

IDENTIFICAZIONE DEI MODI ROTAZIONALI DEGLI EDIFICI MEDIANTE TECNICHE DI MISURA DI VIBRAZIONE AMBIENTALE

R. Ditommaso, M. Vona, M. Mucciarelli, A. Masi
DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

L'evidenza dei passati terremoti ha mostrato come molto spesso il danno strutturale sia dovuto a significativi effetti torsionali (Rosenblueth and Meli 1986). Questi effetti sono stati ampiamente studiati nel corso degli ultimi anni e specifiche prescrizioni sono state inserite nei moderni codici sismici (ad esempio, NZEES, 2006; CEN, 2003, CEN 2004, UBC 2000, OPCM, 2003). L'approccio tipico per la valutazione sperimentale di tali effetti si basa sull'impiego di un sistema di accelerometri installati sull'edificio in esame con l'obiettivo sia di un monitoraggio continuo di eventi sismici che di registrazione delle vibrazioni prodotte da forzanti. Tale approccio, molto dispendioso, è generalmente applicato a singoli edifici e non può essere utilizzato per studi su larga scala aventi come obiettivi la validazione di nuove previsioni di normativa o studi di vulnerabilità. L'argomento della individuazione speditiva delle caratteristiche dinamiche delle strutture, con particolare riferimento ai modi rotazionali, è quindi di rilevante importanza nella moderna ingegneria sismica. Molteplici studi, sia sperimentali (Gallipoli et al., 2008) che numerici (Masi and Vona, 2008), sono stati condotti al fine di valutare il comportamento dinamico degli edifici esistenti.

In questo lavoro viene proposta una semplice procedura sperimentale, per l'identificazione speditiva delle caratteristiche dinamiche degli edifici, basata su registrazioni di rumore ambientale. Per la validazione del metodo, i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli derivanti da una procedura di tipo classico. Le due procedure sono state confrontate considerando come struttura test un telaio in acciaio 3D a due piani, chiamato telaio Mock-up (Ponzo et al., 2007), mostrata in Fig. 1. Tale modello è stato realizzato nell'ambito di un ampio programma di ricerca finalizzato a sviluppare e sperimentare nuove tecniche di controllo passivo e semiattivo delle vibrazioni (DPC – RELUIS 2005-08 Project, Linea 7). Per identificare le caratteristiche dinamiche del telaio 3D, è stata condotta una campagna di misure usando alcuni tromometri digitali tri-direzionali (Tromino Micromed). Tali strumenti non sono in grado di misurare gli effetti prodotti su un edificio da eventi sismici, rispetto ai quali giungono a saturazione, ma sono in grado di rilevare le caratteristiche dinamiche dello stesso con l'ausilio del solo rumore ambientale. Sono state fatte delle registrazioni standard con durata pari a 10 minuti e frequenza di campionamento pari a 256 Hz.

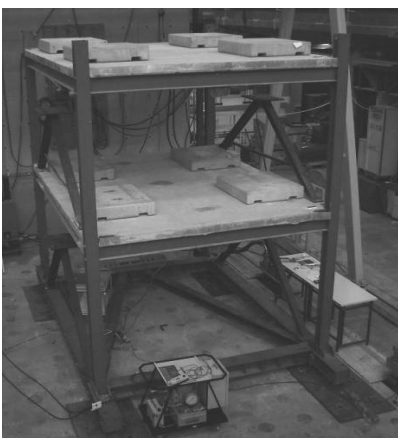


Fig. 1. Telaio a due piani 3D in acciaio.

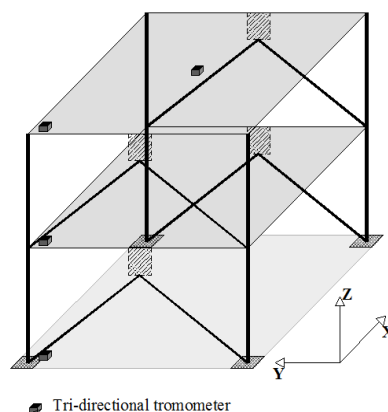


Fig. 2. Disposizione dei tromometri nella

configurazione I.

La sperimentazione è stata condotta secondo differenti schemi. La prima modalità ha utilizzato quattro strumenti sincronizzati mediante un ricevitore GPS. In tal modo le registrazioni sono state processate con un unico riferimento temporale utile ad individuare correttamente le forme modali. In tale configurazione (Configurazione I, Fig. 2) è stato posizionato un tromometro digitale in un angolo di ciascun solaio, lungo la stessa verticale della struttura, ed un ultimo strumento è stato posizionato al centro del secondo, ed ultimo, impalcato.

I risultati ottenuti dalle registrazioni di rumore ambientale con i tromometri sono comparati con quelli ottenuti utilizzando strumenti e metodologie standard (Ponzo et al., 2007). Dal confronto è evidente un ottimo accordo sia in termini di frequenze naturali che di forme modali che risultano praticamente coincidenti (Fig. 3).

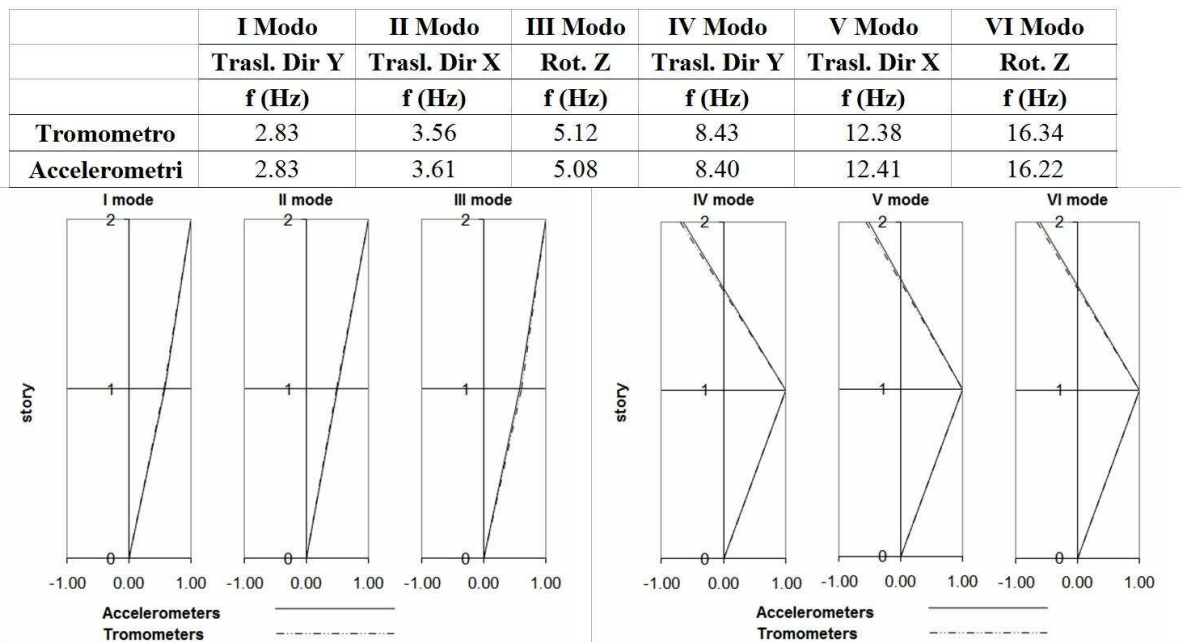


Fig. 3. Comparazione tra le forme modali ottenute usando rumore ambientale registrato mediante tromometri e mediante accelerometri.

I risultati incoraggianti hanno spinto a provare ad identificare le caratteristiche dinamiche della struttura utilizzando una procedura con una configurazione di strumentazione semplificata. Infatti, la configurazione I appena illustrata richiederebbe, per essere applicata ai casi reali, la disponibilità di $N + 1$ strumenti dove N è il numero di piani dell'edificio in esame.

In alternativa, è stata considerata una modalità di misura che prevede l'impiego di un solo tromometro (Configurazione II, Fig. 4a). Lo strumento è stato posizionato nell'angolo del secondo impalcato. In tal modo è possibile individuare in modo accurato le frequenze dei primi sei modi di vibrare pur senza avere la possibilità di individuare le relative forme modali. Inoltre, la procedura appena descritta è stata verificata anche posizionando un ulteriore tromometro al centro del secondo solaio (Configurazione III, Fig. 4b).

Grazie a tale configurazione è stato valutato il rapporto (Corner to Center Ratio, CoCeR) tra le FFT relative alle misure dello strumento posizionato nell'angolo dell'ultimo solaio e quello al centro dello stesso, considerato come riferimento. I risultati ottenuti (Fig. 5, per una delle componenti orizzontali) mostrano con evidenza le frequenze dei primi due modi rotazionali (5.12 e 16.34 Hz).

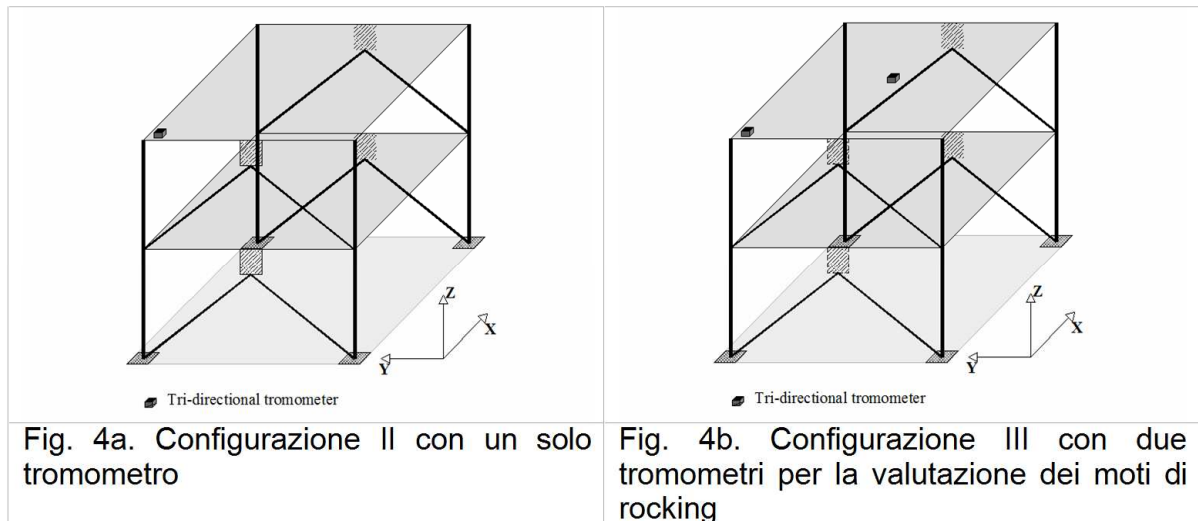


Fig. 4a. Configurazione II con un solo tromometro

Fig. 4b. Configurazione III con due tromometri per la valutazione dei moti di rocking

Fig. 4. Configurazioni con uno e due tromometri

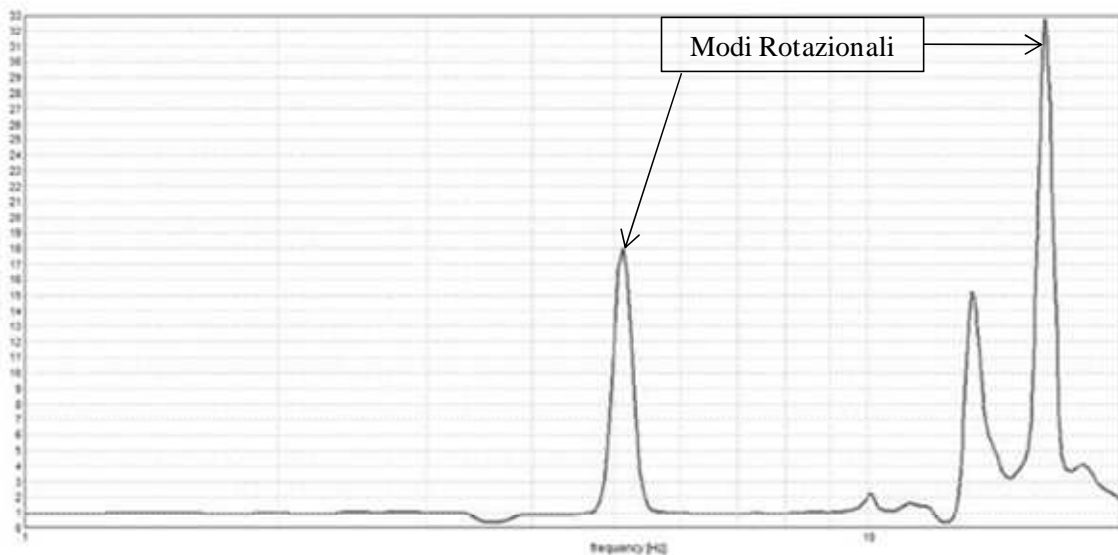


Fig. 5. CoCeR relativo alle componenti orizzontali misurate nella configurazione III all'ultimo livello.

La metodologia esposta nel presente lavoro si è rivelata promettente ai fini della stima delle caratteristiche dinamiche di una struttura (frequenze fino al sesto modo di vibrare) con particolare riferimento ai modi rotazionali. È importante notare che i risultati a cui si è giunti con la configurazione III possono essere ottenuti anche eseguendo due registrazioni non sincronizzate. Ulteriori studi sono in corso in merito alle modalità di applicazione della tecnica sugli edifici reali.

BIBLIOGRAFIA

- CEN (2003). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, Final Draft, Comité Européen de Normalisation (CEN), Brussels, December 2003.
- CEN (2004). Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings (draft n. 6), Comité Européen de Normalisation (CEN), Brussels, May 2004.

- Gallipoli M.R., Mucciarelli M., Vona M., Empirical estimate of fundamental frequencies and relevant damping for Italian building, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, EQE-08-0029, Date Submitted by the author: 28 Jan 2008.
- Masi A., Vona M., 2008, Estimation of the period of vibration of existing RC building types based on experimental data and numerical results. Increasing Seismic Safety by combining Engineering Technology and Seismological Data, Springer book. WB/NATO Publishing Unit, 2008.
- OPCM 3274 (2003). Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, May 2003, (in Italian).
- Ponzo F.C., Cardone D., Di Cesare A., Moroni C., Nigro D., Vigoriti. G. (2007) Dynamic tests on jetpacs steel frame: experimental model set up, Executive Project DPC – Reluis 2005 – 2008 Research Project No. 7, Report No. 3 .
- Rosenblueth E. and Meli R. (1986). The 1985 Earthquake: Causes and Effects in Mexico City, Concrete International, Vol. 8, No. 5, May 1986, pp. 23-34.
- UBC, (2000). Uniform Building Code. International Conference of Building-IBC, California, U.S.A..