



TASQ s.r.l.

Tests & Analysis for
Structural Qualification

Prove Non Distruttive e
Servizi di Ingegneria



Associata all'AIIPND

Prove Non Distruttive
Monitoraggio e Diagnostica
Identificazione strutturale
Verifiche idoneità statica
Progettazione interventi
Consolidamento

Via Brennero, 52 - 38100 Trento - tel.+39 0461 830219 - fax +39 0461 422020 - www.tasq.it - info@tasq.it - P.IVA 02011530223

L'IDENTIFICAZIONE STRUTTURALE

I problemi legati alla manutenzione e all'adeguamento del patrimonio edilizio d'interesse storico ed artistico sono da alcuni anni oggetto di crescente interesse e studio.

Spesso il progettista degli interventi o il collaudatore sono chiamati ad esprimere un giudizio quantitativo sullo stato di integrità della struttura oggetto di analisi.

A tale scopo è necessaria un'accurata diagnosi preventiva del manufatto, mirata all'identificazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e dei più significativi parametri strutturali globali.

Questa operazione si avvale sia della sperimentazione, per la quale sono ormai disponibili sofisticate apparecchiature e metodologie di indagine, sia dell'analisi numerica.

Con l'uso combinato di tali strumenti l'identificazione strutturale punta ad identificare un modello numerico del manufatto capace di fornire previsioni sul suo comportamento in situazioni gravose ed indicazioni progettuali per il restauro e l'adeguamento.

Dal punto di vista tecnico essa consiste nell'applicazione di strategie di calcolo inverso correlando i risultati delle prove (output) con le eccitazioni prodotte nell'effettuare i test (input).

In genere l'identificazione può essere suddivisa in due campi:

- Identificazione statica: l'identificazione dei parametri strutturali avviene mediante eccitazioni di tipo statico di carattere non distruttivo.
- Identificazione dinamica: l'identificazione dei parametri strutturali avviene mediante eccitazioni di tipo dinamico. In termini generali, i metodi dinamici sono un insieme di procedure analitiche e sperimentali che consentono di determinare con precisione alcuni parametri caratteristici di un sistema strutturale, quali, nei casi più comuni, le frequenze naturali ed i corrispondenti modi di vibrare. Poichè questi parametri dinamici dipendono dalle proprietà inerziali, elastiche e di dissipazione del sistema, a partire dai dati sperimentali è possibile valutare l'accuratezza della schematizzazione strutturale di progetto, ovvero quantificare l'incidenza di alcuni particolari strutturali di incerta modellazione analitica, come, ad esempio, quelli che riguardano le condizioni di vincolo o l'interazione terreno-struttura. Inoltre, prove



TASQ s.r.l.

Tests & Analysis for
Structural Qualification

Prove Non Distruttive e
Servizi di Ingegneria



Associata all'AIIPnD

Prove Non Distruttive
Monitoraggio e Diagnostica
Identificazione strutturale
Verifiche idoneità statica
Progettazione interventi
Consolidamento

Via Brennero, 52 - 38100 Trento - tel.+39 0461 830219 - fax +39 0461 422020 - www.tasq.it - info@tasq.it - P.IVA 02011530223

dinamiche ripetute nel tempo possono dare indicazioni sulla posizione e l'intensità di possibili fenomeni di degrado intervenuti durante la vita della struttura.

Le analisi e le valutazioni del comportamento strutturale delle opere civili con l'impiego di metodi dinamici possono essere effettuate principalmente secondo due approcci.

- Il primo – il monitoraggio dinamico - consiste nella elaborazione di dati rilevati da strumentazione di controllo in risposta a disturbi dinamici presenti sulla struttura, di carattere continuativo, come il traffico ferroviario, di superficie e di galleria, oppure saltuario, come le attività di cantieri attigui o impieghi gravosi sporadici.
- Il secondo approccio – che comprende le prove di caratterizzazione dinamica - intende invece sottoporre la struttura ad una eccitazione dinamica forzata di bassa intensità, registrandone la risposta in termini di spostamenti e/o velocità e/o accelerazioni. Per tale scopo vengono installati, a seconda del caso, idonei vibratorii meccanici o idraulici (vibroline), vibratorii elettrodinamici oppure eccitatori elettroidraulici (attuatori).

Le analisi del primo tipo sono, in genere, finalizzate alla valutazione del rischio connesso con la presenza di condizioni di carico dinamiche sulla struttura, vale a dire all'individuazione del grado di pericolosità in funzione dell'intensità, del contenuto in frequenza e della ripetibilità del disturbo. Se la strumentazione di controllo è installata permanentemente, si realizza una rete di monitoraggio.

Le analisi del secondo tipo identificano il comportamento della struttura, descrivendolo per mezzo di opportuni parametri dinamici, quali le frequenze proprie, le forme dei modi di vibrare e le capacità di dissipazione dell'energia. La caratterizzazione così ottenuta consente di calcolare la risposta strutturale a fronte di qualsiasi azione dinamica di caratteristiche note, per esempio un sisma o un'eccitazione comunque impressa alla struttura.



TASQ s.r.l.

Tests & Analysis for
Structural Qualification

Prove Non Distruttive e
Servizi di Ingegneria



Associata all'AIIPND

Prove Non Distruttive
Monitoraggio e Diagnostica
Identificazione strutturale
Verifiche idoneità statica
Progettazione interventi
Consolidamento

Via Brennero, 52 - 38100 Trento - tel.+39 0461 830219 - fax +39 0461 422020 - www.tasq.it - info@tasq.it - P.IVA 02011530223

ESEMPIO APPLICATIVO: CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DI SOLAI

L'indagine consente di valutare il rapporto tra le rigidità di solai aventi la stessa tipologia di struttura portante e grado di vincolo simile. L'obiettivo è quello di classificare i solai di un intero edificio in gruppi omogenei dal punto di vista della rigidità flessionale. Una volta identificati i solai rappresentativi di tali gruppi omogenei, si potrà procedere su di essi ad una prova di carico statica, i cui risultati potranno essere estesi ai solai del gruppo.

Per ogni solaio si prevede:

- la generazione di un'oscillazione mediante percussione a massa battente di impulso; la forza d'impatto generata e l'intervallo di frequenze eccitate dipende dalla massa del martello, dalla rigidità delle superfici e dalla velocità d'applicazione.



- rilievo delle vibrazioni smorzate attraverso uno o più accelerometri triassiali posti sul solaio;





TASQ s.r.l.

Tests & Analysis for
Structural Qualification

Prove Non Distruttive e
Servizi di Ingegneria

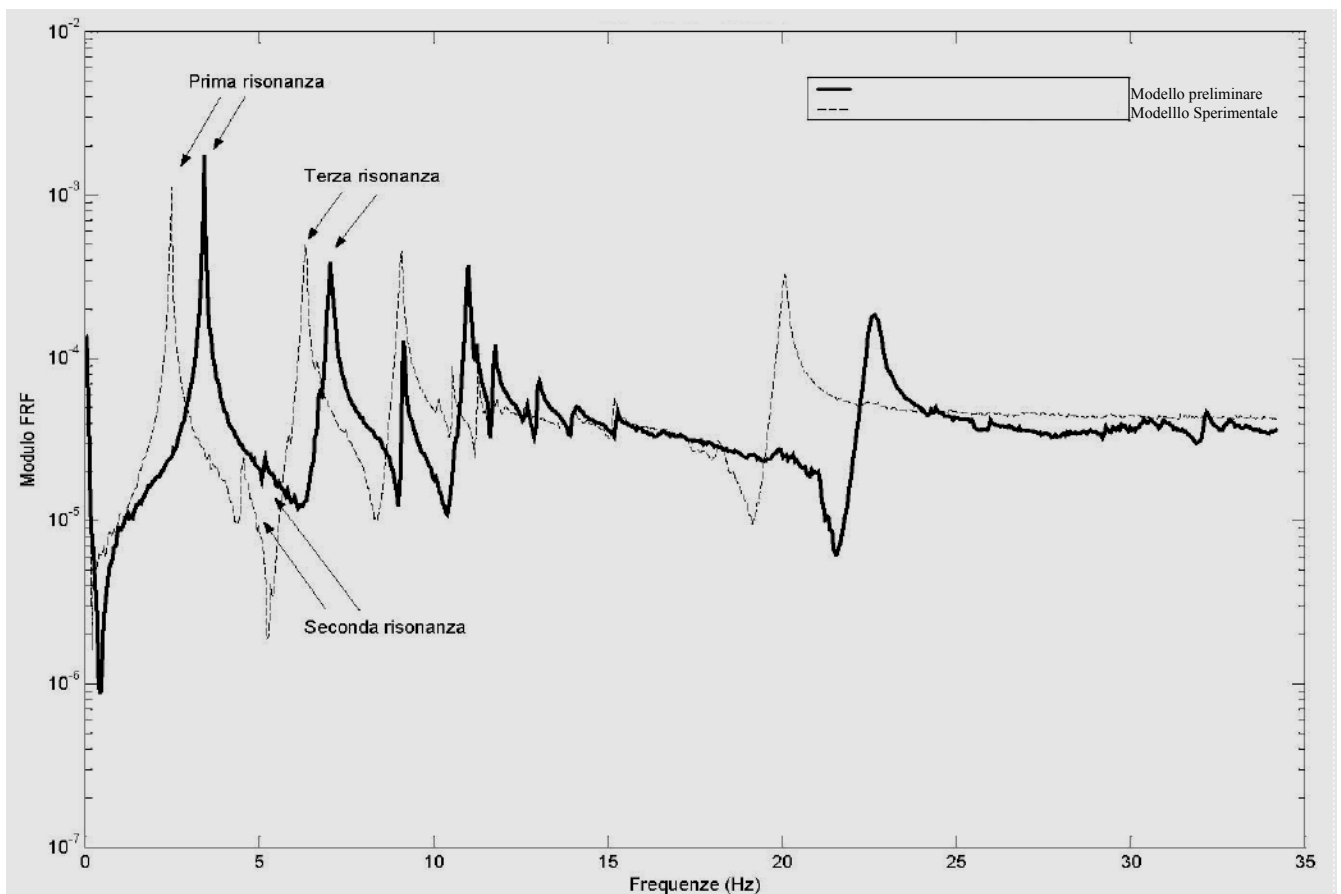


Associata all'AIpND

Prove Non Distruttive
Monitoraggio e Diagnostica
Identificazione strutturale
Verifiche idoneità statica
Progettazione interventi
Consolidamento

Via Brennero, 52 - 38100 Trento - tel.+39 0461 830219 - fax +39 0461 422020 - www.tasq.it - info@tasq.it - P.IVA 02011530223

- elaborazione dei dati con interpretazione mediante la teoria dell'elasticità: analisi in frequenza dei segnali accelerometrici in trasformata di Fourier e individuazione della frequenza dei primi modi di vibrare;



- Creazione del “modello sperimentale”; conoscendo in modo dettagliato i pesi, la geometria e le caratteristiche dei materiali, la prova di identificazione dinamica consente di acquisire informazioni in merito alla rigidità, al modulo elastico e al grado di vincolo della struttura da analizzare. Al fine di ottenere tali informazioni, si inizia con la creazione un modello numerico



TASQ s.r.l.

Tests & Analysis for
Structural Qualification

Prove Non Distruttive e
Servizi di Ingegneria

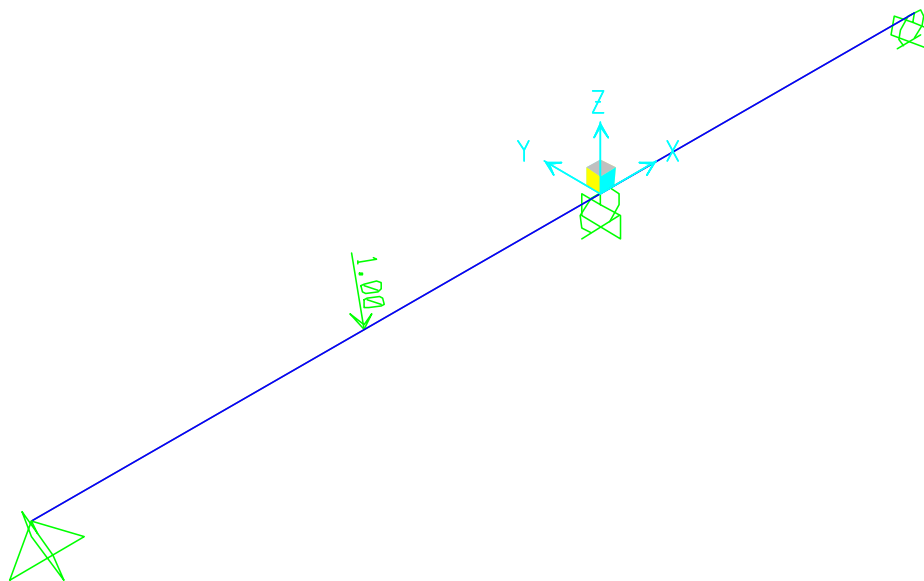


Associata all'AIIPND

Prove Non Distruttive
Monitoraggio e Diagnostica
Identificazione strutturale
Verifiche idoneità statica
Progettazione interventi
Consolidamento

Via Brennero, 52 - 38100 Trento - tel.+39 0461 830219 - fax +39 0461 422020 - www.tasq.it - info@tasq.it - P.IVA 02011530223

agli elementi finiti e la simulazione del comportamento strutturale, studiando la risposta nei



confronti di una eccitazione dinamica. Si esegue un'analisi numerica modificando i principali parametri elastici non conosciuti direttamente e non misurabili, con lo scopo di ottenere un modello “sperimentale” che possieda le stesse frequenze ottenute sperimentalmente (identificando così ad esempio il grado di vincolo del solaio mediante la stima del fattore $f^2L^4 = k EJ$ essendo f la prima frequenza, L la luce, E il modulo elastico, J il momento d'inerzia e k una costante di proporzionalità). Il continuo confronto tra l'analisi teorica e quella sperimentale consente di affinare sempre più il modello numerico, fino alla sua ottimizzazione, ossia fino alla restituzione delle stesse frequenze e degli stessi modi di vibrare rilevati sperimentalmente. Raggiunta una soddisfacente corrispondenza tra il comportamento dinamico sperimentale e analitico, si individuano le grandezze caratteristiche equivalenti, con le quali è possibile eseguire il calcolo (o collaudo) statico.