicembre 1998, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 23 del 29 gennaio 1999, predispone, sentite le regioni e le province autonome, un programma per assicurare un'adeguata copertura di radar meteorologici del territorio nazionale. Il programma e' attuato nel limite di spesa complessivo di lire 25.000 milioni per ciascuno degli anni 2001 e 2002, comprensivo del costo di funzionamento e gestione del sistema per 24 mesi. Al relativo onere si provvede mediante corrispondente riduzione, per gli anni 2001 e*

.....



Ing. Fabio CIERVO  
Dip. Ingegneria Civile, UniSA  
18 Febbraio 2012 - ATRANI



# Sistema di allertamento regionale

Gli scenari di evento adottati nell'ambito del sistema di allertamento regionale sono stati definiti, in chiave operativa, in funzione di 6 differenti eventi pluviometrici critici e dei tempi caratteristici relativi alla formazione delle piene nei bacini regionali. Per ogni scenario di evento (classe di evento pluviometrico critico) sono stati adottati i corrispettivi precursori pluviometrici, di diversa durata, per i quali sono stati prefissati valori di soglia per l'attivazione degli stati di allerta (attenzione, preallarme ed allarme). Per i precursori puntuali con scala di aggregazione temporale di un'1hr, è stato adottato esclusivamente un unico valore di soglia al cui superamento corrisponde lo stato di allarme (CEMPID, 2010).

Tale precursore viene esclusivamente utilizzato per il riconoscimento di possibili situazioni di crisi idraulica in bacini di ridotte dimensioni ove i fenomeni di piena hanno dinamiche così veloci da rendere inefficace la definizione di stati di allerta intermedi (CEMPID, 2010).

Il suddetto precursore risulta pertanto l'unico strumento di previsione dei fenomeni in oggetto. Purtroppo, data la fisica degli MCS, il precursore non sempre è in grado di riconoscere l'evento e prevenirne gli effetti.


A questo si aggiunge la non affatto improbabile eventualità che la traiettoria evolutiva della cella pluviometrica non copra il pluviometro e che, pertanto, non venga "vista" dalla rete di monitoraggio. In presenza di celle pluviometriche il gradiente di precipitazione al suolo può essere elevatissimo anche nella brevissima distanza. In tali circostanze il sistema di rete pluviometrica potrebbe non fornire l'effettivo stato d'evento.



# Sistema di allertamento regionale

- 178 pluviometri
- n.6 eventi pluviometrici critici e Tr
- precursori pluviometrici e valori di soglia
- 1hr, Tr = 10anni **ALLARME**

Atrani, 9 Settembre 2010: Ore e minuti in cui i precursori pluviometrici hanno superato i rispettivi valori di soglia presso ciascuna delle tre stazioni esaminate.



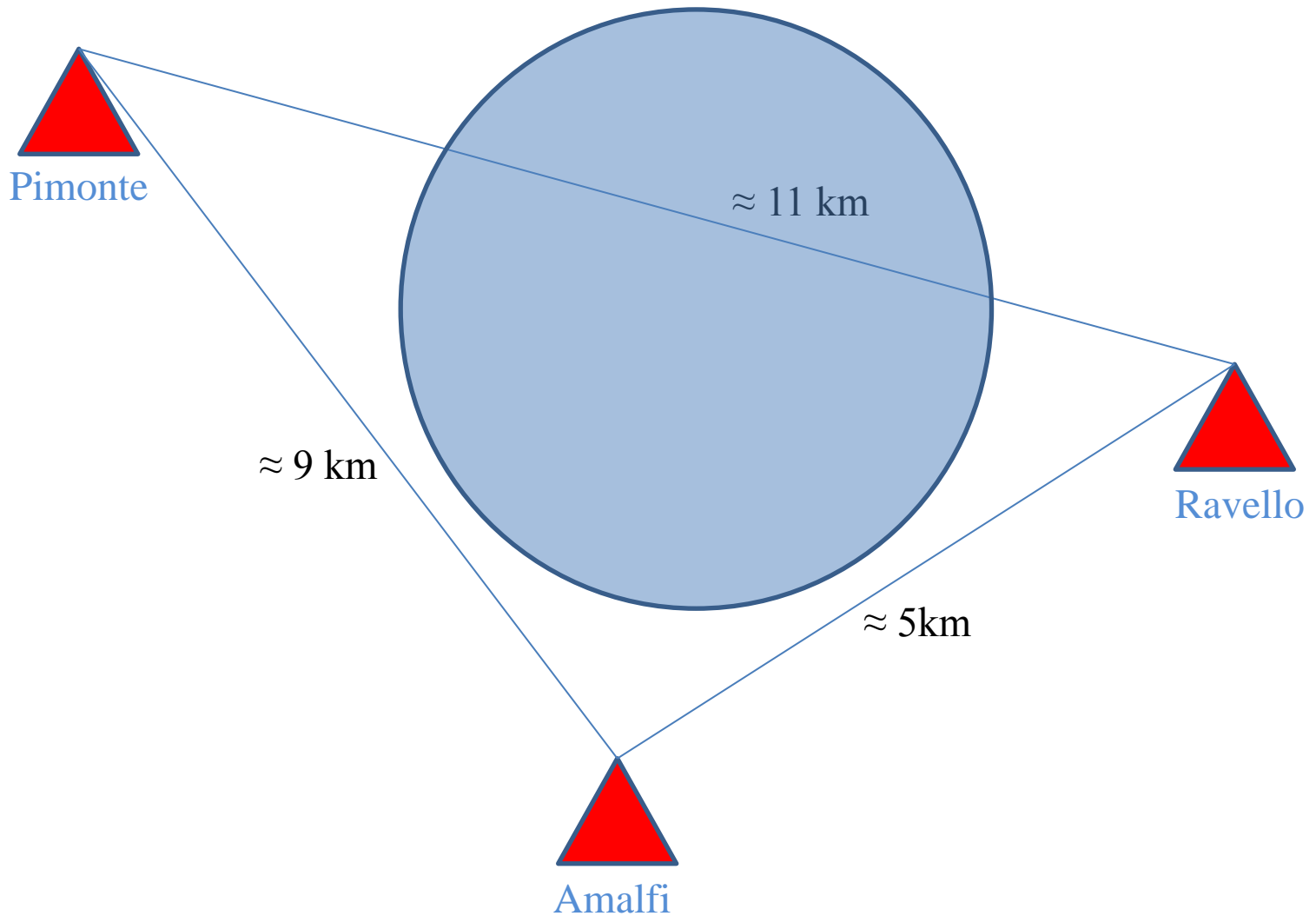
Stazione	<del>ATTENZIONE</del>		<del>PREALLARME</del>		ALLARME		
	P,3h	P,6h	P,3h	P,6h	P,1h	P,3h	P,6h
Ravello	18:10	18:30	18:30	18:40	18:20	18:40	19:00
Amalfi	19:10	19:50	19:50	20:50	-	-	-
Pimonte	18:50	19:00	19:00	19:20	18:50	19:10	19:30

*“ per possibili situazioni di crisi idraulica in bacini di ridotte dimensioni [...] ove i fenomeni di piena hanno dinamiche così veloci da rendere inefficace la definizione di stati di allerta intermedi” [CEMPID, 2010]*

- tempo acquisizione dato
- ritardo 10min



# Sistema di allertamento regionale



# Nowcasting

---

Ai fini del *nowcasting* la rete di monitoraggio pluviometrica e il satellite non sono in grado di fornire quel grado di dettaglio dell'informazione sufficiente per il monitoraggio in tempo reale dei diversi stadi evolutivi di un MCS.

Dell'inefficienza in tal senso del pluviometro si è già fatto cenno (bassa densità di rete, irregolarità nella distribuzione spaziale della rete, non “vede” fenomeni pluvio da mare, ecc)

Il satellite restituisce alla macroscale i contorni di un MCS ma non è in grado di fornire informazioni circa la struttura interna degli stessi. (vd immagine – 25 Ottobre 2011, Liguria).

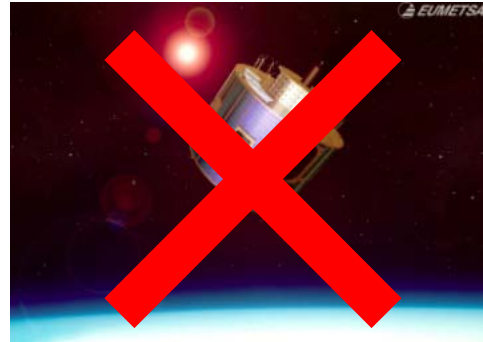
Il RADAR è il solo strumento in grado di fornire, con una informazione uniformemente distribuita e con un elevato grado di dettaglio spaziale e temporale, l'evoluzione di un MCS.



# Nowcasting



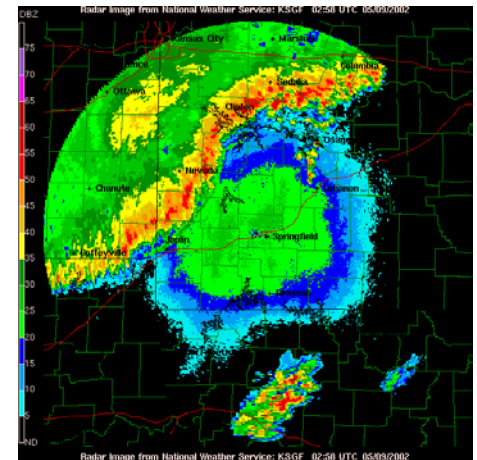
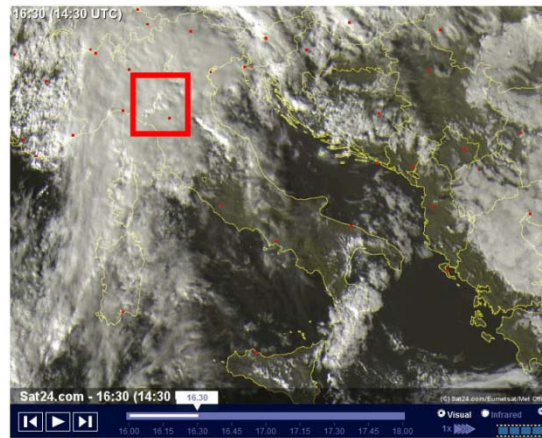
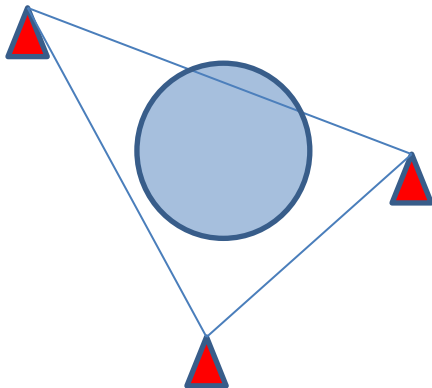
Pluviometri



Satellite



Radar



# Radar o pluviometri?

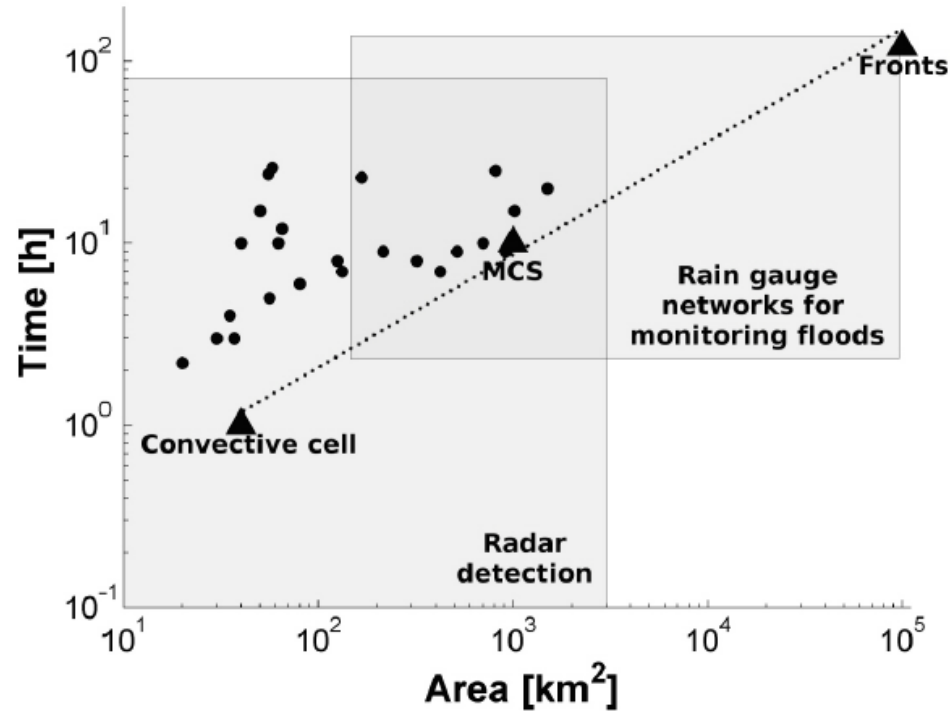
---

Nel grafico (vd immagine) i punti sono una serie di *flash flood*, registrati nei 15 anni che precedono il 2008, rappresentati in funzione della loro scala spaziale e temporale. Il grafico opera un confronto tra la capacità di osservazione del radar e quella di una rete di pluviometri.

E' evidente come su scale spaziali ridotte, quelle tipiche degli MCS e delle celle temporalesche, l'efficienza del monitoraggio radar è maggiore (Borga et al. 2008).



# Radar o pluviometri?



**Su scale spaziali ridotte la capacità di monitoraggio con strumenti di misura radar è maggiore!**



# Radar meteorologico

---

RADAR: RADio detection and ranging  
(Individuazione tramite onde radio e misura della distanza)

Nel 1947, presso il Massachusetts Institute of Technology (MIT), vi fu la prima conferenza mondiale (AMS) sull'uso del Radar nelle applicazioni idro-meteorologiche: fu considerato lo strumento chiave dell'idrologia moderna.

Il radar fornisce una misura indiretta di precipitazione. Un impulso elettromagnetico viene trasmesso in atmosfera dall'antenna. La frequenza delle onde irradiate è scelta affinché interagiscano in modo ottimale con la pioggia. Il segnale di ricezione dell'onda ricevuto dal radar è proporzionale alla riflettività che dipende dal contenuto di acqua dell'idrometeora. Con molte precauzioni è possibile dire che quanto più il segnale è forte tanto più c'è precipitazione.

Le informazioni sono restituite su superfici coniche disposte a diversi angoli zenitali. In tal modo il radar fornisce l'informazione in un volume polare (info 3D -  $r \sim 200$  km,  $h \sim 10$  km).

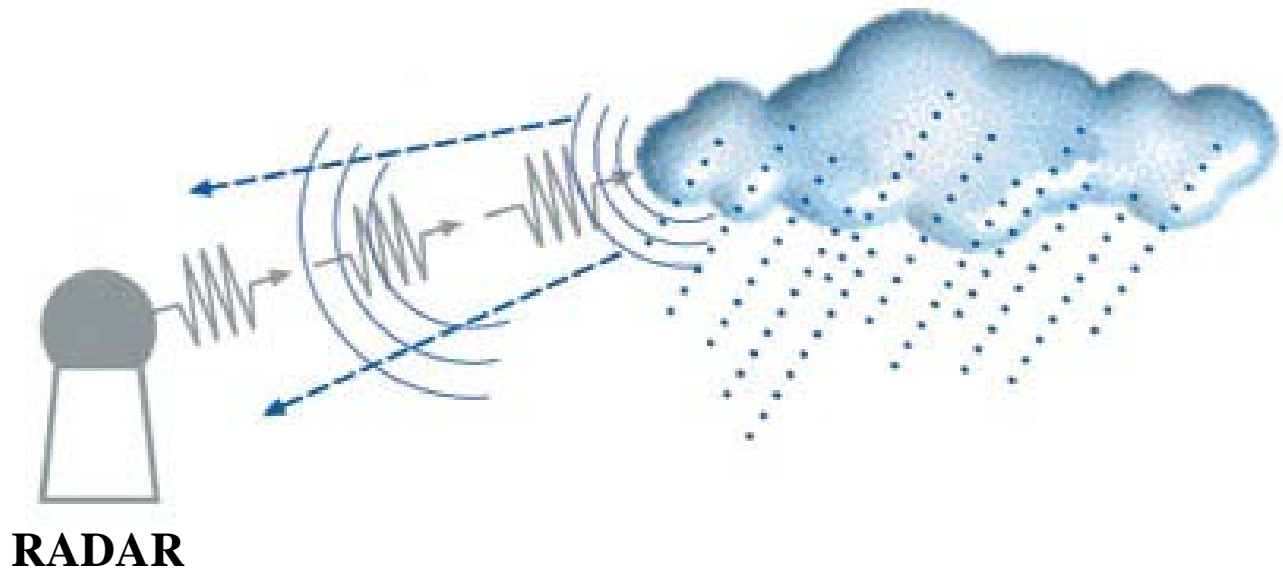
In estrema sintesi il vantaggio del Radar è quello di fornire un'informazione distribuita nello spazio con elevata risoluzione spaziale ( $\Delta x \sim 1$  km<sup>2</sup>) e spaziale ( $\Delta t$  5~10 min) fornendo un input di dettaglio fondamentale all'implementazione di modelli matematici di previsione a breve termine (nowcasting).





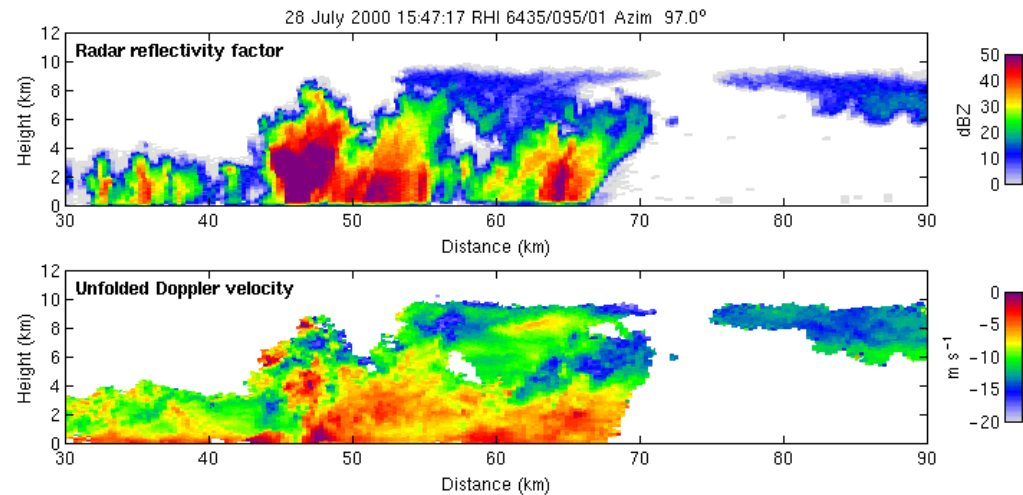
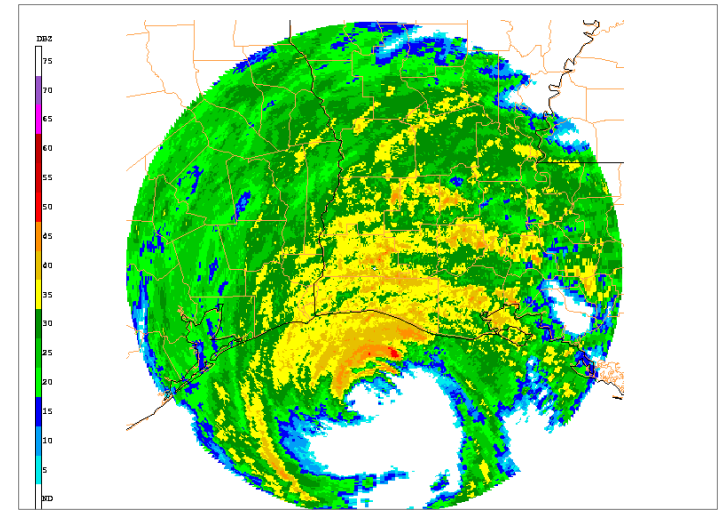
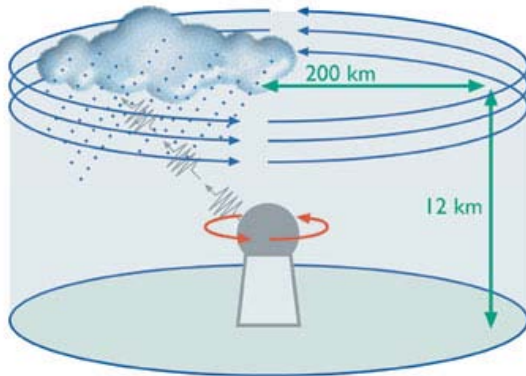
# Radar \_ misura indiretta di precipitazione

- misura la riflettività
- dimensione idrometeora
- contenuto d'acqua



# Radar \_ alta risoluzione e copertura estesa

- in tempo reale
- in volumi polari (data 3d)



# Conclusioni

---

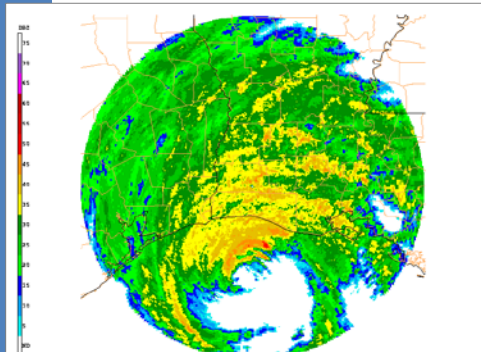
Le reti di monitoraggio Radar operative oggi in Europa fanno un uso quasi esclusivamente qualitativo dell'informazione Radar. Il monitoraggio dell'evoluzione spaziale dei campi di pioggia è il presupposto fondamentale alla previsione nel breve termine da cui dipendono, a cascata, i sistemi di preallertamento.

L'estrazione di un dato quantitativo di pioggia attraverso l'elaborazione dell'informazione radar è un argomento su cui sono attivi diversi comparti della comunità scientifica e sul quale si stanno progressivamente ottenendo numerosi avanzamenti (Sempere, 2010). Il vantaggio di un'informazione così di dettaglio, come quella fornita dal radar, si ripercuote favorevolmente sulle risultanze dei modelli di stima degli effetti al suolo (es.: l'info radar si sposa perfettamente con l'applicazione di modelli di stima idrologica distribuiti).



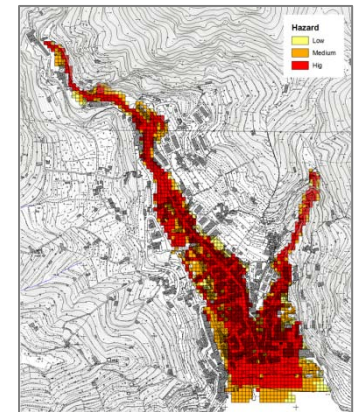
# Conclusioni

- monitoraggio, previsione e allerta



**FLOOD ALERT**

- modelli idrologici, stima pericolosità/rischio



# Bibliografia

---

AMS: American Meteorological Society (2000): *Glossary of Meteorology*, T. S. Glickman Ed., 2nd Edition, Boston MA-USA.

Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, (2011) – *Piano per l'assetto idrogeologico, Sezione Geologia* – Studi, rilievi e elaborazioni: Geores, Studio associato di geologia di A. Carbone e A. Gallo".

Borga, M., Gaume, E., Creutin, J. D., and Marchi, L. (2008). *Surveying flash floods: gauging the ungauged extremes*. *Hydrological Processes*, 22(18), 3883–3885.

CEMPID, Centro funzionale per la previsione Meteorologica e il Monitoraggio Meteopluviometrico e delle Frane, *Rapporto dell'evento del 9 Settembre 2010 nel territorio dei comuni di Scala ed Atrani*, Napoli, Regione Campania, 2010.

Ciervo F., M.N. Papa, Medina V., Bateman A., *Ricostruzione e modellazione numerica di un evento di flash flood: il caso di Atrani 2010*, L'Acqua, Associazione Idrotecnica Italiana (in pubblicazione).

Esposito, E., Porfido, S. & Violante, C. *Reconstruction and recurrence of flood-induced geological effects: the Vietri sul Mare case history (Amalfi coast, Southern Italy)*, Fast Slope Movements Prediction and Prevention for Risk Mitigation (ed. by L. Picarelli), 2003a, AGI 1, 169–172.

ISDR, 2004: *Terminology: Basic terms of disaster risk reduction* <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>  
Kelsch M., Lanza L., and Caporali E. (2000): Hydrometeorology of flash floods, NATO Advanced Study Institute.

Medina V., Hürlimann M., Bateman A., *Application of FLATModel, a 2D finite volume code, to debris flows in the northeastern part of the Iberian Peninsula*, s.l., Landslides, Springer-Verlag Ed., 2007, 5, pp. 127–142.

Morel C., Senesi S. (2002): *A climatology of MCS over Europe using satellite infrared imagery*, Q. J. R. Meteorol. Soc.



---

# Grazie per l'attenzione

---



*Ing. Fabio Ciervo & Ing. Maria Nicolina Papa*  
*Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno*

18 Febbraio 2012 – ATRANI

*e-mail: [fciervo@unisa.it](mailto:fciervo@unisa.it)*

---