

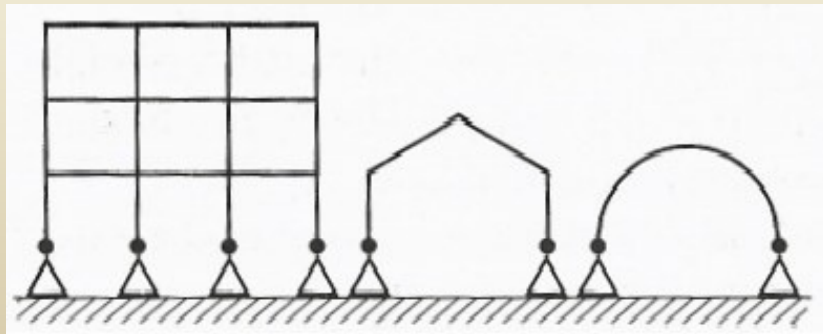
Schemi di Struttura portante

- Come schematizzare e suddividere la Struttura portante
- Le Unioni: giunti e supporti
- Le Travi reticolari
- Le Instabilità strutturali
- Il Carico di punta

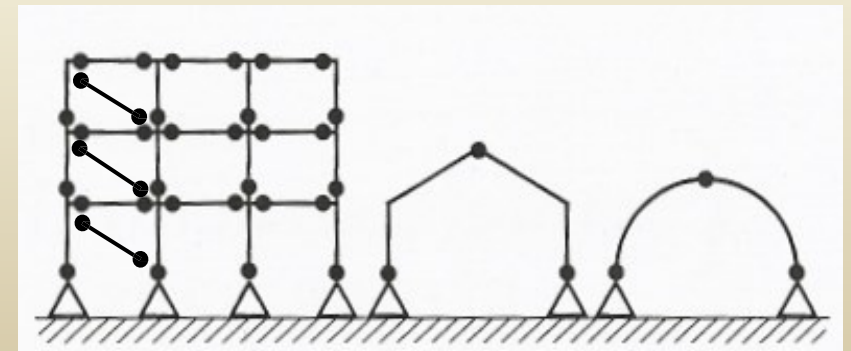
Schemi della Struttura portante

Sono fondamentalmente due:

- **Corpo unico** = Telaio = continuità di materiale tra le membrature che sono unite da incastri
– **Iperstatico**, staticamente indeterminato; tutte le **unioni** si dovranno trasformare in cerniere prima di far collassare la struttura; più difficile la simulazione del fenomeno;
- **Elementi distinti** = Ritti pendolari = ogni elemento è collegato agli altri tramite **cerniere**
– **Isostatico**, staticamente determinato; se un solo elemento collassa, allora la struttura diventa **Labile**, cioè si trasforma in un meccanismo; più facile la simulazione del fenomeno.



Struttura portante a Telaio



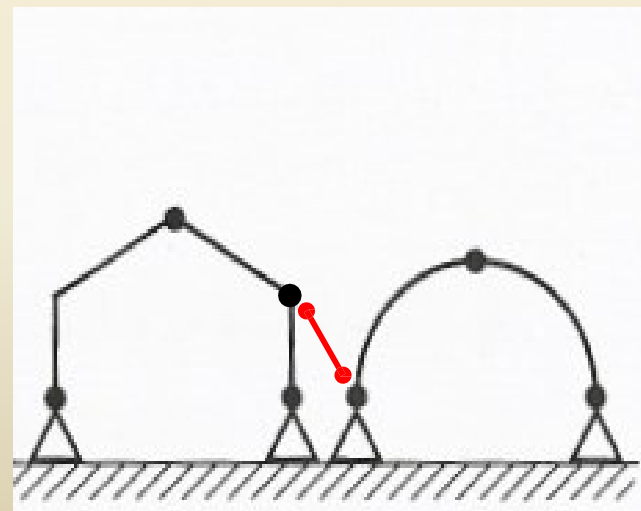
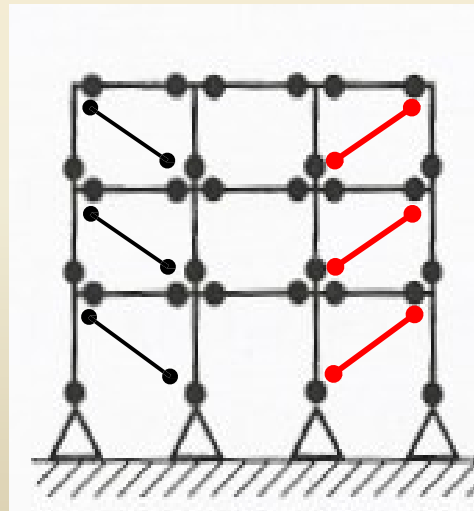
Struttura portante a Ritti pendolari

Schemi della Struttura portante

Nella realtà spesso le strutture portanti sono di tipo **misto**.

Composte da **parti iperstatiche**, **parti isostatiche** e **parti labili**.

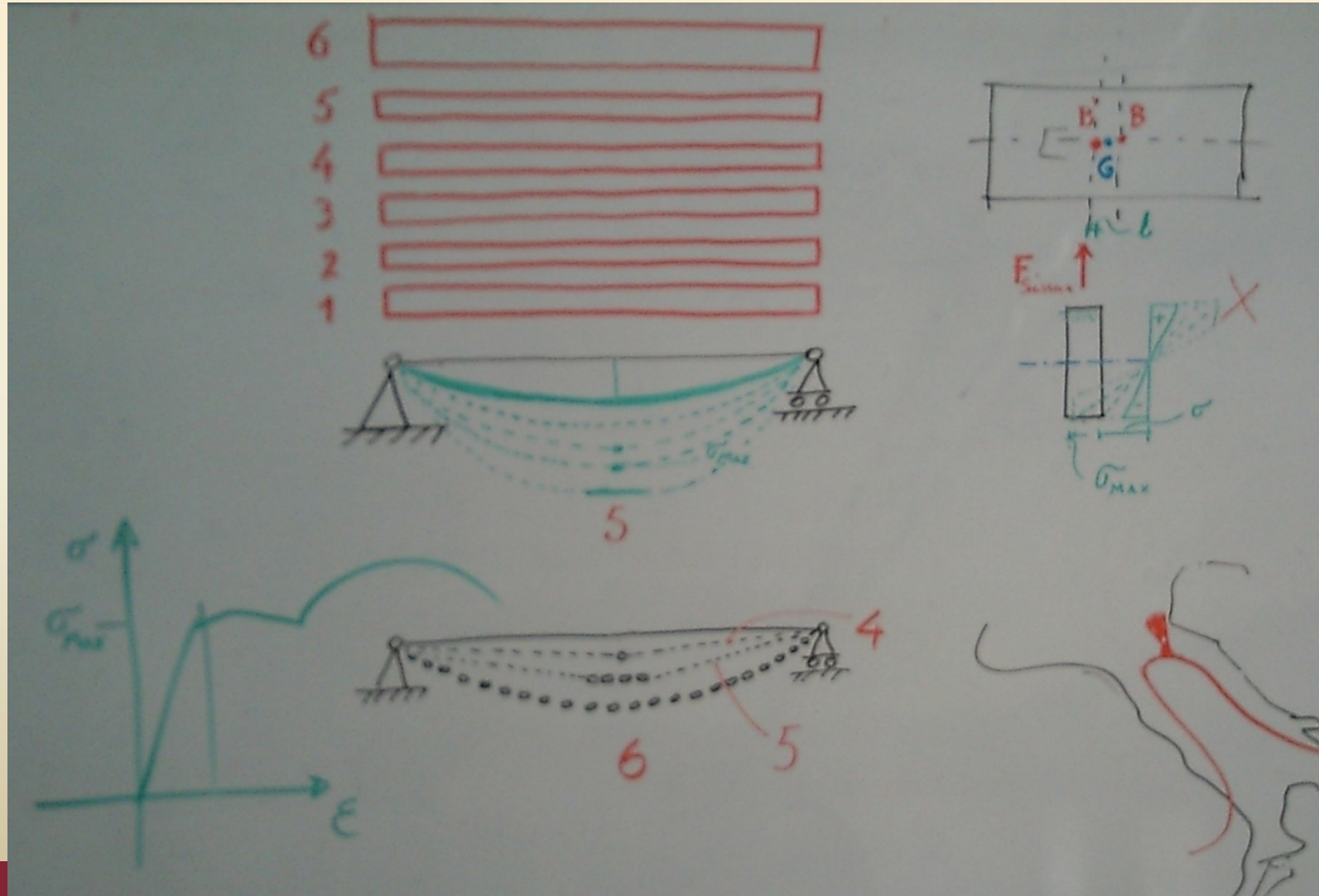
Quest'ultime sono rese staticamente stabili unendole a parti iperstatiche o isostatiche.



Iperstaticità di un elemento strutturale

Anche a livello di singolo elemento possiamo considerare la iperstaticità

Ad es. una trave collassando progressivamente si può considerare come una serie di cerniere plastiche



I Giunti

- *Unioni (rigide)*: vincolano le rotazioni e le traslazioni
- *Cerniere*: vincolano tutte le traslazioni
 - Sferiche: consentono rotazioni su due assi $\geq\geq$
 - Cilindriche, consentono rotazioni su un asse
- *Appoggi*: vincolano le traslazioni in una o due direzioni, in uno o due versi
 - Carrelli, consentono le rotazioni
 - Glifi: vincolano le rotazioni

Schemi strutturali

Elementi essenziali di un telaio e strutture ricorrenti
– Caratteristiche di sollecitazione principali

- Trave appoggiata
- Trave incastrata
- Mensola
- Trave continua
- Telaio a portale



Trave reticolare piana

Struttura giace in un piano

- La linea d'asse delle membrature è contenuta nel piano

Funzionamento ideale se:

- Giunti costituiti da Cerniere (o assimilabili ad esse)
- Forze e i Momenti giacciono nel piano della trave
- Forze applicate ai giunti/nodi (ma posso rafforzare le aste)
- In crisi quando i precedenti assunti non sono validi

Trave reticolare spaziale

Struttura **non** giace in un piano

- La linea d'asse delle membrature è contenuta nello spazio o in una superficie non piana

Funzionamento ideale anche se:

- Forze e i Momenti non giacciono nel piano della trave
- Forze applicate ai giunti/nodi (ma posso rafforzare le aste)

Travi reticolari spaziali



Jacob Javitis Center
Picture of Ajay Suresh, New York, NY, USA / CC BY 2.0)

- Dr. Ing. Max Mengerlinghausen developed the space gridsystem called MERO (acronym of *ME*ngeringhausen *RO*hrbauweise) in 1943 in Germany, thus initiating the use of space trusses in architecture.
- <https://mero.de/index.php/en/>

Travi Reticolari Piane

Caratteristiche principali: *leggerezza e snellezza*.

- Maglie triangolari
- Maglie quadrangolari

- Carichi e/o Azioni **agiscono nel piano** della trave, altrimenti...
- è un **Graticcio**.
- Che è una struttura dal comportamento statico assai differente.

Attenzione – Essendo struttura snella è soggetta ad instabilità flessio-torsionale.

Pertanto occorre aumentare la sua rigidità torsionale:

- la si trasforma in struttura reticolare **spaziale** (aumenta il suo momento d'inerzia polare);
- la si **controventa** (con altre travi reticolari, con altre membrature, etc.).

Iperstaticità delle aste e nodi della reticolare

Isola del Liri - Cartiera

La piattabanda del corrente inferiore è a spessore variabile, più spessa in mezzeria.
All'epoca si costruiva con membrature composte da piatti e profilati ad "L" o a "T"».

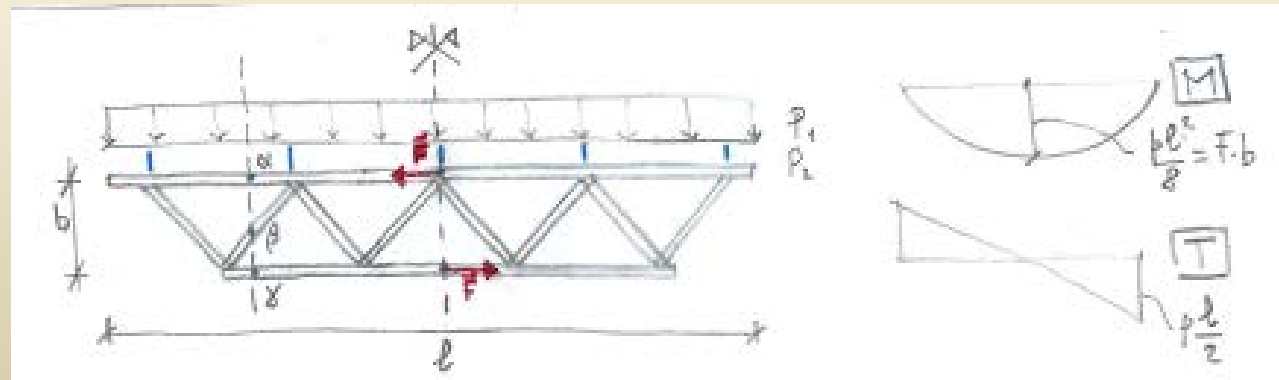


Travi Reticolari a maglie triangolari

- **Assunti**
 - Struttura che giace su un **Piano**;
 - Giunti costituiti da **Cerniere** o che le aste concorrenti su un nodo convergano su un solo punto (momento al nodo nullo);
 - Forze sono applicate ai **giunti** (o nodi);
 - Vincoli degli **appoggi**: *Cerniera e Carrello*.
- **Conseguenze**
 - Aste sollecitate con **Caratteristiche di sollecitazione semplici**: compressione – *Puntoni*, o trazione – *Tiranti* (alta efficienza);
 - Reazioni vincolari **Verticali**.
- **Desiderata**
 - Struttura **simmetrica** o emisimmetrica (si semplificano i calcoli);
 - Maglia **regolare** così le aste hanno sforzi simili e quindi dimensioni simili.

Predimensionamento Trave Reticolare

1. Si ipotizza altezza trave $h = 1/25$ luce $= l$ (serve per calcolare il Peso proprio $= P_2$);
2. Carichi distribuiti P_1 sono applicati sui nodi;
3. Carico complessivo $P = P_1 + P_2$;
4. Forze sui correnti superiori e inferiori $F = pl^2 / 8 b$;
5. Area acciaio $A_s = F / \sigma_s 0,7$;



Es. il *Centro George Pompidou* a Parigi di Renzo Piano

Trave reticolare a maglie quadrangolari – Vierendeel

Ing. **Arthur Vierendeel**, Belga, 1852-1940, brevetto 1896.

Pour les constructions métalliques les dimensions doivent être déterminées à priori par des considérations esthétiques et qu'après seulement il y a lieu de recourir à la formule mathématique.

- Svantaggi

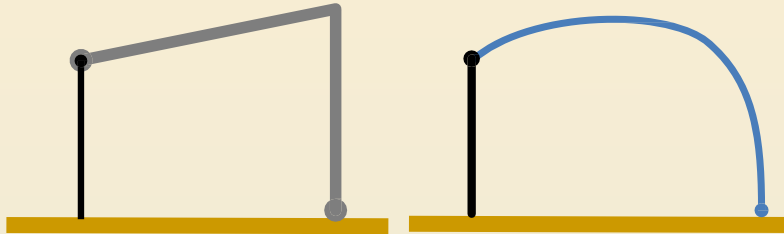
- Meno efficiente della reticolare;
- I nodi tra le aste hanno vincoli di incastri;
- Le aste sono sollecitate anche a **Flessione**;
- **Più complesso il calcolo.**

- Vantaggi

- Maglia più compatibile con spazi ortogonali;
- Possibilità di aperture rettangolari.

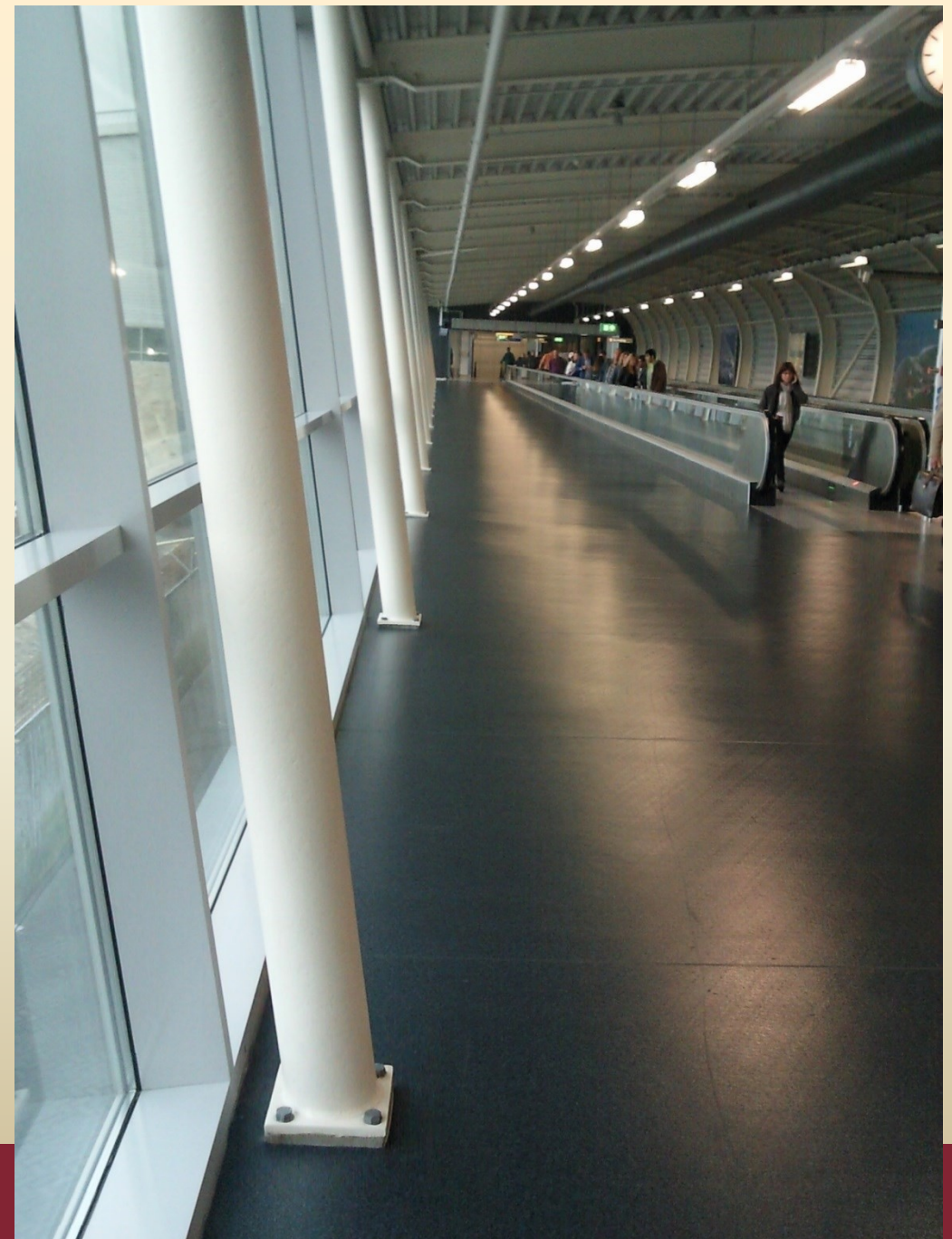
Es. il grattacielo *Commerzbank* a Francoforte di Norman Foster

Schemi di telaio

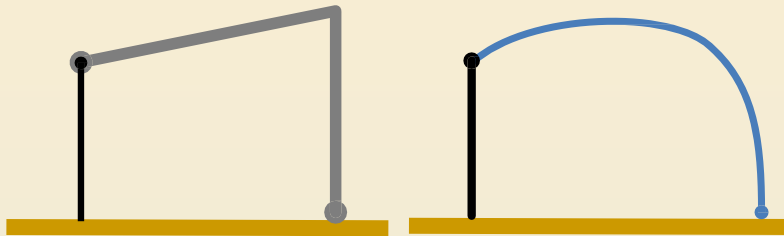


Stesso schema statico, ma differenti conformazioni e materiali

Aeroporto di Amsterdam Schiphol >>

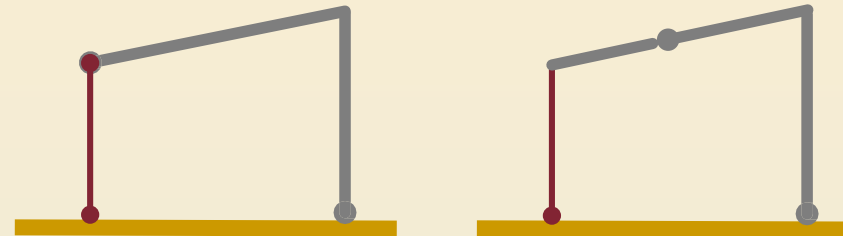


Schemi di struttura portante mista



Stesso schema statico, ma differente conformazione e materiale usato

Due cerniere e un incastro



Differente dimensioni delle membrature, ma stessa conformazione e materiale usato

Tre cerniere

Le Instabilità strutturali

Sono fenomeni legati alle **Teorie del 2° ordine**, dato che la deformazione dovuta alle sollecitazioni contribuisce ad aumentare le sollecitazioni stesse e quindi ad amplificare il fenomeno.

Per essi non vale la sovrapposizione degli effetti - Teorie del 1° ordine – cioè la *Linearità sforzi/deformazioni*.

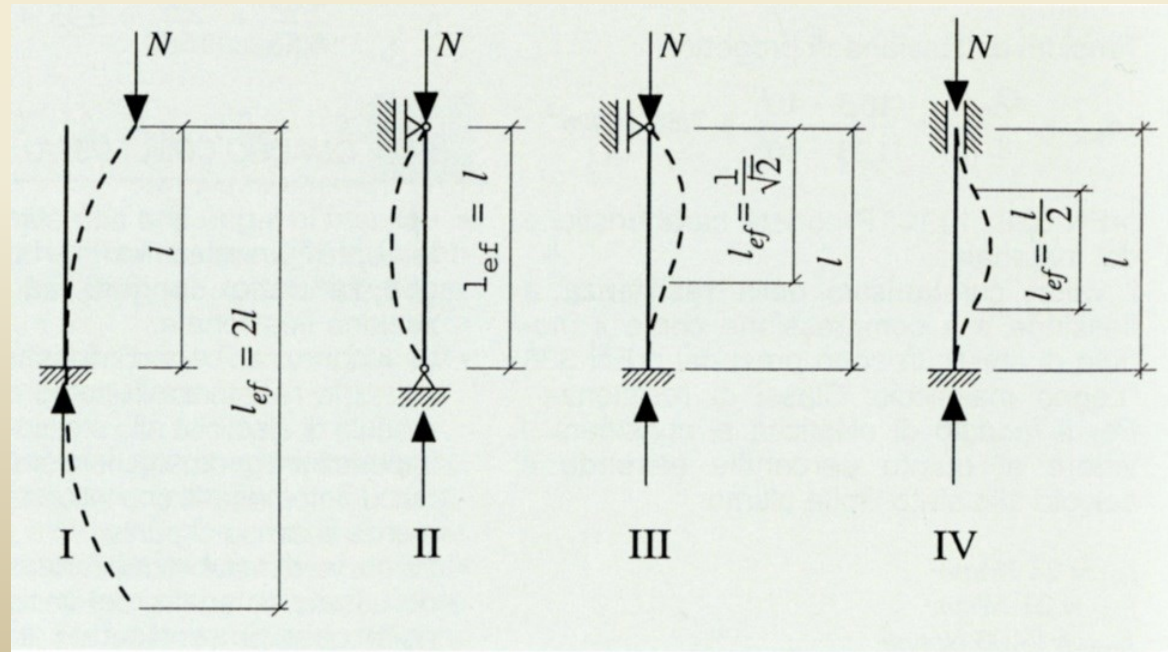
Infatti, questi fenomeni si manifestano all'**improvviso**.

- Carico di punta – *forze lineari nel piano*
- Flessio-torsionale – *forze lineari nello spazio*
- Linea d'asse e linea d'azione – *forze lineari nello spazio*
- Linea d'asse e Linea dei baricentri – *forze non lineari nello spazio*
- Deformazioni superficiali – *forze superficiali nello spazio* - (collasso di membrana a Ludwigshafen)

Instabilità a livello di elemento strutturale

Pilastro - *Carico di punta*

- Problemi di **snellezza**: rapporti tra la lunghezza e il momento d'inerzia minore delle sezioni
- La lunghezza da considerare NON è quella fisica = l , ma quella *libera di inflessione* o *lunghezza effettiva* = l_{ef} che è lunghezza **critica** al disopra della quale si manifesta l'instabilità
- La **lunghezza effettiva** = $l \times c$
- Problema *energetico* non solo di tolleranze costruttive

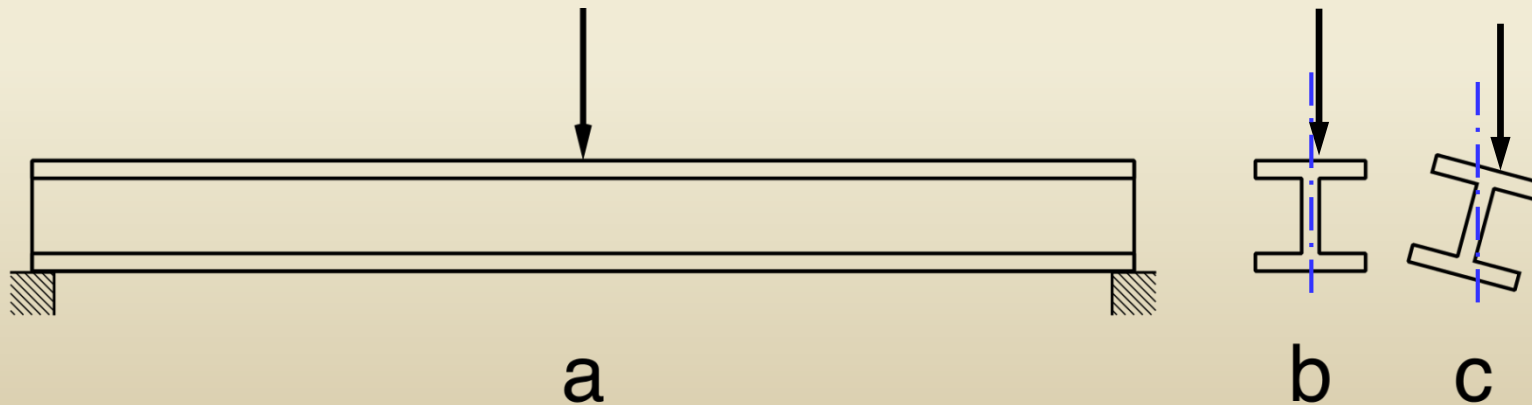


Lateral-torsional buckling

Flexural-torsional buckling can be described as a combination of bending and twisting response of a member in compression.

This mostly occurs in columns with "open" cross-sections and hence have a low torsional stiffness, such as channels, structural tees, double-angle shapes, and equal-leg single angles.

Circular cross sections do not experience such a mode of buckling.



By Majo statt Senf - Created with Affinity Designer - Own work,
CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41240634>

Carico di punta
P

--- A

P

--- A

Lunghezza libera di inflessione e K_r

