

# Argomenti di ricerca del gruppo coordinato dal Prof. A. Carpinteri

1. Frantumazione e comminuzione di materiali lapidei.
2. Modellazione dei materiali gerarchici bio-ispirati e ottimizzazione dei materiali compositi.
3. Meccanica della frattura e della perforazione di rocce e calcestruzzi.
4. Capacità di rotazione plastica in travi di calcestruzzo armato.
5. Fatica e frattura in strutture metalliche soggette a carichi ripetuti.
6. Monitoraggio strutturale e ambientale (sismico) mediante la tecnica delle emissioni acustiche.

7. Modelli numerici per lo studio di strutture storiche e monumentali.
8. Riparazione e consolidamento strutturale con placcaggi non tradizionali a base di materiali polimerici con fibre di vetro e carbonio.
9. Fenomeni di instabilità aeroelastica in ponti snelli di grande luce.
10. Fenomeni dinamici in edifici di grande altezza a struttura complessa (controventamenti, nuclei irrigidenti interni, elementi tubolari esterni).
11. Studio del regime membranale in gusci sottili di copertura.
12. Fenomeni di instabilità meccanica nelle coperture reticolari tridimensionali.

# Frantumazione e comminuzione di materiali lapidei

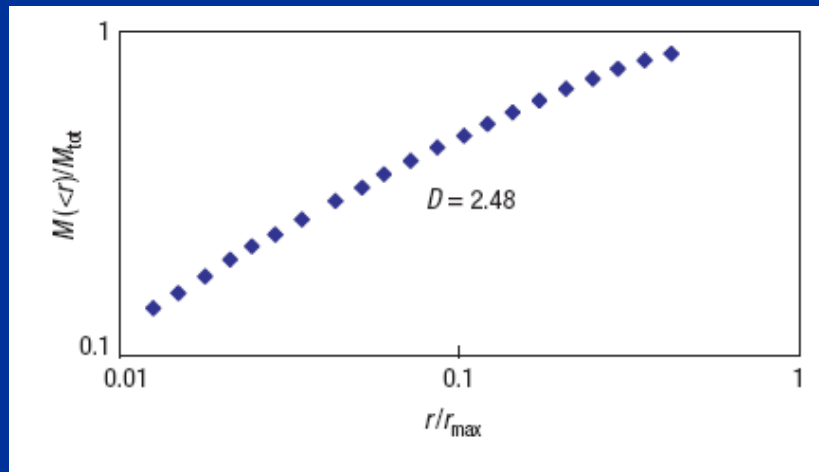


## Are scaling laws on strength of solids related to mechanics or to geometry?

ALBERTO CARPINTERI AND NICOLA PUGNO are at the Politecnico di Torino, Department of Structural Engineering and Geotechnics, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Italy  
e-mail: alberto.carpinteri@polito.it; nicola.pugno@polito.it

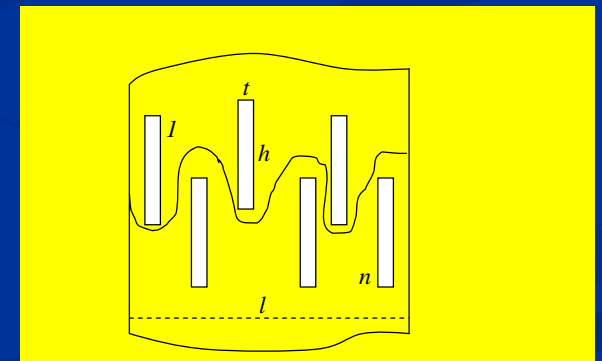
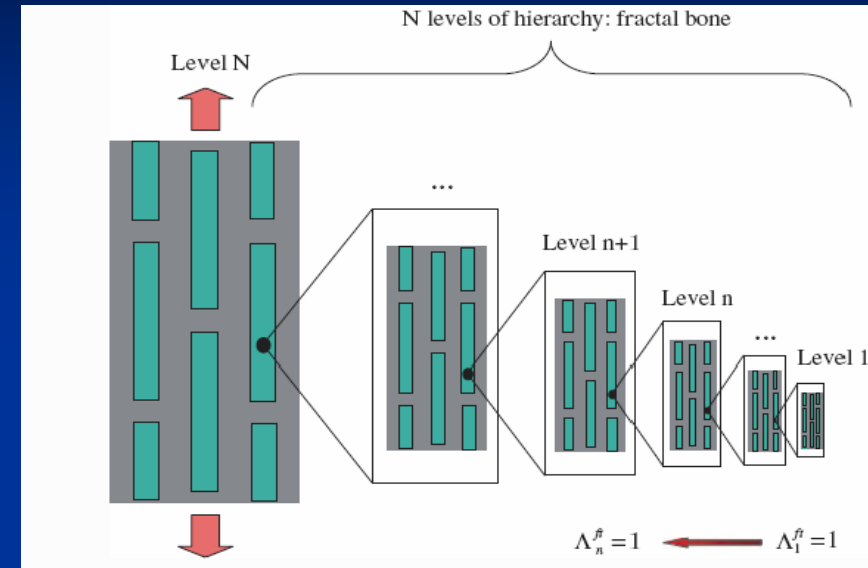
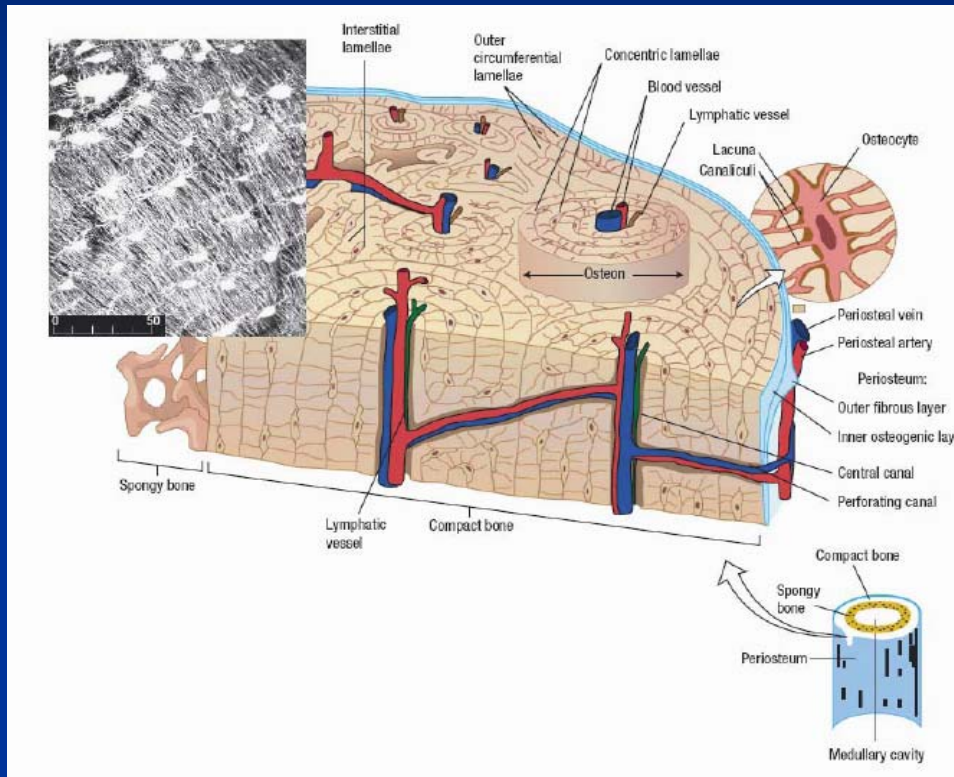
One of the largest controversial issues of the materials science community is the interpretation of scaling laws on material strength. In spite of the prevailing view, which considers mechanics as the real cause of such effects, here, we propose a different argument, purely based on geometry. Thus, as happened for relativity, geometry could again hold an unexpected and fundamental role.

Table 1 Scaling laws as derived according to a pure geometrical argument. Fractal quantities with anomalous physical dimensions would give a more appropriate, that is, size-independent, description of phenomena.



Fractal law	$N$ = number of objects with size larger than $r$ $D$ = fractal exponent	$N \propto r^{-D}$
Energy scaling	$W$ = dissipated energy after the fragmentation of a solid of volume $V$	$W \propto V^{D/3}$ $W \propto V^{2/3}$ for $D < 2$ $W \propto V$ for $D > 3$
Energy density scaling	$\Phi = W/V$	$\Phi \propto V^{(D-3)/3}$
Fractal energy density	$\Phi^* = W/V^{D/3}$	$[\Phi^*] = [N/m^{D-1}]$
Strength scaling	Strength $\sigma_c$ of a solid of size $R \propto \sqrt[3]{V}$	$\sigma_c \propto R^{D-3/2}$
Fractal strength	$\sigma_c^* = \sigma_c R^{(D-1)/2}$	$[\sigma_c^*] = [N/m^{(D+1)/2}]$
Complex strength scaling	$R_0 = \text{constant}$	$\sigma_c \propto \sqrt{1 + R_0/R}$

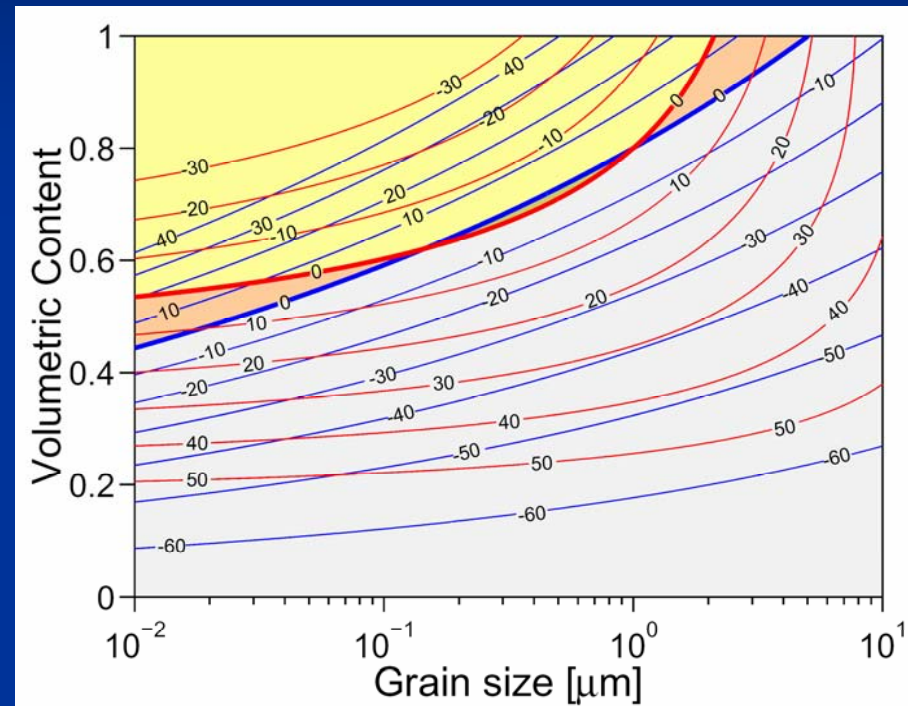
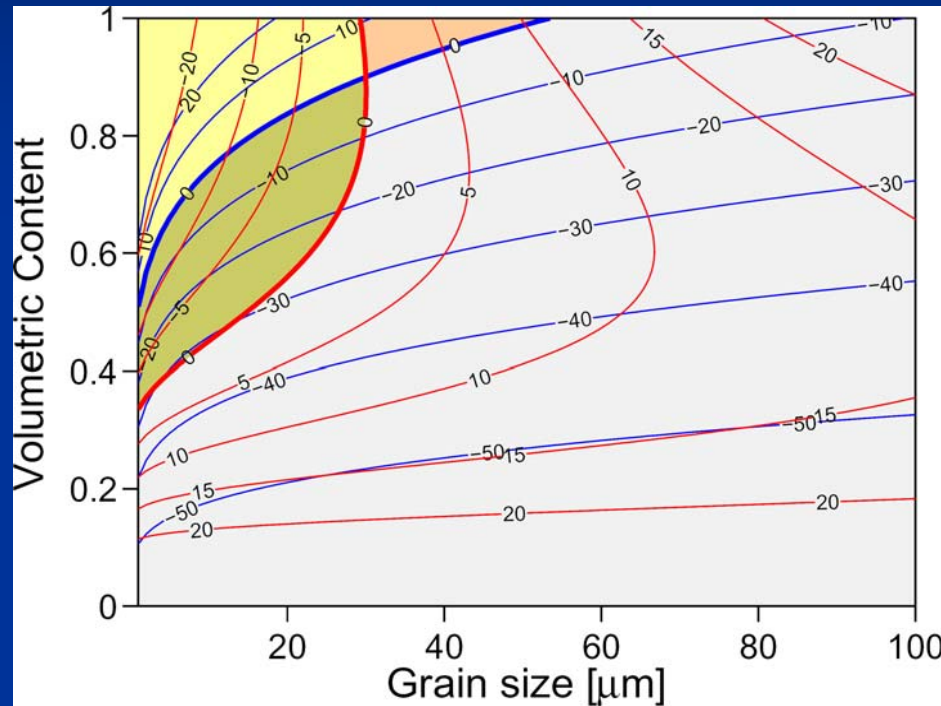
# Modellazione dei materiali gerarchici bio-ispirati e ottimizzazione dei materiali compositi



Fundamental ingredients:

(i) tough matrix, (ii) hard inclusions and (iii) hierarchy

# Modellazione dei materiali gerarchici bio-ispirati e ottimizzazione dei materiali compositi



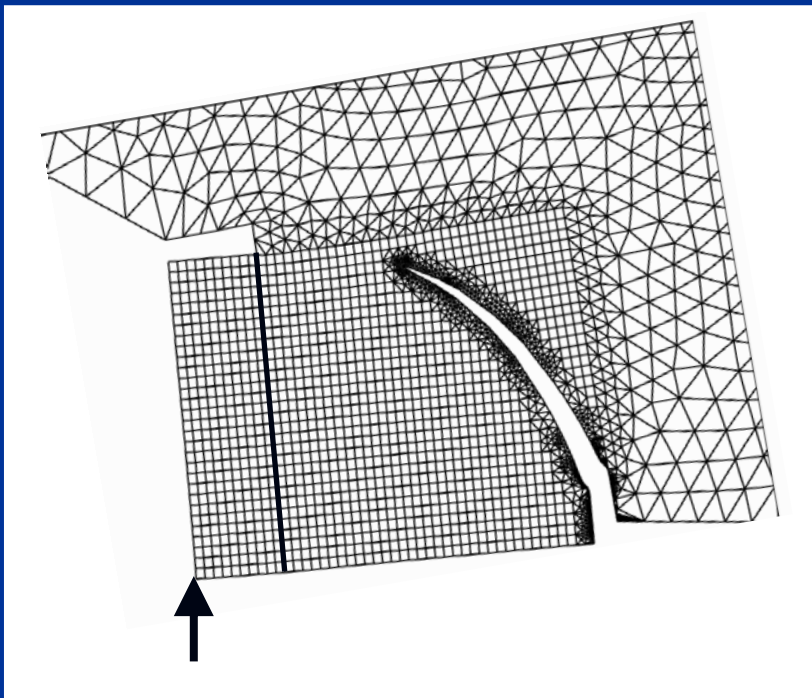
Optimization maps. Iso-hardness lines are drawn in blue and iso-toughness lines in red. Numbers along the curves indicate hardness and fracture toughness increments %. PCD (left) or WC-Co alloy (right). Theory fitted to experiments.

# Meccanica della frattura e della perforazione di rocce e calcestruzzi

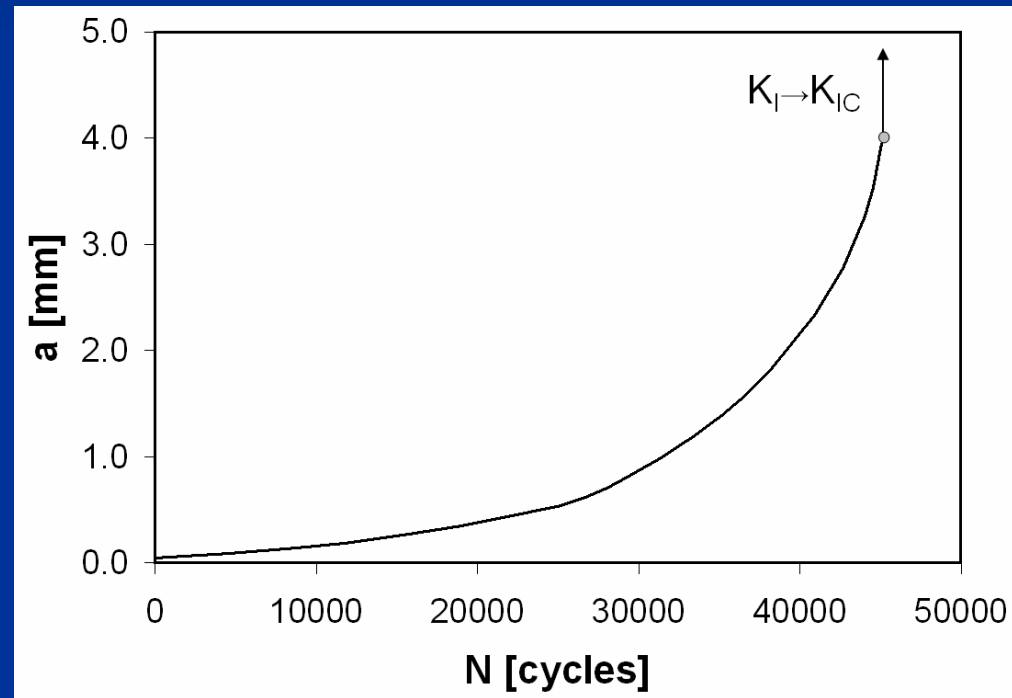


# Meccanica della frattura e della perforazione di rocce e calcestruzzi

Simulazione numerica della propagazione della frattura a fatica in materiali composti da due strati

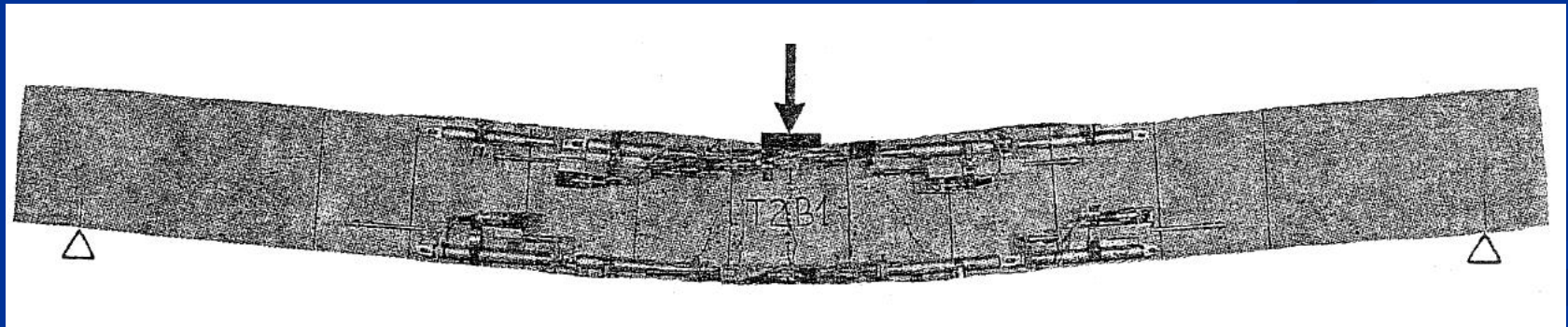
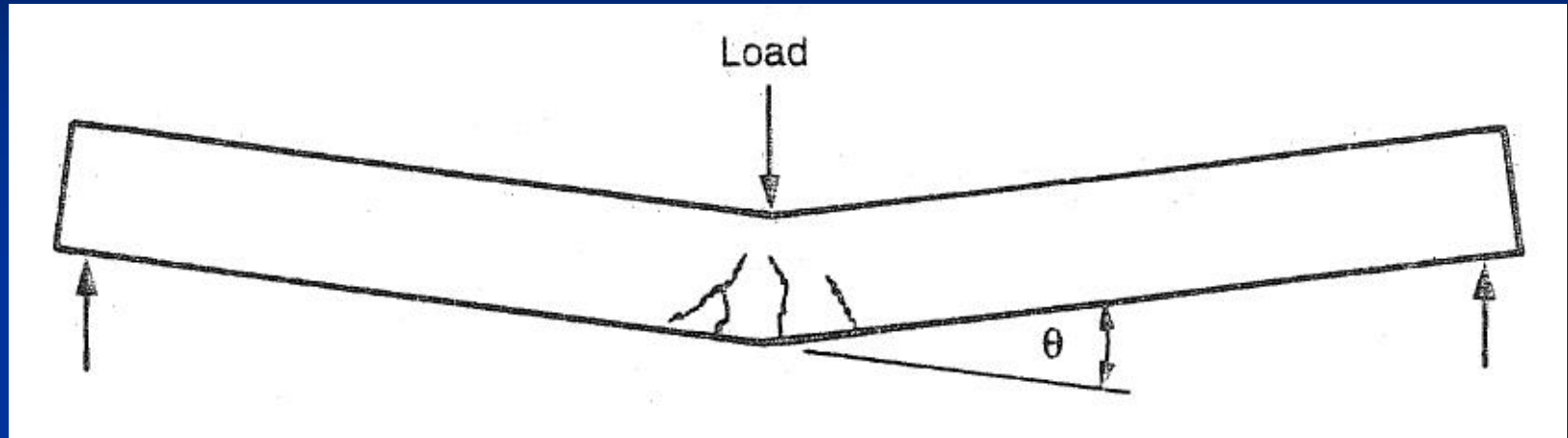


Deformed finite element mesh at failure



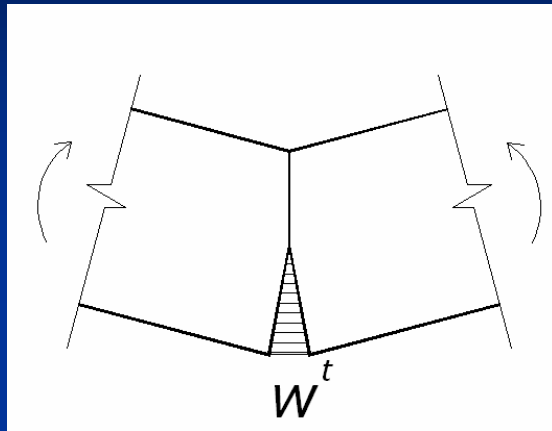
Fatigue curve of the structural component (Crack length vs. cycles number)

# Capacità di rotazione plastica in travi di calcestruzzo armato

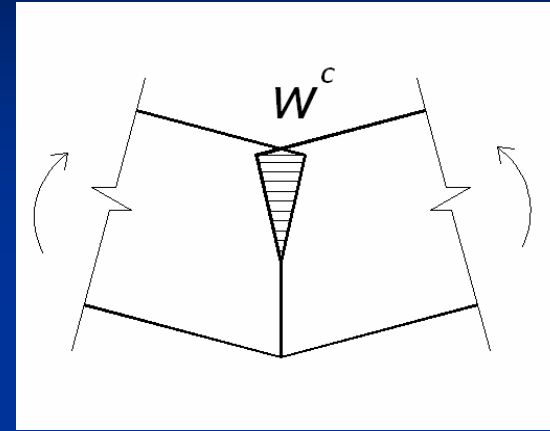


# Capacità di rotazione plastica in travi di calcestruzzo armato

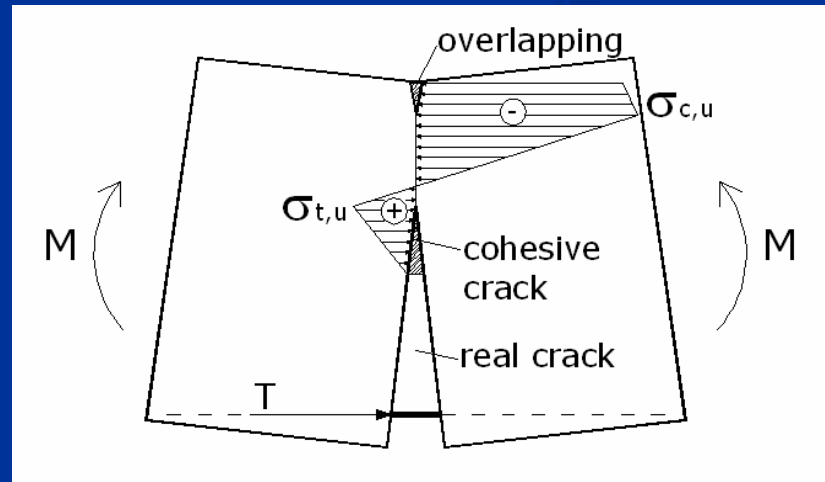
## Modello proposto



*Cohesive crack model*

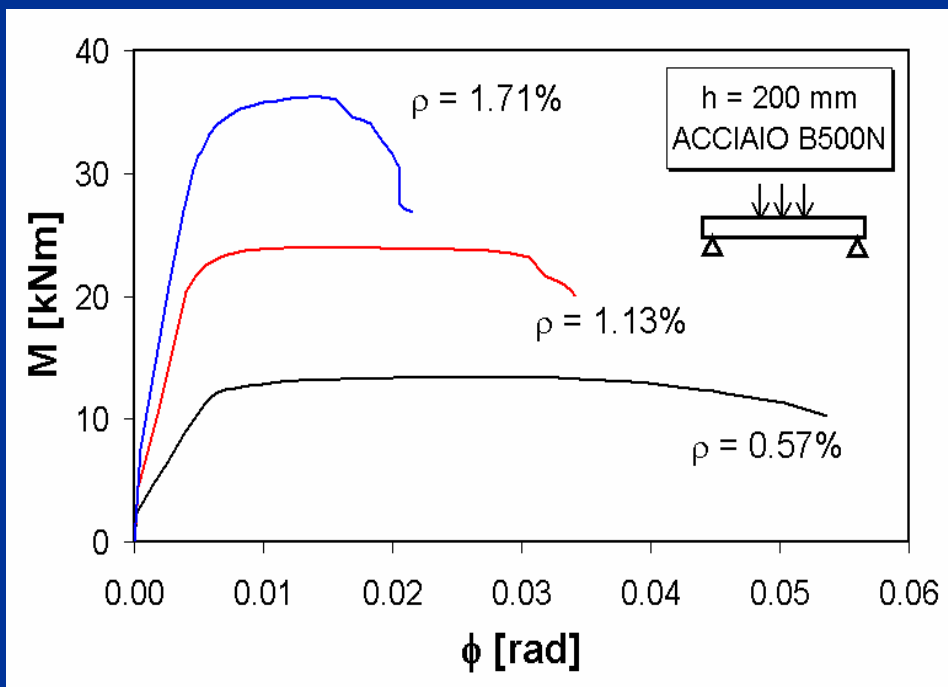
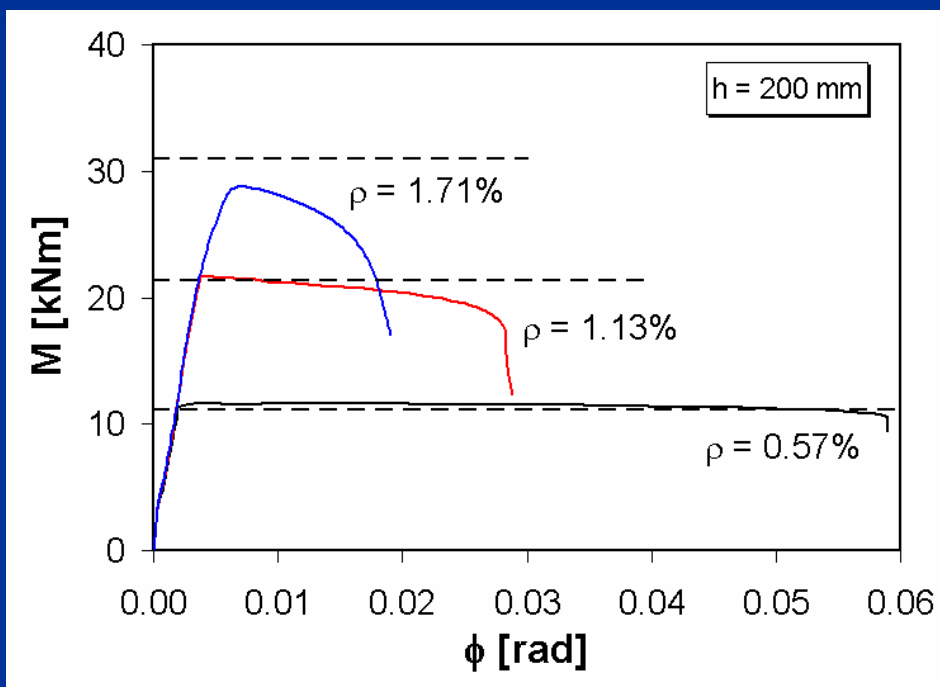


*Overlapping crack model*



# Capacità di rotazione plastica in travi di calcestruzzo armato

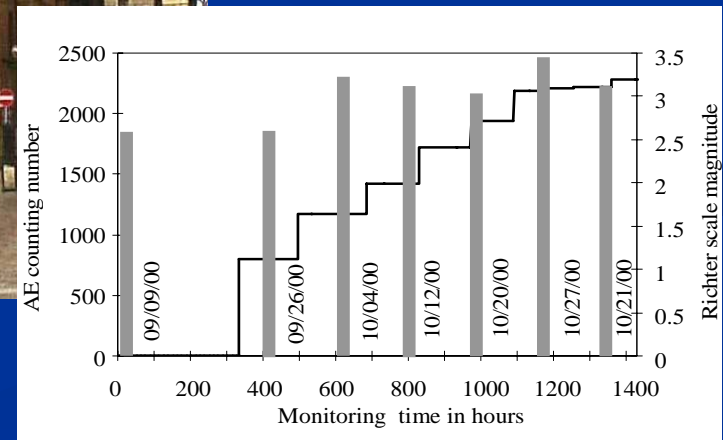
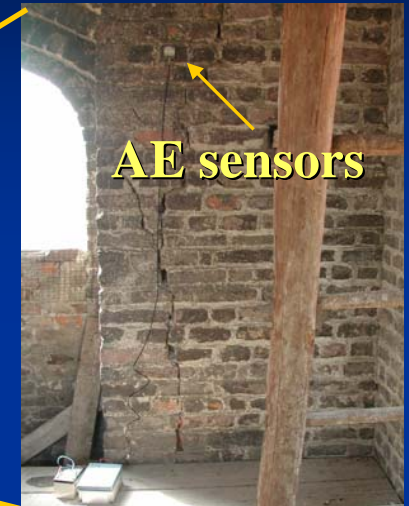
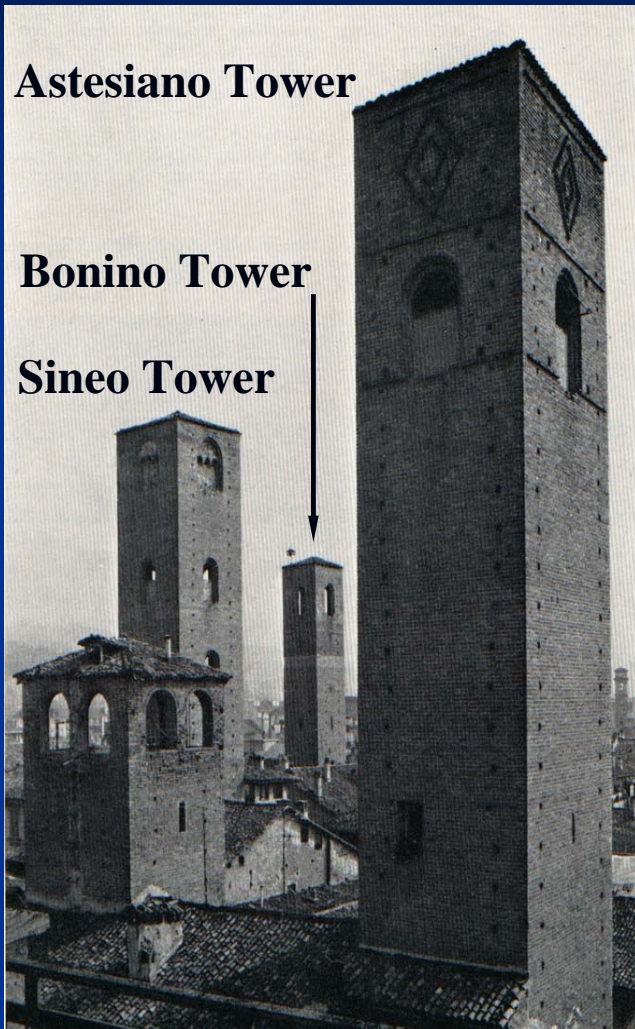
## Confronto numerico-sperimentale



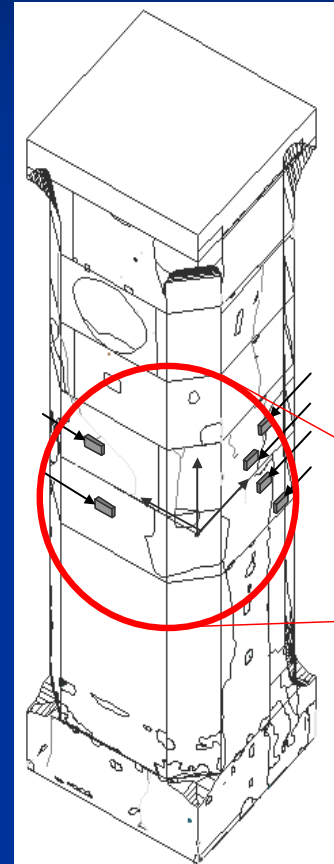
Risultati del modello proposto

Risultati sperimentali

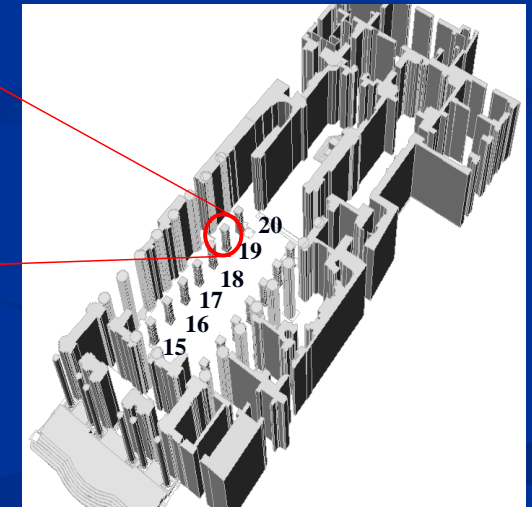
# Monitoraggio strutturale e ambientale (sismico) mediante la tecnica delle emissioni acustiche



# Monitoraggio strutturale e ambientale (sismico) mediante la tecnica delle emissioni acustiche

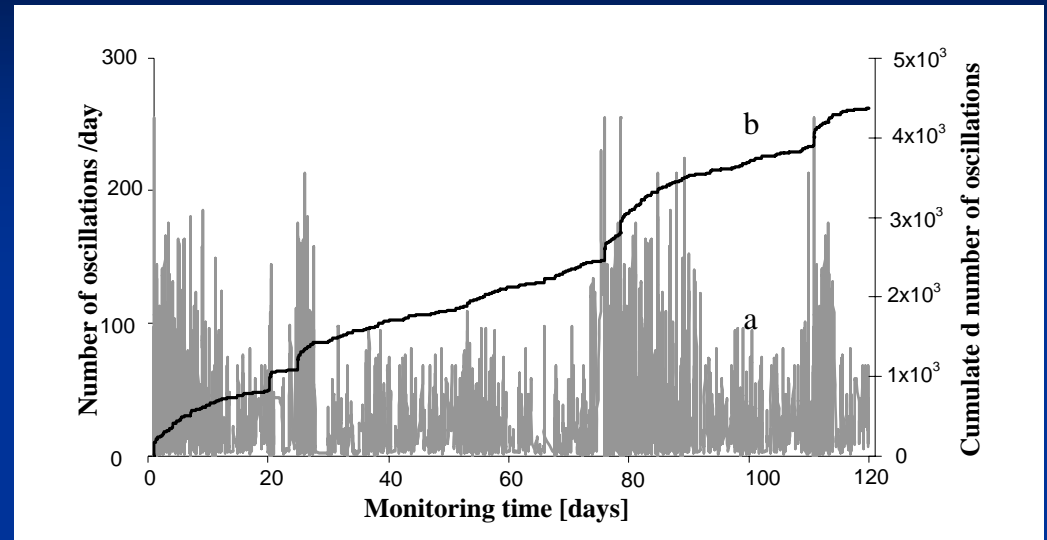


Cattedrale di Siracusa,  
Tempio Dorico  
di Atena  
480 a.C.



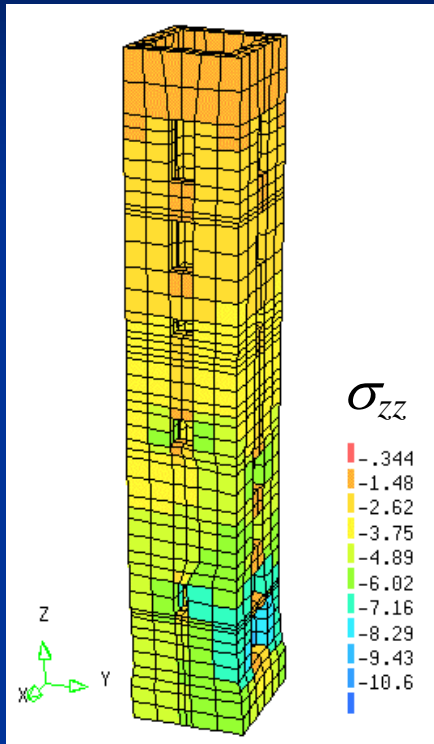
Pilastri della Cattedrale di Siracusa

# Monitoraggio strutturale e ambientale (sismico) mediante la tecnica delle emissioni acustiche

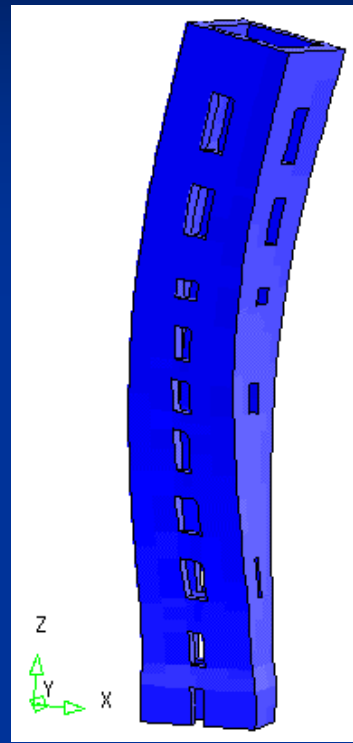


Confronto tra l'attività EA rilevata in sito e quella ottenuta in laboratorio su provini in pietra di scale diverse

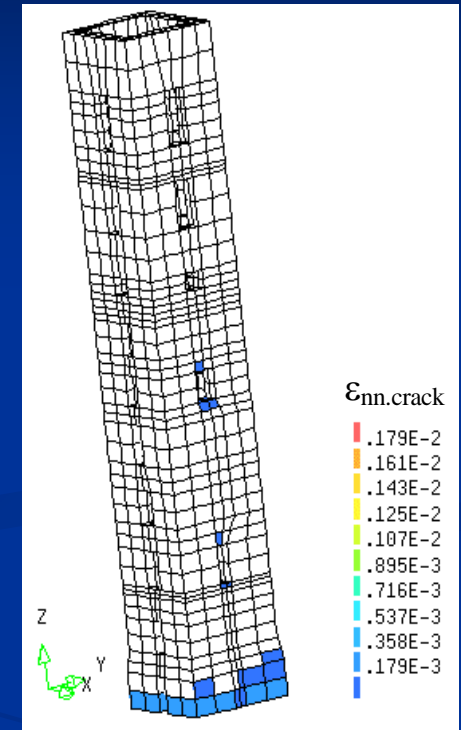
# Modelli numerici per lo studio di strutture storiche e monumentali



Andamento delle tensioni verticali

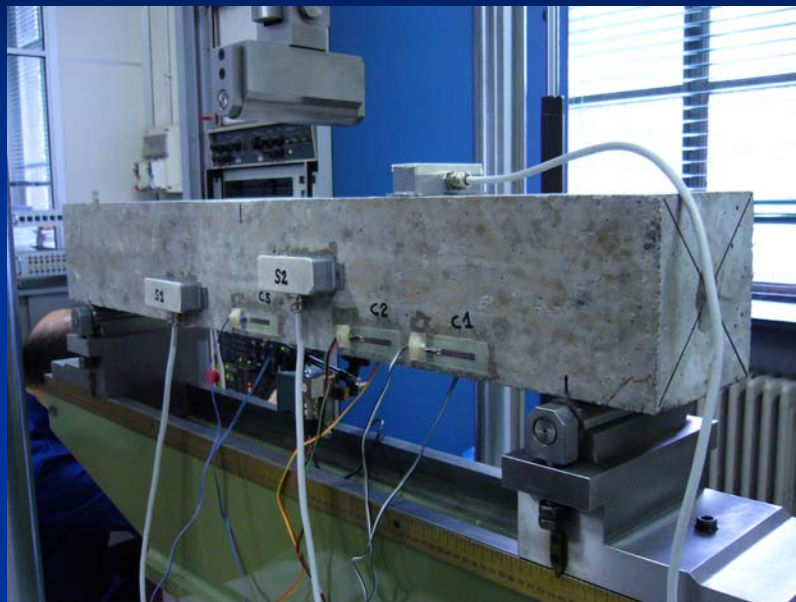


Primo modo torsionale (quarta frequenza naturale)

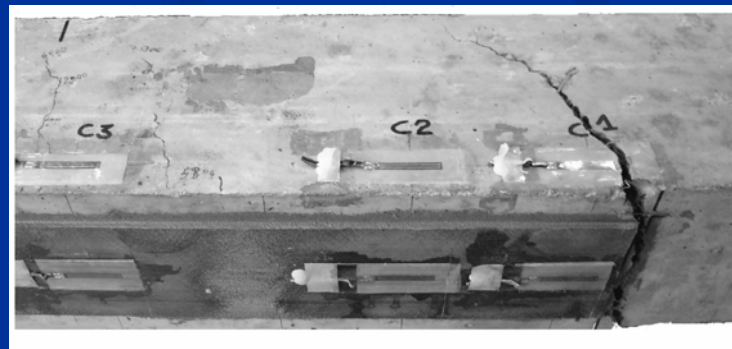


Condizioni di collasso indotte dal crushing alla base della struttura

# Riparazione e consolidamento strutturale con placcaggi non tradizionali a base di materiali polimerici con fibre di vetro e carbonio



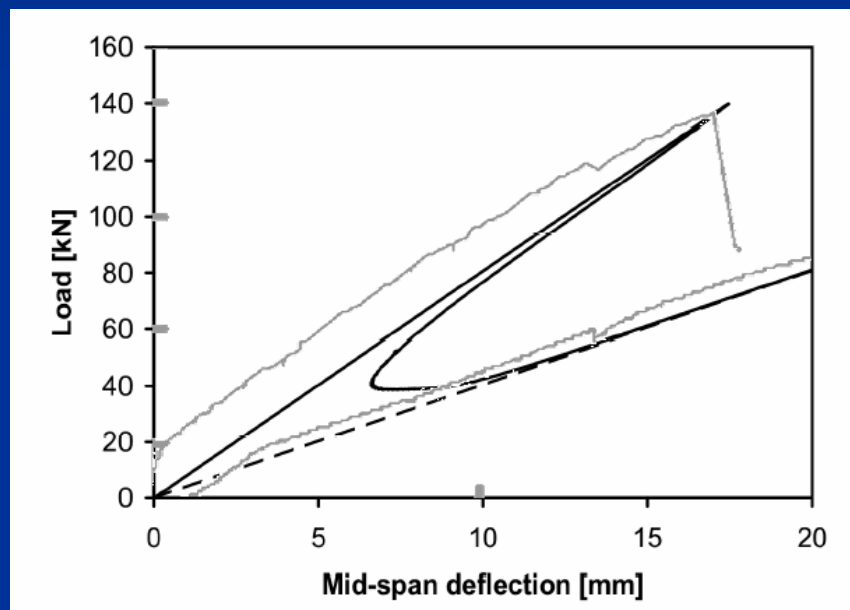
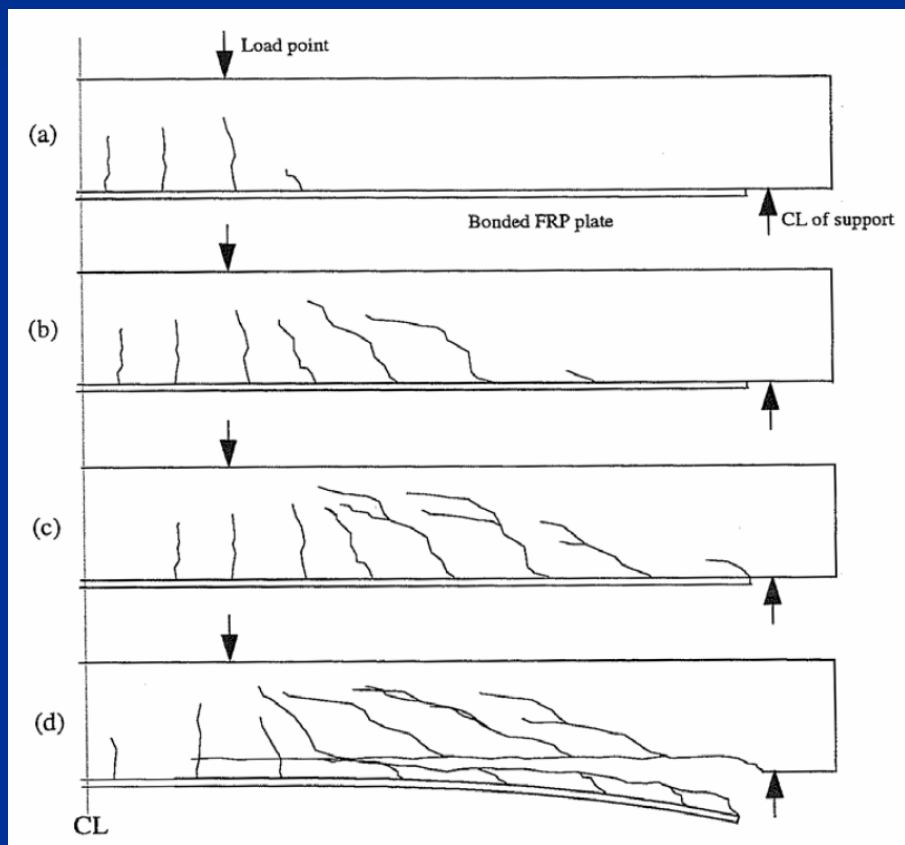
Delaminazione



Rottura per taglio

# Riparazione e consolidamento strutturale con placcaggi non tradizionali a base di materiali polimerici con fibre di vetro e carbonio

Soluzione numerica con un modello non-lineare ad elementi finiti



Instabilità tipo “Snap-back” dovuta alla delaminazione del placcaggio

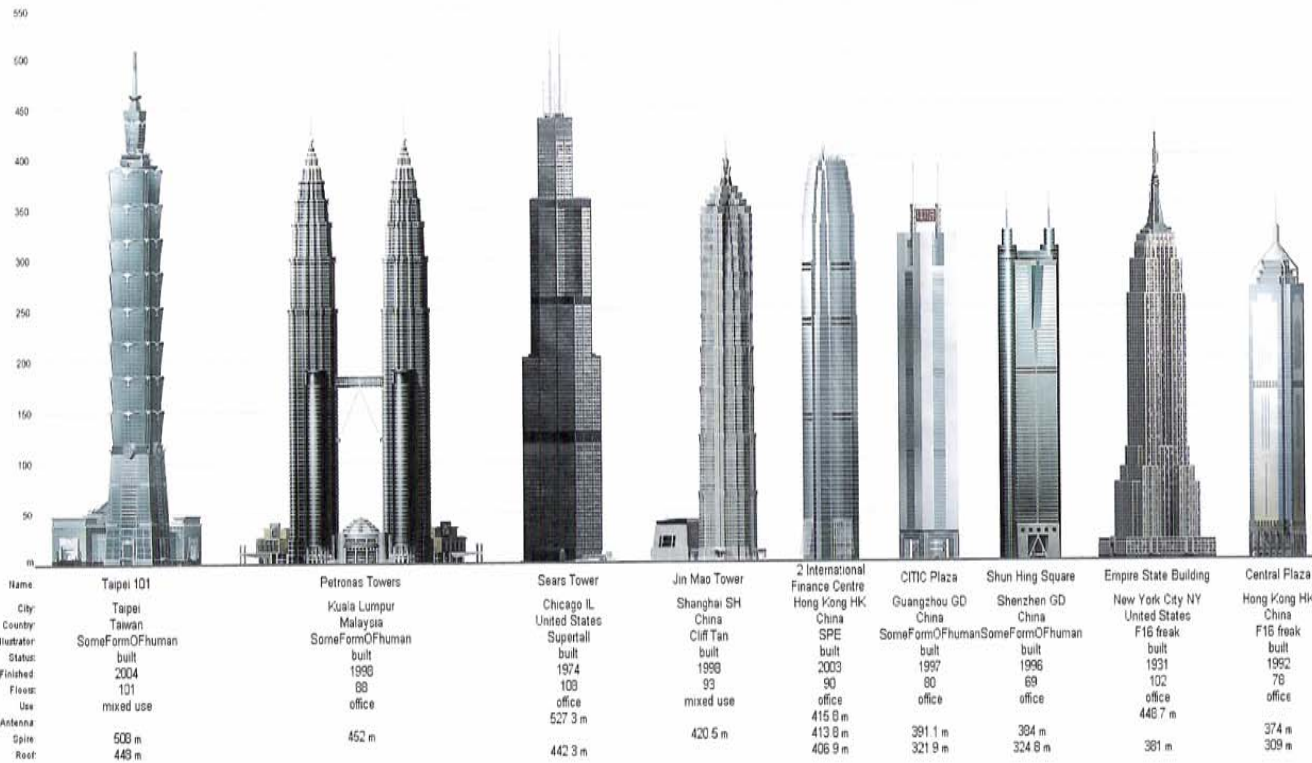
# Fenomeni di instabilità aeroelastica in ponti snelli di grande luce



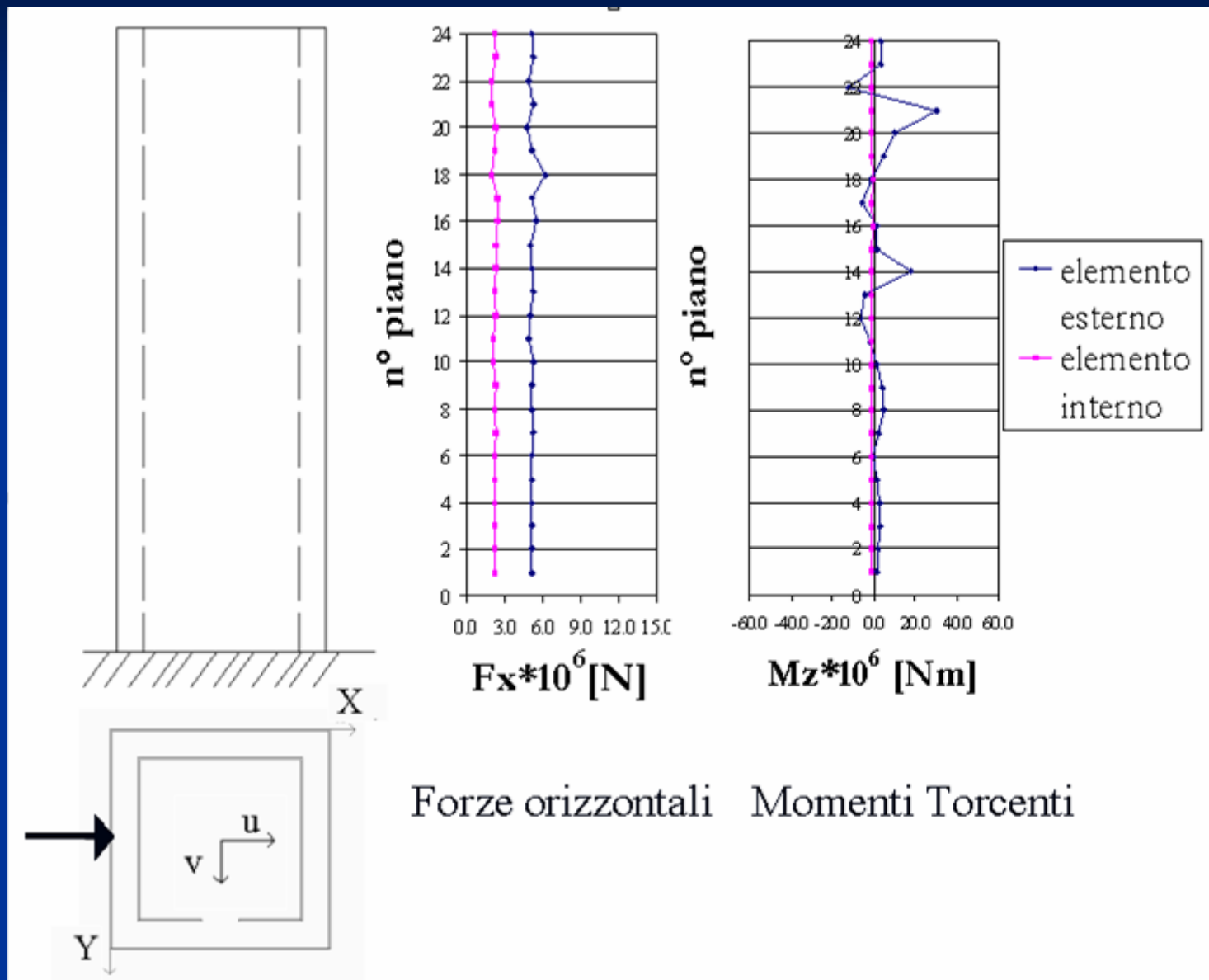
Il crollo del Tacoma  
Narrows Bridge  
Novembre 1940



# Fenomeni dinamici in edifici di grande altezza a struttura complessa (controventamenti, nuclei irrigidenti interni, elementi tubolari esterni)

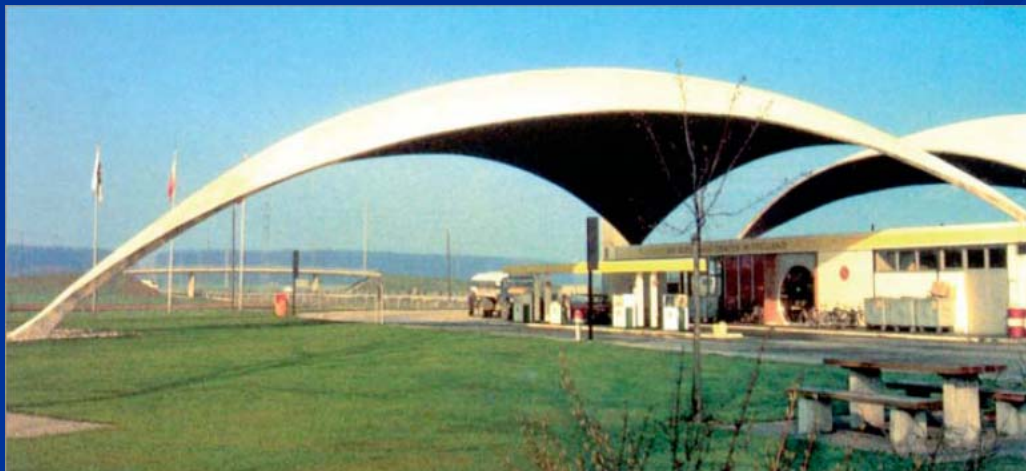


# Ripartizione delle azioni statiche in un edificio tipo "tube in tube"



# Studio del regime membranale in gusci sottili di copertura

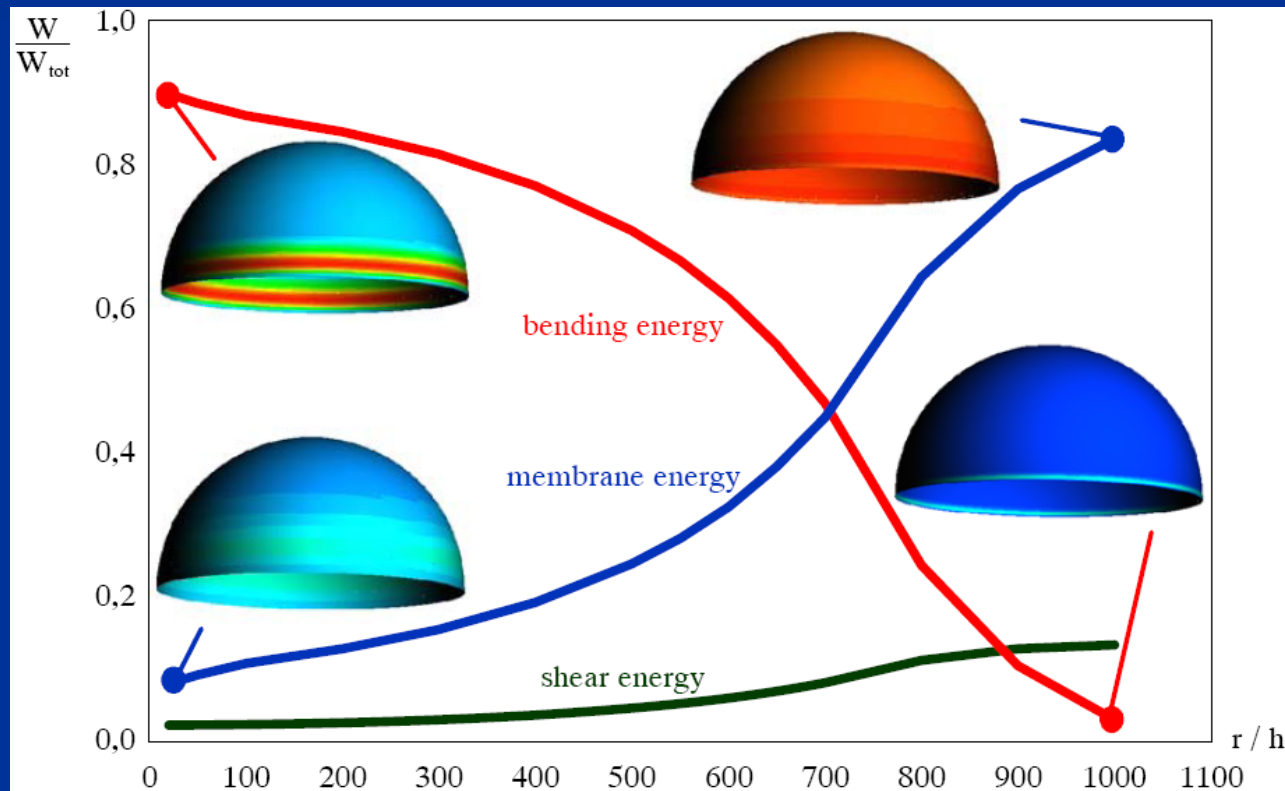
Felix Candela, 2002  
Oceanografic Restaurant  
Valencia (Spain)



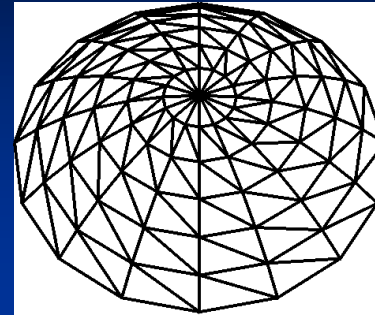
Heinz Isler, 1968  
Service Station  
Deitingen (Switzerland)

# Studio del regime membranale in gusci sottili di copertura

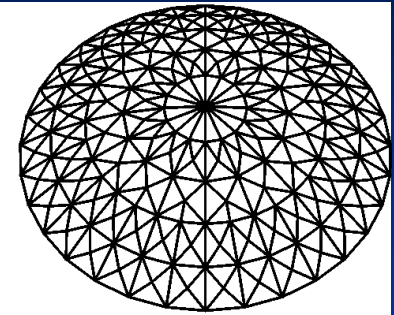
Stato tensionale in una cupola emisferica; importanza del regime flessionale e membranale al variare dello spessore



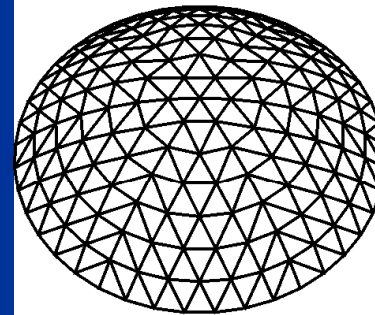
# Fenomeni di instabilità meccanica nelle coperture reticolari tridimensionali



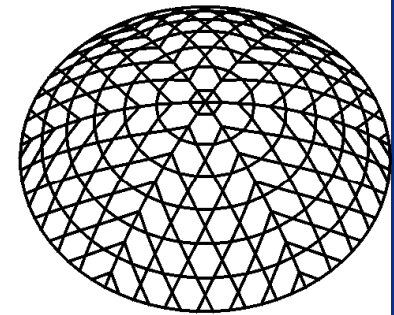
(c) Schwedler dome



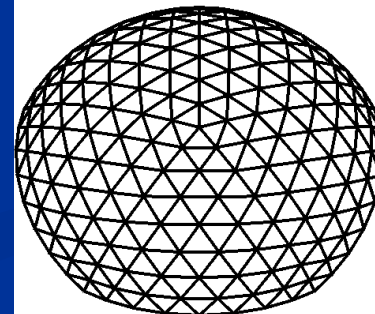
(d) Trimmed Schwedler dome



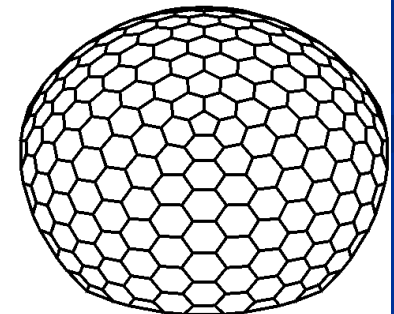
(g) Diamatic dome



(h) Diamatic dome

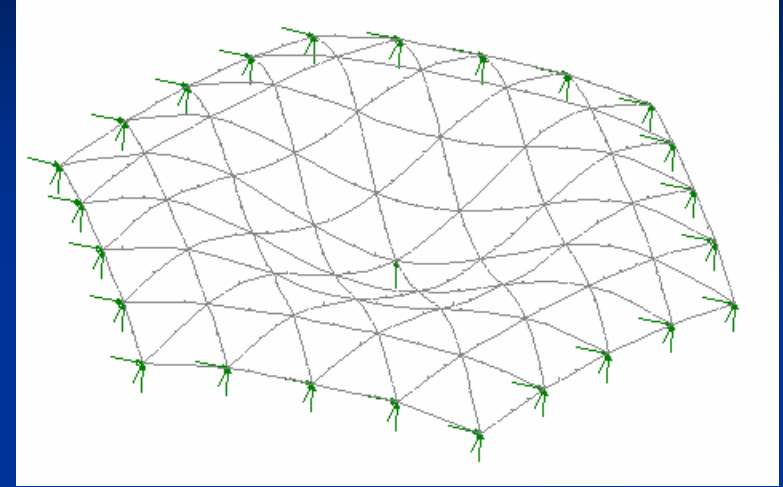
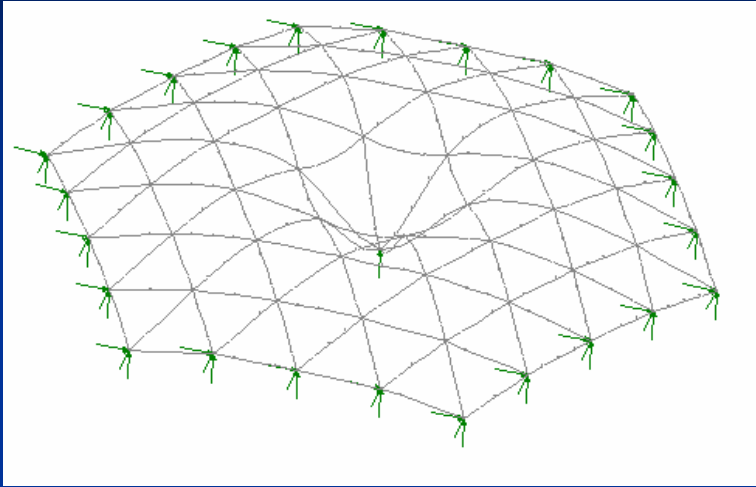


(k) Geodesic dome

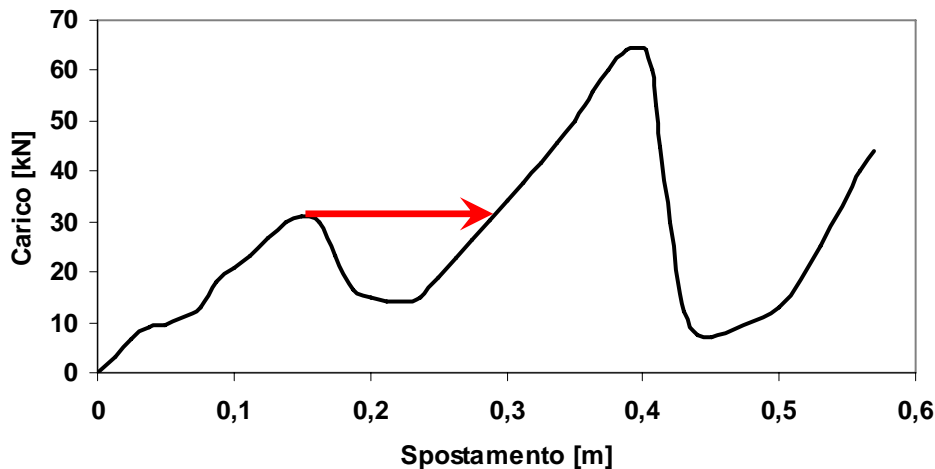


(l) Geodesic dome

# Fenomeni di instabilità meccanica nelle coperture reticolari tridimensionali



Curva carico-spostamento del nodo di sommità



**Instabilità a scatto  
(snap-through)  
concentriche e  
progressive di una  
cupola geodetica**

## Numero cumulado di pubblicazioni nel quinquennio 2003-2007

