



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

Prof. Antonello Salvatori

Curriculum scientifico

(Aggiornato il 19/11/2014)

L'attività di ricerca svolta è stata indirizzata:

- allo studio della meccanica delle strutture in campo non lineare, con approccio di tipo analitico e numerico per la caratterizzazione di fenomeni caotici in sistemi dinamici rappresentativi di problemi strutturali;
- alla modellazione e lo studio del comportamento non lineare di sistemi a più gradi di libertà, ed allo sviluppo di tecniche di parallelizzazione di procedure di calcolo per sistemi dinamici su elaboratori massicciamente paralleli.
- all' indagine sulle attività di ricostruzione e riparazione di edifici in muratura in seguito a sismi di media intensità, e l'analisi di edifici in muratura siti nell'Abruzzo interno, al fine di comprendere i meccanismi di deterioramento delle strutture, e di provvedere a definire un Codice di Pratica omogeneo per la zona analizzata.
- allo studio degli elementi di muratura sottoposti ad azioni orizzontali, e dell'interazione fra la modellazione di strutture in murature ed il comportamento fisico - chimico dei materiali costituenti (in collaborazione con il Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di L'Aquila);
- allo studio ed all'analisi di edifici in muratura siti nell'Abruzzo interno, al fine di comprendere i *meccanismi di deterioramento delle strutture*, e di provvedere alla definizione di un modello di Codice di Pratica omogeneo per la zona analizzata;
- allo studio ed all'analisi e modellazione dinamica di murature, con particolare riferimento alle strutture monumentali, con metodologie tipiche della modellazione a blocchi rigidi, in relazione a modellazioni differenti;
- allo studio ed alla caratterizzazione di azioni non note derivanti da sorgenti non deterministiche su strutture monumentali archeologiche mediante tecniche di acquisizione sperimentali dei dati di accelerazione e velocità su elementi delle strutture stesse.
- allo studio ed all'analisi di ponti di differente tipologia e delle relative problematiche legate all'azione sismica ed all'azione del vento, ed all'interazione dinamica pedone ? struttura nel caso delle passerella pedonali.
- all'analisi del comportamento di strutture in zona sismica, con particolare riferimento alle strutture con isolamento sismico alla base.

Tali attività sono compendiate nelle pubblicazioni di cui alle pagine successive.

I settori di ricerca variamente articolati al loro interno nei quali il sottoscritto ha lavorato sono, più specificamente, i seguenti:

5.1 Dinamica non lineare e caotica in meccanica strutturale.



Studio delle transizioni fra risposta periodica e caotica, e caratterizzazione delle risposta caotica, per sistemi ad 1 g.d.l..

In questo ambito è stato analizzato un sistema dinamico, descritto da un'equazione con non linearità quadratiche e cubiche, che descrive le oscillazioni piane di ampiezza finita di strutture quali archi ribassati o cavi sospesi vibranti con una forma spaziale assegnata. I coefficienti dei termini non lineari sono funzione delle proprietà elasto-geometriche delle strutture analizzate; in particolare i valori utilizzati sono relativi ad un cavo sospeso sottoposto ad una forzante armonica nel piano verticale.

Dopo che, in una precedente fase dell'attività di ricerca, sono state determinate le leggi frequenza-ampiezza della risposta in regime di risonanza primaria, delle risonanze subarmoniche 1/2 ed 1/3, e delle risonanze superarmoniche 2 e 3, mediante il metodo del bilancio armonico, e mediante la teoria di Floquet è stata analizzata la stabilità delle soluzioni periodiche ottenute per via analitica, e sono state determinate, nello spazio dei parametri di controllo dell'eccitazione, le zone

critiche in cui si hanno fenomeni di biforcazione e transizione al caos, utilizzando algoritmi per il calcolo degli esponenti di Lyapunov

sia per sistemi non lineari di equazioni differenziali, sia per serie sperimentali di dati rappresentanti la storia di moto di un sistema dinamico, in maniera da valutarne la caoticità, per convalidare i risultati ottenuti mediante le espressioni analitiche delle soluzioni della risposta del sistema, ed esaminare le possibilità di transizione al caos, sono state ottenute mediante indagini numeriche carte di comportamento

nello spazio dei parametri di controllo, in cui è stato possibile individuare le zone di transizione da una soluzione ad un'altra, e le zone a comportamento caotico. Altri strumenti d'indagine sono stati utilizzati per analizzare la caoticità delle soluzioni

: leggi temporali delle storie di moto, mappe di Poincaré, trasformate di Fourier e diagrammi di biforcazione, analisi del comportamento delle varietà invarianti di punti di sella diretti ed inversi delle molteplici soluzioni caratterizzanti la risposta completa non lineare del sistema.

In particolare sono state implementate varie versioni degli algoritmi di integrazione del sistema non lineare (basati sul metodo di Runge-Kutta a quattro punti, opportunamente calibrato riguardo ai parametri operativi), in maniera da ottenere, sia su sistemi Dos che su sistemi Unix e su piattaforme parallele T800 degli algoritmi efficaci per la creazione di differenti quadri di risposta delle soluzioni.

Per approfondire la conoscenza del comportamenti del sistema, specialmente riguardo alle fasi di transizione da moti periodici a moti caotici, è stato necessario effettuare uno sviluppo ex-novo di un algoritmo di path-follower in grado di seguire la risposta al variare di un parametro di controllo.

Con questo algoritmo è stato possibile ottenere delle curve di risposta frequenza-ampiezza del sistema dinamico non lineare per via totalmente numerica, e, per mezzo dell'analisi di Floquet determinare la stabilità delle soluzioni ottenute; tali soluzioni sono state confrontate con quelle ottenute per via analitica mediante il metodo del bilancio armonico, conseguendo buoni risultati in particolar modo nella zona di risonanza primaria, della subarmonica 1/2 ed 1/3, mentre si sono avuti alcuni scostamenti nella zona delle risonanze superarmoniche, dovute al fatto che, per motivi di complessità analitica, non sono state prese in considerazione nel bilancio armonico soluzioni di ordine superiore al terzo.

Sono state ottenute delle curve di risposta frequenza-ampiezza del sistema dinamico non lineare per via totalmente numerica, e, per mezzo dell'analisi di Floquet è stata determinata la stabilità delle soluzioni ottenute; tali soluzioni sono state confrontate con quelle ottenute per via analitica mediante il metodo del bilancio armonico, e dopo i risultati ottenuti in particolar modo nella zona di risonanza primaria, della subarmonica 1/2 ed 1/3, sono stati ottenuti nuovi risultati per la zona delle risonanze superarmoniche, evidenziando alcuni scostamenti nella zona delle risonanze superarmoniche fra soluzioni completamente numeriche e soluzioni analitiche, dovute al fatto che, per motivi di complessità analitica, non sono state prese in considerazione nel bilancio armonico soluzioni di ordine superiore al terzo. È stata individuata una classe di biforcazioni non esistente nelle altre zone di indagine nello spazio dei parametri di controllo, coinvolgenti soluzioni instabili con la creazione di un'unica soluzione stabile di periodo 1, a partire da una biforcazione tipo pitchfork inversa di una soluzione instabile di periodo 2.

b)Analisi delle biforcazioni globali.

È stato successivamente elaborato un algoritmo per il calcolo dei bacini di attrazione in condizioni iniziali per il sistema non lineare, basato sul cell-to-cell mapping method; tale algoritmo è stato implementato sia su sistemi Dos che su sistemi Unix, in maniera da ottenere velocemente la risposta completa del sistema, per un fissato valore dei parametri di controllo, nello spazio delle condizioni iniziali.

L'analisi dei fenomeni di biforcazione e crisi

è stata possibile, oltre che per mezzo degli strumenti d'indagine descritti, anche tramite lo sviluppo di algoritmi di calcolo delle varietà invarianti

delle soluzioni instabili. Infatti, dallo studio della variazione della struttura delle varietà al variare del parametro di controllo è possibile determinare le tangenze e le connessioni tra varietà differenti dello stesso punto instabile o di vari punti instabili; tali tangenze determinano l'evoluzione della soluzione (e dei relativi domini di attrazione) verso attrattori

caotici, o verso vari tipi di biforcazioni e di crisi (scomparsa improvvisa nello spazio dei parametri di controllo di una soluzione caotica, allargamento di un attrattore caotico, fusione di più parti di soluzioni caotiche a formare un'unica soluzione caotica, scomparsa di una soluzione caotica dovuta alla nascita, tramite biforcazione del tipo sella-nodo, di una nuova soluzione periodica).

L'indagine è stata estesa principalmente (per il sistema dinamico considerato), alle zone di risonanza subarmonica $1/2$.

In queste due differenti zone sono stati messi in evidenza i comportamenti delle varie soluzioni presenti al variare della frequenza della forzante, analizzando in particolare le zone in cui si hanno fenomeni particolari (vari tipi di crisi: boundary crisis, interior crisis di tipo I e II, subduction) o biforcazioni determinanti per comprendere l'evoluzione del sistema da un tipo di soluzione ad uno differente.

Il comportamento dell'oscillatore 1 g.d.l. è stato approfonditamente analizzato tramite gli strumenti computazionali sviluppati, e sono state determinate classi topologiche di comportamento dipendenti dalla struttura delle varietà stabili ed instabili; è stato così possibile individuare le cause di insorgenza di diversi fenomeni caotici o di biforcazioni e crisi. In particolare, è stato messo in evidenza il ruolo che la chaotic saddle gioca nell'evoluzione del sistema nello spazio dei parametri di controllo, e la relativa caratterizzazione topologica.

5.2 Modellazione delle transizioni in regime non lineare tra risposta periodica e risposta caotica di sistemi a più g.d.l..

Modelli ad 1 g.d.l., utili a descrivere la risposta del sistema in un particolare sottospazio, e basati sull'ipotesi di conservazione di specifiche forme modali nel moto dello stesso, non sono in generale sufficienti per descrivere realisticamente il comportamento dinamico complesso di sistemi strutturali continui.

Pertanto, alcuni degli algoritmi visti sono stati recentemente sviluppati anche per sistemi a più g.d.l.

., anche in relazione ad una parallela attività sperimentale su un modello di cavo con masse concentrate svolta nel Laboratorio di Dinamica Nonlineare del D.I.S.A.T. dell'Università degli Studi di L'Aquila. Il modello meccanico di riferimento è un sistema a 4 g.d.l..

Le complessità dovute al maggior numero di gradi di libertà del problema non lineare comportano una maggiore difficoltà nell'analisi computazionale, sia per la aumentata complessità degli algoritmi di calcolo, sia per il maggior onere computazionale necessario per individuare i comportamenti del sistema.

è stato effettuato uno studio dei sistemi di calcolo massicciamente paralleli

, con l'obiettivo di parallelizzare le procedure al fine di minimizzare i tempi computazionali richiesti da un problema dinamico alto-dimensionale

. Alcune procedure di calcolo parallelo sono state in precedenza sviluppate per sistemi del tipo Transputer T800 (in particolare sono state parallelizzate procedure per il calcolo delle varietà dei punti di sella, e delle curve di risposta-ampiezza delle soluzioni stazionarie dell'oscillatore ad 1 g.d.l.), prima di procedere all'implementazione di esse su sistemi Unix ad architettura RISC, notevolmente più efficienti dei sistemi T800 dei primi anni '90.

Per i sistemi a più g.d.l. occorre utilizzare macchine basate su architettura RISC massicciamente parallele, e pertanto si sono riscritti alcuni algoritmi (in particolare il complesso algoritmo del cell mapping) in maniera da utilizzare l'ambiente PVM (Parallel Virtual Machine) esistente sul Cray T3D a 128 processori operante presso il CINECA di Casalecchio di Reno (BO). Sono stati in tale modo condotti dei test di verifica di funzionamento dell'algoritmo, prima di analizzare il comportamento nello spazio delle celle di soluzioni periodiche e caotiche di oscillatori a molti gradi di libertà.

Lo studio è proseguito passando dal calcolatore massicciamente parallelo T3D al nuovo supercomputer, anch'esso MPP, Cray T3E, continuando l'implementazione e l'ottimizzazione degli algoritmi per sistemi dinamici non lineari a molti gradi di libertà.

5.3 Modellazione di elementi di muratura sottoposti ad azioni orizzontali.

In questo filone di ricerca, sviluppato congiuntamente ai Proff. Beolchini e Tatone dell'Università degli Studi di L'Aquila, è stata effettuata l'analisi del comportamento a rottura di pannelli in muratura di mattoni sottoposti ad azioni verticali ed orizzontali. In particolare, utilizzando un algoritmo sviluppato presso l'Università della Calabria dal Prof. Casciaro e dal Dott. Sansalone, in cui la muratura viene scomposta nelle componenti a comportamento definito mattoni + malta interstiziale, con caratteristiche elastiche lineari e non lineari. L'algoritmo modella in maniera semplice il comportamento meccanico del complesso malta più mattoni, ipotizzando i mattoni quali blocchi rigidi, e la malta quale struttura a comportamento elastico non lineare, debolmente reagente a trazione, che vincola i mattoni tra di loro, sia nel giunto di letto che nel giunto di testa, con vincoli elastici non lineari in direzione

Sulla base di risultati sperimentali di bibliografia, sono state effettuate indagini numeriche mediante l'applicazione di tale algoritmo, al fine di individuare i parametri di comportamento dei materiali costituenti i pannelli murari, sia con un'analisi lineare, che con un'analisi non lineare. La calibrazione dell'algoritmo si è presentata alquanto complessa, poiché, in relazione anche all'entità delle azioni verticali, il diagramma di risposta F-d della parete in genere si presenta con minore duttilità rispetto ai risultati sperimentali, ottenendo forze limiti inferiori a quelle risultanti sperimentalmente. Inoltre, la

determinazione esatta del risultato in termini di diagrammi F-d della parete dipende in maniera molto sensibile dalle condizioni sperimentali di prova, con particolare riferimento ai vincoli imposti in sommità della muratura. I risultati ottenuti per l'analisi lineare, sotto molteplici combinazioni di carico sia orizzontale che verticale,

hanno evidenziato i limiti dell'analisi lineare nella modellazione di tali pannelli murari, legati sostanzialmente alla rottura del primo giunto di malta. Le successive indagini sul comportamento a rottura

dell'intero pannello hanno evidenziato come la scelta del dominio di rottura della malta, anello debole anche nelle prove sperimentali base, porti a variazioni significative della pendenza dei tratti del diagramma carico - spostamenti, pur con la costanza dei valori elastici nei vari tratti. L'analisi non lineare è risultata quindi significativa fino alla rottura dei primi giunti di malta, sia verticali di

testa che di letto, mentre, con questo algoritmo, fornisce risultati sui valori di rottura dell'intero pannello murario modellato inferiori (anche fino alla metà, in alcuni dei calcoli sviluppati) rispetto al relativo riscontro sperimentale. I risultati sono in pratica coincidenti con quelli relativi all'analisi sperimentale fino alla rottura dei primi

10 - 15 giunti, sia di letto che di testa, mentre l'analisi dell'equilibrio

limite fornisce una curva di inviluppo di rottura con pendenza più bassa a partire dalla rottura dei giunti successivi. Dalle analisi effettuate si è potuto notare come, in generale, il criterio di rottura

utilizzato per l'analisi della malta influenzi in maniera bassa sia la

modalità di fessurazione della parete, sia l'entità della forza ultima sul

pannello di muratura. Inoltre, anche la presenza o meno dei giunti di

malta verticali fra i mattoni influenza in maniera decisamente bassa la resistenza ultima del pannello murario.

Ad integrazione di questa ricerca, onde poter costituire la base di ricerca per elementi in muratura non composti da muratura di mattoni, bensì da tipologie murarie tipiche delle zone interne dell'Italia Centrale (muratura in pietrame con molteplici varianti), sono stati condotti diversi studi su edifici in muratura della Regione Abruzzo, al fine di valutare il comportamento dinamico degli stessi, sotto sisma o sotto l'azione dinamica del traffico, in relazione alla tipologia costruttiva, alle caratteristiche meccaniche dei materiali ed alle caratteristiche fisico-chimiche degli stessi (mattoni, pietre e malte). Si tratta di una ricerca a carattere interdisciplinare,

condotta congiuntamente con il Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali dell'Università di L'Aquila.

Sono stati analizzati e comparati tra di loro diverse strutture in un'area territorialmente omogenea (la fascia costiera della Regione Abruzzo), al fine di giungere alla comprensione delle possibili cause di dissesto strutturale di simili edifici monumentali in muratura della stessa area. È stato inoltre esaminato il comportamento di un ponte in muratura, quale campione complesso di struttura in muratura, al fine di valutare l'effetto di tecniche di intervento mirate al consolidamento strutturale di strutture caratterizzate da un comportamento dinamico complesso.

La ricerca è attualmente in corso. In particolare si stanno esaminando i comportamenti comparati di due strutture monumentali particolari, la Chiesa di S.Pellegrino in Bominaco (AQ) ed il Palazzo Ducale di Tagliacozzo (AQ), al fine di valutare il comportamento dinamico delle strutture, ed il relativo modello di danneggiamento sotto l'azione sismica, in funzione del degrado delle componenti strutturali, e del degrado dei materiali analizzato mediante spettrofotometria di massa, analisi chimiche, analisi granulometriche delle malte, analisi fisiche ed analisi meccaniche. Scopo di tale ricerca è quello di giungere a definire un particolare modello integrato degli elementi murari, che tenga conto non solo delle peculiarità strutturali nell'analisi sismica di un edificio in muratura a carattere monumentale, ma definisca anche un criterio oggettivo legato all'età ed allo stato di degrado dei singoli materiali componenti, al fine di poter definire con efficacia le tecniche di intervento di riabilitazione delle strutture stesse.

5.4 Analisi degli edifici in muratura.

a) Analisi degli interventi di riattazione dovuti a sismi di media intensità.

In questo ambito la ricerca, svolta in collaborazione con

il G.N.D.T.-C.N.R., riguarda l'analisi dell'intero processo di riattazione nel caso di sismi con intensità media. Prendendo come caso campione il terremoto del maggio 1984 nel Parco Nazionale d'Abruzzo, sono stati analizzati *interventi di riattazione*

al fine di valutarne, in ambito sia tecnico che economico, l'efficacia. L'ambito tecnico riguarda le modalità costruttive e progettuali a livello di elementi strutturali, mettendo in risalto le eventuali deficienze dei *modelli di calcolo*

usati e le loro possibilità di impiego nell'ambito di un tessuto urbano costituito da edifici in muratura. L'ambito economico riguarda i rapporti tra gli investimenti effettuati in relazione alla *tipologia strutturale*

, e lo studio dell'ottimizzazione della spesa in relazione al grado di sicurezza ottenibile. La ricerca comprende inoltre lo studio di

una serie di fattori tecnico-economici, per tenere in conto la variabilità del problema. Sintesi della ricerca è stata una relazione,

depositata presso il G.N.D.T. sull'efficacia della riattazione per il sisma del 7-11 maggio 1984 nella valle del Sangro, corredata di

b) Analisi dei comportamenti strutturali e confronto mediante un Codice di Pratica.

È stato analizzato il comportamento di edifici in muratura inseriti in tessuti urbani ben definiti, al fine di comprendere i meccanismi di collasso

delle strutture, onde poter prevedere la stesura di un Codice di Pratica omogeneo per la zona interessata, riguardante in generale tutto l'Abruzzo interno, con particolare riferimento ai centri in abbandono. Sono stati quindi esaminati dei centri campione nell' Abruzzo in provincia di L'Aquila (in particolare i centri di S.Stefano di Sessanio, Castel del Monte, Camarda e Navelli), in provincia di Pescara (Penne, Loreto Aprutino), in provincia di Chieti (Lettomanoppello, Guardiagrele, Gessopalena) ed in provincia di Teramo (Campli, Civitella del Tronto), in cui è stata effettuata un'indagine volta a conoscere le tipologie murarie presenti, le tecniche costruttive ed il comportamento statico e dinamico sotto differenti condizioni ambientali. È stata dapprima condotta un'indagine di rischio sismico

, a cui è stato associato un rilievo del danno per gli edifici considerati, e sono stati messi in risalto i cinematismi ed i meccanismi di collasso delle varie parti strutturali componenti l'edilizia ordinaria in muratura. Infine, le informazioni raccolte sono state utilizzate come base al fine di preparare uno schema di Codice di Pratica omogeneo per l'area territoriale in esame.

Le indagini svolte hanno confermato la significatività dei centri campione prescelti, e lo studio è stato quindi esteso ai centri maggiori della zona, in particolare al nucleo storico della città di L'Aquila, che contiene in sé sia caratteristiche evidenziate nei centri campione, sia caratteristiche non presenti in questi, con particolare riferimento all'edilizia monumentale.

La ricerca è stata svolta in coordinazione con la Regione Abruzzo, servizio per la Protezione Civile, per definire un database su base informatica facilmente utilizzabile dagli utenti finali (Amministrazioni, Enti) di caratteristiche tipologiche strutturali di edifici in muratura tipiche delle varie zone della Regione Abruzzo stessa, comprendente le modalità di danno e di collasso, ed un database relazionale di tecniche di intervento tipiche, definibili in base all'analisi delle strutture, dei materiali e delle modalità di danno.

5.5 Modellazione dinamica della muratura mediante analisi dei blocchi rigidi.

In questo filone di ricerca si inserisce uno studio che tratta della modellazione di campi di muratura, individuati secondo criteri ben determinati sulla base di altre analisi computazionali su modelli di chiese in muratura, mediante analisi della muratura considerata come sovrapposizione di blocchi rigidi, a partire dal modello di Housner. Il problema, alquanto complesso, viene trattato inizialmente con due blocchi rigidi sovrapposti, in cui viene considerato esclusivamente il moto di rocking, sottoposti ad eccitazione deterministica di natura armonica.

La risposta non lineare del sistema è tale da permettere la parametrizzazione della struttura sulla base sia delle condizioni iniziali, che delle condizioni al contorno. Il lavoro è attualmente in fase di svolgimento, al fine di ottenere un quadro significativo dei comportamenti dinamici non lineari tipici dei problemi di blocchi rigidi. Vengono studiati i fenomeni di transizione ai moti regolari, quasi periodici e caotici, e il problema del fenomeno di escape della soluzione, che si traduce solitamente nel collasso strutturale della porzione di muratura interessata dal moto di blocco rigido. Sono stati calibrati alcuni algoritmi, relativi al moto del blocco rigido singolo su base rigida, onde poter sviluppare le equazioni del moto, ed effettuare un'analisi completa nell'Attractor - Basin - Manifold - Phase - Portrait, in modo da poter individuare, nello spazio dei parametri di controllo della struttura, le transizioni fra risposta periodica e caotica, e la relativa caratterizzazione delle risposta caotica, e l'analisi delle biforcazioni globali.

5.6 Analisi delle vibrazioni indotte da traffico su monumenti archeologici.

In collaborazione con la Soprintendenza Archeologica di Roma è stato iniziato uno studio relativo alla caratterizzazione di azioni non note derivanti da sorgenti non deterministiche su strutture monumentali in muratura mediante tecniche di acquisizione sperimentali dei dati di accelerazione e velocità su elementi delle strutture stesse. Una prima fase della ricerca, tuttora in corso, è stata caratterizzata dall'acquisizione dei dati di vibrazione indotta dal traffico ferroviario (stazione Termini in Roma) e tranviario sul monumento degli Horti Liciniani (c.d. di Minerva Medica) in Roma, in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica di Roma. Le serie di dati acquisite mediante accelerometri Sprengnether HSA in varie configurazioni di posizione hanno permesso il monitoraggio di molteplici serie di dati in accelerazione con una risoluzione di scala dello 0.00002%, con una frequenza di campionamento pari a 2 kHz, con durata di 30 secondi per ogni evento. I dati rilevati sono stati analizzati ed elaborati, ottenendo diagrammi di accelerazione e di velocità, trasformate di Fourier, funzioni di densità spettrale di potenza in termini di velocità e di accelerazione e funzioni di coerenza. Lo studio degli effetti delle vibrazioni su monumenti simili ai fini della ricostruzione della forzante non nota in sorgente è reso più complesso dalle caratteristiche dell'edificio, in cui la massa e la conformazione geometrica del monumento stesso non è tale da presentare forme di vibrazione modali ben definite. La ricerca è in fase di ulteriore sviluppo, con previsioni di ulteriori acquisizioni di serie di dati di accelerazione, dalle medesime sorgenti, in posizioni differenti, per ricostruire una funzione spettrale di accelerazione quale involucro degli spettri di accelerazione rilevati durante tutte le acquisizioni. Scopo della ricerca è la previsione di valori di soglia di vibrazione tali da indurre danneggiamenti nelle malte e nelle murature di beni archeologici. La ricerca è attualmente in corso presso l'Università degli Studi "G. D'Annunzio" di Chieti e Pescara.

5.7 Analisi e modellazione di ponti ed interazione dinamica con l'azione sismica e con l'azione del vento.

È stata effettuata una indagine sul comportamento dinamico di alcune tipologie di ponti, in muratura ed in acciaio, in relazione all'interazione di tali strutture con l'azione sismica e con l'azione del vento. L'attività più recente concerne lo studio dell'interazione pedone - struttura nelle passerelle pedonali, i cui primi risultati sono stati presentati nel 2008.

È in corso di sviluppo un modello teorico di forzante dinamica rappresentativa del moto pedonale in condizioni sincrone ed asincrone sull'impalcato di strutture leggere da ponti, in condizioni di non linearità delle strutture e di controllo delle vibrazioni rispetto alle soglie di tollerabilità e danneggiamento delle strutture stesse. Vengono inoltre studiate le interazioni di strutture da ponte in condizioni di isolamento sismico con l'azione dinamica alla base indotta dal sisma.

L'obiettivo della ricerca è l'estensione, nell'anno in corso, della caratterizzazione dinamica di alcuni dei parametri valutati per gli edifici in situ, al fine di porre una valutazione obiettiva delle caratteristiche di adattabilità delle tecniche di protezione passiva, con particolare riferimento all'isolamento sismico, per strutture non progettate e realizzate con i criteri antisismici del capacity design, ed in grado tuttavia di manifestare una certa resistenza residua alle azioni dinamiche di tipo sismico.

Verrà quindi valutata l'adozione di tecniche innovative di protezione dalle vibrazioni (di natura sismica e non), in riferimento all'applicazione, in retrofitting, dei concetti di capacità residua per strutture originariamente non realizzate per resistere a tale tipologia di sollecitazioni di natura dinamica. In particolare, la parte applicativa della ricerca potrà avere luogo in edifici effettivamente danneggiati dal sisma del 6 aprile 2009, con apposite convenzioni da definire o in corso con gli enti o i privati proprietari.

Si prevede in particolare di migliorare lo sviluppo della tecnica relativa all'applicabilità dell'isolamento sismico con tecnica del tunnelling sugli edifici monumentali in muratura, tramite la collaborazione con l'ENEA e con il Politecnico di Torino.