



CONVEGNO FABRE  
PONTI, VIADOTTI, E GALLERIE ESISTENTI:  
RICERCA, INNOVAZIONE E APPLICAZIONI  
LUCCA, 2-4 FEBBRAIO 2022



## Rilevanza del Foundation Input Motion nella valutazione della risposta di pile da ponte fondate su pali in condizioni sismiche

Stefano Stacul 1<sup>a</sup>, Nunziante Squeglia 2<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale, Università di Pisa

*Parole chiave: Fondazioni su pali, foundation input motion, interazione cinematica, interazione terreno-struttura*

### SOMMARIO

La valutazione della risposta in condizioni sismiche di una struttura fondata su pali, come la pila di un ponte, è solitamente eseguita o mediante modelli su base fissa oppure applicando il metodo delle sottostrutture. Nel primo caso sono trascurate del tutto le interazioni sia di natura inerziale sia di natura cinematica, ovvero, tutte le interazioni tra la pila (e l'impalcato) ed il sistema fondazione-terreno su cui è fondata la sovrastruttura.

Nel secondo caso invece l'analisi richiede l'esecuzione di tre passaggi: (a) il primo passaggio consiste nel valutare il cosiddetto Foundation Input Motion (FIM), ovvero il moto sismico in fondazione così come modificato dalla presenza dei pali, studiando un sistema composto dal terreno e dalla fondazione su pali in assenza della sovrastruttura; (b) il secondo passaggio prevede la valutazione delle funzioni di impedenza dinamiche (molle e smorzatori) del sistema fondazione-terreno; (c) il terzo ed ultimo passaggio consiste nello studio della risposta della sovrastruttura su base deformabile (su molle e smorzatori indicati al punto precedente) e soggetta al FIM.

Molto spesso il metodo delle sottostrutture non viene applicato in maniera del tutto rigorosa, questo, per motivi legati alla non semplice valutazione del FIM specialmente nel caso di fondazioni profonde. Per questo motivo, nella pratica comune, al posto del FIM viene utilizzato direttamente il moto sismico al suolo in condizioni di campo libero (moto in assenza della sovrastruttura e della struttura di fondazione), ovvero il moto free-field.

Questo, tuttavia, significa trascurare del tutto gli effetti dell'interazione terreno-struttura, che in alcune circostanze potrebbero essere benefici. Infatti, i pali di fondazione esercitano un'azione di filtro ("effetto filtro") del moto sismico, che riduce l'ampiezza dell'accelerazione del moto in condizioni di campo libero in quanto solitamente ne filtra le componenti alle alte frequenze. Tale effetto benefico esercitato dai pali diventa significativo nel caso di pali di medio-grande diametro e di sottosuoli caratterizzati da modesta rigidità e resistenza, ovvero, proprio nelle tipologie di sottosuolo dove usualmente è necessario fare ricorso a fondazioni profonde al fine di rispettare la verifica allo stato limite ultimo nei confronti del collasso per carico limite.

Tuttavia, i benefici dovuti all'effetto filtro potrebbero risultare meno marcati o addirittura compromessi nel caso di fondazione profonda composta da un piccolo gruppo di pali, in quanto, il FIM non sarà composto dalla sola componente orizzontale del moto ma anche da una componente rotazionale che può portare ad un peggioramento delle prestazioni sismiche della sovrastruttura, anche rispetto al caso in cui venga considerato il moto in condizioni di free-field. Infine, non è da trascurare il fatto che considerare adeguatamente l'interazione terreno-struttura porterà ad un incremento del periodo fondamentale del sistema rispetto a quello valutato in condizione di struttura su base fissa. Questo potrebbe causare sia effetti positivi sia negativi a seconda delle caratteristiche del sisma (contenuto in frequenza) e del sistema terreno-fondazione-struttura. In conclusione, il presente contributo cercherà di esplorare la rilevanza di un'appropriata valutazione del Foundation Input Motion, comprensivo delle sue componenti orizzontale e rotazionale, sulla risposta di pile da ponte fondate su pali in condizioni sismiche, ed in generale degli effetti dell'interazione terreno-struttura sulla risposta dinamica di queste opere. A questo scopo è stato messo a punto un software che consente di definire il FIM tenendo conto della presenza del gruppo di pali.