

# ***UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE***

*Sede Amministrativa del Dottorato di Ricerca*

XXVII CICLO DEL  
DOTTORATO DI RICERCA IN CORSO DI DOTTORATO IN  
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE  
**PH.D. THESIS**

## **TECNICHE AVANZATE DI MODELLAZIONE NON LINEARE DELLE STRUTTURE COMPOSTE IN ZONA SISMICA**

**Parole chiave:** Strutture composte acciaio-calcestruzzo, giunti composti saldati e flangiati, progettazione sismica, metodo delle componenti, modellazione agli elementi finiti 3D solidi, Abaqus/CAE.

### **ADVANCED TECHNIQUES OF NON LINEAR MODELLING FOR COMPOSITE STRUCTURES IN SEISMIC AREA**

**Keywords:** Steel-concrete composite structure; welded and bolted composite joints, Seismic design; Components Method; 3D Solid Finite Element Modelling, Abaqus/CAE.

**DOTTORANDO PH.D. ING. NADER AKKAD**

**RELATORE PROF. ING. CLAUDIO AMADIO**

#### **Abstract:**

Nella presente tesi si sono analizzate le principali problematiche relative alla modellazione non lineare delle strutture composte intelaiate in zona sismica.

Nella prima parte si sono esaminati in dettaglio i criteri attualmente adottati nella progettazione classica delle strutture intelaiate composte acciaio-calcestruzzo, facendo principalmente riferimento alle indicazioni sismiche fornite dall'Eurocodice 8. Successivamente si è affrontato il tema della progettazione del giunto composto, a questo proposito si è definito un iter progettuale con una procedura semplificata passo-passo utilizzando un software sviluppato in Excel. Tale software è stato sviluppato con lo scopo principale di facilitare la progettazione dei giunti saldati e flangiati indicando i passi e le verifiche da eseguire fino all'ottenimento della risposta in termini di momento-rotazione. La procedura di progettazione è stata poi validata sulla base di un test sperimentale per entrambi i giunti.

Nel terzo capitolo è stata affrontata la tematica relativa alla modellazione non lineare della struttura con riferimento ad un telaio multipiano oggetto di studio di ricerca presso l'università del Sannio. Le non linearità del telaio si sono modellate prima attraverso l'uso di cerniere rigido-plastiche e in un secondo momento attraverso molle elasto-plastiche unite alla trave ed alla colonna con dei tratti

rigidi. Sono stati forniti tutti i dettagli per una corretta modellazione e uso con il software agli elementi finiti Sap2000 al fine di condurre una analisi statica non lineare di "Pushover".

Per meglio comprendere i reali meccanismi che si vengono a realizzare in prossimità delle zone nodali, si è considerata la modellazione solida 3D agli elementi finiti facendo riferimento al software Abaqus/CAE. Anche in questo caso è stata presentata una procedura di modellazione passo-passo, atta a rendere semplice anche questo tipo di analisi. La modellazione 3D è stata applicata sia alla tipologia di giunto saldato che a quello flangiato. In particolare, si sono analizzati a fondo i modelli di materiale impiegati, studiando la derivazione dei parametri che ne governano il loro comportamento. Si sono inoltre introdotte diverse tecniche di modellazione delle interazioni tra gli elementi che compongono il giunto.

Sulla base dei risultati dei test sperimentali condotti presso l'Università Federico II di Napoli, è stato validato il modello agli elementi finiti solidi proposto. L'analisi della risposta numerica ottenuta, sotto un carico monotono si è dimostrata coerente con l'involuppo della risposta ciclica sperimentale, sia per le risposte locali che per quelle globali. Questo tipo di modellazione si è inoltre dimostrata in grado di predire adeguatamente anche i fenomeni di instabilità locale che avvengono nelle fasi finali di comportamento del giunto.

In conclusione, si può affermare che la tesi qui sviluppata può costituire un primo punto di partenza per la progettazione sismica delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, argomento particolarmente complesso e articolato. Inoltre, il fatto che il modello numerico agli elementi finiti di tipo solido sviluppato si sia dimostrato particolarmente affidabile per lo studio di questo tipo di strutture, può fare propendere per un suo ampio utilizzo nello sviluppo preliminare di nuovi prototipi di giunti composti.