

ANALISI CINEMATICA

Limitiamo l'analisi alle strutture bidimensionali formate da travi caricate e vincolate nel piano della struttura.

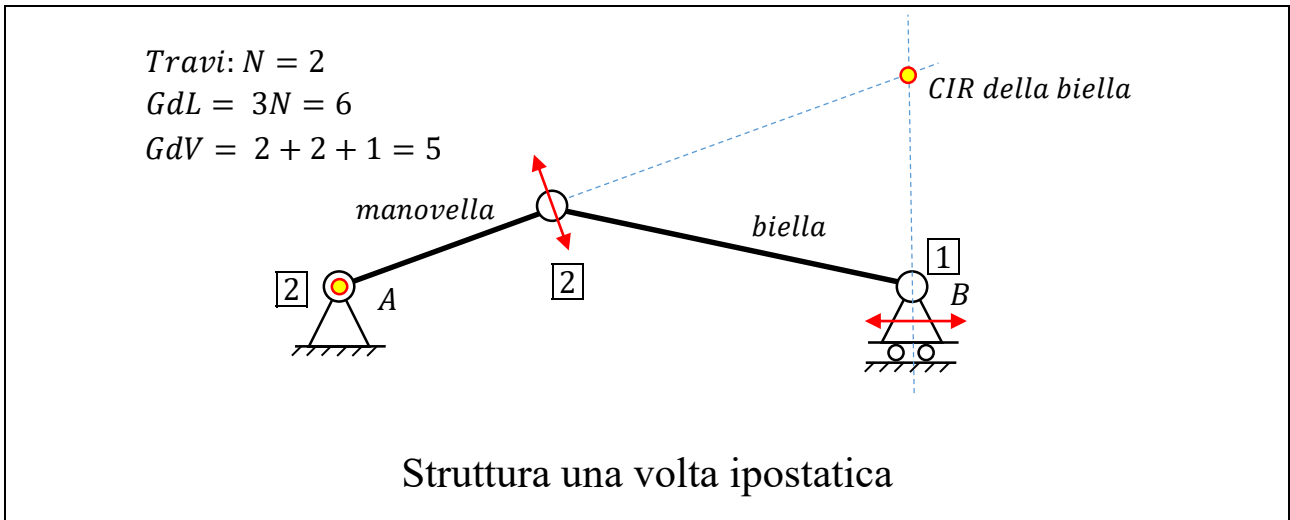
Si farà l'ipotesi che le travi siano infinitamente rigide.

Gli schemi utilizzati per rappresentare i vincoli e i gradi di libertà che ognuno di essi impedisce sono i seguenti:

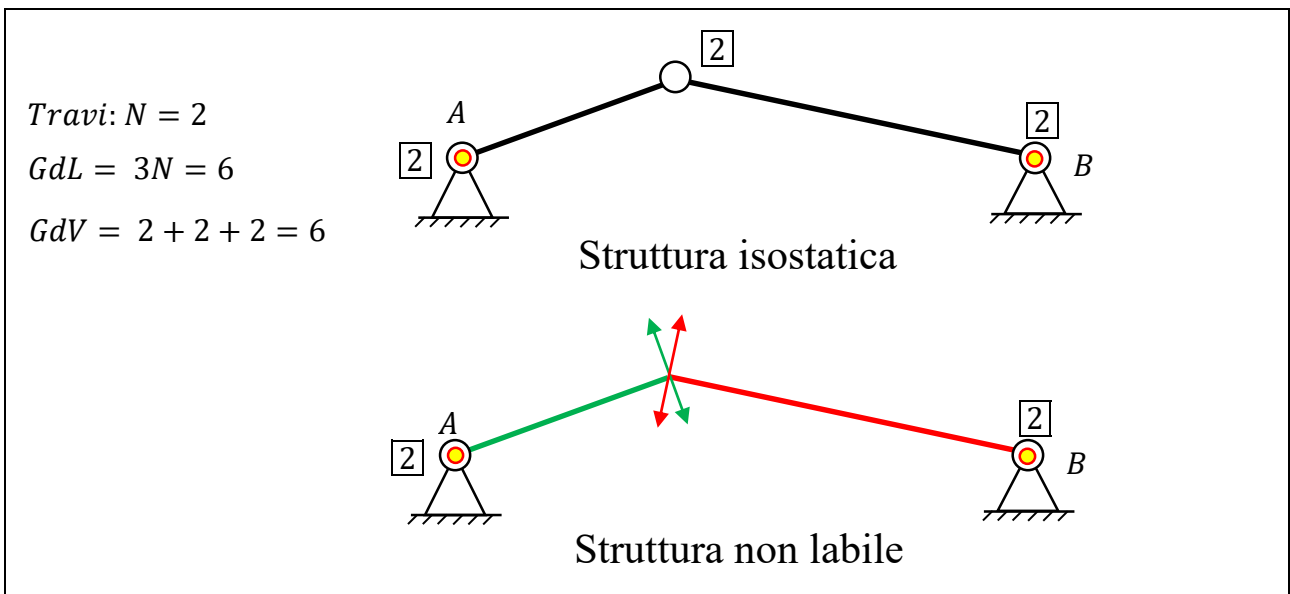
Vincolo	Schema	GdL	GdL_R	GdV
Cerniera a terra		$3N$	N : rotazioni delle travi	$2N$
Cerniera libera		$3N$	N : rotazioni delle travi 2 : spostamenti della cerniera	$2N - 2$
Carrello a terra		$3N$	N : rotazioni delle travi; 1 : spostamento del carrello in direzione parallela al terreno.	$2N - 1$
Carrello su trave libera		$3N$	3 : GdL della trave N-esima di appoggio; $N - 1$: rotazioni delle $N - 1$ travi collegate alla cerniera; 1 : spostamento del carrello sulla trave di appoggio.	$2N - 3$
Pattino a terra		$3N$	1 : spostamento del pattino in direzione parallela al terreno	$3N - 1$
Pattino su trave libera		$3N$	3 : GdL della trave N-esima di appoggio; 1 : spostamento del pattino sulla trave di appoggio.	$3N - 4$
Incastro		$3N$	0	$3N$
N : numero di travi che concorrono sul vincolo GdL : gradi di libertà prima dell'applicazione del vincolo GdL_R : gradi di libertà residui dopo l'applicazione del vincolo GdV : gradi di libertà impediti dal vincolo, cioè gradi di vincolo: $GdV = GdL - GdL_R$				

Esempi di analisi cinematica di insiemi di corpi rigidi

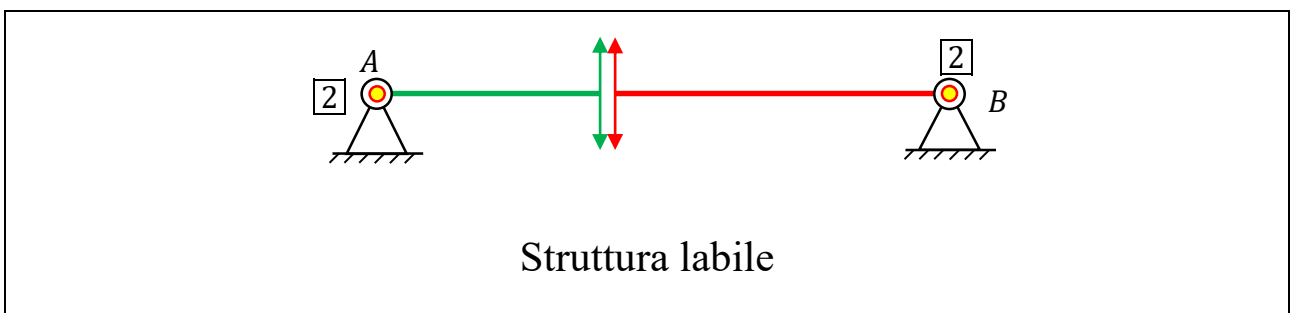
Sistema biella-manovella



Arco a tre cerniere



Tre cerniere allineate

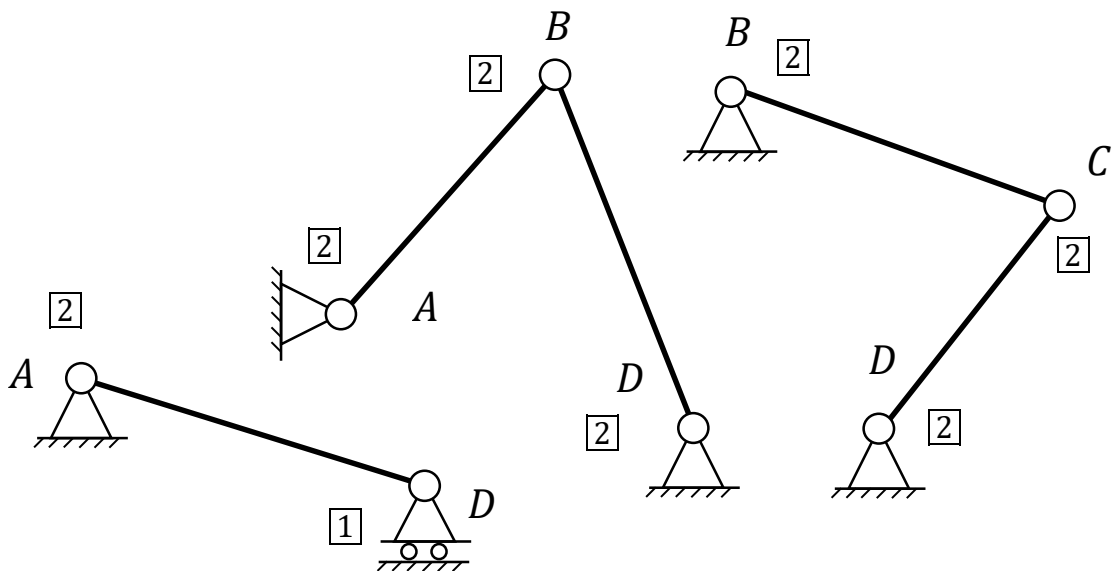
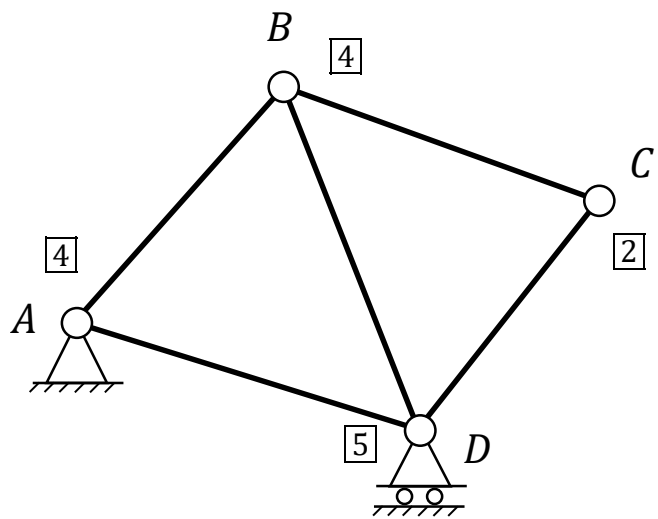


Struttura composta da 5 travi

Travi: $N = 5$

$GdL = 3N = 15$

$GdV = 4 + 4 + 2 + 5 = 15$



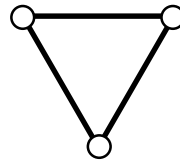
Scomposizione in tre strutture isostatiche non labili.

Struttura reticolare

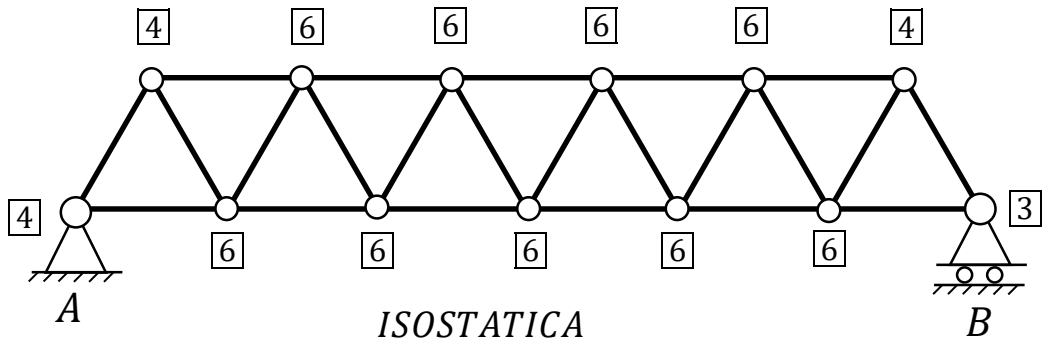
Travi: $N = 23$

$GdL = 3N = 69$

$GdV = 4 + 9 \times 6 + 2 \times 4 + 3 = 69$



corpo rigido



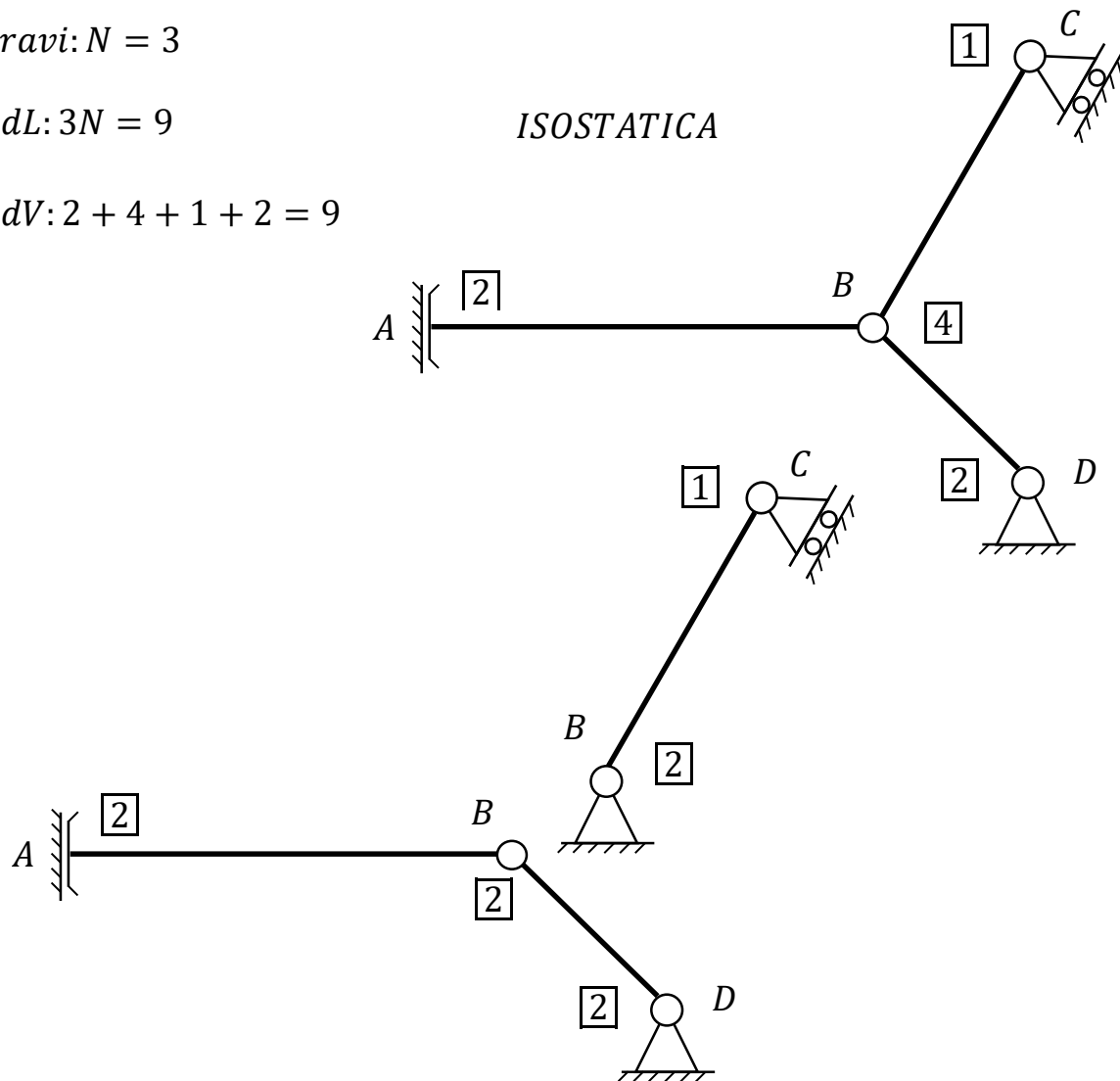
Sistema isostatico di tre aste rigide

Travi: $N = 3$

GdL: $3N = 9$

GdV: $2 + 4 + 1 + 2 = 9$

ISOSTATICA



Scomposizione in due strutture isostatiche non labili.

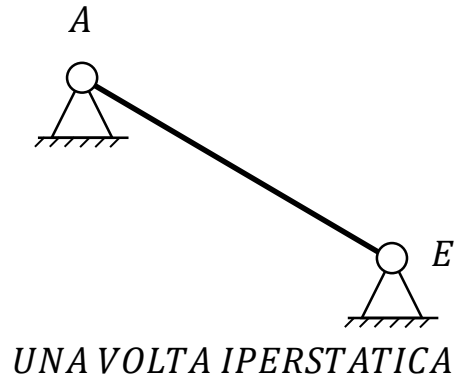
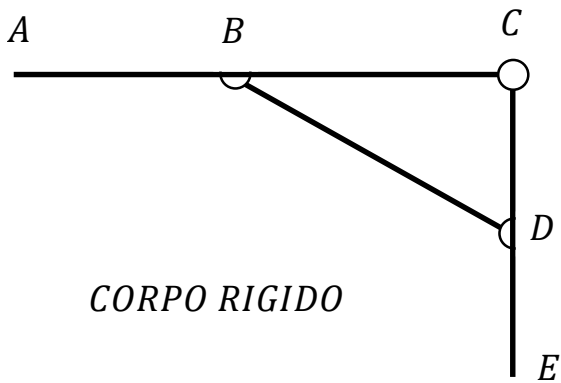
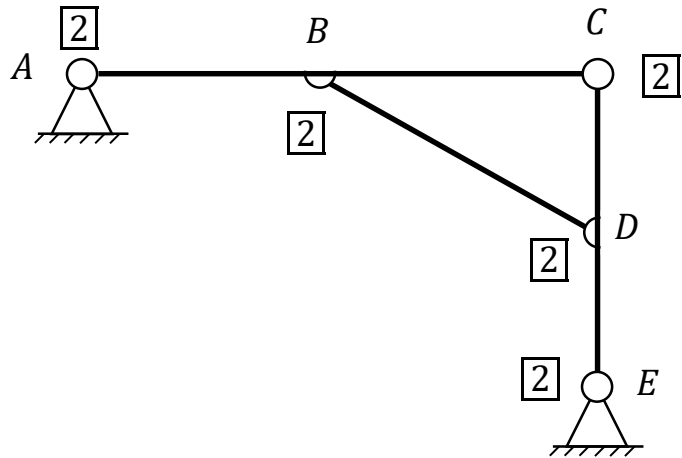
Sistema iperstatico di tre aste rigide

Travi: $N = 3$

GdL: $3N = 9$

GdV: $2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10$

UNA VOLTA IPERSTATICA

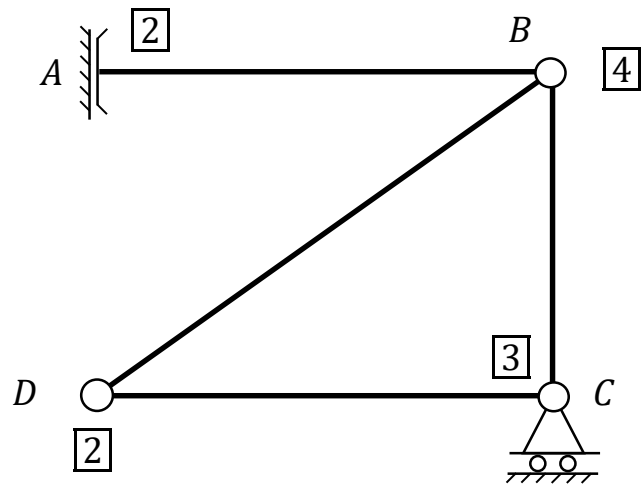


Sistema ipostatico di 4 aste rigide

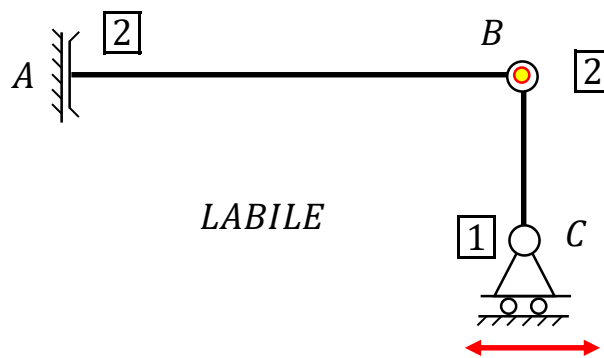
Travi: $N = 4$

GdL: $3N = 12$ IPOSTATICA

GdV: $2 + 4 + 3 + 2 = 11$



Il triangolo BCD è un corpo rigido e può essere sostituito da un'asta.

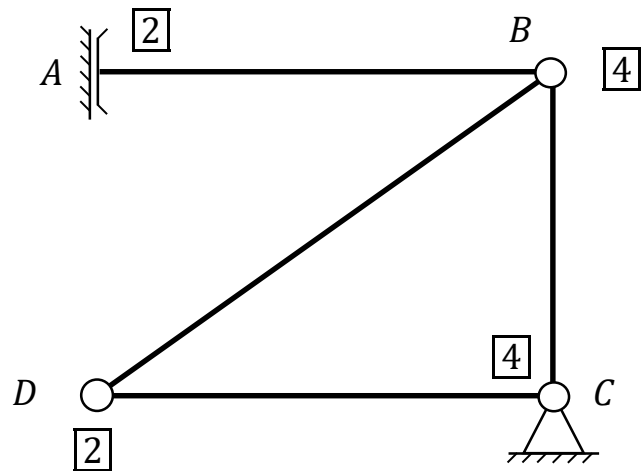


Sistema isostatico di 4 aste rigide

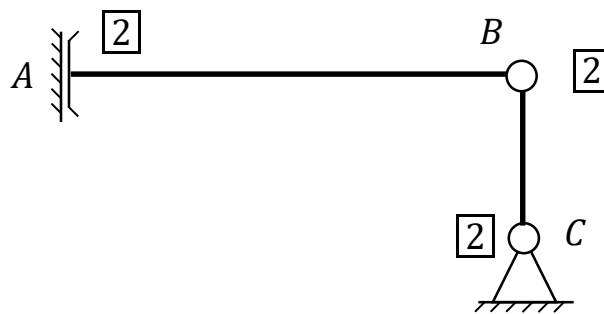
Travi: $N = 4$

GdL: $3N = 12$ ISOSTATICA

GdV: $2 + 4 + 4 + 2 = 12$



Il triangolo BCD è un corpo rigido e può essere sostituito da un'asta.



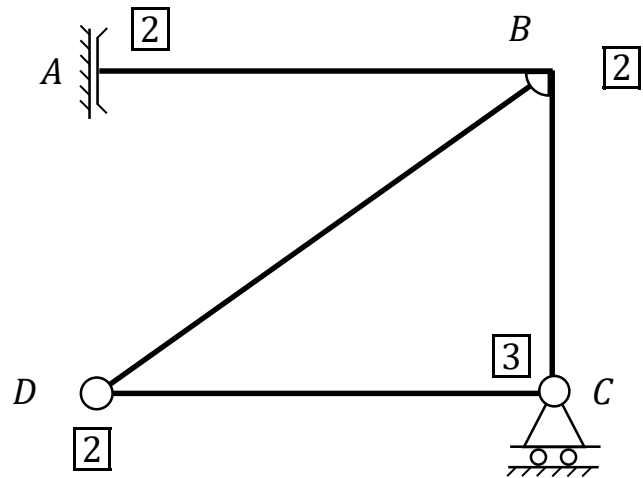
ARCO A 3 CERNIERE: NON LABILE

Sistema isostatico di 3 aste rigide

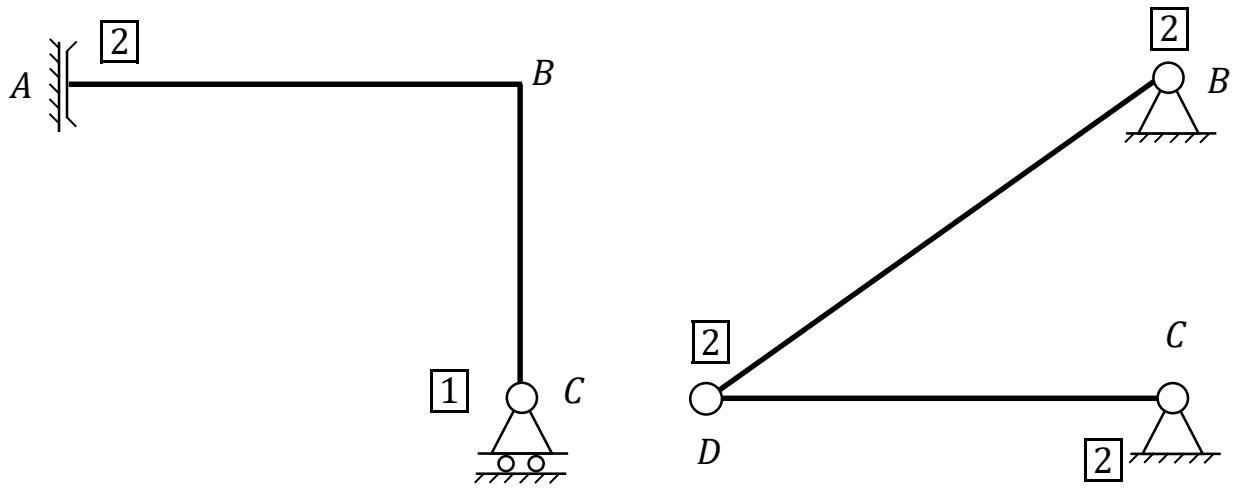
Travi: $N = 3$

GdL: $3N = 9$ ISOSTATICA

GdV: $2 + 2 + 3 + 2 = 9$



ATTENZIONE: ABC è un'unica asta.



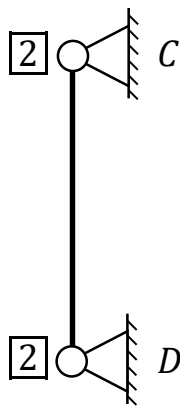
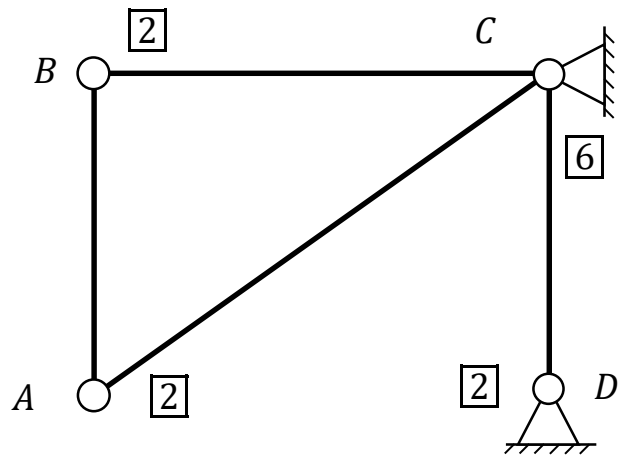
NON LABILE

Sistema isostatico di 4 aste rigide con vincoli mal posti

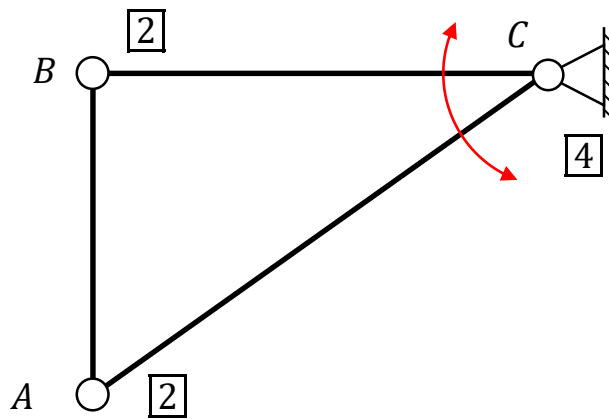
Travi: $N = 4$

GdL: $3N = 12$ ISOSTATICA

GdV: $2 + 2 + 6 + 2 = 12$



iperstatica



una volta LABILE

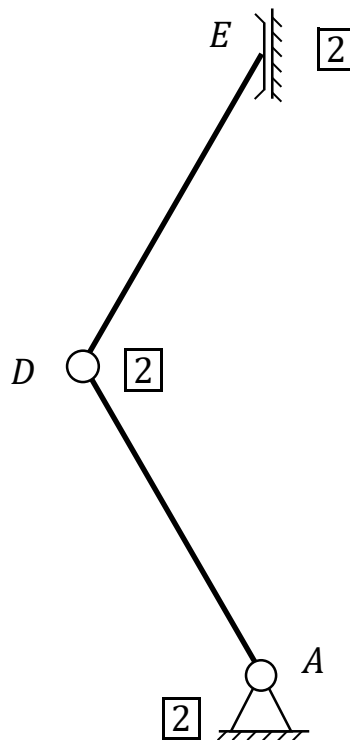
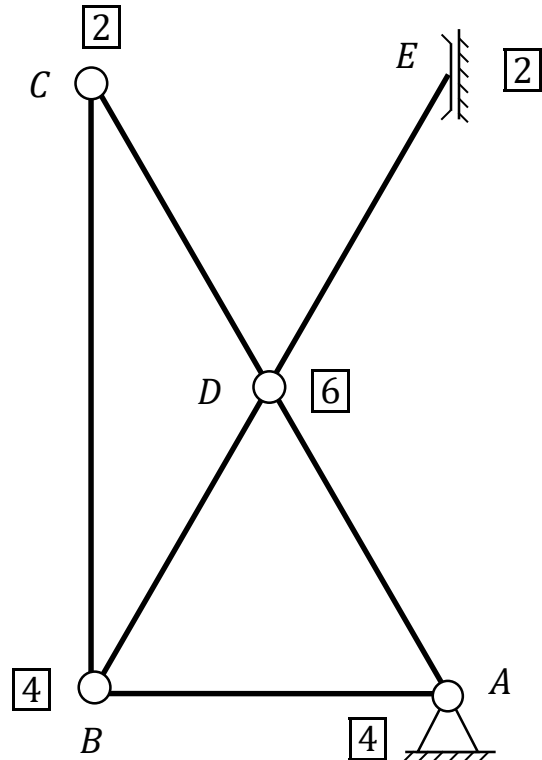
Sistema isostatico di 6 aste rigide

Travi: $N = 6$

GdL: $3N = 18$ ISOSTATICA

GdV: $4 + 4 + 2 + 6 + 2 = 18$

Il triangolo ABD è un corpo rigido;
 il triangolo BCD è un corpo rigido
 che condivide un lato con il corpo ABD.
 Quindi possono essere sostituiti da un
 unico corpo rigido più semplice,
 per esempio l'asta AD.



Arco a 3 cerniere: struttura NON LABILE