

Allegato 3 – Condizioni tecniche per l’allontanamento verticale

Le buone pratiche sviluppate a livello internazionale (si veda, ad esempio, DGL 08/16) suggeriscono che, nell’ambito della pianificazione di emergenza a livello locale, *“le opzioni di allontanamento verticale, cioè di allontanamento verso i piani superiori o i tetti di edifici di altezza da media ad elevata, oppure su strutture costruite appositamente (ad esempio, piattaforme, torri o rilievi di terreno protetti all’interno della zona di evacuazione), dovrebbero essere prese in considerazione quando la distanza delle zone topograficamente elevate è così ampia da precludere un’effettiva evacuazione prima dell’arrivo dello tsunami. Tali opzioni devono essere prese in considerazione su base locale e supportate da una modellazione dettagliata del tempo di percorrenza per l’allontanamento. Una volta implementate, le strutture di allontanamento verticale dovrebbero essere indicate sulle mappe di evacuazione in caso di tsunami, e identificate con apposita segnaletica sulla struttura e sulle relative vie di allontanamento”*. Deve inoltre esserne garantita l’opportuna manutenzione (FEMA P646A).

Sempre secondo le linee guida neozelandesi (DGL 08/16), *“un considerevole numero di edifici per l’allontanamento verticale, multi-piano, in cemento armato, hanno fornito un rifugio sicuro per migliaia di persone immediatamente dopo lo tsunami avvenuto in Giappone nel 2011 (Fraser et al., 2012). Tuttavia, le strutture di allontanamento verticale dovrebbero essere un’opzione secondaria rispetto a cercare rifugio al di fuori della fascia di evacuazione (cioè nelle zone topograficamente elevate e all’interno). La definizione dell’altezza di sicurezza dovrebbe essere basata sull’altezza massima dello tsunami”* attesa in corrispondenza dell’edificio e definita coerentemente alle scelte contenute nel presente documento di Indicazioni *“considerando un fattore di sicurezza. Permane comunque il rischio di rimanere isolati per ore (e giorni), dopo un evento, dall’acqua e dai detriti, e si segnala anche il rischio aggiuntivo di incendio degli edifici destinati ad allontanamento verticale, a causa di detriti galleggianti. Un edificio utilizzato con finalità di allontanamento verticale deve essere costruito per resistere”* ai terremoti e *“per mantenere capacità sufficiente per funzionare da rifugio sicuro durante uno tsunami. Pertanto”*, non esistendo in Italia specifiche norme tecniche per questo tipo di costruzioni, *“qualsiasi struttura proposta dovrà essere progettata o verificata rispetto alle migliori pratiche internazionali per le costruzioni resistenti agli tsunami”* (DGL 08/16).

La letteratura internazionale disponibile, scientifica e normativa (Foytong e Ruangrassamee, 2016; Fraser et al., 2012; Leelawat et al., 2014; Peiris e Pomonis, 2005; Suppasri et al., 2011 e 2013), da un lato consiste in codici per le costruzioni che forniscono regole per la progettazione di strutture in grado di costituire rifugi adatti a un’evacuazione verticale, sicuri in caso di tsunami anche molto violenti (in alcuni casi viene considerato anche un carico accidentale maggiorato per i solai su cui si prevede affollamento in caso di tsunami) e di terremoti concomitanti, dall’altro mostra dati empirici sull’edificato esistente che si concretizzano in statistiche e modelli probabilistici puramente inferenziali.

Secondo le indicazioni del 2009 dell’Agenzia Federale per la Gestione dell’Emergenza negli Stati Uniti (FEMA P646A), inoltre, *“se non ci sono aree topograficamente rilevate nelle zone di evacuazione, il primo passo dovrebbe essere esplorare le strutture esistenti come potenziali strumenti per l’allontanamento verticale. Per determinare se un edificio esistente possa servire da struttura per l’allontanamento verticale, sarebbe necessaria una valutazione sia dei bisogni funzionali che delle potenziali vulnerabilità strutturali. Edifici multi-piano, con grandi strutture a telaio in calcestruzzo quali alberghi e condomini che rispettino gli standard sismici, potrebbero essere delle scelte appropriate come strutture di allontanamento verticale, purché con qualche rafforzamento. Tuttavia, in generale, potrebbe essere più difficile rafforzare una struttura esistente che costruirne una nuova resistente agli tsunami secondo i criteri”* che sono stati elaborati da diversi Paesi a livello internazionale. Inoltre, *“se un rafforzamento appropriato non è possibile, l’uso di un edificio esistente potrebbe ancora fornire un qualche livello di protezione, che è meglio di nessuna protezione”*.

L’identificazione di possibili vie di allontanamento verticale su strutture già esistenti, e che dunque non sono state progettate con tali finalità, richiede opportuna attenzione. Le formulazioni empiriche disponibili forniscono probabilità di danno, fino al collasso, di edifici di varie tipologie (calcestruzzo armato, muratura, legno, acciaio) in relazione all’altezza dell’onda che li investe, e a volte anche rispetto alla distanza dalla costa e al numero di piani. Le analisi disponibili in letteratura riguardano osservazioni empiriche dell’impatto sul costruito di alcuni tsunami avvenuti di recente all’estero (ad esempio quelli del 2004, 2009, 2010 e 2011) e restituiscono probabilità di collasso e danno grave in alcuni casi piuttosto elevate, anche per altezze

dell'onda molto limitate. In tali condizioni, a meno di studi specifici su edifici esistenti, non sussistono condizioni per fornire il quadro di elementi necessari e sufficienti per stabilire a priori se una struttura sia atta o meno a rappresentare una via di allontanamento in ambito di pianificazione.

Si ribadisce che, nella pianificazione, sono da adottarsi le vie di allontanamento orizzontale, e che le vie di allontanamento verticale, per essere inserite nel piano, devono essere definite su base locale e a valle di specifiche progettazioni o valutazioni tecniche sulla struttura considerata e sul relativo contesto di pericolosità.

Tuttavia, possono verificarsi situazioni per le quali singoli cittadini si trovino nell'impossibilità contingente di allontanarsi dal luogo in cui si trovano seguendo le indicazioni contenute nel piano comunale di protezione civile (ad esempio in caso di condizioni di salute non compatibili con le indicazioni del piano, o di difficoltà personali nell'affrontare lo spostamento previsto dal medesimo, etc.). Se un cittadino valuta di essere in tali condizioni, individualmente può prendere in considerazione vie di allontanamento verticale non previste dal piano considerando il singolo caso, sotto la propria responsabilità e in un'ottica di autoprotezione, previa valutazione del livello di rischio individuale rispetto alle diverse scelte possibili.

In questo contesto, l'edificio che il singolo cittadino potrebbe decidere di utilizzare (ad esempio, la propria residenza) deve, in ogni caso, rispondere ad alcune condizioni minime, non sufficienti a garantire la sicurezza della soluzione considerata, ma certamente necessarie per lo stesso scopo. Ad esempio, potrebbero essere valutate in chiave di autoprotezione le seguenti condizioni:

- 1) l'utilizzo della via di allontanamento prevista nel piano è, nel caso specifico, ritenuta non attuabile (lontananza, difficoltà contingente di movimento della persona, etc.)? Si può considerare preferibile un allontanamento verticale, deciso autonomamente e non previsto in pianificazione, a una via di allontanamento contenuta nella pianificazione comunale di protezione civile?
- 2) l'edificio è antisismico, preferibilmente in c.a., di tre o più piani, progettato secondo norme recenti?
- 3) l'edificio presenta un numero di piani tale da raggiungere un'altezza ampiamente al di sopra dell'onda prevista per quel territorio nel documento di pianificazione?

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

ASCE 7-16 - *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers. Standards ASCE/SEI 7-16, 2017 / 800 pp.

DGL 08/16 - *Director's Guideline for Civil Defence Emergency Management Groups– Tsunami evacuation zones*. February 2016. Published by the Ministry of Civil Defence & Emergency Management, New Zealand Government. ISBN 978-0-478-43515-3.
<https://www.civildefence.govt.nz/assets/Uploads/publications/dgl-08-16-Tsunami-Evacuation-Zones.pdf>

FEMA P646A - *Vertical Evacuation from Tsunamis: A Guide for Community Officials*. June 2009.
file:///E:/BackUp%20Portatile/TSUNAMI/SiAM/Indicazioni%20SiAM/Tsunami%20vertical%20evacuation/fema_p646a.pdf

FEMA, 2012. *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis - 2nd Edition*. Redwood City, California. FEMA P646. Prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency. http://www.atcouncil.org/files/FEMA_P-646_Final.pdf

Foytong P. and A. Ruangrassamee, "Fragility curves of reinforced-concrete buildings damaged by the 2004 tsunami", *KKU Eng. J.*, vol. 43, pp. 419–423, 2016.

Fraser, S. A., Leonard, G. S., Murakami, H., and Matsuo, I., 2012. *Tsunami Vertical Evacuation Buildings -- Lessons for International Preparedness Following the 2011 Great East Japan Tsunami*. *Journal of Disaster Research*, 7(7), 446–457.

- Leelawat N., A. Suppasri, I. Charvet, F. Imamura, “Building damage from the 2011 Great East Japan tsunami: quantitative assessment of influential factors. A new perspective on building damage analysis.”, *Nat. Hazards*, vol. 73, pp. 449–471, 2014.
- Peiris N. and A. Pomonis, “Decembre 26, 2004 Indian Ocean Tsunami: vulnerability functions for loss estimation in Sri Lanka”, *Int. Conf. Geotech. Eng. Disaster Mitig. Rehabil.*, pp. 411–416, 2005.
- Suppasri A., E. Mas, I. Charvet, R. Gunasekera, K. Imai, Y. Fukutani, Y. Abe, F. Imamura, “Building damage characteristics based on surveyed data and fragility curves of the 2011 Great East Japan tsunami”, *Nat. Hazards*, vol. 66, pp. 319–341, 2013.
- Suppasri A., S. Koshimura, and F. Imamura, “Developing tsunami fragility curves based on the satellite remote sensing and the numerical modeling of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 173–189, 2011.
- Leelawat N., A. Suppasri, I. Charvet, F. Imamura, “Building damage from the 2011 Great East Japan tsunami: quantitative assessment of influential factors. A new perspective on building damage analysis.”, *Nat. Hazards*, vol. 73, pp. 449–471, 2014.
- Peiris N. and A. Pomonis, “Decembre 26, 2004 Indian Ocean Tsunami: vulnerability functions for loss estimation in Sri Lanka”, *Int. Conf. Geotech. Eng. Disaster Mitig. Rehabil.*, pp. 411–416, 2005.
- Suppasri A., E. Mas, I. Charvet, R. Gunasekera, K. Imai, Y. Fukutani, Y. Abe, F. Imamura, “Building damage characteristics based on surveyed data and fragility curves of the 2011 Great East Japan tsunami”, *Nat. Hazards*, vol. 66, pp. 319–341, 2013.
- Suppasri A., S. Koshimura, and F. Imamura, “Developing tsunami fragility curves based on the satellite remote sensing and the numerical modeling of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 173–189, 2011.