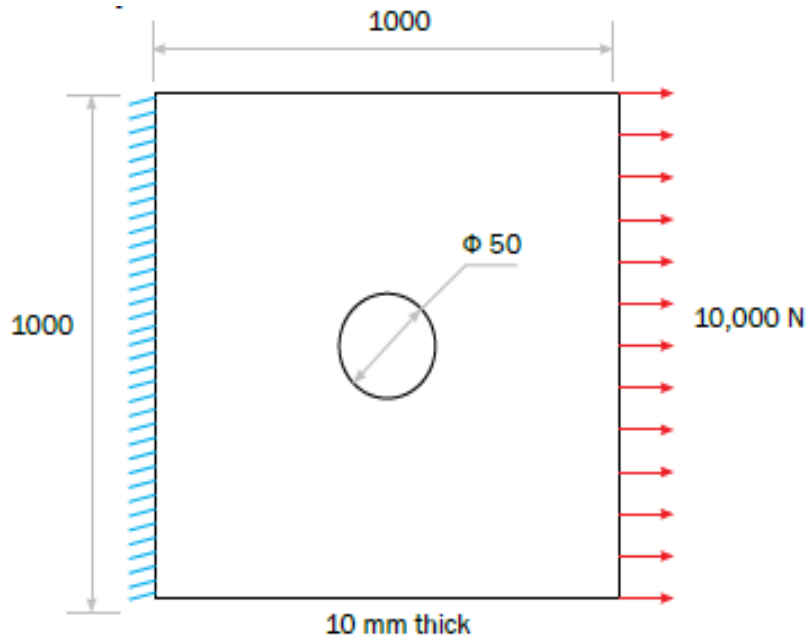


CAE PreProcessing

Strategie di modellazione per l'analisi agli elementi finiti: dipendenza dalla mesh, connectors, loads

Annotazioni con riferimento a Hyperworks

Tipo e Qualità della mesh sull'accuratezza dei risultati un esempio: piastra con foro circolare centrale (immagini e simulazioni prese da Altair – University)

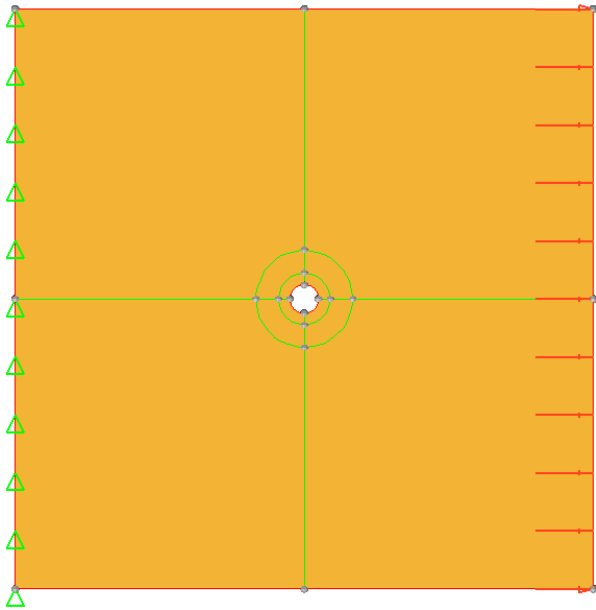


Studiare al variare del tipo di mesh la qualità del risultato in termini di fattore di concentrazione dello stress:

$$\text{SCF} = \frac{\text{max_stress}}{\text{nominal_stress}}$$

Risposta analitica: nominal stress = F/A
 $= 1 \text{ N/mm}^2$

Hp.: piastra infinita $\rightarrow \text{SCF}=3$



Sapresti crearle con Hypermesh?

Creazione del modello

-Vincoli

-Carico

-Strategia di mesh:

-mesh 2D

-attorno al foro + fitta

- dimensione di mesh 100

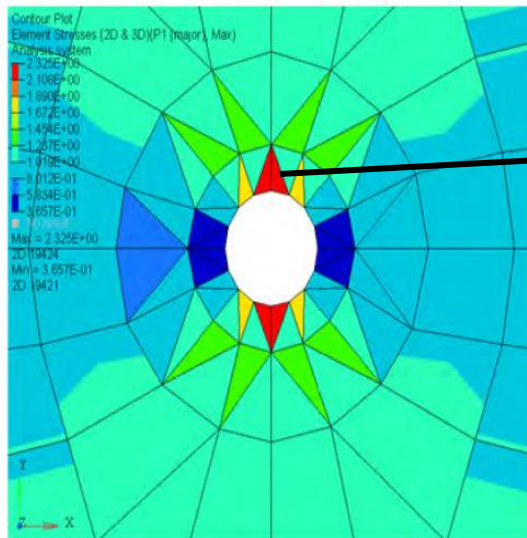
- infittimento attorno al foro gestito

attraverso l'individuazione di due superfici concentriche di R45 e R84

Plot Results: max principal stress

Element: tria – 16 elementi attorno al foro

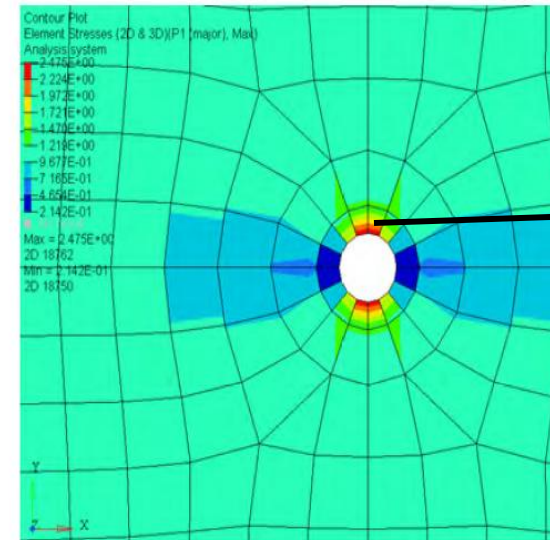
Model 1: The hole is meshed with 16 tria elements. The maximum principal stress (corner location) is 2.32 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



2.32 N/mm²

Element: quad – 16 elementi attorno al foro

Model 2: The hole is meshed with 16 quad elements. The maximum principal stress (corner location) is 2.47 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



2.47 N/mm²

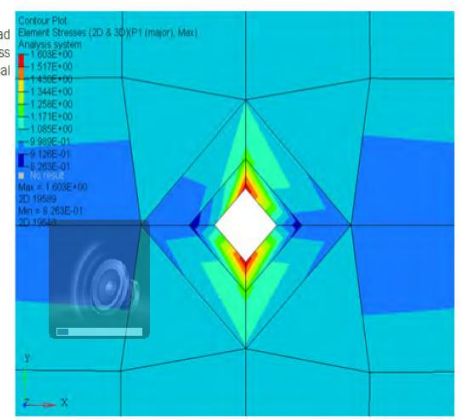
N.B. i risultati possono essere visualizzati ai centroidi degli elementi oppure ai nodi ... in questo caso siamo nel centroide (valore di elemento) ma il valore che interessa è sul bordo (ovvero ai nodi, soluzione nodale – N.B. in alcuni casi bisogna attivare con CARD opportuna la scrittura dell'output , dipende dal solutore)

La mesh in entrambi i casi NON è accurata – nessun warning ci avvisa!
È solo un problema di tipo di elemento?

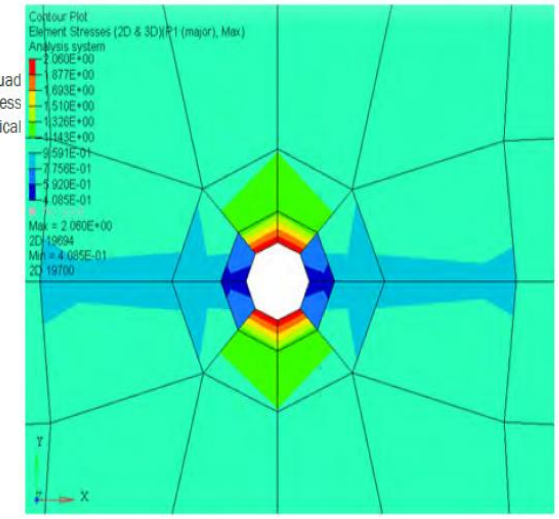
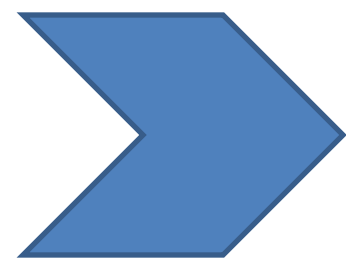
Effect Of Mesh Density

In the following the effect of element size, i.e. number of elements at the hole, on the modeling results is discussed.

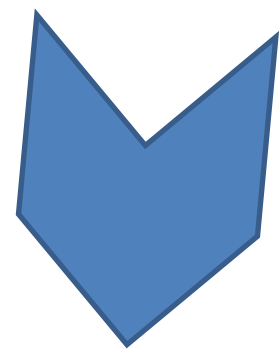
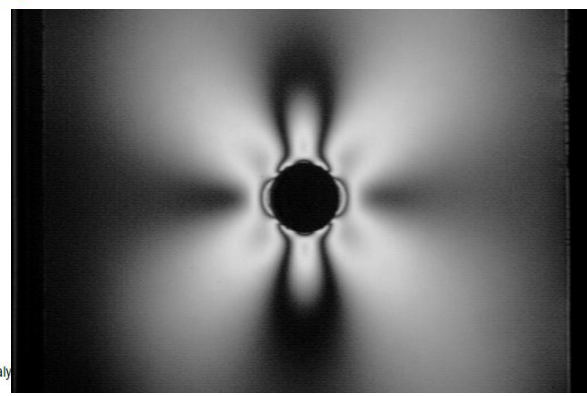
Model 3: The hole is meshed with 4 quad elements. The maximum principal stress (corner location) is 1.60 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



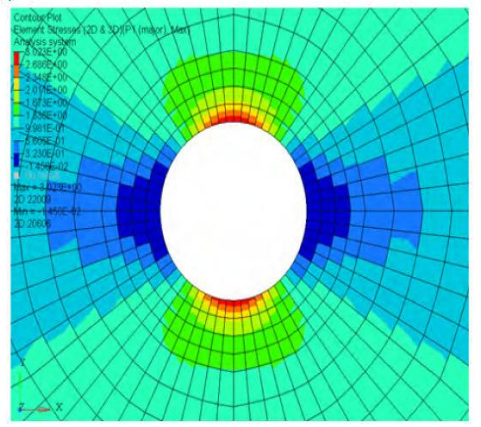
Model 4: The hole is meshed with 8 quad elements. The maximum principal stress (corner location) is 2.06 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



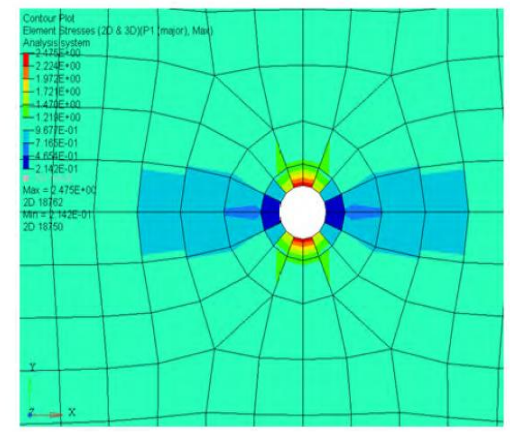
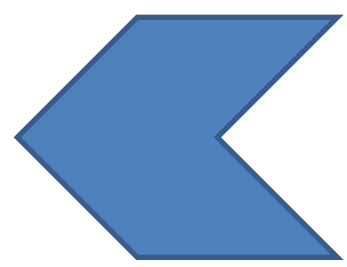
Con 64 elementi a 4 nodi i gradienti corrispondono al dato sperimentale (riportato a destra)
Lo SCF è uguale a 3.02



Model 6: The hole is meshed with 64 quad elements. The maximum principal stress (corner location) is 3.02 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



Model 5: The hole is meshed with 16 quad elements. The maximum principal stress (corner location) is 2.47 N/mm² (the analytical result is 3 N/mm²).



Significato e uso dei connectors

La modellazione dei collegamenti tra componenti distinti è uno degli aspetti più complessi da mettere a punto.

Nella realtà il trasferimento del carico e i vincoli imposti derivano dal contatto ma una modellazione “in scala reale” non è fattibile per problemi di scala della mesh (si pensi ad esempio nei collegamenti filettati alla possibilità di contemplare il filetto!)

Nella pratica si definiscono strategie di semplificazione che determinano diversi gradi di approssimazione essenzialmente in termini di rigidità del collegamento.

Le connessioni tra elemento generano condizioni geometriche di interfaccia a cui si associa il trasferimento del carico



Opens the [Spot](#) connector panel.



Opens the [Bolt](#) connector panel.



Opens the [Seam](#) connector panel.



Opens the [Area](#) connector panel.



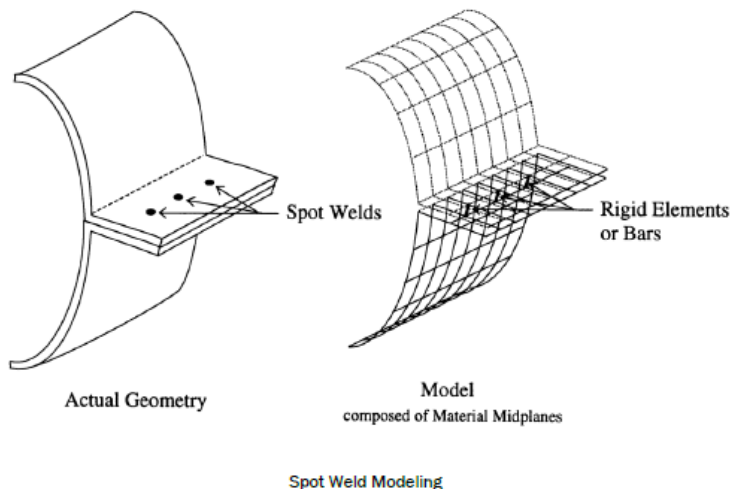
Opens the [Apply Mass](#) connector panel.



Opens the connector [FE Absorb](#) GUI.

In Hyperworks il trasferimento del carico sulle connessioni può essere modellato con i pannelli dei connectors, menu preconfigurati per la gestione dei collegamenti

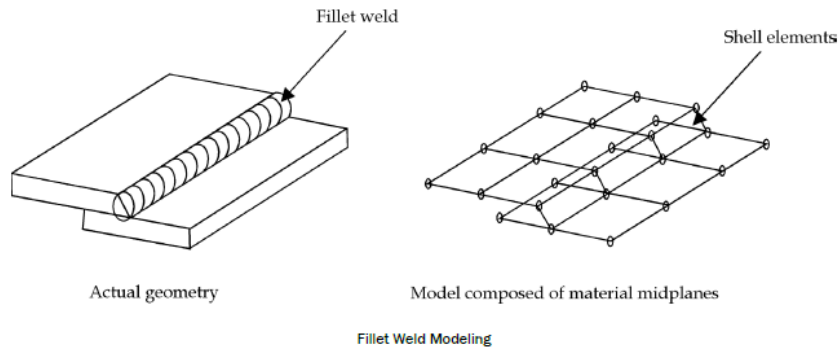
N.B. I solutori possono avere funzionalità specifiche con elementi dedicati



Saldatura a punti (=spot weld) – Se il collegamento è un dettaglio << della struttura da esaminare si considera una versione “rigida” in cui i nodi delle due parti coincidono. Diverso è se i punti di saldatura sono numerosi e si è interessati alla ripartizione dei carichi/deformazioni nei dintorni del collegamento. In tal caso si interpone un elemento rigido ortogonalmente ai nodi da collegare a simulare l’aumentata rigidità di collegamento.

In caso di superficie piane questo può causare rotazioni locali dei nodi che producono singolarità di soluzione. Per evitare ciò si aggiunge manualmente dei vincoli alla rotazione oppure si gestisce diversamente la cedevolezza del giunto inserendo ortogonalmente tra gli elementi un elemento “spring” di rotazione... ma con quali valori? Da cosa dipendono?

La sostituzione degli elementi rigidi con travi è una alternativa più sofisticata verso l’effettiva corrispondenza con la realtà. Anche in questo caso però nascono oggettivi problemi di definizione delle caratteristiche fisiche del collegamento (materiale? Sezione equivalente?)



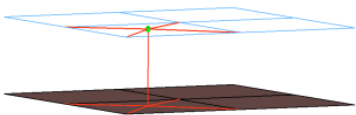
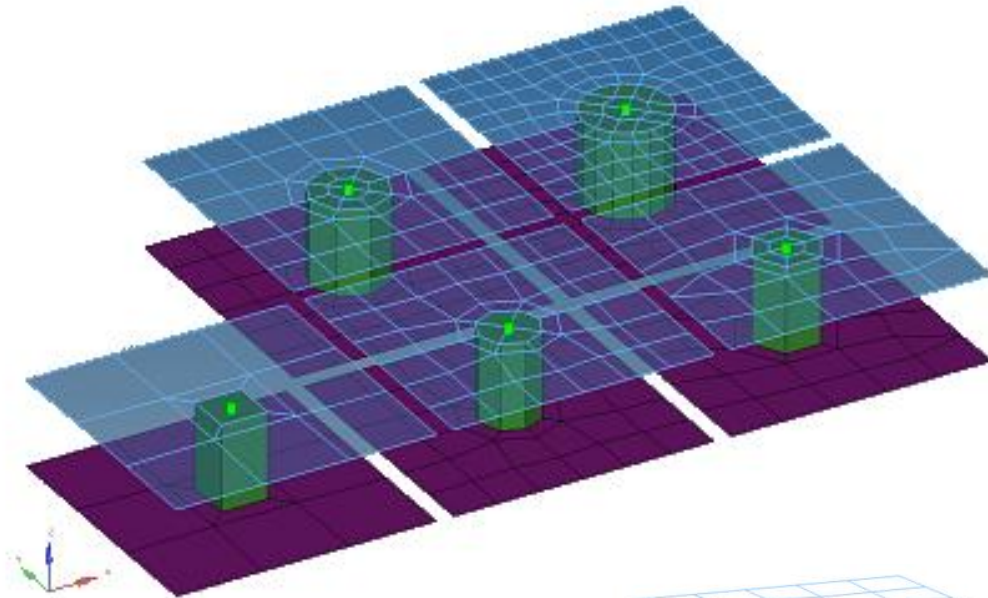
Il cordone di saldatura (weld fillet) viene modellato con elementi shell di collegamento tra le superfici di contatto.

Attraverso l'applicazione dei coefficienti di concentrazione degli stress reperibili in letteratura la valutazione dei carichi nella zona di collegamento è sufficientemente buona.

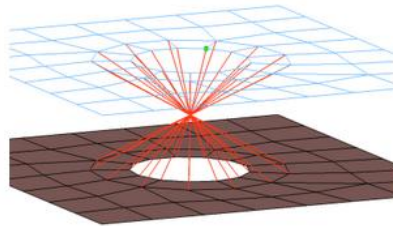
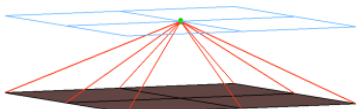
Rivetti e filettature – In questi collegamenti si possono individuare due condizioni limite per grado di rigidità. Un caso in cui si attribuisce al collegamento rigidità massima, impedendo lo scorrimento tra testa e componente e tra componenti e quello massimamente cedevole in cui si concedono scorrimenti a tutte le superfici. Se l'obiettivo è quello di verificare il collegamento si consiglia di considerare il modello rigido (no scorrimento) e confrontare la forza di taglio corrispondente con il carico di compressione atteso moltiplicato per il minimo coefficiente di attrito (se il valore così trovato è in soglia, a maggior ragione lo sarà in realtà con un collegamento più cedevole). Altro discorso se si devono studiare i gradienti lungo lo spessore del collegamento.

Elementi bolt cilindrici shell+gap in nastran

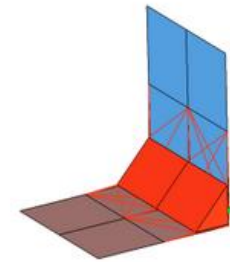
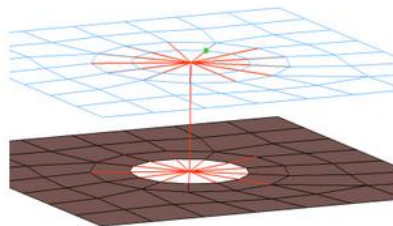
I nodi centrali del gambo cilindrico
sono i punti di collegamento tra le
superfici collegate
Un'opportuna mesh di transizione
fa ripartire il carico in
corrispondenza della testa



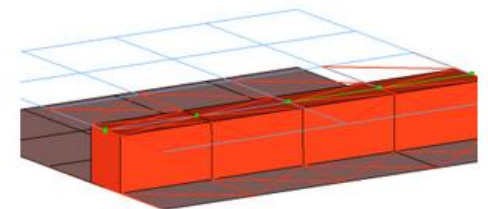
In questo schema si applicano vincoli
sugli spostamenti



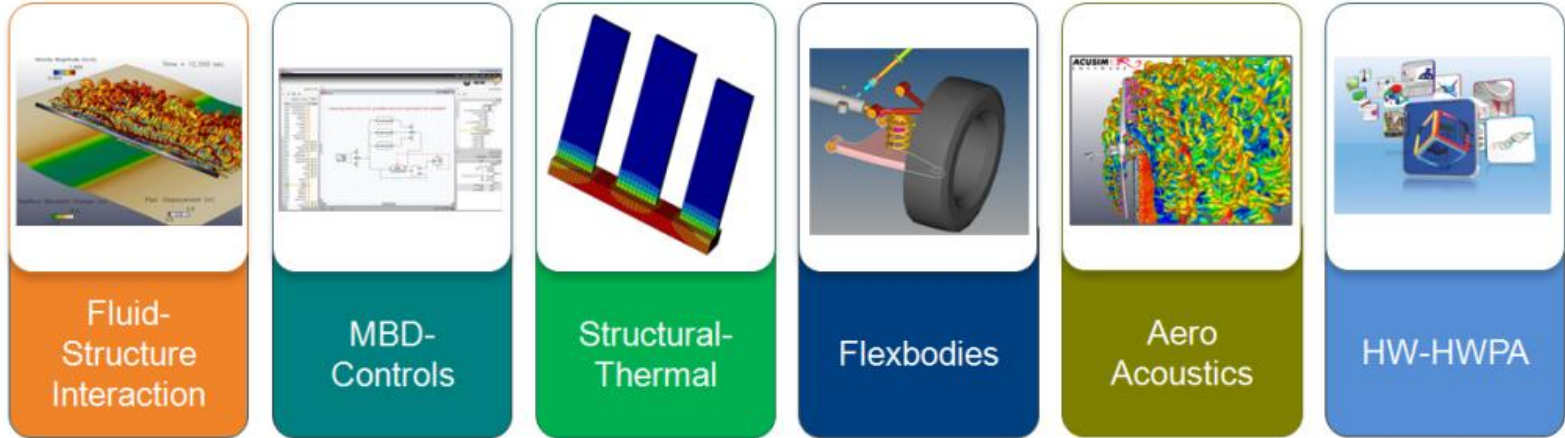
1)



Sopra: elementi per saldatura
Sotto: collegamento adesivo



Analisi accoppiate (prototipazione multifisica)



Esistono tre schemi di lavoro:

- Simulazioni in cui le equazioni del modello accoppiano direttamente due modelli (aeroacustica)

- Simulazioni sequenziali

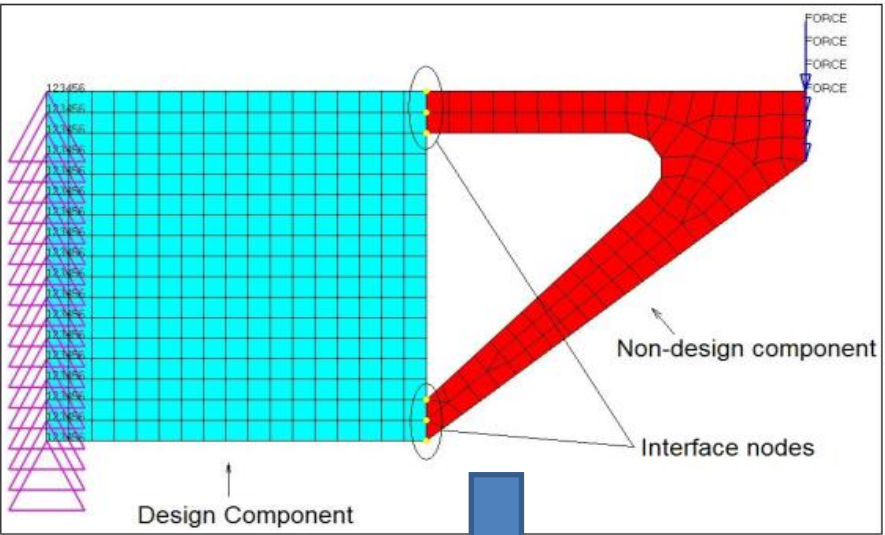
(l'input della seconda sim. è ottenuto dall'output della prima)

- Simulazioni in // con input ed output che si scambiano nel corso del calcolo tra i due domini

Applicazione dei carichi

- In alcuni ambiti è opportuna la “sottomodellazione” ovvero la creazione di condizioni di carico/rigidezze su un dettaglio in modo che siano equivalenti al suo legame con altri corpi.
- In altri casi di simulazioni accoppiate serve la creazione di condizioni strutturali di contorno a un volume di controllo da investigare in uno step successivo.
- I superelementi e il “dump” delle matrici di massa e rigidezza attuano questi concetti

Riduco ai nodi di interfaccia i componente rosso attraverso le matrici equivalenti di rigidezza



1. Simulo l'intera struttura e con "ASET" seleziono i nodi di interfaccia – lì sarà riferita la matrice di rigidezza equivalente al componente rosso

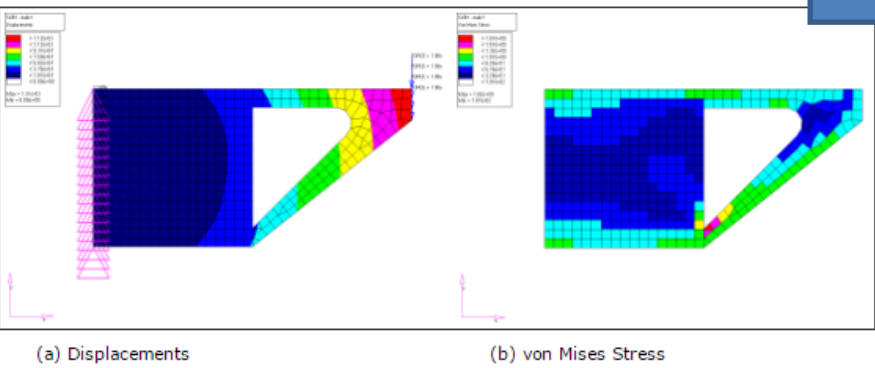


Figure 3: Displacement and von Mises stress results for a linear static analysis on the complete structure.

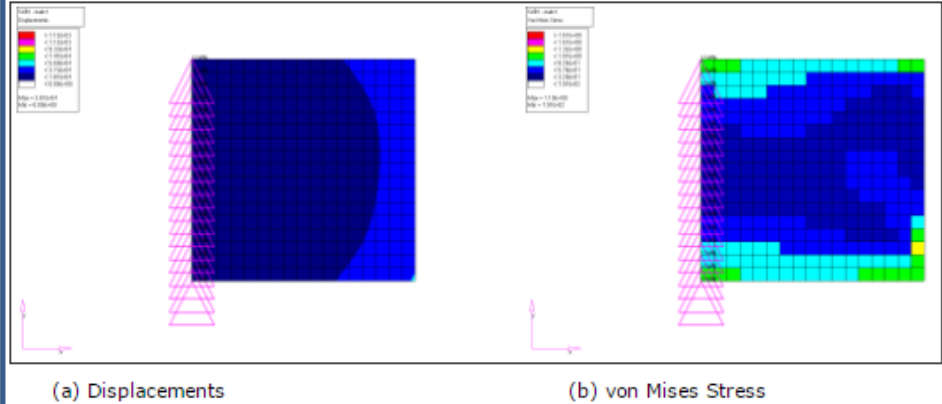


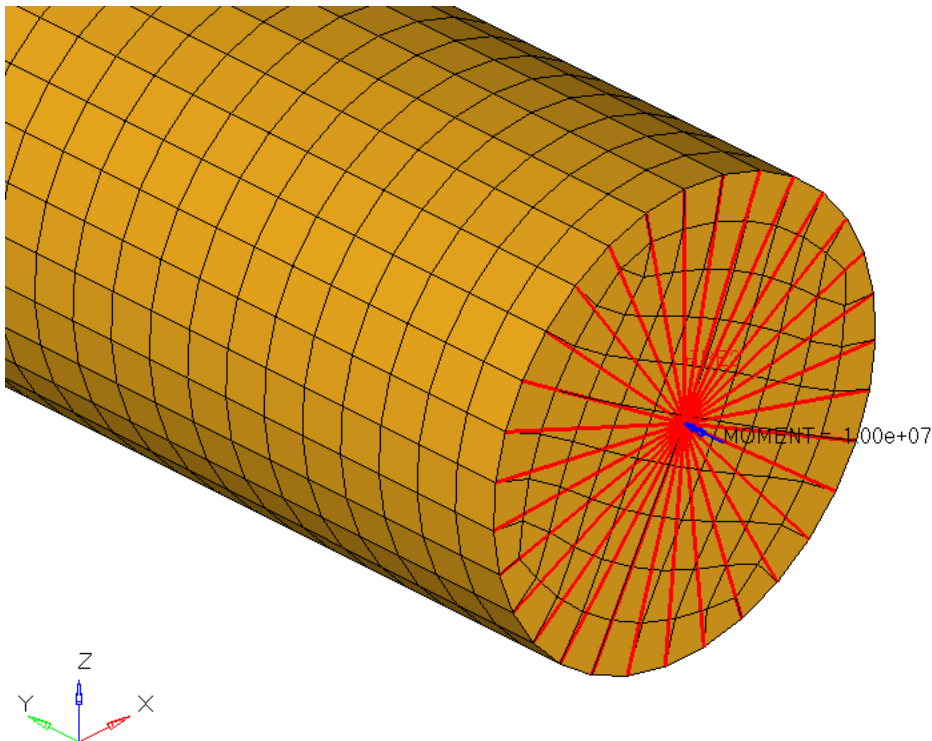
Figure 4: Displacement and von Mises stress results for a linear static analysis with reduced matrix

PARAM, EXTOUT, DMIGPCH in optistruct estrae e salva in vari formati le matrici ridotte.
 Le matrici ridotte ai nodi di ASET crea l'equivalenza strutturale (del componente ma NON DEI CARICHI APPLICATI)

Esempi su come ripartire il carico

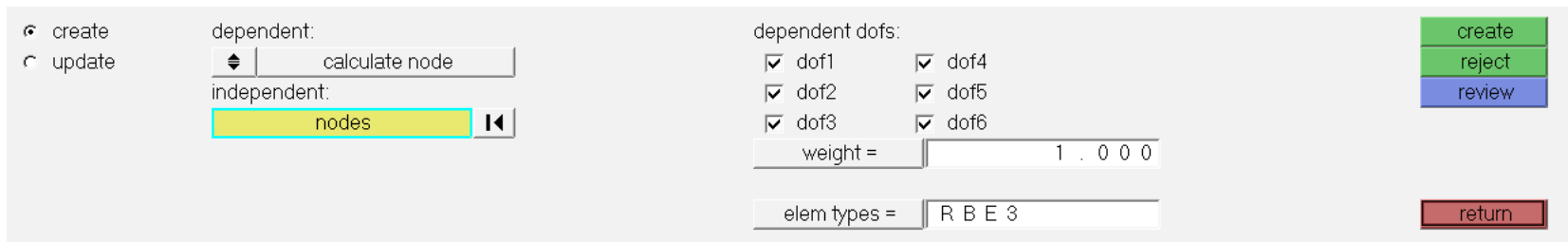
Rigid Element Connection RBE2

A center node is connected to the outer edge nodes using a rigid element (RBE2). The torque is then applied at the center node.



Alternatively, you may use an RBE3 elements instead

Select the nodes at the outer contour of the shaft as independent nodes. The dependent node may then be determined automatically. It is pretty easy.

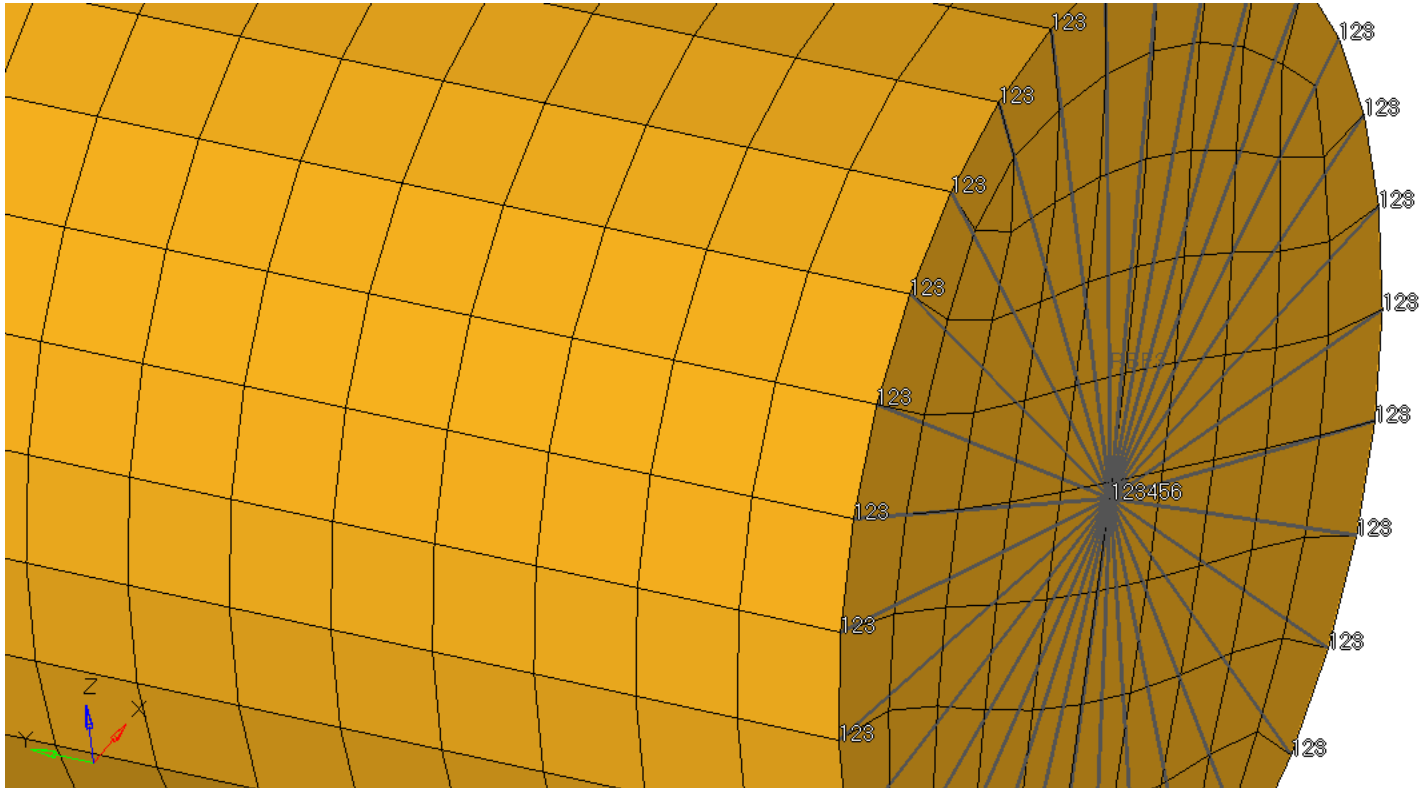


The screenshot shows the software interface for creating an RBE3 element. On the left, there are radio buttons for 'create' (selected) and 'update'. Below them are two input fields: 'dependent:' with a dropdown menu set to 'calculate node', and 'independent:' with a dropdown menu set to 'nodes' and a right-pointing arrow button. In the center, there is a 'dependent dofs:' section with six checkboxes, all of which are checked: 'dof1', 'dof2', 'dof3', 'dof4', 'dof5', and 'dof6'. Below this is a 'weight =' field with the value '1 . 0 0 0'. At the bottom, there is an 'elem types =' field with the value 'R B E 3'. On the right side, there are three buttons: 'create' (green), 'reject' (green), and 'review' (blue). At the bottom right, there is a 'return' button (red).

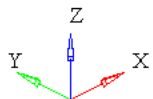
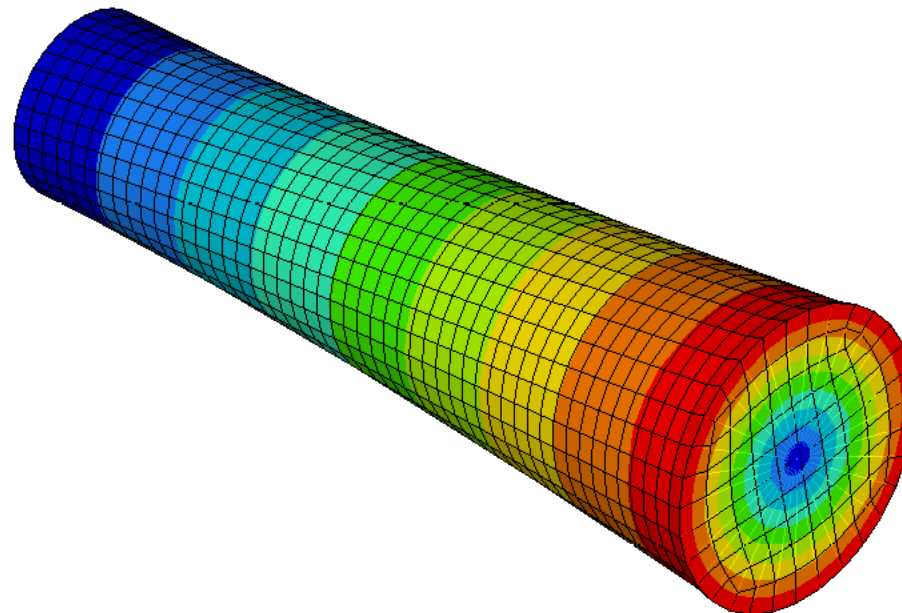
However, care needs to be taken with respect to the dof's being referenced.

The node of the solid shaft possess translational degrees of freedom only (dof 123).

The dependent node also allows for rotational displacements (dof 123456). If the rotational dof (in this example dof 5; rotation y-axis) of the dependent node is not “activated”, the moment will not be transferred to the independent nodes.



Contour Plot
Displacement(Mag)
Analysis system
3.293E-01
2.927E-01
2.561E-01
2.195E-01
1.829E-01
1.464E-01
1.098E-01
7.318E-02
3.659E-02
0.000E+00
■ No result
Max = 3.293E-01
Grids 1519
Min = 0.000E+00
Grids 18141

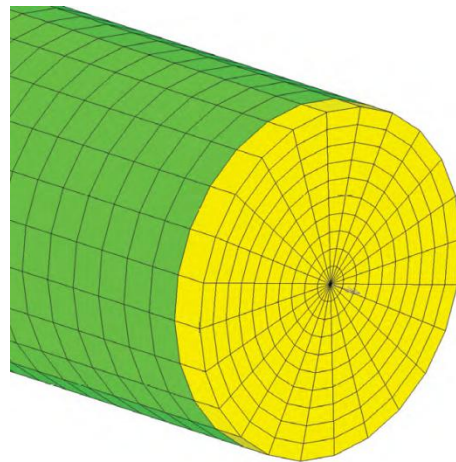


Shell Element Coating

On the brick/tetra element outer face additional quad/tria (2D) elements coating the solid elements are created.

The thickness of these shell element should be negligible (so that it would not affect the results).

Moment could now be applied on all the face nodes (moment per node = total moment / no. of nodes on the face).



The shell element coating can be easily created within HyperMesh. Create faces using the Faces panel.

This panel can be accessed through the toolbar icon which is displayed using View > Toolbars > Checks.

The faces (nothing more than 2D plot elements) are automatically created and stored in a component collector named ^faces. All you need to do is treat these elements as regular elements (i.e. rename the component collector, assign

