


CURRICULUM VITAE

(Aggiornato al 06/05/2017)

Nome Cognome Luogo e Data di nascita Indirizzo Telefono Mobile Telefono Fisso e-mail1 e-mail2	Michele Morici [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]	
POSIZIONE ATTUALE	Assegnista di Ricerca presso l'Università di Camerino – SAAD Dal 1 luglio 2016 ad oggi è assegnista di ricerca presso l'Università di Camerino – Settore ICAR09 – Scuola di Architettura e Design – Sede di Ascoli Piceno.	

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

2014	<ul style="list-style-type: none">In data 06/03/2014 consegue il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria dei Materiali delle Acque e dei Terreni, presso l'università Politecnica delle Marche discutendo la tesi di dottorato dal titolo "<i>Dynamic Behaviour of Deep Foundations with Inclined Piles</i>", tutor Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli, Co-Tutor Ing. Fabrizio Gara.
2012	<ul style="list-style-type: none">In data 12/03/2012 si iscrive all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Ancona (matr. 3607).
2010	<ul style="list-style-type: none">Nel Dicembre del 2010 (seconda sessione 2010) è abilitato all'esercizio della professione di ingegnere nel settore Civile e Ambientale, Industriale dell'Informazione, con votazione complessiva di 231/240, conseguito presso l'Università Politecnica delle Marche.Nel novembre del 2010 supera il concorso per l'ammissione alla Scuola di Dottorato di Ricerca della Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche, in "Scienze dell'Ingegneria" - Curriculum: Ingegneria dei Materiali, delle Acque e dei Terreni - XII ciclo n.s.In data 22/07/2010 consegue la Laurea in Ingegneria Civile (ordinamento previgente D.M. 509/99) presso l'Università Politecnica delle Marche, con votazione 110/110 e Lode, con una tesi di ricerca dal titolo: "<i>La modellazione del rilevato nell'analisi di interazione dinamica terreno-struttura di ponti ancorati alla spalla</i>" – Relatore Prof. Ing. Luigino Dezi.
2000-2010	<ul style="list-style-type: none">Frequenta il corso di laurea in Ingegneria Civile - Curriculum Strutture - presso l'Università Politecnica delle Marche includendo nel percorso di studio i seguenti esami di strutture: SCIENZA DELLE COSTRUZIONI TECNICA DELLE COSTRUZIONI TEORIA DELLE STRUTTURE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA LABORATORIO DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI PROGETTO DI STRUTTURE RIABILITAZIONE STRUTTURALE

	STRUTTURE SPECIALI
	TEORIA E PROGETTO DEI PONTI
	TEORIA E PROGETTO DELLE COSTRUZIONI IN ACCIAIO
2000	Nel luglio del 2000 consegue il Diploma di Maturità Tecnica di GEOMETRA (progetto 5) presso il l'Istituto Tecnico Statale e per Geometri "A. Morea" di Fabriano con la votazione di 100/100.

FORMAZIONE POST LAUREA

2016	<ul style="list-style-type: none"> • Corso di "Fondamenti di dinamica e analisi modale sperimentale ed operativa delle strutture" - giorni 23/24 giugno presso Università degli Studi della Repubblica di San Marino.
2015	<ul style="list-style-type: none"> • Corso di Perfezionamento Avanzato coordinato dal Prof. Alberto Burghignoli (Università di Roma – La Sapienza): "Interazione Terreno-Struttura" – dal 7 all'8 ottobre 2015 organizzato presso il CISM (Centre International des Sciences Mécaniques - International Centre for Mechanical Sciences) Udine.
2014/2015	<ul style="list-style-type: none"> • Tirocinio Formativo Attivo (T.F.A.) in COSTRUZIONI, TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI E DISEGNO TECNICO (A016 - COSTRUZIONI, TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI E DISEGNO TECNICO), di crediti complessivi 60, presso l'Università di Camerino.
2013	<ul style="list-style-type: none"> • Incontri di lavoro organizzati dal dipartimento di protezione civile in collaborazione con Reluis su: "La gestione tecnica dell'emergenza sismica rilievo del danno e valutazione dell'agibilità" – 15/16 aprile 2013 Roma, e 11 giugno 2013 Bologna.
2012	<ul style="list-style-type: none"> • Corso breve in: "Progettazione e Valutazione di Capannoni Industriali ed Edifici Prefabbricati Pluripiano in Zona Sismica", presso l'EUCENTRE, ROSE School (European School for Advanced Studies in Earthquake Engineering). Pavia 26-27 Ottobre 2012.
2011	<ul style="list-style-type: none"> • Giornata di studio: "Controlli di Accettazione dei Materiali da Costruzione, Indagini non Distruttive e Monitoraggio delle Strutture Civili" organizzato presso l'Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Architettura – 3 dicembre 2011. • Corso avanzato (Advanced Professional Training) su: "ANALYSIS OF CREEP AND SHRINKAGE EFFECTS IN CONCRETE STRUCTURES", organizzato presso il CISM (Centre International des Sciences Mécaniques - International Centre for Mechanical Sciences) di Udine – 23-27 Maggio 2011.

IDONEITÀ E CERTIFICAZIONI

2016	<ul style="list-style-type: none"> • Certificazione di II livello per il personale addetto alle prove non distruttive (PND) per il monitoraggio strutturale (MO) per il settore INGEGNERIA CIVILE, BENI CULTURALI ED ARCHITETTONICI, ottenuta in data 25/06/2016.
------	--

- | | |
|------|---|
| 2015 | <ul style="list-style-type: none"> • Diploma di Tirocinio Formativo Attivo (T.F.A.) ed abilitazione all'insegnamento nella scuola secondaria di secondo grado per l'insegnamento di COSTRUZIONI, TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI E DISEGNO TECNICO (A016), riportando la votazione di 98/100 (novantotto su cento), conseguita presso l'Università di Camerino in data 23/07/2015. • Idoneità su: "<i>La gestione tecnica dell'emergenza sismica rilievo del danno e valutazione dell'agibilità</i>" (compilatore abilitato schede AeDES) in data 17/06/2015 ed è iscritto nella sezione ReLUIS del Nucleo Tecnico di cui al DPCM 8 luglio 2014. |
|------|---|

ATTIVITA' DI INSEGNAMENTO E SUPERVISIONE

INSEGNAMENTI UNIVERSITARI TENUTI COME PROFESSORE A CONTRATTO

Con riferimento all'attività di docenza universitaria è stato nominato docente a contratto presso l'Università degli Studi di San Marino – Facoltà di Ingegneria Civile per insegnamenti ricadenti nel settore disciplinare di Tecnica delle Costruzioni e Geotecnica.

- | | |
|---------------|--|
| A.A.2014/2015 | • Insegnamento di " <i>Geotecnica</i> " - 6 CFU (48 ore), corso di Laurea Triennale in Ingegneria Civile - Università degli Studi di San Marino (RSM). |
| A.A.2013/2014 | • Insegnamento di " <i>Progetti di Strutture</i> " - 9 CFU (72 ore), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile - Università degli Studi di San Marino (RSM). |

ATTIVITÀ DIDATTICA DI SUPPORTO IN CORSI UNIVERSITARI

In aggiunta agli incarichi di docenza a contratto, è stato interessato da attività di supporto alla didattica attraverso lezioni frontali e revisioni degli elaborati progettuali.

- | | |
|---------------|---|
| A.A.2014/2015 | • Attività didattica di supporto al corso di "Tecnica delle Costruzioni" tenuto dal Prof. Ing. Luigino Dezi, ed "Ingegneria Sismica" tenuto dal Prof. Ing. Fabrizio Gara, presso l'Università Politecnica delle Marche. |
| A.A.2013/2014 | • Attività didattica di supporto al corso di "Tecnica delle Costruzioni" tenuto dal Prof. Ing. Luigino Dezi, ed "Ingegneria Sismica" tenuto dal Prof. Ing. Fabrizio Gara, presso l'Università Politecnica delle Marche. |

SUPERVISIONE DI TESI

Oltre alle attività di didattica frontale e di supporto alla docenza ha svolto attività di supervisione allo sviluppo di tesi di laurea. In particolare, tale lavoro ha portato allo sviluppo delle seguenti tesi:

- | | |
|----------------|---|
| A.A. 2014/2015 | <ul style="list-style-type: none"> • Titolo Tesi: <i>L'effetto dell'approfondimento della zattera nella risposta dinamica di fondazioni profonde</i>. Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – Università degli studi di Modena e Reggio Emilia. <p>Laureanda: Giulia Meglioli Relatore: Dott. Ing. Francesca Dezi.</p> |
|----------------|---|

- Titolo Tesi: *Effetti dell'interazione terreno-struttura sulla risposta sismica di pile fondate su pali inclinati*. Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – Università Politecnica delle Marche.

Laureando: Fabio Padovano

Relatore: Dott. Ing. Sandro Carbonari.

ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca è stata condotta sia con approccio teorico-numerico che sperimentale ed è frutto della partecipazione alle attività di gruppi di ricerca interdisciplinari (Tecnica delle Costruzioni-Geotecnica). L'attività scientifica può essere suddivisa nei seguenti filoni di ricerca:

- **Interazione sismica terreno-fondazione-struttura**

Sin dalla tesi di laurea, si occupa dei fenomeni di interazione terreno struttura indagando i suoi effetti nella risposta dinamica delle strutture. In tale ambito sono stati sviluppati modelli numerici per lo studio della risposta dinamica delle spalle da ponte, e di fondazioni profonde su pali inclinati.

- **Effetti di interazione tunnel-fondazioni profonde- struttura**

In tempi recenti è stata avviata una collaborazione internazionale con un gruppo di ricerca di Nottingham, riguardante gli effetti di interazione tunnel-fondazioni profonde-struttura. In tale ambito è stato sviluppato un modello numerico e una procedura di calcolo per lo studio degli effetti prodotti dagli scavi in sotterraneo sulle strutture.

- **Comportamento di strutture sismoresistenti ibride innovative**

In tale filone di ricerca sono stati sviluppati modelli numerici specifici per l'analisi della risposta sismica di sistemi ibridi sismoresistenti.

- **Prove sperimentali per la caratterizzazione statica e dinamica di fondazioni su micropali**

In tale filone di ricerca sono state eseguite analisi di identificazione dinamica, caratterizzazione statica e dinamica di fondazioni su micropali realizzati in vera grandezza e confronto, con i modelli numerici sviluppati, dei risultati sperimentali.

I risultati ottenuti sono stati pubblicati principalmente su riviste internazionali e presentati a congressi internazionali e nazionali.

Per maggiori dettagli sull'attività di ricerca consultare l'allegato A in appendice, nel quale viene descritta nello specifico l'attività di ricerca.

GRUPPI DI RICERCA

Le attività di ricerca sono state svolte in equipe con gruppi di ricercatori di diverse discipline; in questa sezione si evidenziano i gruppi di ricerca e le modalità di coinvolgimento e svolgimento dei propri incarichi.

Interazione sismica terreno-fondazione struttura

La ricerca su questo tema è la più ampia ed è stata principalmente sviluppata in collaborazione con i tre gruppi.

Gruppo di ricerca 1: modellazione dell'interazione terreno-fondazione

Prof. Ing. Graziano Leoni

Università di Camerino

Prof. Ing. Fabrizio Gara Università Politecnica delle Marche
Dott. Ing. Francesca Dezi Università degli Studi di San Marino
Dott. Ing. Sandro Carbonari Università Politecnica delle Marche

- Collaborazione nella definizione di casi studio significativi;
- Sviluppo di vari modelli numerici originali agli elementi finiti e implementazione in ambiente Matlab;
- Collaborazione elaborazione e analisi dei risultati.

Gruppo di ricerca 2: effetti dell'interazione terreno-struttura nella risposta sismica di ponti multicampata

Prof. Ing. Camillo Nuti Università degli Studi Roma Tre
Prof. Ing. Graziano Leoni Università di Camerino
Prof. Ing. Ivo Vanzi Università di Chieti Pescara
Prof. Ing. Francesco Silvestri Università di Napoli Federico II
Dott. Ing. Giuseppe Tropeano Università di Cagliari
Dott. Ing. Sandro Carbonari Università Politecnica delle Marche
Dott. Ing. Alessandro Tombari University of Brighton ICAR

- Analisi numeriche non lineari e implementazione di procedure in codici di calcolo commerciali;
- Collaborazione nell'analisi ed interpretazione dei risultati.

Gruppo di ricerca 3: effetti del non sincronismo dell'azione sismica e dell'interazione terreno-struttura nella risposta sismica di ponti multicampata fondati su pali.

Prof. Ing. Graziano Leoni Università di Camerino
Prof. Ing. Francesco Silvestri Università di Napoli Federico II
Dott. Ing. Sandro Carbonari Università Politecnica delle Marche
Dott. Ing. Giuseppe Tropeano Università di Cagliari
Dott. Ing. Francesca Dezi Università degli Studi di San Marino
Dott. Ing. Maria Chiara Capatti Università Politecnica delle Marche

- Analisi numeriche non lineari e implementazione di procedure in codici di calcolo commerciali;
- Collaborazione nell'analisi ed interpretazione dei risultati.

Effetti di interazione tunnel-fondazioni profonde-struttura

In tempi recenti è stata avviata una collaborazione internazionale finalizzata allo studio degli effetti dello scavo di tunnel in strutture con fondazioni profonde.

Prof. Ing. Alec M. Marshall University of Nottingham
Dott. Ing. Andrea Franza University of Cambridge
Dott. Ing. Sandro Carbonari Università Politecnica delle Marche

- Supporto allo sviluppo di modelli analitico-numeric per l'analisi degli effetti di interazione terreno-fondazione-struttura prodotti dallo scavo di tunnel.

Comportamento di strutture sismoresistenti ibride innovative

La ricerca su questo tema, è stata sviluppata principalmente in collaborazione con il gruppo di lavoro:

Prof. Ing. Andrea Dall'Asta	Università di Camerino
Prof. Ing. Graziano Leoni	Università di Camerino
Prof. Ing. Alessandro Zona	Università di Camerino
Dott. Ing. Sandro Carbonari	Università Politecnica delle Marche

- Analisi numeriche non lineari sui sistemi ibridi con software di calcolo commerciali avanzati;
- Collaborazione nell'interpretazione dei risultati.

Prove sperimentali per la caratterizzazione statica e dinamica di fondazioni su micropali

La ricerca su questo tema, è stata svolta in collaborazione con il gruppo di lavoro:

Prof. Ing. Fabrizio Gara	Università Politecnica delle Marche
Dott. Ing. Francesca Dezi	Università degli Studi di San Marino
Dott. Ing. Maria Chiara Capatti	Università Politecnica delle Marche

- Interpretazione dei risultati sperimentali (identificazione dinamica) con l'ausilio dei modelli numerici originali precedentemente sviluppati.

FINANZIAMENTI DI RICERCA

- INNOHYCO Innovative hybrid and composite steel-concrete structural solutions for buildings in seismic areas. European Commission - Community Research, Directorate-General for Research, Research Fund for Coal and Steel - Technical Group TGS8: "Steel products and applications for building, construction and industry", 2010-2013. PI Prof. Andrea Dall'Asta (€ 345725)
- PRIN2008 Effetto del non sincronismo inclusa la risposta sismica locale sulla sicurezza dei ponti. MIUR - Programma di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, 2010-2012. PI Prof. Camillo Nuti, Responsabile locale Prof. G. Leoni (€ 80325)
- Verifica della sicurezza sismica dei musei statali. Applicazione Ordinanza P.C.M. 3274/2003 s.m.i. e della Direttiva P.C.M. 12.10.2007: verifica della sicurezza sismica del Museo Archeologico Nazionale delle Marche (Ancona) e della Rocca Roveresca (Senigallia), MIBACT-ReLUIIS, 2013. Unità di Ricerca dell'Università Politecnica delle Marche, Responsabile Scientifico Prof. Luigino Dezi,).

TRASFERIMENTO DELLE CONOSCENZE

Durante il periodo della propria attività di ricerca ha trasferito le proprie conoscenze maturate nel campo della Tecnica delle Costruzioni, della modellazione analitica ed implementazione numerica, nel campo della Geotecnica portando alla formulazione di modelli originali per lo studio dei fenomeni fisici di interazione terreno struttura. Anche nel campo delle prove sperimentali ha apportato un contributo importante sia nell'interpretazione dei risultati sperimentali ottenuti nelle prove sia nello studio preliminare della progettazione delle stesse.

ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE

PARTECIPAZIONE A CONFERENZE

Con in propri lavori ha partecipato a conferenze nazionali ed internazionali anche in veste di relatore.

- | | |
|------|---|
| 2011 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>EURODYN 2011 – 8th International Conference on Structural Dynamics – Leuven, Belgium, 4-6 July 2011.</i> [IC01] • <i>14° Convegno Nazionale – L'ingegneria sismica in Italia – ANIDIS 2011, Bari 18-22 Settembre 2011.</i> [NC01] |
| 2012 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>15th World Conference on Earthquake Engineering (15WCEE) – Lisbona 24-28 settembre 2012.</i> [IC02] |
| 2013 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering: From Case History to Practice (ICEGE 2013) – Istanbul 17-19 June, 2013.</i> [IC03] [IC04] • <i>15° Convegno Nazionale – L'ingegneria sismica in Italia – ANIDIS 2013 – Padova 30 giugno-4 luglio 2013.</i> [NC02] [NC03] |
| 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>EUROSTEEL 2014, September 10-12, 2014, Naples, Italy.</i> [IC05] • <i>EURODYN 2014 – 9th International Conference on Structural Dynamics – Porto, Portugal, 30 June - 2 July 2014.</i> [IC06] • <i>Twelfth International Conference on Computational Structures Technology, B.H.V. (CST 2014), 2-5 September 2014, Naples, Italy.</i> [IC07] • <i>2ECEES - Second European Conference on Earthquake Geotechnical Engineering and Seismology, 25-29 August 2014, Istanbul, Turkey.</i> [IC08] • <i>Giornate AICAP 2014 – 27° Convegno Nazionale – Bergamo 22-24 Maggio 2014.</i> [NC04] • <i>XXV Convegno Nazionale di Geotecnica (XXVCNG) – Baveno 4-6 Giugno 2014.</i> [NC05] • <i>Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica (IARG) – Chieti 14-16 Luglio 2014.</i> [NC06] |
| 2015 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, 1-4 November 2015 Christchurch, New Zealand.</i> [IC08] • <i>4th International Workshop on “Dynamic Interaction of Soil and Structure (DISS_15)” “Archaeology, Cryptoportici, Hypogea, Geology, Geotechnics, Geophysics”, Rome (Italy) 12-13 November 2015.</i> [IC09] • <i>Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica (IARG) – Cagliari 24-26 Giugno 2015.</i> [NC07] • <i>16° Convegno Nazionale – L'ingegneria sismica in Italia – ANIDIS 2015 – L'Aquila 13-17 settembre 2015.</i> [NC08] [NC09] |
| 2016 | <ul style="list-style-type: none"> • <i>VI Italian Conference of Researchers in Geotechnical Engineering – Geotechnical Engineering in Multidisciplinary Research: from Microscale to Regional Scale, CNRIG2016 – 22/23 Settembre 2016 a Bologna, Procedia Engineering 158 (2016) 236 – 241.</i> [NC10] |

INTERVENTI A SEMINARI/WORKSHOP

Sono stati svolti brevi seminari all'interno di insegnamenti universitari e workshop nei quali sono stati presentati anche risultati della ricerca sviluppata.

- | | |
|------|--|
| 2015 | <ul style="list-style-type: none"> • Workshop: Liquefazione, Risposta Sismica Locale e Interazione Dinamica Terreno-Fondazione-Struttura tenuto presso l'Università degli Studi di San Marino – RSM il 13/11/2015 presentando il lavoro: “<i>Comportamento sismico di pile da ponte fondate su pali inclinati</i>”. |
| 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • Seminario presso l'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” – presentando l'intervento dal titolo: “Pali soggetti a forze orizzontali” tenuto in data 03/12/2014. • Seminario presso l'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” – presentando l'intervento dal titolo: “Progetto di fondazioni superficiali e profonde secondo le NTC2008” tenuto in data 10/12/2014. |
| 2013 | <ul style="list-style-type: none"> • Seminario presso l'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” – presentando l'intervento dal titolo: “Pali soggetti a forze orizzontali” tenuto in data 04/12/2013. • Seminario presso l'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” – presentando l'intervento dal titolo: “Aspetti normativi: fondazioni superficiali e profonde” tenuto in data 11/12/2013. |

ATTIVITÀ DI RELATORE ESPERTO IN CORSI PROFESSIONALI

Ha partecipato in qualità di relatore esperto allo svolgimento di corsi di specializzazione e di aggiornamento professionale.

- | | |
|------|---|
| 2017 | <ul style="list-style-type: none"> • Corso di Alta Formazione organizzato dall'Informa-Formazione e Consulenza, in collaborazione con l'Università di Roma Tre: ESAME VISIVO DELLE OPERE E MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE con esame finale di certificazione di Livello 2 - riferimento ai livelli di qualificazione UNI EN ISO 9712 - nel settore PnD Ingegneria Civile e sui Beni Culturali ed Architettonici nell'Esame visivo delle opere (VT) e nel Monitoraggio strutturale (MO).

In data 26/01/2017 videolezione su: Parte 1: Dissesti sismici delle strutture in muratura; Parte 2: Dissesti sismici delle strutture in C.A.

In data 27/01/2017 videolezione su: Parte 3: Compilazione Schede AeDES; Parte 4: Esempio Compilazione Scheda AeDES. |
|------|---|

ESPERIENZE EXTRA-UNIVERSITARIE

INSEGNAMENTO SCUOLE SECONDARIE DI SECONDO GRADO

Nel biennio 2015-2016 la propria attività di ricerca è stata parzialmente sospesa per maturare esperienza nel campo dell'insegnamento e consolidare le conoscenze acquisite durante il percorso formativo di specializzazione intrapreso nel corso di specializzazione T.F.A. e concluso con l'esame di abilitazione finale all'insegnamento. Durante il percorso di T.F.A. sono stati analizzati aspetti riguardanti la pedagogia speciale, la teoria dell'educazione e la didattica generale, che hanno permesso di maturare nuove conoscenze, nuovi strumenti e approcci rispetto alla didattica classica.

- | | |
|---------------|--|
| A.S.2015/2016 | Supplenza annuale presso l'Istituto Tecnico P. Cuppari di Jesi per la classe di concorso ex C430 relativo alle ore di "Laboratorio Gestione Sicurezza e Cantieri", "Laboratorio Tecnico per l'Edilizia e Esecitazioni di Topografia", "Laboratorio di Progettazione, Costruzioni, Impianti". |
| A.S.2014/2015 | Supplenza annuale presso l'Istituto Tecnico P. Cuppari di Jesi per la classe di concorso ex C430 relativo alle ore di "Laboratorio Gestione Sicurezza e Cantieri". |

COLLABORAZIONI PROFESSIONALI PROGETTUALI

Ha partecipato con attività di supporto alla progettazione strutturale di nuove costruzioni, a verifiche di vulnerabilità di edifici esistenti anche danneggiati da eventi sismici ed a interventi di miglioramento e messa in sicurezza di edifici esistenti lesionati.

- | | |
|-----------|---|
| 2017 | • Supervisione alla progettazione strutturale della nuova scuola primaria B. Gigli di Recanati (MC) – Committente: Comune di Recanati. |
| 2015 | • Verifica sismica del Museo Archeologico Nazionale delle Marche, in Ancona" 06/12/2014 - 18/02/2015 - Contratto per prestazione d'opera occasionale con il dipartimento DICEA - Università Politecnica delle Marche. |
| 2012/2013 | • Progettazione di interventi su edifici danneggiati dal sisma dell'Aquila 2009, presso lo studio tecnico dell'Ing. Farinelli Federica di Fabriano. |

SERVIZI TECNICI

Da settembre 2016 sino a marzo 2017 ha partecipato alla convenzione ReLUIS-MIBACT per il rilievo del danno, compilazione schede ed esito di agibilità per gli edifici tutelati dai Beni Culturali e danneggiate dal Terremoto Centroitalia 2016. La principale attività svolta ha riguardato:

- supporto alla programmazione dei sopralluoghi e gestione delle squadre nel territorio
- cura delle relazioni tra Segretariato Regionale del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo della Regione Marche e ReLUIS.
- attività di formazione tecnica ai funzionari MiBACT relativa alla compilazione delle schede e supervisione delle schede e loro validazione
- rielaborazione dei risultati dei sopralluoghi

Ha partecipato inoltre alla attività di protezione civile relative alla valutazione dell'agibilità di edifici pubblici e monumentali di culto danneggiati da eventi sismici.

- 2016/2017 • Convenzione ReLUIIS-MIBACT, partecipa alla compilazione delle schede chiese A-DC per l'esito di agibilità e per il rilievo del danno delle chiese danneggiate dal Terremoto Centroitalia 2016.
- 2016 • Convenzione ReLUIIS-Università di Camerino compilazione schede AeDES per l'esito di agibilità delle scuole ed edifici pubblici danneggiati dal Terremoto Centroitalia 2016.

06/05/2017

Dr. Ing. Michele Morici



Consapevole delle sanzioni penali, nel caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o uso di atti falsi, richiamate dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 dichiaro che quanto sopra corrisponde a verità. Ai sensi del D.Lgs 196 del 30/06/2003 dichiaro, altresì, di essere informato che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa e che al riguardo competono al sottoscritto tutti i diritti previsti all'art. 7 della medesima legge

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Tesi di Dottorato

- [TD] Morici M. (2013). *Dynamic Behaviour of Deep Foundations with Inclined Pile*. PhD Thesis, Marche Polytechnic University.

Pubblicazioni su riviste internazionali

- [IJ01] Dezi F., Morici M., Carbonari S., Leoni G. (2012). Higher Order Model for the Seismic Response of Bridge Embankments. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* - Vol. 43, December 2012, Pages 186–201, Codice SCOPUS: 2-s2.0-84864807664. WOS: 000311003800016. ISSN: 0267-7261. doi: 10.1016/j.soildyn.2012.07.027.
- [IJ02] Dezi F., Carbonari S., Morici M. (2016). A Numerical Model for the Dynamic Analysis of Inclined Pile Groups. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* - Volume 45, Issue 1, January 2016, Pages 45–68, Codice SCOPUS: 2-s2.0-84951877325. WOS: 000366526300003. ISSN: 00988847. doi:10.1002/eqe.2615.
- [IJ03] Carbonari S., Morici M., Dezi F., Leoni G. (2016). Analytical Evaluation of Impedance and Kinematic Response of Inclined Piles. *Engineering Structures* - Volume 117, June 2016, Pages 384–396, Codice SCOPUS: 2-s2.0-84962517081. WOS: 000375817600028. ISSN: 0141-0296. eISSN: 1873-7323. doi: 10.1016/j.engstruct.2016.03.02.
- [IJ04] Carbonari S., Morici M., Dezi F., Gara F., Leoni G. (2017). Soil-structure interaction effects in single bridge piers founded on inclined pile groups. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* - Volume 92, January 2017, Pages 52–67, Codice SCOPUS: 2-s2.0-84992091198. ISSN: 02677261. Doi: 10.1016/j.soildyn.2016.10.005.
- [IJ05] Franza A., Marshall A. M., Haji Twana, Abdelatif A.O., Carbonari S., Morici M. (2017). A simplified elastic analysis of tunnel-piled structure interaction. *Tunnelling and Underground Space Technology* - Volume 61 (2017), Pages 104–121, Codice SCOPUS: 2-s2.0-84993965381. ISSN: 08867798. doi: 10.1016/j.tust.2016.09.008.
- [IJ06] Capatti M.C., Tropeano G., Morici M., Carbonari S., Dezi F., Leoni G., Silvestri F. (2017). Implications of non-synchronous excitation induced by nonlinear site amplification and of soil-structure interaction on the seismic response of multi-span bridges founded on piles. *Bulletin of Earthquake Engineering* – Second Submission, UNDER REVIEW.

Pubblicazioni su atti di congressi internazionali

- [IC01] Dezi F., Morici M., Carbonari S. and Leoni G. (2011). 2D higher order model for the dynamic analysis of bridge embankments. *Proceedings of the 8th International Conference on Structural Dynamics (EURODYN2011)* – Leuven, Belgium, 4-6 July 2011. ISBN: 9789076019314.
- [IC02] Carbonari S., Morici M., Dezi F., Leoni G., Nuti C., Silvestri F., Tropeano G., Vanzì I. (2012). Seismic Response of Viaducts Accounting for Soil-Structure Interaction. *Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (15WCEE)* – Lisbona 24-28 settembre 2012.
- [IC03] Carbonari S., Morici M., Dezi F. (2013). Dynamic Analysis of Battered Pile. *Proceedings of International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering: From Case History to Practice (ICEGE 2013)* – Istanbul 17-19 June, 2013.
- [IC04] Carbonari S., Morici M., Dezi F., Leoni G. (2013). Seismic Soil-Structure-Interaction of Multi-Span Bridges With Continuous Deck. *Proceedings of International Conference on*

Earthquake Geotechnical Engineering: From Case History to Practice (ICEGE 2013) – Istanbul 17-19 June, 2013.

- [IC05] Leoni G., Carbonari S., Morici M., Tassotti L., Zona A., Varelis G. E., Dall’Asta A. (2014). Design procedure and analysis of innovative steel frames with reinforced concrete infill walls. *Proceedings of EUROSTEEL 2014*, September 10-12, 2014, Naples, Italy. ISBN: 9789291471218.
- [IC06] Morici M., Carbonari S., Dezi F. Leoni G. (2014). A 3D numerical model for the dynamic analysis of pile groups with inclined piles. *Proceedings of the 9th International Conference on Structural Dynamics, (EURODYN 2014)* – Porto, Portugal, 30 June - 2 July 2014. ISSN: 2311-9020; ISBN: 978-972-752-165-4.
- [IC07] Leoni G., Carbonari S., Morici M., Tassotti L., Zona A., Varelis G.E. and Dall’Asta A. (2014). Nonlinear Seismic Analysis of Innovative Steel Frames with Infill Walls. *Proceedings of the Twelfth International Conference on Computational Structures Technology, B.H.V. (CST 2014)*, 2-5 September 2014, Naples, Italy. ISBN: 9781905088614.
- [IC08] Morici M., Carbonari S., Dezi F., Gara F., Leoni G. (2014). Seismic response of bridge piers founded on inclined pile groups. *Proceedings of the 2ECEES - Second European Conference on Earthquake Geotechnical Engineering and Seismology*, 25-29 August 2014, Istanbul, Turkey.
- [IC09] Capatti M. C., Carbonari S., Dezi F., Leoni G., Morici M., Silvestri F., Tropeano G. (2015). Effects of non-synchronous ground motion induced by site conditions on the seismic response of multi-span viaducts. *Proceedings of the 6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering*, 1-4 November 2015 Christchurch, New Zealand.
- [IC10] Carbonari S., Dezi F., Leoni G., Morici M. (2015). First insights on the effects of inclined pile foundations on the nonlinear seismic response of bridge piers. *Proceedings of the 4th International Workshop on “Dynamic Interaction of Soil and Structure (DISS_15)” “Archaeology, Cryptoportici, Hypogea, Geology, Geotechnics, Geophysics”*, Rome (Italy), 12-13 November 2015. ISBN 9-788894-011425.
- [IC11] Carbonari S., Morici M., Dezi F., Leoni G., (2017). Nonlinear Response of Bridge Piers on Inclined Pile Groups: the Role of Rocking Foundation Input Motion. *X International Conference on Structural Dynamics, (EURODYN 2017)* – Rome, Italy, 10-13 September 2017. Accepted, in Press.

Pubblicazioni su atti di congressi nazionali

- [NC01] Dezi F., Morici M., Carbonari S., and Leoni G. (2011). Dynamic Stiffness and Kinematic Response of Bridge Embankments. *Proceedings of the 14^o Convegno Nazionale – L’ingegneria sismica in Italia* – ANIDIS 2011, Bari 18-22 Settembre 2011. ISBN: 9788875220402.
- [NC02] Carbonari S., Morici M., Dezi F., and Leoni G. (2013). Soil-Structure Interaction Effects on the Seismic Response of Multi-Span Viaducts. *Proceedings of the 15^o Convegno Nazionale – L’ingegneria sismica in Italia* – ANIDIS 2013 – Padova 30 giugno-4 luglio 2013. ISBN: 9788897385592.
- [NC03] Morici M., Carbonari S., Dezi F. (2013). A Model for the Dynamic Analysis of Inclined Pile Groups. *Proceedings of the 15^o Convegno Nazionale – L’ingegneria sismica in Italia* – ANIDIS 2013 – Padova 30 giugno-4 luglio 2013. ISBN: 9788897385592.

- [NC04] Morici M., Carbonari S., Dezi F., Gara F., Leoni G. (2014). Risposta Sismica di Pile Fondate su Gruppi di Pali Inclinati. *Proceedings of Giornate AICAP 2014 – 27° Convegno Nazionale* – Bergamo 22-24 Maggio 2014. ISBN: 9788888590820.
- [NC05] Dezi F., Morici M., Carbonari S. (2014). Dynamic Analysis of Inclined Piles. *Proceedings of XXV Convegno Nazionale di Geotecnica (XXVCNG)* – Baveno 4-6 Giugno 2014.
- [NC06] Dezi F., Morici M., Carbonari S. (2014). Risposta Sismica di Pile da Ponte Fondate su Gruppi di Pali Inclinati. *Proceedings of Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica (IARG)* – Chieti 14-16 Luglio 2014.
- [NC07] Capatti M. C., Carbonari S., Dezi F., Leoni G., Morici M., Silvestri F., Tropeano G. (2015). Simultaneous Effect of Spatial Variability of Ground Motion due to Site Conditions and SSI on The Seismic Response of Multi-Span Viaducts. *Proceedings of Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica (IARG)* – Cagliari 24-26 Giugno 2015.
- [NC08] Carbonari S., Morici M., Gara F., Dezi F., Leoni G. (2015). Impedances of Inclined Piles: an Analytical Solution. *Proceedings of the 16° Convegno Nazionale – L'ingegneria sismica in Italia* – ANIDIS 2015 – L'Aquila 13-17 settembre 2015. ISBN: 9788894098563.
- [NC09] Capatti M. C., Carbonari S., Dezi F., Leoni G., Morici M., Silvestri F., Tropeano G. (2015). Seismic Response of Bridges Accounting for Soil-Structure Interaction effects and the Non-Synchronous Ground Motion due to 1D and 2D site analysis. *Proceedings of the 16° Convegno Nazionale – L'ingegneria sismica in Italia* – ANIDIS 2015 – L'Aquila 13-17 settembre 2015. ISBN: 9788894098563.
- [NC10] Capatti M. C., Dezi F., Morici M. (2016). Field tests on micropiles under dynamic lateral loading. *Proceedings of the VI Italian Conference of Researchers in Geotechnical Engineering – Geotechnical Engineering in Multidisciplinary Research: from Microscale to Regional Scale, CNRIG2016, 22 e 23 Settembre 2016 a Bologna, Procedia Engineering 158 (2016) 236 – 241. ISBN: 978-1-5108-3010-3.*

06/05/2017

Dr. Ing. Michele Morici



Consapevole delle sanzioni penali, nel caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o uso di atti falsi, richiamate dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 dichiaro che quanto sopra corrisponde a verità. Ai sensi del D.Lgs 196 del 30/06/2003 dichiaro, altresì, di essere informato che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa e che al riguardo competono al sottoscritto tutti i diritti previsti all'art. 7 della medesima legge

ALLEGATO A: DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI RICERCA SVILUPPATA

Inquadramento della ricerca

L'attività scientifica, riferita al periodo 2011-2017, si focalizza principalmente sul filone di ricerca relativo all'interazione dinamica terreno-fondazione struttura. A questo filone principale sono da aggiungere altri temi di ricerca e approfondimenti di alcuni aspetti e temi, afferenti al settore della tecnica delle costruzioni, che derivano da collaborazioni con gruppi di ricerca o da convenzioni, concretizzate in lavori di rilievo scientifico.

Interazione Sismica Terreno-Fondazione-Struttura

Evidenze sperimentali ed analisi condotte in seguito al verificarsi di eventi sismici hanno ormai accertato l'importanza dell'interazione terreno-struttura nella valutazione del comportamento sismico delle strutture. Nella letteratura tecnica sono sostanzialmente due gli approcci adottabili per lo studio di questi fenomeni: (i) un approccio diretto del problema che ricorre alla modellazione del sistema terreno-fondazione-struttura nella sua globalità sfruttando metodi di calcolo agli elementi finiti (FEM) o agli elementi finiti in associazione a elementi di contorno (BEM) e (ii) un approccio per sottostrutture, basato sulla tecnica di decomposizione dei domini, per mezzo del quale il sistema terreno-fondazione e la sovrastruttura sono analizzati separatamente introducendo idonee impedenze all'interfaccia (Figura 1).

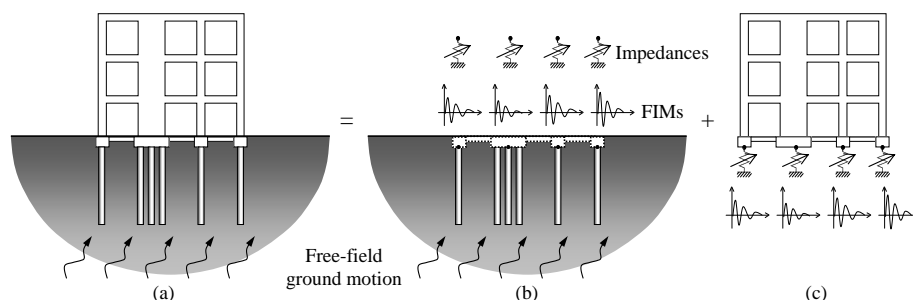


Figura 1: Approccio per sottostrutture: (a) sistema completo terreno-fondazione struttura; (b) sistema terreno-fondazione e (c) sovrastruttura

I metodi basati su un approccio per sottostrutture sono caratterizzati da un'elevata versatilità che deriva dalla possibilità di studiare ciascun sottodominio con metodi di analisi differenti, attraverso l'introduzione di opportune impedenze dinamiche in grado di simulare l'interazione tra i sottodomini. In questo contesto, l'analisi di interazione terreno-struttura si divide classicamente in analisi cinematica e analisi inerziale. L'interazione cinematica si esplica nel sottodominio rappresentato dal terreno e dalla fondazione. L'interazione inerziale consiste invece nello studiare la sovrastruttura vincolata a terra con supporti cedevoli caratterizzati dalle impedenze dinamiche del sistema terreno-fondazione e soggetta al moto di fondazione determinato nell'analisi di interazione cinematica. Quest'ultima è responsabile delle sollecitazioni sulla sovrastruttura e di una parte delle sollecitazioni in fondazione. Con specifico riferimento alle fondazioni su pali, l'interazione cinematica, legata ai

fenomeni di propagazione ondosa nel terreno, determina non solo la modifica del moto di fondazione rispetto al moto di free-field, ma anche l'insorgere di sollecitazioni lungo i pali. Lo studio di interazione cinematica fornisce sia il moto di fondazione trasmesso alla sovrastruttura che le impedenze dinamiche del sistema terreno-fondazione, entrambi necessari all'esecuzione dell'analisi di interazione inerziale.

In questo contesto, l'attività di ricerca sviluppata nel quinquennio in oggetto è stata caratterizzata dai seguenti obiettivi:

1. modellazione dell'interazione terreno-fondazione, ed in particolare palo-terreno-palo, per lo sviluppo delle analisi di interazione cinematica;
2. studio degli effetti dell'interazione terreno-fondazione-struttura nella risposta sismica delle strutture.

Nel seguito si riporta una descrizione sintetica dell'attività svolta con i precedenti fini.

Modellazione dell'interazione terreno-fondazione per fondazioni su pali

Relativamente al caso di fondazioni su pali, sia ad asse verticale che inclinato, l'interazione cinematica, causata dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno, induce delle sollecitazioni lungo i pali che, dipendentemente dal profilo stratigrafico del terreno, possono assumere la stessa importanza di quelle indotte in testa dall'interazione inerziale prodotta dalla sovrastruttura. Sebbene alcuni ricercatori abbiano proposto metodi agli elementi finiti e agli elementi di contorno per lo studio della risposta dinamica di fondazioni su pali, per ragioni legate alla sua versatilità nel tener conto di condizioni al contorno anche complicate, viene comunemente usato il modello di trave su suolo elastico alla Winkler. Al fine di studiare la risposta dinamica di pali singoli e in gruppo, è stata messa a punto una procedura numerica agli elementi finiti [IJ02] ed implementata in un tool matlab, per la valutazione dell'interazione cinematica terreno-palo in terreni orizzontalmente stratificati. L'analisi è stata condotta nel dominio delle frequenze ed è valida per palificate con geometria generica. Il palo, avente una generica inclinazione rispetto alla verticale, è modellato con elementi finiti di tipo trave deformabili flessionalmente ed assialmente; il terreno viene schematizzato come un semispazio costituito da strati orizzontali indefiniti di terreno di spessore infinitesimo tra loro indipendenti (Figura 2a). Sia i pali che il terreno hanno un comportamento lineare. Nel caso di palificate l'interazione palo-terreno-palo è colta utilizzando funzioni elastodinamiche di Green che consentono di esprimere le mutue interazioni tra i pali che compongono il gruppo (Figura 2b).

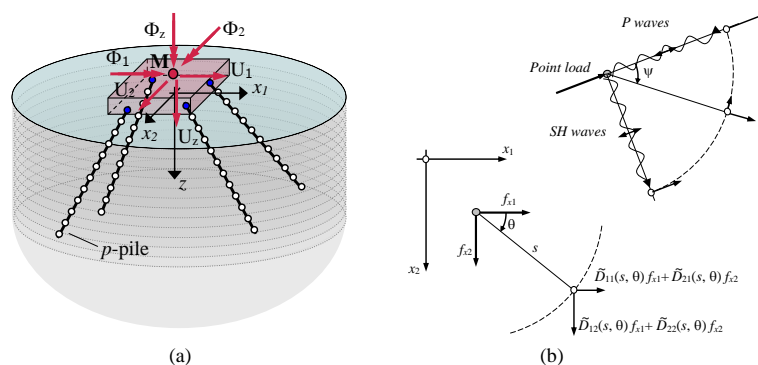


Figura 2: (a) Modello del gruppo di pali e (b) modello di propagazione ondosa

Lo smorzamento isteretico del terreno e quello per radiazione, dovuto alla propagazione di onde nel terreno, sono inclusi nella modellazione. Il campo di spostamenti di input può essere rappresentato da semplici eccitazioni armoniche o, più realisticamente, da accelerogrammi; in quest'ultimo caso le storie degli spostamenti devono essere determinate per mezzo di analisi di risposta locale di tipo monodimensionale o spaziale dipendentemente dal livello di approfondimento che la complessità del sito richiede. Il metodo consente la determinazione delle sollecitazioni di natura cinematica

[IJ02, NC05, IC06], che si sviluppano lungo i pali conseguentemente alla propagazione delle onde sismiche. L'impostazione del problema inoltre consente la determinazione della matrice di impedenza dinamica [IJ02, NC03, IC03], del sistema fondazione-terreno e l'individuazione del moto di input per la sovrastruttura a partire da un generico campo di spostamenti free-field. Nelle applicazioni sono state impiegate funzioni elastodinamiche di Green derivate a partire da impedenze dinamiche e da leggi di attenuazione definite in letteratura. La validazione del metodo è stata affrontata confrontando le funzioni di impedenza dinamica i parametri di risposta cinematica e le sollecitazioni lungo il fusto dei pali forniti dalla procedura sviluppata con risultati disponibili in letteratura e con risultati ottenuti da modellazioni 3D agli elementi finiti.

Nell'ambito dello stesso tema, è stata sviluppata una procedura analitica basata su un modello di trave alla Winkler di tipo dinamico, per l'analisi di interazione cinematica di singoli pali inclinati [IJ3, NC08]. Per il palo è stato considerato il modello di trave di Bernoulli mentre l'interazione palo-terreno è colta ricorrendo alla soluzione del problema elastodinamico delle vibrazioni armoniche di un disco rigido nel terreno, in condizioni piane di deformazione. Il comportamento accoppiato, assiale e flessionale, di un segmento di palo compreso in uno strato di terreno omogeneo è governato da un sistema di equazioni differenziali, con le relative condizioni al contorno, che è risolto analiticamente ricorrendo alle proprietà delle matrici esponenziali e alla loro applicazione nella soluzione di sistemi di equazioni differenziali. La soluzione relativa a pali in terreni stratificati è ottenuta derivando analiticamente la matrice di rigidità del sistema palo-terreno nel singolo strato omogeneo e assemblando le matrici in accordo al "direct stiffness method". Sono state infine eseguite delle applicazioni per dimostrare l'efficienza del modello, confrontando i risultati ottenuti dal modello con risultati disponibili in letteratura, derivati da formulazioni agli elementi di contorno.

Comportamento dinamico di rilevati

Con specifico riferimento ai ponti, e all'importanza dell'interazione spalla-rilevato nella valutazione della risposta sismica, è stato sviluppato un modello 2D di tipo higher order (Figura 3) per lo studio della risposta dinamica lineare di rilevati stradali [IJ01, IC01, NC01].

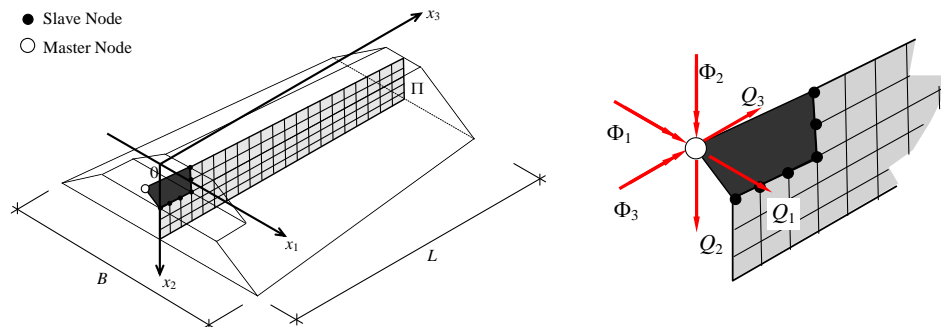


Figura 3: Vincolo Geometrico

L'osservazione diretta di danni a spalle da ponte (e.g. perdita di appoggio e pounding) conseguenti a terremoti di alta intensità hanno dimostrato infatti che questo tipo di interazione può essere particolarmente importante nel caso di cavalcavia autostradali che classicamente hanno le spalle fondate su rilevati in terra. Adottando un approccio alle sottostrutture, il modello sviluppato permette di includere il contributo di cedevolezza e l'azione trasmessa dai rilevati nella valutazione della risposta longitudinale e trasversale di ponti caratterizzati da un percorso duale di carico (impalcato vincolato alle spalle). Il modello proposto permette di superare alcuni dei limiti tipici delle formulazioni attualmente disponibili in letteratura come ad esempio la conoscenza a priori della lunghezza effettiva del rilevato che partecipa alla risposta del ponte (tipica dei modelli basati sulla trave deformabile a taglio o sul modello shear-wedge). Il modello proposto permette di ottenere, nel dominio della frequenza, la matrice di impedenza dinamica e quella di risposta cinematica di rilevati caratterizzati da un piano di simmetria verticale. Il modello è stato opportunamente validato

studiandone la convergenza e confrontandone i risultati con quelli ottenuti da una modellazione solida tridimensionale. I confronti, in termini di funzioni di impedenza e funzioni di risposta cinematica, dimostrano l'efficienza del modello nel cogliere la risposta dei più sofisticati modelli tridimensionali contenendo l'onere computazionale, dato che il modello proposto riproduce in modo accurato la risposta dei modelli solidi adottando un numero di gradi di libertà circa dieci volte inferiore. Il modello è stato utilizzato per condurre un'analisi parametrica sulla risposta cinematica di rilevati di approccio ai ponti.

Effetti dell'interazione terreno-fondazione-struttura nella risposta sismica di strutture

Procedure di analisi

Gli effetti dell'interazione dinamica terreno-fondazione-struttura sono indagate con riferimento ai ponti. L'approccio di calcolo adottato è quello per sottostrutture e l'analisi delle sovrastrutture è stata condotta in campo non lineare utilizzando modelli a plasticità concentrata o diffusa; l'interazione cinematica e la valutazione della rigidità dinamica dei sistemi terreno-fondazione è stata eseguita ipotizzando un comportamento lineare del sistema e tenendo conto, della non linearità del terreno considerando caratteristiche viscoelastiche equivalenti. In particolare, le analisi di interazione cinematica sono state eseguite nel dominio delle frequenze avvalendosi di procedure numeriche appositamente sviluppate [LJ02] che forniscono le funzioni di impedenza dinamica del sistema terreno-fondazione ed il moto a livello di fondazione, mentre le analisi di interazione inerziale sono state eseguite nel dominio del tempo. A tale scopo il sistema fondazione-terreno è stato approssimato definendo opportuni modelli a parametri concentrati (Lumped Parameter Models), costituiti da molle, smorzatori e masse opportunamente assemblate e calibrate in modo da cogliere il comportamento dinamico del sistema fondazione-terreno in un opportuno range di frequenze. Nello specifico è stato adottato un LPM con 25 parametri, capace di cogliere il comportamento dinamico di fondazioni caratterizzate da due assi di simmetria, tenendo debitamente conto anche degli accoppiamenti roto-traslazionali, tipici delle fondazioni profonde (Figura 4). Per l'azione sismica sono stati utilizzati set di accelerogrammi reali compatibili con gli spettri forniti dai codici per la roccia affiorante. Il moto di free-field all'interno del deposito di terreno è studiato con analisi di risposta locale (analisi di propagazione monodimensionale).

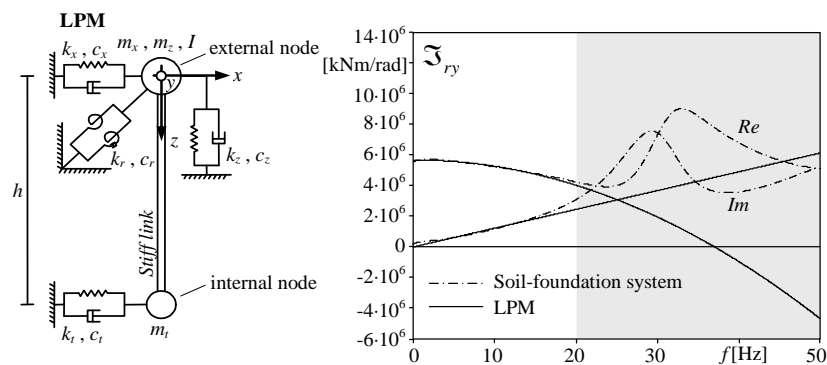


Figura 4: Esempio di approssimazione dell'impedenza dinamica della fondazione con un LPM

Comportamento sismico di viadotti multicampata

Con riferimento alle strutture da ponte sono state eseguite analisi per la valutazione degli effetti di interazione terreno-struttura su viadotti multi-campata (Figura 5) caratterizzati da pile di altezza costante fondate su pali ad asse verticale ed impalcato costituito da un bitrave continuo a sezione mista acciaio-calcestruzzo, connesso in condizioni dinamiche, alle sole pile e svincolato agli appoggi. Inoltre sono state considerate diverse altezze, duttilità delle pile e diverse luci delle campate dell'impalcato. Le analisi sono state condotte in campo non lineare per la struttura ricorrendo ad una modellazione a

plasticità distribuita, mentre l'analisi del sistema terreno-fondazione è stata sviluppata considerando un comportamento lineare equivalente. Per il terreno di fondazione è stato selezionato un terreno di categoria D, mentre con riferimento all'input sismico, è stata considerata una selezione di un set di accelerogrammi reali spettro-compatibili su roccia e propagati dal bedrock nel deposito per tener conto degli effetti della risposta sismica locale. La procedura di analisi implementata insieme alle prime applicazioni sviluppate hanno mostrato [IC02], in un confronto tra modellazione del sistema a base fissa con il sistema a base cedevole, che gli effetti dell'interazione producono un aumento degli spostamenti dell'impalcato ed una conseguente maggiore richiesta di duttilità per la sottostruttura. Successivamente è stata implementata una diversa procedura di selezione e scalatura degli accelerogrammi [IC04, NC02] ed è stata indagata una casistica più ampia di configurazioni di ponti mettendo in evidenza gli effetti prodotti dai fenomeni di interazione terreno-struttura sulla risposta non lineare delle pile.

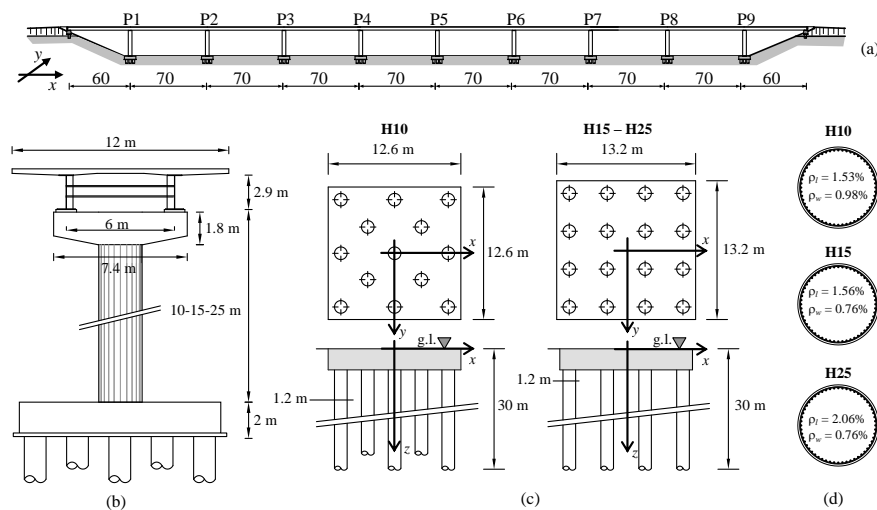


Figura 5: (a) Vista laterale del viadotto; (b) pila in elevazione; (c) fondazione (d) armature longitudinale e trasversale della pila

Analisi degli effetti del non sincronismo nel comportamento sismico di viadotti

Nel caso di ponti multi-campata di notevole sviluppo le pile dei diversi supporti possono essere fondate su terreni diversi che producono amplificazioni locali differenti del moto di free-field, in aggiunta ai ben noti fenomeni associati ai differenti tempi di arrivo dell'onda sismica ai diversi supporti e alla perdita di coerenza indotta dalle riflessioni e rifrazioni multiple. Da considerare inoltre che le fondazioni, interagendo con i differenti terreni, producono un ulteriore "non sincronismo" dell'azione associato ai diversi meccanismi di interazione cinematica. Con lo scopo di indagare il contributo del non sincronismo prodotto dai soli effetti di sito e congiuntamente il contributo dell'interazione terreno-struttura nella risposta sismica dei viadotti lunghi, sono state eseguite delle analisi su alcuni dei casi studio della ricerca descritta al precedente paragrafo. Nello specifico sono stati indagati gli effetti prodotti da una configurazione geometrica del deposito di terreno di tipo bidimensionale costituita da un'interfaccia bedrock-terreno deformabile inclinata (Figura 6). Le amplificazioni locali prodotte dalla risposta del deposito sono state sia con modelli bidimensionale non lineare che con modelli monodimensionali lineari equivalenti che non lineari [IC09, NC07, NC09].

Gli effetti dell'interazione sono studiati rapportando i risultati ottenuti (e.g. in termini di spostamenti dell'impalcato, duttilità delle pile) con quelli derivanti da una modellazione a base fissa. Sono stati considerati sia i risultati delle analisi strutturali ottenute impiegando le azioni derivanti dalle analisi di sito 2D, sia le azioni derivanti dalle analisi di sito 1D [IJ06].

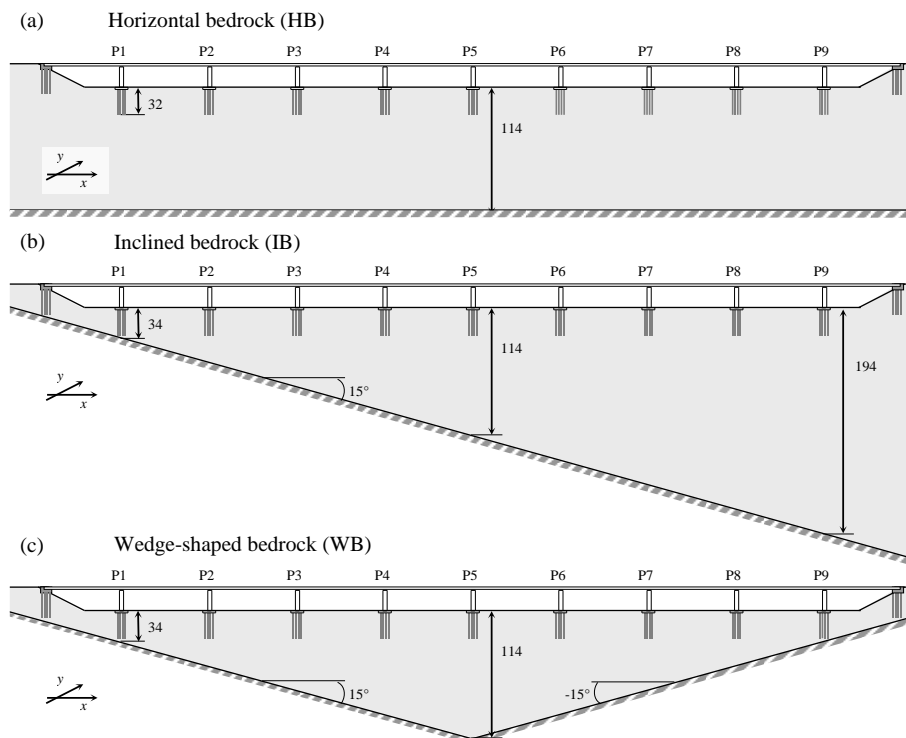


Figure 6. Vista laterale del viadotto sui substrati di terreno deformabile: a) Horizontal bedrock (HB); b) Inclined bedrock (IB); c) Wedge-shaped bedrock (WB).

Analisi degli effetti dell'inclinazione dei pali e della geometria della palificata nella risposta dinamica di pile fondate su pali

Infine alcuni studi sono stati dedicati all'analisi di singole pile fondate su gruppi di pali inclinati. Tale schema è rappresentativo di cavalcavia con una sola pila intermedia e di ponti multi-campata caratterizzati da pile di uguale altezza, nei quali è possibile escludere, un percorso di carico duale che coinvolge l'impalcato trasversalmente. In particolare sono stati considerati gruppi di pali con differente geometria e pali con diversa inclinazione (Figura 7).

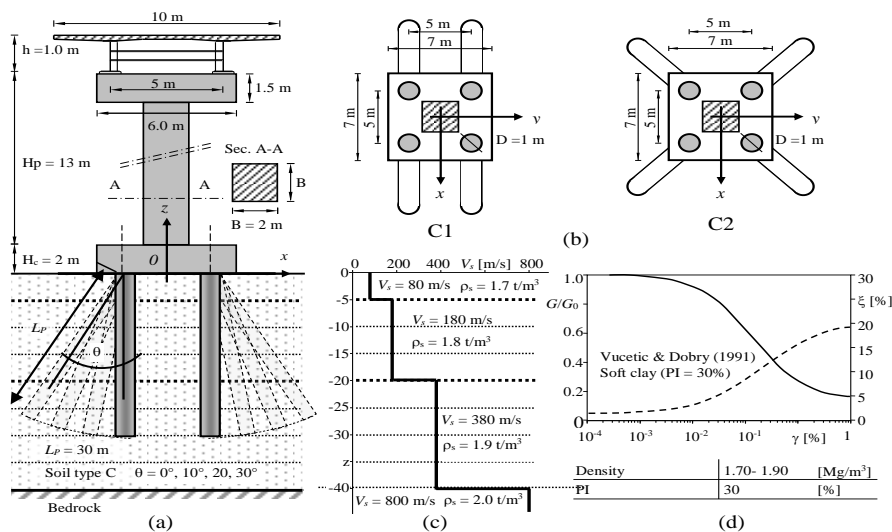


Figura 7: (a) Sezione trasversale del sistema sovrastruttura-fondazione-terreno; (b) Geometria fondazioni; (c) velocità delle onde di taglio e profilo del deposito considerato e (d) curve di decadimento e smorzamento del terreno

L'approccio adottato permette di indagare separatamente gli effetti cinematici ed inerziali in

fondazione, al variare della geometria della palificata, e di evidenziare il contributo dell'interazione nella definizione del moto sismico per le analisi delle sovrastrutture. I risultati delle analisi permettono di esprimere alcune considerazioni circa l'influenza della configurazione della palificata e dell'inclinazione dei pali sul comportamento strutturale delle pile (spostamenti e caratteristiche di sollecitazione) e sulla risposta delle fondazioni (massimi tagli e momenti flettenti nei pali dovuti all'interazione cinematica e inerziale) [NC04, NC06, IC08, IJ04]. Ulteriori approfondimenti sono stati affrontati, introducendo le non linearità nella struttura considerate concentrate alla base della pila [IC10, IC11]. Le analisi di interazione inerziale sono state eseguite nel dominio del tempo, ed il sistema fondazione-terreno è stato schematizzato definendo opportuni LPM.

Effetti di interazione tunnel-fondazioni profonde-struttura

La ricerca inerente lo studio degli effetti indotti sulle strutture dalla realizzazione di gallerie (tunneling) è stata sviluppata in collaborazione con il Prof. Alec M. Marshall (University of Nottingham) e il Dott. Andrea Franza (University of Nottingham). Con riferimento al problema del tunneling, la ricerca trova le sue motivazione nel fatto che nelle aree urbane, la crescente domanda di infrastrutture e sviluppo di servizi ha portato alla costruzione di tunnel e scavi profondi spesso in prossimità o al di sotto delle fondazioni di strutture esistenti. Al fine di evitare danneggiamenti strutturali occorre valutare con sufficiente accuratezza gli effetti dello scavo sulle deformazioni strutturali. Nonostante siano vari gli studi che hanno considerato questi effetti sul comportamento di strutture fondate superficialmente o su pali, una completa comprensione del problema non è ancora esaustiva. In letteratura, sebbene sia stata riconosciuta la necessità di tener conto della rigidità della struttura nella definizione del campo di spostamenti nel terreno prodotti dallo scavo, sono pochi gli studi che mettono in conto la reale configurazione strutturale, riconducendo il più delle volte la sovrastruttura ad una piastra o trave equivalente. Con il fine di cogliere il comportamento reale della sovrastruttura senza riduzioni a sistemi equivalenti, con riferimento alle strutture fondate su pali, è stato sviluppato un modello elastico semplificato capace di modellare l'interazione che intercorre tra il sistema terreno-struttura e il processo di scavo, inteso come riduzione del volume di terreno ad una certa profondità che comporta un campo di spostamenti verticali (ed orizzontali) nel terreno (Figura 8).

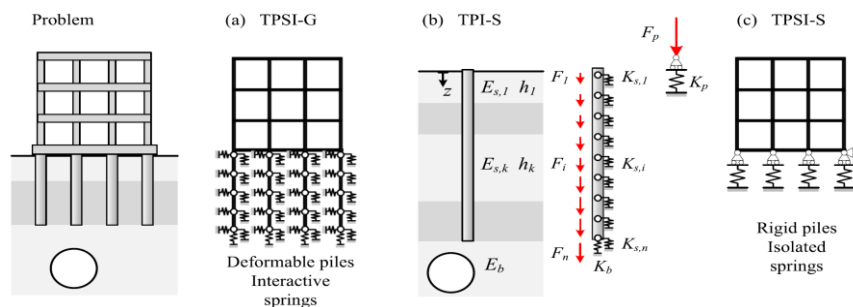


Figura 8: Modello di Winkler per l'interazione tunnel-palo-struttura (TPSI): (a) Pali deformabili e molle interattive (metodo G); (b) palo singolo rigido (metodo S); (c) pali singoli rigidi isolati (metodo S).

Il modello di calcolo è basato su un approccio alla Winkler del problema palo-terreno ed è adottato in una procedura di analisi in due step. La versatilità della procedura di analisi permette di investigare cedimenti indotti dallo scavo derivati anche da risultati sperimentali con buoni risultati se confrontati con modelli più sofisticati, con l'opportunità di cogliere l'influenza dalla presenza della struttura e gli effetti di questi cedimenti indotti sul danneggiamento delle componenti strutturali.

Prove sperimentali per la caratterizzazione statica e dinamica di fondazioni su micropali

Le prove sperimentali condotte in-situ o in laboratorio su strutture in vera grandezza, in scala o su

single componenti strutturali sono da sempre un utile strumento per validare e calibrare modelli teorici o procedure numeriche di analisi, e per caratterizzare eventuali parametri di progetto. In particolare, è stata eseguita una campagna di prove sperimentali, sia statiche che dinamiche, su due micropali strumentati in vera grandezza, uno dei quali iniettato in pressione attraverso valvole “a-manchette” disposte lungo il nucleo in acciaio del palo (Figura 9).

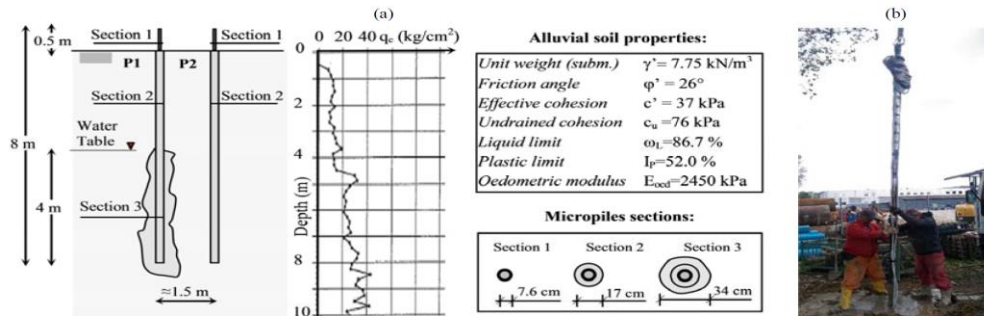


Figura 9: (a) Pali P1 e P2, profilo CPT e proprietà Meccaniche del deposito alluvionale; (b) Installazione e strumentazione dei tubi.

I pali, strumentati con numerosi estensimetri lungo il fusto e con un accelerometro in testa, sono stati oggetto di prove di impatto e di misurazione attraverso vibrazioni ambientali [NC10]. Il principale obiettivo del lavoro è stato quello di monitorare gli effetti delle differenti tecniche realizzative sulle caratteristiche dinamiche del sistema terreno-micropalo, ma anche per fornire una validazione anche dal punto di vista sperimentale dei modelli proposti in precedenza.

Comportamento di strutture sismoresistenti ibride innovative

Nel contesto di una collaborazione col gruppo di ricerca dell'Università di Camerino, coordinato dal Prof. Dall'Asta, impegnato nel progetto europeo INNO-HYCHO (2010-2013), in tale occasione è stato studiato il comportamento di telai in acciaio con pareti in calcestruzzo (SRCWs). Questi costituiscono un sistema sismo-resistente ibrido classificato come tipo 1 nell'Eurocodice 8 (EN1998-1), dove vengono trattati essenzialmente come una parete in c.a. capace di dissipare energia negli elementi verticali di acciaio e nelle armature verticali della parete. In realtà, il comportamento di questi sistemi può essere molto differente, fortemente caratterizzato dalle rotture per schiacciamento e dalle rotture per trazione, rispettivamente nelle diagonali compresse e tese della parete. Questi comportamenti sono fortemente correlati con l'assenza di specifiche metodologie di progetto basate sulla gerarchia di resistenza che permetta di controllare la formazione di un appropriato meccanismo dissipativo. Al fine di superare i suddetti aspetti critici è stato proposto un innovativo sistema ibrido nell'ambito del progetto europeo INNO-HYCHO: il sistema è concepito per controllare la formazione di puntoni diagonali nella parete che si comporta come un “controvento” anziché come una parete resistente a taglio (Figura 10).

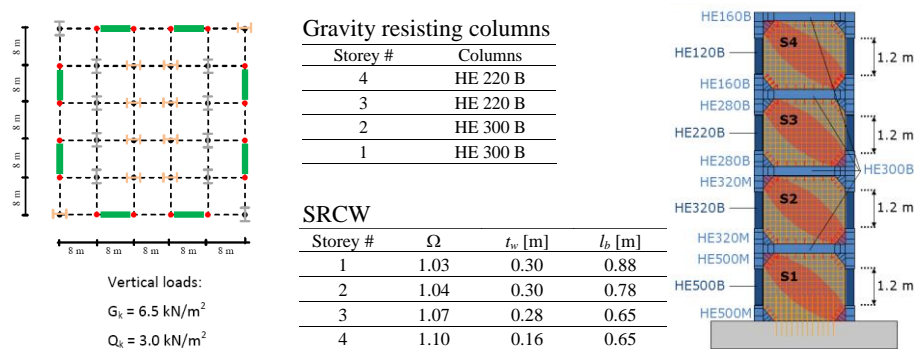


Figura 10: Esempio di progetto del sistema SRCW

La dissipazione di energia ha luogo negli elementi verticali del telaio in acciaio soggetti principalmente a forze assiali, senza coinvolgere l'armatura della parete [IC05]. Per valutare l'efficienza del sistema proposto, è stato sviluppato un modello agli elementi finiti costituito da elementi trave e link non lineari. I risultati di questo modello sono stati confrontati con quelli ottenuti da una modellazione raffinata che utilizza elementi shell a comportamento non lineare. Il modello semplice è risultato capace di cogliere la sequenza di fessurazione delle pareti e di snervamento degli elementi dissipativi. La procedura è stata applicata ad un caso studio costituito da un telaio di sei piani [IC07] al fine di dimostrare le capacità dell'innovativo sistema sviluppato.

██████████ 06/05/2017

Dr. Ing. Michele Morici



Consapevole delle sanzioni penali, nel caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o uso di atti falsi, richiamate dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 dichiaro che quanto sopra corrisponde a verità. Ai sensi del D.Lgs 196 del 30/06/2003 dichiaro, altresì, di essere informato che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa e che al riguardo competono al sottoscritto tutti i diritti previsti all'art. 7 della medesima legge.