



XXXVI Congresso AIAS
Settembre 2007
Ischia, Napoli



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI
NAPOLI FEDERICO II



SECONDA UNIVERSITA'
DEGLI STUDI DI NAPOLI

Prove a fatica in piena scala su connessioni di elementi tubolari in alluminio per perforazione petrolifera

Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università di Pisa.

Autori: C. Santus, L. Bertini, M. Beghini

Collaborazione fra:

DIMNP, Università di Pisa

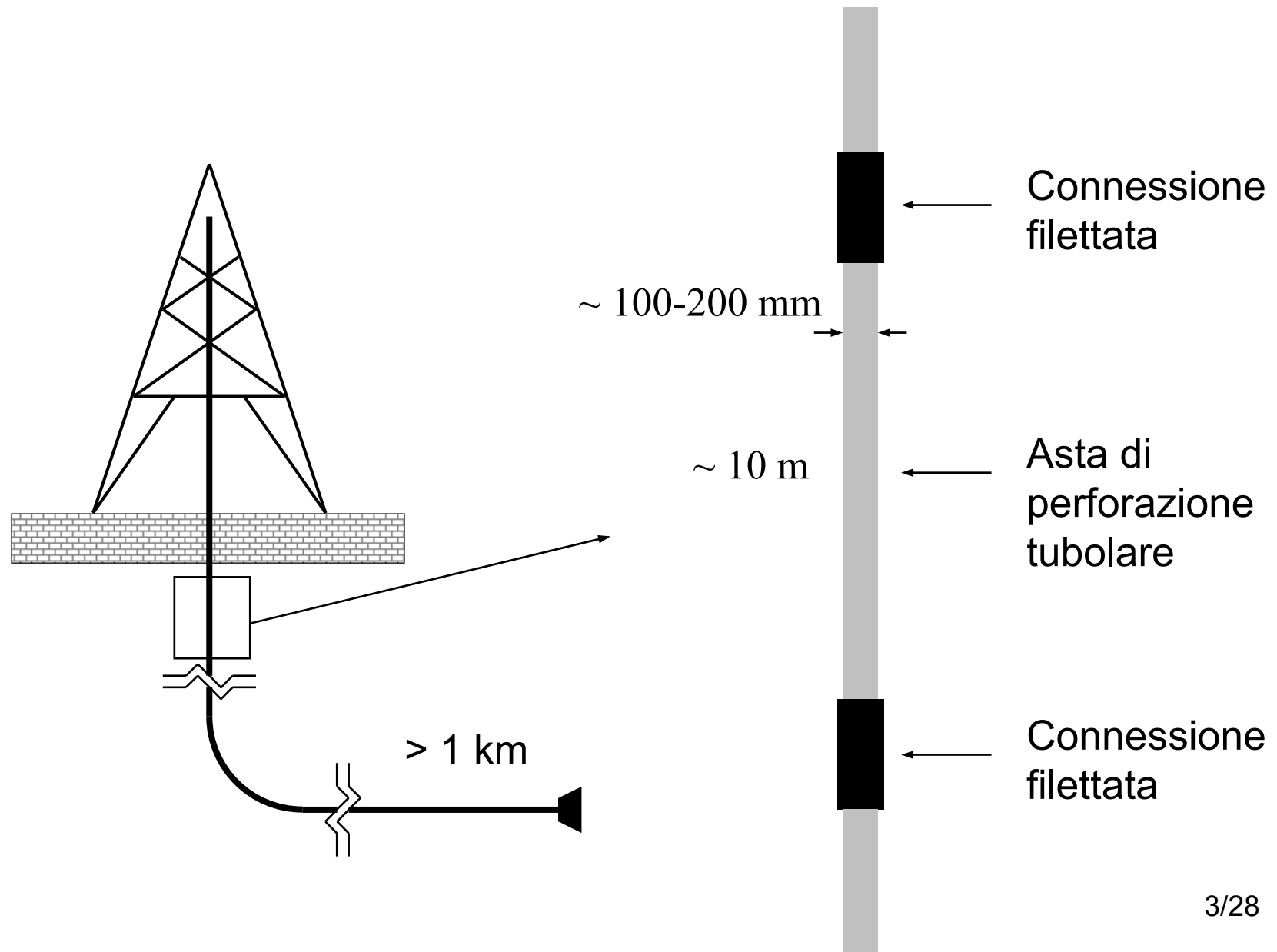
Eni S.p.A., Exploration & Production, Milano



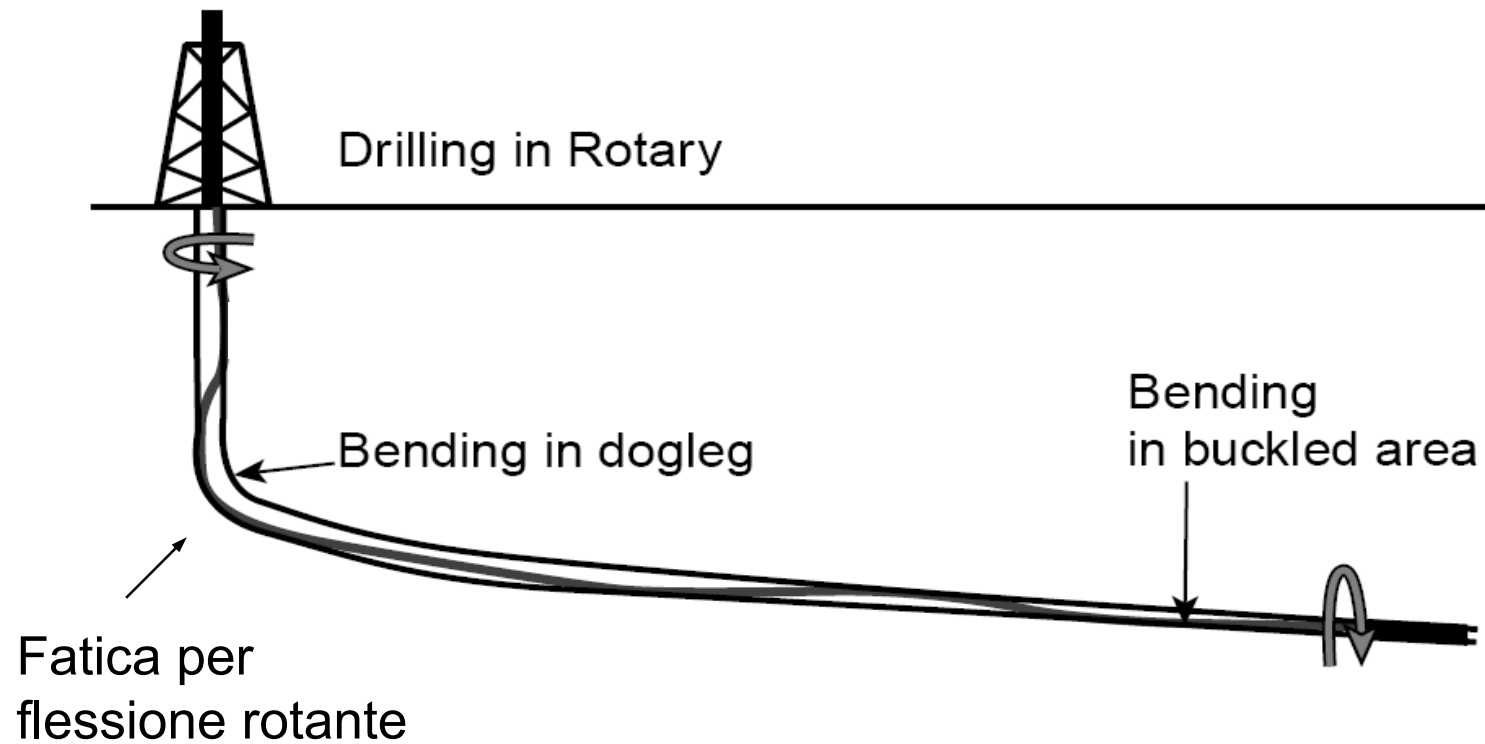
Sommario

- Connessione filettata per aste in alluminio utilizzate nella perforazione petrolifera
- Prove in piena scala, macchina di prova in risonanza
- Interpretazione dei risultati
- Conclusioni

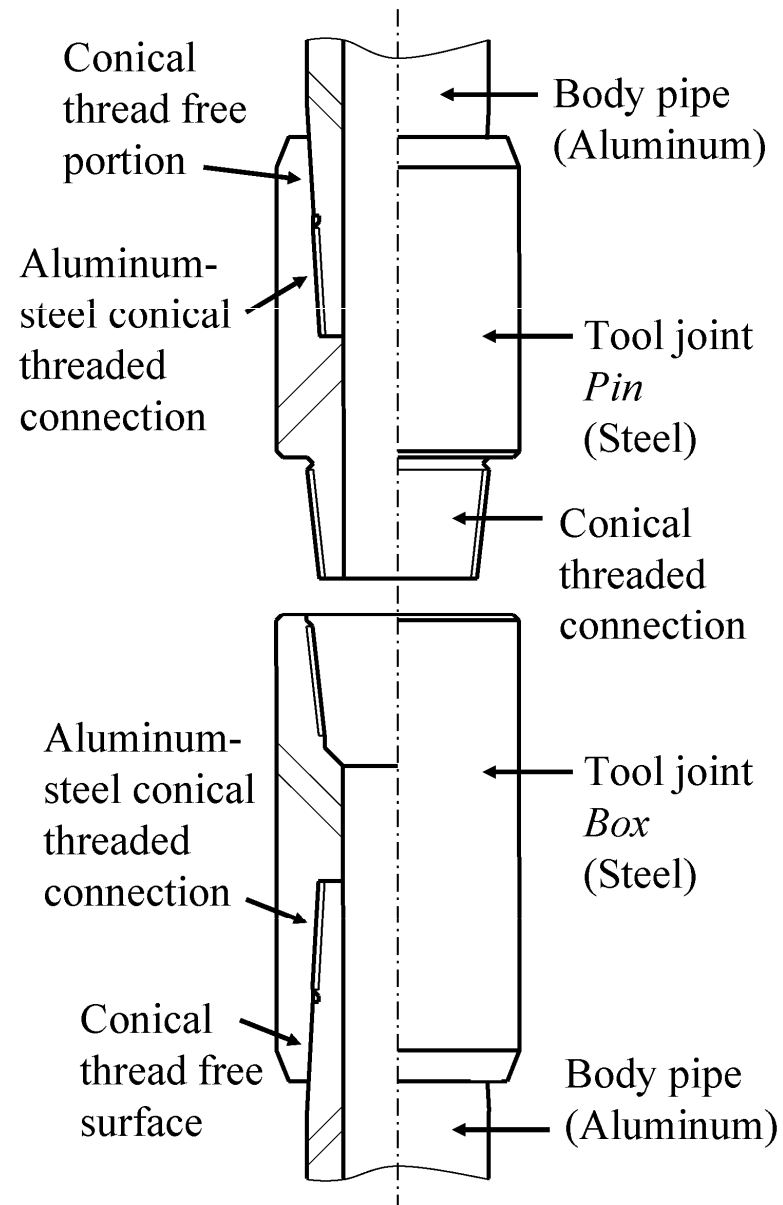
Stringa di perforazione



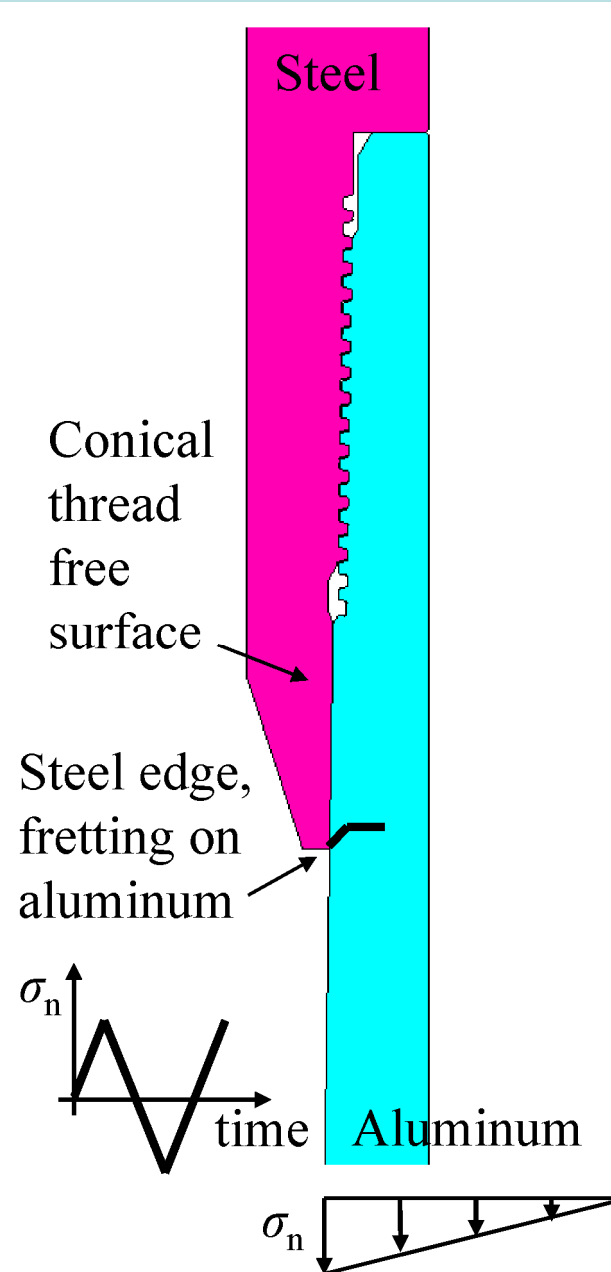
Sollecitazione di flessione rotante nel *dog-leg*



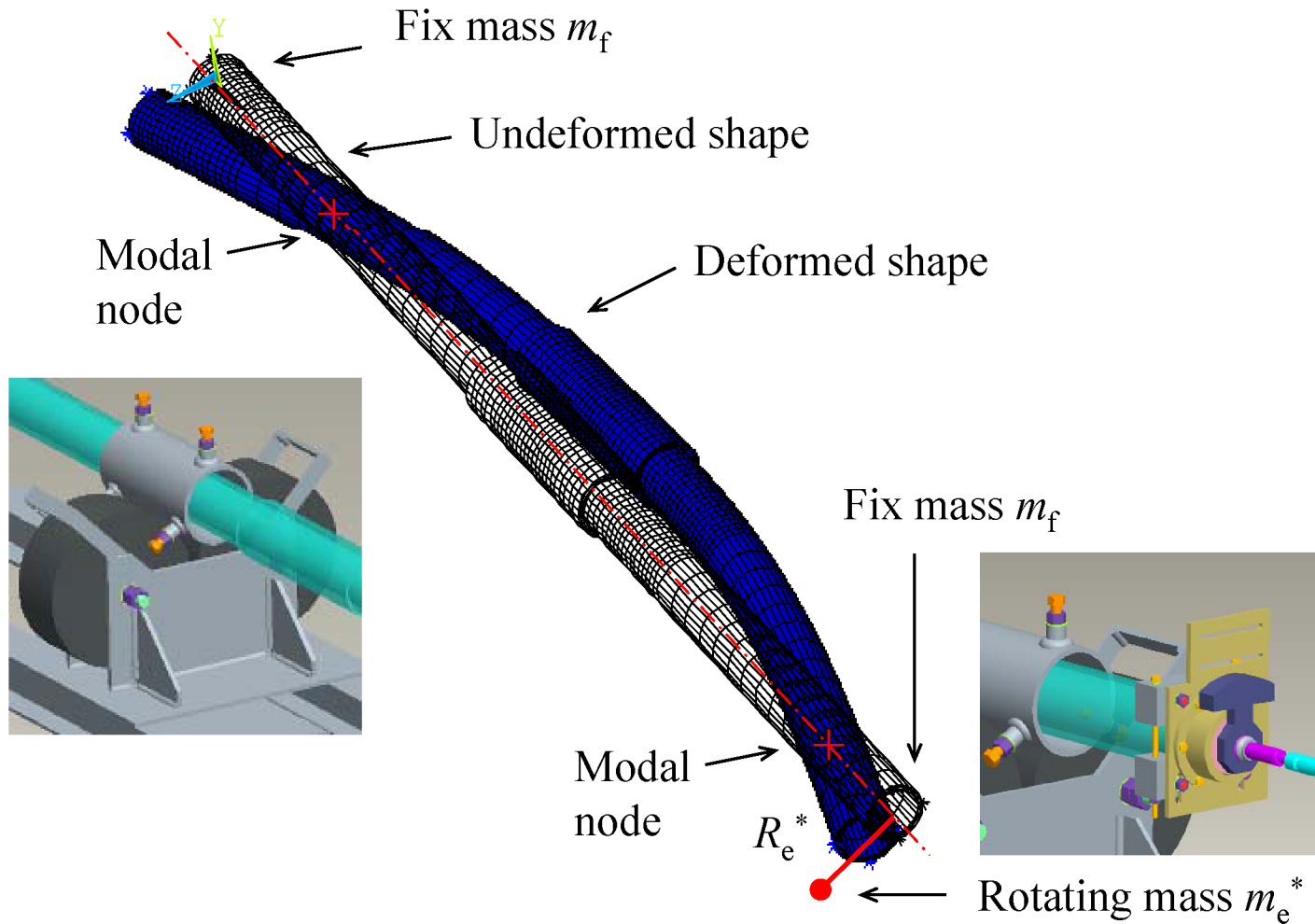
Connessione filettata per aste di perforazione in alluminio



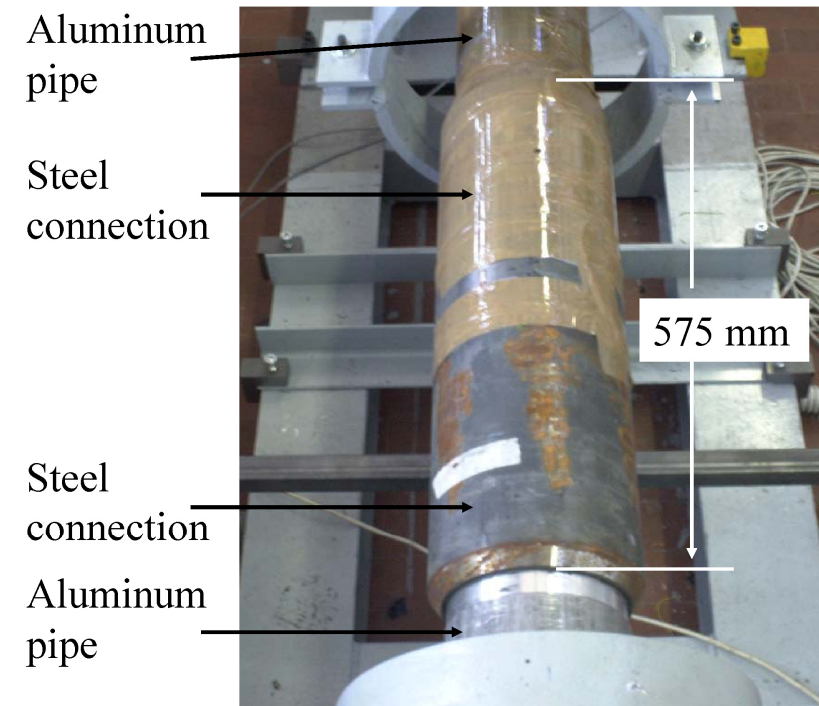
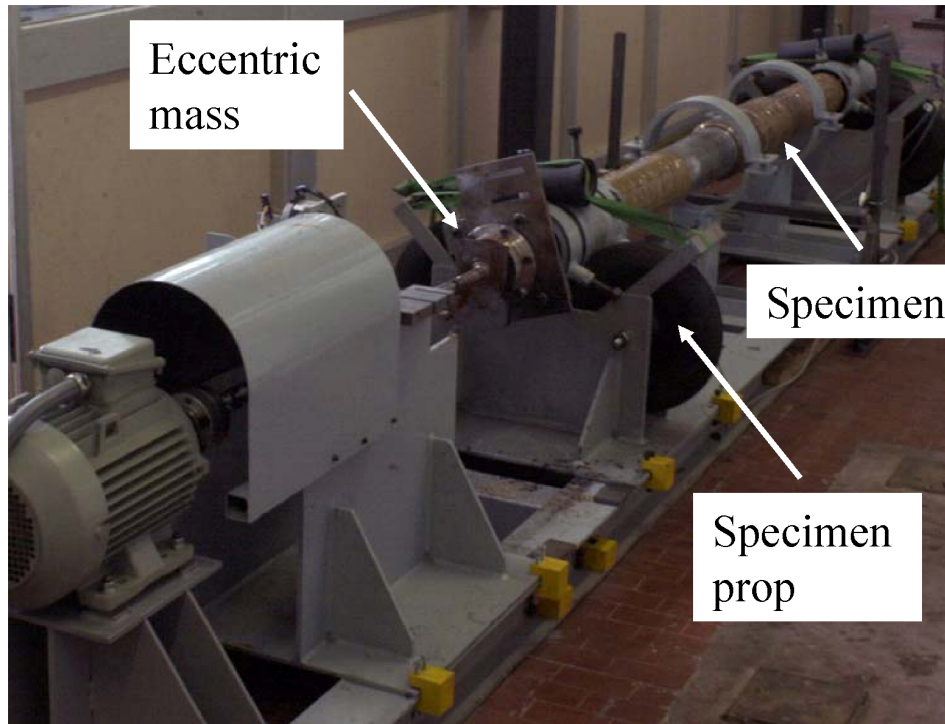
Sollecitazione a fatica sulla connessione filettata



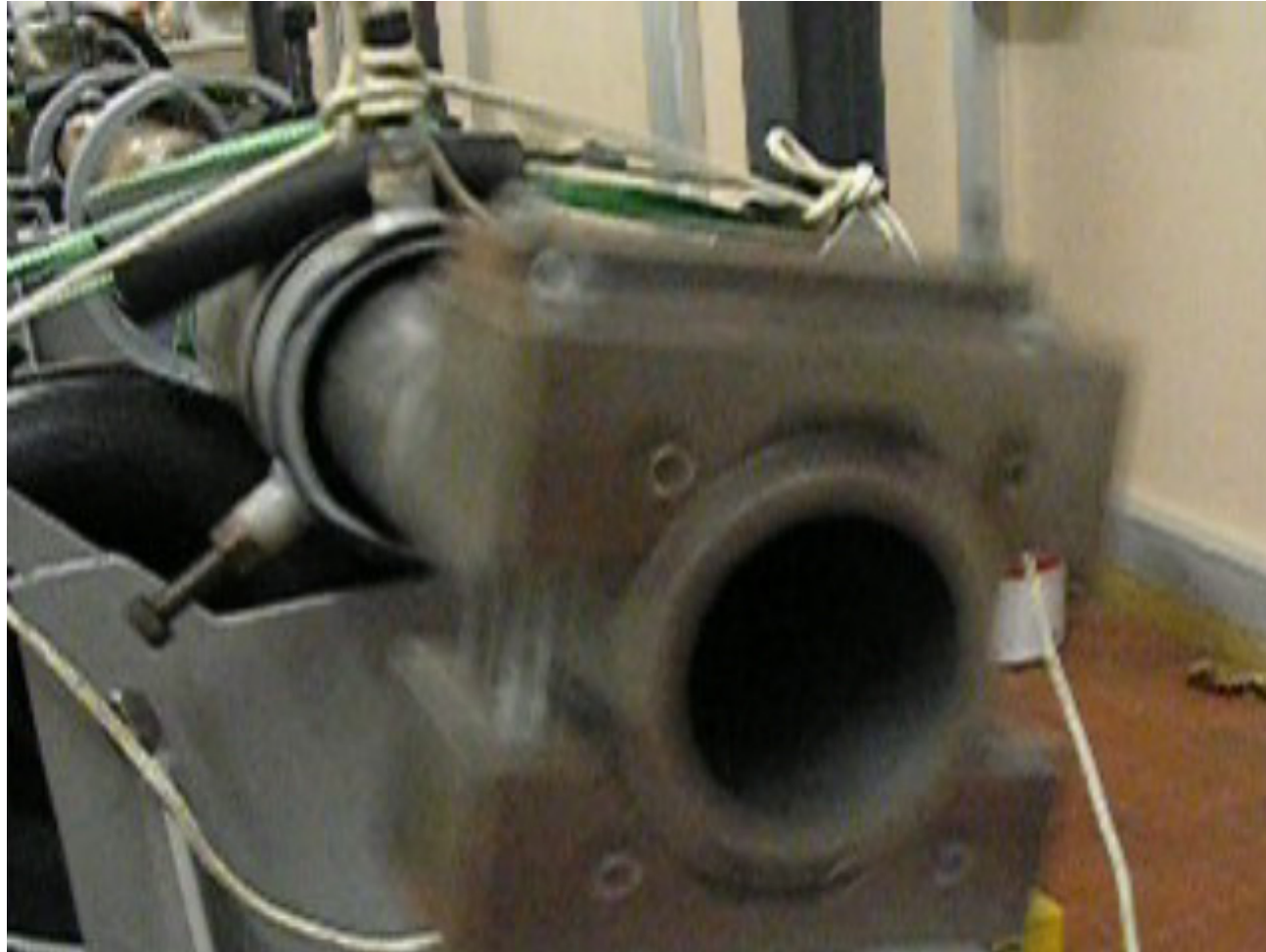
Prove in piena scala, macchina di prova in risonanza



Prove in piena scala, macchina di prova in risonanza



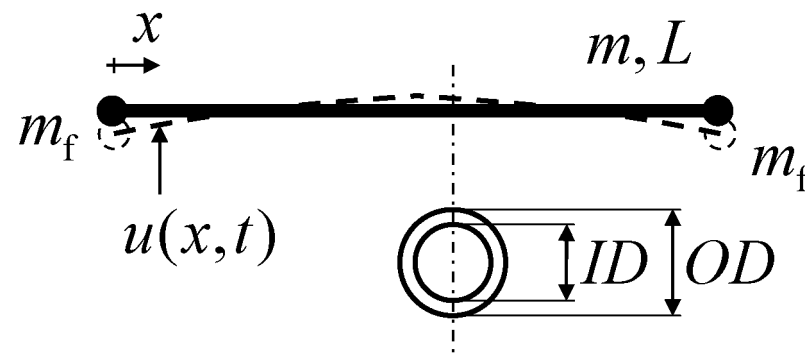
Prove in piena scala, macchina di prova in risonanza



MR_01.mov
MR_02.mov

Macchina di prova in risonanza, modello dinamico

Modello dinamico a massa e rigidezza uniformemente distribuite
Frequenze proprie



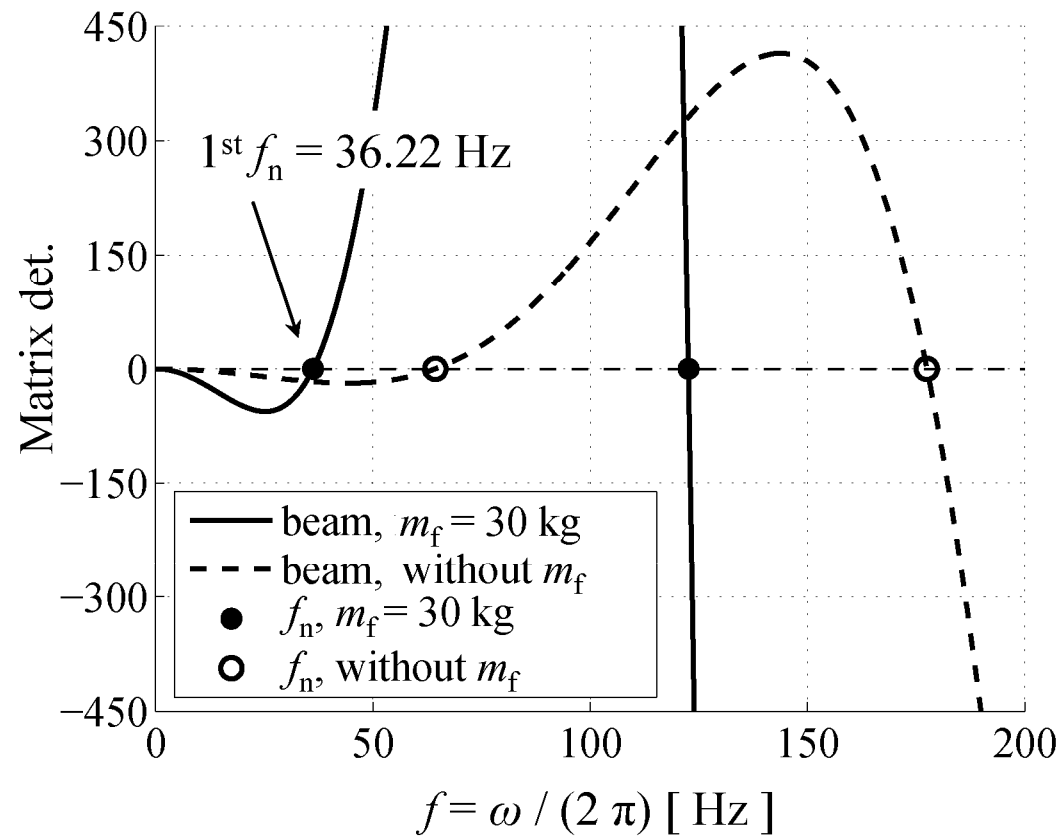
$$-EJ \frac{\partial^4 u(x, t)}{\partial x^4} = \frac{m}{L} \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2}$$

$$u(x, t) = [A_1 \cos(\chi x) + A_2 \sin(\chi x) + A_3 \cosh(\chi x) + A_4 \sinh(\chi x)] \cos(\omega t)$$

$$\chi^2 = \omega \sqrt{\frac{\rho A}{EJ}}$$

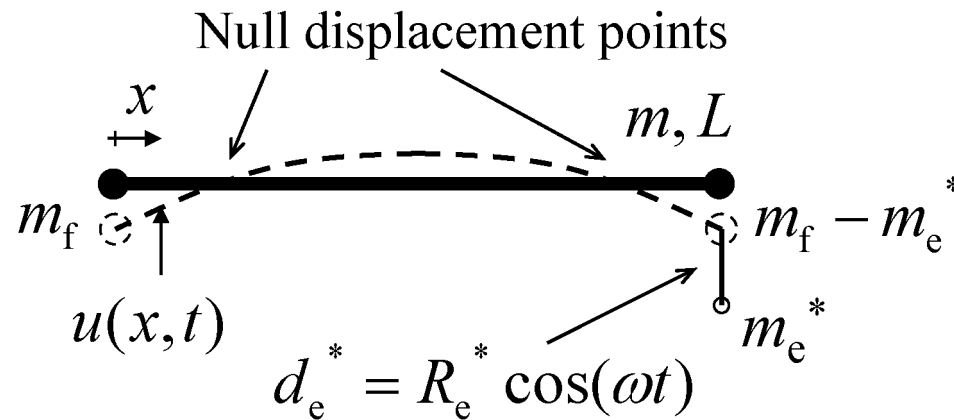
Macchina di prova in risonanza, modello dinamico

Modello dinamico a massa e rigidità uniformemente distribuite
Frequenze proprie



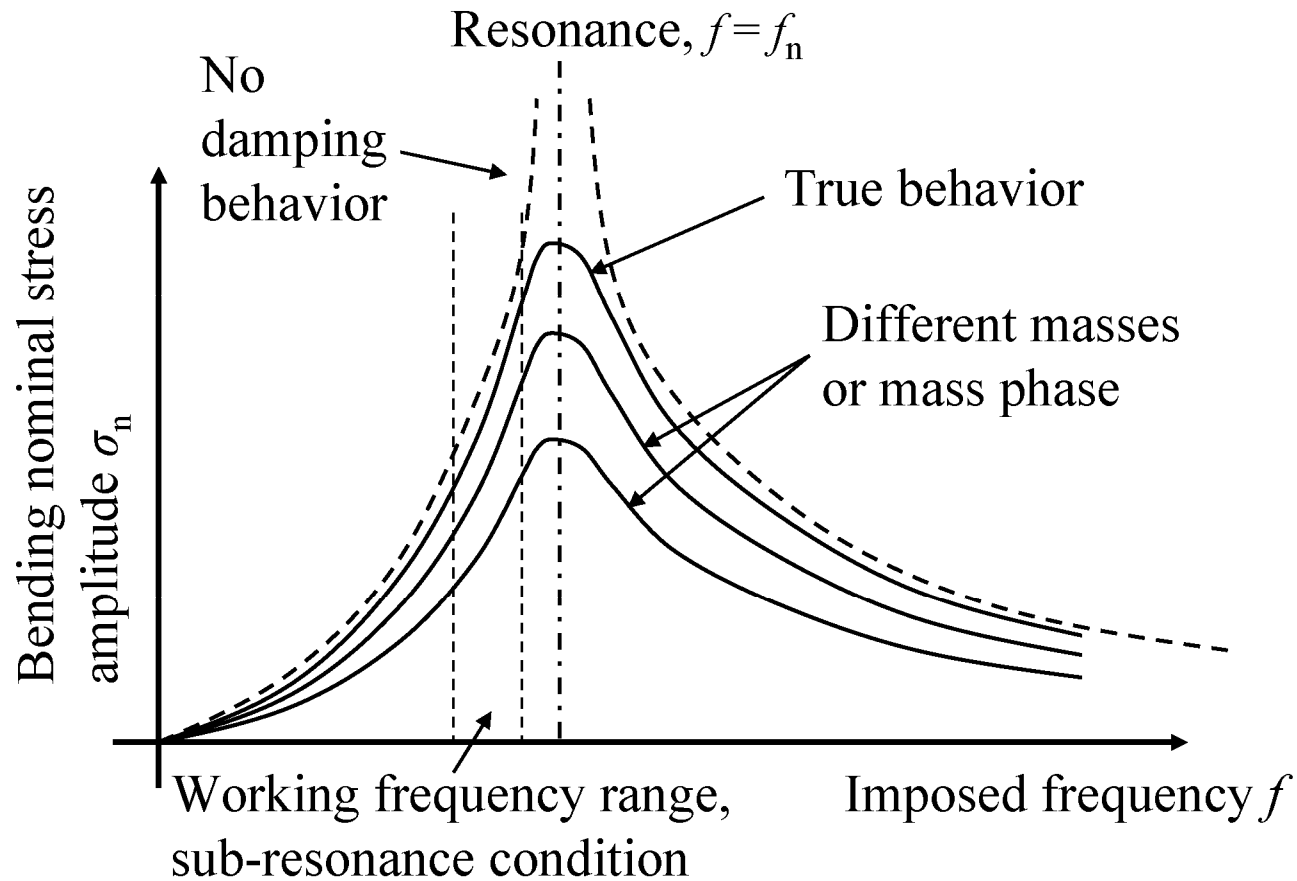
Macchina di prova in risonanza, modello dinamico

Modello dinamico a massa e rigidezza uniformemente distribuite
Eccitazione forzata



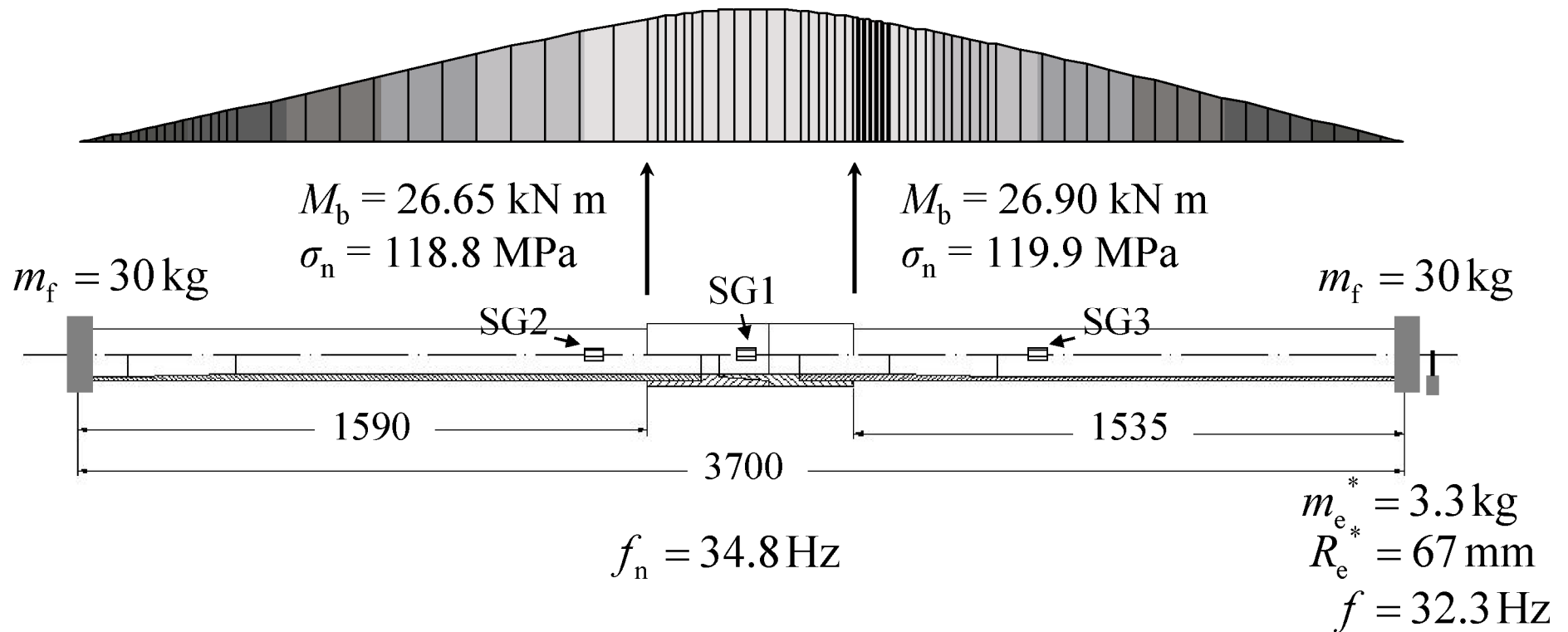
Macchina di prova in risonanza, modello dinamico

Modello dinamico a massa e rigidità uniformemente distribuite
Eccitazione forzata



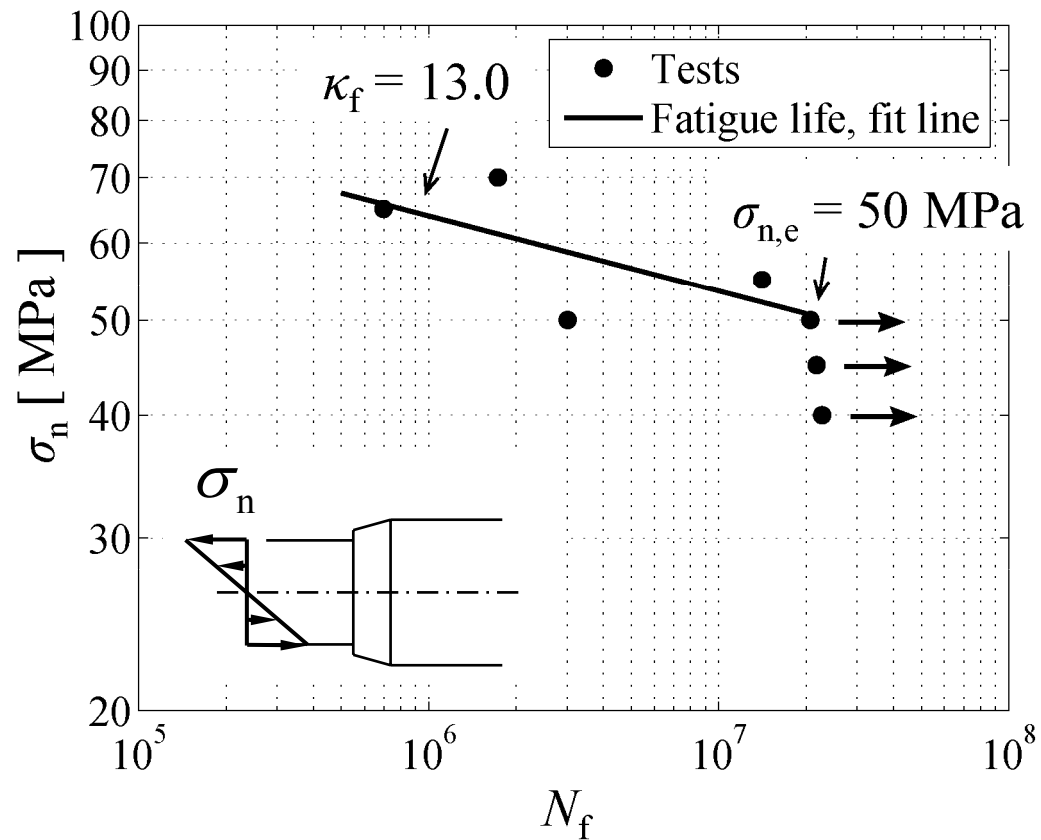
Calibratura di masse e lunghezze

Bending moment M_b [N m]



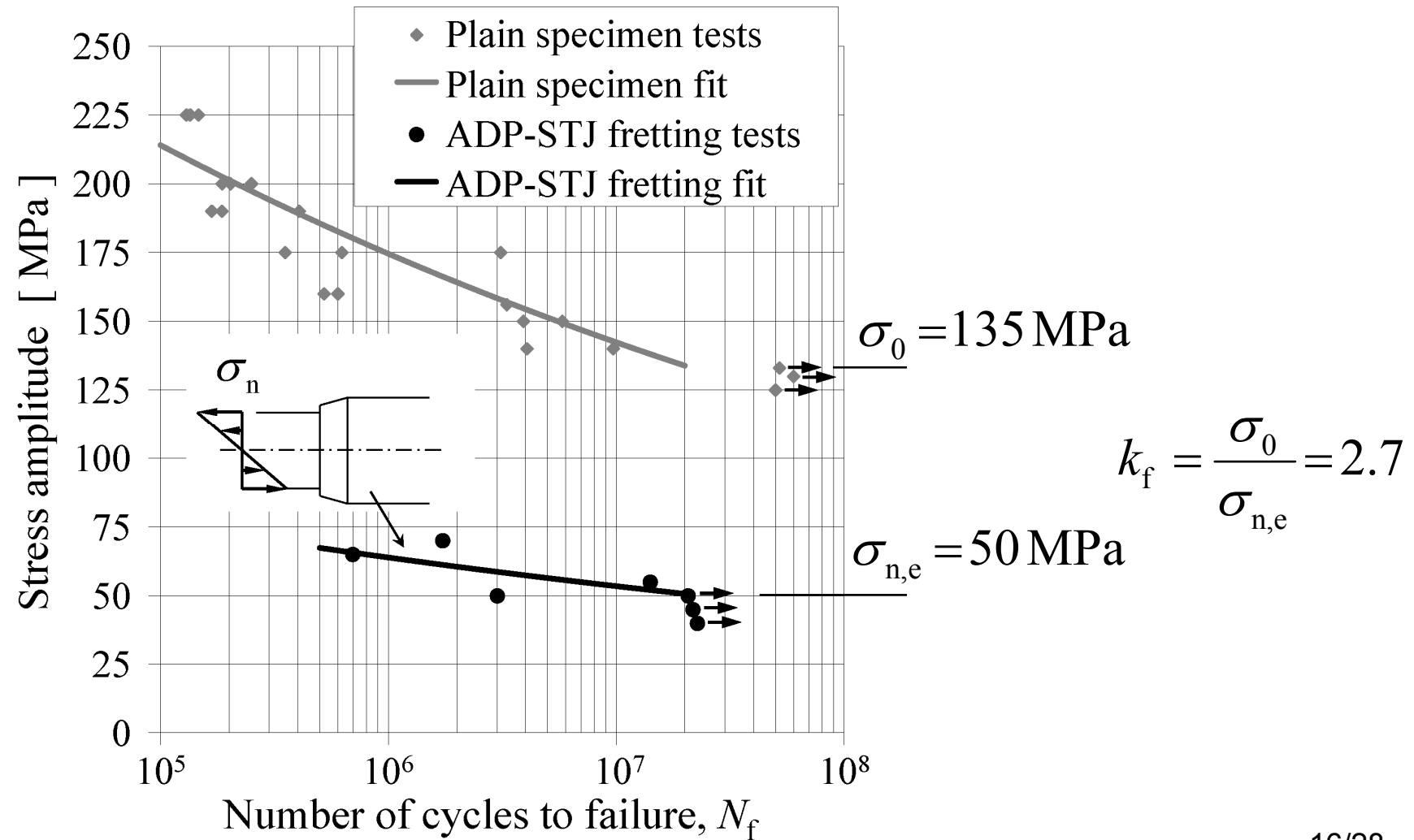
Risultati prove in piena scala

4 rotture, 3 run-out
(provini costosi, da ricavare dal componente)

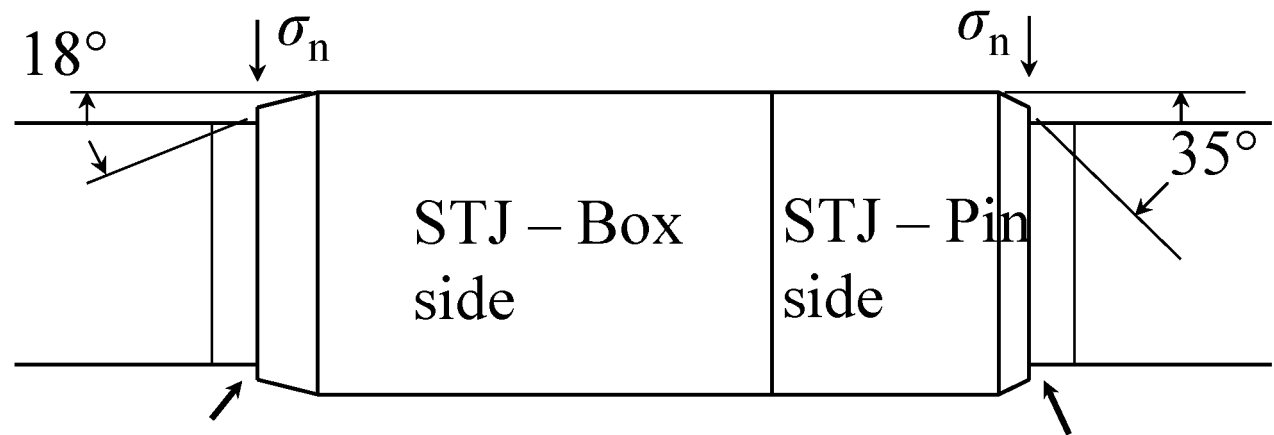


Risultati prove in piena scala

Confronto con la resistenza a fatica del materiale



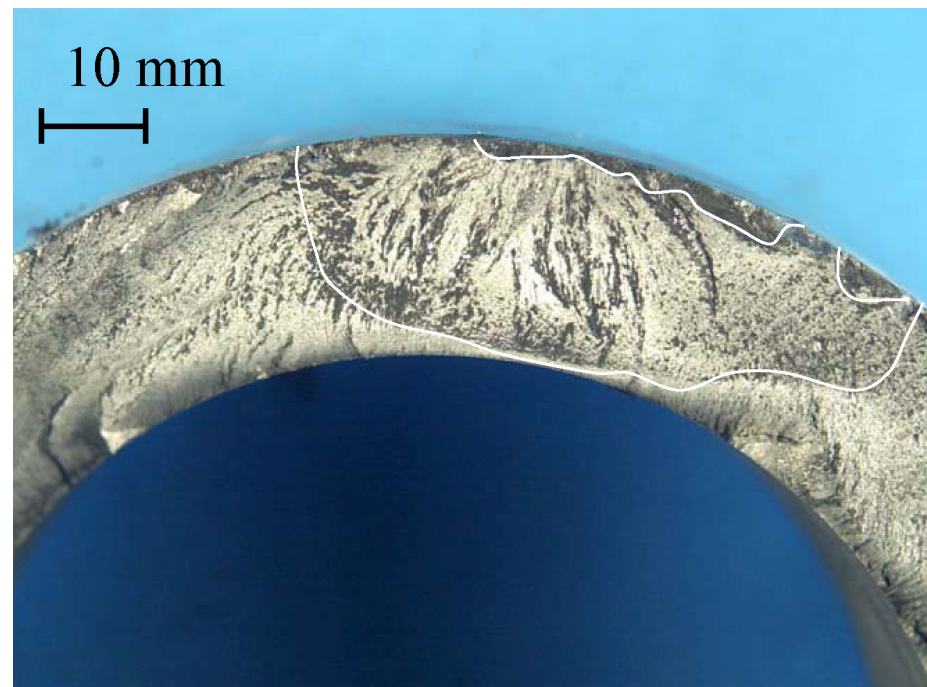
Diversità fra i due lati della connessione



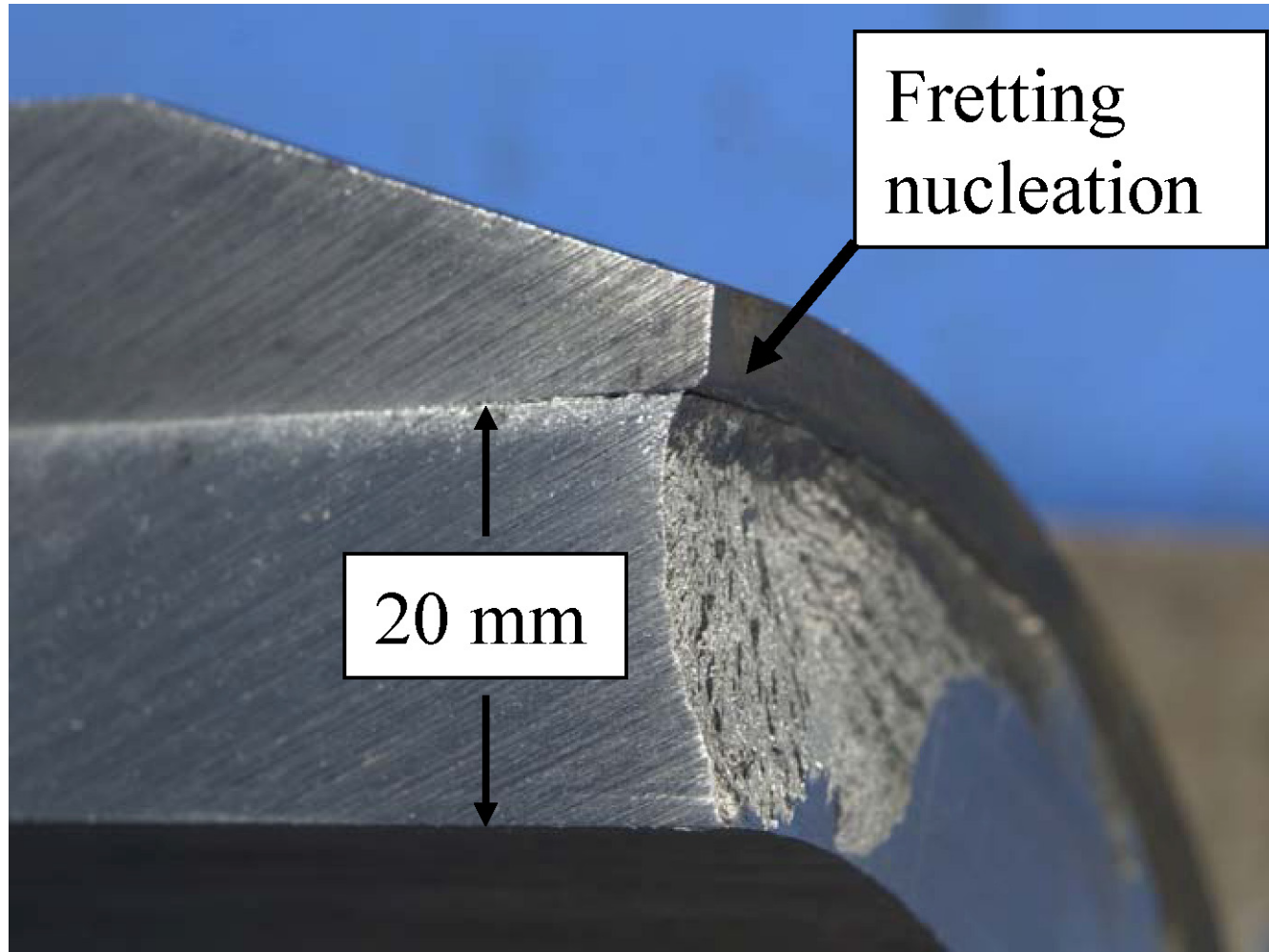
Box side fatigue section
experienced 4 failures

Pin side fatigue section
experienced 0 failures

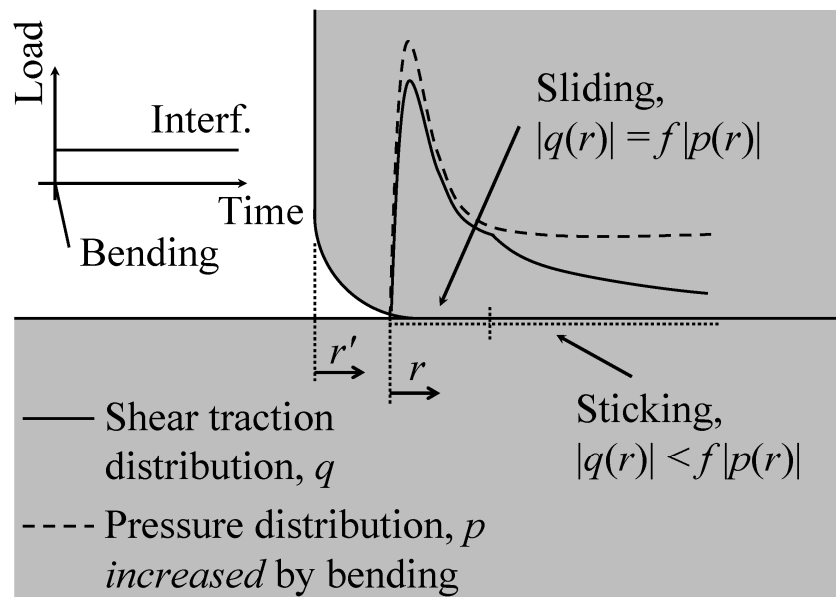
Superficie di rottura



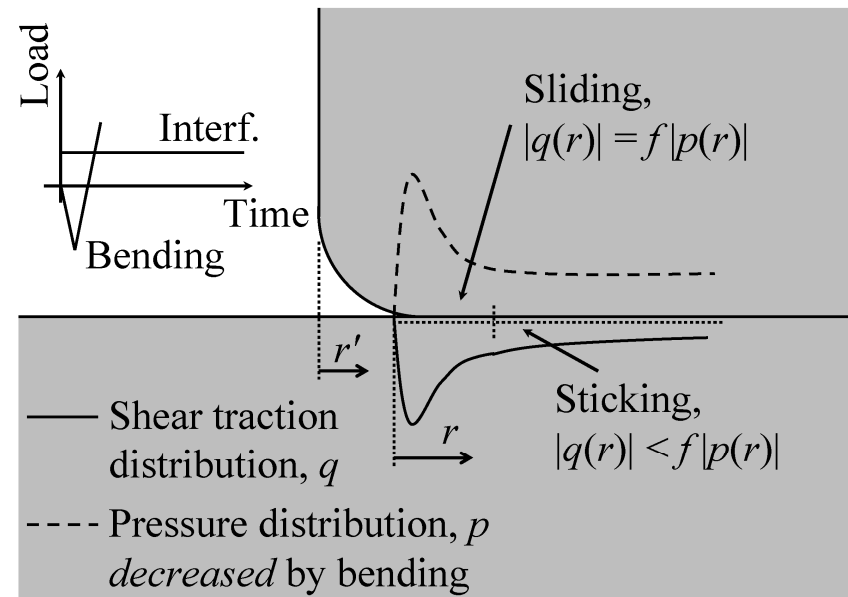
Superficie di rottura



Distribuzione degli sforzi nell'intorno del contatto



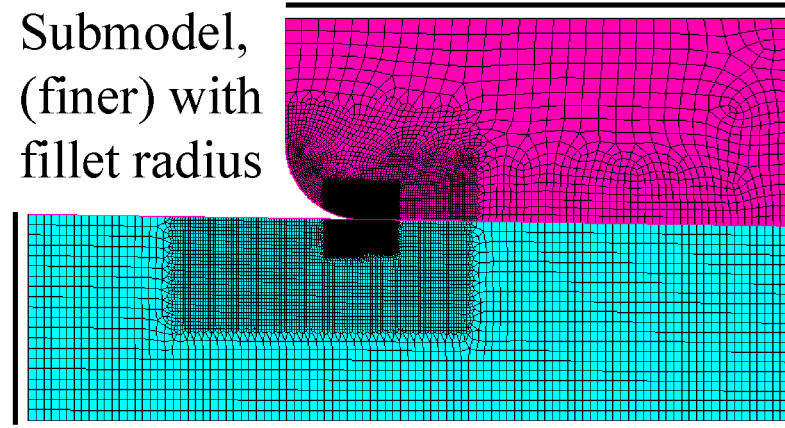
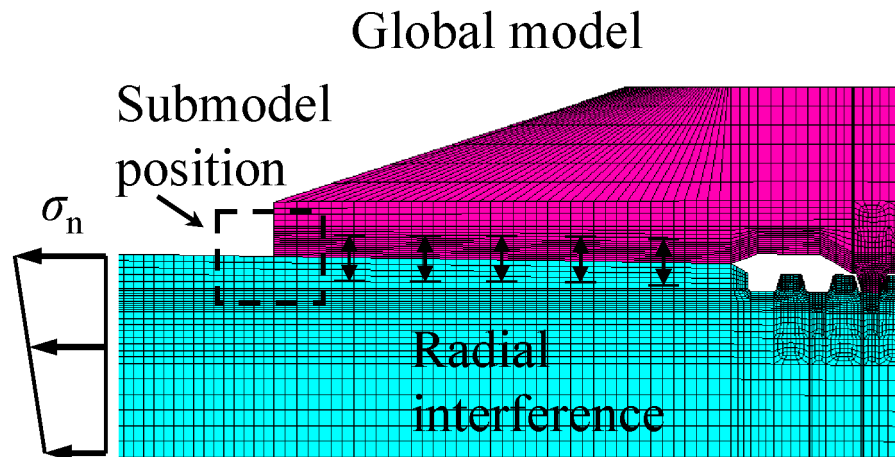
Fase di
compressione



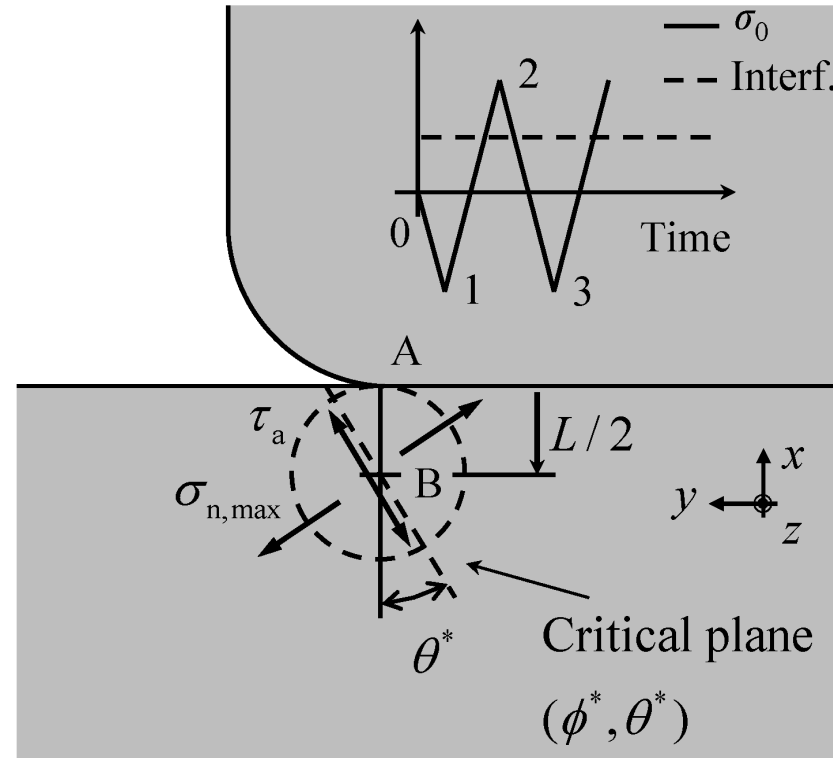
Fase di
trazione

Distribuzione degli sforzi nell'intorno del contatto

Modello agli Elementi Finiti



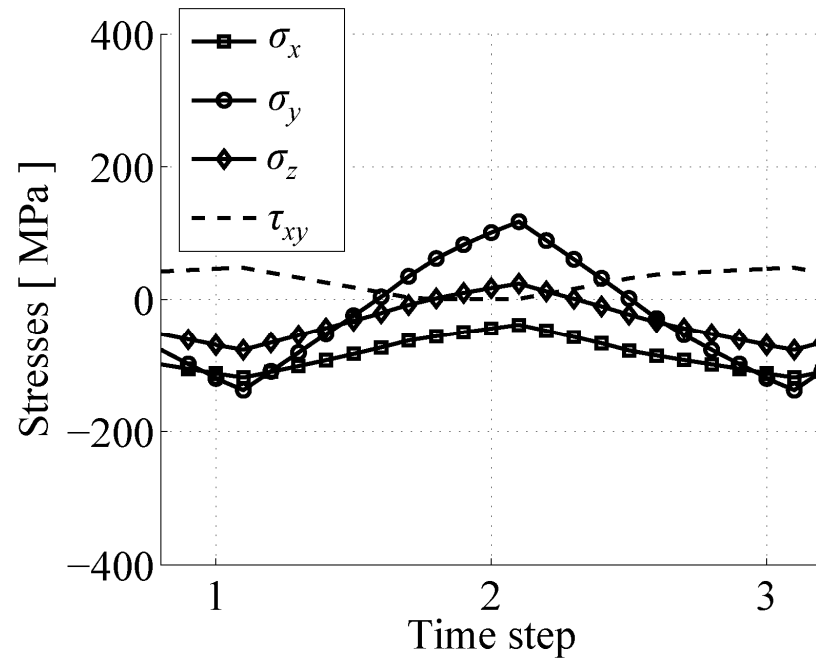
Teoria della distanza critica, criterio multiassiale



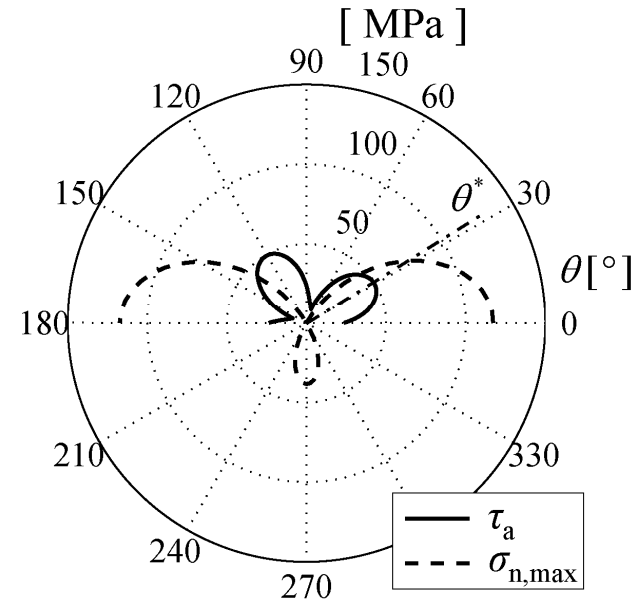
$$L = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\Delta K_{th}}{\Delta \sigma_0} \right)^2$$

$$\tau_a^{eq} = \tau_a(\phi^*, \theta^*) + \left(\tau_0 - \frac{\sigma_0}{2} \right) \frac{\sigma_{n,max}(\phi^*, \theta^*)}{\tau_a(\phi^*, \theta^*)} \leq \tau_0$$

Risultati: taglio equivalente

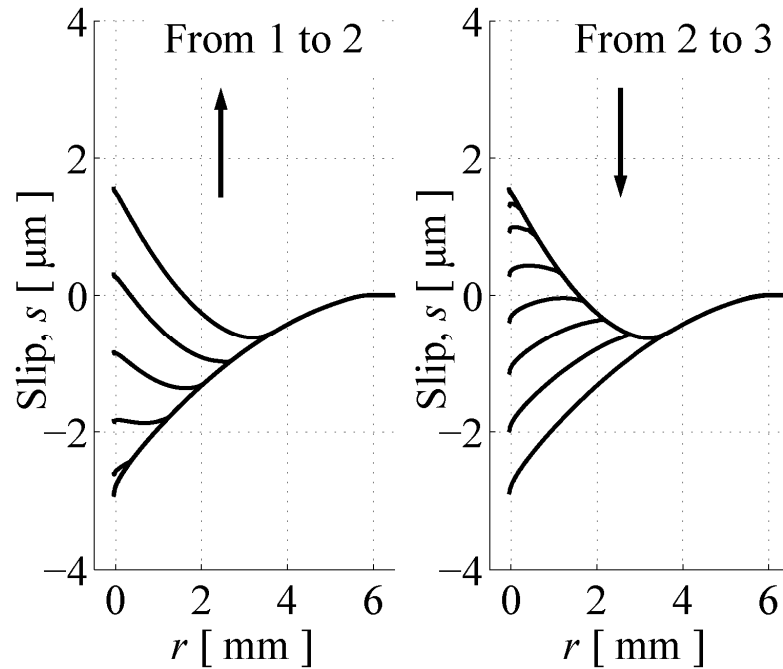


Andamento tensioni
alla profondità di $L/2$

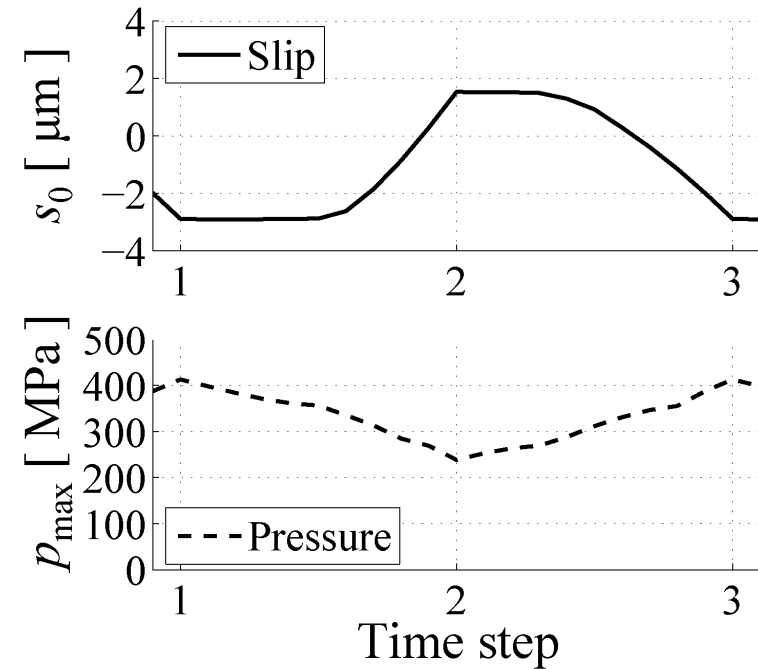


Ricerca del piano critico
(massimo taglio) e della
relativa tensione normale

Risultati: slittamento

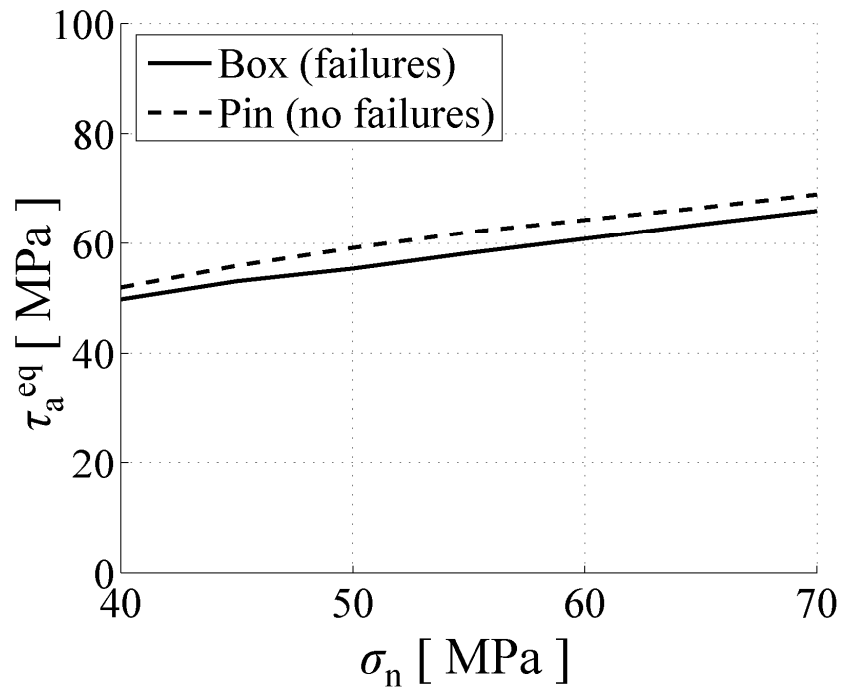
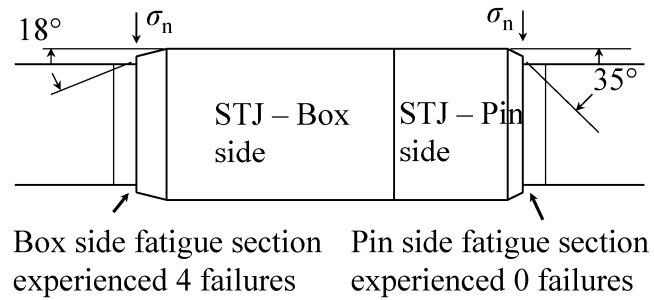


Slittamento lungo
l'interfaccia di contatto,
durante il ciclo di fatica

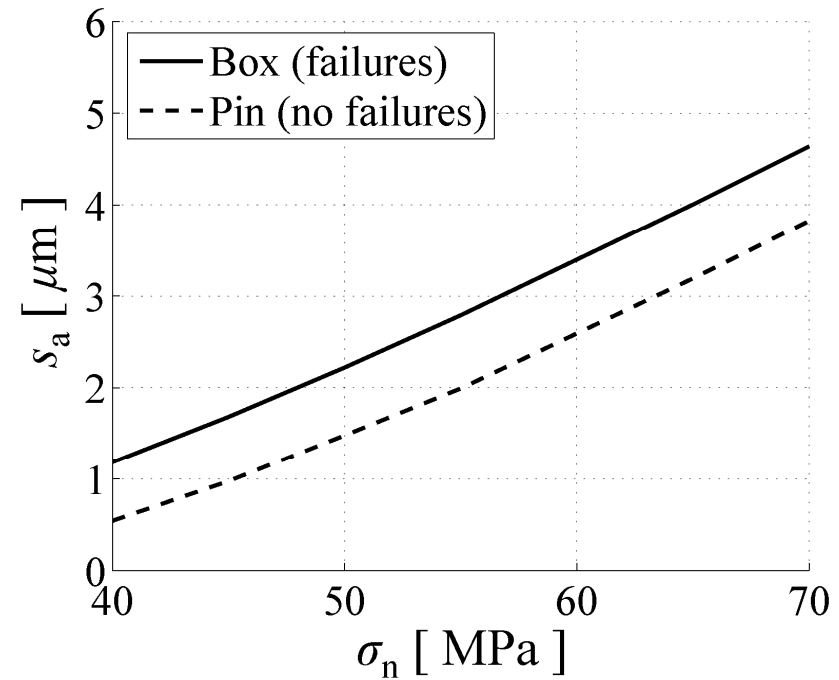


Andamento dello slittamento
massimo e della pressione
massima, durante il ciclo di
fatica

Risultati: taglio equivalente, slittamento

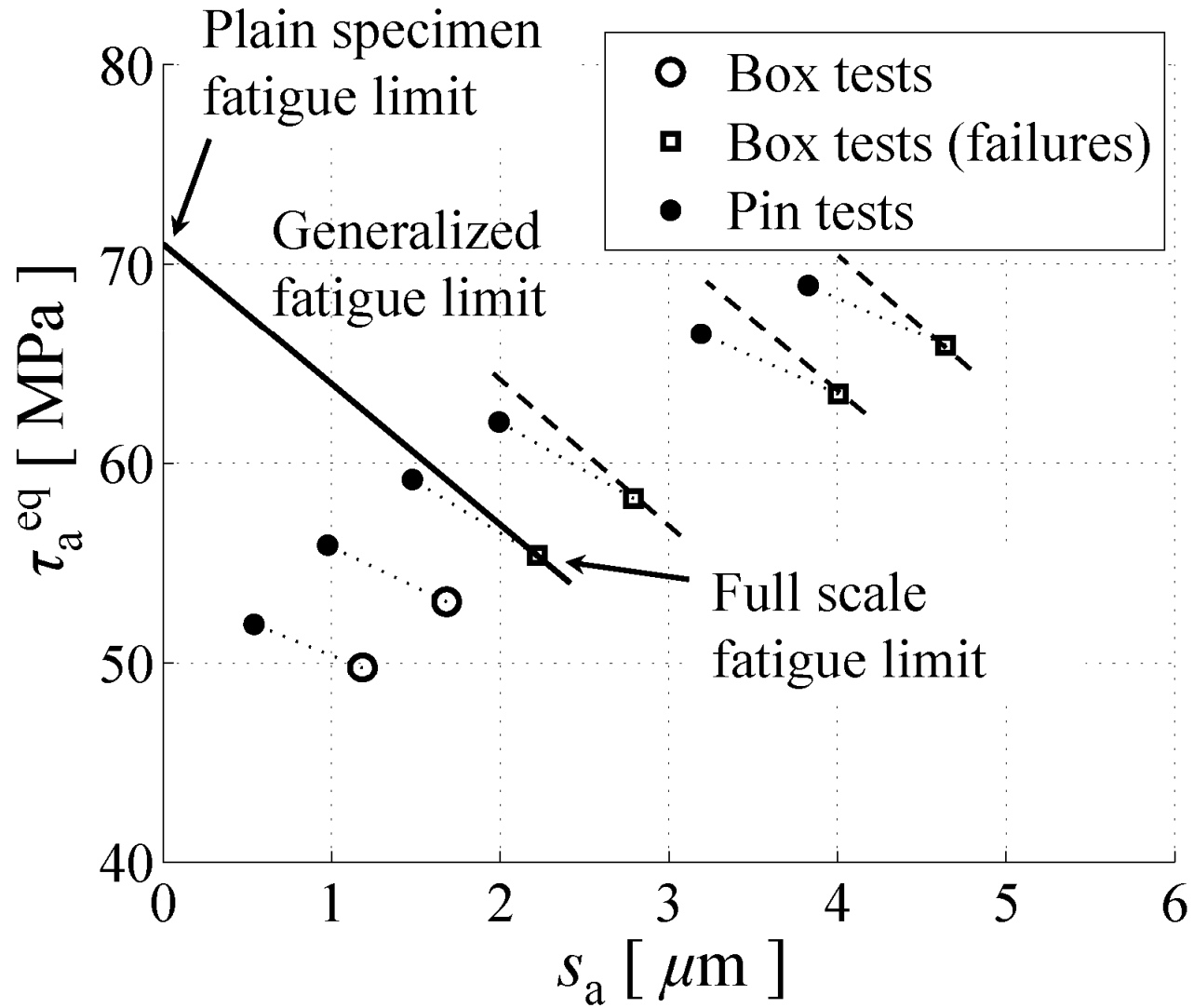


Taglio equivalente, confronto fra i due lati



Slittamento, confronto fra i due lati

Mappa taglio equivalente - slittamento



Conclusioni

- Banco di prova per testare a fatica, connessioni tubolari di elementi di perforazione in lega di alluminio
- Condizione di prova in risonanza:
 - struttura di supporto leggera
 - ridotti tempi di prova
- Rotture per *fretting fatigue*
- Modello FEM 2D, tecnica del sottomodello
- Mappa di *fretting*, parametri considerati:
 - tensione multiassiale eq., metodo del punto
 - slittamento massimo

Articoli correlati

- [1] L. Bertini, M. Beghini, C. Santus. “Resonant test rigs for fatigue full scale testing of oil drill string connections”. *International Journal of Fatigue*. 2007. In Press.
- [2] C. Santus. “Fretting fatigue of aluminum alloy in contact with steel in oil drill pipe connections, modeling to interpret test results”. *International Journal of Fatigue*. 2007. In Press.