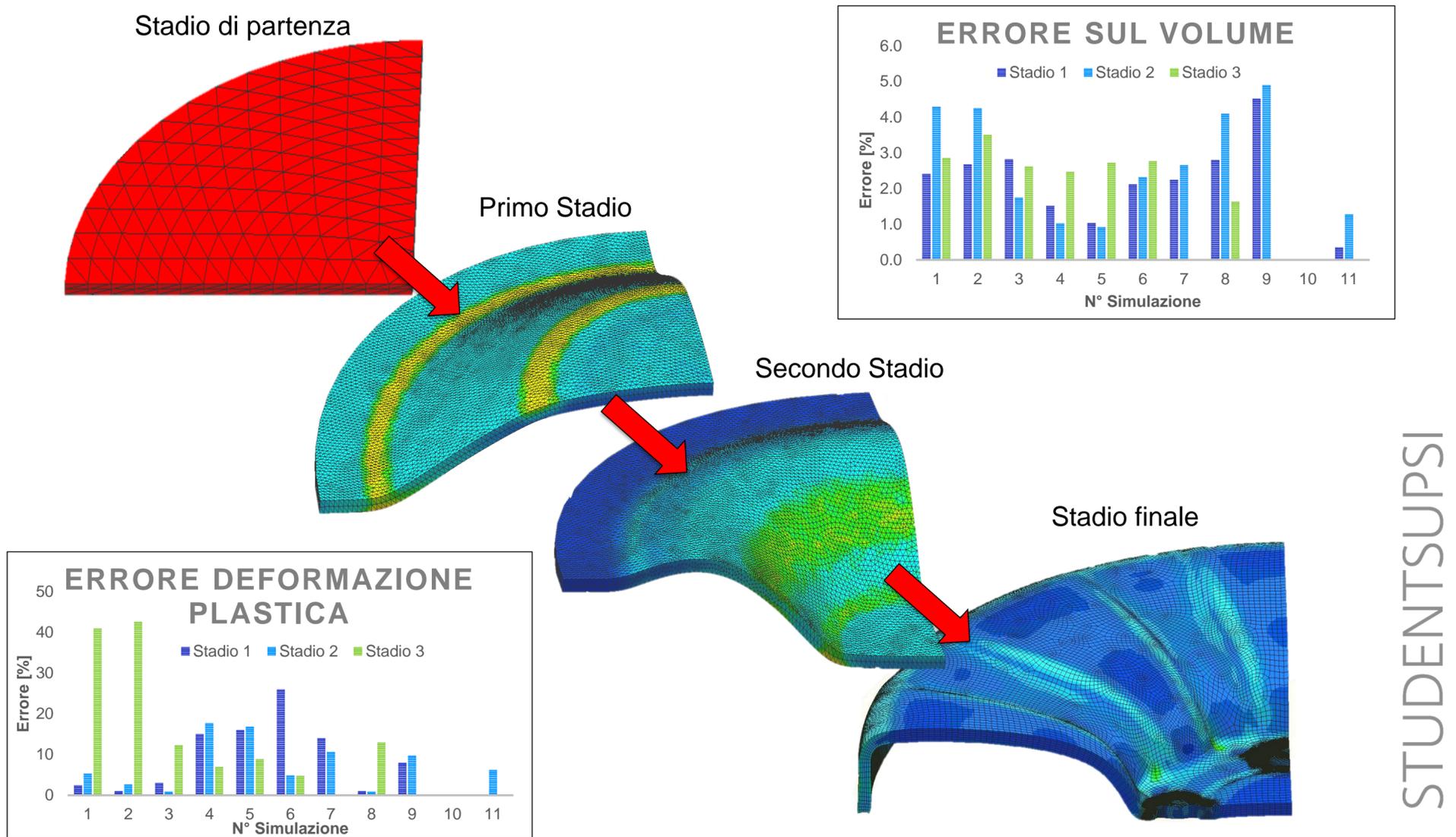


SUPSI

# Analisi e ottimizzazione di un modello FEM per la simulazione del processo di formatura dei cerchioni

Studente	Relatore	Correlatore	Committente
Lorenzo Bazzolo	Ing. Emian Furger	Ing. Christian Brianza	Ing. Ivan Gasparini

Corso di laurea	N° Progetto	Anno	Data
Ingegneria Meccanica	C10308	2020/2021	08.02.2021



STUDENTSUPSI

## Abstract

Lo svolgimento del seguente progetto di semestre ha permesso di sviluppare e ottimizzare un modello FEM per la simulazione del processo di formatura a freddo, nel caso specifico della generazione di cerchioni per auto, affinché si ottenga una simulazione efficace nel minore tempo computazionale possibile.

Tutte le simulazioni FEM sono state eseguite con il software *Simufact Forming15*.

Nella prima parte del progetto, sono state prese in esame le differenti tipologie di elementi (Quadrilateri, Esaedrici e Tetraedrici), effettuando un confronto tra esse col fine di dimostrarne la più efficace in termini di risultati e tempistiche.

Per ogni stadio di lavorazione sono stati applicati vincoli di simmetria, permettendo la simulazione di 1/4 e 1/8 di geometria; per i primi due passi si è potuto sperimentare anche la simulazione 2D in quanto il pezzo finale di tale processo corrispondeva ad un solido di rivoluzione.

Il parametro fondamentale di confronto tra le lamiere è stato il volume finale in ogni passo, per poi passare alla verifica di congruenza tra i valori di forza e deformazione plastica. L'ultima analisi si è basata sul numero di elementi appartenenti alla mesh per definirne la soluzione migliore in termini di tempo di calcolo.

Nell'ultima parte di progetto sono state effettuate delle analisi di sensitività sul coefficiente di attrito e sulla dimensione degli elementi che compongono il reticolo.

## Obiettivi

Lo scopo di questo progetto è quello di analizzare vari parametri durante la simulazione onde minimizzare i tempi di calcolo, mantenendo invariata la qualità dei risultati.

Gli obiettivi principali del progetto in analisi sono:

- Analisi e ottimizzazione di parametri relativi al reticolo in funzione del pezzo di lavorazione;
- Implementazione in funzione dello stadio di lavorazione di vincoli di simmetria per ridurre i tempi di calcolo, andando a verificare che la qualità dei risultati ottenuti sia elevata;
- Analisi di sensitività dei principali parametri che potrebbero influenzare i risultati della simulazione.

Per poter raggiungere gli obiettivi prefissati si sono analizzate le seguenti grandezze:

- Deformazione plastica;
- Forza esercitata;
- Volume finale.

## Conclusioni

Lo svolgimento del seguente progetto ha permesso di sviluppare un modello per simulare il processo di formatura a freddo dei cerchioni per automobile.

Dopo un'attenta comparazione dei parametri più significativi è emerso che il modello migliore per i primi due passaggi si è ottenuto tramite una simulazione 2D avente come reticolo elementi Quad di dimensione inferiore a 0.6 [mm]. Mentre il terzo passo, essendo più complesso, è stata scelta come simulazione migliore quella 3D utilizzando un reticolo con elementi esaedrici di dimensione 2.5 [mm] e 6 elementi sullo spessore.

I risultati ottenuti possiedono, nel peggiore dei casi, un errore intorno al 4% per la simulazione di forza e volume finale; mentre per la deformazione plastica si arriva ad un 7% di errore all'interno del terzo passaggio.

L'ultimo punto trattato dal progetto è stata l'analisi di sensitività sul coefficiente d'attrito e grandezza degli elementi del reticolo. È emerso che i risultati sul volume della geometria e delle forze esercitate non sono significativamente influenzati, ottenendo come risultato peggiore una differenza del 7%. Sulla deformazione plastica invece si è notata un'influenza solo per il terzo passo, arrivando ad una variazione significativa intorno al 17%; nei primi due il caso peggiore si scosta del 3%.