

Università degli studi di Bergamo

Scuola di Ingegneria (Dolmine)

CCS Ingegneria Edile

LM-24 Ingegneria delle Costruzioni Edili

Dinamica, Instabilità e Anelasticità delle Strutture

(ICAR/08 - SdC ; 6 CFU)

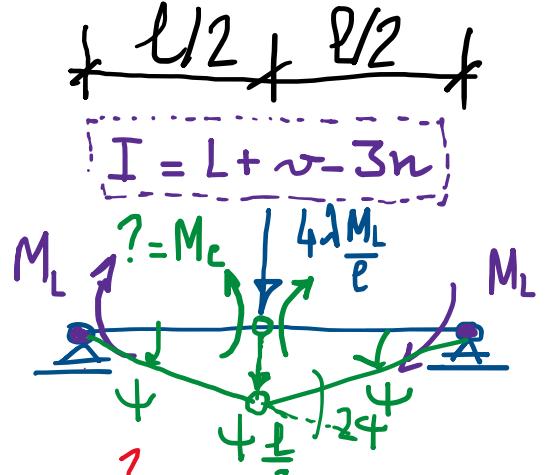
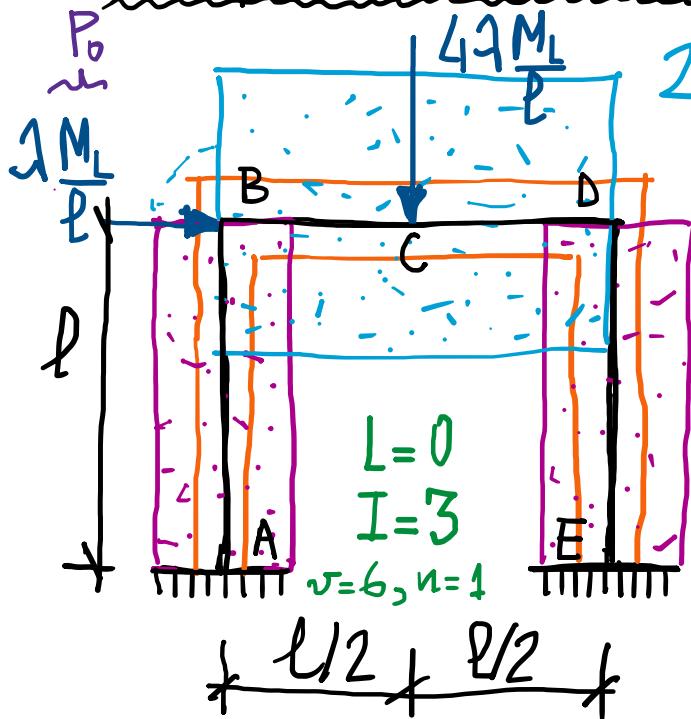
A.A. 2019/2020

prof. Egidio RIZZI

egidio.rizzi@uni.bg.it

LEZIONE 28

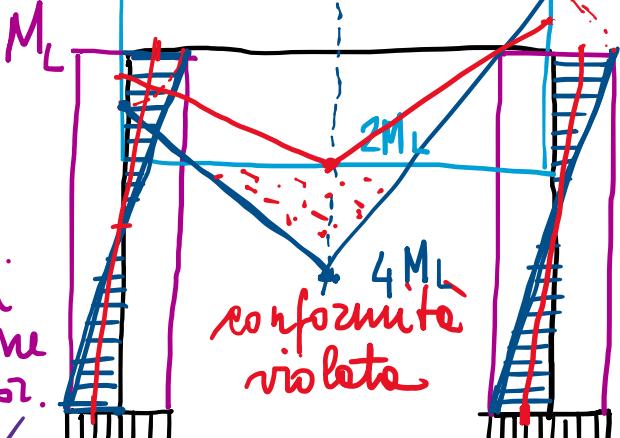
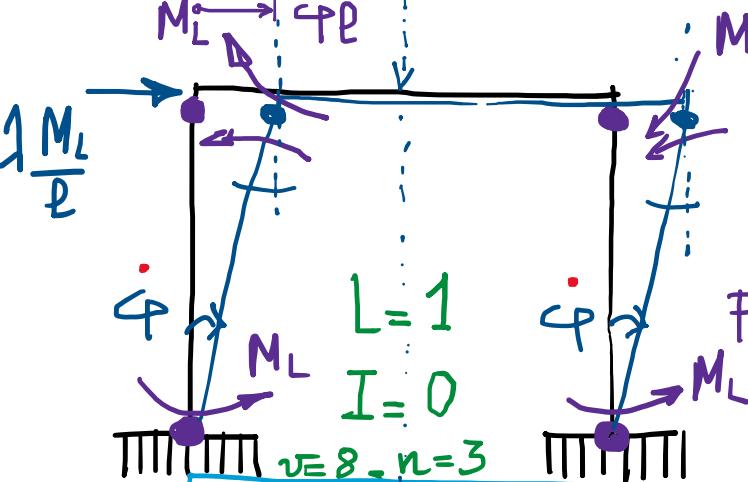
Esempio di telaio a portale con carichi concentrati \rightarrow determinazione diretta delle caratteristiche di collasso.



$$\text{PLV: } \lambda_e = 4 \lambda \frac{M_L}{l} - \frac{P_0}{l} - M_c \frac{l}{2} + M_L \frac{l}{4} - M_L \frac{l}{4} = D \quad (\text{eq. ne di equil.})$$

$$M_c = \lambda M_L = 4 M_L \Rightarrow \rho_m \stackrel{\text{max}}{=} \frac{M_c}{2 M_L} = 2 \Rightarrow \lambda^- = \frac{\lambda^+}{\rho_m} = 2 \leq \lambda_1 \leq 4 = \lambda^+ \quad \text{Se si, avremmo } \lambda_L \text{ delimitazione bilaterale}$$

• Metodo cinematico: analisi di possibile meccanismo



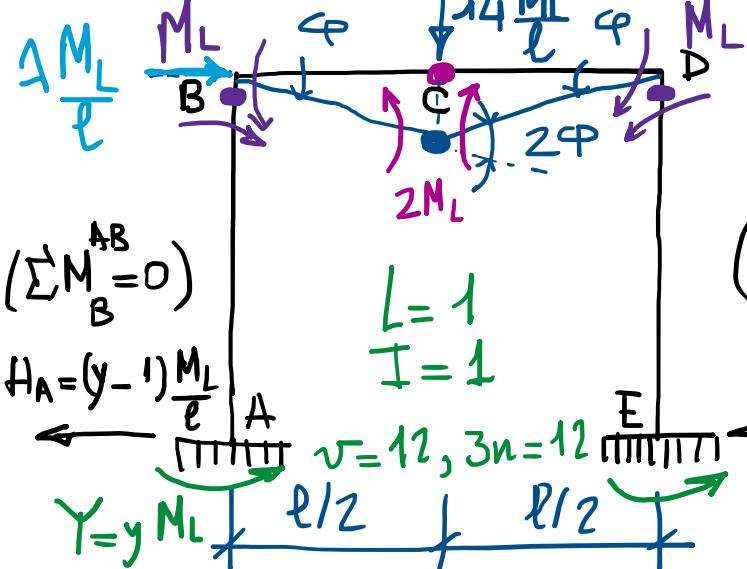
Mecanismo di porrete
(completo, cioè coinvolge il collasso dell'intera struttura)

$$\text{PLV: } \lambda_e = \lambda \lambda_{e0} = \lambda_{ip} = D \Rightarrow \lambda^+ = \frac{D}{\lambda_{e0}}$$

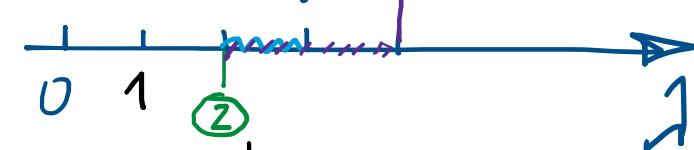
$$\lambda^+ = \frac{4 M_L}{M_L + P_0} \Rightarrow \lambda^+ = 4$$

Passando immediatamente al th. statico (nell'ottica del Metodo Misto), si verifica se la distribut. di momenti risultante (qui univocamente nota) è staticamente ammissibile: È λ^+ anche un λ^- ?

Mecanismo di trave : meccanismo "parziale" (coinvolge una parte delle strutture)



$$\lambda^+ = \frac{D}{L_{\text{eff}}} = \frac{2M_L + 2M_L z^+}{2 \times \frac{M_L}{l} \times \frac{l}{2}} = \frac{6M_L}{2M_L} = 3 \Rightarrow 2 \leq \lambda_L \leq 3$$



$$(\sum M_D = 0)$$

$$H_E = (1+x) \frac{M_L}{l}$$

$$(\sum F_x = 0)$$

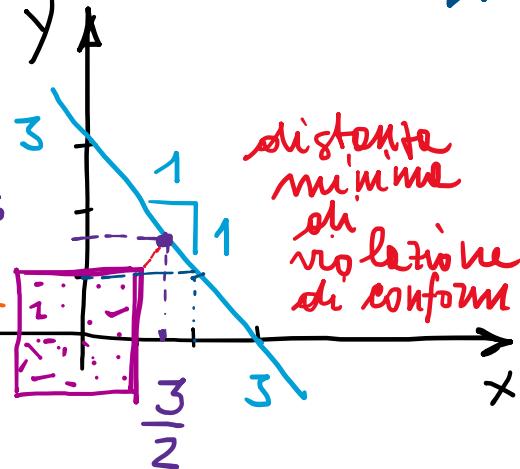
$$H_A + H_E = \lambda \frac{M_L}{l}$$

$$1+x+y-\lambda = \lambda = 3 \Rightarrow y = 3-x$$

$$\rho_m^{\min} = \frac{3}{2} \Rightarrow \lambda^- = \frac{\lambda^+}{3/2} = \frac{2}{3} \lambda^+ = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2$$

stima non-migliorativa del λ^-

distanza minima da
risoluzione di conform.

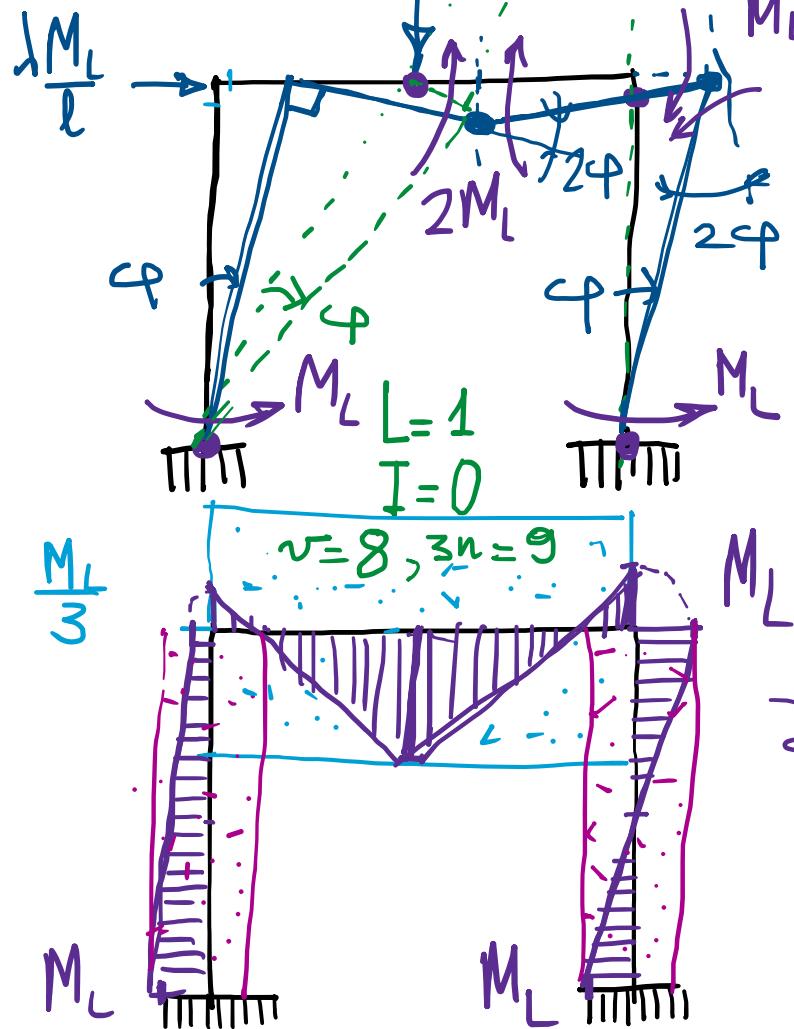


Corrispondentemente (al meccanismo parziale), la verifica

di conformità plastica della distribuzione del momento

flettente considera possibili scelte dell'ipotesi residue (es. X), quindi con determinazione non univoca del λ^- - È qui possibile determinare il valore massimo possibile del λ^- per queste famiglie di quantità statiche ($X, Y(X)$), dividendo λ^+ per ρ_m^{\min} .

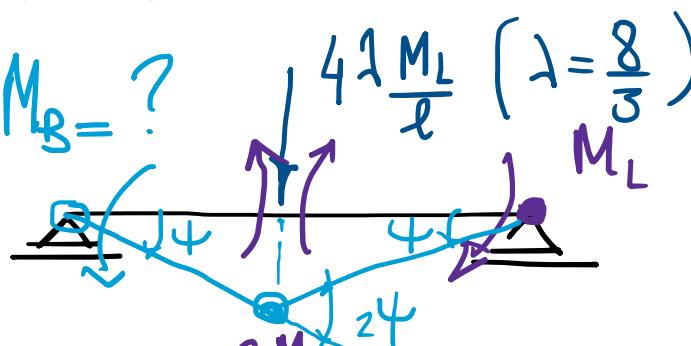
Meccanismo shiftrive-parete (meccanismo completo)



$$\gamma^+ = \frac{D}{J_{x0}} = \frac{M_L \varphi + M_L \varphi + M_L 2\varphi + 2M_L 2\varphi}{\frac{M_L}{l} \varphi l + \frac{3M_L}{l} \varphi \frac{l}{2}} = \frac{8M_L \varphi}{3M_L \varphi} = \frac{8}{3}$$

mismo

Mecanismo di collasso



$$\sum_M = \frac{2}{4} \frac{8}{3} \frac{M_L}{L} + \cancel{\frac{2}{2}} - M_L \psi - 2M_L 2\psi - M_B \psi = 0$$

$$= \left(\frac{16}{3} - \frac{5 \cdot 3}{3} \right) M_L \psi - M_B \psi = 0 \Rightarrow M_B = \frac{1}{1}$$

Distribuzione dei momenti a collasso -

$$\lambda^- = \lambda^+ = \frac{8}{3} = \lambda_L$$

th, statico

$M_B = \frac{1}{3} M_r r \sigma k$
 conformità
 rispettate in B

SOMMARIO (Lec. 28)

- Esempio di telaio a portale doppia mente incastrito con carichi concentrati.
- Risoluzione con "metodi diretti", "manuali":
 - Metodo cinematico
 - Metodo statico
 - Metodo misto

• delimitazione bilaterale (in genere suff. ai fini ingegneristici),
• stima del moltiplicatore limite λ_L e dei momenti a collasso $M_{iL}(x)$.
- Mecanismo completo (collasso dell'intera struttura) \Rightarrow struttura isostatica con distribuzione univoca di $M_i(x)$ che, se conforme, corrisponde anche a λ_L .
- Mecanismo parziale (collasso di parte delle strut.) \Rightarrow " i.e. " "
" non " " (conformità valutabile per corte di incognite iperstatiche residue) \Rightarrow vari λ^- .
- Metodo statico ("safe th.") fornisce sempre stime conservative $\lambda^- \leq \lambda_L = \max \lambda^-$ ma di più difficile elaborazione per gr2. con molte sic. iperstatiche (corte moltiplici).
- Metodo cinematico ("upper bound") fornisce stima non conserv. $\min \lambda^+ = \lambda_L \leq \lambda^+$ ma di assai facile determinazione (e.g. di equil. a collasso incipiente tramite PLV).
Laddove tutti i meccanismi, λ_L è il min tra tutti quelli det.; ove una parte, $\lambda_L \leq \lambda^+$ min.
- Metodi codificabili in forma computazionale (Programmazione Lineare) con calcolo metriciale.

Conclusioni globali sul corso [D(I)AS]: (Plasticità)

- Tre discipline, Dinamica/Instabilità/Aneleasticità delle Strutture, viste separatamente (oggetti concettuali fondamentali) → ma in realtà interagenti.
- Come estensione da SolC (statica in ambito lineare):
Dinamica: con incisie, linearità (elasto-viscosa).
Instabilità/Aneleasticità: "quasi statica", non-linearietà (geometrica/di materiale).
- Dinamica anche ben tipica di stati di servizio (uso quotidiano vibrazionale, es. ponti).
- Instabilità/Aneleasticità più tipica di stati limite ultimo (preludono o concludono al collasso), tipicamente tramite transizione dinamica → Risposta non-lineare con discipline ex-festanti.
- Trait d'union: sistemi discreti (masse concentrate; elementi a deformabilità concentrate, elastiche (molte)/plastiche (cerniere plastiche o suoli)).
- Modi caratteristici:
 - "di Dinamica" (modi principali di vibrazione, frequenze proprie; $\omega_1 = \min \omega_i$);
 - "di Instabilità" (deformate critiche, carichi critici; $p_{cr} = \min p_{ri}$);
 - "di Plasticità" (meccanismi di collasso, multipli dei cinematici; $\Delta_L = \min \Delta_i^+$).
- Link con MCSS (discretizzazione) e uso calcolo metricale (automatizzato).
- Recano traccia del filone SolC - CdSdC - DIASt (fondamenti) sugli aspetti teorico- (+MCSS) metodologici in Meccanica dei Solidi e delle Strutture.
- Seguono aspetti applicativi nell'area di TdC (Progetto, verifica agli S.L.U., costruzioni in zona sismica).