

---

# Riassunto

Il torrente Parma è spesso soggetto ad eventi improvvisi che hanno arrecato danni sia alla città di Parma che quella di Colorno. I danni sono risultati così ingenti da portare alla realizzazione della cassa di espansione a monte della città di Parma e alla progettazione di una ulteriore cassa sul Baganza. Tali invasi di laminazione completano il sistema arginale continuo nel tratto del torrente compreso fra la città di Parma e la confluenza in Po.

Oltre ai sistemi strutturali precedentemente menzionati, anche quelli non strutturali sono in grado di ridurre significativamente il rischio alluvionale. Fra i sistemi non strutturali la previsione in tempo reale delle altezze idriche rappresenta uno strumento molto utile poiché consente di attivare preventivamente la macchina dei soccorsi ed evitare o arginare i danni finora visti. È in questo contesto che si inquadra la presente tesi di laurea. Per il raggiungimento di tale obiettivo si è realizzata una rete neurale artificiale in linguaggio Python utilizzando le librerie Keras e Tensorflow. La rete è stata realizzata partendo dai dati disponibili dalle stazioni idrometriche di Parma Ponte Verdi, Casalmaggiore e Colorno, con l'obiettivo di prevedere le altezze idriche in quest'ultima stazione. La rete neurale finale è formata da:

Epoche (con earlystopping)	100
Hidden layers	1
Neuroni utilizzati	8
Batch	60
Funzione di attivazione	<i>ReLu</i>

I risultati ottenuti dopo varie accortezze e migliorie, riportate per un futuro uso, sono soddisfacenti.

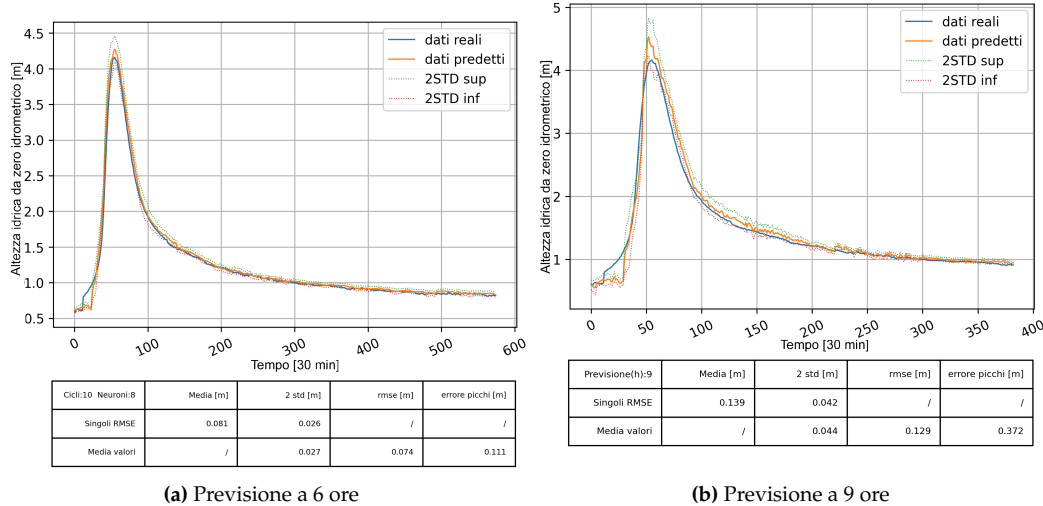
La rete neurale è stata allenata utilizzando i dati di livello registrati nel periodo 2012 - 2019.

L'orizzonte di previsione è stato posto da 3, 6, 9 e 12 ore future e si nota un peggioramento dei risultati per le ultime, mentre ottimi e buoni risultati si riscontrano per 3 e 6 ore rispettivamente, si riportano gli RMSE medi delle onde in esame, in rapporto con le ore di previsione, in tabella 1.

**Tabella 1:** RMSE medio nei vari orizzonti di previsione

Orizzonte di previsione [ore]	RMSE [m]
3	0.07
6	0.11
9	0.21
12	0.33

Si riporta ad esempio, in figura 1, l'onda di piena alla stazione di Colorno del 20/11/2018, con previsione a 6 e 9 ore, partendo dai dati disponibili nelle stazioni nei momenti precedenti. Sono presenti inoltre i valori di **RMSE** e **standard deviation** per confermare la buona previsione, effettuata su 10 rielaborazioni.



**Figura 1:** Onda del 20/11/2018 in diversi orizzonti di previsione

I tempi di apprendimento e di previsione risultano nella migliore delle condizioni pari a 2.55 minuti. Una volta determinata e salvata la migliore rete, il tempo di previsione di ulteriori dati si riduce a 5.68 secondi.

Dati gli incoraggianti risultati ottenuti, si ritiene che le reti neurali possano rappresentare un buono strumento per poter prevedere i livelli di piena in corso d'evento. Elaborazioni future potrebbero permettere di estendere la finestra di previsione o trasformare la previsione puntuale, qui realizzata, in una mappa delle profondità idriche lungo tutta l'asta fluviale.