

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale
«Cinematica e statica della sospensione
posteriore regolabile del Panigale 1199»***

Tutor universitario: Prof. Giulio Rosati

Laureando: *Marco Da Re*

Padova, 9/9/2022

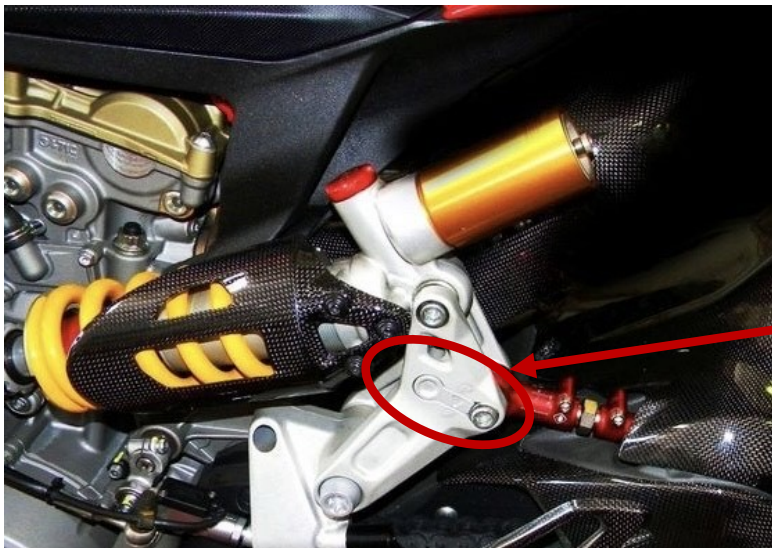


Meccanismo: sospensione posteriore della Ducati Panigale 1199.

Particolarità: il perno che collega l'ammortizzatore posteriore al forcellone presenta due diverse posizioni di fissaggio.

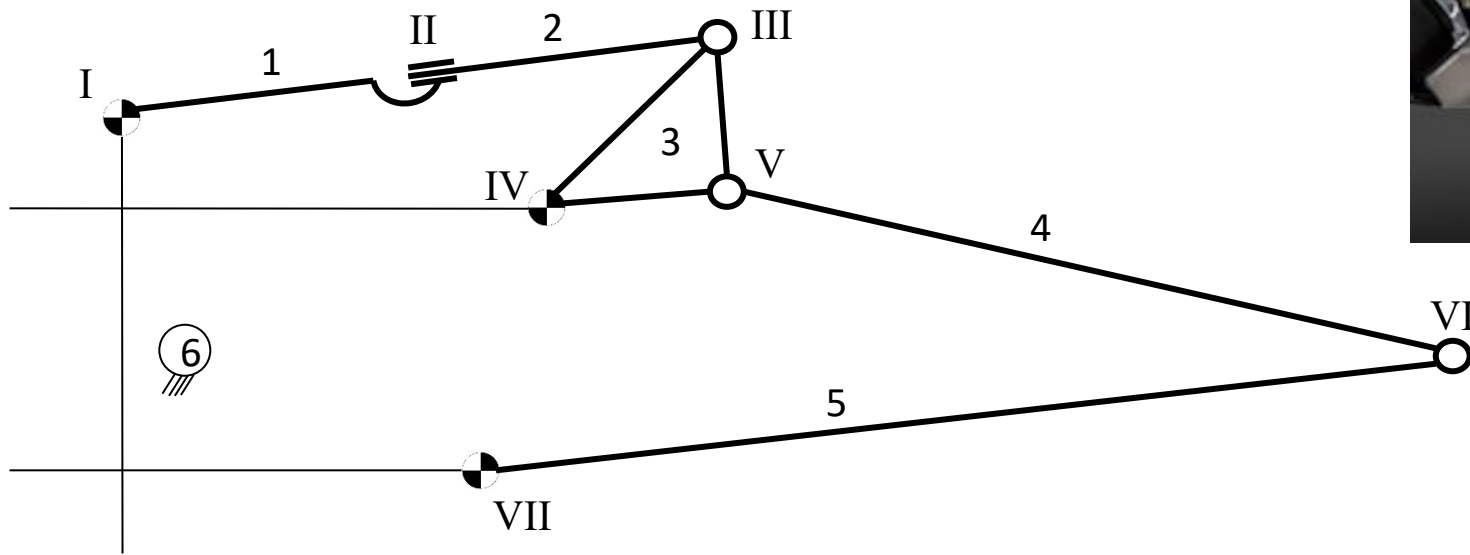
Obiettivi:

- Analisi cinematica
- Analisi statica
- Confronto posizioni di fissaggio



Posizioni di
fissaggio

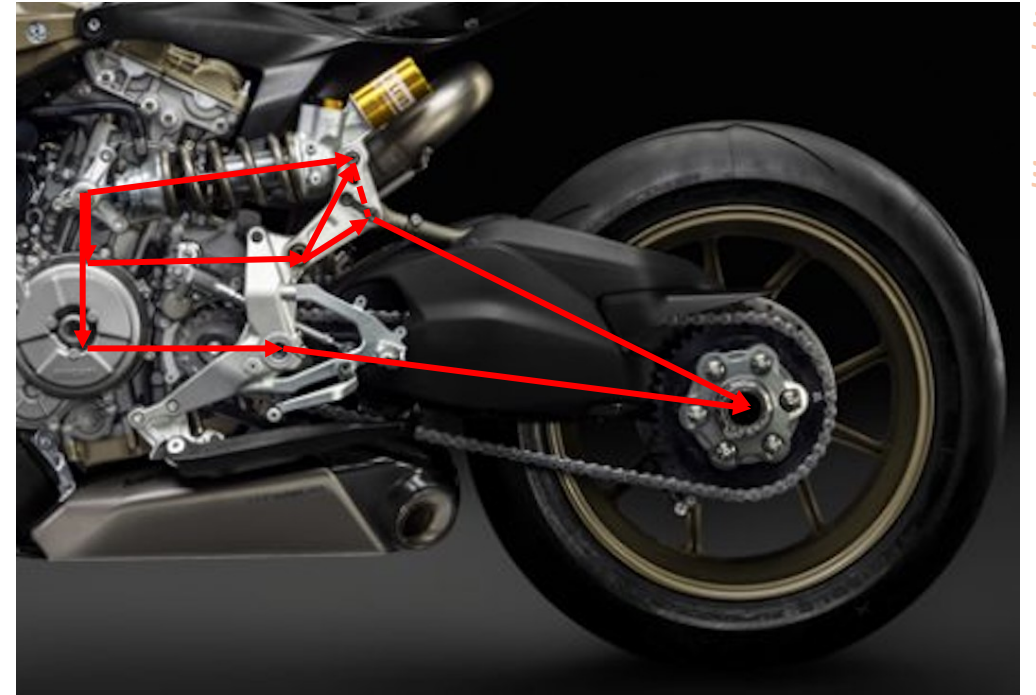
Facendo l'analisi del meccanismo tramite Grubler:



$$m = 6 \quad c_1 = 7 \quad c_2 = 0$$

$$n = 3 \cdot (6 - 1) - 2 \cdot 7 - 1 \cdot 0 = 1$$

6 membri
6 coppie rotoidali (I-III-IV-V-VI-VII)
1 coppia prismatica (II)
0 coppie a camma piana



Movente: allungamento membro AB

maglia ABDHA:

$$\underline{z}_1 - \underline{z}_2 - \underline{z}_5 - \underline{z}_4 = \underline{0}$$

maglia AHDCMEGA:

$$\underline{z}_4 + \underline{z}_5 + \underline{z}_3 + \underline{z}_9 - \underline{z}_8 - \underline{z}_7 - \underline{z}_6 = \underline{0}$$

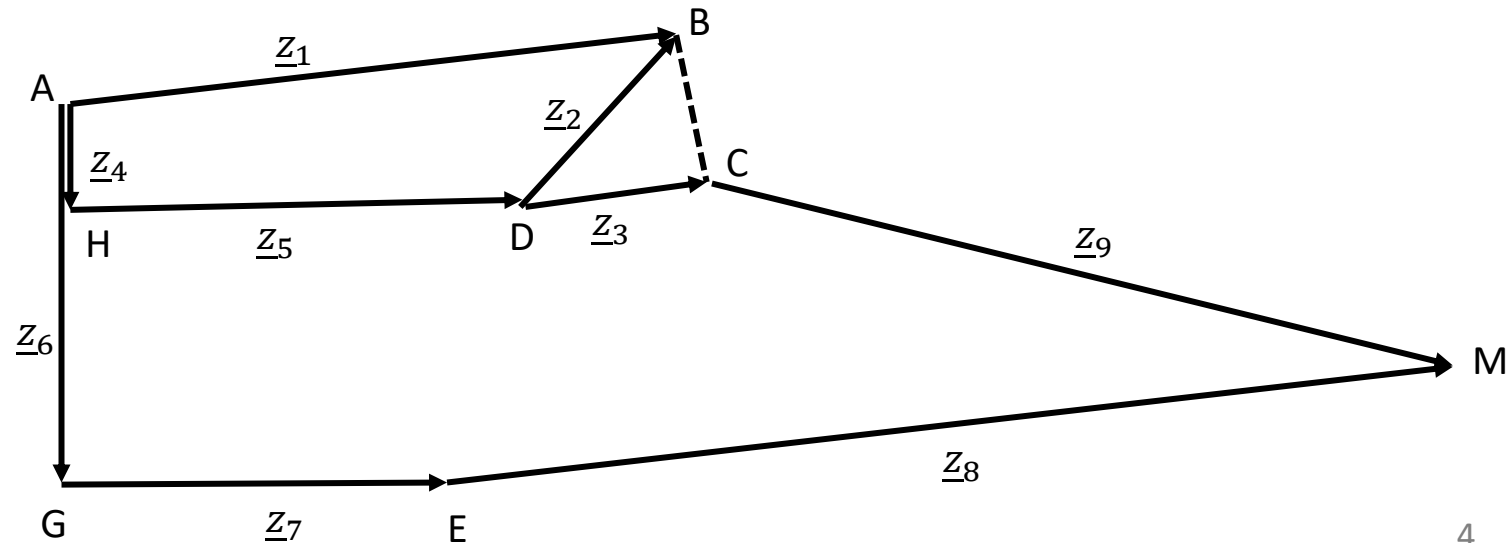
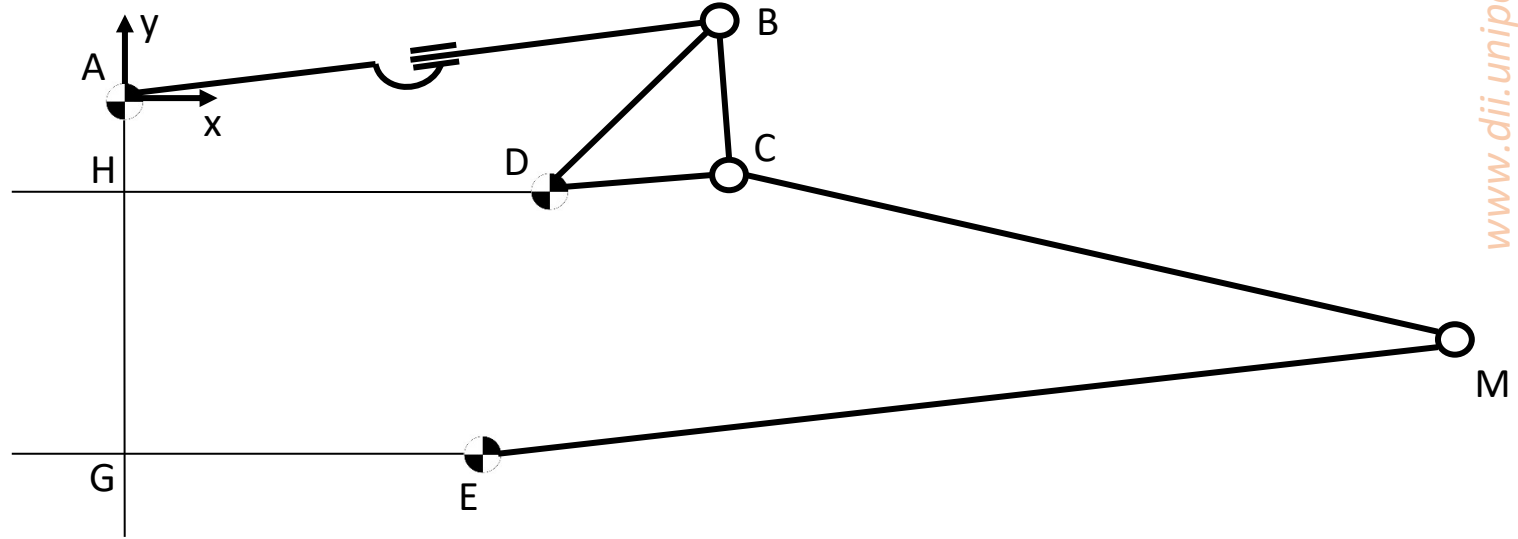
Si pone $q = |z_1|$

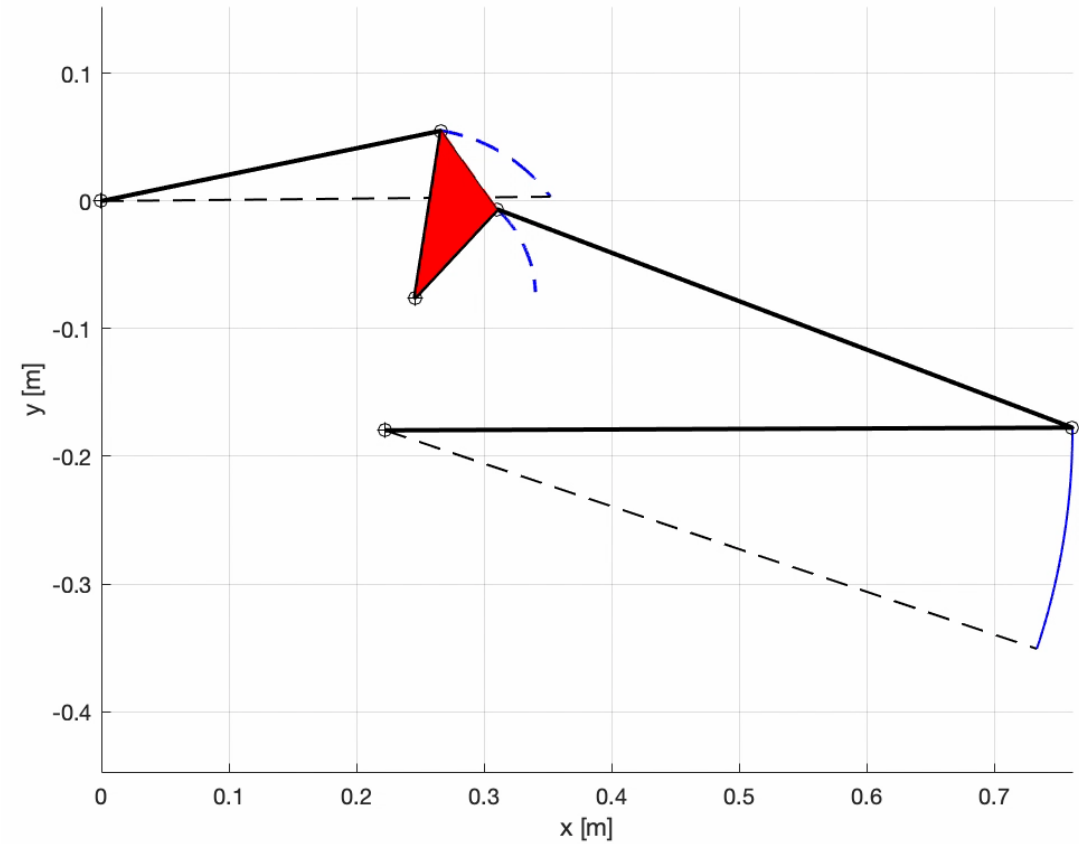
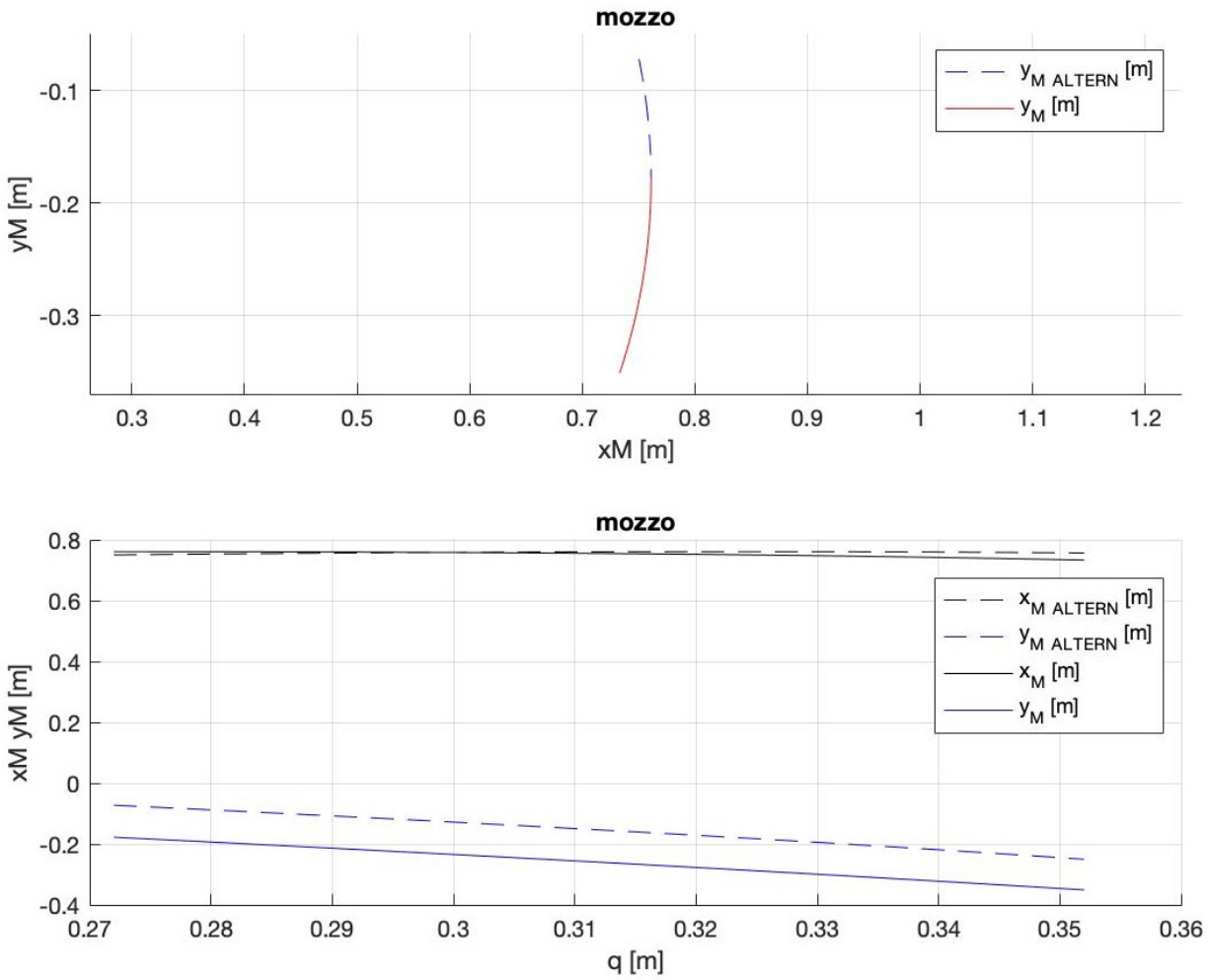
DATI: $a_2, a_3, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$

VARIABILI: $q, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_8, \varphi_9$

Meccanismo costituito da un glifo e da un quadrilatero.

Il meccanismo è **debolmente accoppiato**, quindi le due equazioni possono essere risolte separatamente

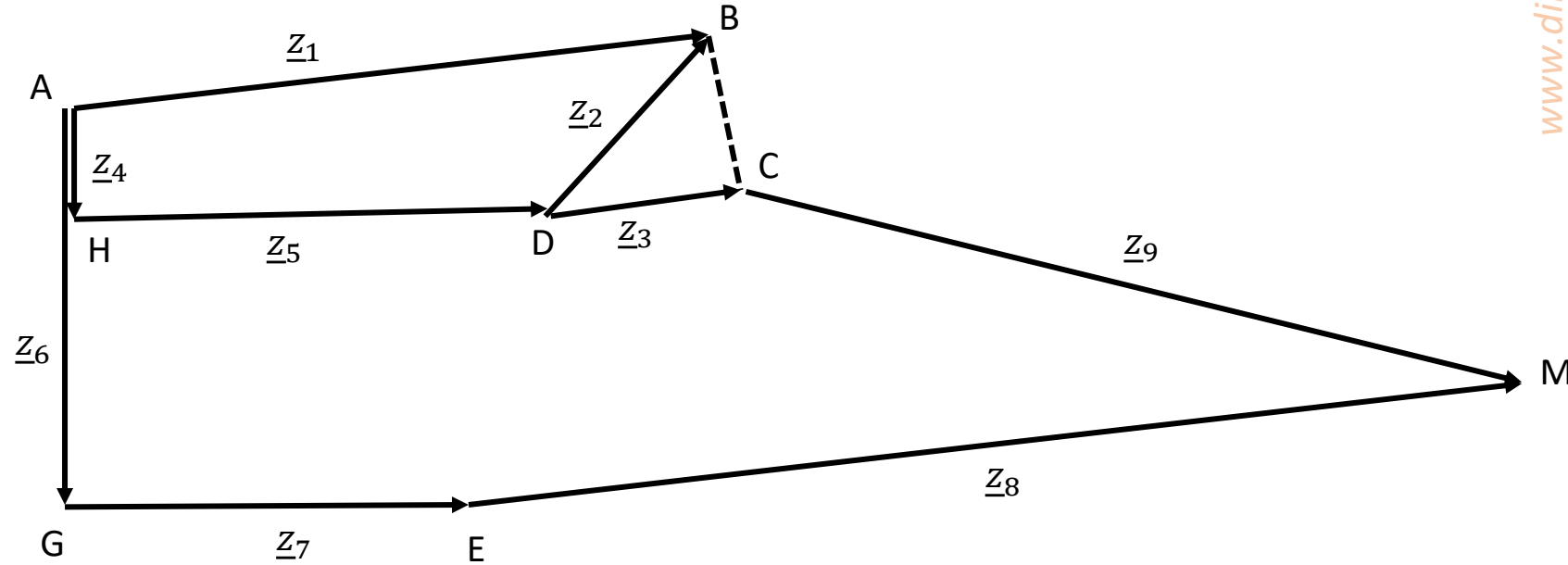




Dai grafici emerge l'importante cambiamento che si riscontra sull'ordinata del mozzo se si mantiene inalterata la lunghezza del perno che collega la sospensione al forcellone

Per la **prima maglia**:

$$\begin{Bmatrix} \dot{\varphi}_1 \\ \dot{\varphi}_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}{q \sin(\varphi_1 - \varphi_2)} \\ 1 \\ \frac{1}{a_2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2)} \end{Bmatrix} \dot{q} = \begin{Bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{Bmatrix} \dot{q}$$

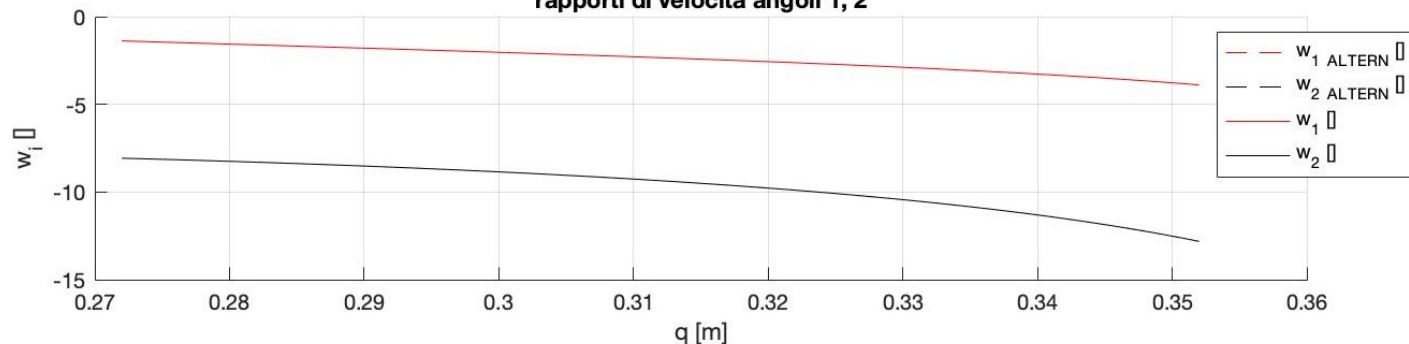


Per la **seconda maglia**:

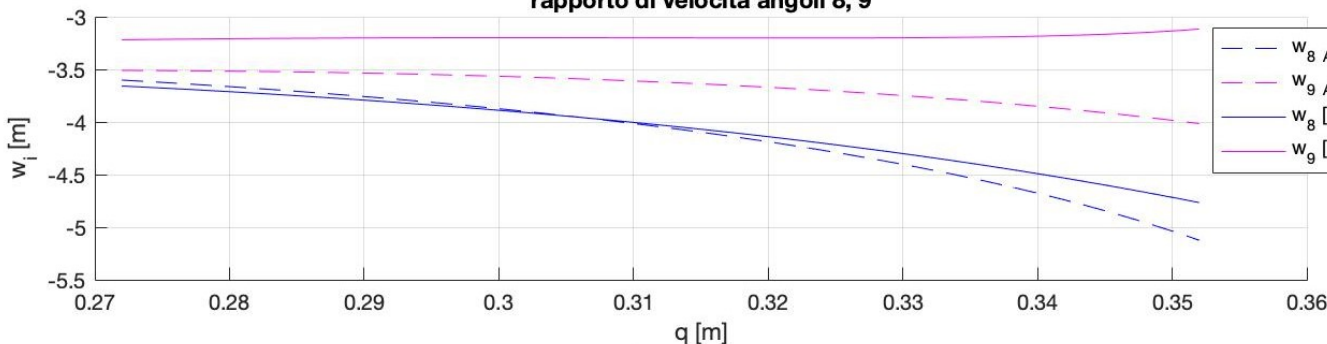
$$\begin{Bmatrix} \dot{\varphi}_9 \\ \dot{\varphi}_8 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{a_3 w_2 \sin(\varphi_8 - \varphi_3)}{a_9 \sin(\varphi_9 - \varphi_8)} \\ \frac{a_3 w_2 \sin(\varphi_9 - \varphi_3)}{a_8 \sin(\varphi_9 - \varphi_8)} \end{Bmatrix} \dot{q} = \begin{Bmatrix} w_9 \\ w_8 \end{Bmatrix} \dot{q}$$

$$\begin{Bmatrix} \dot{x}_M \\ \dot{y}_M \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -a_8 w_8 \sin(\varphi_8) \\ a_8 w_8 \cos(\varphi_8) \end{Bmatrix} \dot{q} = \begin{Bmatrix} w_{xM} \\ w_{yM} \end{Bmatrix} \dot{q}$$

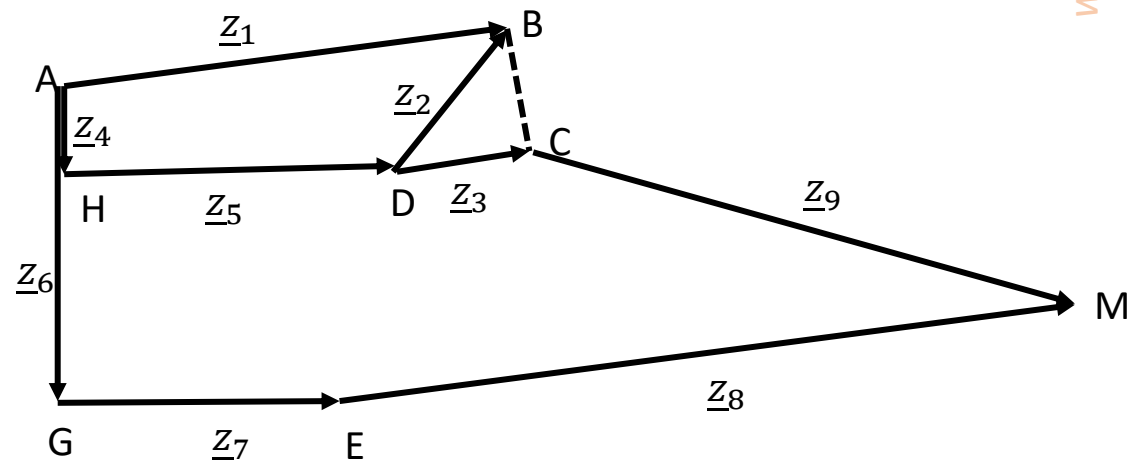
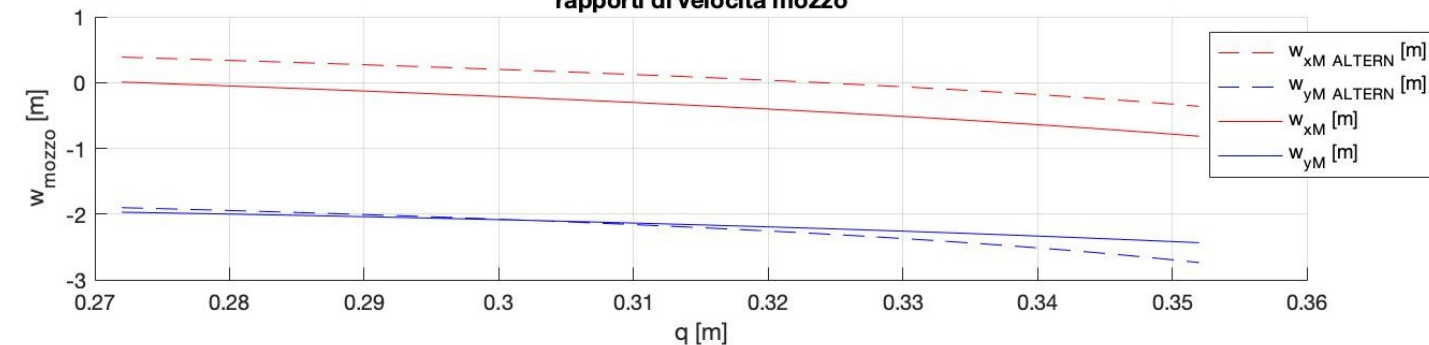
rapporti di velocità angoli 1, 2



rapporto di velocità angoli 8, 9



rapporti di velocità mozzo



Dal primo grafico si nota che w_1 w_2 rimangono costanti, mentre i rapporti di velocità degli altri membri cambiano di molto, così come quelli del mozzo ruota

Forze considerate:

- $F_m = -k \cdot \Delta x$
- $F_g = m \cdot g$

Analisi:

$$\underline{S} = \begin{Bmatrix} F_m \\ F_g \end{Bmatrix}$$

$$\underline{u} = \begin{Bmatrix} q \\ y_M \end{Bmatrix}$$

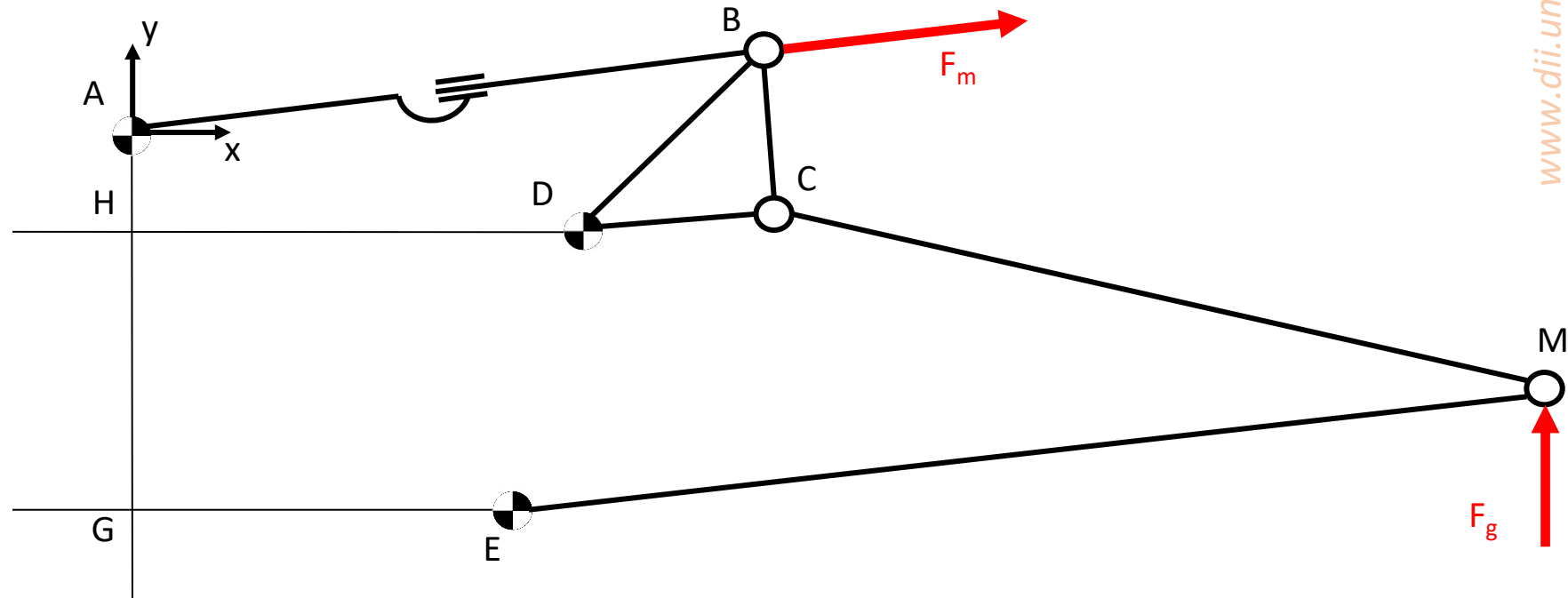
$$\underline{W} = \frac{du}{dq} = \begin{Bmatrix} 1 \\ \frac{dy_M}{dq} \end{Bmatrix}$$

$$\underline{S}^T \cdot \underline{W} = F_m + F_g a_8 \cos \varphi_8 w_8 = 0$$

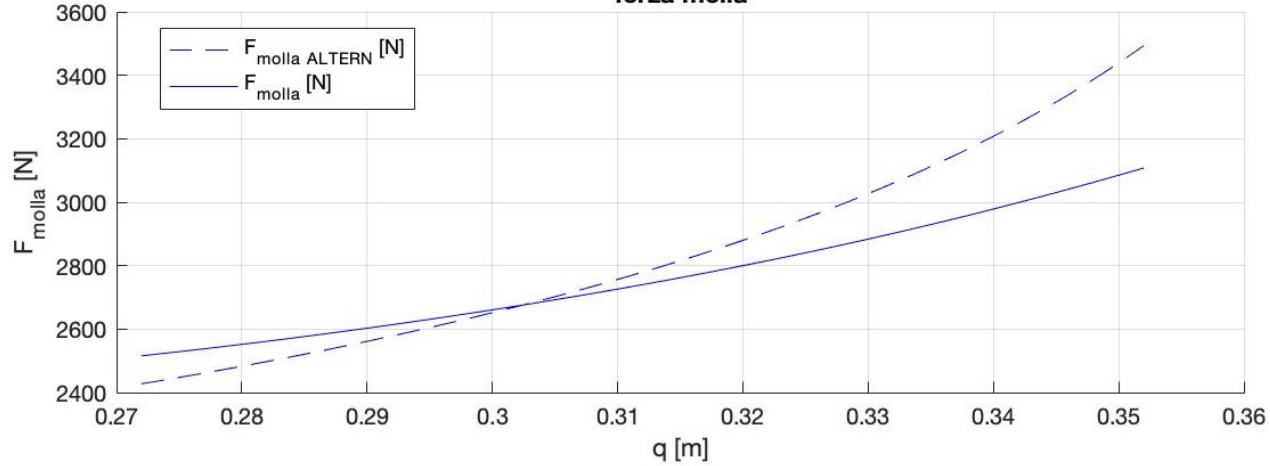
$$F_m = -F_g a_8 \cos \varphi_8 w_8$$

Da cui allora:
$$\Delta x = \frac{F_g a_8 \cos \varphi_8 w_8 - F_{m_0}}{k}$$

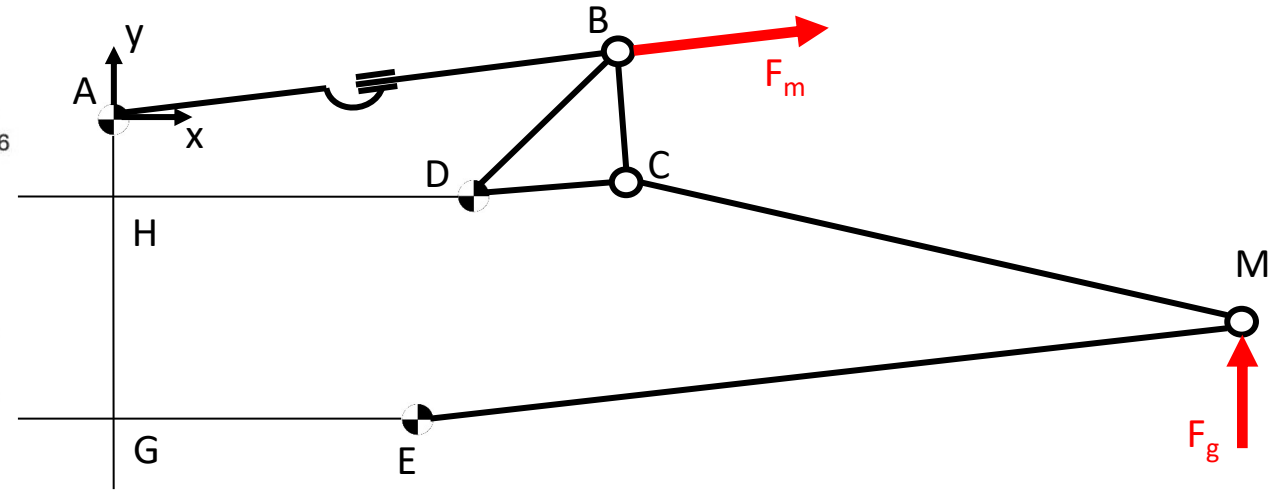
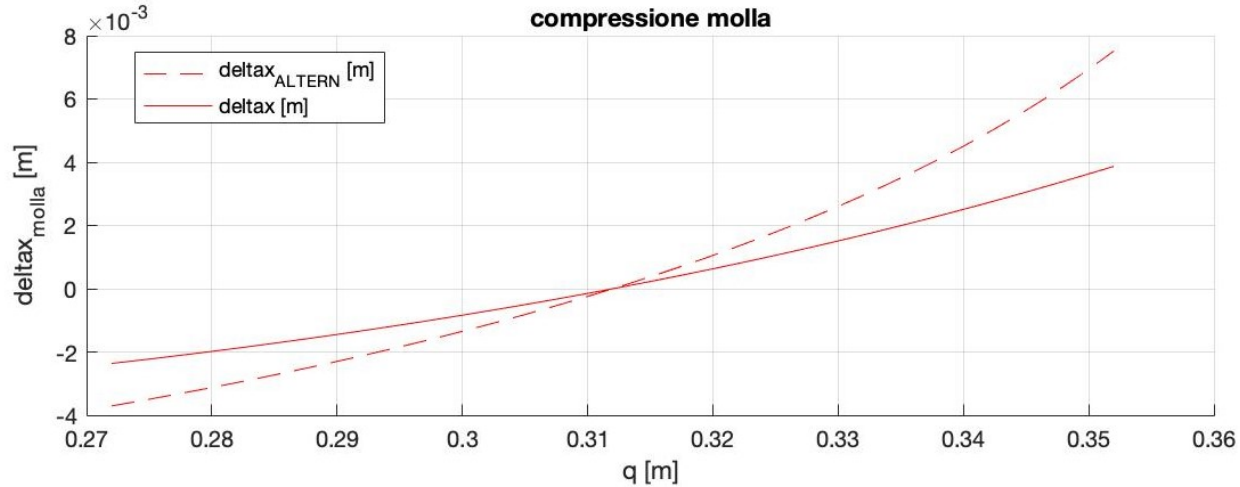
In cui Δx rappresenta la compressione della molla rispetto alla posizione di riposo



forza molla



compressione molla



Dal grafico in basso si nota come i due grafici si intersechino sull'asse delle ascisse, in corrispondenza dell'allungamento nullo

In conclusione si può notare che cambiando la posizione di attacco del perno del forcellone il comportamento della sospensione rimane invariato per quanto riguarda il glifo mentre le altre curve, riguardanti il quadrilatero e il mozzo ruota, cambiano di molto.

Dall'osservazione dei grafici risultanti dall'analisi statica si può affermare che la sospensione ha **comportamento progressivo**, ciò significa che più la sospensione affonda più questa si indurisce.

Mantenendo la lunghezza del membro 10 costante l'assetto della moto varia in maniera marcata, come si può notare dalla grande variazione dell'ordinata del mozzo, di conseguenza nel variare il punto di attacco io suggerirei di allungare il perno filettato che collega sospensione e forcellone, in modo da mantenere l'assetto più costante.

