

Figura 7.22. A sinistra: stress di Von Mises per il rinforzo a U del modello grossolano; a destra: Stress di Von Mises per il sottomodello del rinforzo a U.

Da ultimo, nella figura 7.21 illustriamo un caso in cui alcune parti di una struttura molto complessa hanno richiesto un dettaglio di meshatura molto preciso (si trattava di rispettare il percorso dei carichi attraverso dei cordoni di saldatura d'angolo); la figura 7.22 mostra il confronto tra i risultati ottenuti dal modello grossolano e dal sottomodello; si vede chiaramente che il valore di picco del sottomodello è di circa il 18% più alto di quello registrato nel modello grossolano: dato che l'indagine riguardava l'innesco e la propagazione di cricche di fatica avvenuti durante il funzionamento della macchina, è stata necessaria una valutazione molto accurata dello stato tensionale.

7.4 La simulazione degli accoppiamenti per interferenza

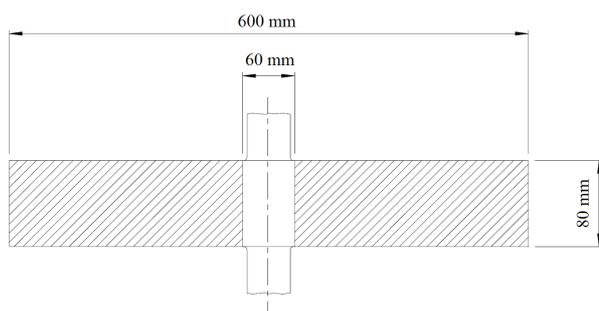


Figura 7.23. Calettamento tra albero e volano; per garantire un accoppiamento stabile sono necessarie determinate tolleranze che portano a una interferenza massima $i = 0.025$ mm.

Generalmente per valutare lo stato tensionale all'interno di due elementi accoppiati mediante calettamento si ricorre alle relazioni della Scienza delle Costruzioni, mentre tipicamente per risolvere un problema di contatto tra organi mediante il metodo degli elementi finiti tempo addietro era necessario impiegare i cosiddetti "gap elements" che consentono di

giungere alla soluzione attraverso tecniche di tipo iterativo, proprie del calcolo non lineare. Codici di calcolo più moderni e sofisticati hanno introdotto la possibilità di gestire i contatti attraverso le superfici degli elementi, senza la necessità di utilizzare gli

elementi gap, più onerosi in termini di modellazione e di più difficile gestione sotto diversi punti di vista.

Tuttavia per valutare lo stato tensionale generato da un accoppiamento forzato è possibile utilizzare un classico solutore elastico-lineare e simulare l'interferenza imponendo all'albero una dilatazione termica corrispondente all'interferenza data, e senza impiegare superfici di contatto o elementi gap. Quindi, salvo un'eccezione che vedremo più avanti, alberi e mozzi sono qui considerati "incollati", nel senso che all'interfaccia i nodi sono comuni.

Nel seguito vedremo alcuni esempi pratici e dove sarà possibile confronteremo i risultati ottenuti mediante il metodo numerico con quelli determinati attraverso le relazioni teoriche.

7.4.1 Albero - Volano

Supponiamo di voler determinare la pressione che nasce all'interfaccia del calettamento tra i due elementi della figura 7.23. Sia $i = 0.025$ mm l'interferenza massima dell'accoppiamento. Sfruttando la simmetria assiale scegliamo di modellare la struttura con elementi assialsimmetrici (cfr. Capitolo 1); la figura 7.24 contiene la mesh della ruota e del tratto di albero interessato dal calettamento (si noti che il codice impiegato per questo esempio prevede che gli elementi giacciono nel piano xy). Per ottenere una dilatazione sul diametro pari a i dovremo imporre all'albero una temperatura valutabile attraverso la seguente relazione:

$$T = \frac{i}{\alpha \cdot d}$$

essendo d il diametro nominale dell'accoppiamento e α il coefficiente di dilatazione termica lineare, per il quale si può assumere un valore di comodo: infatti a noi non interessa il problema termico, dato che l'imposizione di T è un artificio.

L'importante è che la coppia T - α generi l'interferenza data.

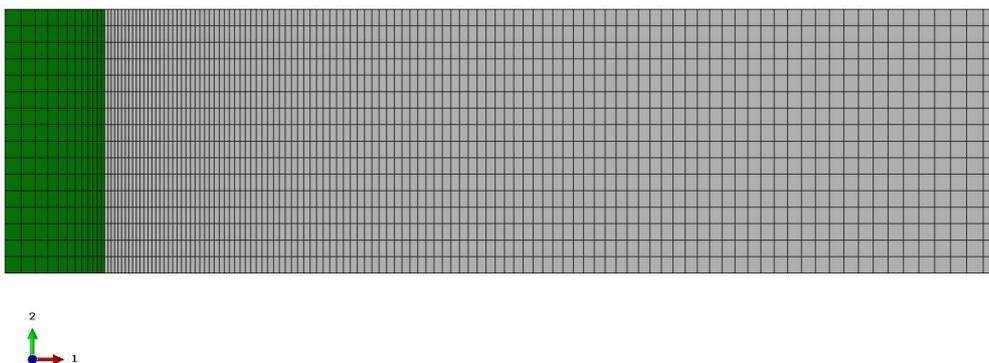


Figura 7.24. Il modello a elementi finiti assialsimmetrici: in verde è rappresentata la mesh dell'albero, mentre in grigio è visibile la mesh del volano.