POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Stima multi-modello della severità di un evento alluvionale: il caso di Bitti, novembre 2020

Original
Stima multi-modello della severità di un evento alluvionale: il caso di Bitti, novembre 2020 / Mazzoglio, P., Volpini, G., Deidda, R., Claps, P.. - ELETTRONICO. - (2022). (XXXVIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Reggio Calabria (IT) 4-7 September 2022).

Availability:
This version is available at: 11583/2971745 since: 2022-09-26T14:10:06Z

Publisher:
Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

27 November 2026

STIMA MULTI-MODELLO DELLA SEVERITÀ DI UN EVENTO ALLUVIONALE: IL CASO DI BITTI, NOVEMBRE 2020

Paola Mazzoglio [1*], Giuseppe Volpini [1], Roberto Deidda [2] & Pierluigi Claps [1]

(1) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino (Torino)
(2) Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e architettura, Università degli Studi di Cagliari (Cagliari)

**email: paola.mazzoglio@polito.it*

ASPETTI CHIAVE

- *Analisi della severità dell'evento che ha interessato Bitti (Sardegna) nel novembre 2020.*
- *Stima del periodo di ritorno dell'evento pluviometrico.*
- *Applicazione e confronto di metodi regionali con diversa consistenza dei dati utilizzati.*

1 INTRODUZIONE

L'evento alluvionale che ha interessato la Sardegna il 28 novembre 2020 producendo considerevoli danni nella provincia di Nuoro e nella cittadina di Bitti ha avuto caratteri di rilevante intensità, tanto da richiedere una classificazione statistica in base alla quale riferirlo all'evento di progetto per gli interventi di difesa idraulica dell'abitato. Mancando rilevazioni idrometriche, l'esame della severità dell'evento è stato ricondotto all'analisi delle precipitazioni, fortunosamente rilevate dalla stazione di San Giovanni – Bitti, rimessa in funzione pochi mesi prima. La scarsità di osservazioni della stazione ha però reso indispensabile il ricorso a metodi statistici regionali al fine di ricostruire la rarità dell'evento, metodi che scontano inevitabilmente una diversa base dati di riferimento e che sono stati pertanto applicati insieme, onde fornire elementi per una stima multi-modello.

L'evento pluviometrico è iniziato alle 00:30 circa del 28 novembre ed è proseguito ininterrottamente fino alle 10:30. Il valore cumulato di pioggia ha raggiunto circa 330 mm ma le maggiori intensità sono state registrate nelle ore finali, dalle 07:15 alle 09:15. In tabella 1 si riportano i valori massimi raggiunti in varie durate.

Durata (h)	Altezza di precipitazione (mm)
0.25	23.8
0.5	33.6
0.75	42.0
1	54.0
3	125.4
6	218.0
9	283.2
12	293.4
24	327.2

Tabella 1. Valori massimi registrati per diverse durate.

2 MATERIALI E METODI

La stima del periodo di ritorno di un evento di precipitazione risulta di particolare importanza per il supporto al dimensionamento delle opere idrauliche a protezione del territorio colpito. Questo perché, soprattutto in piccoli bacini, le stime di portata derivano dall'applicazione di modelli indiretti basati sugli effetti idrologici di piogge di progetto. Tale necessità ha portato a sviluppare nel tempo una serie di metodi regionali per le piogge estreme, caratterizzati da diversi livelli di complessità. I primi metodi erano basati

sull'identificazione di regioni, atte a selezionare e unire dati appartenenti a zone omogenee. Negli anni più recenti è stata invece data maggiore importanza a metodi continui nello spazio, senza bordi, basati su valutazioni geostatistiche.

I metodi regionali considerati in questa applicazione sono:

- metodo VAPI Sardegna (*Deidda & Piga, 1998; GNDCI Linea 1, 2001*);
- metodo con modello probabilistico GEV con distribuzione geostatistica dei parametri (*Deidda et al., 2021*; *Deidda, 2022*);
- metodo Patched Kriging (*Libertino et al., 2018*).

La trattazione metodologica e matematica di questi tre metodi non verrà riportata in questo testo in quanto tutti i dettagli necessari per la loro implementazione sono riportati nella letteratura menzionata. Nel presente studio ci si focalizzerà invece sulle peculiarità dei metodi e sui risultati ottenuti.

Il metodo VAPI Sardegna, basato sulla definizione di zone (e sottozone) omogenee, adotta la distribuzione Two Component Extreme Value (TCEV) ed è stato sviluppato considerando i dati dei massimi annui di pioggia di durata pari a 30 e 45 minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore del periodo 1929-1982. Di tale metodo esistono tre diverse versioni: in questo lavoro verrà adottata la versione di *Deidda & Piga (1998).*

Il metodo GEV con distribuzione geostatistica dei parametri è basato sull'interpolazione spaziale degli estremi di precipitazione attraverso un kriging for uncertain data (KUD) che consente di trattare in maniera appropriata dati caratterizzati da una modesta variabilità ed incertezza dettata principalmente dalla lunghezza limitata delle serie storiche. Tale metodo, al contrario del VAPI Sardegna, non è basato sulla definizione di regioni omogenee e consente di rappresentare meglio gli effetti indotti dalla topografia e dalla climatologia sulle precipitazioni. Con questo approccio risulta possibile effettuare una valutazione della rarità dell'evento sia per durate sub-orarie sia per durate sub-giornaliere attraverso espressioni funzioni della pioggia indice giornaliera e dei parametri di scala adimensionale e di asimmetria, interpolati su tutto il territorio regionale.

Il Patched Kriging consiste invece nell'applicazione sequenziale, anno per anno, di un kriging ordinario alla totalità delle stazioni disponibili, indipendentemente dalla lunghezza della loro serie storica. Il metodo del Patched Kriging, originariamente sviluppato per un'applicazione sul territorio piemontese, è stato applicato utilizzando i dati dei massimi annui di durata sub-giornaliera del periodo 1929-2019 contenuti nel database Improved Italian – Rainfall Extreme Dataset (I^2-RED; *Mazzoglio et al., 2020*). Il metodo non è stato applicato invece alle durate sub-orarie.

L'applicazione del kriging ordinario richiede che l'ipotesi di stazionarietà del secondo ordine sia soddisfatta: occorre quindi depurare i valori misurati da eventuali dipendenze da altre variabili tramite un'operazione di detrending. Un'analisi di regressione multipla a scala regionale ha mostrato che, contrariamente a quanto accade per il Piemonte, in cui gli estremi sono particolarmente influenzati dalla quota (*Libertino et al., 2018*), per la Sardegna la posizione geografica e la climatologia rivestono un ruolo predominante. L'altezza di precipitazione di 1 ora è stata quindi depurata da eventuali trend usando longitudine e latitudine, mentre per le durate di 3-24 ore è stata usata longitudine e pioggia media annua.

L'interpolazione spaziale di tali valori tramite kriging tende ad attenuare i valori estremi e a fare convergere la stima ad un valore medio in zone lontane da punti di misura, causando una sottostima della variabilità delle serie ricostruite. È stata quindi applicata una procedura di correzione del bias per ripristinare la variabilità delle serie di partenza (*Libertino et al., 2018*). Il prodotto finale di tale metodo è un cubo di dati, con numero di strati pari al numero di anni analizzati, formato da valori misurati e ricostruiti. Tali dati sono poi stati utilizzati per stimare il periodo di ritorno, usando come riferimento la distribuzione GEV.

Specifiche analisi sono state condotte sugli estremi sub-orari di pioggia utilizzando i dati delle stazioni dislocate in prossimità di Bitti con un duplice fine, ovvero estendere le stime ottenute con Patched Kriging alle durate sub-orarie e rivalutare utilizzando anche dati più recenti i metodi VAPI Sardegna e GEV geostatistico.

È stata innanzitutto nuovamente effettuata la stima dei coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica del tratto caratterizzante le durate sub-orarie, esprimibile tramite l'equazione:

$$h_d = a \cdot d^{n'} \quad (1)$$

dove h_d è l'altezza di pioggia relativa all'intervallo d ed a è il coefficiente pluviale orario, mantenuto costante per tutte le durate, in quanto rappresenta il punto di giunzione fra le durate inferiori e superiori all'ora. Il coefficiente n' (ovvero il nuovo esponente di invarianza valutato per durate sub-orarie) è stato ristimato usando i dati delle stazioni limitrofe per le quali sono disponibili sia i dati sub-orari sia quelli sub-giornalieri. Per verificare l'affidabilità di tale parametro è stato esaminato, per ogni pluviometro, il rapporto fra gli esponenti dei rami delle curve di potenza per durate brevi (n') ed orarie (n), espresso tramite l'equazione:

$$\alpha = n' / n \quad (2)$$

Infine, il valore medio di tale coefficiente è stato utilizzato per la correzione del ramo inferiore delle curve di possibilità pluviometrica. Nota la relazione che lega il ramo inferiore e superiore della curva di possibilità pluviometrica, essa è stata utilizzata sia per l'applicazione completa del Patched Kriging sia per la rivalutazione delle stime riguardanti le durate sub-orarie effettuate con gli altri metodi (VAPI Sardegna e GEV geostatistico).

3 RISULTATI

I risultati dei rapporti adimensionali fra gli L-momenti ottenuti con Patched Kriging sono stati analizzati sia pre sia post correzione del bias. In figura 1 è rappresentata la variabilità del parametro τ, ovvero del coefficiente di L-variazione, valutabile tramite l'equazione

$$\tau = L_{CV} = L_2 / L_1 \quad (3)$$

e del parametro τ_3, ovvero del coefficiente di L-asimmetria, valutabile tramite l'equazione

$$\tau = L_{CA} = L_3 / L_2 \quad (4)$$

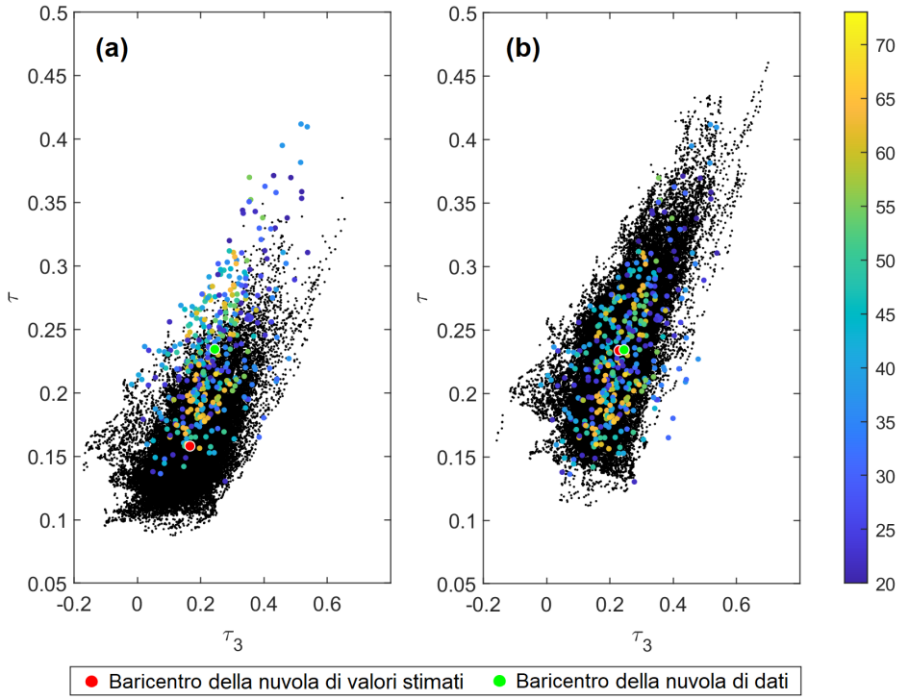

Figura 1. Variabilità del rapporto degli L-momenti pre (a) e post (b) correzione del bias. I punti neri rappresentano i valori ottenuti dalle serie ricostruite, unendo valori misurati e stimati; i punti in scala cromatica rappresentano i valori ottenuti dalle serie misurate di lunghezza minima pari a 20 anni.

La sovrapposizione dei baricentri delle due nuvole di punti conferma l'efficacia della procedura di correzione del bias.

Per quanto riguarda le durate sub-orarie, invece, il valore medio di α valutato con eq. (2) risulta pari a 1.51. L'applicazione di tale coefficiente ha quindi consentito di ottenere 5 diverse stime: due con VAPI Sardegna, due con GEV geostatistico ed una con Patched Kriging. Il diagramma di severità dell'evento è riportato in figura 2. È infine stata prodotta una sesta stima, ottenuta come media dei periodi di ritorno pesata sul numero di osservazioni usate in ogni metodo.

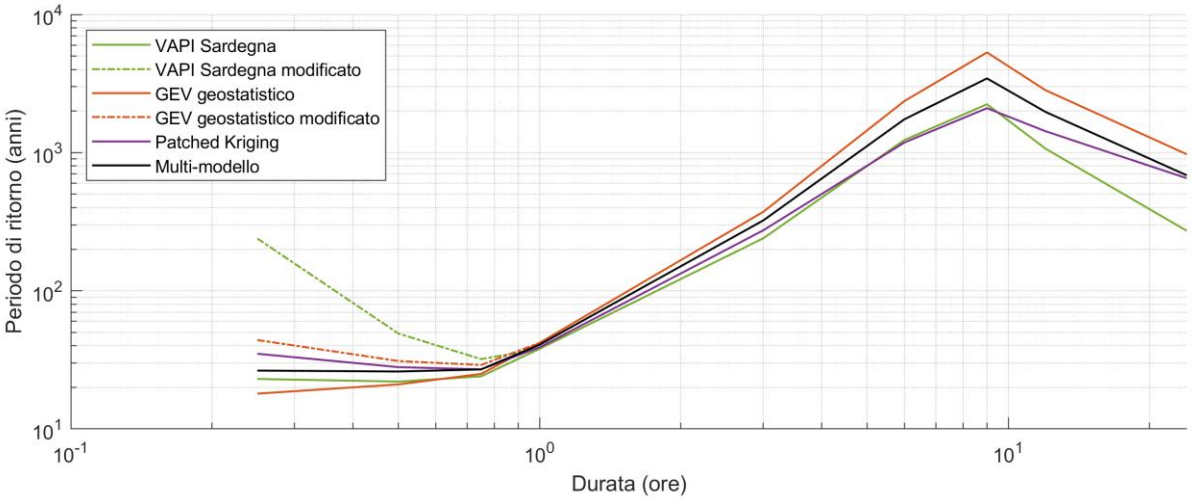

Figura 2. Diagramma di severità contenente la valutazione dei periodi di ritorno relative alle diverse ottenute con i diversi metodi. Le curve tratteggiate sono state ottenute con un modello modificato per le durate sub-orarie.

4 COMMENTO DEI RISULTATI

I risultati così ottenuti mostrano come le stime ottenute con i tre metodi seguano un andamento simile fra loro. La maggiore differenza si osserva per la durata di 15 minuti, nel caso di correzione apportata al metodo VAPI Sardegna. Vista la modesta differenza si ritiene opportuno non considerare tale stima nella valutazione del periodo di ritorno multi-modello della durata di 15 minuti. Per durate inferiori a 3 ore, i risultati ottenuti con i diversi metodi convergono alla stessa stima mentre per durate superiori presentano maggiori differenze. Per durate maggiori di 9 ore il Patched Kriging fornisce una valutazione intermedia fra quella del VAPI Sardegna e quella del metodo GEV geostatistico, le cui differenze sono anche parzialmente imputabili alle diverse basi di dati disponibili nei rispettivi studi.

Una stima basata su un approccio combinato fornisce una valutazione robusta della severità dell'evento, oltre a contribuire a ridurre l'incertezza nella stima dei quantili per elevati periodi di ritorno.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Deidda, R. & Piga, E. Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV, Informazione, 1998, 81, 9-14.

Deidda, R., Hellies, M., & Langousis, A. A critical analysis of the shortcomings in spatial frequency analysis of rainfall extremes based on homogeneous regions and a comparison with a hierarchical boundaryless approach. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2021, 35, 2605-2628.

Deidda, R. Sugli studi degli eventi estremi di precipitazione in Sardegna. L'Acqua, 2022, 1.

GNDCI Linea 1. Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia. Sardegna, 2001, 12.1-12.9.

Libertino A., Allamano, P., Laio, F. & Claps, P. Regional-scale analysis of extreme precipitation from short and fragmented records, Advances in Water Resources, 2018, 112, 147-159.

Mazzoglio, P., Butera, I., & Claps, P. I^2-RED: a massive update and quality control of the Italian annual extreme rainfall dataset, Water, 2020, 12(12), 3308.