

K+#\$NOVITA'

Nella versione 7.4 (ottobre 2009) è stato migliorato l'input dei vincoli elastici di estremità.

La versione 7.1 (27 agosto 2006) presenta le seguenti novità:

- Calcolo delle sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo
- Vincoli elastici di estremità per schematizzare la presenza dei pilastri

K sommario;introduzione;aiuto

+ auto

IDH_001

\$ Presentazione del programma TraveConDwg

K+#\$ PRESENTAZIONE DEL PROGRAMMA TRAVE CONTINUA

Il programma esegue il calcolo delle sollecitazioni e delle deformazioni in Esercizio o allo Stato Limite Ultimo di una trave continua a più campate con vincoli di estremità appoggio, incastro, estremo libero, incastro elastico.

I carichi sono uniformemente distribuiti su ciascuna campata e sono divisi in permanenti e variabili. Il programma calcola e disegna i diagrammi involuppo delle sollecitazioni (momenti e tagli) e delle deformazioni massime e minime in ciascuna delle sezioni in cui è divisa la trave, considerando presenti solo i carichi variabili sfavorevoli per la sollecitazione o la deformazione in esame in quella sezione.

Pertanto i diagrammi hanno in campata una discontinuità ogni volta che muta la combinazione di carico più sfavorevole.

I diagrammi possono essere stampati, disegnati in Autocad, esportati in Dxf.

Per le sezioni sono presenti le due tipologie di sezione rettangolare e a T con calcolo automatico del momento d'inerzia e la tipologia di sezione generica con l'introduzione manuale del momento d'inerzia. Ciascuna sezione può avere un modulo elastico diverso.

Sono presenti le seguenti opzioni:

1. “Arrotonda momenti sugli appoggi” che riduce i picchi di momento e taglio
2. “Decalage” e “Decalage Sovrapposto” che trasla orizzontalmente il diagramma involuppo del momento flettente

E' presente il coefficiente di “Ridistribuzione δ dei momenti” per ridurre i picchi di momento negativo

CONVENZIONI DI SEGNO

1. I momenti positivi tendono le fibre inferiori.
2. I tagli sono positivi se orari
3. Le frecce sono positive verso il basso

UNITA' DI MISURA

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 1. Carichi | kN/m |
| 2. Luci | m |
| 3. Frecce | m |
| 4. Larghezza appoggi | m |
| 5. Dimensioni sezione | m |
| 6. Momento d'inerzia | m ⁴ e cm ⁴ |
| 7. Modulo elastico | N/mm ² e kN/m ² |

È disponibile l'aiuto sensibile al contesto tramite il tasto F1

^K sommario;introduzione;aiuto;convenzioni di segno;unità di misura

⁺ auto

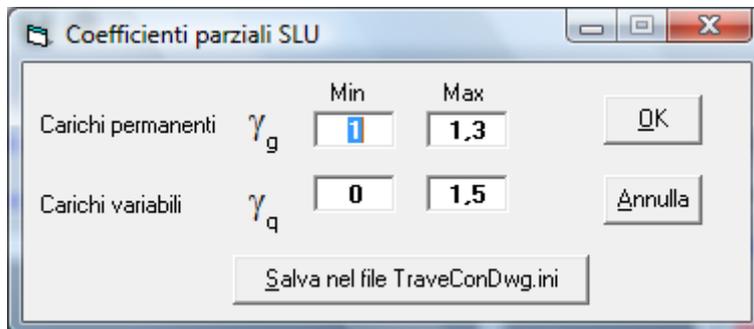
[#] IDH_005

^{\$} Presentazione del programma TraveConDwg

K+#\$ COMBINAZIONI DI CARICO SLU

I valori dei coefficienti parziali sulle azioni per il calcolo delle sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo sono accessibili dal menu “Impostazioni”.

I valori predefiniti sono i seguenti:



		Min	Max	
Carichi permanenti	γ_g	1	1,3	OK
Carichi variabili	γ_q	0	1,5	Annulla

Salva nel file TraveConDwg.ini

I valori possono essere modificati ed eventualmente salvati nel file TraveConDwg.ini, che viene letto ad ogni lancio del programma.

^K Combinazioni di carico; stato limite ultimo

+ auto

IDH_007

^{\$} Combinazioni di carico

K+#\$ **INPUT DEI DATI**

I dati vengono inseriti in sequenza col tasto <ENTER>

1. Titolo
2. N° campate
3. Luci
4. Carichi permanenti
5. Carichi variabili
6. N° identificativo della sezione
7. Geometria delle sezioni
8. Coefficiente δ di redistribuzione dei momenti sugli appoggi

Se è attiva l'opzione "Arrotonda momenti sugli appoggi" introdurre le larghezze.
Scegliere i vincoli di estremità ed inserire i valori della rigidezza se si sono scelti vincoli elastici.
Cliccare sul comando "Calcola" o su uno dei comandi del riquadro "Diagrammi".

Per la modifica di un singolo dato cliccare su di esso col mouse.

K input;dati
+ auto
IDH_010
\$ Input dati

K+#\$ SEZIONI

Per sezioni Rettangolari e a T viene calcolato automaticamente il momento d'inerzia e viene plottata la sezione in scala.

Per la sezione Generica si deve introdurre il momento d'inerzia e l'altezza totale della sezione (per il calcolo dell'altezza utile ai fini del decalage).

Introdurre il valore del modulo elastico.

{bmc sezioni1.bmp}

{bmc sezioni2.bmp}

K input sezioni;sezioni
+ auto
IDH_020
\$ Input geometria sezioni

K+#\$ VINCOLI ELASTICI

I valori della rigidezza dei vincoli elastici di sinistra e di destra vengono impostati col pulsante

v. Elastici

che apre la finestra di fig. 1.

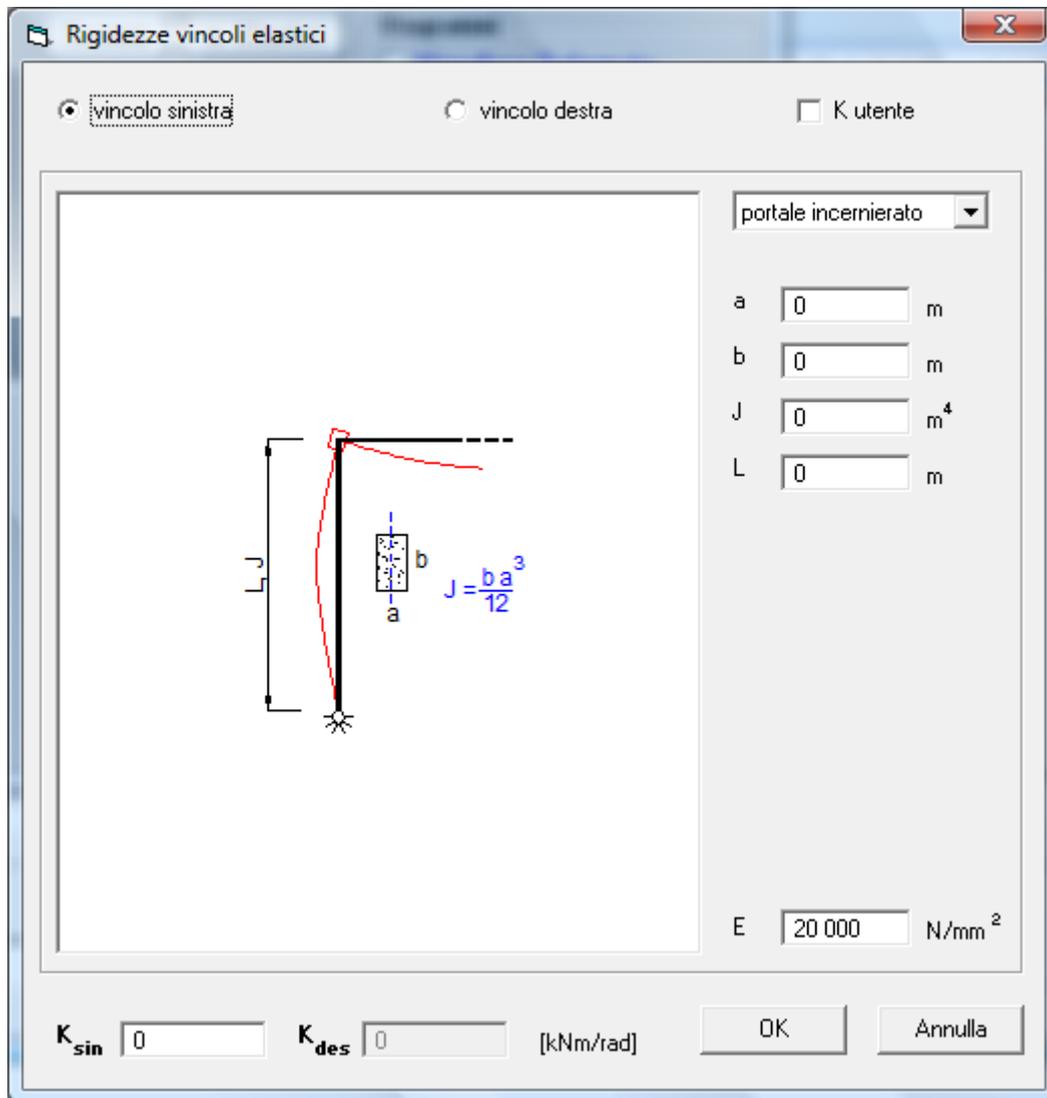


Fig. 1 – Schermata iniziale vincoli elastici

Per inserire la rigidezza dei vincoli d'estremità il programma propone quattro casi standard (menù a discesa) lasciando comunque all'utente la possibilità di inserire direttamente i valori di rigidezza (K utente). In quest'ultimo caso la schermata si riduce come in fig. 2.

^K Input vincoli elastici; rigidezza

+ auto

IDH_025

\$ Vincoli elastici

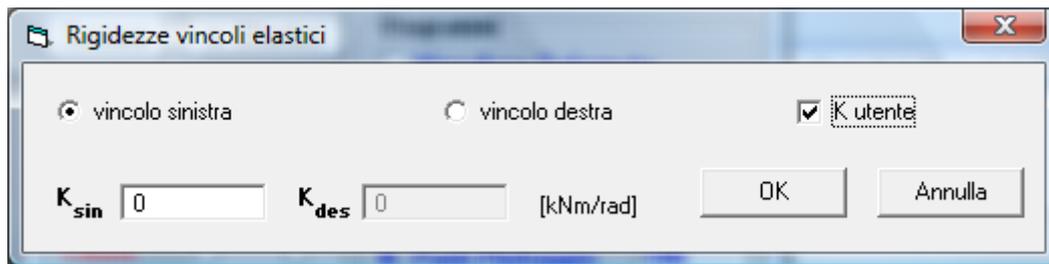


Fig. 2 – Inserimento K utente

I casi predefiniti sono il portale semplice (incernierato o incastrato), il piano primo e il piano tipo.

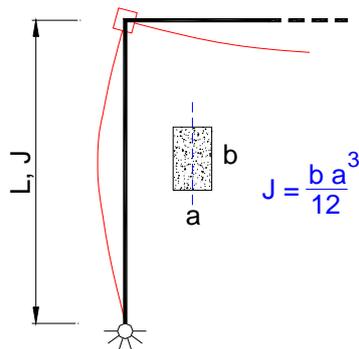


Fig. 3 – Portale semplice incernierato

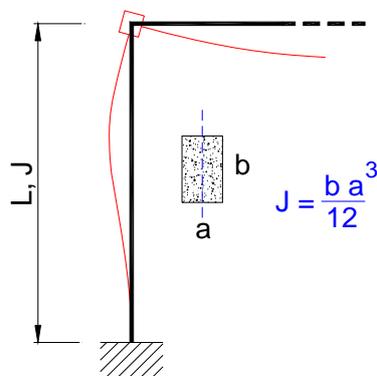


Fig. 4 – Portale semplice incastrato

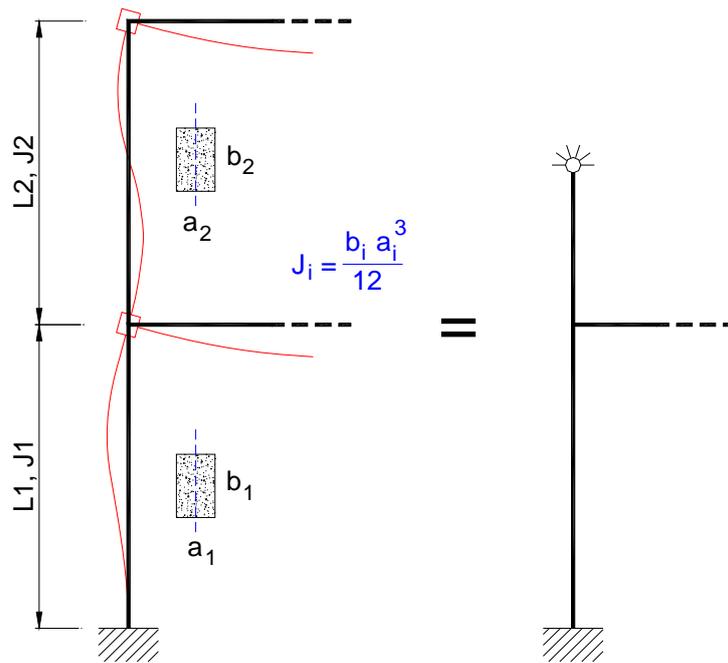


Fig. 5 – Piano primo

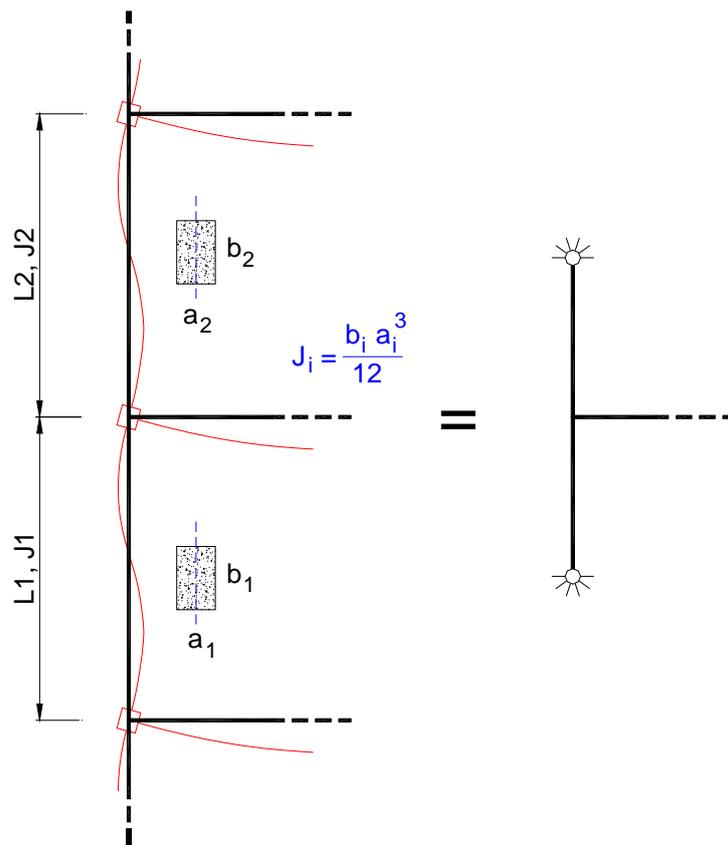


Fig. 6 – Piano tipo

Si ricordano le espressioni della rigidezza rotazionale dell'estremo dell'asta:

- con estremo opposto incernierato $k = 3EJ/L$
- con estremo opposto incastrato $k = 4EJ/L$

Ad esempio nel caso di piano primo (fig. 7) con i seguenti dati:

$$\begin{array}{llll}
 a_1 = 0,35 \text{ m} & b_1 = 0,45 \text{ m} & J_1 = 0,001608 \text{ m}^4 & L_1 = 4 \text{ m} \\
 a_2 = 0,30 \text{ m} & b_2 = 0,40 \text{ m} & J_2 = 0,0009 \text{ m}^4 & L_2 = 3 \text{ m}
 \end{array}$$

$$E = 20.000 \text{ N/mm}^2$$

N.B. Il valore del momento di inerzia J viene calcolato automaticamente dal programma ogni volta che si varia il valore di a o di b. Tuttavia è possibile digitare un valore diverso.

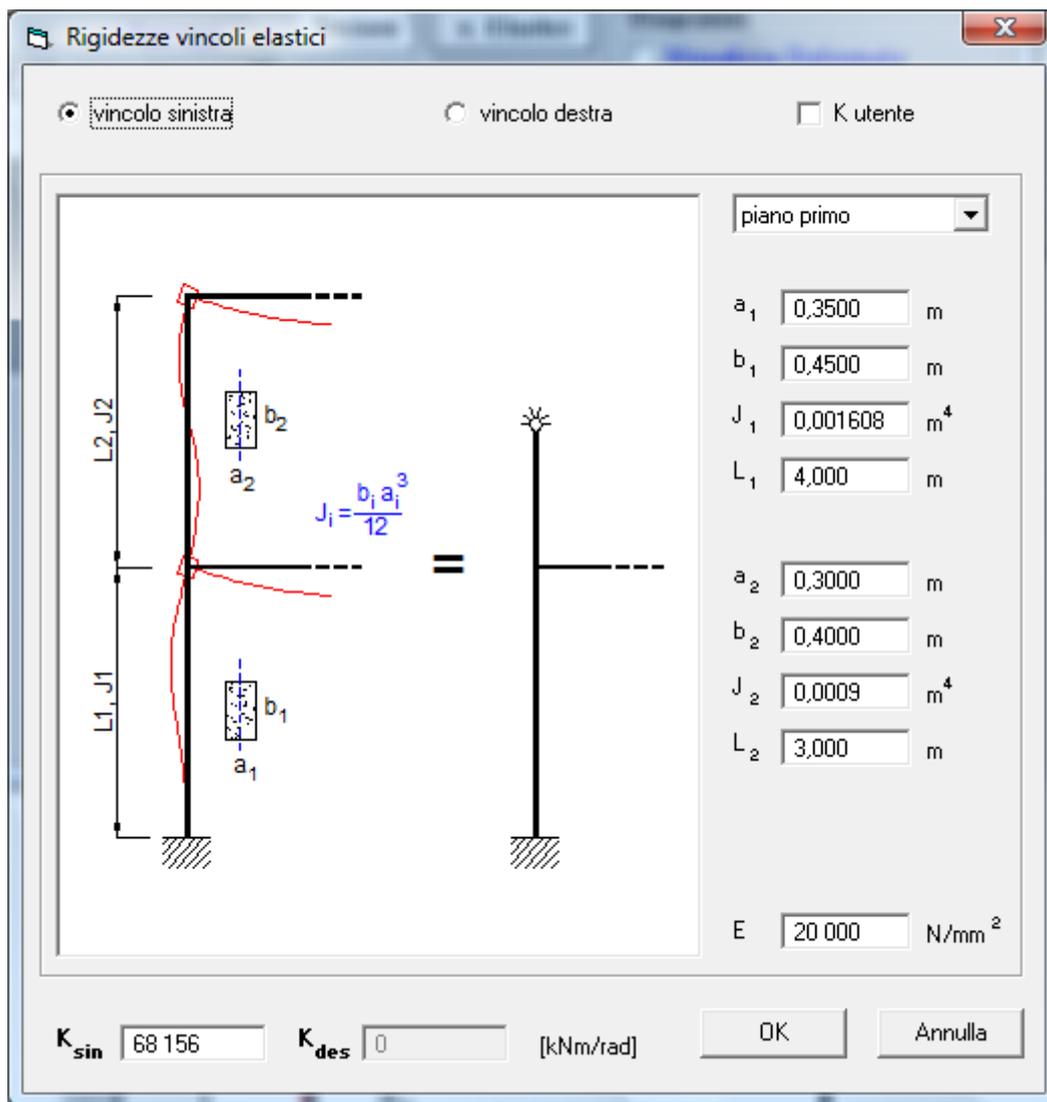


Fig. 7 – Esempio

si ha
$$K = \frac{4EJ_1}{L_1} + \frac{3EJ_2}{\frac{L_2}{2}} = 68160 \text{ kNm} / \text{rad}$$

K+#\$ **RIDISTRIBUZIONE MOMENTI**

{bmc Ridistrib.bmp}

Cliccando sul “?” presente a fianco del coefficiente δ di riduzione dei momenti sugli appoggi, si apre la finestra mostrata in figura, che permette il calcolo di δ secondo le indicazioni della normativa italiana e dell’Eurocodice 2 , che recita:

Eurocodice 2 #2.5.3.4.2. Analisi lineare con redistribuzione

P(2) I momenti calcolati con un’analisi elastica lineare possono essere redistribuiti a condizione che la distribuzione dei momenti che ne risulta sia ancora in equilibrio con i carichi applicati.

(3) Nelle travi continue in cui il rapporto tra due luci adiacenti è minore di due ... una verifica esplicita della capacità di rotazione delle sezioni critiche può essere omessa purché vengano soddisfatte le condizioni a) e b) sotto riportate:

a) per classi di calcestruzzo non superiori a C35/45

$$\delta \geq 0,44 + 1,25 x/d$$

per classi di calcestruzzo superiori a C35/45

$$\delta \geq 0,56 + 1,25 x/d$$

b) per acciai di alta duttilità $\delta \geq 0,7$

per acciai di duttilità normale $\delta \geq 0,85$

dove: δ è il rapporto tra il momento redistribuito e il momento prima della redistribuzione

x è la profondità dell’asse neutro allo stato limite ultimo dopo la redistribuzione

d è l’altezza utile

Gli acciai normalmente impiegati in Italia sono ad alta duttilità, quindi si possono abbattere fino al 30% ($\delta = 0,7$) i picchi di momento negativo sugli appoggi, ripristinando l’equilibrio con l’aumento dei momenti positivi corrispondenti.

Poiché le combinazioni di carico che determinano i momenti negativi massimi sono diverse da quelle che determinano i momenti positivi massimi, a rigore non è detto che la redistribuzione comporti un aumento dei momenti positivi massimi. Il programma tuttavia, per semplicità ed a favore di stabilità, opera la stessa redistribuzione per tutte le combinazioni di carico il che determina sempre un aumento dei momenti positivi massimi.

K redistribuzione;momenti

+ auto

IDH_030

\$ Ridistribuzione momenti

K+#\$ ARROTONDA MOMENTI SUGLI APPOGGI

Se si considera la reazione R di appoggio uniformemente distribuita sulla larghezza b, il momento e il taglio vengono ridotti come indica la figura 1.

La riduzione del momento è consentita anche dall'Eurocodice 2 #2.5.3.3.

- (4) Indipendentemente dal metodo di analisi utilizzato, quando una trave o una piastra è continua su un appoggio che possa essere considerato come non costituente vincolo alla rotazione, il momento di calcolo sull'appoggio, calcolato sulla base di una luce pari alla distanza tra le linee d'asse degli appoggi, può essere ridotto di una quantità ΔM_{Sd} pari a:

$$\Delta M_{Sd} = F_{Sd,sup} b_{sup} / 8 \quad [2.16]$$

dove: $F_{Sd,sup}$ è la reazione di appoggio di calcolo;
 b_{sup} è la larghezza dell'appoggio.

Per il taglio l'EC2 al #4.3.2.2.(10) recita: "A causa dell'incremento di resistenza dovuto al trasferimento diretto dei carichi vicini agli appoggi, per travi o piastre con carico uniformemente distribuito sarà generalmente cautelativo assumere nel tratto terminale il valore di V_{Sd} calcolato alla distanza d (altezza utile) da un appoggio diretto". Il programma considera invece per semplicità il valore alla distanza b/2, che in genere è maggiore del valore calcolato alla distanza d.

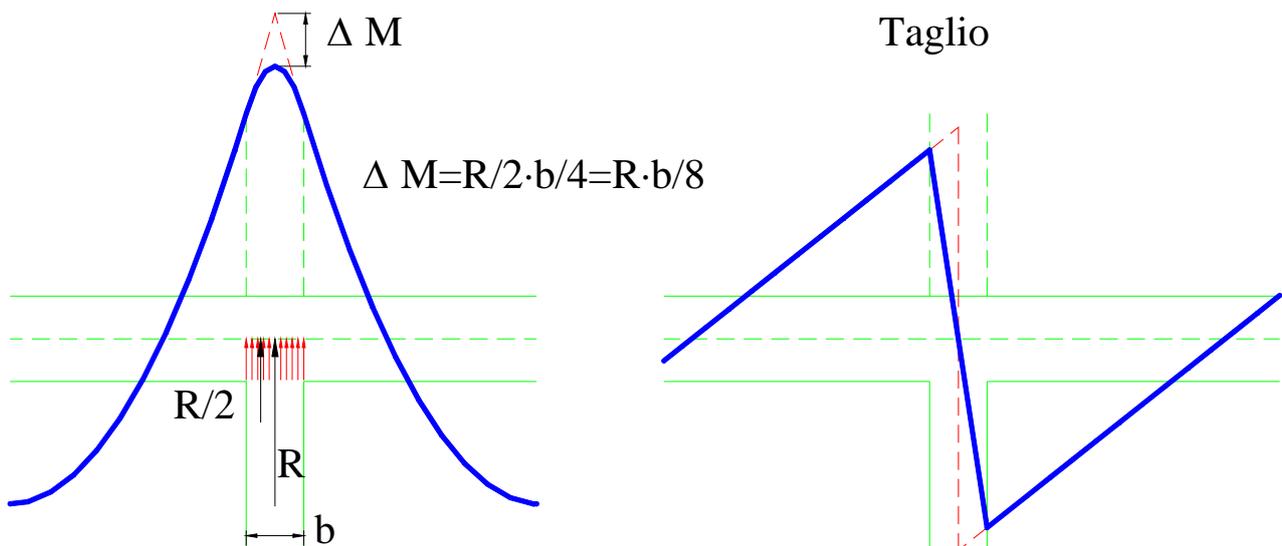


Fig. 1 – Riduzione del momento e del taglio sugli appoggi.

K arrotonda;momenti

+ auto

IDH_035

\$ Arrotonda momenti sugli appoggi

K+#\$ **DECALAGE**

Nelle travi in c.a. la forza di trazione nell'armatura longitudinale si ottiene utilizzando il valore del momento nella sezione traslata orizzontalmente di una quantità a_l .

Secondo EC2:

5.4.2.1.3. Lunghezza delle armature longitudinali tese

- (1) La linea involuppo della forza di trazione nell'armatura longitudinale si ottiene trasladando della quantità a_l la linea involuppo di F_s , forza di trazione nell'armatura longitudinale ottenuta dall'analisi della sezione eseguita come in 4.3 (vedere fig. 5.11). Se l'armatura a taglio è calcolata secondo il metodo normale, (vedere 4.3.2.4.3),

$$a_l = z (1 - \cot \alpha) / 2 \geq 0 \rightarrow a_l = z / 2 \text{ per staffe verticali}$$

essendo α l'angolo formato dall'armatura a taglio con l'asse longitudinale.

Nelle travi in c.a. la forza di trazione nell'armatura longitudinale si ottiene utilizzando il valore del momento nella sezione traslata orizzontalmente di una quantità pari al braccio della coppia interna.

Secondo la teoria classica, adottata nel programma, la traslazione è invece pari a z .

L'attivazione dell'opzione "Decalage" fa comparire la richiesta della distanza del baricentro dell'armatura dal lembo del calcestruzzo (fig. 2) per il calcolo del braccio della coppia interna $z = 0.9 d$:

{bmc Esempio1_FormDecala.bmp}

Fig. 2 – Form per i dati del decalage

L'involuppo del diagramma dei momenti viene traslato di z e viene plottato sovrapposto al diagramma non traslato se l'opzione scelta è "Decalage Sovrapposto".

K decalage;traslazione momenti
+ auto
IDH_036
\$ Decalage

K+#\$ PLOTTAGGIO DEI DIAGRAMMI

{bmc Diagrammi1.bmp}

I comandi “**visualizza**” mostrano i diagrammi involuppo dei momenti e dei tagli in form che possono essere ingrandite (e copiate negli appunti di Windows con in tasti ALT+STAMPA per essere incollate in una relazione di calcolo).

Nel disegno sono riportati anche i dati geometrici, i carichi e i valori massimi e minimi dei momenti, dei tagli, delle reazioni di appoggio e delle frecce.

Il comando “**stampa**” invia alla stampante entrambi i diagrammi.

Il comando “**Esporta Blocco**” disegna in Autocad (versione 2000 o successiva) un blocco contenente i diagrammi involuppo dei momenti e dei tagli. Il blocco viene disegnato nel layer bloccato DIAGRAMMI-TRAVECON; il blocco contiene tutte le informazioni (xref data) per il programma DvbTco (scaricabile separatamente dal mio sito) di disegno delle armature che richiede Autocad 2000 (non LT). Il programma TraveConDwg esce dopo aver esportato il blocco.

Per il plottaggio normale usare il pulsante “**DWG**” o i comandi “**Disegna in Autocad 14**” e “**Esporta Dxf**” del menu File.

L’opzione “**Scale fisse**” permette di scegliere le scale di plottaggio per poter confrontare più facilmente i diagrammi di varie condizioni di carico. La scala scelta è solo approssimativamente applicata nelle form a video.

N.B. Nei risultati vengono riportati i valori effettivi delle frecce minime solo se diversi da 0 (valore banale che si ha sugli appoggi). Pertanto, nel caso in cui nella campata le frecce minime rimangono sempre positive, viene riportato il valore massimo delle frecce minime.

^K plottaggio diagrammi;diagrammi; plottaggio;autocad;sollecitazioni
⁺ auto
[#] IDH_040
^{\$} Plottaggio dei diagrammi

k+#\$ ESEMPIO 1 – Sollecitazioni di esercizio

Usare il file Help1.tco.
Sollecitazioni di esercizio.

The screenshot shows the 'Trave Continua' software interface. The title bar reads 'Trave Continua - File: Help1'. The menu bar includes 'File', 'Opzioni', 'Impostazioni', and '?'. The main window contains several sections:

- Titolo:** Trave esempio Help1
- Tipo di calcolo delle sollecitazioni:** Esercizio Stato Limite Ultimo
- Numero campate (Compresi Sbalzi):** 2
- Appoggi:** A table with columns 'App.' and 'Largh.' containing values (1, 0.3), (2, 0.3), and (3, 0.3).
- Sezioni:** A table with columns 'Camp. N*', 'Luce', 'Perm.', 'Var.', and 'Sez. N*' containing values (1, 4, 40, 20, 1) and (2, 5, 40, 20, 1).
- Vincoli di estremità:** Radio buttons for 'Sinistra' and 'Destra' for 'Appoggio', 'Incastro', 'Libero', and 'Elastico'. 'Appoggio' is selected for both ends.
- Diagrammi:** Visualizza Deformata, Momento 1: [input], Scale fisse Taglio 1: [input], Freccia 1: [input], N. Punti Plottaggio: 100, buttons for 'Visualizza', 'Stampa', 'M', 'I', 'M ± T', 'DWG', 'Esporta Blocco', and '?'.
- Risultati:** Two tables showing calculation results.

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	74,29	1,545	37,21	1,364	2,27E-03	-1,06E-04
2	-81,61		-122,4			
m	68,69	2,411	37,31	2,679	2,65E-03	-6,83E-05
3	-73,87		-136,6			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		94,44	94,44	54,56
2	-150,6	149,2	299,8	199,9
3	-157		157	94,32

Fig. 2 – Dati di input e risultati – Sollecitazioni di esercizio.

^k Esempi; Sollecitazioni di esercizio
⁺ auto
[#] IDH_050
^{\$} Esempio 1

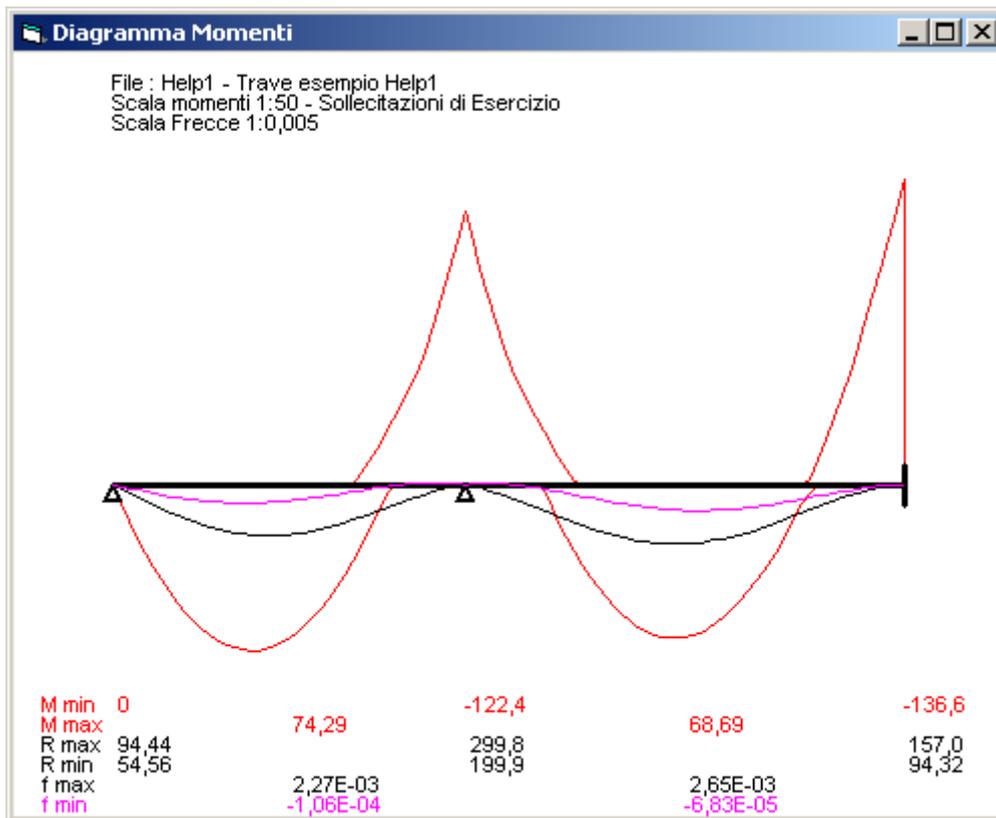


Fig. 3 - Diagramma Momento

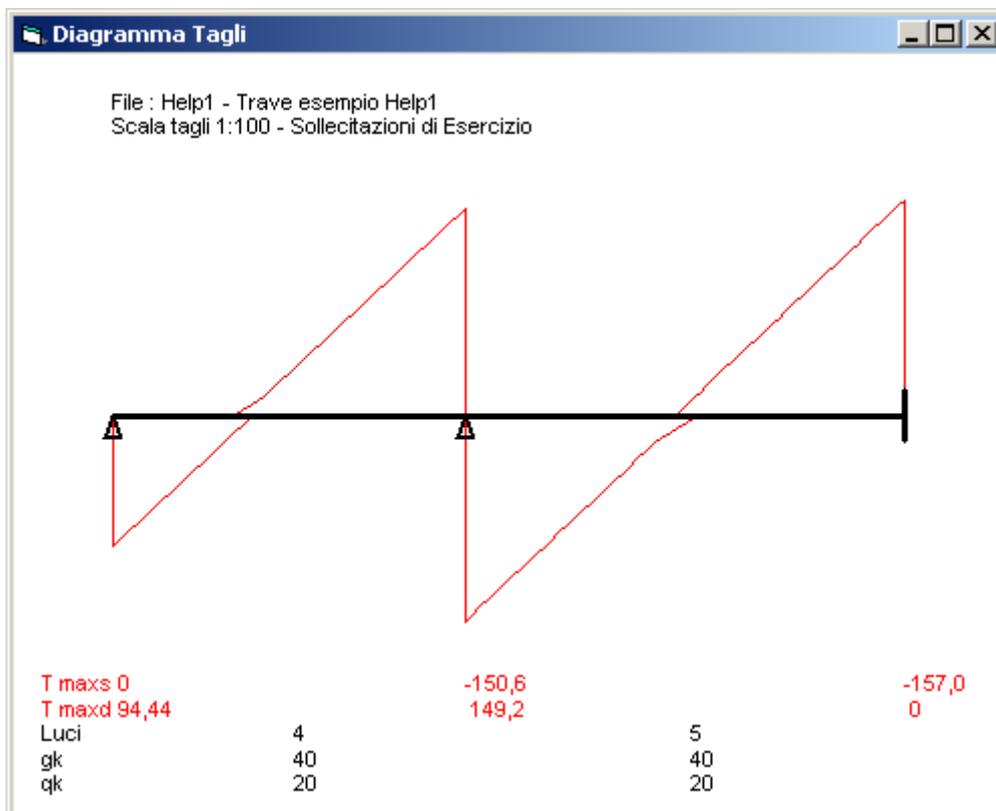


Fig. 4 - Diagramma Taglio

Diagrammi con arrotondamento e redistribuzione momenti del 15% ($\delta = 0,85$)

{bmc Esempio1_MomentiRidist.bmp}

Fig. 5 - Diagramma Momento con arrotondamento e redistribuzione

{bmc Esempio1_TagliRidist.bmp}

Fig. 6 - Diagramma Taglio con arrotondamento e redistribuzione

Decalage

{bmc Esempio1_MomentiDecala.bmp}

Fig. 7 – Diagramma involuppo momenti con decalage

k+#\$ ESEMPIO 2 – Sollecitazioni allo SLU

Usare il file Help1.tco.

Sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo.

I valori caratteristici dei carichi sono gli stessi dell'esempio 1. E' sufficiente selezionare l'opzione "Stato Limite Ultimo".

The screenshot shows the 'Trave Continua' software interface. The title bar reads 'Trave Continua - File: Help1'. The menu bar includes 'File', 'Opzioni', and 'Impostazioni'. The main window contains several sections:

- Titolo:** Trave esempio Help1
- Tipo di calcolo delle sollecitazioni:** Esercizio Stato Limite Ultimo
- Numero campate (Compresi Sbalzi):** 2
- Appoggi:**

App.	Largh.
1	0,3
2	0,3
3	0,3
- Sezioni:**

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	4	40	20	1
2	5	40	20	1
- Vincoli di estremità:**

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Diagrammi:**
 - Visualizza Deformata
 - Momento 1: 100
 - Scale fisse Taglio 1: []
 - Freccia 1: 0,01
 - N. Punti Plottaggio: 100
 - Buttons: Visualizza, Stampa, M, I, M+T
 - Buttons: DWG, Esporta Blocco, ?
- Risultati:**

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	107,5	1,636	29,99	1,182	3,43E-03	-3,80E-04
2	-81,61		-167,3			
m	98,34	2,321	33,17	2,768	3,90E-03	-2,89E-04
3	-62,52		-194,3			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		132,8	132,8	49,01
2	-205,8	203,9	409,8	199,9
3	-219,1		219,1	87,51

Fig. 8 – Dati di input e risultati – Sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo.

^k Esempi; Sollecitazioni allo SLU

⁺ auto

[#] IDH_060

^{\$} Esempio 2

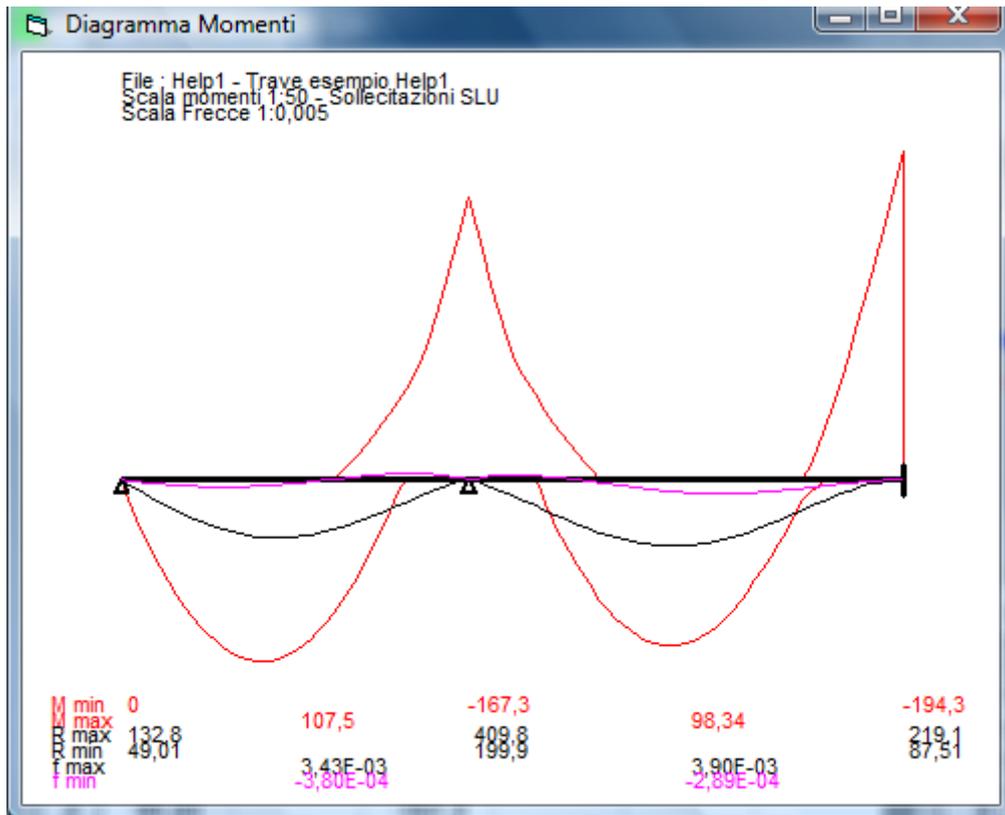


Fig. 9 - Diagramma Momento

k+#\$ ESEMPIO 3 – Vincolo elastico

Trave con sbalzo a sinistra e vincolo elastico a destra.

Usare il file Help2.tco.

Sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo.

The screenshot shows the 'Trave Continua' software interface. The title bar reads 'Trave Continua - File: Help2'. The menu bar includes 'File', 'Opzioni', and 'Impostazioni'. The main window contains several sections:

- Titolo:** Trave esempio Help2
- Tipo di calcolo delle sollecitazioni:** Esercizio Stato Limite Ultimo
- Numero campate (Compresi Sbalzi):** 3
- Appoggi:** A table with columns 'App.' and 'Largh.' containing values 1, 2, 3, 4 and 0,3 respectively.
- Sezioni:** A table with columns 'Camp. N*', 'Luce', 'Perm.', 'Var.', and 'Sez.N*' containing values for 3 spans.
- Vincoli di estremità:** Radio buttons for 'Sinistra' and 'Destra' under 'Appoggio', 'Incastro', 'Libero', and 'Elastico'. The 'Elastico' option is selected for both ends.
- Diagrammi:** Checkboxes for 'Visualizza Deformata', 'Scale fisse Taglio 1', and 'Freccia 1'. 'N. Punti Plottaggio' is set to 100. Buttons for 'Visualizza', 'Stampa', 'DWG', and 'Esporta Blocco' are present.
- Risultati:** Two tables showing maximum and minimum values for moments (Mmax, Mmin) and forces (f max, f min) across sections 1, 2, 3, and 4.

Fig. 10 – Dati di input e risultati – Sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo.

^k Esempi; Vincolo elastico

⁺ auto

[#] IDH_070

^{\$} Esempio 3

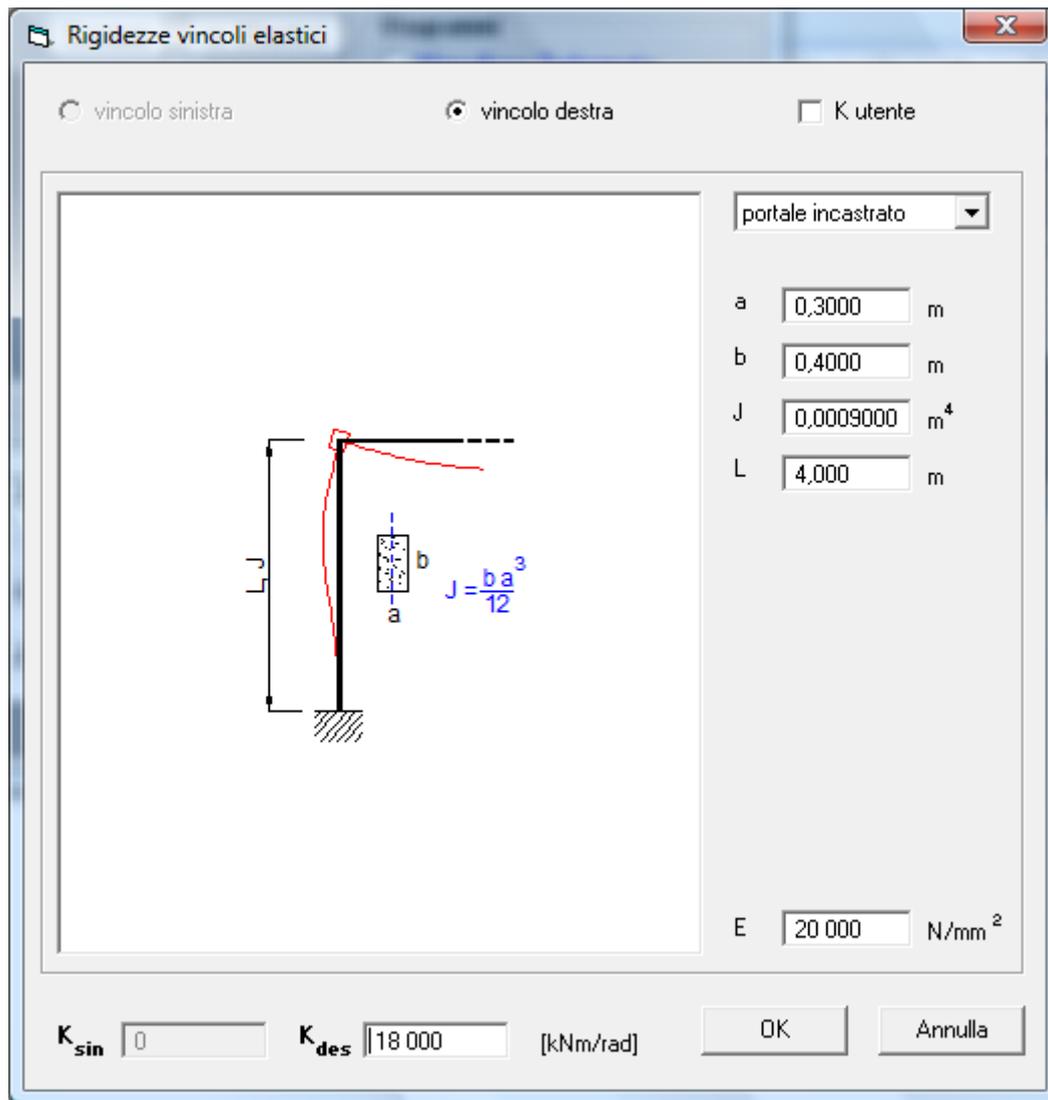


Fig. 11 – Rigidezza del vincolo di destra.

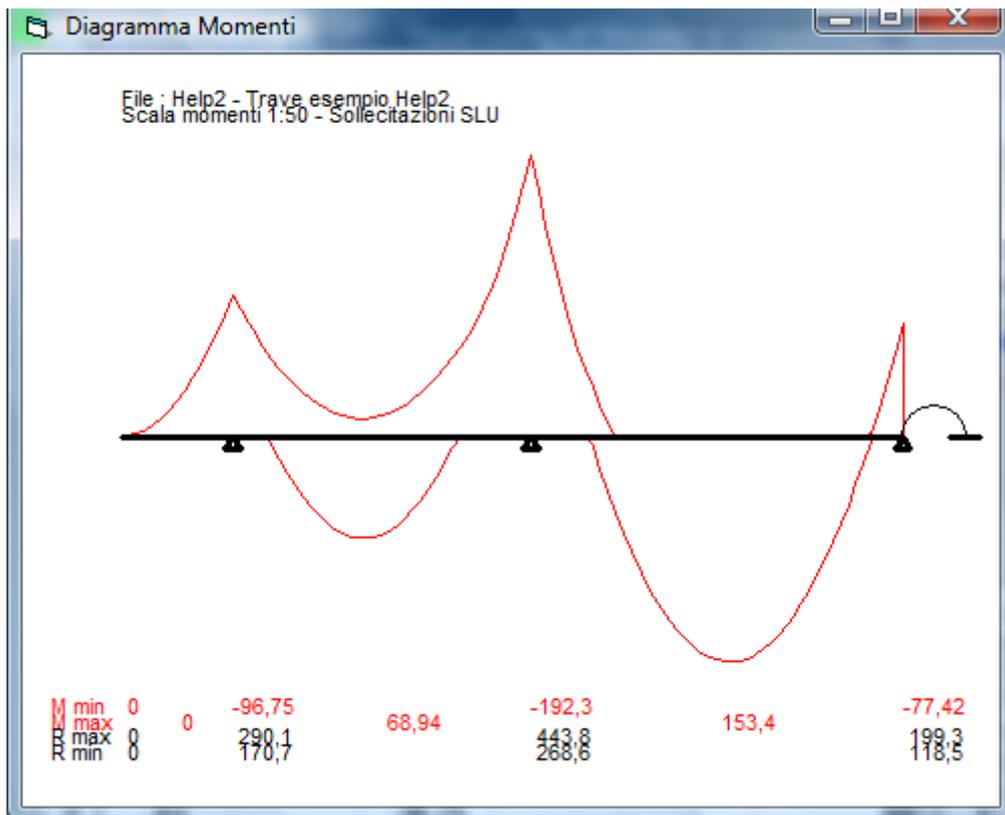


Fig. 12 – Diagramma momento.