

RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE: CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELLE CABINE E LORO INFLUENZA SULLE REGISTRAZIONI ACCELEROMETRICHE

R. Ditommaso, M. Mucciarelli

DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

Le 'time-history' registrate dalle stazioni poste all'interno o in prossimità di edifici potrebbero non essere rappresentative del vero free-field: queste potrebbero essere contaminate dalla presenza delle strutture [Ditommaso *et al.*, 2009a e 2009b]. Tali effetti sono noti da anni per le strutture di grandi dimensioni, ma poche attenzioni sono state dedicate alle strutture con dimensioni modeste. La maggior parte delle stazioni accelerometriche della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) sono ubicate, generalmente, all'interno di cabine di proprietà dell'ENEL. Queste possono essere classificate in tre principali tipologie: cabine in muratura, in cemento armato e prefabbricate in c.a. . In generale, possono avere da uno a due piani. Sono state realizzate in epoche diverse, quindi con norme e dettagli costruttivi diversi, ma sono accomunate dall'aver dimensioni relativamente piccole. Generalmente il volume è inferiore a quello di un piccolo edificio ad uso abitativo. Recentemente sono stati condotti studi sull'influenza della risposta dinamica delle cabine sulle registrazioni accelerometriche utilizzando gli HVSR rotazionali (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

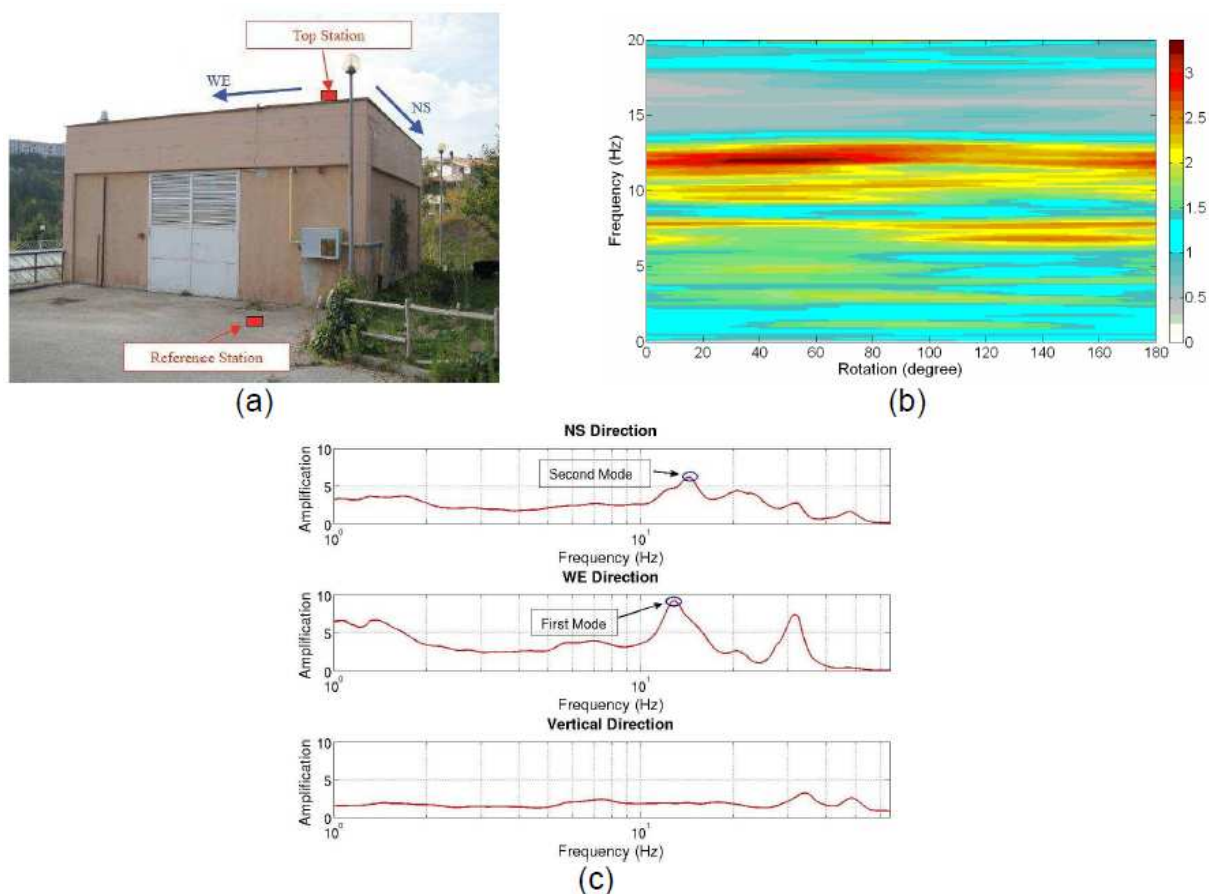


Fig. 1: (a) Cabina PTZ; (b) HVSR rotazionali dei terremoti registrati a PTZ; (c) Valutazione delle frequenze di vibrazioni della cabina mediante le sue funzioni di trasferimento – Fonte delle immagini [Ditommaso *et al.*, 2009a]

I risultati [Ditomaso *et al.*, 2009a] dimostrano che la presenza delle cabine potrebbe essere un problema, rivelando una forte contaminazione delle registrazioni da parte della risposta dinamica della struttura.

La cabina in questione non è una cabina ENEL, ma appartiene alla stessa tipologia ed ha dimensioni confrontabili. Quest'ultima, ubicata a Potenza, ospita la stazione accelerometrica 'PTZ' della rete RAN. Dalla Fig. 1.b si vede come nel grafico degli HVSR rotazionali ci sia un picco marcato a circa 12 Hz, in corrispondenza di un angolo di rotazione, rispetto al nord, pari a circa 55° e corrispondente ad una delle direzioni principali della cabina. Dalla Fig. 1.c è evidente che il picco a 12 Hz coincide con il primo modo di vibrazione della cabina.

A partire da questi risultati, al fine di comprendere l'influenza delle strutture di piccole dimensioni sulle registrazioni accelerometriche, dopo il terremoto di L'Aquila (6 aprile 2009), è stata eseguita la caratterizzazione dinamica di alcune delle cabine che ospitano le stazioni accelerometriche della rete RAN. È stata caratterizzata anche la frequenza principale di vibrazione dei pilastri, infissi nel terreno, sui quali sono fissate le stazioni accelerometriche. Tutte le cabine selezionate sono ubicate in prossimità dell'epicentro del terremoto. In particolare le indagini hanno riguardato cabine prefabbricate in c.a. e cabine in muratura. La struttura delle prime è composta da pilastri e pannelli in cemento armato, i pannelli hanno funzione portante e di tamponatura ed in essi sono ricavate le aperture per la porta di accesso e per il passaggio dei cavi conduttori. La copertura è realizzata mediante un elemento monolitico a piastra quadrata poggiata su un cordolo perimetrale; la fondazione è realizzata mediante una platea quadrata molto rigida, di area pari a 25 m² e spessore pari a 0.7 m. Le cabine in muratura sono realizzate in mattoni pieni che formano pareti con spessore pari a 0.15 m. Il collegamento a terra viene realizzato mediante un cordolo in muratura con impronta di area pari a circa 1.7 m². Le dimensioni geometriche di questo tipo di cabina non sono standard, ma variano sia quelle in pianta che quelle in elevazione [ISMES 1].



(a)



(b)

Fig. 2: (a) esempio di cabina in muratura, (b) esempio di cabina prefabbricata in c.a.

Entrambe le tipologie (facendo riferimento alle cabine ispezionate) presentano un foro circolare praticato sulla piastra di fondazione all'interno del quale è alloggiato un

pilastrino a sezione circolare infisso parzialmente nel terreno per almeno 1 m. Il diametro del pilastrino è minore del diametro del foro praticato nella fondazione, questo consente al pilastrino di non avere una diretta interazione con la fondazione della cabina, dunque, evitando problemi di martellamento. La stazione accelerometrica è ubicata, in tutti i casi, sulla sommità libera del pilastrino.

La caratterizzazione dinamica è stata fatta con l'ausilio del rumore ambientale misurato con un tromometro digitale tridirezionale (Tromino, Micromed) utilizzando una frequenza di campionamento costante pari a 256 Hz. Di volta in volta, ove possibile, sono state fatte misure di rumore in campo libero, alla base e sulla testa delle cabine, sulla testa del pilastrino e al piano intermedio delle cabine in muratura. Le cabine caratterizzate sono ubicate nei seguenti Comuni: Scafa, San Demetrio né Vestini, Bussi, Cittaducale.

A titolo di esempio, si riporta in Fig. 3 il grafico delle funzioni di trasferimento utilizzate per stimare le caratteristiche dinamiche della cabina, e del relativo pilastrino, ubicata nel Comune di Scafa. La cabina appartiene alla tipologia delle cabine prefabbricate in cemento armato. Questa risulta abbastanza isolata e si può ritenere che durante l'intera campagna di misure non ci siano state variazioni significative del livello di rumore.

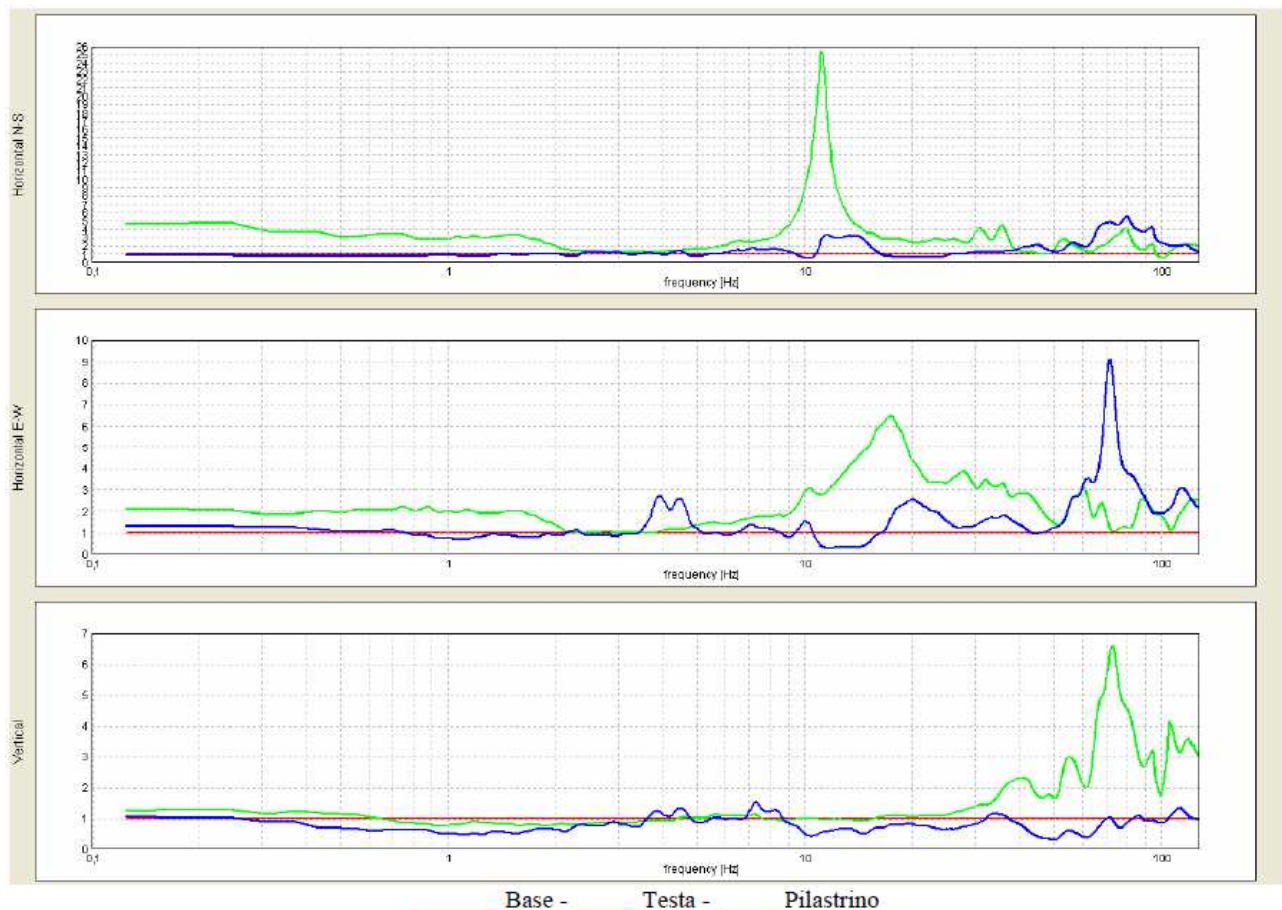


Fig. 3: Funzioni di trasferimento relative alla Cabina di Scafa

Le funzioni trasferimento sono state valutate rapportando gli spettri calcolati dalle registrazioni effettuate in testa, alla cabina e al pilastrino, con gli spettri valutati dal segnale registrato alla base e usato come riferimento. Per la valutazione degli spettri è stata utilizzata una finestra mobile avente una lunghezza temporale pari a 10 sec

ed un fattore di smoothing pari al 5%. In questo caso le frequenze stimate sono: 10.5 Hz per la cabina e 70 Hz per il pilastrino.

In Tab. 1 sono stati sintetizzati i valori delle frequenze fondamentali di vibrazione stimati per le cabine e per i pilastrini.

Tab. 1: Frequenze fondamentali di vibrazione delle cabine e dei pilastrini

Comune	Tipologia	Frequenza fondamentale cabina (Hz)	Frequenza fondamentale pilastrino (Hz)
Scafa	<i>Prefabbricata</i>	10.5	70
San Demetrio	<i>Muratura</i>	6.7	70
Bussi	<i>Muratura</i>	9.5	-
Cittaducale	<i>Muratura</i>	7.3	105

I valori ricavati sperimentalmente per le diverse tipologie di cabine e per i diversi pilastrini differiscono da quelli proposti nei rapporti [ISMES 1] e [ISMES 2]. Tuttavia gli autori dei rapporti ammettono la possibilità che i valori delle frequenze principali di vibrazione, sia per le cabine che per i pilastrini, possano variare in funzione delle condizioni al contorno.

A completamento di questo studio, dopo aver caratterizzato dal punto di vista dinamico le cabine, verranno analizzate le registrazioni delle stazioni accelerometriche ospitate all'interno delle cabine sopraelencate. Tali analisi mireranno all'individuazione di eventuali fenomeni di interazione dinamica struttura-terreno-pilastrino che potrebbero aver compromesso la corretta registrazione del moto in campo libero. Inoltre, alla luce dei risultati ottenuti per la stazione PTZ, sono in corso studi che mirano alla messa a punto di algoritmi per la correzione del segnale 'contaminato' al fine di 'depurarlo' dalla risposta dinamica della struttura.

Ringraziamenti. Questo studio è stato finanziato dal Dipartimento Nazionale di Protezione Civile attraverso la Convenzione DPC-INGV 2007-2009 (Progetto S4).

Bibliografia

Ditommaso R., Mucciarelli M., Gallipoli M.R., Ponzo F.C. (2009a) Effect of a single vibrating building on free-field ground motion: numerical and experimental evidences. Bull Earthq Eng. DOI:10.1007/s10518-009-9134-5

Ditommaso R., Parolai S., Mucciarelli M., Eggert S., Sobiesiak M., Zschau J. (2009b) Monitoring the response and the back-radiated energy of a building subjected to ambient vibration and impulsive action: the Falkenhof Tower (Potsdam Germany). Bull Earthq Eng, DOI: 10.1007/s10518-009-9151-4.

ISMES 1. Doc. RAT-DMM 4155: Analisi del comportamento dinamico delle cabine di trasformazione: Rapporto illustrativo. ISMES s.p.a.

ISMES 2. Doc. RAT-DMM 4093: Analisi del comportamento dinamico dei piastrini di sostegno degli accelerografi: Rapporto illustrativo. ISMES s.p.a.