

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)

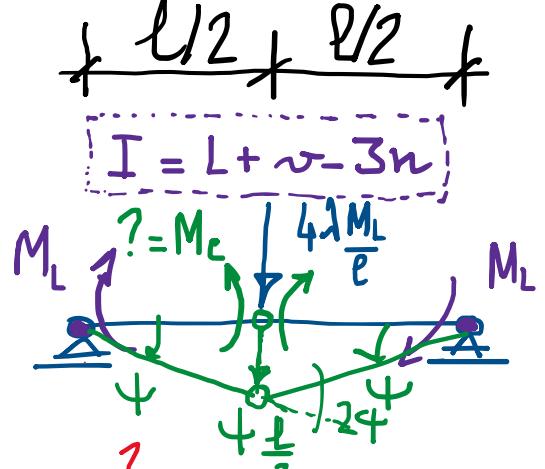
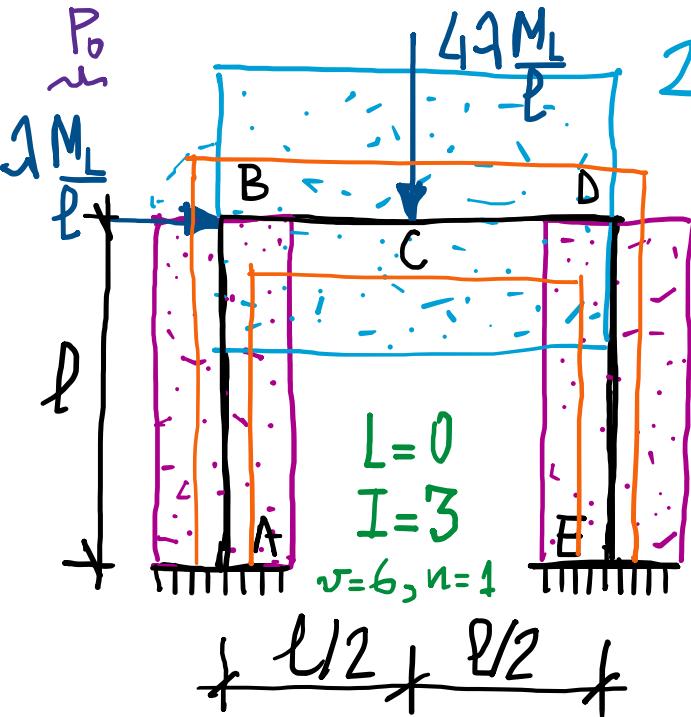
A.A. 2020/2021

prof. Egidio RIZZI

egidio.rizzi@uni.bg.it

LEZIONE 28

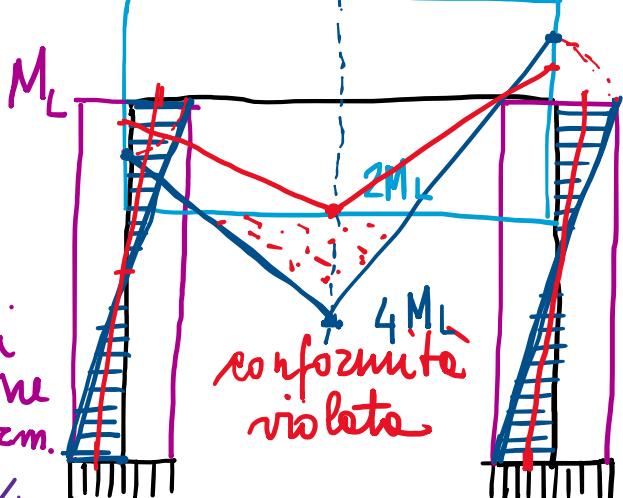
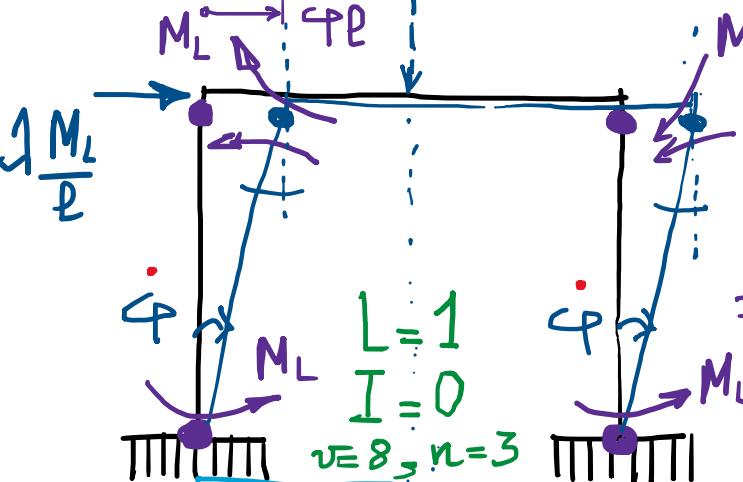
Esempio di teloio a portale con carichi concentrati \rightarrow determinazione diretta delle caratteristiche di collasso.



$$\text{PLV: } \frac{P_e}{P} = 4\lambda \frac{M_L}{L} - \frac{M_c}{L} - \frac{M_x}{L} + \frac{M_y}{L} = D \quad (\text{eq. ne di equil.})$$

$$M_c = \lambda M_L = 4M_L \Rightarrow \rho_m \stackrel{\text{max}}{=} \frac{M_c}{2M_L} = 2 \Rightarrow \lambda^- = \frac{\lambda^+}{\rho_m} = \frac{1^+}{2} \leq \lambda_L \leq 4 = \lambda^+ \quad \text{Se sì, avremmo } \lambda_L \text{ delimitazione bilaterale}$$

• Metodo cinematico: analisi di possibile meccanismo



ρ_m

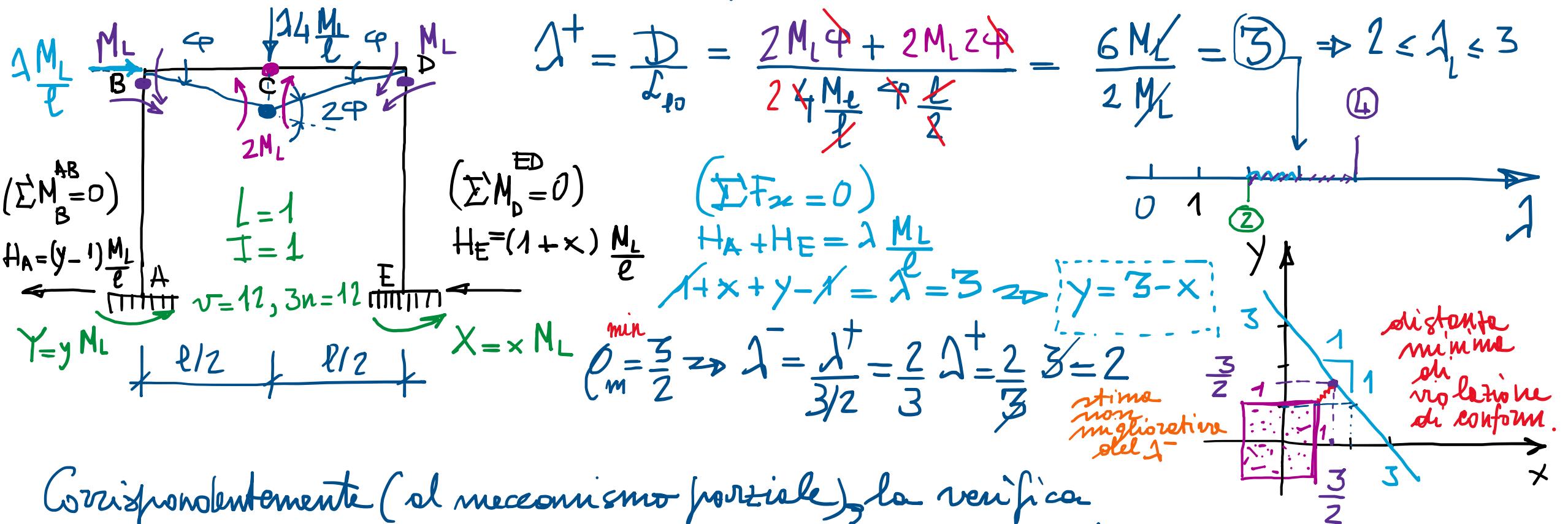
fattore
max di
violatione
di conform.

• Meccanismo di parete
(completo, cioè coinvolge il collasso dell'intera struttura)

$$\text{PLV: } \frac{P_e}{P} = \lambda \frac{M_L}{L} = \lambda \frac{D}{L} \Rightarrow \lambda^+ = \frac{D}{M_L} \quad \lambda^- = \frac{4M_L}{M_L} = 4$$

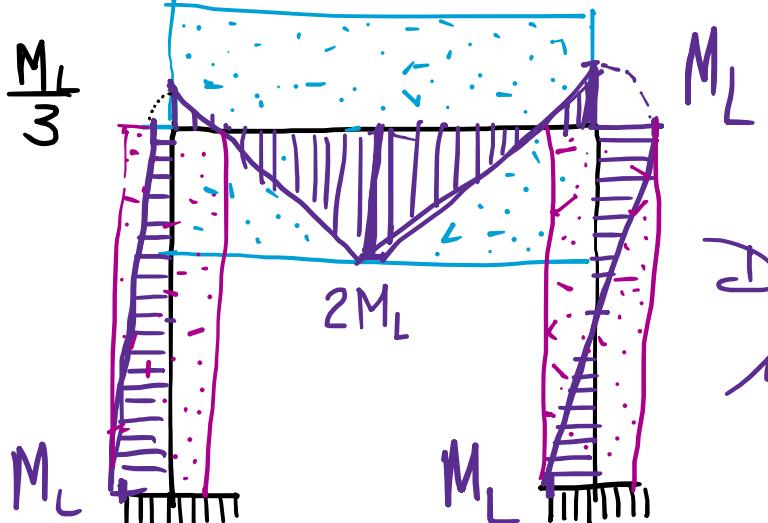
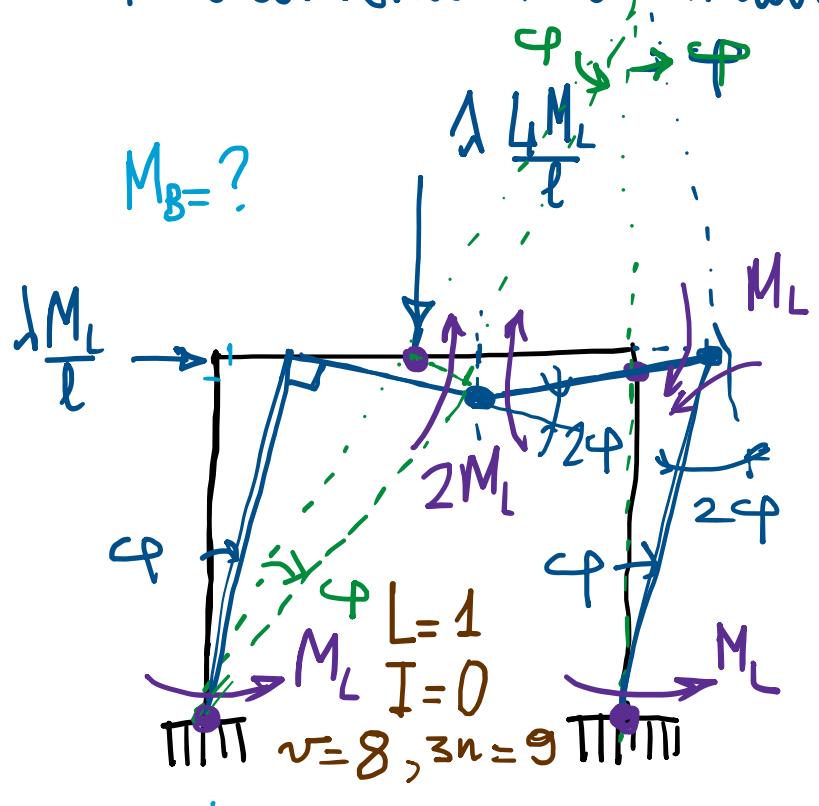
Passando immediatamente al th. statico (nell'ottica del Metodo Misto), si verifica se la distribut. di momenti risultante (qui univocamente nota) è staticamente ammissibile: È λ^+ anche un λ^- ?

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



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 $\bar{\lambda}$. È qui possibile determinare il valore massimo possibile del $\bar{\lambda}_s$ per queste famiglie di quantità statiche ($X, Y(X)$), dividendo λ^+ per ρ_m^{\min} .

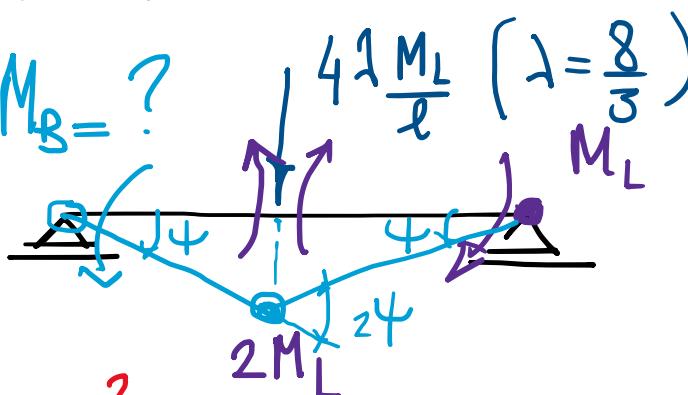
- Mecanismo di trave-parete (mecanismo completo)



Distribuzione dei momenti (conforme)
a collasso, per $\lambda_L = \frac{8}{3}$.

$$\lambda^+ = \frac{D}{L_0} = \frac{M_L \varphi + M_L \varphi + M_L 2\varphi + 2M_L 2\varphi}{\frac{M_L \varphi l}{l} + \frac{2M_L \varphi l}{l}} = \frac{\frac{8M_L \varphi}{3}}{\frac{3M_L \varphi}{3}} = \frac{8}{3}$$

$$= 2.6$$



$$\begin{aligned} L_0 &= 4 \frac{8}{3} \frac{M_L}{l} + \frac{l}{2} - M_L \varphi - 2M_L 2\varphi - M_B \varphi = 0 \\ &= \left(\frac{16}{3} - \frac{5}{3} \right) M_L \varphi - M_B \varphi = 0 \Rightarrow M_B = \frac{1}{3} M_L \end{aligned}$$

vak
conformità
rispettate in B

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

Th. misto

Concetti fondamentali :

- Utilizzo dei th. fondamentali dell'A.L. quali "metodi diretti" di calcolo a rottura, verso la determinazione delle caratteristiche di collasso plastico (statiche: moltiplicatore dei carichi di collasso $s = \lambda_L$, distribuzione delle azioni interne a collasso, $M_{iL}(x)$; cinematiche: meccanismo di collasso, con individuazione delle CP).
- In genere, tipicamente in presenza di strutture staticamente indeterminate (iperstatiche), risulta conveniente partire col Metodo Cinematico, ipotizzando dei possibili meccanismi di collasso (parziale, cioè di una porzione di struttura o completo, cioè coinvolgente l'intera struttura), e poi relativi moltiplicatori cinematici λ^+ , tra i quali selezionare il minimo, verificando quindi se questo posse essere anche un moltiplicatore statico λ^- , si finisce di individuare λ_L (se è possibile determinare una conf. ne static. ammissibile corrispondente) o un'opportuna delimitazione bilaterale $\lambda^- \leq \lambda_L \leq \lambda^+$.

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 " ijk " " "
" non " " (conformità relativa per ciascuna coppia di incognite ijerstetiche residue) \Rightarrow valori λ^- (e maggiore tra i possibili λ^-).
- Metodo statico ("safe th.") fornisce sempre stime conservative $\lambda^- \leq \lambda_L = \max \lambda^-$ ma di più difficile elaborazione per str. con molte sic. ijerstetiche (cette moltiplici).
- Metodo cinematico ("upper bound") fornisce stima non conserv. $\min \lambda^+ = \lambda_L \leq \lambda^+$ ma di assai facile determinazione (es. di equil. e 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 limiti ultimi (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 smooi)).
- 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, multipliatori cinematici; $\Delta_L = \min \Delta_i^+$).
- Link con MCSS (discretizzazione) e uso calcolo metricale (automatizzato).
- Recano traccia del filone SolC - CdSdC - DIAS (fondamenti) sugli aspetti teorico- (+MCSS) metodologici in Meccanica dei Solidi e delle Strutture.
- Seguono aspetti applicativi nell'area di TolC (Progetto, verifica agli S.L.U., costruzioni in zone sismiche).