

## **Progetto di ricerca**

L'analisi dei segnali mareografici registrati da sensori offshore e/o da stazioni costiere è uno dei campi di ricerca fondamentali nella scienza degli tsunami. Riconoscere il segnale di uno tsunami in un segnale sperimentale che contiene numerosi altri contributi svolge un ruolo molto importante sia nello studio a posteriori di eventi già avvenuti sia nell'ambito dell'early warning. Il progetto di ricerca prevede innanzitutto l'applicazione ed il possibile miglioramento sia di tecniche di analisi classiche delle serie temporali (analisi di Fourier) sia di più recenti approcci adatti all'analisi di serie temporali non-lineari e non-stazionarie (per esempio la trasformata di Hilbert-Huang, Huang et al., 1998). A questa seconda categoria appartiene la "Fast Iterative Filtering (FIF) technique" (Cicone e Zhou, 2021; Cicone et al., 2022), che permette di decomporre, in modo efficiente e "data-driven", un segnale in "Intrinsic Mode Functions" (IMF) con diverso contenuto in frequenza. La vincitrice/il vincitore dovrà applicare diverse tecniche, individuate come adatte dopo opportuna ricerca bibliografica, alle serie temporali relative a tsunami avvenuti nei vari bacini oceanici e marini a livello mondiale, per cui esistano registrazioni mareografiche offshore e/o costiere. In particolare, dovranno essere chiariti i punti a favore e gli eventuali punti a sfavore della tecnica FIF rispetto ad altre tecniche già proposte in letteratura nel campo dello tsunami early warning. Particolare attenzione dovrà essere indirizzata allo studio di tsunami che potrebbero accadere in futuro nel bacino del Mediterraneo.

In secondo luogo, il progetto di ricerca prevede una parte di modellazione analitica/numerica relativa alla propagazione delle onde di tsunami generate da diverse sorgenti (terremoti, frane, calving) in mare aperto e alla loro interazione con strutture costiere quali i porti (dove i mareografi sono generalmente installati). La modellazione, intesa a fornire uno strumento complementare all'interpretazione delle serie temporali e ai risultati delle analisi sviluppate nella prima parte della ricerca, dovrà concentrarsi sullo studio degli effetti dei termini non-lineari delle equazioni dell'idrodinamica, degli eventuali effetti dispersivi e delle limitazioni degli approcci "depth-averaged" utilizzati nel campo delle simulazioni degli tsunami.

## **Piano di attività**

Nel primo anno saranno raccolte informazioni bibliografiche sui metodi proposti in letteratura per la detezione dei segnali di tsunami nelle registrazioni mareografiche. I diversi metodi saranno implementati (laddove non già disponibili in codici scaricabili in rete) e applicati sistematicamente all'archivio di registrazioni offshore e costiere di tsunami disponibili per gli ultimi 25 anni a livello mondiale.

Nel secondo anno sarà affrontata la modellazione della risposta dei porti all'impatto di onde di tsunami con diverse ampiezze, periodi e polarità dei primi arrivi. Il problema sarà affrontato mediante forzature sia analitiche sia calcolate numericamente a partire da diverse ipotesi di sorgente (terremoti, frane, eruzioni vulcaniche, calving).

## **Bibliografia**

Cicone, A., Li, W. S., Zhou, H. (2022). New theoretical insights in the decomposition and time-frequency representation of nonstationary signals: the IMFogram algorithm. arXiv preprint arXiv:2205.15702 (2022).

Cicone, A., Zhou, H. (2021). Numerical analysis for iterative filtering with new efficient implementations based on FFT. *Numerische Mathematik*, 147, 1-28, <https://doi.org/10.1007/s00211-020-01165-5>

Huang, N. E., Shen, Z., Long, S. R., Wu, M. C., Shih, H. H., Zheng, Q., Yen, N.-C., Tung, C. C., Liu, H.H. (1998). The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: mathematical, physical and engineering sciences*, 454, 1971, 903-995, <https://doi.org/10.1098/rspa.1998.0193>.