

## SCHEMA PER LA RELAZIONE ANNUALE DEL DOTTORANDO CICLO “34” Anno “1”

- Nome e Cognome **Ehsan DANESHKHAH**
- Dottorato in **INGEGNERIA MECCANICA**
- Dipartimento di appartenenza **DIMEAS**
- Coordinatore **Prof. Luca GOGLIO**
- Tutore **Prof. Erasmo Carrera**
- Area Culturale di Interesse (in Italiano e Inglese)

### Nonlinear Analysis of Structures using Unified Formulations

- Breve descrizione dell'argomento della tesi o dell'Area Culturale di Interesse (massimo 20 righe, in Italiano e Inglese)

- In this research, Advanced Finite Element methods will be used to describe the mechanical nonlinear behavior of complex structures and materials such as anatomic components. Both geometrical and physical nonlinearities will be considered using the Component-Wise approach (CW) in order to obtain the accurate and precise results by CUF-1D or CUF-2D nonlinear models.

The first ongoing part of this study focuses on the geometrical nonlinearities such as the large deflection and post-buckling behavior of structures specifically isotropic rectangular plates. By taking into account the three-dimensional Green–Lagrange strain components, the explicit forms of the secant and tangent stiffness matrices of unified plate elements are presented in terms of the fundamental nuclei and nonlinear parameters. The Newton–Raphson linearization scheme combined with a path-following method based on the arc-length constraint is utilized to solve the geometrically nonlinear problem. Nonlinear CUF-2D plate model is used considering different nonlinear theories based on Green–Lagrange strain components. In this regard, the well-known von Kármán theory for the nonlinear deformations of plates is focused with different modification such as the thickness stretching and shear deformations due to transverse deflection. The post-buckling curves and related stress distributions for each case are presented and discussed.

The second part of this PhD thesis will be focused on the implementation of Physical Nonlinearities in the CUF-1D or CUF-2D models in order to be used in the complex biostructures or soft materials with different plastic or hyperelastic behaviors.

- In questa ricerca, verranno utilizzati i metodi Advanced Finite Element per descrivere il comportamento meccanico non lineare di strutture e materiali complessi come componenti anatomici. Sia la non linearità geometrica che fisica saranno prese in considerazione usando l'approccio Component-Wise (CW) al fine di ottenere risultati accurati e precisi dai modelli non lineari CUF-1D o CUF-2D.

La prima parte in corso di questo studio si concentra sulle non linearità geometriche come la grande deflessione e il comportamento post-instabilità di strutture specificamente piastre rettangolari isotrope. Tenendo conto dei componenti tridimensionali della deformazione Green-Lagrange, le forme esplicite delle matrici di rigidità secante e tangente degli elementi di piastra unificati sono presentate in termini di nuclei fondamentali e parametri non lineari. Lo schema di linearizzazione di Newton-Raphson combinato con un metodo di tracciamento del percorso basato sul vincolo di lunghezza dell'arco viene utilizzato per risolvere il problema geometricamente non lineare. Il modello di piastra CUF-2D non lineare viene utilizzato considerando diverse teorie non lineari basate su componenti di deformazione Green-Lagrange. A questo proposito, la ben nota teoria von Kármán per le deformazioni non lineari delle lastre è focalizzata con diverse modifiche come l'allungamento dello spessore e le deformazioni a taglio dovute alla deflessione trasversale. Vengono presentate e discusse le curve post-instabilità e le relative distribuzioni di stress per ciascun caso.

La seconda parte di questa tesi di dottorato sarà focalizzata sull'implementazione delle Non linearità fisiche nei modelli CUF-1D o CUF-2D per essere utilizzate nelle biostrutture complesse o materiali morbidi con diversi comportamenti plastici o iperelastici.

- Attività di formazione svolta nell'anno (corsi, seminari, etc.); per ogni attività specificare natura, durata e sede

Course Name	Skill Type	Duration (hrs)	Location
Modelli agli elementi finiti avanzati per problemi meccanici e multiscampo	Hard	30	PoliTo
Strumenti e tecnologie per lo sviluppo del prodotto	Hard	25	PoliTo
Aspetti avanzati del metodo degli elementi finiti	Hard	20	PoliTo
Writing Scientific Papers in English	Soft	15	PoliTo
Project management	Soft	5	PoliTo
Public speaking	Soft	5	PoliTo
Communication	Soft	5	PoliTo
Aeroelastic tailoring - modelling, design, manufacturability and experiments (didattica di eccellenza)	Hard	15	PoliTo
Materials by design - How structure meets function (didattica di eccellenza)	Hard	12	PoliTo
MUL <sup>2</sup> Spring School on Virtual Manufacturing and Testing of Composites	SpringSchool		PoliTo

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)
- Eventuale partecipazione del Dottorando ad Attività interne di supporto alla didattica nell'anno (specificare su quali corsi, e se eventualmente il Dottorando sia stato nominato Cultore della Materia)
- Eventuali soggiorni presso altri Centri di Ricerca nell'anno
- Eventuali collaborazioni con imprese nell'anno
- Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando
- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)
- Eventuale partecipazione del Dottorando ad Attività interne di supporto alla didattica nell'anno (specificare su quali corsi, e se eventualmente il Dottorando sia stato nominato Cultore della Materia)
- Eventuali soggiorni presso altri Centri di Ricerca nell'anno
- Eventuali collaborazioni con imprese nell'anno
- Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando

Torino,

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutore

\_\_\_\_\_  
Firma del Dottorando

\_\_\_\_\_  
Il Coordinatore