

ISTITUTO
DI TECNOLOGIE DELLA
COMUNICAZIONE,
DELL'INFORMAZIONE
E DELLA
PERCEZIONE



PERCRO Perceptual
Robotics Laboratory

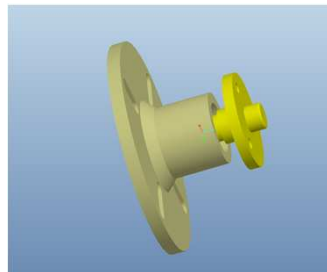
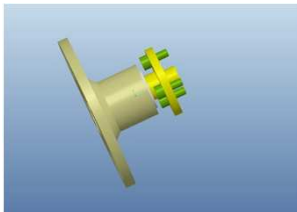
Scuola Superiore
Sant'Anna

Elementi di FEM

Prof. Antonio Frisoli, Ing. Massimiliano Solazzi
PERCRO, TeCIP Institute, Scuola Superiore Sant'Anna



Le semplificazioni necessarie per importare un modello

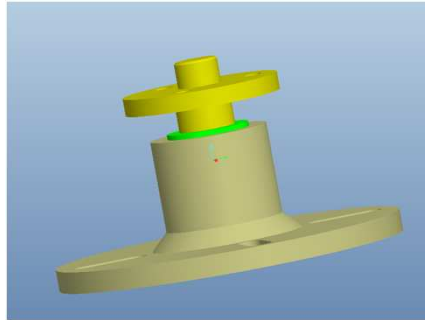


- Una possibilità utile per procedere è quella di congelare le parti che occorrono

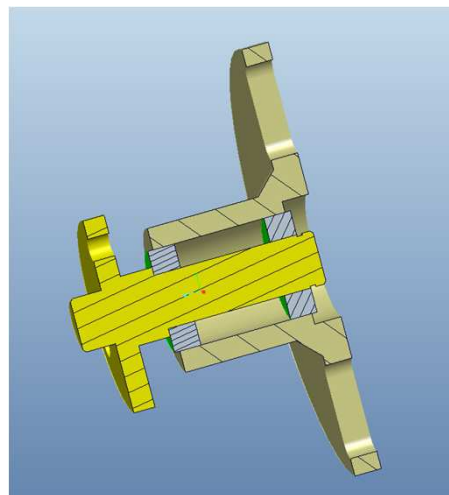


Importazione in ansys

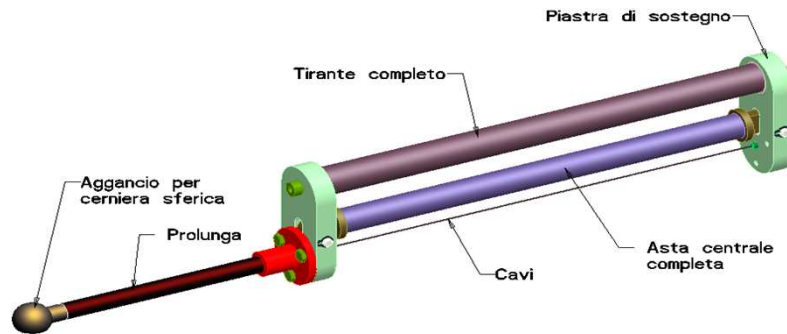
- Nel Geometry model di ansys è necessario andare su attach1 e dare rigenerate per poter vedere il modello effettivamente importa
- L'altra possibilità per rigenerazioni compatibili è quella di usare una rappresentazione semplificata dell'utente
- In questo caso è sufficiente un cuscinetto 19x10x5 corrispondente al cuscinetto 61800 dell'assieme



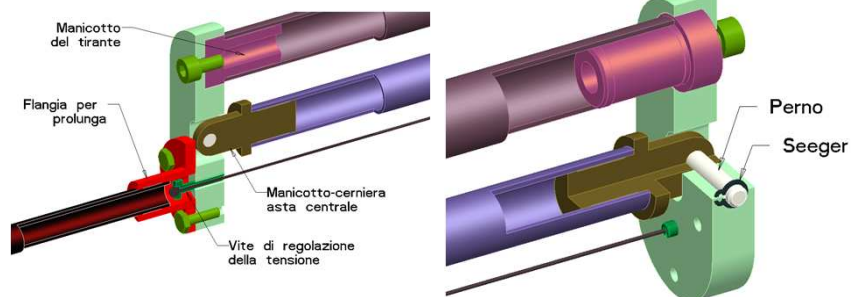
- In questo modo il nostro assemblato è pronto per essere esportato.



Il nostro sistema

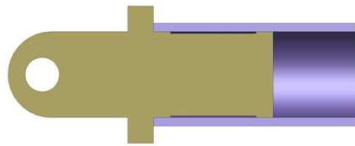


- Analisi del grado di isostaticità del nostro modello

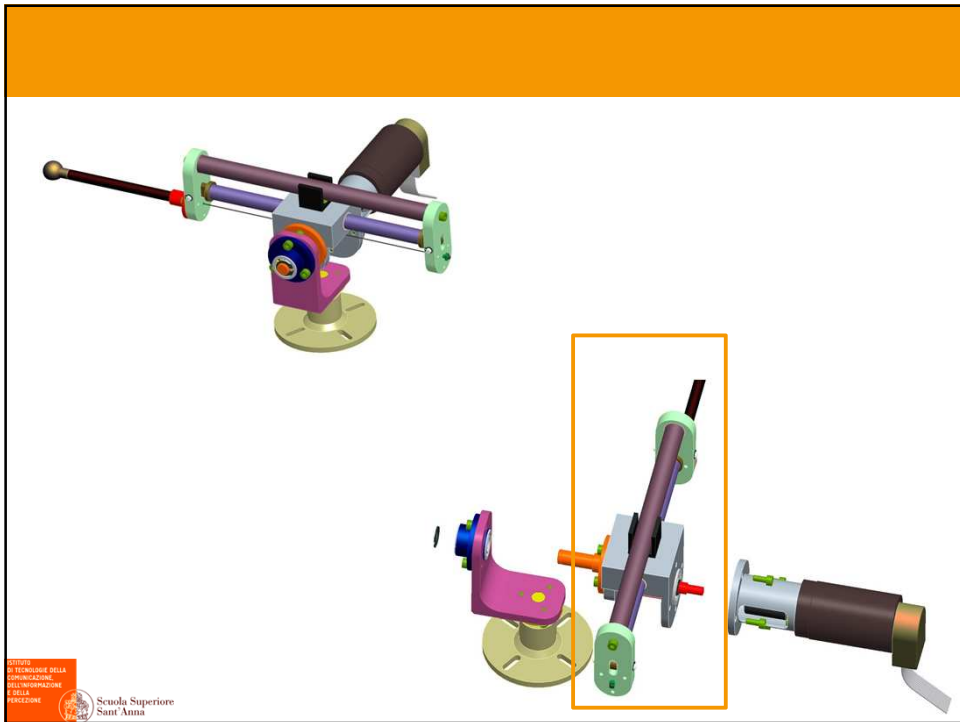
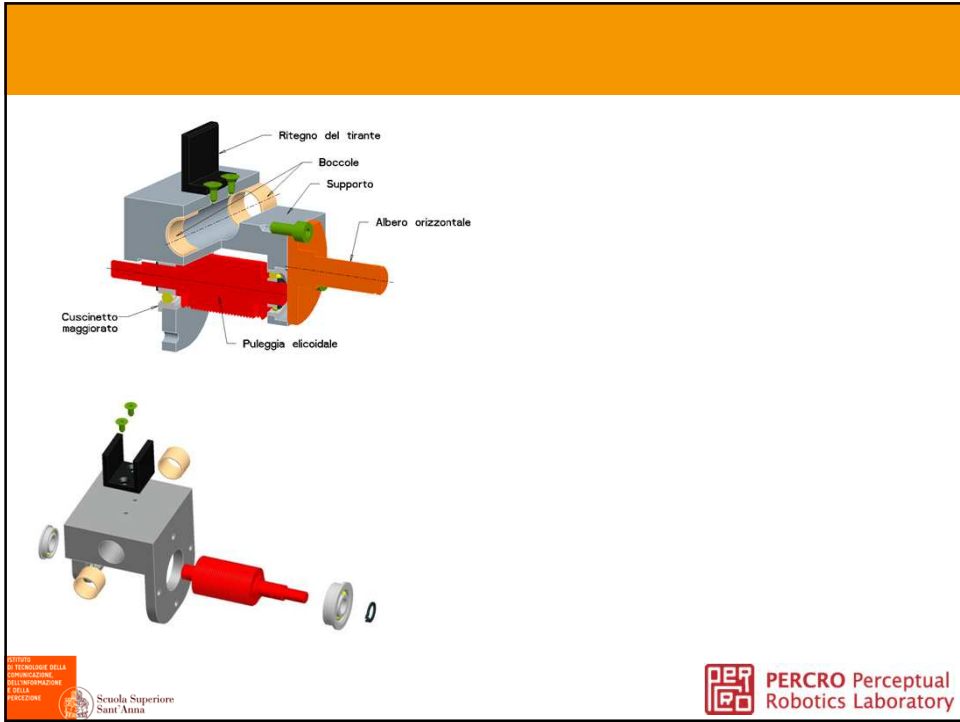




- L'asta in fibra di carbonio viene montata attraverso due sezioni



- Anche l'altra asta presenta degli elementi metallici, dei tappi, su cui viene incollato l'elemento in fibra di carbonio



1734 (Non in scala)

Tirante

605.5 (Non in scala)

605.5 (Non in scala)

Prolunga

Cavo 1

Asta guida

Puleggia elicoidale

Cavo 2

Cerniera sferica (guscio)

1071 (Non in scala)

- $F=100\text{ N}$

ISTITUTO DI TECNOLOGIE DELLA COMUNICAZIONE, DELL'INFORMAZIONE E DELLA PERCEZIONE Scuola Superiore Sant'Anna

PERCRO Perceptual Robotics Laboratory

605.5 (Non in scala)

605.5 (Non in scala)

Prolunga

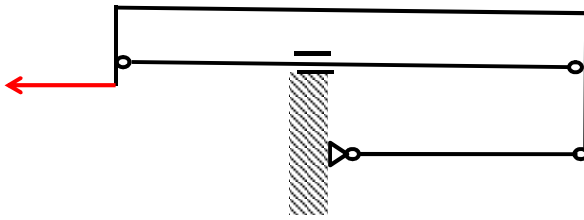
Cavo 1

- Ecco pertanto come si presenta il nostro telaio equivalente sovrainposto alla struttura
- A seconda del cavo tiri da un lato o dall'altro si presentano due possibilità

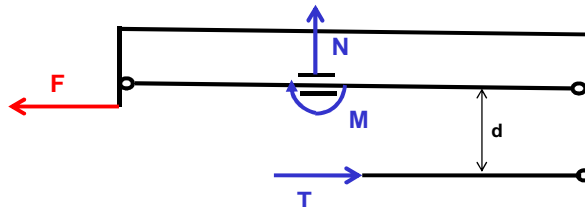
ISTITUTO DI TECNOLOGIE DELLA COMUNICAZIONE, DELL'INFORMAZIONE E DELLA PERCEZIONE Scuola Superiore Sant'Anna

PERCRO Perceptual Robotics Laboratory

- Il sistema presenta una iperstaticità di ordine 2 per vincoli esterni
 - Se sostituiamo infatti i vincoli esterni con delle reazioni vincolari, scopriamo infatti che l'equilibrio statico del sistema in una sezione interna non può essere determinato.



- Con i vincoli esterni il sistema di forze è in equilibrio statico. In questo caso specifico si vede come risulti isostatica la struttura per le reazioni vincolari esterne.
- Per poter calcolare le reazioni interne alla struttura è necessario però introdurre un taglio nella struttura per rendere il sistema isostatico

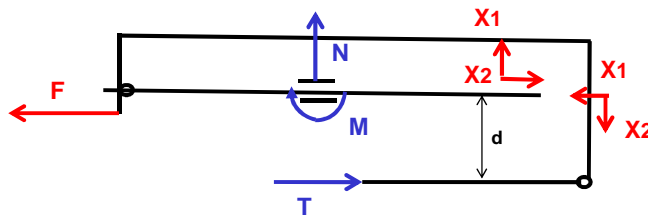


$$F=T$$

$$N=0$$

$$M=F*d$$

- Inserito il taglio nella struttura sostituiamo il vincolo con le reazioni scambiate internamente alla struttura. In questo modo scopriamo come il nostro sistema presenta una iperstaticità di grado 2.
- Risolvendo il sistema per il principio di sovrapposizione degli effetti con i carichi esterni, e con i carichi X_1 ed X_2 troviamo un sistema di equazioni
- La soluzione deve imporre nuovamente la congruenza per quanto riguarda lo spostamento dei vincoli



$$F=T$$

$$N=0$$

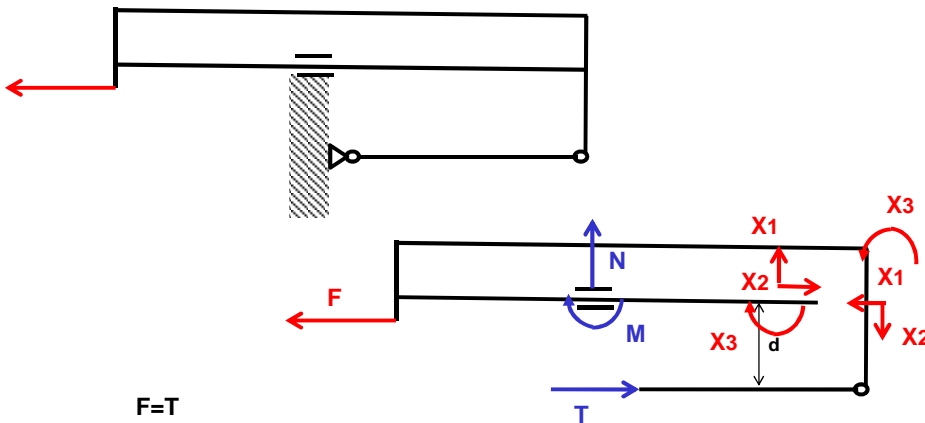
$$M=F*d$$

ISTITUTO
DI TECNOLOGIE DELLA
COMUNICAZIONE
E DELLA
PERCEZIONE

Scuola Superiore
Sant'Anna

PERCRO Perceptual
Robotics Laboratory

- Nel caso in cui il telaio fosse stato incastrato, ci saremmo trovati di fronte ad una iperstaticità di grado 3, come si può vedere nel grafico qui riportato



$$F=T$$

$$N=0$$

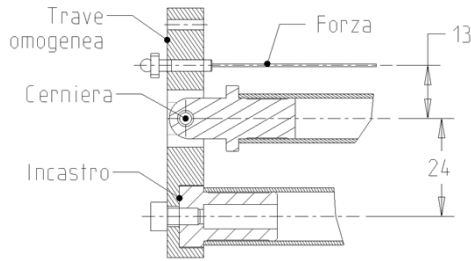
$$M=F*d$$

ISTITUTO
DI TECNOLOGIE DELLA
COMUNICAZIONE
E DELLA
PERCEZIONE

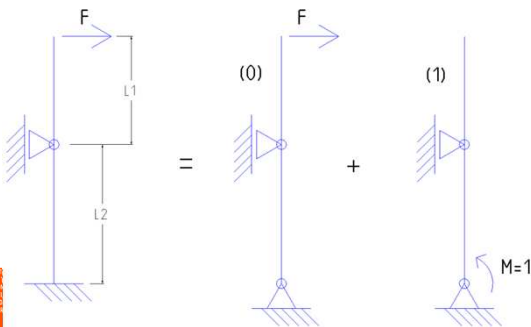
Scuola Superiore
Sant'Anna

PERCRO Perceptual
Robotics Laboratory

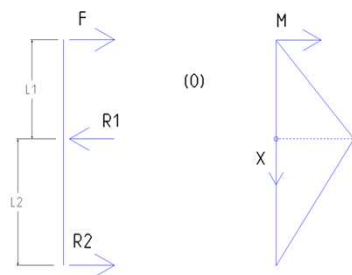
Esempio di analisi della piastra: modello semplificato



■ Sistema iperstatico di grado 1



 PERCRO Perceptual Robotics Laboratory

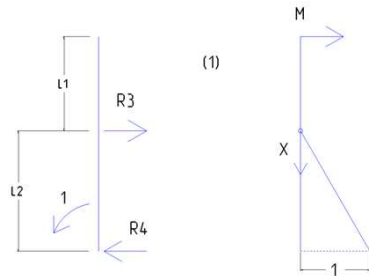


$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{F(L_1 + L_2)}{L_2} \\ R_2 = \frac{FL_1}{L_2} \end{array} \right. \quad M_{(0)}(x) = \frac{FL_1(L_2 - x)}{L_2}$$

 ISTITUTO DI TECNOLOGIE DELLA COMUNICAZIONE E DELLA PERCEZIONE
Scuola Superiore Sant'Anna

 PERCRO Perceptual Robotics Laboratory

Principio della forza unitaria



$$R_3 = R_4 = \frac{1}{L_2}$$

$$M_{(1)}(x) = \frac{x}{L_2}$$

In questo modo si calcola lo stato di sollecitazione della nost

- In questo modo si calcola lo stato di sollecitazione della nostra trave nel caso in cui

$$M(s) = M^{(0)} + M^{(1)} X_1$$

- Il lavoro fatto dalla forza unitaria per gli spostamenti unitari è uguale alla nostra rotazione, che nel nostro caso si assume nulla.

$$L_{X_1=1} = \theta_1 = 0$$

$$L_{X_1=1} = \int M^{(1)} \frac{M}{EJ} ds = 0$$

$$\int M^{(1)} \frac{M^{(0)} + M^{(1)} X_1}{EJ} ds = \int M^{(1)} \frac{M^{(0)}}{EJ} ds + X_1 \int M^{(1)} \frac{M^{(1)}}{EJ} ds = 0$$

$$\eta_{10} = \int_0^{L_2} \frac{M_{(0)} M_{(1)}}{EI} dx = \int_0^{L_2} \frac{FL_1(L_2 - x)x}{L_2^2 EI} dx = \frac{FL_1 L_2}{6EI}$$

$$\eta_{11} = \int_0^{L_2} \frac{M_{(1)}^2}{EI} dx = \int_0^{L_2} \frac{x^2}{L_2^2 EI} dx = \frac{L_2}{3EI}$$

$$M = \frac{-\eta_{10}}{\eta_{11}} = -\frac{FL_1 L_2}{6EI} \frac{3EI}{L_2} = -\frac{FL_1}{2}$$

$$R_a = \frac{FL_1}{2L_2} + F \quad L_1 = 13mm$$

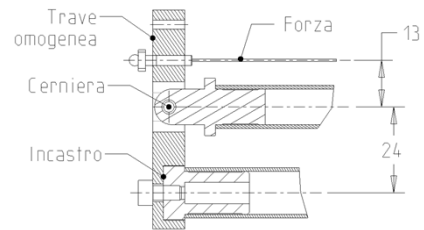
$$R_t = \frac{FL_1}{2L_2} \quad L_2 = 24mm$$

$$M_t = \frac{FL_1}{2} \quad F = 100N$$

$$R_a = 127,083N \cong 127N$$

$$R_t = 27,083N \cong 27N$$

$$M_t = 650Nmm$$

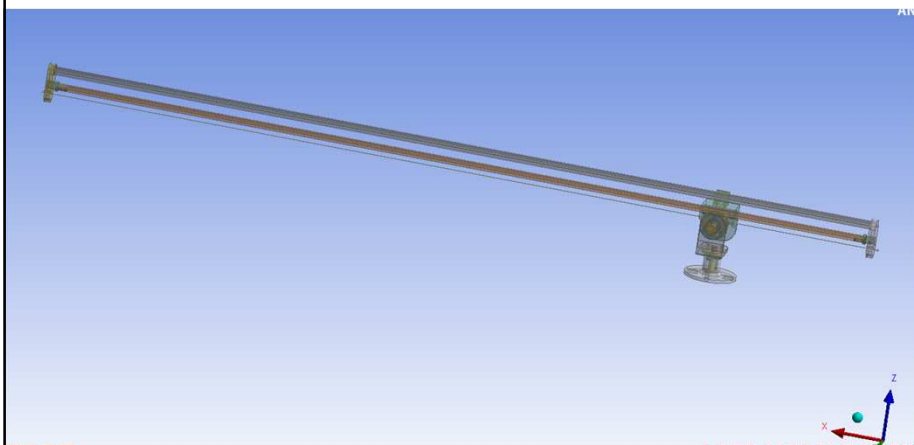


Scuola Superiore
Sant'Anna



PERCRO Perceptual
Robotics Laboratory

- Ecco il modello importato in ansys



Scuola Superiore
Sant'Anna



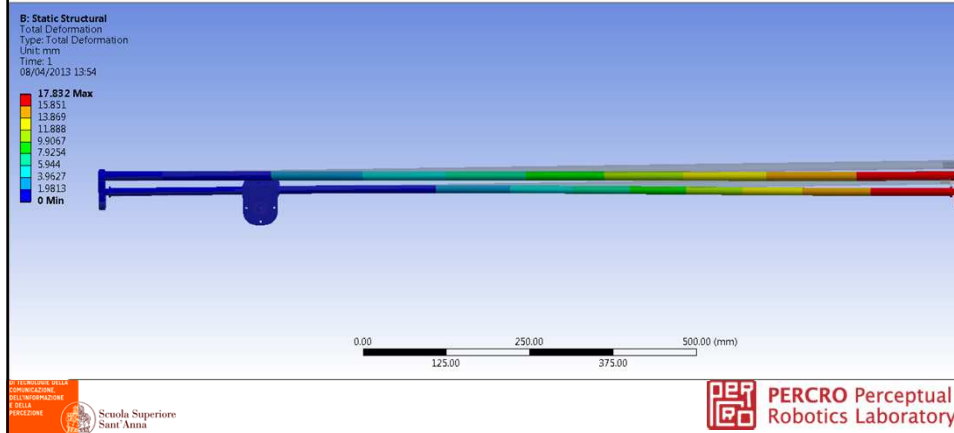
PERCRO Perceptual
Robotics Laboratory



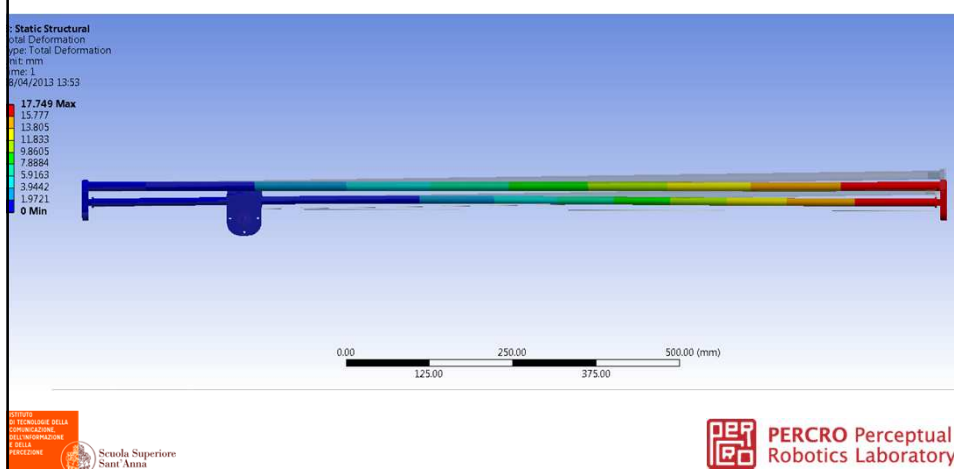
In workbench

- Esaminare il modello per rimuovere con suppress body tutte quelle parti non necessarie
- Overview dei contact pairs per verificare che siano stati correttamente assunti
 - Da connections scorrere le varie superfici di contatto
- Inserire quindi nel corpo tutto vincolato dei valori di forza in diverse direzioni ed analizzare la deformazione per essere sicuri

- Il nostro sistema con tutti i vincoli di contattato attivati sotto l'azione della deformazione si comporta così

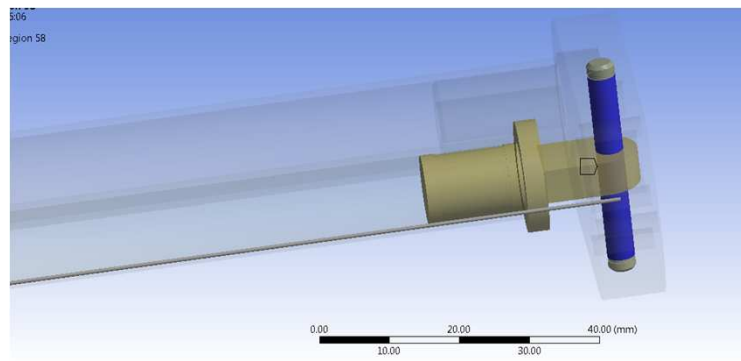


- Ecco l'effetto di aver inserito il cavo nel comportamento deformativo

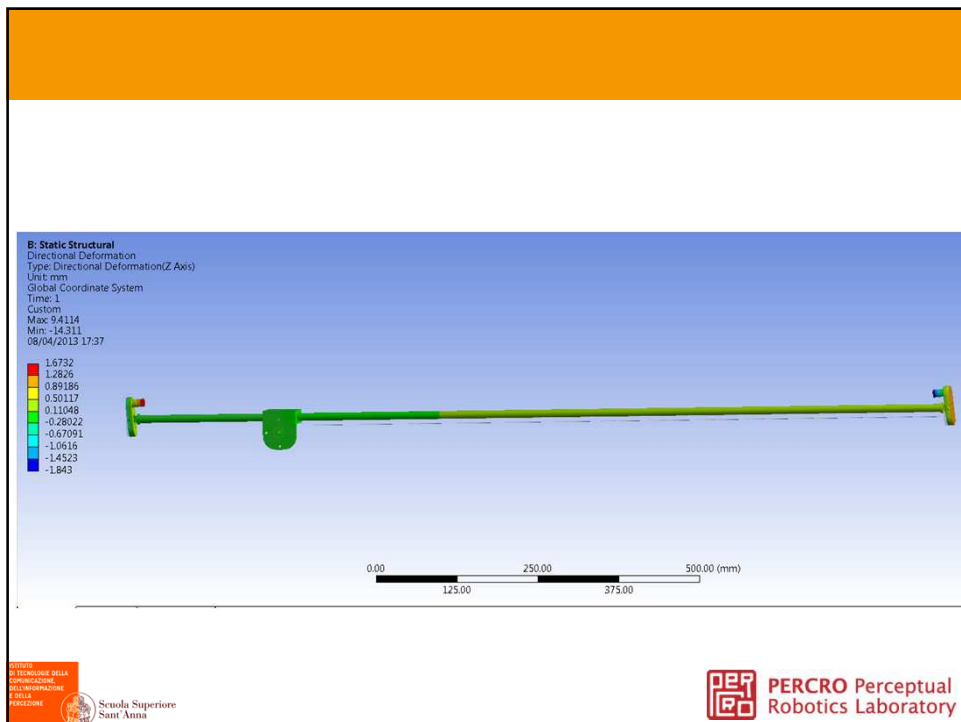
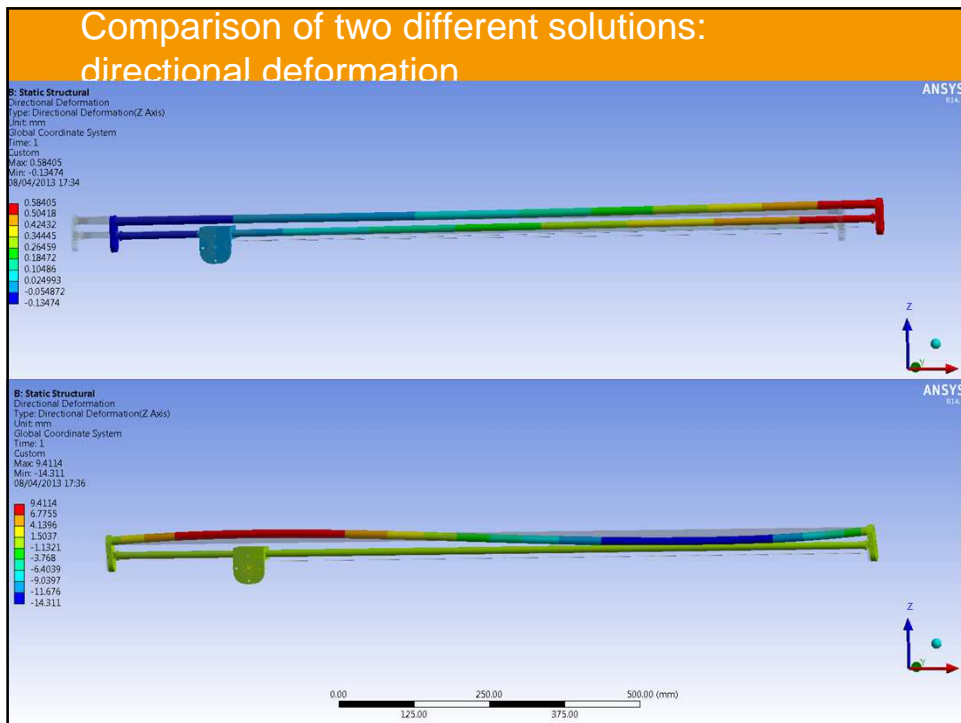


- I contatti devono essere verificati ed epurati i contatti sovrabbondanti che potrebbero portare a problemi nel calcolo della soluzione
 - Ad esempi
- Sostituzione con vincoli
 - Ad esempio le contact regions 32 e 33 si possono sopprimere e sostituire con un giunto di traslazione

- Contact region 58 and 54
 - Da sopprimere per introdurre giunto



Comparison of two different solutions: directional deformation



- Per le contact region 53 e 44
 - Sostituiamo con giunto fixed
 - Questo ci consentirà di effettuare un'analisi delle forze trasmetesse

Analisi con bullone

- Dal menu concept selezione surface from sketch
- Quindi subito dopo prima di dare apply selezionare lo sketch dall'albero
- Quindi dare il comando generate
- La sezione deve essere chiusa per poter