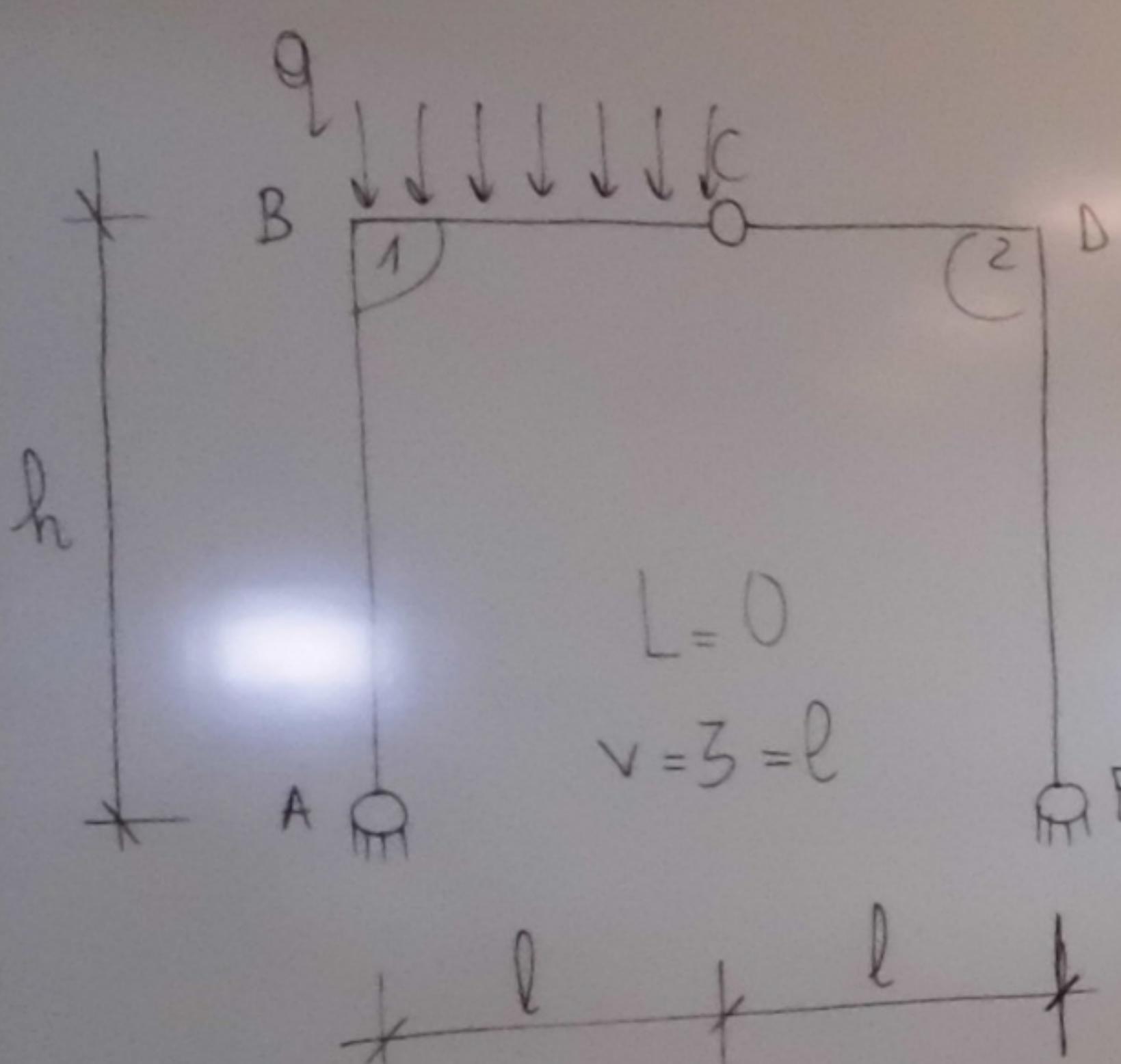


Analisi Statica (AS) - Dualità statica/cinematica



Approssimazione completa

infinito

discreto

continuo

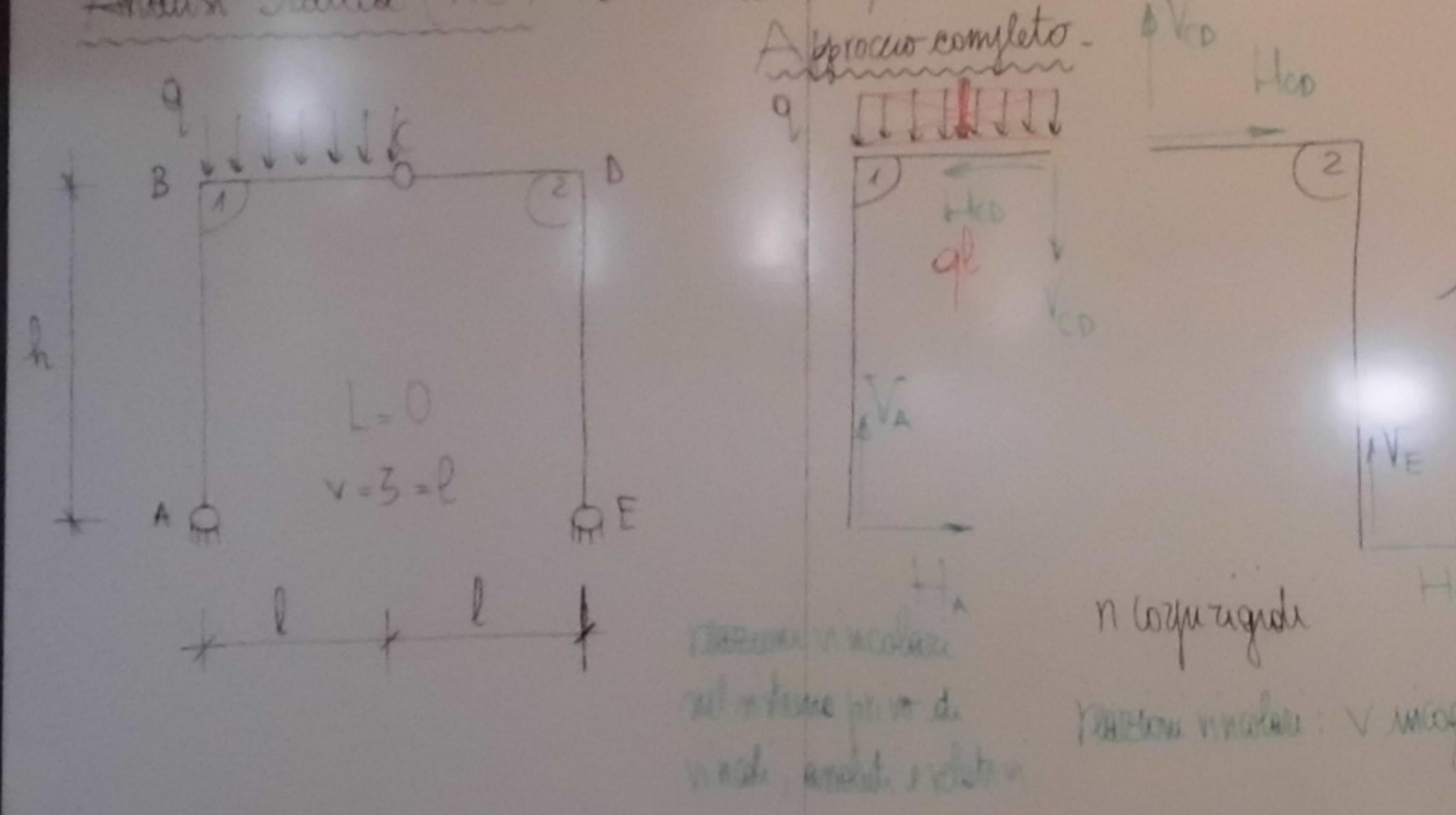
discreto

infinito

discreto

continuo

Analisi Statica (AS) - Dualità statica/cinematica



Scrittura delle eqn di equil.

$$\begin{aligned} u \leftrightarrow & \left\{ \begin{array}{l} \sum F_x^1 = 0 \\ \sum F_y^1 = 0 \\ \sum M_A^1 = 0 \\ \sum F_x^2 = 0 \\ \sum F_y^2 = 0 \\ \sum M_E^2 = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} H_A - H_{CD} = 0 \\ V_A - V_{CD} - ql = 0 \\ H_{CD}h - V_{CD}l - \frac{ql^2}{2} = 0 \\ H_E + H_{CD} = 0 \\ V_E + V_{CD} = 0 \\ -H_{CD}h - V_{CD}l = 0 \end{array} \Rightarrow \end{aligned}$$

Notazione matriciale

$$\begin{bmatrix} H_A & V_A & H_E & V_E & H_{CD} & V_{CD} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h & l & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -h & -l & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -ql \\ \frac{ql^2}{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Per risolvere:

$$E = C$$

$$C = E$$

$$E - C$$

$$\sqrt{r[F] - r[C]} - r = b$$

$$\det[E] - \det[C] = -2hl + 0$$

E matrice di equil.

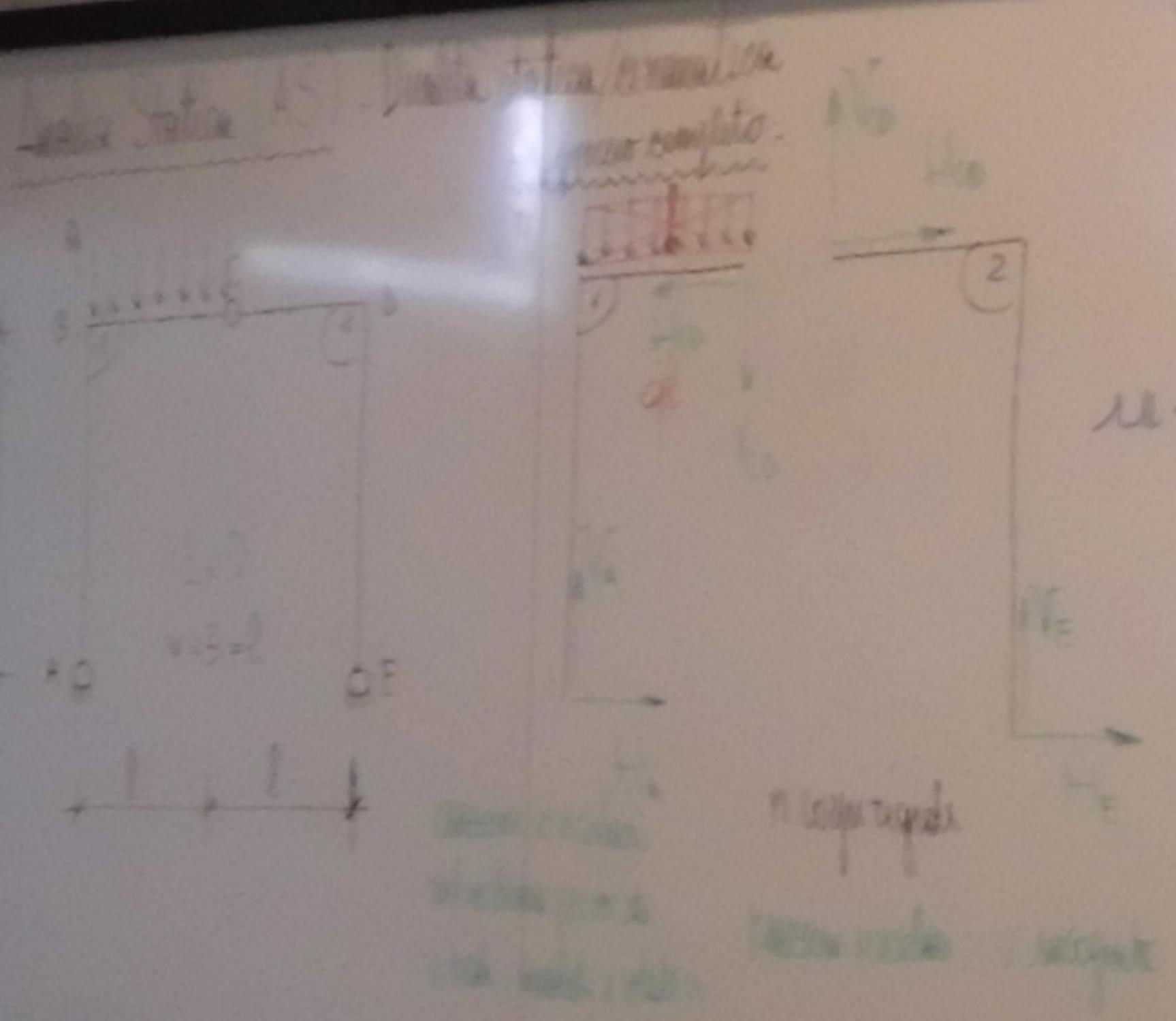
$l=3n$

$$f, r \rightarrow u \quad \text{vettore risultante } s = E \cdot r + f = 0 ; E \cdot r = -f$$

$$r \rightarrow \vee$$

$$\text{vettore forze resistive parallele} \quad r = E \cdot f$$

$$\det[E] - \det[C] = -2hl + 0$$



Scrittura delle eq di equil.

$$\begin{aligned} \sum F_x^0 &= 0 & H_A - H_{CD} &= 0 \\ \sum F_y^0 &= 0 & V_A - V_{CD} - ql &= 0 \\ \sum M_A^0 &= 0 \rightarrow & H_{CD}h - V_{CD}l - \frac{ql^2}{2} &= 0 \\ \sum F_z^0 &= 0 & H_E + H_{CD} &= 0 \\ \sum F_y^0 &= 0 & V_E + V_{CD} &= 0 \\ \sum M_E^0 &= 0 & -H_{CD}h - V_{CD}l &= 0 \end{aligned}$$

Notazione matricale

$$\begin{array}{cccccc|c|c|c|c|c} & H_A & V_A & H_{CD} & V_{CD} & H_E & V_E \\ \left[\begin{array}{c} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & -ql \\ 0 & 0 & h & -l & 0 & 0 & H_{CD} + \frac{-ql^2}{2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & V_{CD} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & H_E \\ 0 & 0 & -h & -l & 0 & 0 & V_E \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} 0 \\ -ql \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right] \end{array}$$

\mathbb{E} = sistema di equil.

$s, f \rightarrow u$

$r \rightarrow v$

$$vettore risultato: s = E \cdot r + f = 0 ; E \cdot r = -f$$

vettore forze passive
forze attive

$$r = E^{-1} \cdot f$$

$$\checkmark r[E] = r[C] = r = 6$$

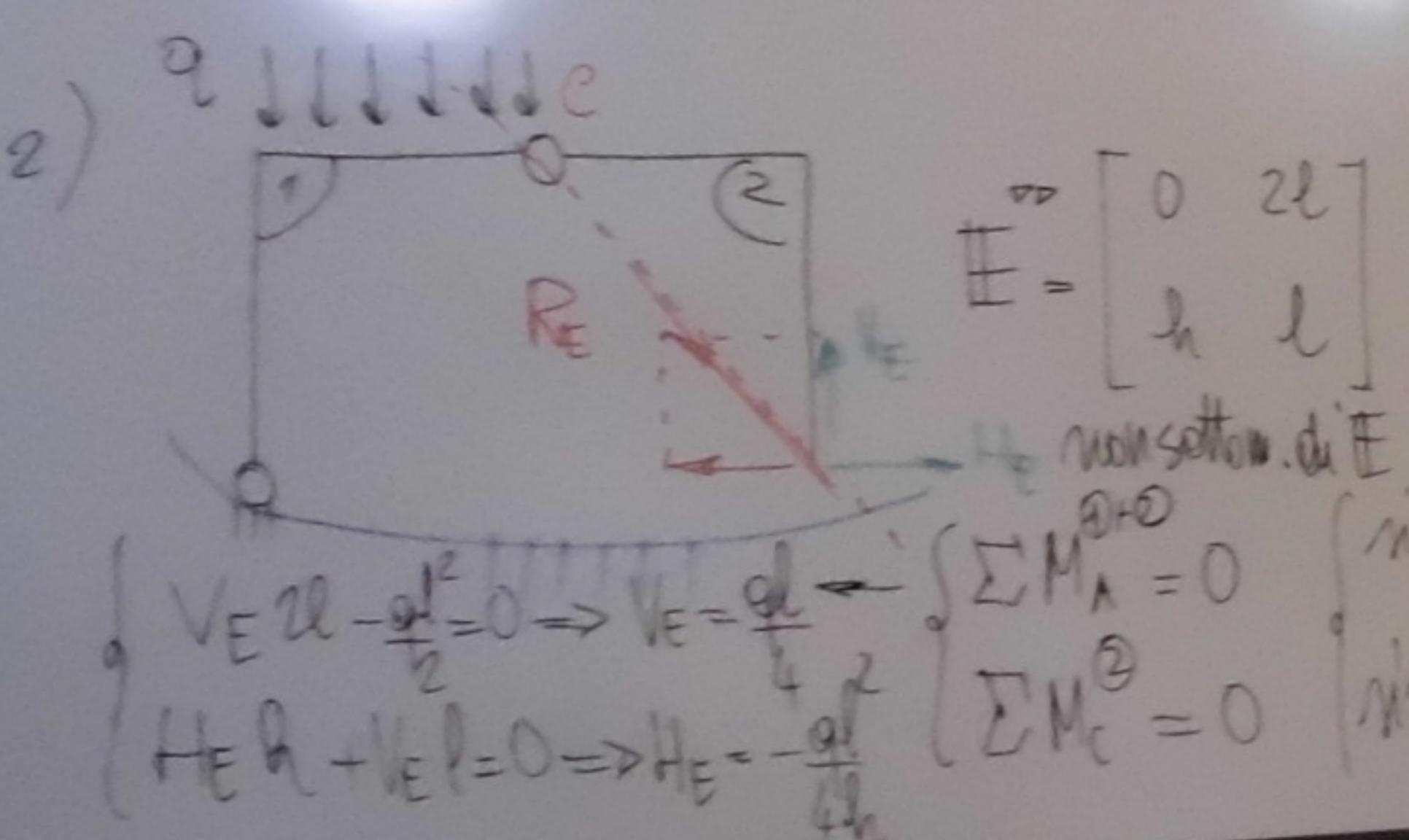
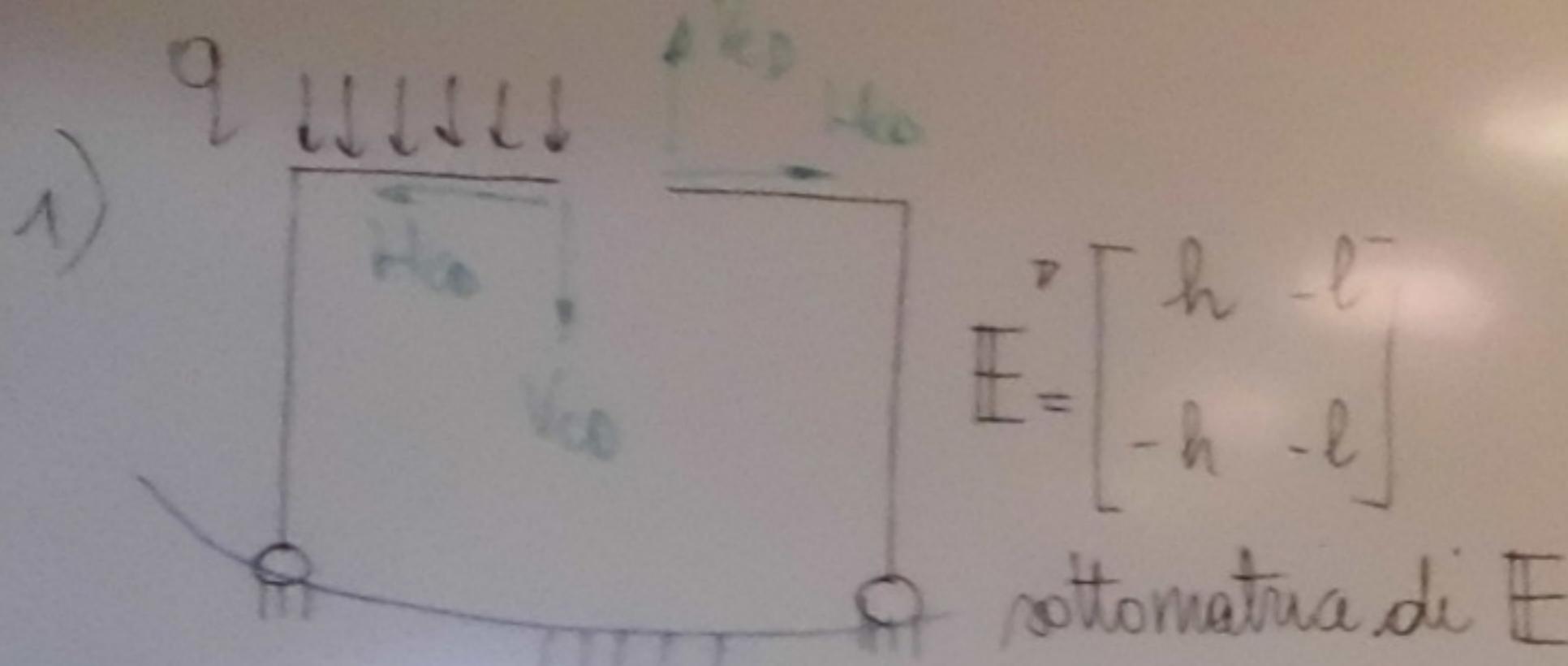
$$\det[E] = \det[C] = -2hl \neq 0$$

Per ipotesi:

$$E = C^T$$

$$(C = E^T)$$

Approssimato: schema ad albero



Proprietà del sistema di equil.

$$S = \sum_{l=3n+1}^{3n+V} E \cdot r + f = 0 \quad ? \quad r \leq \min\{l=3n, V\}$$

- $I = N[E] = V - r[E] \geq 0$
- grado di indeterminazione statica
- Il sistema si dice "coerente" (equilibrabile) se \exists soluz. univ.
- CNS per coerente: $r[E] = r_{\text{st}}[E] - f$ (Th di Rankine-Capelli)
- non coerente: " < " (non equilibrabile)

$$\text{CNS per unica soluzione: } " = " = V \quad (I=0)$$

$$\text{CNS per sol. mult.: } " = " < V \quad (I>0)$$

$$\begin{aligned} &\text{Cinetica/Statica: } r = r[C] = r[E] \\ &\text{int. di sostanz. } V = C \cdot u = \bar{V} = 0, \quad L = l - r[C] > 0, \quad C = E \\ &\text{int. di equil. } S = E \cdot r + f = 0, \quad I = V - r[E] \geq 0, \quad E = C \quad \boxed{I = L + V - l} \end{aligned}$$

statica
det. pieno

strutturale

di range

1) $L=0, I=0$

2) $r=l, r=v \Rightarrow V=l$

3) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

4) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

5) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

6) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

7) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

8) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

9) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

10) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

11) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

12) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

13) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

14) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

15) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

16) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

17) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

18) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

19) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

20) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

21) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

22) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

23) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

24) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

25) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

26) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

27) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

28) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

29) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

30) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

31) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

32) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

33) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

34) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

35) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

36) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

37) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

38) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

39) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

40) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

41) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

42) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

43) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

44) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

45) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

46) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

47) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

48) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

49) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

50) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

51) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

52) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

53) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

54) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

55) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

56) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

57) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

58) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

59) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

60) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

61) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

62) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

63) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

64) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

65) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

66) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

67) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

68) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

69) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

70) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

71) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

72) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

73) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

74) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

75) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

76) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

77) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

78) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

79) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

80) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

81) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

82) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

83) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

84) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

85) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

86) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

87) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

88) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

89) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

90) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

91) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

92) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

93) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

94) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

95) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

96) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

97) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

98) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

99) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

100) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

101) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

102) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

103) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

104) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

105) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

106) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

107) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

108) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

109) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

110) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

111) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

112) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

113) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

114) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

115) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

116) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

117) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

118) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

119) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

120) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

121) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

122) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

123) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

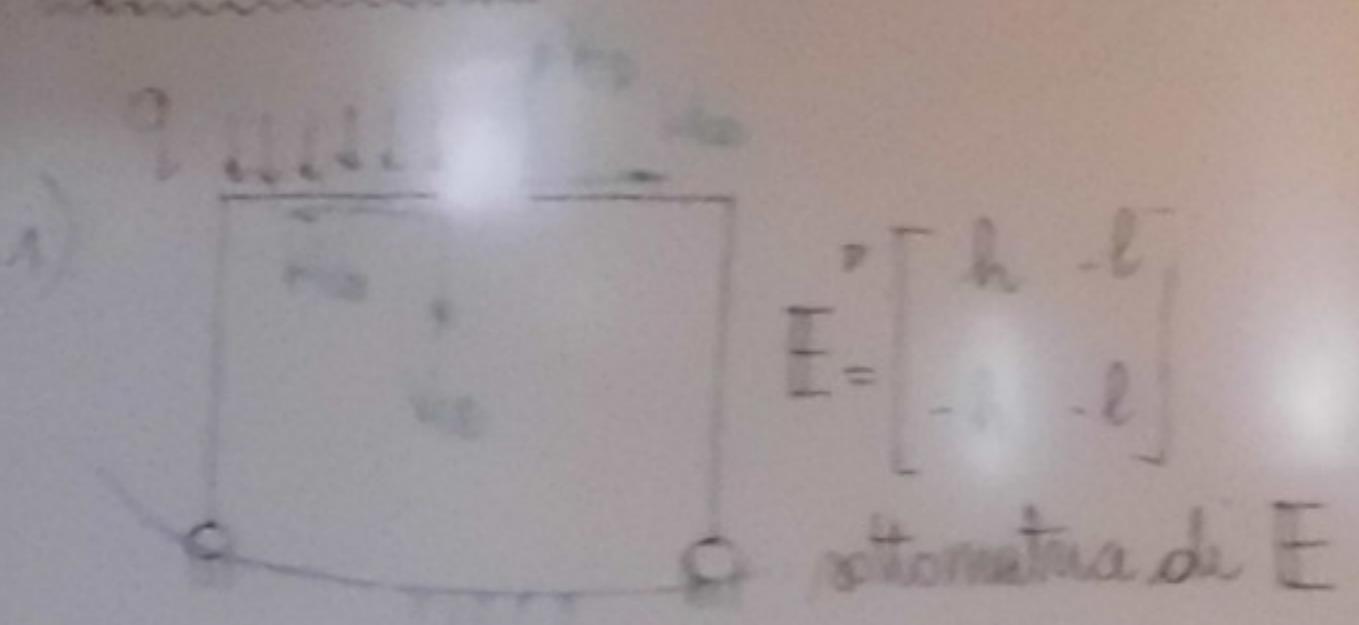
124) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

125) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

126) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

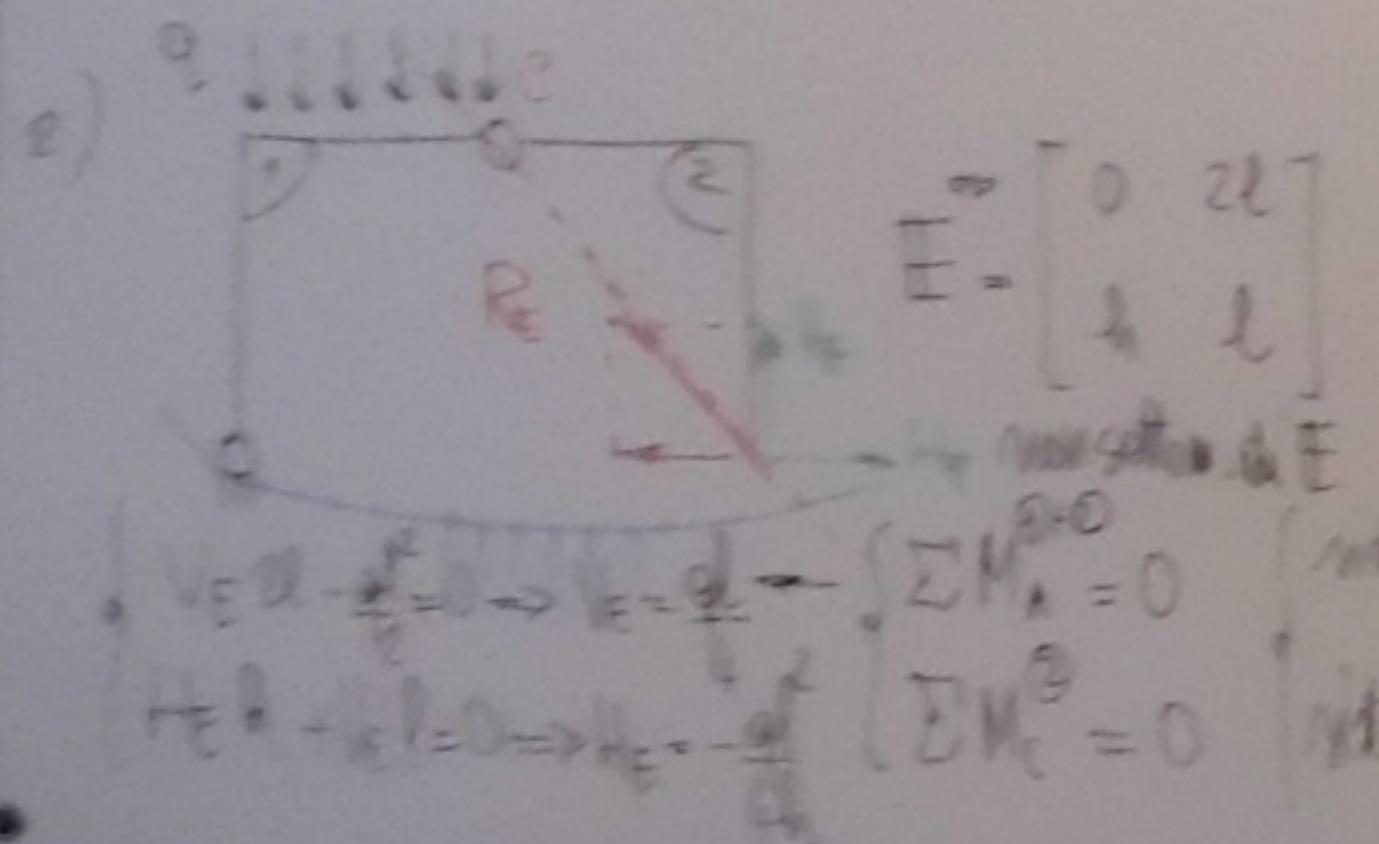
127) $r=0, r=v \Rightarrow V=0$

Approccio statico: schema sul siluro



$$E = \begin{bmatrix} h & -l \\ -l & l \end{bmatrix}$$

struttura di E



$$E = \begin{bmatrix} 0 & 2l \\ 2l & l \end{bmatrix}$$

non statica di E

Proprietà del sistema di equil.

$$S = \sum_{i=1}^{3 \times v} E_i \cdot r_i + f - 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} r_i \leq \min\{l, 3v, v\} \\ = 0 \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{statico (range)} \\ \text{det. punto} \end{array}$$

- $I = N[E] - v \cdot r[E] \geq 0$ $\rightarrow 0$ statico (punto)
- grado di indeterminazione statica

- Il sistema si dice "esente" (equilibrabile) se Esistono soluz.
- CNS per esente $r[E] = [E, F]$ (di Rankine-Capelli)

non esente $r < \text{non equilibrabile}$

- CNS per unica soluzione $v = r = I = 0$ ($I=0$)

- $v \rightarrow \infty$ rel. $I = r < v$ ($I > 0$)

Generazione statica

$$\text{rel. } r = r[C] = r[E] \quad l = l + l - v$$

ind. di assym $v = r = 0$, $L = l - r[C] \geq 0$, $C = E$

$$I = l - l = 0 \quad \text{quindi } I = l - v$$

$$I = L + V - l$$

$$I = L + V - l$$

statica

strutturale

1) $L=0, I=0$ (natura indeterminata, ma sono

$r=l, r=v \Rightarrow v=l$ (range/punto) da statico

$\checkmark C \quad \checkmark E \quad \text{det}[E] = \text{det}[C] + 0$, non

rigolare

range piano

</

