OFFICINA TABARELLI SpA

MOZZECANE (VERONA)

SOLLEVATORE SEMOVENTE TIPO T 84 AP

nella versione

con pala anteriore e due stabilizzatori posteriori

(sbraccio massimo m. 7,38)

RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA

macchina n.10176

La presente relazione si compone di n. 64 pagine e vi sono allegati 7 tabelle e 4 disegni.

1995

DOTT. ING. VINCENZO ROMITO - VERONA - ORDINE INGEGNERI PROV. DI VERONA N° 608

INDICE

1) Caratteristiche principali pag. 3

2) Forze considerate nel calcolo 5
- 2.1 Forze principali 6
- 2.2 Forze di inerzia verticali 8
- 2.3 Forze di inerzia orizzontali 9
- 2.4 Forze centrifughe 11
- 2.5 Forze dovute al vento 11

3) Condizioni di carico 12
- 3.1 1^condizione di carico 12
- 3.2 2^condizione di carico 13
- 3.3 3^condizione di carico 13

4) Materiali 14
- 4.1 Tensioni ammissibili 14

5) 1^Condizione di carico 15
- 5.1 Verifica di resistenza del braccio 15
- 5.2 Verifica dell'imbozzamento del braccio e del braccetto 21
- 5.3 Verifica a fatica del braccio e braccetto 24
- 5.4 Verifica dei pistoni 24
- 5.5 Verifica degli spinotti e delle cerniere 32
- 5.6 Verifica del sopracarro 39
- 5.7 Verifica del sottocarro 42
- 5.8 Verifica dei pneumatici e degli assali 48
- 5.9 Verifica degli stabilizzatori posteriori 51
- 5.10 Verifica della pala come stabilizzatore 55

6) II^Condizione di carico 57

7) III^Condizione di carico 58

8) Stabilità al rovesciamento su ruote 58
- 8.1 Servizio normale 58
- 8.2 Verifica statica 60
- 8.3 Rilascio istantaneo del carico 60
- 8.4 Vento di tempesta 62

9) Stabilità al rovesciamento su stabilizzatori 62
- 9.1 Servizio normale 62
- 9.2 Verifica statica 63
- 9.3 Rilascio istantaneo del carico 63
- 9.4 Vento di tempesta 64

Conclusione 64

Allegati:
A) Tabella ralla: "Metalurgica Rossi"
B) Diagrammi ralla "Metallurgica Rossi"
C) Dichiarazione ponte posteriore "Fiat 697"
D) Tabella pneumatici per autoveicoli industriali
E) Curve di rendimento della pompa Hydreco cmc 110
F) Curve caratteristiche del motore FIAT 8061
G) Certificato di conformità del gancio

Disegni "Tabarelli S.p.A." - Sollevatore semovente tipo T 84 AP - versione con pala anteriore e 2 stabilizzatori posteriori, con braccio massimo di m. 7,38:
- Dis. 1: vista laterale - vista posteriore - sbraccio minimo - telaio - sezione telaio,
- Dis. 2: torretta - sezioni torretta - martinetto d'alzata - cerniera braccio sovraccarro, braccio braccetto - martinetto di sbraccio - martinetto di prolunga telescopica - spine fissag gio braccetto, benna - martinetto blocco balestre - marti netto stabilizzatore - cabina,
- Dis. 3: schema di impianto oleodinamico principale,
- Dis. 4: schema di impianto oleodinamico secondario

Sollevatore semovente T 84 AP

nella versione con
pala anteriore e due stabilizzatori posteriori

(sbraccio massimo m. 7,38)

RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA

La relazione tecnica di verifica di questo sollevatore è fatta seguendo le istruzioni per il calcolo degli apparecchi di sollevamento mobili non su rotaia, raccolte nelle Norme CNR 10021/79.

Il calcolo delle strutture è stato eseguito seguendo le Norme CNR - 10011/88.

Il calcolo dei perni è stato fatto seguendo le Norme UNI 7670/77 relative ai meccanismi per apparecchi di sollevamento.

La determinazione delle sollecitazioni nei vari organi, nelle diverse condizioni di sbraccio e carico, è stata elaborata con apparecchio Macintosh Quadra, programma Rag Time 3.

I dati di ingresso sono riportati in testa ad ogni tabella dal foglio elettronico impiegato nella quale sono trattati e figurano tabellati con cifre normali, mentre i valori calcolati sono in grassetto. Le formule di calcolo adottate, quando non intuitive, sono riportate.

Le verifiche sono state eseguite per le maggiori sollecitazioni individuate.

Classificazione dell'apparecchio:

- cicli/ora 20 - ore/giorno 5 - giorni/anno 150 - vita in anni

$20 \times 5 \times 150 \times 30 = 450.000 < 500.000 \longrightarrow$ simbolo U_5

- regime di carico (su 20 cicli/ora):

cicli:	$n_i = (450.000/20) \times$	1	3	5	5	4	2
carico :	$P_i = P_{max} \times$	1	4/5	2/3	1/2	1/3	1/10

$$k_P = \sum_i \frac{n_i}{n} \left(\frac{P_i}{P_{max}}\right)^3 = 0{,}24$$ ⟶ simbolo Q_2

- classe: A = n kp = 20 x 0,24 = 4,8 ⟶ simbolo A5

1) CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Passo	2500	mm
- Carreggiata	1825	mm
- Peso totale (attrezzato con gancio)	18500	kp
- Carichi massimi sollevabili	vedi diagr. a 2.1.2.	
- Sbraccio:		
massimo con prolunga	7380	mm
massimo senza prolunga	6290	m
minimo	3310	mm

- Motore a ciclo Diesel, AIFO tipo 8061 i 25 a 6 cilindri, della potenza massima di 120 CV DIN a 2500 g/1', tarato a 2200 g/1'.

- Trasmissione idrostatica costituita da :

  - pompa a pistoni con portata variabile tipo HYDRECO, cilindrata max 110 cmc/g, tarata a potenza costante di 80 CV a 2200 g/1' (vedi copia allegata della curva portata/pressione);

  - motore idraulico a pistoni tipo HMT 108, cilindrata fissa di107.47 cmc/g;

  - riduttore a due velocità, rapp. 1/5,9 - 1/2,8.;

- Ponte posteriore FIAT tipo 697, omologato per una portata statica di kp 19000.

- Avantreno Tabarelli, tipo T 84,

- Pneumatici anteriori e posteriori gemellati tipo 10.00 - 20 pr 16, omologati oppure ruote piene semielastiche;

- Freni a comando pneumatico;

- Velocità massima di traslazione senza carico 17,57 km/ora, a carico 2 km/ora;

- Impianto oleodinamico di servizio :

  - taratura dell'impianto a 235 kg/cmq;

  - distributore tipo SALAMI VDS 16 ad 8 elementi.

  - motore idraulico per la rotazione della torretta Oliostip, tipo RMF 600, portata 600 ccm/giro, coppia 2.3 kpm alla pressione di 25 kp/cmq;

  - riduttore epicicloidale per rotazione della torretta con rapporto 1:7,5 e pignone Z = 13;

  - martinetto di alzata: D = 165 mm, stelo d = 100 mm, corsa L = 1070 mm.

  - marinetto di sbraccio D = 145 mm, stelo d = 80 mm, corsa L = 1000 mm.

  - martinetto di prolunga D = 100 mm, stelo d = 50 mm, corsa L = 1100 mm.

  - martinetti di stabilizzatori posteriori D = 140 mm, stelo d = 70 mm, corsa L = 530 mm.

  - martinetto per pala D = 90 mm, stelo d = 50 mm, corsa L = 200 mm;

  - martinetti di blocco dell'avantreno D = 110 mm, stelo d = 70 mm, corsa L = 80 mm;

  - valvole di blocco montate rigidamente su tutti i martinetti : coeff. di sicurezza 6 rispetto a rottura;

  - tubazioni metalliche Mannesman da 1/2", spess.3.25 mm, da 3/4" spess.4 mm, da 1" spess. 5mm.

  - tubazioni flessibili tipo SAE 100 R2 a doppia treccia di acciaio con pressione di esercizio fino a 225 kp/cmq e pressione di scoppio di 630 kp/cmc.

- Ralla per la rotazione della torretta ROSSI tipo 1.2.120-400, con 98 denti;

  - Velocità di rotazione della torretta con carico 3 g/1';

  N.B. - La velocità di rotazione della torretta, calcolata in base alla portata della pompa a 2200 g/1' (110 cmc/giro), alla cilindrata del motore (600 cmc/g),

ed al rapporto di trasmissione totale è:

$$\frac{110 \times 2200 \times 1 \times 13}{600 \times 7,5 \times 98} = 7,13 \text{ g/1}$$

Con carico la velocità di rotazione deve essere contenuta come detto sopra.

- Velocità di sollevamento: è calcolata in base alla portata della pompa quando gira a 2200 g/1', al diametro del pistone di alzata ed alla geometria del braccio.

La portata della pompa a 2200 g/1' è in funzione della pressione e varia secondo la curva, di cui si riporta copia negli allegati, dal massimo di 246 l/1' per 130 kg/cmq al minimo di 138 l/1' per 230 kg/cmq (pressione massima di taratura). Si ritiene di non tener conto di tale diminuzione di velocità che, influendo sul coefficiente Ψ, interessa la portata massima. In tale modo si opera a favore della sicurezza.

	A	B	C	D	E
1	1) caratt. principali: -portata max pompa a 2200 g/1'in ccm/sec				4033,333
2	velocità pistone sollevamento in m/sec				0,189
3	velocità max. sollevamento gancio in m/sec:				
4	- braccio teso con prolunga				1,463
5	- braccio teso senza prolunga				1,276
6	- braccio retratto				0,817

2) FORZE CONSIDERATE NEL CALCOLO

Agli effetti della calcolazione tutti i carichi distribuiti (pesi propri) si ritengono concentrati nei loro propri baricentri, le cui posizioni sono indicate nel disegno complessivo allegato.

2.1) FORZE PRINCIPALI

2.1.1) - <u>peso proprio</u> braccio SG1 = 1160 kp

braccetto SG2 = 860 kp

contrappeso	SG3 = 3150 kp
sopracarro	SG4 = 6730 kp
sottocarro	SG5 = 6650 kp

2.1.2.) - carico di servizio:

I massimi carichi consentiti negli usi della macchina, sia con gancio che con benna, polipo e magnete, quando opera ferma od in movimento sulle sole ruote, e ferma o con gli stabilizzatori a terra, sono riassunti e schematizzati di seguito.

A) I massimi carichi consentiti **con gancio, per macchina ferma su ruote,** sono:

- per braccio con prolunga **kp** 1750 (per 360° su ruote)
- per braccio senza prolunga **kp** 2000 (per 360° su ruote)
- per braccio retratto **kp** 4500 (per 360° su ruote)

N.B. Il carico di servizio SS è costituito dal carico utile e dal peso del gancio. Poichè il peso del gancio è trascurabile rispetto al carico utile si può assimilare il carico di servizio alla portata stessa del caricatore.

B) Con **macchina in movimento** il massimo carico consentito è di **kg** 2700, con braccio retratto, orientato all'indietro lungo l'asse della macchina.

C) I massimi carichi consentiti **con gancio, per macchina con soli stabilizzatori posteriori a terra o sola pala anteriore a terra,** sono:

- per braccio con prolunga **kp** 2500 (per90° su stabilizzatori)
- per braccio senza prolunga **kp** 3500 (per 90° su stabilizzatori)
- per braccio retratto **kp** 7000 (per 90° su stabilizzatori)

D) I massimi carichi consentiti **con gancio, per macchina sia con stabilizzatori posteriori che con pala anteriore a terra,** sono:

- per braccio con prolunga **kp** 2500 (per360° su stabilizzatori)
- per braccio senza prolunga **kp** 3500 (per360° su stabilizzatori)
- per braccio retratto **kp** 7000 (per360° su stabilizzatori)

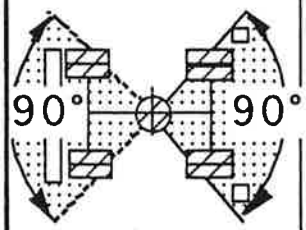
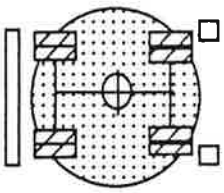
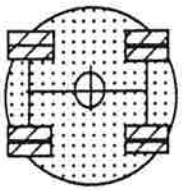
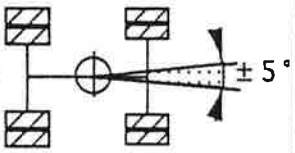
E) I massimi carichi consentiti con **ragno, magnete, ecc.** sono rispettivamente:

	su ruote		su stabilizzatori	
	par ragno	magnete	ragno	magnete
braccio teso + prolunga	0	190	650	1050
braccio teso senza prol.	0	320	1440	1500
braccio retratto	1500	1500	1500	1500

L'attrezzatura della macchina prevede in alternativa al gancio:

- impianto magnetico di sollevamento ø 1250,del peso di kg 1060;
- ragno con rotore idraulico tipo PV 70, del peso di kg 1170 e portata massima di kg 1500.

Nei due casi (braccio teso con e senza prolunga), al netto del peso dell'attrezzo, i carichi consentiti sono quelli della tabella seguente, che riporta anche il massimo carico per spostamenti, nell'unica condizione di braccio utilizzabile per questi.

PESI MASSIMI SOLLEVABILI	macchina ferma									macchina in movimento
	su 2 stabilizz.			su 2 stab. e pala			su ruote			
braccio teso:	gancio	ragno	magn	gancio	ragno	magn.	gancio	ragno	magn.	prima di traslare con il carico, orientare il braccio nel settore posteriore
-senza prolunga	3500	1440	1500	3500	1440	1500	2000	0	320	
-con prolunga	2500	650	1050	2500	650	1050	1750	0	190	
Settore di lavoro										settore posteriore 

2.2) FORZE DI INERZIA VERTICALI

Si tiene conto di tali forze moltiplicando il carico SS per il coefficiente dinamico

$$\Psi = 1 + 0.3 \times Vs \quad \begin{array}{ll} = 1{,}44 & \text{braccio teso con prolunga} \\ = 1{,}38 & \text{braccio teso senza prolunga} \\ = 1{,}24 & \text{braccio retratto} \end{array}$$

in cui k = 0.3, per apparecchio dotato di **gancio**, e Vs la velocità di sollevamento massima del carico (capo 1). A favore della stabilità nel seguito saranno adottati i coefficienti sopra calcolati, anche se due sono superiori a 1,3 (massimo considerato dalla norma).

Qualora l'apparecchio venga dotato di **ragno o magnete**, per i quali accessori la Norma prevede k = 0.6, si ha:

$$\psi' = 1 + 0.6\ Vs \quad \begin{array}{lll} = 1.88 & \text{ridotto a } 1{,}6 & \text{braccio teso con prolunga} \\ = 1.76 & \text{ridotto a } 1{,}6 & \text{braccio teso senza prolunga} \\ = 1.49 & & \text{braccio retratto} \end{array}$$

Posto: SS = carico con gancio

SS' = carico con con altro attrezzo,

P =peso dell'attrezzo di sollevamento (0 kg= peso gancio)

poichè, per i valori di SS' riporatati in tabella, si ha sempre

$$SS' \leq SS \frac{\Psi}{\Psi'} - P$$

le verifiche seguenti, fatte per carichi con gancio, sono valide anche per l'impiego di ragno o magnete.

2.2) FORZE DI INERZIA ORIZZONTALI

2.3.1) Movimenti di traslazione sotto carico

L'accelerazione o decelerazione delle masse sotto carico è, per

2.2) FORZE DI INERZIA ORIZZONTALI

2.3.1) Movimenti di traslazione sotto carico

L'accelerazione o decelerazione delle masse sotto carico è, per

$$vt = 2 \text{ km/ora} = 0.555 \text{ m/sec.},$$

2.3.2) Movimento di rotazione sotto carico

Il motore di rotazione della torretta è tarato alla pressione di 25 kp/cmq cui corrisponde una coppia Cm= 2.3 kpm.

E' accoppiato alla corona dentata della ralla tramite una doppia riduzione (riduttore e pignone-corona) con un rapporto totale di trasmissione

$$(1/7,5) \times (13/98) = 1/56,53$$

La massima velocità di rotazione della torretta con carico è di 3 g/1', quella del motore 3 x 56,53 = 170 g/1'.

Il rendimento globale della trasmissone è 0.96 x 0.95 = 0.91

All'asse della torretta si ha la coppia $C = 0.91 \times 2.3 \times 170 = 355$ kpm

Il momento di inerzia della massa in rotazione è :

$$J = (SG1\ a^2 + SG2\ b^2 + SG3\ c^2 + SG4\ d^2 + SS\ f^2)\ /g$$

dove a b c d f sono le distanze dei baricentri dei pesi propri e del carico di servizio dal centro di rotazione.

la accelerazione angolare è: $e = C\ /J = 355/J$

la accelerazione tangenziale è: $at = R\ e = 355\ R/J$

le forze orizzontali risultano:

$$SHR = (S/g)\ at = (e/g) \times R \times S = (355/(9.81\ J)) \times R \times S$$

Con R ed S sono indicati rispettivamente il peso, proprio o di servizio, e la sua distanza dal centro di rotazione.

In frenata, le valvole di bilanciamento, opportunamente tarate, provocano decelerazioni in valore assoluto minori o uguali alle accelerazioni calcolate.

Nella tabella le SHR sono distinte:

a) per sbraccio massimo con prolunga

b) per sbraccio massimo senza prolunga

c) per braccio retratto.

	A	B	C	D	E
1	PESO PROPRIO:	braccio	SG1	1160	
2		braccetto	SG2	860	
3		contrappeso	SG3	3150	
4		sopracarro	SG4	6730	
5		sottocarro	SG5	6650	
6	CARICHI		su ruote	su stabilizz.	Ψ
7		braccio teso con prol.	1750	2500	1,44
8		braccio teso senza prol.	2000	3500	1,38
9		braccio retratto	4500	7000	1,24
10	DISTANZE BARICENTRI DA RALLA				
11		braccio teso con prol.	1,06		
12		braccio teso senza prol.	1,06		
13		braccio retratto	0,58		
14		braccetto teso con prol.	5,135		
15		braccetto teso senza p.	4,7		
16		braccetto retratto	3,24		
17		contrappeso	-2,04		
18		sopracarro	-0,42		
19		sottocarro	0,12		
20		carico:braccio teso c.p.	7,38		
21		carico:braccio teso s.p.	6,29		
22		carico:braccio retratto	3,31		
23					
24					
25	mom. di inerzia delle masse in rotazione, in kpm/secq:			su ruote	su stabilizz.
26	- per braccio teso con prolunga			13618	17782
27	- per braccio teso senza prolunga			11593	17642
28	- per braccio retratto			7443	10235
29	Forze orizzontali per rotazione torretta in kp:			su ruote	su stabilizz
30	- massa braccio:	teso con prolunga	SHR1 a	3	3
31		teso senza prol.	b	4	3
32		retratto	c	3	2
33	- massa braccetto		SHR2 a	12	9
34			b	13	8
35			c	14	10
36	- massa contrappeso		SHR3 a	-17	-13
37			b	-20	-13
38			c	-31	-23
39	- massa sopracarro		SHR4 a	-8	-6
40			b	-9	-6
41			c	-14	-10
42	- massa carico serv.		SHR6 a	34	38
43			b	39	45
44			c	73	82

2.4) FORZE CENTRIFUGHE

La massima velocità di rotazione della torretta di 7,13 g/1' è sfruttabile solo in assenza di carico di servizio; in presenza di carichi di servizio la velocità di rotazione deve essere opportunamente ridotta dall'operatore.

Con i massimi carichi di servizio ammessi dalla tabella delle portate si considera una velocità di rotazione di 3 g/1'

$$\varpi = 2\pi\, n / 60 = 0.314 \text{ rad/sec}$$

essendo $a = \varpi^2 R$, si ottiene $SHC = S\, a/g = 1{,}57 \times 102 \times R \times S$

Sul carico di servizio avremo perciò la seguente forza centrifuga

	A	B	C	D	E
1	CARICHI		su ruote	su stabilizz.	
2		braccio teso con prol.	1750	2500	
3		braccio teso senza prol.	2000	3500	
4		braccio retratto	4500	7000	
5	DISTANZE BARICENTRO DA RALLA				
6		carico:braccio teso c.p.	7,38		
7		carico:braccio teso s.p.	6,29		
8		carico:braccio retratto	3,31		
9	FORZA CENTRIFUGA SUL CARICO			su ruote	su stabilizza.
10	- per braccio teso con prolunga		SHC6 a	130	186
11	- per braccio teso senza prolunga		SHC6 b	127	221
12	- per braccio retratto		SHC6 c	150	233

2.5) FORZE DOVUTE AL VENTO

La forza esercitata dal vento si calcola con la formula

$$SW = C\, A\, q$$

dove C = coefficiente di forma = 1.2 per il carico
= 1.4 per il braccio ed il braccetto

A = superficie esposta al vento 1.0 mq/ton per il carico

q = pressione dinamica generata dal vento pari a 25 kp/mq

braccio	SW1 =	52 kp
braccetto	SW2 =	56 kp
carico	SW6	da tabella

	A	B	C	D	E
1	CARICHI		su ruote	su stabilizz.	
2		braccio teso con prol.	1750	2500	
3		braccio teso senza prol.	2000	3500	
4		braccio retratto	4500	7000	
5	Forza orizzontale del vento sul carico:			su ruote	su stabilizzatori
6	- braccio teso con prolunga	SW6	a	24	35
7	- braccio teso senza prolunga	SW6	b	36	63
8	- braccio retratto	SW6	c	84	96

3) CONDIZIONI DI CARICO

Si considerano le tre condizioni di carico:

1° servizio normale senza vento

2° servizio normale con vento d'esercizio

3° carichi eccezionali

In analogia con quanto prescritto dalla Norma CNR 10021/79 il coefficiente di maggiorazione da introdurre secondo il prospetto 4-1 per gli apparecchi di classe 5 è:

$$M = 1.12$$

3.1) 1° CONDIZIONE DI CARICO

Si considerano gli sforzi statici dovuti al peso proprio SG, quelli dovuti al carico di servizio SS moltiplicato per il coefficiente dinamico Ψ e la più sfavorevole fra le azioni orizzontali SH .

Come sforzo totale $S_{1°}$ si assume la somma di questi sforzi moltiplicati per il coefficiente di maggiorazione M

$$S_{1°} = M\ (SG + \Psi \times SS + SH)$$

Le forze orizzontrali SH sono la forza d'inerzia dovute alla rotazione della torretta (SHR) e la forza centrifuga che agisce sul carico di servizio. (SHC).

Tutti i carichi vanno movimentati (sollevamento e rotazione) a macchina ferma. Durnte il trasferimento il braccio deve essere portato sopra l'asse posteriore (allineato con l'asse longitudinale del sollevatore) ed il carico deve essere abbassato al massimo, il più possibile vicino al carro, ed assicurato al telaio in modo da evitare ogni pendolazione.

Le forze orizzontali SH non comprendono perciò le forze di inerzia dovute alla traslazione del carro.

Viene comunque eseguita al punto 8.2 la verifica di stabilità delsollevatore con il massimo carico di servizio durante la traslazione.

La sollecitazione sugli organi del sollevatore è massima quando, a carro fermo, sono presenti le forze di inerzia SHR dovute alla rotazione della torretta, come calcolato al punto 2.3.

La forza centrifuga SHC, come calcolato al punto 2.4, a braccio teso è sempre diretta come il braccio stesso e le sue solleciatazioni sono perciò trscurabili. A braccio piegato, invece, la sua direzione e verso sono tali da diminuire gli sforzi provocati dai carichi verticali sul braccetto, e da aumentarli in modo irrilevante sul braccio e sulla struttura del braccio e del sovracarro.

Può perciò essere trascurata nel presente calcolo.

3.2) 2° CONDIZIONE DI CARICO

$$S2° = M\ (SG + Y \times SS + SH) + SW$$

Agli sforzi già presi in esame per la prima condizione di carico, si aggiungono gli effetti del vento sulla struttura e sul carico.

Non vengono considerati gli effetti del vento sul braccio perchè sono del tutto irrilevanti rispetto a quelli sul carico di servizio.

3.3) 3° CONDIZIONE DI CARICO

$$S3° = SG + (1.25\ SS + 0.1\ F)$$

Si considera l'apparecchio soggetto alle forze dovute al peso proprio ed al carico di prova.

4) MATERIALI

Tutta la struttura portante in carpenteria del sottocarro, del sopracarro e del braccio è stata eseguita in acciaio di tipo 1.

Per tale acciaio vale quanto dal prospetto 2-I delle Norme CNR10011/88

$\sigma r \geq 37$ kp/mmq

$\sigma s \geq 24$ kp/mmq

Le camicie e le aste dei martinetti idraulici sono in acciaio Aq 50 UNI 3983 normalizzato, per il quale sono:

$\sigma r \geq 52$ kp/mmq

$\sigma s \geq 31$ kp/mmq

Gli spinotti delle cerniere e dei martinetti idraulici sono in acciaio C 40 UNI 5332 bonificato con

$\sigma r \geq 71$ kp/mmq

$\sigma s \geq 50$ kp/mmq

4.1) TENSIONI AMMISSIBILI

Le tensioni ammissibili, indicate con σam e τam, si riferiscono alla condizione di carico 1°, definita al punto 3.1. Esse sono quelle previste al punto 4.1.1. della CNR 10011/88.

Per la condizione di carico 2° si devono assumere le tensioni ammissibili

$1.125\ \sigma am$ e $1.125\ \tau am$

Per la condizione di carico 3° si devono assumere le tensioni ammissibili

$1.250\ \sigma am$ e $1.250\ \tau am$

Per quanto riguarda le unioni saldate, non è necessaria alcuna verifica, perchè lo spessore dei cordoni di saldatura è sempre maggiore di almeno il 20% di quello del materiale giuntato.

Negli stati di tensione pluriassale (nel riferimento generico) dovrà essere

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2)} \leq \sigma_{amm}$$

Nel caso di tensione tangenziale pura

$$\sigma_{id} = \tau\sqrt{3} \qquad \text{da cui} \qquad \tau_{amm} = \frac{\sigma_{amm}}{\sqrt{3}}$$

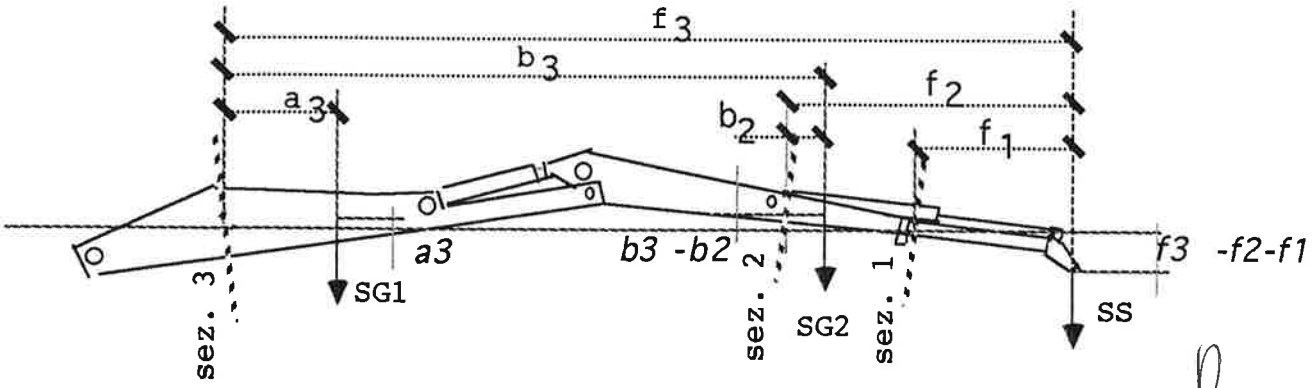
Materiali	1° condizione σ_{am}	2° condizione σ_{am}	3° condizione σ_{am}
Acciaio tipo 1	16.0	18.0	20.0
Acciaio Aq 50 UNI 3983 normalizzato	20.7	23.3	25.9

Per l'acciaio C 40 UNI 5332 bonificato, vedi tabella a punto 5.5, così come per il 38 Ni Cr Mo4 UNI 5332.

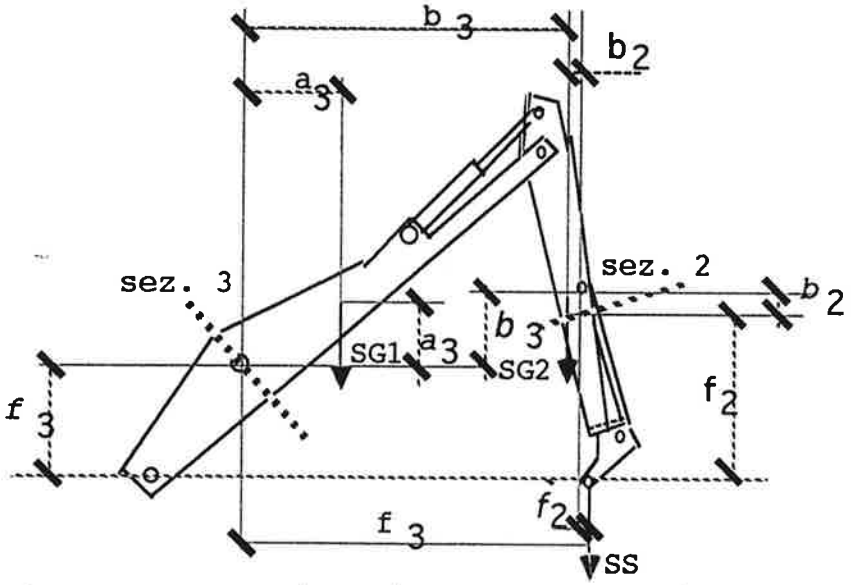
5) 1° CONDIZIONE DI CARICO

5.1) VERIFICA DI RESISTENZA DEL BRACCIO

Per il campo di lavoro indicato nel diagramma delle portate, si sono esaminate le sollecitazioni in varie posizioni del braccio:



Essendo le inclinazioni del braccio e braccetto minime, le misure sono considerate in orizzontale e verticale.

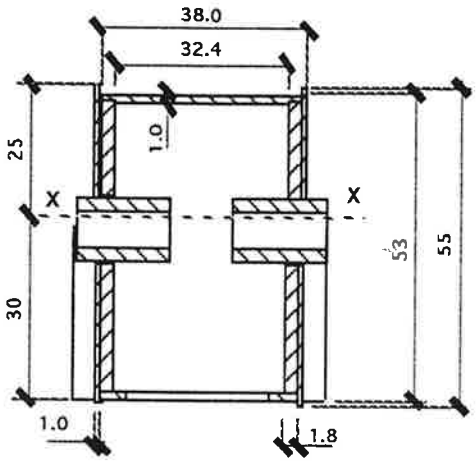


Data la poca influenza della compressione, è adottata la schematizzazione semplificata, che è a favore della sicurezza.

	A	B	C	D	E
1	Caratteristiche geometriche del braccio				
2	5.1.1)		br. teso con prolunga	br. teso senza pr.	braccioretratto
3	da sez. 3 (orizz.)	a3	115	115	91
4		b3	522,5	479	357
5		f3	747	638	364
6	(vertic.)	*a3*	36	36	103
7		*b3*	16	16	65
8		*f3*	29,5	29,5	75
9	5.1.1)	b	106	106	80
10		n	63	63	88
11		h	32	32	76
12		m	136,5	136,5	136,5
13		alfa	1,2130	1,2130	1,1782
14		gamma	0,2932	0,2932	0,7598
15	Caratt. Sezione 3	Jx =	91978	91978	91978
16		Jy =	85342	85342	85342
17		Jp =	284	284	284
18		d =	30	30	30
19		e =	17,6	17,6	17,6
20		r =	2,8	2,8	2,8
21	(area sezione)	A =	333	333	333
22	(area fiancate)	A'	301	301	301
23	forze orizz. e vert.	SG1	1160	1160	1160
24		SG2	860	860	860
25		SS	2500	3500	7000
26		SHR1	3	3	2
27		SHR2	9	8	10
28		SHR6	38	45	82
29		Ψ	1,44	1,38	1,24

5.1.1) Sezione 3

SEZ. 3^



Wt = 284/2,8 = 101 cmc

2x1 x55 = 110 x27,5 = 3025
2x1,8x53 = 191 x27,5 = 5252
1x1x32,4 = 32 x53,5 = 1733

A = 333 cmq S = 10010 cmc

r = 30 cm r' = 25 cm

$2x1x55^3/12 + 110x2,5^2 = 28417$

$2x1,8x53^3/12 + 191x2,5^2 = 45857$

$1x32,4x1^3 + 32x23,5^2 = 17704$

Yx = 91978 cmqq

Wx = 3066 cmc W'x = 3679 cmc

Wy = 53(38 -32,4)/(6x38) = 4849 cmc

$Jp = 1,12/3\ x(2x55x1^3 + 2x53x1,8^3 + 32,4x1^3) = 284$

Si calcolano: $Q = M\ (SG1 + SG2 + \Psi\ SS)$

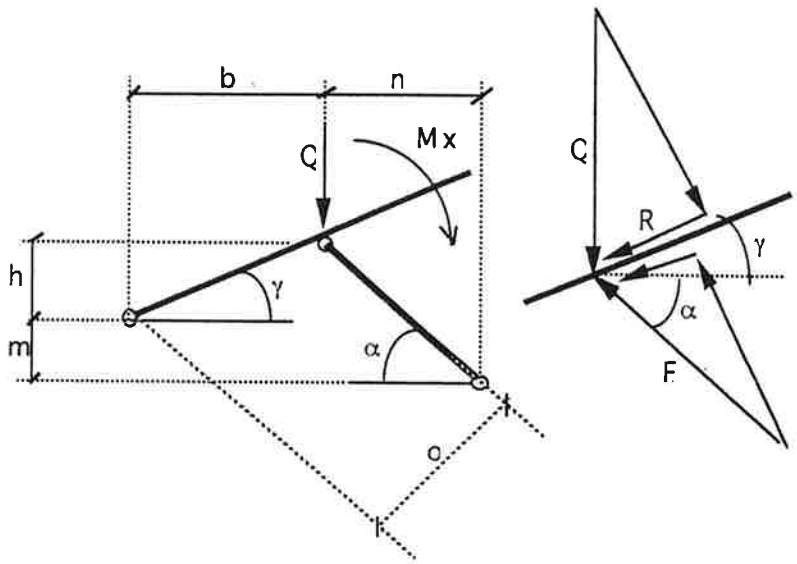
$Mx = M\ (SG1\ a_3 + SG2\ b_3 + \Psi\ SS\ f_3)$

$My = M\ (SHR1\ a_3 + SHR2\ b_3 + \Psi\ SHR6\ f_3)$

$Mt = M\ (SHR1\ a_3 + SHR2\ b_3 + SHR\ f_3)$

Alle sollecitazioni valutate è da aggiungere la compressione indotta dalla spinta del martinetto di sollevamento della cerniera se $\alpha+\gamma < 90°$.

Dallo schema si hanno:



$\alpha = \text{arc tang}\ \{(m+h)/n\}$

$\gamma = \text{arc tang}\ \{h/b\}$

$o = b\ \text{sen}\ (\alpha+\gamma)\ /\ \cos\gamma$

$F = Q \cos\gamma / \text{sen}(\alpha+\gamma) + Mx\ /o$

$R = Q\ \text{sen}\gamma + F \cos(\alpha+\gamma)$ se $\alpha+\gamma < 90°$

$R = Q\ \text{sen}\ \gamma$ se $\alpha+\gamma > 90°$

σ_f = Mx d/Jx

σc = R/Area sez. $\sigma x = \sigma f + \sigma c$

τf = max tra $Q \cos\gamma / A'$ e $(F \operatorname{sen}(\alpha+\gamma) - Q \cos\gamma)/A'$

(la prima espressione valuta il taglio a monte della cerniera del martinetto, la seconda a valle)

τt = Mt/Wp

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3(\tau_f + \tau_t)^2}$$

	A	B	C	D	E
1	Solleciazioni		br.teso con prol.	br. teso senza prol.	braccio retratto
2	5.1.1)	Q	6294	7672	11984
3		Mx	3468267	3844493	3786426
4		My	51434	49052	45655
5		Mt	1538	1751	7847
6		sigma x	1131	1254	1235
7		sigma y	11	10	9
8		F	37427	42154	46073
9		R	4236	4939	4828
10		S	31323	34721	34314
11		sigma c	13	15	-25
12		tau f	104	115	114
13		tau t	15	17	77
14		sigma id	1157	1284	1298

La condizione di maggior sollecitazione si ha col braccio teso senza prolunga.

5.1.2) <u>Sezione 2</u>

$Q = M\,(SG2 + \Psi\, SS)$

$Mx = M\,(SG2\, b_2 + \Psi\, SS\, f_2)$

$My = M\,(SHR2\, b_2 + SHR6\, f_2)$

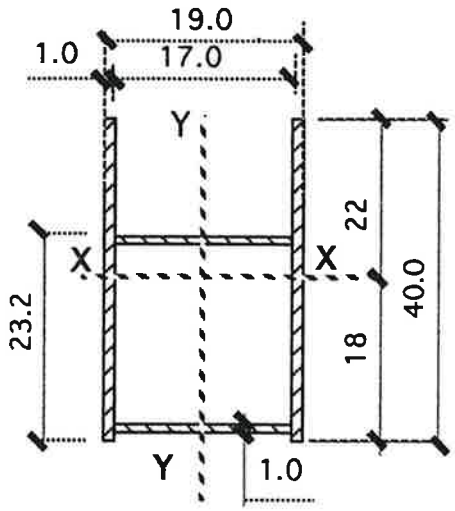
$Mt = M\,(SHR2\, b_2 + SHR6\, f_2)$

σx = Mx d/Jx

σy = My e/Jy

τf = Q/A'

SEZ. 2^



2x1x40 = 80 x20 = 1600
1x17 = 17 x1,5 = 25
1x17 = 17 x23,7 = 403

A = 114 cmq S = 2028 cmc

r = 18 r' = 22

$2/12x(1x40^3 + 80x2^2) =$ 10699

$2/12x(17x1^3 +17x16,5 +17x5,7^2) =$ 5183

Jx = 15882 cmqq

Wx = 882 cmc W'x = 722 cmc

$Wy = (40x19^3 -38x17^3)/(12x19) = 384$ cmc

Wt = 2Ωs = 2x22,2x18x1 = 799 cmc

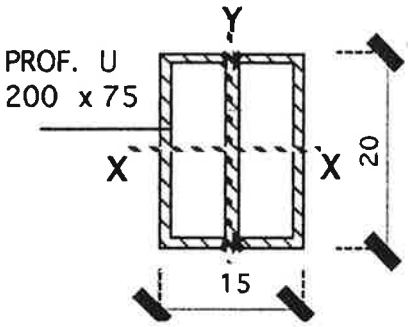
2 Ω s = 2x23,2x19x1 = 882 cmc

	A	B	C	D	E
1	Sez. 2				
2	caratt.braccio e	b2	36,5	10	10
3	sezione, in cm.	f2	261	152	10
4		*b2*	3	3	10
5		*f2*	69	69	169
6		Jx	15882	15882	15882
7		Jy	7296	7296	7296
8		Wt	799	799	799
9		d	18	18	18
10		d'	22	22	22
11		e	19	19	19
12		A	114	114	114
13		A'	80	80	80
14	forze orizz. e ve	SG2	860	860	860
15		SS	2500	3500	7000
16		SHR2	9	8	10
17		SHR6	38	45	82
18		Ψ	1,44	1,38	1,24
19	Sollecitazioni		br. teso con prol.	br.teso senza pro	braccio retratto
20		Q	4995	6373	10685
21		Mx	1087509	831891	106848
22		My	11476	7750	1030
23		Mt	2967	3504	15633
24		sigma x	1506	1152	148
25		sigma'x	-1233	-943	-121
26		sigma y	30	20	3
27		tau f	44	56	94
28		tau t	4	4	20
29		sigma id.	1539	1177	247

La condizione di maggior sollecitazione si ha col braccio teso con prolunga.

5.1.3) Sezione 1

SEZ. 1^



Wx = (2x1911+0,8x18 /12)10 = 421 cmc

Wy = (2x114 +2x32,2x5,5)5,5)/7,5 =290 cmc

2 Ωs = 2x20x15x0,8 = 480 cmc

Q = M Ψ SS

Mx = M Ψ SS f1

My = M SHR6

Mt = M SHR6 $f1$

	A	B	C	D	E
1	Sez. 1		br.teso+prol	br.teso senza pr.	
2		f1	144	35	
3		*f1*	58	58	
4		Wx	421	421	
5		Wy	290	290	
6		Wt	480	480	
7		A	56	56	
8		A'	32	32	
9		SS	2500	3500	
10		SHR6	38	45	
11		Ψ	1,44	1,38	
12		Q	**4032**	**5410**	
13		Mx	**580608**	**189336**	
14		My	**6129**	**1764**	
15		Mt	**2468**	**2923**	
16		sigma x	**1379**	**450**	
17		sigma y	**21**	**6**	
18		tau f	**126**	**169**	
19		tau t	**5**	**6**	
20		sigma id	**1419**	**548**	

La condizione di maggior sollecitazione sia ha con braccio orizzontale teso con prolunga su stabilizzatori.

5.2) VERIFICA DELL'IMBOZZAMENTO DEL BRACCIO E DEL BRACCETTO

La verifica a stabilità viene fatta calcolando il coefficiente di sicurezza all'imbozzamento nelle condizioni di massima sollecitazione.

5.2.1) Verifica della sezione 3

La condizione di massima sollecitazione è quella calcolata al punto 5.1.1 in cui si ha

$\sigma x = -1254$ $\sigma x' = +1045$ kp/cmq

$\sigma y = 10$ kp/cmq

$\tau = 115$ kp/cmq

$\sigma t = 1045 + 10 = 1055$ kp/cmq

$\sigma c = -1254 + 10 = -1244$ kp/cmq

per fiancata

$a = 90$ cm (dist. rinforzi)

$h = 52$ cm

$t = 2{,}8$ cm

$\alpha = 90/52 = 1{,}731$

$\Psi = \sigma t / \sigma c = -0.85$

$K1 = (1+\Psi)\, K' - \Psi\, K'' + 10\, \Psi(1+\Psi) = 19{,}64$

dove $K' = 4$ per $\Psi = 0$

$K'' = 23.90$ pe $\Psi = -1$

$K2 = 5.34 + 4/\alpha^2 = 6{,}67$

$\sigma cr,0 = 1898063\ (t/h)^2 = 5503$ kp/cmq

$\sigma cr = K1 \times \sigma cr,0 = 19{,}64 \times 5503 = 108079$ kp/cmq

$\tau cr = K2 \times \sigma cr,0 = 6{,}67 \times 5503 = 36732$ kp/cmq

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_c^2 + 3\tau^2}}{\frac{1+\psi}{4}\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4}\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = , \quad 103110 \quad kp/cmq$$

Poichè $\sigma_{cr,id}$ è >0,8 σ_{sn} =1920 per l'acciaio usato, si introduce la tensione di confronto ridotta .

$$\sigma_{cr,red} = 2395 \text{ kp/cmq}$$

Dal punto 7.6.2.1 delle Norme CNR 10011/88 si ha verifica contro l'imbozzamento se sussiste la diseguaglianza

$$\sigma_{cr,red} / \sqrt{(\sigma_c^2 + 3\tau^2)} \Rightarrow \nu\beta \qquad \text{con} \quad \nu = 1.5 ; \qquad \beta = 1$$

$$2395 / \sqrt{(1244^2 + 3 \times 42^2)} = 1{,}92 > 1.5$$

5.2.2) Sezione 2

per fiancata

a = 200 cm
h = 22,2 cm
t = 1 cm
α = 9,01

σx = - 1233 kp/cmq $\qquad$ $\sigma' x$ = 1506 kp/cmq

σy = 30 kp/cmq

τ = 44 kp/cmq

σt = -1233 + 30 = -1203 kp/cmq

σc = 1506 + 30 = 1536 kp/cmq $\qquad$ $\psi = \sigma t/\sigma c$ = - 0,78

$K1 = (1+\Psi)\, K' - \Psi\, K'' + 10\, \Psi(1+\Psi) =$ 17,81

dove $\qquad$ K' = 4 $\qquad$ per $\Psi = 0$

K'' = 23.90 $\qquad$ per $\Psi = -1$

$K2 = 5.54 + 4/\alpha^2 = 5{,}59$

$\sigma_{cr,0} = 1898063\ (t/h)^2 = 3851$ kp/cmq

$\sigma_{cr} = K1 \times \sigma_{cr,0} = 17,81 \times 3851 = 68571$ kp/cmq

$\tau_{cr} = K2 \times \sigma_{cr,0} = 5,59 \times 3851 = 21527$ kp/cmq

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_c^2 + 3\tau^2}}{\frac{1+\psi}{4}\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4}\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = , \quad 68355 \quad \text{kp/cmq}$$

Poichè $\sigma_{cr,id}$ è > 0,8 σ_{sn} = 1920 per l'acciaio usato, si introduce la tensione di confronto ridotta .

$\sigma_{cr,red} = 2395$ kp/cmq

Dal punto 7.6.2.1 delle Norme CNR 10011 del 18 Aprile 1085 si ha verifica contro l'imbozzamento se sussiste la diseguaglianza

$\sigma_{cr,red} / \sqrt{(\sigma_c^2 + 3\tau^2)} \Rightarrow \nu\beta$ con $\nu = 1.5$; $\beta = 1$

$2395 / \sqrt{(1203^2 + 3 \times 44^2)} = 1,99 > 1.5$

per piatto inferiore :

a = 200 cm h = 17 cm t = 1 cm $\alpha = a/h = 11,76$

$\sigma_x = -1233$ kg/cmq K = 4

$\sigma_{cr,0} = 6567$ kg/cmq $\sigma_{cr} = \sigma_{cr,id} = 4 \times 6567 = 26270$ kg/cmq

$\sigma_{cr,red} = 2395$ kg/cmq $\sigma_{cr,red} / \sigma_x = 1,94 > 1.5$

5.2.3) <u>Sezione 1</u>

Considerando i rapporti dimensionali e gli spessori delle lamiere, si ritiene superflua la verifica all'imbozzamento : infatti per

$\sigma_c \approx \sigma_t \approx 1400$ kg/cmq $\tau = 131$

a= 110 cm , h=20 cm , t = 0.85 cm

α= a/h = 5,5 e h/t = 20/0.85 = 23,53

Dal prospetto 7-XI delle Norme CNR 10011/88, la sicurezza contro l'imbozzamento è verificata per valori di h/t inferiori a 120.

5.3) VERIFICA A FATICA DEL BRACCIO E BRACCETTO

In analogia con quanto prescritto dalla Norma CNR 10021/79, par. 6-7, viene eseguita la verifica a fatica delle sezioni prese in esame, nelle condizioni di massimo sforzo, facendo riferimento al diagramma 6-V per le curve B,C,D,E,F,N.

Poichè il valore minimo di σ è sempre maggiore di 0 (anche quando manca il carico di servizio SS) per effetto del peso proprio della struttura, in ogni caso sarà

$\sigma min/\sigma max \geq -0,1$ quindi σam = 1600 kp/cmq

Per τ invece, essendo sempre

$\tau min/\tau max >= -1$ sarà τam = 833 kp/cmq

La relazione $(\sigma/\sigma am)^2 + (\tau/\tau am)^2 <= 1$ risulta sempre verificata.

5.4) VERIFICA DEI PISTONI

Vengono eseguite le seguenti verifiche :

1) <u>Verifica della camicia</u>

secondo la teoria di Guest applicata ai cilindri di grosso spessore, riferita alla massima pressione applicabile p:

sollecitazione ideale	σid	kp/cmq
diametro interno	Di	mm
spessore	sp	mm
diametro esterno	De	mm

coefficiente $a = De/Di$

pressione interna p kp/cmq

$\sigma id = 2\,p\,a^2/(a^2-1) = 2\,p\,De^2/(De^2-Di^2)$

σamm = 2070 kp/cmq acc. 50 UNI 3983 normalizzato

2) Verifica del fondello

secondo la teoria approssimata delle lastre di Bach, riferita alla massima pressiona applicabile p:

pressione interna p kp/cmq

spessore min. sp mm

diametro interno Di mm

sollecitazione ammissibile σamm = 2070 kp/cmq

con rapporto 1.5 tra Di e diametro dell'appoggio alla cerniera, in tab.CVIII di "Costruzioni metalliche" (Zignoli) è k=0.273, da cui

$$\sigma max = k\,p\,Di^2/(4\,sp^2)$$

e si ricava

$$\sigma max = 0{,}068\,p\,Di^2/sp^2$$

3) Verifica della saldatura del fondello

riferita alla massima pressione applicabile p:

sollecitazione ideale σid kp/cmq

pressione interna p kp/cmq

area interna $S = (\pi/4)\,Di^2$ mmq

area saldatura $S' = (\pi/4)\,(De^2-Di^2)$ mmq

$$\sigma id = p\,S/S' = p\ Di^2 / (De^2 - Di^2) \quad kp/cmq$$

4) Verifica del coperchio

secondo la teoria approssimata delle lastre (forate al centro) di Bach, riferita alla massima pressione applicabile p:

spessore minimo	sp	mm
diametro interno pist.	Di	mm
area interna pistone	S	mmq
diametro stelo	d	mm
pressione interna	p	kp/cmq
sollecitazione ammissibile	σamm.= 2070	kp/cmq
diametro interno coperchio	A	mm
diametro esterno coperchio	B	mm

$$\sigma_{max} = \frac{3\ p\ S}{4\,\pi\, sp^2}\ \frac{(B^2\ 3\,A^2) + \dfrac{4\ A^4\ \ln\dfrac{B}{A}}{(B^2 - A^2)}}{(B^2 - A^2)} =$$

$$= 0{,}1875\ \frac{(Di^2 - d^2)}{sp^2}\ \frac{(B^2 - 3\,A^2) + \dfrac{4\ A^4\ \ln\dfrac{B}{A}}{(B^2 - A^2)}}{(B^2 - A^2)}$$

5) Verifica della filettatura del coperchio:

riferita alla massima pressione applicabile p.

Si considera la filettatura come una mensola incastrata, soggetta a carico

distribuito.

Sollecitazione ammissibile	$\sigma amm = 2070$ kg/cmq
Pressione interna	p kp/cmq
Diametro interno	Di mm
Diametro stelo	d mm
Diametro nocciolo vite	dn mm
Diametro esterno vite	De mm
Passo vite	p"
Numero filetti	z

L'espressione della sollecitazione in generale è:

$$\sigma = \left[F\, b\, p''/2\right] / \left[(\pi\, dn\, z)\, p''^3/12\right]$$

tenendo conto che nel proporzionamento metrico è

$$b = h/2 = (0.6459/2)\, p''$$

$$dn = De - 2 \times 0.6495\, p''$$

essendo $F = (p\,\pi/4)\,(Di^2 - d^2)$

si ricava $\sigma = 0.484\ p\,(Di^2 - d^2) / [(d - 1.3\, p'')\, z\, p'')]$

6) <u>Verifica a carico di punta dello stelo</u>

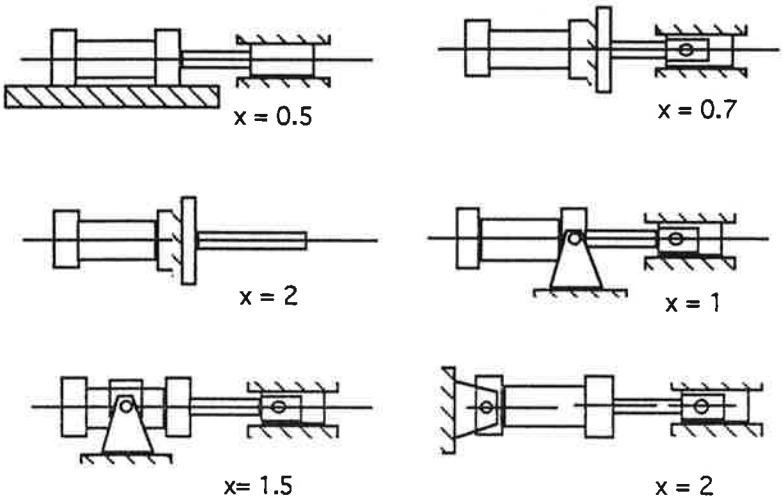
riferita alla spinta massima agente sul pistone.

La lunghezza virtuale dell'asta si calcola moltiplicando la corsa C per un coefficiente X, funzione dei vincoli, come dallo schema riportato.

- sollecitazione massima σ kp/cmq

- spinta massima $T = \pi\, p\, Di^2/4$ kp
- lunghezza virtuale $L = x\ l$ mm
- diametro asta d mm
- raggio di inerzia $i = \sqrt{(J/A)} = d/4$ mm
- snellezza $\lambda = L/i = 4L/d$

SISTEMI DI VINCOLI

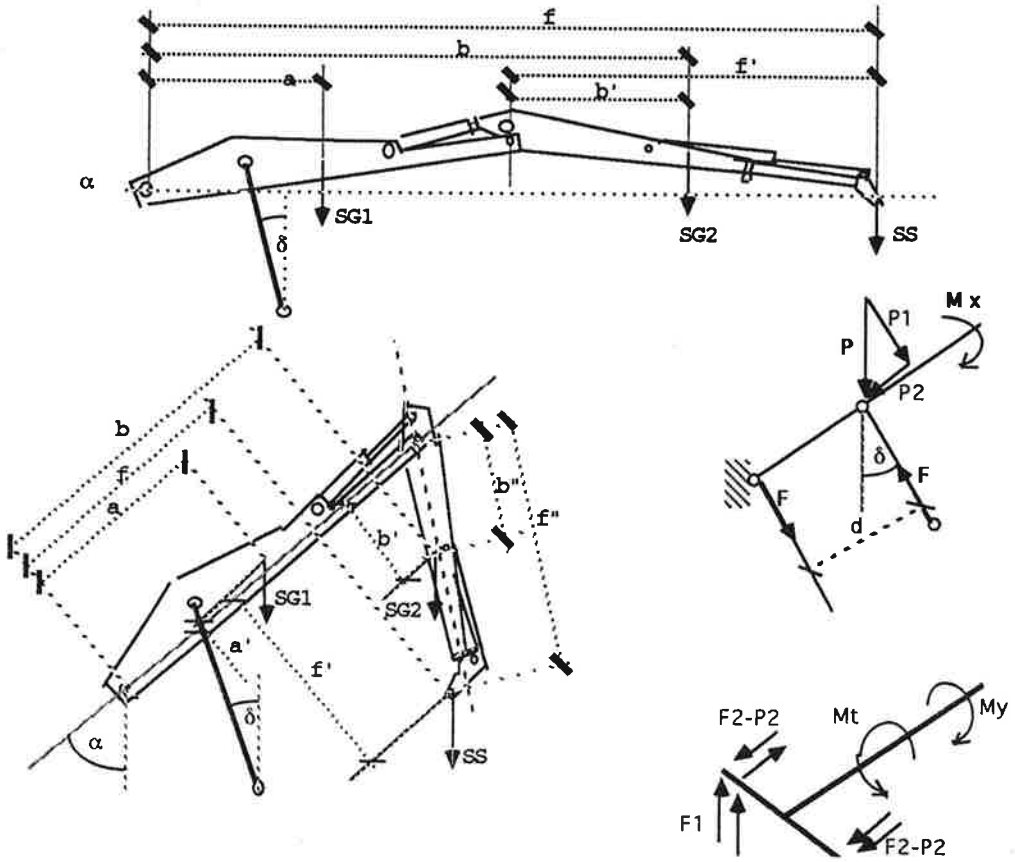


dalle Norme CNR 10001/88, tab. 7 IV d, si ricava il valore del coefficiente ω

$$\sigma = \omega\, T/S = \omega\, 4\, T/(\pi\, d^2) = \omega\, p\, Di^2/d^2 \quad \text{kp/cmq}$$

σamm = 2070 kp/cmq acc. Aq 50 UNI 3983 normalizzato

5.4.1) Forze agenti sul martinetto di sollevamento



$P = M\ (SG1 + SG2 + \Psi SS)$

$Mx = M\ (SG1\ a + SG2\ b + \Psi SS\ f)$

$F = Mx / d$

Spinta massima sul martinetto $T = F$

Pressione richiesta per sollevamento $p = 4T/(\pi D^2)$ kp/cmq $D = 16{,}5$ cm

	A	B	C	D	E
1	Martinetto di sollevamento		br.teso con prol.	br.teso senza pr.	braccio retratto
2	P		6294	7672	11984
3	M x		34683	38445	37864
4	F = T		37427	42154	46073
5	p soll.		175	197	215
6					

5.4.2) Forze agenti sul martinetto di sbraccio

$$P = M\ (SG2 + \Psi\ SS)$$

$$Mx = M\ (SG2\ b + \Psi\ SS\ f)$$

$$F = Mx / d$$

Spinta massima sul pistone $T = F$

pressione richiesta per il sollevamento massimo $p = \dfrac{4\ T}{\pi\ (D^2 - d^2)}$

	A	B	C	D	E
1	Martinetto di sbraccio		br.teso con prol.	br.teso senza pr.	braccio retratto
2	da 5.1.2)	P	4995	6373	10685
3		b	147	87	2
4		f	307	218	2
5		ø stelo	8	8	8
6		Mx	1379414	1263091	21370
7		d	52	62	44
8		Di	14,5	14,5	14,5
9		F = T	26527	20372	486
10		p soll.	231	177	4

5.4.3) Forze agenti sul martinetto di prolunga

$$P = M\ \Psi\ SS = T$$

Trazione massima sul martinetto posto verticale $T = P$

pressione richiesta per il sollevamento $p = \dfrac{4\ T}{\pi\ (D^2 - d^2)}$

	A	B	C	D	E
1	Martinetto di prolunga				braccio retratto
2	P				9722
3	p soll. in kp/cmq				193

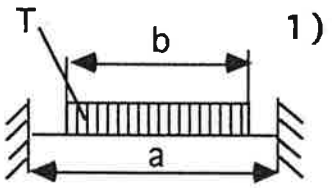
5.4.4) Verifica dei martinetti

Le verifiche di camicie, fondelli, saldature dei fondelli, coperchi, filettatura dei coperchi vengono eseguite per gli sforzi indotti dalla massima pressione di taratura dell'impianto oleodinamico; quelle degli steli, sia in compressione che in trazione, per gli sforzi indotti dalla massima pressione di lavoro.

	A	B	C	D	E	F
1	Verifica martinetti di		alzata	sbraccio	prolunga	
2	press. taratura	235	235	235	235	
3	- camicia					
4		De in mm =	196	177,8	127	
5		Di	165	145	100	
6		sigma id. =	**1613**	**1403**	**1237**	<2070
7						
8	- fondello					
9		sp	28	25	20	
10		sigma max	**557**	**540**	**401**	
11						
12	- verifica della saldatura del fondello					
13		sigma id. =	**572**	**467**	**383**	
14						
15	- Verifica del coperchio					
16		ø est. coperc. B	215	190	145	
17		sigma max =	**397**	**674**	**341**	<2070
18	- verifica della filettatura del coperchio					
19		De =	196	177,8	127	
20		Di	165	145	100	
21		ø stelo	100	80	50	
22		dn =	192,77	174,57	124,42	
23		p" =	2,5	2,5	2	
24		z =	20	18	20	
25		sigma max =	**255**	**266**	**184**	
26	- Verifica a carico di punta dello stelo					
27		Lungh. =	1070	i martinetti lavorano in trazione		
28		x =	2			
29		L=	**2140**			
30		lamda =	**85,60**			
31		omega =	2,27			
32		sigma =	**1452**			

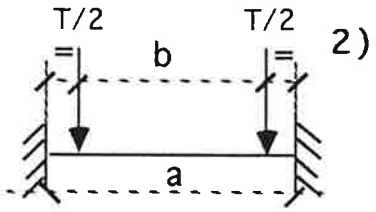
5.5) VERIFICA DEGLI SPINOTTI E DELLE CERNIERE

L'accoppiamento fisso fra spinotto e struttura è realizzato mediante lavorazione H7/m6 (bloccato normale) su lamiere opportunamente rinforzate con piatti e/o boccole saldate, in modo da poter con sicurezza, assimilare tale accoppiamento ad un incastro.

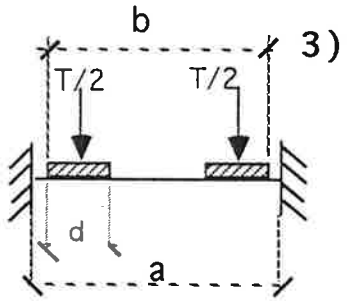


Si verificano gli spinotti facendo le seguenti considerazioni :

a) con accoppiamento mobile realizzato mediante una bronzina, si considera lo spinotto come una trave soggetta a carico distribuito ed incastrata alle estremità.



b) con accoppiamento mobile realizzato mediante una coppia di cuscinetti, si considera lo spinotto come una trave soggetta a due carichi concentrati ed incastrata alle estremità. Se i cuscinetti sono bronzine, la loro lunghezza di calcolo si tiene pari al diametro dello spinotto.



Il momento flettente massimo sarà nella sezione di mezzeria per il caso "a", nella sezione di incastro per i casi "b", e calcolato rispettivamente con:

$$M_{max} = \frac{T\,(3\,a^2 - b^2)}{24\,a} \qquad M_{max} = \frac{T}{8\,a}\,(a^2 - b^2) \qquad M_{max} = \frac{T}{8\,a}\,\{a^2 - (b-d)^2\}$$

La verifica viene fatta tenedo conto di quanto prescritto dalla Norma UNI CNR 7670/77, relativa ai meccanismi per gli apparecchi di sollevamento.

Considerando i tempi di impiego dei meccanismi uguale a quello della macchina (pag. 1) e ripartendolo su 250 giorni/anno, il tempo medio presunto è

5 x 150 / 250 = 3 ore/giorno ⟶ condizione di impiego V2

con durata teorica degli spinotti di 6 anni.

Considerando, a favore della sicurezza, le sollecitazioni proporzionali ai cari

chi e lo spettro uguale a quello dell'apparecchio, la media cubica risulta

$$K = \sqrt[3]{\frac{\sum S_i^3 \, t_i}{\sum t_i}} = 0{,}24 < 0{,}53 \qquad \text{Regime di carico} \quad 1$$

Dal prospetto 2-III: Classe del meccanismo ⟶ 1mA

Al punto 5.1 di detta norma si prescrive che la tensione ammissibile sia calcolata secondo la formula

$$\sigma amm = \sigma R \,/\, NZ$$

dove per la classe 1mA si ha N= 1; Z = 2.8, quindi σamm. = σR/ 2.8

Per quanto riguarda la verifica a fatica al punto 5.3 si prescrive che

$$\delta \;\; \sigma max < \sigma amf$$

dove per la classe 1mA δ = 1

Nella appendice B si fornisce il metodo per calcolare la tensione ammissibile a fatica pulsante con σmin > 0

$$\sigma amf = \sigma f / k$$

dove k = kf kd kl kc

Dai diagrammi B-I si ricavano le σf in funzione delle σR dei materiali usati

acc. C 40 UNI 5332 bonificato σR = 71 - 86 kp/mmq

acc 38 Ni Cr Mo 4 UNI 5332 bon. σ = 100 - 115 kp/mmq

Kf = coefficiente dipendente dalla forma; nel nostro caso Kf = 1

Kd = coefficiente dipendente dal diametro (v ds.diagramma B-IV)

Kl = coefficiente dipendente dal tipo di lavorazione (dal diagramma B-V per estrapolazione tra la curva A relativa alle superfici sgrossate e la curva Brelativa alle superfici rettificate, essendo nel nostro caso la superficie lavorata confiniture al tornio, si può ottenere Kl =

1.13).

Kc = coefficiente dipendente dalla eventuale corrosione cui è soggetto il pezzo (dal diagramma B-6 tenedo presente che il perno non è sempre soggetto a corrosione da acqua dolce, si può assumere Kc = 1.61)

Tenendo conto di tutti questi coefficienti si può tabellare la σ_{amf} come segue, in funzione del diametro Ø.

	C 40 UNI 5332		38 NiCr Mo4 UNI 5332	
	$\sigma R = 71$ $\sigma f = 64$		$\sigma R = 100$ $\sigma f = 90$	
Ø	K	σ_{amf}	K	σ_{amf}
35	2.40	26.5	2.54	35.5
40	2.48	25.8	2.67	33.6
45	2.58	24.8	2.75	32.7
50	2.63	24.4	2.81	32.0
55	2.69	23.8	2.89	31.0
60	2.74	23.3	2.95	30.5
65	2.80	22.9	3.01	29.9
70	2.83	22.6	3.04	29.5
75	2.86	22.4	3.08	29.2
80	2.89	22.1	3.10	29.0

5.5.1) Verifica degli spinotti dei martinetti di sollevamento - sbraccio - prolunga

I carichi sono i massimi tratti da 5.4.1) e seguenti; la schematizzazione è la 3.

$$\sigma = M/W = 32\ M/(\pi\ D^3)$$

$$\tau = T/A = 2\ T/(\pi\ D^2)$$

Le staffe delle cerniere vengono verificate secondo quanto prescritto dalla Norma CNR- 10011/88 al punto 5.6.3.1; per la simbologia si fa riferimento a tale Norma

supponendo, in favore della sicurezza, che la staffa sia soggetta a trazione:

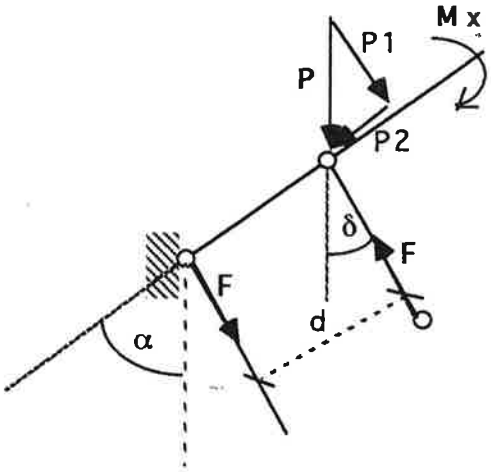
$$\sigma am >= 1.4\, T / 4\, b\, t$$

$$\sigma amm <= T / 2\, c\, t$$

	A	B	C	D	E
1		Martinetti di	alzata	sbraccio	prolunga
2	- perno superiore				
3	Tmax		42850	26527	9722
4		a	19	11	10
5		b	18	10	9
6		ø	7	7	5
7		Mmax	67657	33762	10208
8		sigma	2009	1003	832
9		tau	557	345	248
10	**verificare**	**tab** sigma id.	2229	1167	936
11	- staffa superiore				
12		c	8	4,5	4
13		d	8	4,5	4
14		t	2,8	4	1,5
15		sigma	956	737	810
16	- perno inferiore				
17	Tmax		42914	26527	9722
18		a	21	19	10
19		b	20	18	9
20		ø	7	7	5
21		Mmax	69481	41885	10208
22		sigma	2063	1244	832
23		tau	558	345	248
24	**verificare**	**tab** sigma id.	2278	1380	936
25	- staffa inferiore				
26		c	8	4,5	2
27		d	8	3	2
28		t	2,8	8,5	4,5
29		sigma	958	347	540

Lo spinotto del martinetto di alzata è costruito in 38 Ni Cr Mo 4 UNI 5332 (σamm = 2950 kp/cmq).

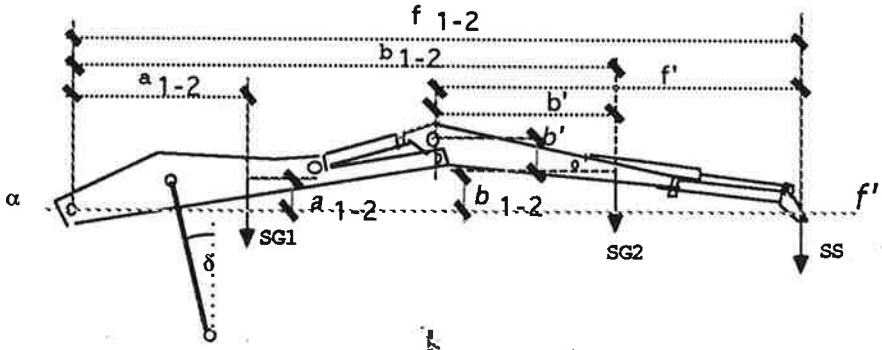
5.5.2) Cerniera braccio-sovracarro



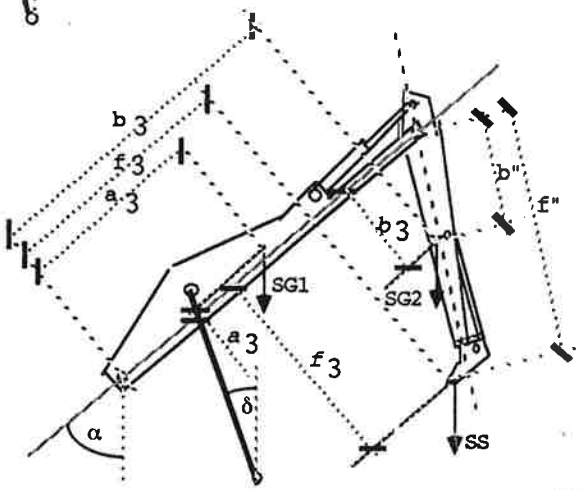
I carichi verticali producono sulla cerniera le forze F e P sen δ, (F e P già calcolate al punto 5.4.1).

$$F1 = \frac{F}{2} \cos(90 - \alpha - \delta) \qquad F2 = \frac{F}{2} \operatorname{sen}(90 - \alpha - \delta)$$

$$P2 = \frac{P}{2} \operatorname{sen} \delta$$



Gli indici 1 - 2 -3 corrispondono rispettivamente ai casi di braccio teso con prolunga -braccio teso senza prolunga - braccio retratto.



I carichi orizzontali, invece, producono i momenti

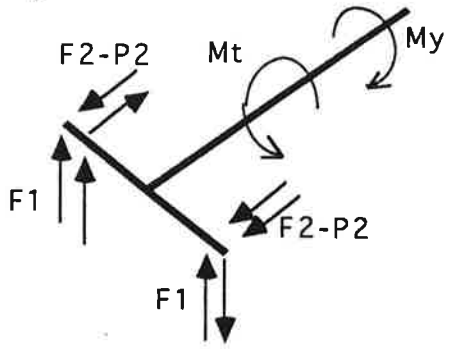
My = M (SHR1 a + SHR2 b + SHR6 f)

e Mt = M (SHR1 a + SHR2 b + SHR6 f)

da cui hanno origine all'estremità della cerniera le forze

H = My/br

e V = Wt/br



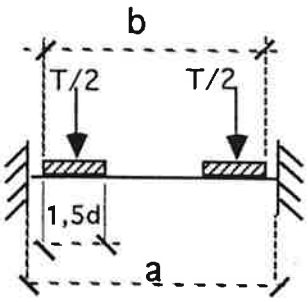
Sommando tali forze, si trovano le risultanti T1 e T2, riferite alle due estremità dell'accoppiamento braccio - sovracarro (interasse cuscinetti).

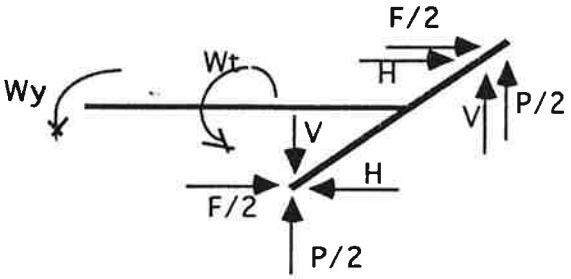
$$T1 = \sqrt{(H + F2 - P2)^2 + (V - F1)^2}$$

$$T2 = \sqrt{(H - F2 + P2)^2 + (V + F1)^2}$$

	A	B	C	D	E
1	Cerniera braccio-sovracarro		br.teso + prol. 1	br. t. senza pr.2	br. retratto 3
2	da 5.4.1)	F	32284	35673	30930
3		P	6294	7672	11984
4		alfa	90	90	55
5		delta	20,7	20,7	22,3
6		F1	**15100**	**16685**	**15087**
7		F2	**-5706**	**-6305**	**3400**
8		a	221	221	221
9		b	628,5	585	464
10		f	853	744	367
11		*a*	45,5	45,5	-13
12		*b*	34,5	34,5	110
13		*f*	0	0	260
14		My	**43382**	**43482**	**39397**
15		Mt	**501**	**462**	**25081**
16	cerniera	a	60	60	60
17		b	59	59,8	59,8
18		ø	7	7	7
19		H	723	725	657
20		V	8	8	418
21		P2	1112	1356	2274
22		T1	**16276**	**18062**	**14777**
23		T2	**16886**	**18680**	**15512**
24		Tmax	18680		
25		ac	60,00		
26		br	58,00		
27		ø	7,00		
28		Mmax	52296		
29		sigma	1553		
30		tau	243		
31	verificare tab.	sigma id.	1609		
32					

Si suppone, a favore della sicurezza, che sul perno agiscano due carichi T, giacenti sullo stesso piano, uguali al maggiore dei T1 e T2 dei tre casi esaminati.





5.5.3) Cerniera braccio braccetto

I carichi verticali producono sulla cerniera la forza F, somma delle forze P e T già calcolate al punto 5.4.2 .

I carichi orizzontali, invece, producono i momenti My e Mt da cui hanno origine all'estremità della cerniera le forze H e V .

$$My = M \ (SHR2\ b + SHR6\ f)$$

e

$$Mt = M \ (SHR2\ b + SHR6\ f)$$

da cui hanno origine all'estremità della cerniera le forze

$$H = My/br$$

e

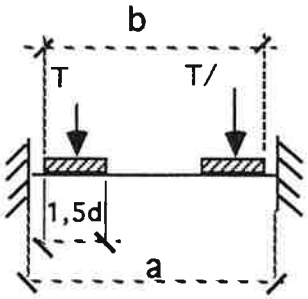
$$V = Wt/br$$

Sommando tali forze si trovano le risultati T1 e T2 riferite alle due estremità dell'accoppiamento braccio- braccetto(interasse cuscinetti).

$$T1 = \sqrt{(H+\frac{F}{2})^2 + (V+\frac{P}{2})^2} \qquad T2 = \sqrt{(H-\frac{F}{2})^2 + (V-\frac{P}{2})^2}$$

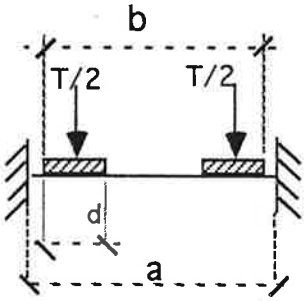
	A	B	C	D
1	Cerniera braccio-braccetto			
2	da 5.4.2)	F	26725	24871
3		P	4995	6373
4		b'	1,505	1,07
5		f'	3,87	2,25
6		*b'*	0	0
7		*f'*	0,7	0,7
8		My	**178**	**124**
9		Mt	**30**	**36**
10		a	36	
11		ø	6,5	
12		H	**496**	**496**
13		V	**82**	**99**
14		T1	**14096**	**13342**
15		T2	**13092**	**12333**
16				

Si suppone, in favore della sicurezza, che sullo spinotto agiscano due carichi T, giacenti sullo stesso piano ed uguali al maggiore fra i T1 e T2 dei tre casi esaminati.



	A	B	C
1	perno braccetto		
2		Tmax	**14096**
3		a	36
4		b	35
5		ø	6,5
6		Mmax	**32227**
7		sigma	**1195**
8		tau	**425**
9	**verificare**	**tab** sigma id.	**1404**
10	staffa braccetto		
11		c	4
12		d'	4
13		t	3
14		sigma	**512**
15			

5.5.4) <u>Spina fissaggio braccetto/pinza porta gancio</u>



La situazione più grave è con massimo carico SS = 7000 kp.

$T = M \Psi SS = 1{,}12 \times 1{,}24 \times 7000 = 9722$ kp

$Mmax = T \{a^2 - (b-d)^2\}/(8\ a) =$

$= 9722 \times \{22{,}3^2-(22-4{,}4)^2\}/(8 \times 22{,}3) = 10219$ kpcm

$\sigma = M/W = 32\ M/\pi D^3 = 833$ kp/cmq $< \sigma amf = 2440$

dove a = 22,3 cm ; b = 22 cm ; d = 4,4 cm D = 5 cm

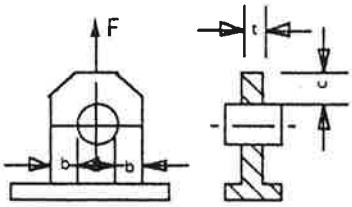
La staffa della cerniera viene verificata secondo quanto prescritto dalla Norma CNR al punto 3.7.3.1; 2 sez. resistenti

$4\ b\ t \leq 1.4\ T / \sigma am$

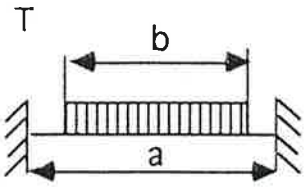
$4 \times 3 \times 2{,}5 = 30 > 1.4 \times 9722 / 1600 = 8{,}5$

$2\,c\,t' \leq T/\sigma amm.$

$2 \times 3 \times 2{,}5 = 15 > 9722/1600 = 6{,}1$



5.5.2) Spina fissaggio pinza/gancio o benna



$Mmax = T/24 \times (3a^2 - b^2)/a =$

$= 9722/24 \times (3 \times 9^2 - 8{,}5^2)/9 = 7685$ kpcm

$\sigma = M/W = 32\,M/\pi D^3 = 626$ kp/cmq $< \sigma amf = 2424$

dove a = 9 cm ; b = 8,5 cm ; D = 5 cm

La staffa della cerniera viene verificata secondo quanto prescritto dalla Norma CNR al punto 3.7.3.1

$4\,b\,t >= 1.4\,T/\sigma am$ $\quad 4 \times 3 \times 2 = 24 > 1.4 \times 9722 / 1600 = 8{,}5$

$2\,c\,t >= T/\sigma amm.$ $\quad 2 \times 3 \times 2 = 12 > 9722/1600 = 6{,}1$

5.6) VERIFICA DEL SOPRA CARRO

5.6.1) Ancoraggio braccio - torretta

Si verifica la sezione D, trascurando il contributo dei rinforzi, nelle condizioni indicata in 5.5.2.

Le componenti normale e parallela alla sezione considerata sono:

$Tv = V + F1$

$To = H - F2 + P2$

esse danno origine al seguente stato tensionale:

$\sigma = Tv/b\,t$

$\tau = To/b\,t$

$$\sigma id = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

	A	B	C	D	E
1	5.6.1) Ancoraggio Braccio-torretta				
2		V	8	8	418
3		F1	15100	16685	15087
4		H	716	730	658
5		F2	-5706	-6305	3400
6		P2	1112	1356	2274
7		Tv	**15108**	**16692**	**15505**
8		To	**7534**	**8391**	**-468**
9		b	63		
10		t	3		
11		sigma	**80**	**88**	**82**
12		tau	**34**	**37**	**-14**
13		sigma id.	**99**	**109**	**86**
14					

5.6.2) Struttura sostegno motore e contrappeso

Si verifica la sezione B-B' (tav.n. V) . In favore della sicurezza si considera sezione resistente solo quella formata dai due piatti verticali, esclusa la lamiera inferiore.

$$W = 2\ a^2\ b/6$$

$$M = M\ SG3\ c$$

$$\sigma = M/W$$

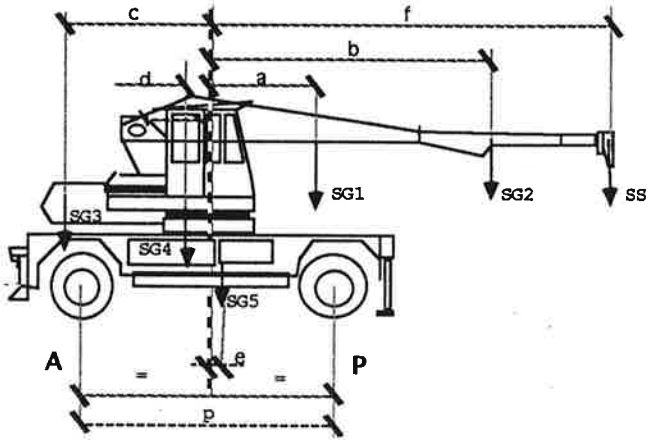
	A	B	C	D	E
1	Strutt. sostegno motore-contrappeso				
2		a	52		
3		b	3		
4		c	104		
5		W	2652		
6		M	**366912**		
7		sigma	**138**		
8		tau	**10**		
9		sigma id.	**139**		

5.6.3) Ralla

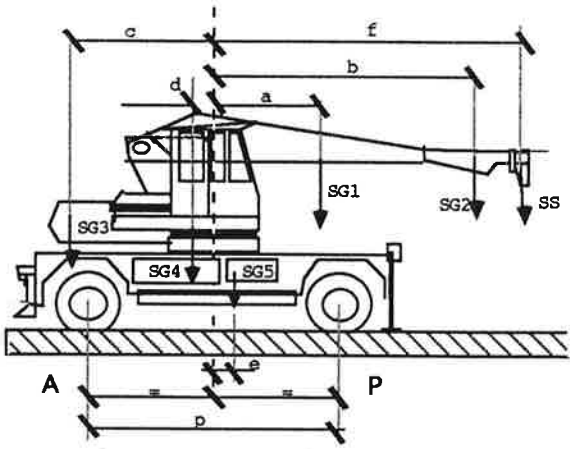
Per tale calcolo vengono analizzate le forze ed i momenti che agiscono sulla ralla. Si possono trascurare le forze orizzontali che, per le intensità ed i bracci molto piccoli, rispetto a quelli delle forze verticali, provocano sollecitazioni trascurabili.

Vengono calcolate tre coppie di valori N e W per il sollevamento dei rispettivi carichi massimi ammessi su stabilizzatori nelle tre condizioni:

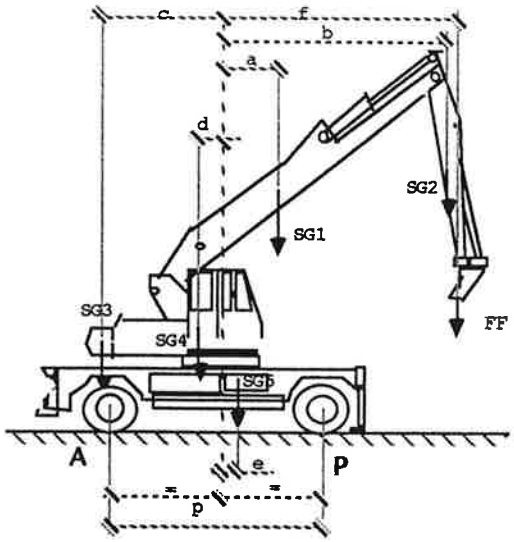
a) braccio orizzontale teso con prolunga



b) braccio orizzontale teso senza prolunga



c) braccio minimo



$$N = M\ (SG1 + SG2 + SG3 + SG4 + \Psi\ SS)$$

$$M = M\ (SG1\ a + SG2\ b + SG3\ c + SG4\ d + \Psi\ SS\ f)$$

Per la verifica della ralla si moltiplicano le coppie di valori calcolati N e W, per il coefficiente K = 1.50, previsto dal costruttore per le autogrù da cantiere.

Si ottiene perciò :

	A	B	C	D	E
1	5.6.3) Ralla		br. teso+prolunga	braccio teso	braccio retratto
2		N	17360	18738	23050
3		M	25716	29568	25690
4		1,5 x N	26040	28106	34574
5		1,5 x M	38575	44351	38535

Riportati tali valori sui diagrammi in tav.VI - VII, allegate, si nota che le condizioni di lavoro previste sono inferiori a quelle massime ammesse.

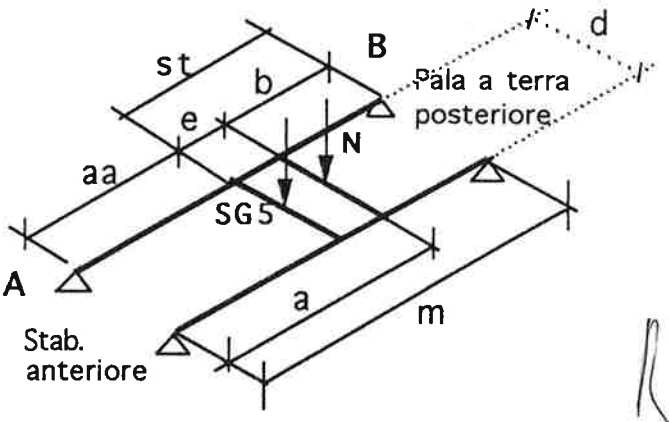
Non viene fatta la verifica dei bulloni di ancoraggio perchè sono conformi al tipo ed alle dimensioni prescritte dal costruttore.

5.7) VERIFICA DEL SOTTOCARRO

Il telaio è una struttura complessa soggetta a flesso torsione.

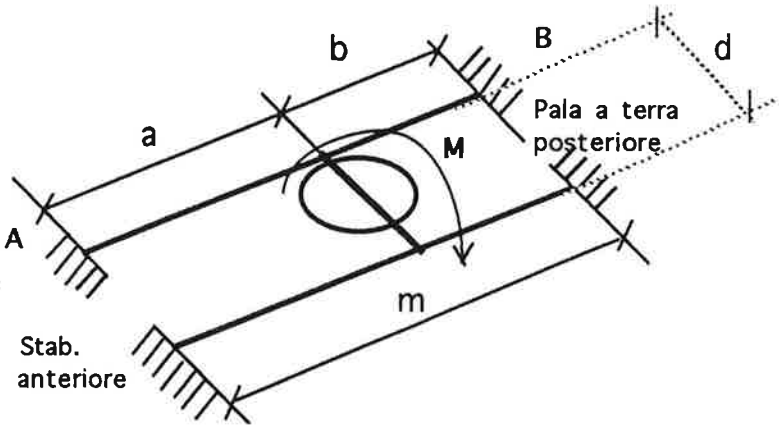
Il calcolo delle sollecitazioni della struttura è eseguito con semplificazioni, sempre a favore della sicurezza con i valori di N e M come calcolatl al punto 5.6.3.
L' ipotesi è sempre largamente a favore della stabilità, in quanto si considerano i longheroni del telaio, senza i molti rinforzi ad essi applicati.

I° Si calcolano le sollecitazioni a flessione, indotte dai carichi verticali concentrati nei rispettivi baricentri, nella sezione di maggior sollecitazione, e si considera il telaio, costituito dalle due travi, appoggiato



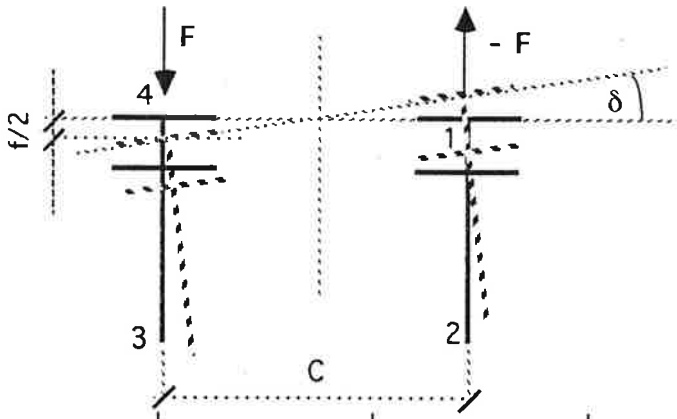
semplicemente in corrispondenza degli stabilizzatori anteriori e della pala posteriore.

II° Si calcolano le sollecitazioni dovute al momento trasversale, considerando le due travi incastrate in corrispondenza degli stabilizzatori e pala.



III° Si sommano gli effetti e si verifica la sezone A - A', indicata nello schema.

I valori calcolati delle sollecitazioni parziali, contrassegnati con 1-2-3-4, si riferiscono alle posizioni corrispondenti delle travi, indicati nello schema.



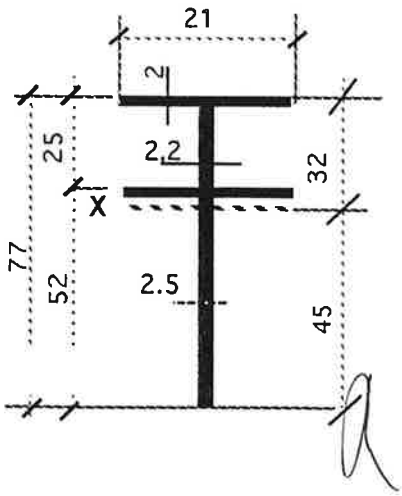
	A	B	C	D	E
1	Caratteristiche geometriche del telaio e dei langheroni (travi)				
2	m	351		s max	2,5
3	a	226		Area sezione	260
4	b	113		Area anima	183
5	aa	226		J	137647
6	e	12		Wt	3059
7	st	125		Wt'	4301
8	d	95,5			

2,5x50 =	125 cmq	x	25 = 3125 cmc	76042	cm4
2,2x23 =	51 "	x	63,5= 3213 "	19[illegible]3	"
21 x 2 =	42 "	x	51 = 2142 "	1 6	"
21 x 2 =	42 "	x	76 = 3192 "	40376	"

A = 260 cmq S = 11672 cmc J = 137647 cm4

e1 = 11672/260 = 45 cm e2 = 32 cm

Wx = 3059 cmc W'x = 4301 cmc



I° Sollecitazioni dovute ai carichi verticali

A = {1,12 x SG5 x st + N x b}/(2 x m)

B = {1,12 x SG5 x aa + N x (aa+e)}/(2 x m)

M1 = M'1 = B st

M2 = M'2 = A aa

σt = + M / Wt con M massimo di M1 e M2

σc = - M / Wt'

t = max di A/Area anima e (A-SG5)/ Area anima

	A	B	C	D	E
1	soll. a flessione		br. teso con prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2	da 5.6.3)	N	9725	10768	14455
3		M	1949000	2317000	2245600
4		A	2523	2691	3284
5		B	4862	5197	6384
6		M1=M'1	607697	649670	798042
7		M2=M'2	570127	608070	742199
8	I°	sigma 1	-141	-151	-186
9		sigma 2	199	212	261
10		sigma 3	199	212	261
11		sigma 4	-141	-151	-186
12		tau	14	15	18

II°) Solleciazioni dovute al momento trasversale

a) - Il momento, diviso per la distanza d tra le traverse, fornisce le due forze

F = - F = W/d

che inducono nei lognheroni i momenti Mf e Mf'.

$$Mf = -Mf' = F\ 2\ b^2\ a^2 / m^3$$

(data la rigidezza del collegamento dei due longheroni alle testate anteriore e posteriore, essi si possono considerare incastrati alle estremità) da cui le sollecitazioni:

1) $\sigma t = Mf / Wt$

2) $\sigma c = - Mf / Wt'$

3) $\sigma c = - Mf / Wt$

4) $\sigma_t = Mf / Wt'$

τ = max di (F a/m)/Area anima e (F b/m)/Area anima

	A	B	C	D	E
1			br. teso con prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2	da 5.6.3)	N	9725	10768	14455
3		M	1949000	2317000	2245600
4		F = -F	20408	24262	23514
5		Mf = -Mf	615589	731821	709270
6	II° a)	sigma 1	143	170	165
7		sigma 2	-201	-239	-232
8		sigma 3	201	239	232
9		sigma 4	-143	-170	-165
10		tau 1 e 2	-0,39	-0,47	-0,45
11		tau 3 e 4	0,39	0,47	0,45
12					

b) le inflessioni dovute alle forze F e -F inducono nei longheroni del telaio freccie uguali ed opposte

$$f = \frac{F\, b^3\, a^3}{3\, E\, J\, m^3}$$

A favore della stabilità, dato che l'angolo di rotazione è piccolissimo, lo si identifica con la tangente: per unità di lunghezza esso è

$$\theta = tg\, \theta = (2\, f/d) \times 2/m$$

Poichè $\tau = G\, \theta$ smax, si hanno: (G = 815500 kg/cmq)

	A	B	C	D	E
1	da sopra		br. teso con prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2		F = -F	20408	24262	23514
3		f	0,0091	0,0108	0,0104
4		teta	0,000001	0,000001	0,000001
5	II° b)	tau torsione	2	3	3
6					

Sommando le σ e le τ nei punti significativi si ricavano i valori di massima sollecitazione e la

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3\, \tau^2}$$

	A	B	C	D	E
1			br. teso con prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2	Sollecitazioni massime (vedi sopra)				
3	I°	sigma 1	-181	-194	-241
4		sigma 2	640	686	850
5		sigma 3	640	686	850
6		sigma 4	-181	-194	-241
7		tau	76	81	99
8					
9	II° a)	sigma 1	143	170	165
10		sigma 2	-201	-239	-232
11		sigma 3	201	239	232
12		sigma 4	-143	-170	-165
13		tau 1 e 2	-0,39	-0,47	-0,45
14		tau 3 e 4	0,39	0,47	0,45
15					
16	II° b)	tau torsione	3	3	3
17					
18	Complessivi	somma sigma 1	-38	-24	-76
19		somma sigma 2	438	447	618
20		somma sigma 3	841	925	1082
21		somma sigma 4	-324	-365	-406
22					
23		somma tau 1-2	79	84	101
24		somma tau 3-4	79	85	102
25					
26	sigma ideale massima		852	937	1096
27					

5.7.2) Verifica a fatica

La condizione più sfavorevole si ha nei punti 2 e 3 della sezione resistente A-A' sopra esaminata.

$\sigma max =$ 925 kp/cmq

$\sigma min =$ 447 kp/cmq

$\sigma min / \sigma max = 0.48$

Dal diagramma 6-V della Norma CNR-10021/79, curva C, si ricava :

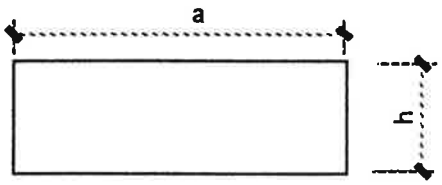
$\sigma amm = 1600$ kp/cmq

La verifica è quindi soddisfatta.

5.7.3) Verifica all'imbozzamento

a =100 cm h = 44,5 cm s = 2,5 cm

Si verifica all'imbozzamento il pannello verticale, sottostante alla ralla, tra i due irrigidimenti. Si trascurano, ovviamente, le nervature verticali che, come è noto, in questo caso, non danno alcun contributo alla stabilità del pannello stesso.



La condizione di massima sollecitazione è quella calcolata al punto 5.7 in cui si ha :

$\sigma 3 =$ 1082 kp/cmq $\tau =$ 99 kp/cmq

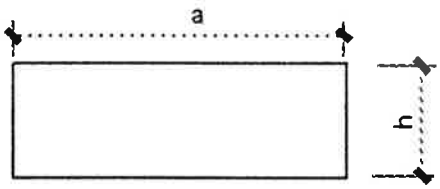
$\sigma 4 =$ - 406 kp/cmq $\alpha = a/h = 2,25$

Dal prospetto 7 - XI si ricava che per la verifica è sufficiente il rapporto $h/t = 17,8 < 130$.

5.7.4) Verifica all'imbozzamento

a = 74 cm h = 93 cm t = 2 cm

Si verifica all'imbozzamento il pannello orizzontale, sottostante alla ralla, tra due irrigidimenti trasversali.



Dal punto 5.7.1 si ricava

$\sigma_1 = -$ 76 kp/cmq

$\sigma_4 =$ - 406 kp/cmq

$\psi =$ 0,187 $\alpha = 74/93 = 0.80$

$K = (0.8 + 1/0.8)^2 \; 2.1/(0.024 + 1.1) = 7,85$

$\sigma cr,o = 1898063 \; (t/h)^2 = 878$ kp/cmq

$\sigma cr = K \; \sigma cr,o = 6892$ kp/cmq

$\sigma cr,red = 2365$ kp/cmq

$\sigma cr,red / \sigma = 2365 / 406 = 5,82 > 1.5$

5.8) VERIFICA DEI PNEUMATICI E DEGLI ASSALI

5.8.1) Macchina ferma

Analogamente a quanto fatto a 5.6.3, vengono calcolate le tre coppie di valori N e M per il sollevamento dei carichi massimi ammessi su ruote nelle tre condizioni:

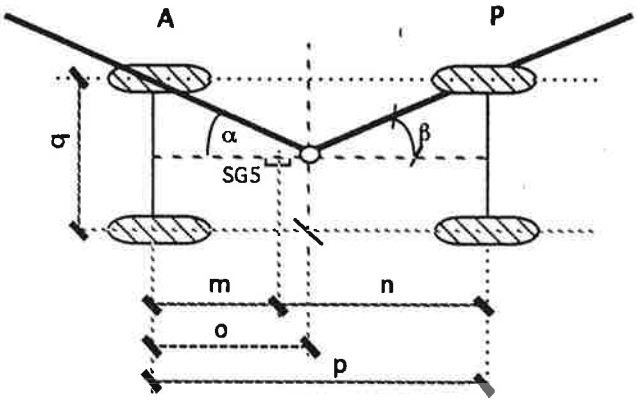
a) braccio orizzontale teso con prolunga

b) braccio orizzontale teso senza prolunga

c) braccio retratto

$$N = M\ (SG1 + SG2 + SG3 + SG4 + \Psi \times SS)$$

$$M = M\ (SG1\ a + SG2\ b + SG3\ c + SG4\ d + \Psi\ SS\ f)$$



	A	B	C	D	E
1	5.8.1) Macc. ferma	o	1,25	1,25	1,25
2		m	1,37	1,37	1,37
3		n	1,13	1,13	1,13
4		q	1,825	1,825	1,825
5		p	2,5	2,5	2,5
6					
7		N	**16150**	**16419**	**18605**
8		M	**16790**	**14985**	**10980**

Asse anteriore : la situazione di maggior sollecitazione si ha col braccio orientato sopra l'asse anteriore:

$$Raa = M/p + M\ G5 \times n/p + N\ (p-o)\ /p \qquad < 19000 \quad \text{(Tabarelli T84)}$$

	A	B	C	D	E
1			br. teso+prolung:	braccio teso	braccio retratto
2	da sopra	N	16150	16419	18605
3		M	16790	14985	10980
4	asse anteriore	Raa	**18158**	**14963**	**14492**

Pneumatici anteriori gemellati: la situazione di maggior sollecitazione si ha col braccio orientato sopra una ruota anteriore.

$$Rpa = M \text{ sen } \alpha \ (p-o)/(q-p) + M \cos \alpha /(2xp) + M \ G5 \times n/(2xp) + N \times (p-o)/(2xp)$$

	A	B	C	D	E
1			br. teso+prolung:	braccio teso	braccio retratto
2	pneumatici anteriori Rpa		11145	8661	8110
3					

Asse posteriore : la situazione di maggior sollecitazione si ha col braccio teso orientato sopra l'asse posteriore

$$Rap = M/p + M \ G5 \times m/p + Nxo/p$$

	A	B	C	D	E
1			br. teso+prolung:	braccio teso	braccio retratto
2	asse posteriore Rap		18873	18731	18762
3					

Pneumatici posteriori gemellati : la situazione di maggior sollecitazione si ha col braccio orientato sopra una ruota posteriore.

$$Rpp = M \text{ sen } \beta \ xo/(qxp) + M \cos \beta/(2xp) + M \ G5 \times m/(2xp) + Nxo /(2xp)$$

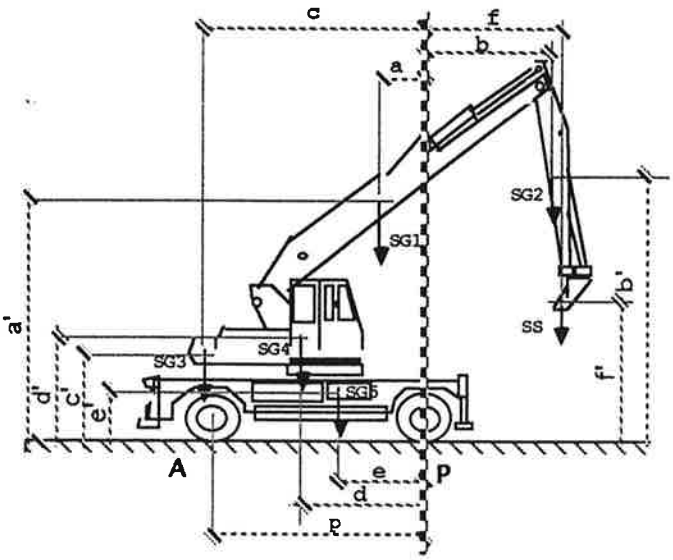
	A	B	C	D	E
1			br. teso+prolung:	braccio teso	braccio retratto
2	pneumatici post Rpp		11705	12455	11645
3					

5.8.2) Macchina in movimento

Gli effetti dinamici all'appoggio dei pneumatici (sugli assi i carichi sono circa il doppio) sono calcolati considerando anche le forze d'inerzia che si manifestano durante la frenata, sia con movimento in avanti che indietro.

La macchina può traslare col carico massimo di 2600 kp e braccio ripiegato, in modo che il carico sia vicino al suolo ed ancorato al telaio.

Velocità massima di traslazione 2 km/h.
Decelerazione massima 0.54 m/sec^2
(SI = SG x 0,54/9,81).



Il momento M1 dei carichi verticali (braccio, carico di servizio, contrappeso, ecc.) è calcolato ripetto al centro ralla ed il momento M2 delle forze di inerzia dei carichi suddetti ripetto all'appoggio a terra dei pneumatici.

M1 = M (SG1 a + SG2 b - SG3 c -SG4 d -SG5 e + SS f)

M2 = M (SI1 a' + SI2 b' + SI3 c' + SI4 d' + SI5 e' + SIS f')

N = M (SG1 + SG2 + SG3 + SG4 + SG5 + SS)

moto in avanti:

Ra = N (p-o)/p - (M1-M2)/p

Rp = N o / p + (M1-M2) /p

moto in dietro

Ra = N (p-o)/p - (M1+M2)/p

Rp = N o / p + (M1+M2) /p

	A	B	C	D
1	5.8.2) macchina in movimento		in avanti	in dietro
2	altezza masse	a'	4,315	4,315
3	da terra	b'	4,695	4,695
4		c'	1,7	1,7
5		d'	2,08	2,08
6		e'	0,72	0,72
7		f'	2,915	2,915
8	carico appeso massimo consentito		2700	2700
9		N	25032	25032
10		M1	8493	8493
11		M2	3970	3970
12	carico sull'asse	Ra	10707	7531
13	carico sull'asse	Rp	14325	17501
14				

assali :	anteriore	<	19000 kp
	posteriore	<	19000 kp
pneumatici:	anteriori	<	30000 kp
	posteriori	<	30000 kp

5.8.3) ASSE ANTERIORE

La verifica, fatta per i valori di carico massimi della tabella precedente, sia su ruota che su assale sono riportati con i relativi parametri.

	A	B	C	D
1	5.8.3) Asse anteriore			
2	- massimo carico per ruota		11145	
3	- dimensioni sezione a x b in cm		7	
4		W	915	
5	- braccio l		94	
6		M	1047630	
7		sigma	1145	
8		tau	57	
9		sigma id	1150	
10	Spine			
11	- massimo carico per assale		18158	
12	- dimensioni spine: a-b-ø in cm		5	
13		Mmax	3931	
14		sigma	314	
15		tau	231	
16		sigma id	509	

5.9) VERIFICA DEGLI STABILIZZATORI POSTERIORI

Si verifica la situazione su soli stabilizzatori posteriori, in quanto più gravosa che non su pala anteriore e stabilizzatori.

Si verificano nella condizione di maggior sollecitazione: con angolo β rispetto all'asse della macchina.

La reazione a terra dello stabilizzatore è:

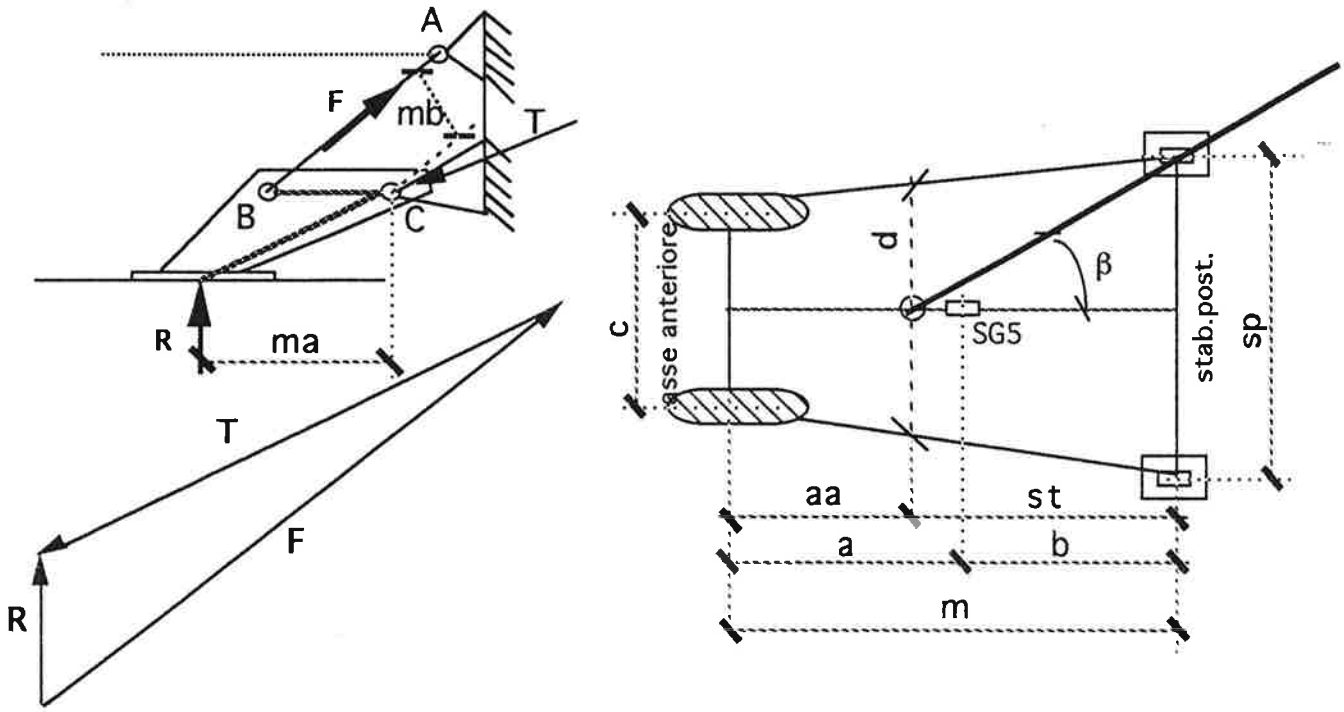
$$Rst = M\ aa\ \text{sen}\,\beta\ /(d\ \ m) + M \cos\beta/(2\ \ m) + (M\ \ SG5\ \ a + N\ \ aa)/(2\ \ m)$$

Il suo massimo si ha per l'angolo β che annulla la derivata prima:

$$Rst' = M\ aa \cos\beta\ /(d\ m) - M\ \text{sen}\,\beta\ /(2\ m) = 0 \qquad \text{per} \quad \text{tang}\,\beta = 2\ aa/d$$

Per il peso N del veicolo con carico e per il momento M, in corrispondenza dell' asse ralla, vedi punto 5.6.3.

Il contributo di sostentamento da parte dell'asse posteriore é valutabile, a favore della stabilità, nel 15% del carico che lo stabilizzatore andrebbe a sopportare in assenza dell'asse posteriore.



Reazione a terra, considerato il contributo ruota/asse posteriore $R = Rst - 0{,}15\ Rst$

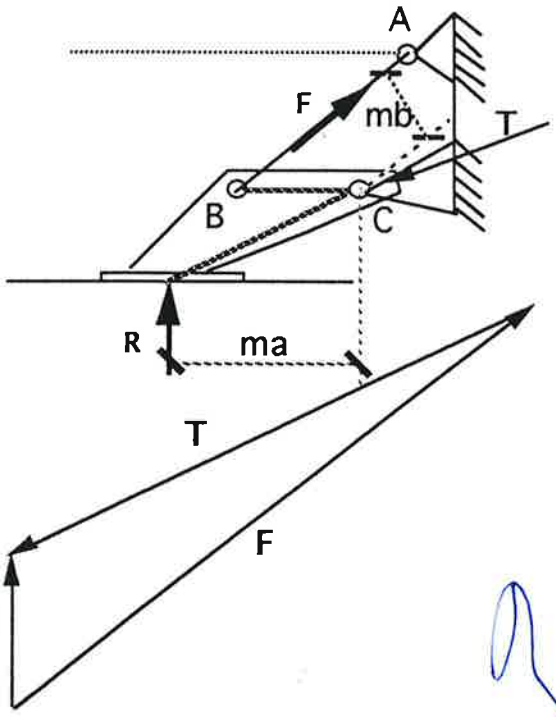
Sforzo sul martinetto: $F = R\ ma / mb$

Pressione massima di lavoro: $p = 4\ F / (\pi\ Di^2)$

	A	B	C	D	E
1	5.9) ver. stb. posteriori				
2		a	1,370		
3		b	1,870		
4		aa	1,250		
5		st	1,990		
6		m	3,240		
7		c	1,830		
8		d	2,420		
9		sp	3,360		
10	-bracci martinetto:	ma, mb	53,000	18,00	
11	- diametro interno martinetto	Di	14,000		
12	- " esterno	De	16,800		
13			br. teso+prolunga	braccio teso	braccio retratto
14		N	17360	18738	23050
15		M	25716	29568	25690
16	carico su solo stabilizzatore:	Rst =	9435	10746	11098
17	carico su asse post. ≈ 15%	Rst =	1415	1612	1665
18	carico su stabilizzatore:	R =	8020	9134	9433
19	sforzo su martinetto	F =	23615	26895	27776
20	pressione max interna	p =	153	175	180

5.9.1) Verifica del martinetto

	A	B	C	D	E
1	5.9.1) Verifica martinetto per la pressione di taratura =			230	kp/cmq
2	- camicia				
3		De in cm =	16,800		
4		Di	14,000		
5		sigma id. =	**1505**		
6	- fondello				
7		sp	2,500		
8		sigma max	**490**		
9	- verifica della saldatura fondello				
10		sigma id. =	**523**		
11	- verifica coperchio				
12		spess.cm. =	1,300		
13		diam. stelo =	7,000		
14		ø int. coperc. A	13,000		
15		ø est. coperc. B	19		
16		sigma max =	**1559**		
17	- verifica filettatura del coperchio				
18		press.taratura	235		
19		dnocciolo =	14		
20		De =	16,8		
21		Di	14		
22		diam. stelo	7		
23		p" =	0,25		
24		z =	18		
25		sigma max =	**26**		
26	- Verifica a carico di punta stelo				
27		Lungh. =	53		
28		x =	2		
29		L=	106		
30		lamda =	**60,57**		
31	**verificare tab..**	omega =	1,18		
32		sigma =	**1086**		



Cerniere carro - stabilizzatore -martinetto

Dal diagramma si rileva che **T** è sempre inferiore ad **F**: a favore della stabilità la verifica delle tre cerniere è fatta per **F** (da 5.9).

- perni: $M = (F/24) \times (3\,a^2 - b^2) / a$

$$\sigma = 32\,M / \pi\,D^3$$

$$\tau = F/(2Area)$$

$$\sigma id = \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)} \leq \sigma amm \ (38\ Ni\ Cr\ Mo)$$

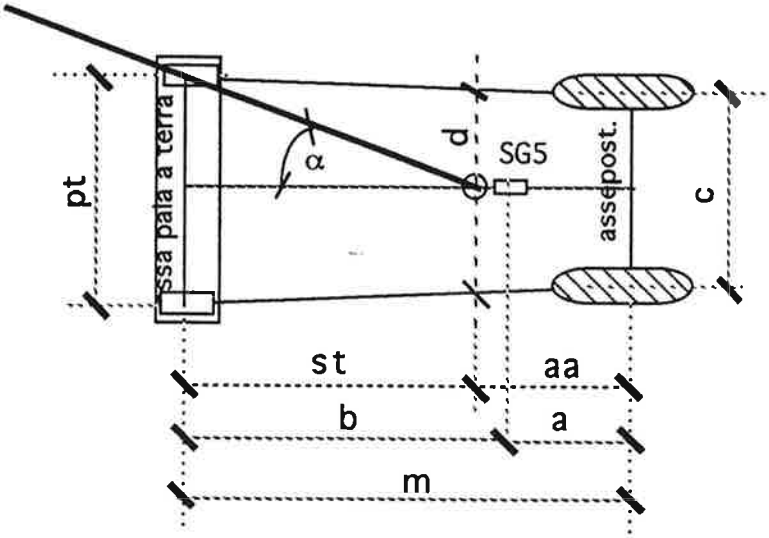
- struttura: $M = R\ ma/2$ $\qquad \sigma = M/W$

$\tau = R/Area$ $\qquad \sigma id = \sqrt{(\sigma^2 + 3\tau^2)}$

	A	B		C	D	E
1	- perno superiore (A)			br. teso+prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2	carico su stabilizzatore:	R =		8020	9134	9433
3	sforzo su martinetto	F =		23615	26895	27776
4	pressione max interna	p =		153	175	180
5	da 5.9)	a		18	18	18
6		b		17,5	17,5	17,5
7		ø		6	6	6
8		Mmax		36393	41447	42805
9		sigma		1716	1955	2019
10		tau		418	476	491
11	verificare tab.	sigma id.		1862	2121	2190
12	- staffa superiore					38 Ni Cr Mo4
13		c		6	6	6
14		d		6	6	6
15		t		1,5	1,5	1,5
16		sigma		1312	1494	1543
17	- perno inferiore					
18		a		10	10	10
19		b		9	9	9
20		ø		6	6	6
21		Mmax		21549	24541	25345
22		sigma		1016	1157	1195
23		tau		23	26	27
24	verificare tab.	sigma id.		1017	1158	1196
25	- staffa inferiore					
26		c		10	10	10
27		d		6	6	6
28		t		1,2	1,2	1,2
29		sigma		984	1121	1157
30	struttura stabilizzatore					
31		braccio	ma	26,5	26,5	26,5
32		A		55,2	55,2	55,2
33		W		582	582	582
34		M		106267	121026	124990
35		sigma		183	208	215
36		tau		145	165	171
37		sigma id		311	354	366
38						

5.10) VERIFICA DELLA PALA CON FUNZIONE DI STABILIZZATORE

Si verifica la situazione con sola pala stabilizzatrice in quanto più gravosa che con pala a terra + stabilizzatori posteriori.



La reazione a terra della pala, considerata poggiante sui due punti laterali e non continua, e ciascun punto con il relativo matrinetto agente come uno stabilizzatore (a favore della sicurezza), è:

$$Rst = M\ aa\ \text{sen}\,\alpha\ /(d\ \ m) + M \cos\alpha/(2\ \ m) + (M\ \ SG5\ \ a + N\ \ aa)/(2\ \ m)$$

Il suo massimo si ha per l'angolo α che annulla la derivata prima:

$$Rst' = M\ aa \cos\alpha\ /(d\ m) - M\ \text{sen}\,\alpha\ /(2\ m) = 0 \quad \text{per}$$

$$\text{per} \qquad \text{tang}\,\alpha = 2\ aa/d$$

Per il peso N del veicolo con carico, e per il momento M, in corrispondenza dell' asse ralla, vedi punto 5.6.3.

- carico sul martinetto dovuto a peso + compnente longitudinale del momento:

$$P1 = M \cos\alpha/(2\ \ m) + (M\ \ SG5\ \ a + N\ \ aa)/(2\ \ m)$$

- carico sul martinetto dovuto a compnente trasversale del momento:

$$P2 = (\ pt/mp)\ M\ aa\ \ \text{sen}\,\alpha\ /(\ d\ \ m)$$

- carico complessivo sul martinetto:

$$Pm = P1 + P2$$

- presione massima nel martnetto:

$$pmax = Pm/\text{Area interna pistone}$$

	A	B	C	D	E
1	5.10) ver. pala con funzione di stab.				
2		a	1,13		
3		b	2,38		
4		aa	1,25		
5		st	2,26		
6		m	3,51		
7		c	1,83		
8		d	2,03		
9		pt	2,4		
10	distanza tra martinetti	pm	1,5		
11	- diametro interno martinetto Di		9		
12	- " esterno De		11,4		
13			br. teso+prolunga	braccio teso	braccio retratto
14		N	17360	18738	23050
15		M	25716	29568	25690
16	carico su un lato stabilizz.: Rst =		8733	9779	9740
17		P1	6617	7346	7626
18		P2	3386	3893	3382
19		Pm	10002	11239	11008
20	pressione max interna p =		157	177	173
21					
22	5.9.1) Verifica martinetto per la pressione di taratur		230	kp/cmq	
23	- camicia				
24		De in cm =	11,400		
25		Di	9,000		
26		sigma id. =	1221		
27	- fondello				
28		sp	2,000		
29		sigma max	318		
30	- verifica della saldatura fondello				
31		sigma id. =	260		
32	- verifica coperchio				
33		spess.cm. =	1,20		
34		diam. stelo =	5,00		
35		ø int. coperc. A	6,60		
36		ø est. coperc. B	10,00		
37		sigma max =	1083		
38	- verifica filettatura del coperchio				
39		dnocciolo =	8,74		
40		De =	11,4		
41		Di	9		
42		diam. stelo	5		
43		p" =	0,2		
44		z =	14		
45		sigma max =	22		
46	- Verifica a carico di punta stelo				
47		Lungh. =	20		
48		x =	2		
49		L=	40		
50		lamda =	32,00		
51	verificare tab..	omega =	1,09		
52		sigma =	812		

	A	B	C
1	- perno superiore (A)		per il carico max su stab.
2	carico su un lato stabilizz.: Rst =		10309
3		a	7,5
4		b	7
5		ø	4
6		Mmax	6858
7		sigma	1092
8		tau	410
9	verificare tab.	sigma id.	1302
10	- staffa superiore		
11		c	5
12		b	6
13		t	1
14		sigma	1031
15	- perno inferiore (B)		
16		a	7,5
17		b	7
18		ø	4
19		Mmax	6858
20		sigma	1092
21		tau	41
22	verificare tab.	sigma id.	1094
23	- staffa inferiore	c	5
24		d	6
25		t	1,2
26		sigma	859

6) II CONDIZIONE DI CARICO

Nella I condizione di carico la sezione più sollecitata è la 3. La verifica viene fatta per la stessa sezione, vedi cap. 5.1.1.

$$Mx = Mx(5.1.1)$$

$$My = My(5.1.1) + M\ (SW1\ a + SW2\ b + SW6\ f)$$

$$Mt = Mt(5.1.1) + M\ (SW1\ a' + SW2\ b' + SW6\ f')$$

$$\sigma x = Mx / Wx$$

$$\sigma y = My / Wy$$

$$\sigma = \sigma x + \sigma y$$

$$\tau = Mt \times Wt$$

$$\sigma id = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \times \tau^2)}$$

	A	B	C	D	E
1	Solleciazioni		br.teso con prol.	br. teso senza prol.	braccio retratt
2	6)II cond. carico	Q	6294	7672	11984
3		Mx	3468267	3844493	3786426
4		My	52438	50386	46802
5		Mt	1594	1816	8124
6		sigma x	1131	1254	1235
7		sigma y	11	10	10
8		F	38109	42984	49736
9		R	4280	4992	-9599
10		S	32003	35550	37733
11		sigma c	13	15	-29
12		tau f	106	118	125
13		tau t	16	18	80
14		sigma id	1158	1286	1253

La II condizione di carico è solitamente soddisfatta, perchè le maggiori sollecitazioni dovute all'effetto del vento influiscono meno dell'incremento del 12.5 % della σ ammissibile.

7) III CONDIZIONE DI CARICO

La verifica della III condizione di carico è sempre soddisfatta perchè per SIII = SG + (1.25 SS + 0.1 F) le sollecitazioni che si provocano sono sempre inferiori a σamm III = 1.25 x σamm.; questo vale anche per cerniere e spinotti, per i quali è σammIII = σR/NZ.

8) STABILITA' AL ROVESCIAMENTO SU RUOTE

La stabilità al rovesciamento viene accertata verificando che il momento stabilizzante WS è maggiore del momento rovesciante WR. Le verifiche vengono eseguite rispetto all'asse A-A indicato in ciascuna figura.

8.1) SERVIZIO NORMALE

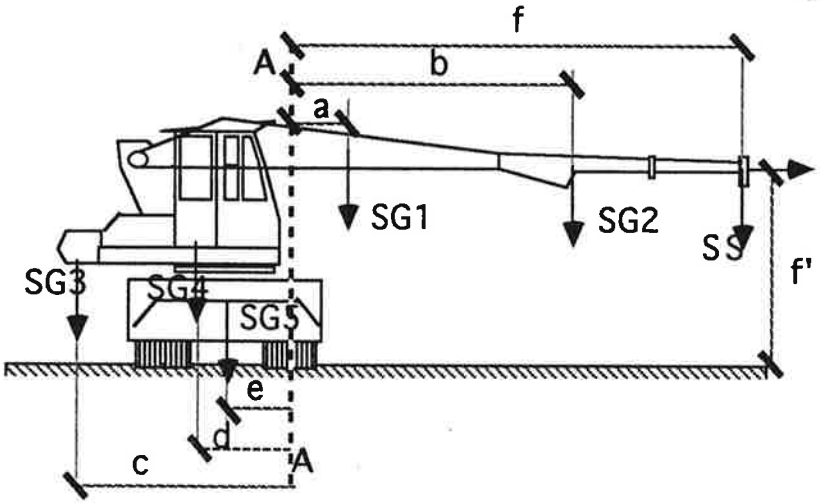
8.1.1) Macchina ferma

In conformità con quanto previsto nell' appendice della Norma CNR al punto 8.1, si trascurano le forze di inerzia orizzontali, dovute alla rotazione del braccio, perchè l'operatore ne può regolare l'accelerazione e la decelerazione.

Per quanto riguarda l'azione del vento sul carico e sulla struttura (carro, sovracarro e braccio) si fanno le seguenti considerazioni:

a) la forza dovuta al vento sul carro e sovracarro può essere trascurata, data la scarsa influenza sulla stabilità della macchina.

b) la spinta del vento sul braccio - braccetto - carico aumenta quando dalla posizione orizzontale si solleva od abbassa il braccio. L'aumento del momento rovesciante dovuto a tale spinta è inferiore alla diminuzione del momento rovesciante dovuto ai pesi propri di braccio - braccetto e carico, per cui la posizione di massimo momento ribaltante risulta sempre quella con braccio orizzontale teso e prolunga.



MR = SG1 a + SG2 b + 1.1 x SS f + SW f'

MS = SG3 c + SG4 d + SG5 e

	A	B	C	D	E
1	8.1.1) Macchina ferma		br.teso+prolunga	br. teso senza pr.	braccio retratto
2	- distanze masse da ralla	a	1,06	1,06	0,58
3		b	5,14	4,70	3,24
4		c	-2,04	-2,04	-2,04
5		d	-0,42	-0,42	-0,42
6		e	0,12	0,12	0,12
7		f	7,38	6,29	3,31
8		f'	2,92	2,92	2,92
9	- dist.masse da centro ruota (braccio laterale stesso lato)				
10		a	0,15	0,15	-0,33
11		b	4,22	3,79	2,33
12		c	-2,95	-2,95	-2,95
13		d	-1,33	-1,33	-1,33
14		e	-0,91	-0,91	-0,91
15		f	6,47	5,38	2,40
16	MR		**19393**	**17235**	**13877**
17	MS		**-24336**	**-24336**	**-24336**

MS > MR

8.1.2) Macchina in movimento

La macchina può traslare con un carico massimo di 2700 kp a 3.31 m dal centro ralla. La prolunga deve essere completamente retratta ed il braccio completamente piegato, in modo che il carico sia il più possibile vicino al suolo. Il sollevatore deve traslare su terreno solido, pianeggiante ed orizzontale.

In conformità con quanto prescritto dalla appendice alla Norma CNR, punto 8.1, si trascurano le forze di inerzia orizzontali dovute alla traslazione del carro, perchè l'operatore ne può regolare sia l'accelerazione che la decelerazione. La velocità massima di traslazione è di 2 km/ora.

Con la macchina in movimento si è sempre in condizioni di maggiore sicurezza che nel caso del punto 8.1.1, nel quale il braccio è orizzontale, teso con prolunga.

8.2) VERIFICA STATICA

La situazione più sfavorevole si ha con braccio orizzontale teso con prolunga. Viene eseguita tenendo conto dei soli pesi propri delle strutture e del carico di servizio, aumentato come previsto al punto 8.2 delle norme CNR, omettendo l'azione del vento, perchè trascurabile.

Momento ribaltante $M'R = SG1\ a + SG2\ b + \{1.25\ SS + 0.1(SG1 + SG2)\}\ f$

Momento stabilizzante $MS = SG3\ c + SG4\ d + SG5\ e$

	A	B	C	D	E
1		MS	-24336	-24336	-24336
2		M'R	20469	17286	7794

$MS > M'R$

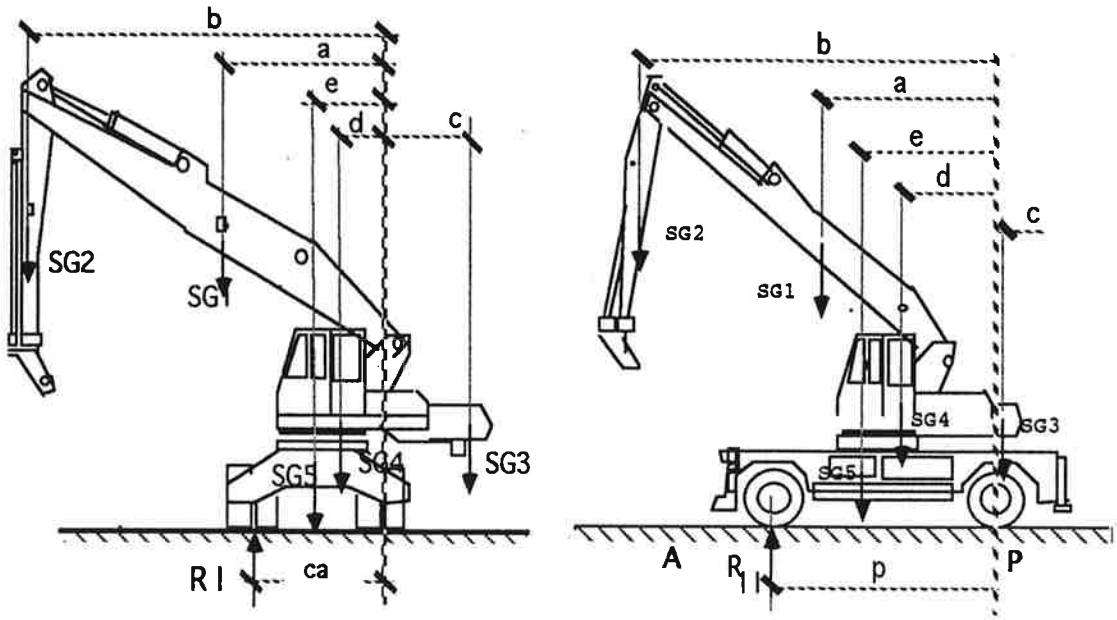
8.3) RILASCIO ISTANTANEO DEL CARICO

Come previsto al punto 8.3 delle Norme si considera il sollevatore sul terreno orizzontale e resistente, col braccio piegato ed il carico nullo.

$$0.15\ N = 0.15\ (SG1 + SG2 + SG3 + SG4 + SG5)$$

RI = (SG1 a + SG2 b - SG3 c + SG4 d + SG5 e)/ca braccio in senso trasversale

RII = (SG1 a + SG2 b - SG3 c + SG4 d + SG5 e)/p braccio in senso longitudinale



	A	B	C	D	E
1	8.3) Rilascio istantaneo del carico				
2	- dist.masse da centro ruota (braccio laterale, lato opposto)				
3		a	1,97	1,97	1,49
4		b	6,05	5,61	4,15
5		c	-1,13	-1,13	-1,13
6		d	0,49	0,49	0,49
7		e	1,03	1,03	1,03
8	- dist.masse da asse post.				
9	(braccio in avan	a	2,31	2,31	1,83
10		b	6,39	5,95	4,49
11		c	-0,79	-0,79	-0,79
12		d	0,83	0,83	0,83
13		e	1,37	1,37	1,37
14	RI		**7736**	**7531**	**6538**
15	RII		**8151**	**8002**	**7277**
16	0,15 N		**2783**	**2783**	**2783**
17					

In ogni caso si ha 0,15 N < RI

0,15 N < RII

8.4) VENTO DI TEMPESTA

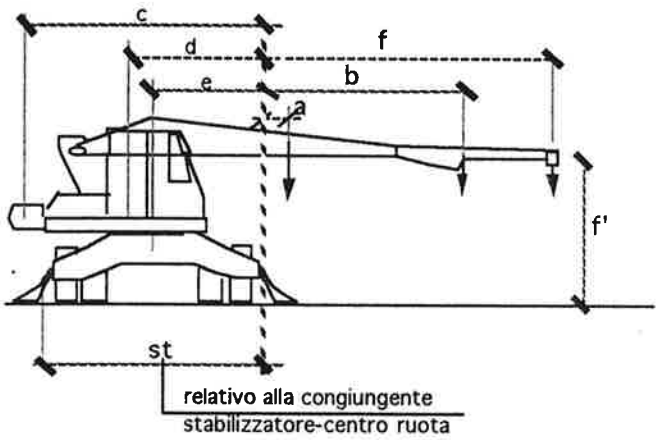
Tale verifica non viene eseguita perchè in caso di tempesta è possibile appoggiare velocemente il braccio a terra e la macchina resta fuori servizio in sicurezza.

9) STABILITA' AL ROVESCIAMENTO SU STABILIZZATORI

La stabilità viene accertata verificando che il momento ribaltante WR è minore di quello stabilizzante WS.

9.1) SERVIZIO NORMALE

Le considerazioni da fare sono le stesse riportate a 8.1.1.La posizione di massimo momento ribaltante risulta quella di braccio teso, orizzontale, senza prolunga, orientato ortogonale al senso della macchina.



MR = SG1 a + SG2 b + 1.1 SS f + SW f'

MS = SG3 c + SG4 d + SG5 e

	A	B	C	D	E
1	9 stabilità a rovesciamentosu stabilizzatori				
2	- dist. masse da stab. lato brac.	a	-15,00	-15,00	-63,00
3		b	392,50	349,00	203,00
4		c	-325,00	-325,00	-325,00
5		d	-163,00	-163,00	-163,00
6		e	-121,00	-121,00	-121,00
7	f		617	508	210
8	f'		291,5	291,5	291,5
9	SG1		1160	1160	1160
10	SG2		810	810	810
11	SG3		3150	3150	3150
12	SG4		6730	6730	6730
13	SG5		6650	6650	6650
14	SS		2500	3500	7000
15	SW		75	105	210
16		MR	**2019138**	**2251698**	**1769565**
17		MS	**-2925390**	**-2925390**	**-2925390**

MR < MS

9.2) VERIFICA STATICA

La situazione più limitativa si ha col braccio teso senza prolunga, orientato ortogonale alla macchina. Viene eseguita tenendo conto dei soli pesi propri delle strutture e del carico di servizio, aumentato come previsto al punto 8.2 delle Norme, omettendo l'azione del vento, perchè trascurabile.

M'R = SG1 a + SG2 b + {1.25 SS + 0.1 (SG1 +SG2)} f

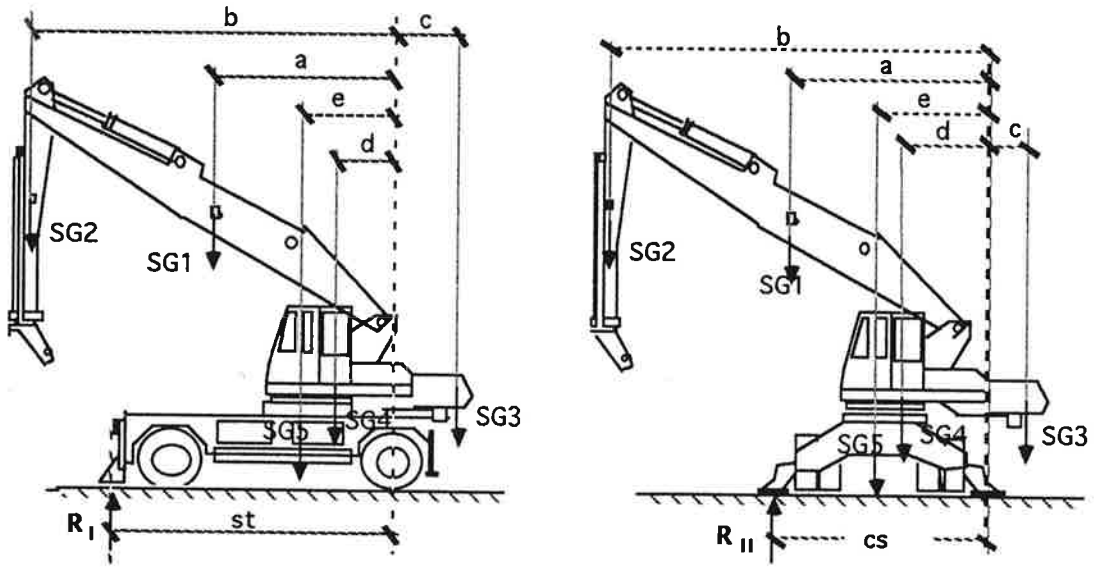
MS = SG3 c + SG4 d + SG5 e

	A	B	C	D	E
1	9.2) verifica stat	MS	-36225	-36225	-36225
2		M'R	21216	22978	14657
3					

MS > M'R

9.3) RILASCIO ISTANTANEO DEL CARICO

Come previsto dalle Norme al punto 8.3, si considera il sollevatore su terreno orizzontale e resistente con braccio ripiegato e carico nullo.



0.15 N = 0.15 (SG1 + SG2 + SG3 + SG4 + SG5)

RI = (SG1 a + SG2 b - SG3 c + SG4 d + SG5 e)/cs braccio in senso trasversale

RII = (SG1 a + SG2 b - SG3 c + SG4 d + SG5 e)/st braccio in senso longitudinale

	A	B	C	D	E
1	dist. masse da stab.	a	2,74	2,74	2,26
2	lato oposto al braccio	b	6,82	6,38	4,92
3		c	-0,36	-0,36	-0,36
4		d	1,26	1,26	1,26
5		e	1,80	1,80	1,80
6	RII		**8439**	**8328**	**7788**
7	RI		**11342**	**11192**	**10467**
8	0,15 N		**2783**	**2783**	**2783**

RI > 0,15 N

RII > 0,15 N

9.4) VENTO DI TEMPESTA

Tale verifica non viene eseguita, perchè in caso di vento di tempesta è possibile appoggiare velocemente il braccio a terra, così la macchina resta fuori servizio ed in sicurezza.

CONCLUSIONE

Fatte le precedenti verifiche e considerazioni, si ritiene che il sollevatore T84 AP con sbraccio massimo di m 7,38, nella versione con stabilizzatori posteriori e pala anteriore, è dimensionato nel rispetto delle Norme vigenti.

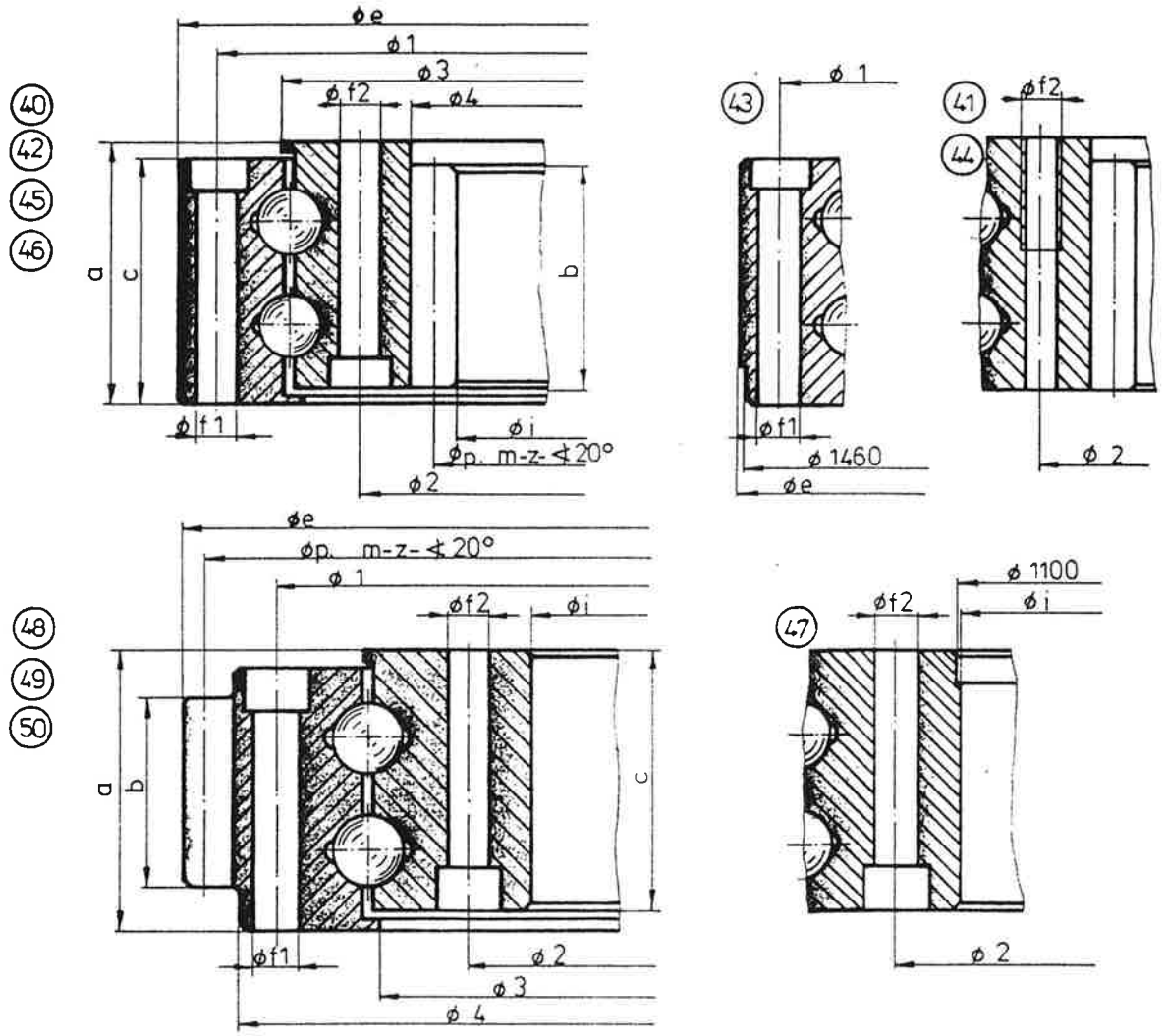
Verona, 22 Novembre 1995

il relatore
Ing. Vincenzo ROMITO

DOTT. ING. VINCENZO ROMITO - VERONA - ORDINE INGEGNERI PROV. DI VERONA 608

metallurgica rossi
international spa

A



N.	Tipo	ø e	ø i	ø p	m	z	ø 1	ø 2	ø 3	ø 4	a	b	c	ø f1	ø f2	N. fori E	N. fori I	kg	T. norm. kg	T. max. kg
40	I.2.120-400	1200	963,5	980	10	98	1160	1040	1110	1010	110	88	96	21	21	36	36	247	6880	13760
41	I.2.125-400	1250	996	*1008	12	84	1208	1084	1154	–	110	99,5	99,5	21	20MA	36	36	292	10380	20760
42	I.2.134-400	1345	1071	*1080	8	135	1290	1150	1236,6	1115	108	88	98	21	21	40	40	334	6950	13900
43	I.2.146-400	1470	1176	1200	12	100	1425	1270	1364	1230	108	90	98	23	23	40	40	380	8450	16900
44	I.2.153-400	1530	1186	*1200	10	120	1480	1290	1394	1240	144	109	134	25	24MB	48	48	620	7760	15520
45	I.2.175-400	1750	1418,4	1440	12	120	1705	1525	1610	1470	120	98	110	25	25	40	40	577	9120	18240
46	I.2.178-400	1780	1375	1400	14	100	1710	1500	1599	1438	144	114	134	31	31	48	48	842	12490	24980

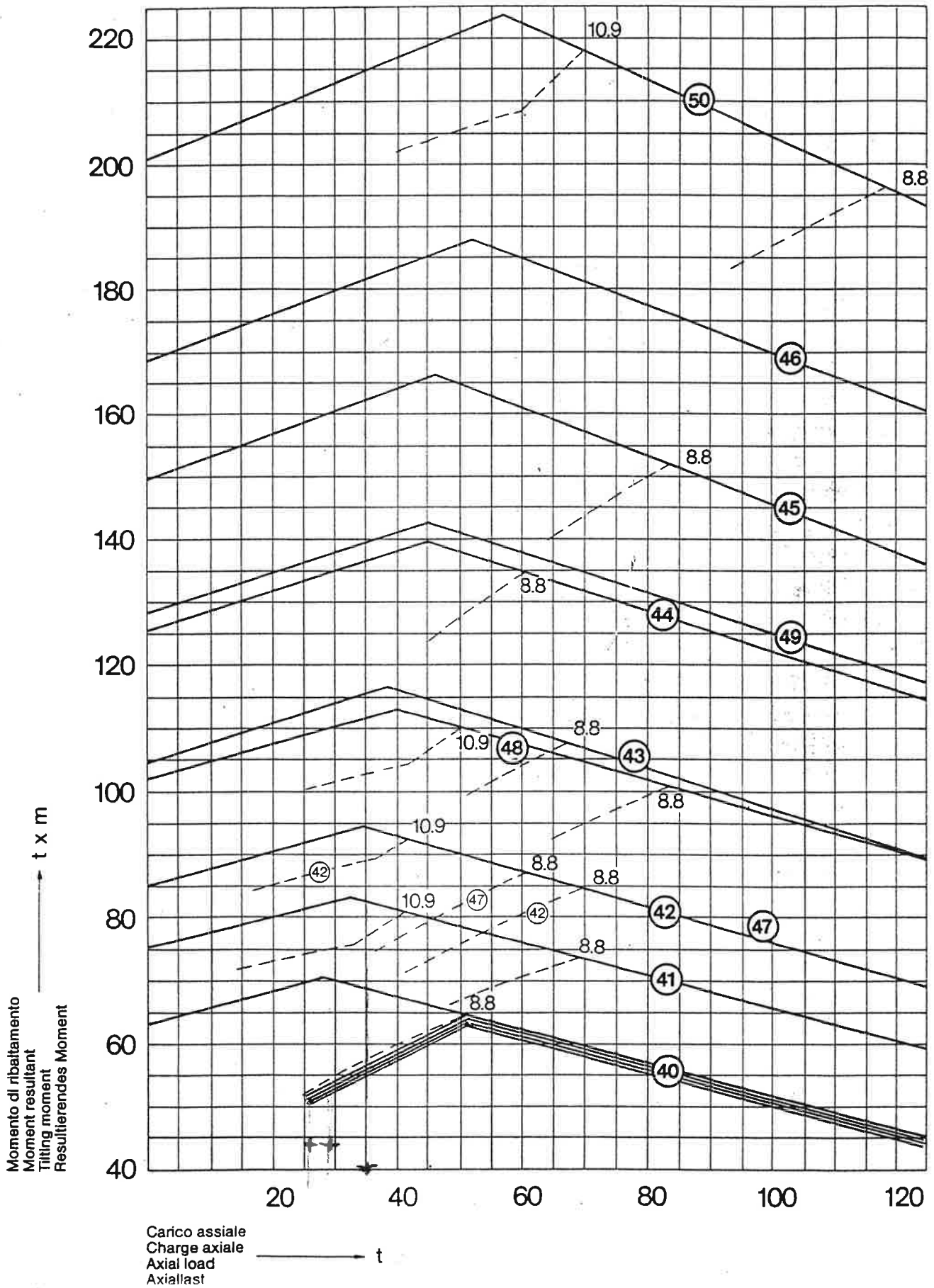
N.	Tipo	ø e	ø i	ø p	m	z	ø 1	ø 2	ø 3	ø 4	a	b	c	ø f1	ø f2	N. fori E	N. fori I	kg	T. norm. kg	T. max. kg
47	E.2.138-400	1380	1095	1360	10	136	1290	1135	1215,5	1330	108	90	98	23	23	36	36	350	6480	12960
48	E.2.148-400	1475,4	1085	*1440	10	144	1350	1150	1243,4	1415	144	93	134	28	28	24	28	682	8080	16160
49	E.2.160-400	1604	1208	*1570	10	157	1500	1280	1396	1551	144	93	134	31	31	48	48	710	8080	16160
**50	E.2.201-400	2010	1575	1980	15	132	1852	1640	1740	1940	140	120	130	31	31	28	28	1131	12960	25920

* = dentatura corretta; denture corrigée; gear corrected; Verzahnung korrigiert

**sole su richiesta; seulement sur demande; for use only on direct request; nur auf Anfrage

metallurgica ross
international spa

B



aifo motori FIAT

Sede: Via Carducci, 29
20123 Milano
tel. 877006/7/8 - 8058351/2/3
telex 311531 - AIFO - I - telegr. AIFO Mi

Stabilimento: Via Vanzago
20010 Pregnana Milanese
tel. 9391201/2/3/4/5
telegr. AIFO Pregnana Milanese

Spett.le

DITTA TABARELLI

Via Roma n.10

37060 MOZZECANE VR

vs. rif.

ns. rif. 2701/I - ET/cg -

data Milano, 20.4.1982

PONTE POSTERIORE AUTOCARRO FIAT 697

A integrazione della nostra dichiarazione N. 2323/I del 16.2.82, Vi comunichiamo che la portata statica del ponte posteriore FIAT 697 è di 19.000 Kg.

Distinti saluti.

AIFO S.p.A.
Ufficio Vendite Italia
(Ing. Eugenio Tronconi)

PNEUMATICI PER AUTOVEICOLI INDUSTRIALI MEDI E PESANTI

Pneumatici a costruzione radiale

Carichi massimi in funzione della velocità

D

misura	montaggio	velocità massima fino a km/h																				
		120	115	110	105	95	90	80	70	65	60	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
		carico per asse kg																				
8.25 R 20 133/131 J (14 PR)	S	3630	3830	3960	4120	4160	4200	4280	4410	4470	4530	4610	4660	4740	4900	5150	5560	6180	6800	7420	8650	10300
	A	6860	7250	7490*	7800	7880	7960	8110	8350	8460	8580	8740	8810	9480	9800	10300	11120	12360	13600	14840	17300	20600
225/90 R 20 135/132 J (16 PR)	S	3840	4050	4190	4360	4400	4450	4530	4670	4730	4800	4880	4930	5010	5190	5450	5890	6540	7190	7850	9160	10900
	A	7040	7440	7680*	8000	8080	8160	8320	8560	8680	8800	8960	9040	10020	10380	10900	11780	13080	14380	15700	18320	21800
9.00 R 20 140/137 J (14 PR)	S	4400	4650	4800	5000	5050	5100	5200	5350	5430	5500	5600	5650	5750	5950	6250	6750	7500	8250	9000	10500	12500
	A	8100	8560	8830*	9200	9290	9380	9570	9840	9980	10120	10300	10400	11500	11900	12500	13500	15000	16500	18000	21000	25000
10.00 R 20 146/143 J (16 PR)	S	5280	5580	5760	6000	6060	6120	6240	6420	6510	6600	6720	6780	6900	7140	7500	8100	9000	9900	10800	12600	15000
	A	9590	10140	10460 *	10900	11010	11120	11340	11660	11830	11990	12210	12320	13800	14280	15000	16200	18000	19800	21600	25200	30000
11.00 R 20 146/143 J (14 PR)	S	5280	5580	5760	6000	6060	6120	6240	6420	6510	6600	6720	6780	6900	7140	7500	8100	9000	9900	10800	12600	15000
	A	9590	10140	10460 *	10900	11010	11120	11340	11660	11830	11990	12210	12320	13800	14280	15000	16200	18000	19800	21600	25200	30000
11.00 R 20 149/145 J (16 PR)	S	5720	6050	6240	6500	6570	6630	6760	6960	7050	7150	7280	7350	7480	7740	8130	8780	9750	10730	11700	13650	16250
	A	10210	10790	11140 *	11600	11720	11830	12060	12410	12590	12760	12990	13110	14960	15480	16260	17560	19500	21460	23400	27300	32500
11.00 R 20 16 PR batt. RM 94	S	—	—	—	—	—	—	—	—	6500	6760	7150	7280	7480	7740	8130	8780	9750	10730	11700	13650	16250
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	11600	12060	12760	12990	14960	15480	16260	17560	19500	21460	23400	27300	32500
12/80 R 20 149/145 J	S	5720	6050	6240	6500	6570	6630	6760	6960	7050	7150	7280	7350	7480	7740	8130	8780	9750	10730	11700	13650	16250
	A	10210	10790	11140 *	11600	11720	11830	12060	12410	12590	12760	12990	13110	14960	15480	16260	17560	19500	21460	23400	27300	32500
12.00 R 20 150/146 J (16 PR)	S	5900	6230	6430	6700	6770	6830	6970	7170	7270	7370	7500	7570	7710	7970	8380	9050	10050	11060	12060	14070	16750
	A	10560	11160	11520 *	12000	12120	12240	12480	12840	13020	13200	13440	13560	15420	15940	16760	18100	20100	22120	24120	28140	33500

Vedere note a pag. 73.

* Per la versione con codice di velocità K i carichi massimi indicati a 105 km/h sono applicabili fino alla velocità massima di 110 km/h.

S = pneumatici SINGOLI; A = pneumatici ACCOPPIATI.

RUOTE PIENE SEMIELASTICHE

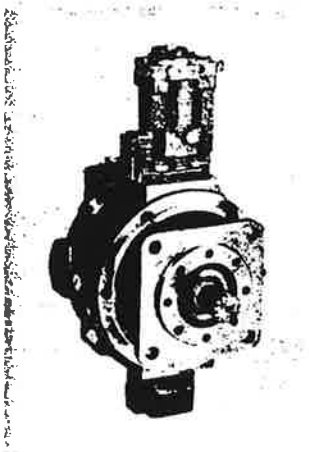
Dati Tecnici

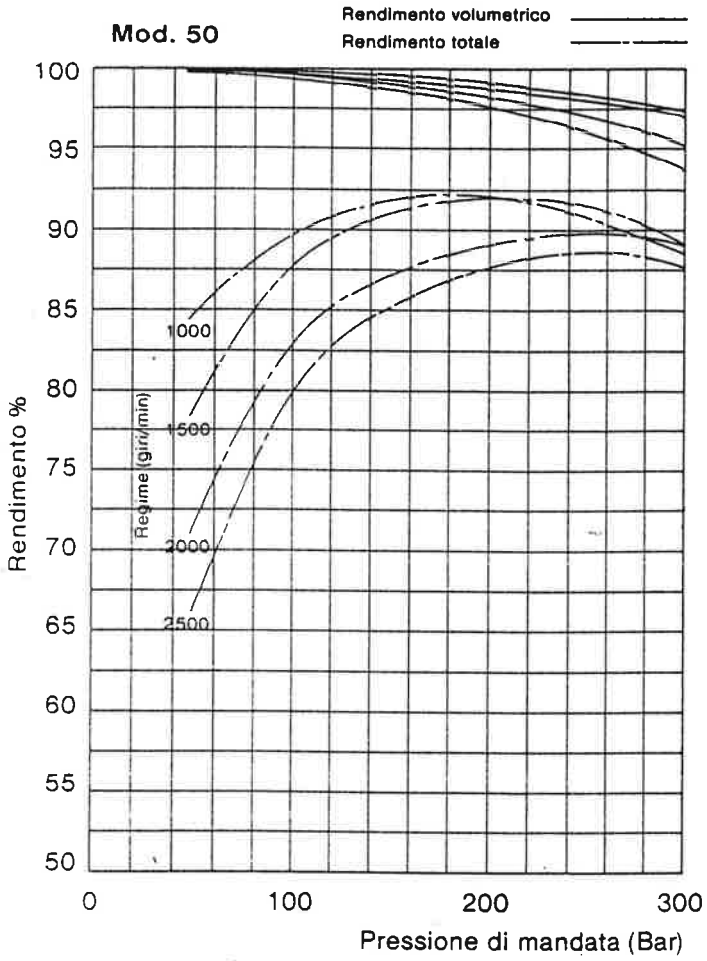
Misura	Cerchio	Profilo	Portata (kg) per carrello elev. fino a 25 km/h ruota portante	ruota sterz.	Portata (kg) altri veicoli (rimorchi) fino a 6 km/h	fino a 10 km/h	fino a 25 km/h	Dimensioni (mm) larghez. totale	diametro totale	Peso (kg) Con-fort	Super Con-fort	Raggio di carico a capacita' mas. di carico (mm) Con-fort	Super Confort
8.25 – 20	5.50 – 20	N	4100	3375	4100	3720	3375	188	917	94,5	92	435	422
	6.00 – 20	N						200		102	99	436	423
	6.50 – 20	N	4800	3675	4800	4335	3675	213		109,5	106,5	437	424
	7.00 – 20	N						226		116,5	113,5	438	425
	7.50 – 20	N						239		123,5	120,5	439	426
	8.00 – 20	N						251		131.	127,5	440	427
9.00 – 20	6.50 – 20	HT	5375	4450	5375	4885	4450	220	974	144,5	140,5	454	440
	6.50 – 20	N						218	1006	148,5	144,5	468	454
	7.00 – 20	HT						220	974	145,5	141	454	440
	7.00 – 20	N						218	1006	149,5	145,5	468	454
	7.50 – 20	N						262	1006	170	165	473	458
10.00 – 20	7.00 – 20	N	6000	5000	6000	5455	5000	218	1013	152	148	476	461
	7.50 – 20	HT						250	1010	172,5	167,5	476	461
	7.50 – 20	N						262	1013	172,5	167,5	480	465
	—8.00 – 20	HT						250	1010	173	168,5	476	461
	8.00 – 20	N						262	1013	173	168,5	480	465

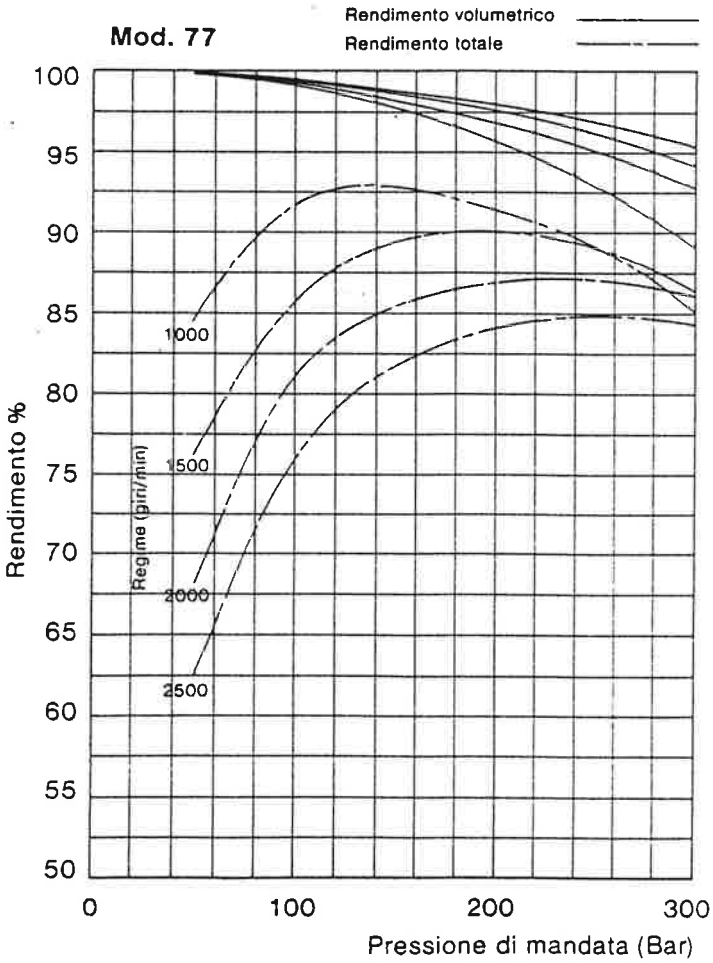
E

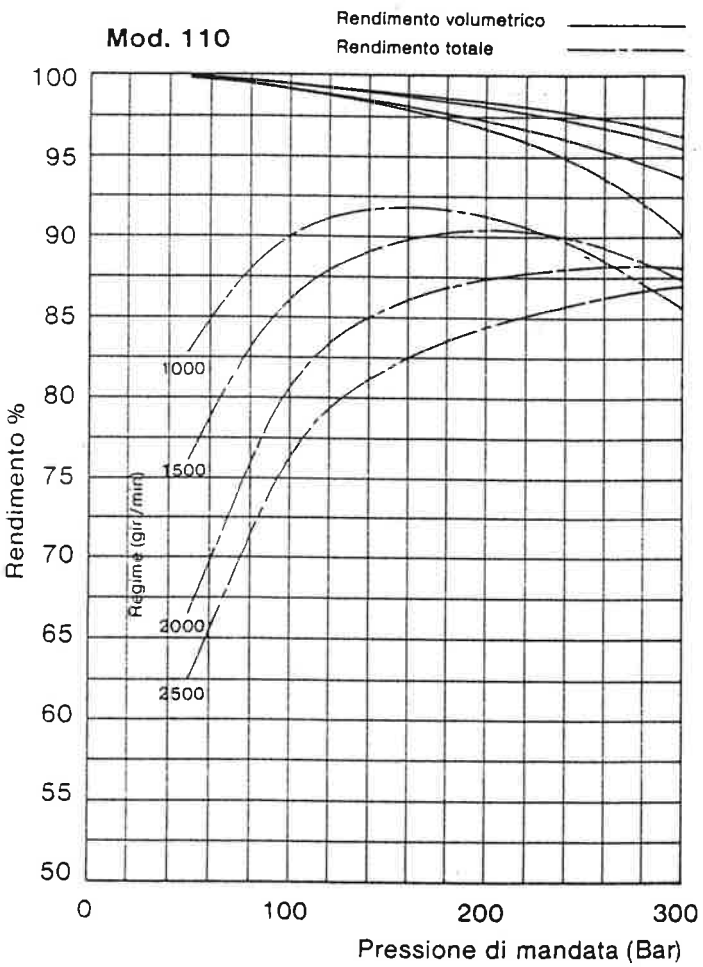
Curve di rendimento

Tutti i dati sono ricavati dalla media delle prestazioni di pompe di regolare produzione, impiegando olio idraulico minerale S.A.E 10 alla temperatura di 50 ° C, con una corrispondente viscosità di 21 cSt.









Starting motor	kW	3
Alternator with built-in voltage regulator	A V	45 14
Battery (option)	quantity	1
recommended capacity	Ah	176
MAIN STANDARD COMPONENTS		
Flywheel housing - SAE	size	3
Flywheel - SAE	size	11"½
Intake and exhaust manifold		standard

The data refer to the engine at full load/rated speed and to ambient reference condition of 20°C, 760 mmHg and 60% relative humidity.

[1] NA = Naturally Aspirated; TC = Turbocharged; TCA = Turbocharged aftercooled, [2] L = In line, V = V 90° V; [3] L = In line, R = Rotary distributor type.

Motorino di avviamento	kW	3
Alternatore con regolatore di tensione incorporato	A V	45 14
Batteria (a richiesta)	quantità	1
capacità consigliata	Ah	176
COMPONENTI STANDARD PRINCIPALI		
Carter coprivolano - SAE	grandezza	3
Volano - SAE	grandezza	11"½
Condotto di aspirazione e scarico		standard

I dati indicati si riferiscono al motore funzionante a regime e a carico massimo e a condizioni ambientali di riferimento: 20 °C, 760 mmHg e 60% di umidità relativa.

[1] NA = Aspirazione naturale; TC = Sovralimentato; TCA = Sovralimentato con postrefrigerazione dell'aria, [2] L = In linea, V = a V di 90°; [3] L = In linea, R = a distributore rotante.

ENGINE GROSS PERFORMANCE

GROSS RATINGS*							
Rated speed	rpm	1200	1500	1800	2200	2500	2600
Mean piston speed	m/s	4.6	5.8	6.9	8.4	9.6	10
Automotive rating ▲	kW	47	61	73	84	89	90
	(CV)	(64)	(83)	(99)	(114)	(121)	(122)
BMEP at idem	MPa	0.80	0.83	0.82	0.79	0.72	0.70
	(kg/cm²)	(8.2)	(8.5)	(8.4)	(8.0)	(7.4)	(7.2)
Continuous rating ◆	kW	40.5	52	62.5	72	76	—
(10% overload allowed)	(CV)	(55)	(71)	(85)	(98)	(103)	—
BMEP	MPa	0.69	0.71	0.70	0.67	0.62	—
	(kg/cm²)	(7.0)	(7.3)	(7.2)	(6.8)	(6.3)	—
Intermittent rating ■	kW	45	58	69.5	80	84.5	85.5
(no overload allowed)	(CV)	(61)	(79)	(94.5)	(109)	(115)	(116)
BMEP	MPa	0.77	0.80	0.79	0.75	0.70	0.68
	(kg/cm²)	(7.8)	(8.1)	(8.0)	(7.6)	(7.2)	(6.9)
Maximum torque (automotive rating)	Nm	387					
	(kgm)	(39.5)					
At speed	rpm	1500					
Maximum no load governed speed	rpm	2770					
Minimum idling speed	rpm	600 ÷ 650					
Specific fuel consumption (full load conditions)	g/kWh	230					
	(g/CVh)	(169)					
Specific oil consumption at rated speed (full load conditions)		0.8% max of fuel consumption					

* Without fan, muffler and air filter. The power absorption by the above components is about 6%. Engine performance within ± 5% and available after ~ 50 hours running.
Net calorific value of the fuel: 42,840 kJ/kg (10,200 kcal/kg).
Ambient reference conditions
Curve 1: 760 mmHg; 20°C, 60% relative humidity.
Curve 2 and 3: 736 mm Hg; 20°C; 60% relative humidity.

PRESTAZIONI LORDE MOTORE

PRESTAZIONI LORDE*							
Regime nominale	giri/min	1200	1500	1800	2200	2500	2600
Velocità media stantuffo	m/s	4,6	5,8	6,9	8,4	9,6	10
Potenza autotrazione ▲	kW	47	61	73	84	89	90
	(CV)	(64)	(83)	(99)	(114)	(121)	(122)
Pressione media effettiva	MPa	0,80	0,83	0,82	0,79	0,72	0,70
	(kg/cm²)	(8,2)	(8,5)	(8,4)	(8,0)	(7,4)	(7,2)
Potenza continua ◆	kW	40,5	52	62,5	72	76	—
(sovraccaricabile 10%)	(CV)	(55)	(71)	(85)	(98)	(103)	—
Pressione media effettiva	MPa	0,69	0,71	0,70	0,67	0,62	—
	(kg/cm²)	(7,0)	(7,3)	(7,2)	(6,8)	(6,3)	—
Potenza intermittente ■	kW	45	58	69,5	80	84,5	85,5
(non sovraccaricabile)	(CV)	(61)	(79)	(94,5)	(109)	(115)	(116)
Pressione media effettiva	MPa	0,77	0,80	0,79	0,75	0,70	0,68
	(kg/cm²)	(7,8)	(8,1)	(8,0)	(7,6)	(7,2)	(6,9)
Coppia massima (potenza autotrazione)	Nm	387					
	(kgm)	(39,5)					
Regime corrispondente	giri/min	1500					
Regime massimo a vuoto	giri/min	2770					
Regime minimo a vuoto	giri/min	600 ÷ 650					
Consumo specifico combust. (a pieno carico/regime nominale)	g/kWh	230					
	(g/CVh)	(169)					
Consumo olio lubrificante (a pieno carico/regime nominale)		max 0,8% del consumo combustibile					

* Senza ventilatore, silenziatore scarico e filtro aria. L'assorbimento di potenza di tali accessori è di circa il 6%. Le prestazioni indicate possono variare di ± 5% e sono raggiungibili dopo ~ 50 ore di funzionamento.
Potere calorifico inferiore del combustibile: 42,840 kJ/kg (10,200 kcal/kg).
Condizioni ambientali di riferimento
Curva 1: 760 mmHg; 20°C, 60% umidità relativa.
Curva 2 e 3: 736 mmHg; 20°C, 60% umidità relativa.

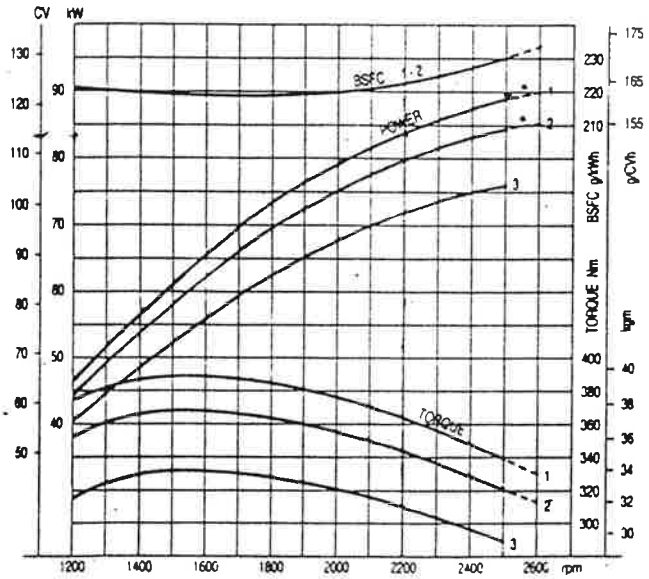
ENGINE CURVES

DUTY

According to:
- ▲ **DIN 70020: Automotive** (Curve 1)
- ■ **DIN 6270 B: Intermittent** (Curve 2)
- ◆ **DIN 6270 A: Continuous** (Curve 3)

Kw 83

a 2200 giri



* Rating available on request

CURVE CARATTERISTICHE SERVIZIO

Secondo:
- ▲ **DIN 70020: Autotrazione** (Curva 1)
- ■ **DIN 6270 B: Intermittente** (Curva 2)
- ◆ **DIN 6270 A: Continuo** (Curva 3)

* Potenze disponibili su richiesta

* Specifications may change without notice.
* I dati possono essere modificati senza preavviso.
Publication 12 F 2215 - 10/87

Trafilerie e Cordierie Italiane spa

Via A. Volta, 16
P.O. Box 131 Cologno Monzese
Telefono 02/2538754 - 2538748
Acquisti 02/2532634-2540300
Telex 333051 Retec I
Fax 02/25307235 (Teci)

Corso Monforte, 52
Capitale sociale Lit. 1.000.000.000
Tribunale Milano 133590/3373/40
CCIAA Milano 748321
Codice fiscale 00860050152
Partita IVA 00860050152

Concesio
Cologno Monzese. 4/7/89

Ns. rif.

Vs. rif.

ALLEGATO "G"

G

Sollevatore tipo T.84AP
Matricola N° 01320

Spett.le Ditta

M.G.S. S.R.L.

Strada Dell'Alpo n. 10

V E R O N A -

Teci

CERTIFICATO DI CONFORMITA' N. 154
Guarantee certificate
(D.P.R. 673 - 21.07.1982)

VS.ORDINE/your order .....: Diretto del 9/5/89

NS.CONFERMA/our confirmation .....: 1281/C del 9/5/89

NUMERO/number .....: 1

TIPO/type .....: GSC

PORTATA KG./safety working load ....: 7500

CARICO DI PROVA MASSIMO/proof load..: 22500

CARICO MINIMO DI ROTTURA/minimum breaking load .....: 37500

MATERIALE/material .....: acciaio

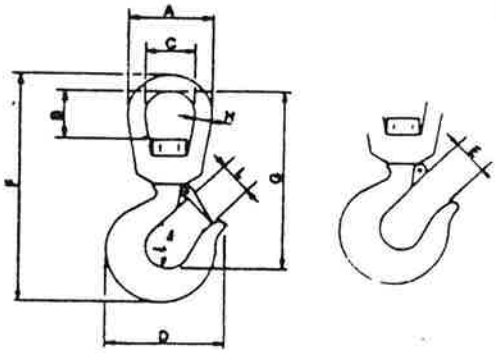
TRATTAMENTO TERMICO/heat treatment..: BONIFICA/quenched and tempered steel

- SI CONSIGLIA DI NON SOTTOPORRE IL PRODOTTO A TEMPERATURA SUPERIORI A 250°GRADI.
- when exposed to service temperatures in excess of 250° c. working load limit shall be reduced in accordance with the manufacturer's recommandations.

Materiale Fornito con ns. B.C. 1717/D del 4/7/89

GANCI CON SNODO

TIPO GSC - GSA



DIMENSIONI		MARCHE
A = mm.	150	T.E.C.I.
B = "	70	77
C = "	90	
F = "	410	
L = "	52	

Filiale di Brescia
Il Responsabile
Mario Rizzetti

18 Questo cambia ogni macchina

OFFICINA TABARELLI SpA

MOZZECANE (VERONA)

SOLLEVATORE SEMOVENTE TIPO T 84 AP

nella versione

con pala anteriore e due stabilizzatori posteriori

(sbraccio massimo m. 7,38)

RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA

macchina n.10176

La presente relazione si compone di n. 64 pagine e vi sono allegati 7 tabelle e 4 disegni.

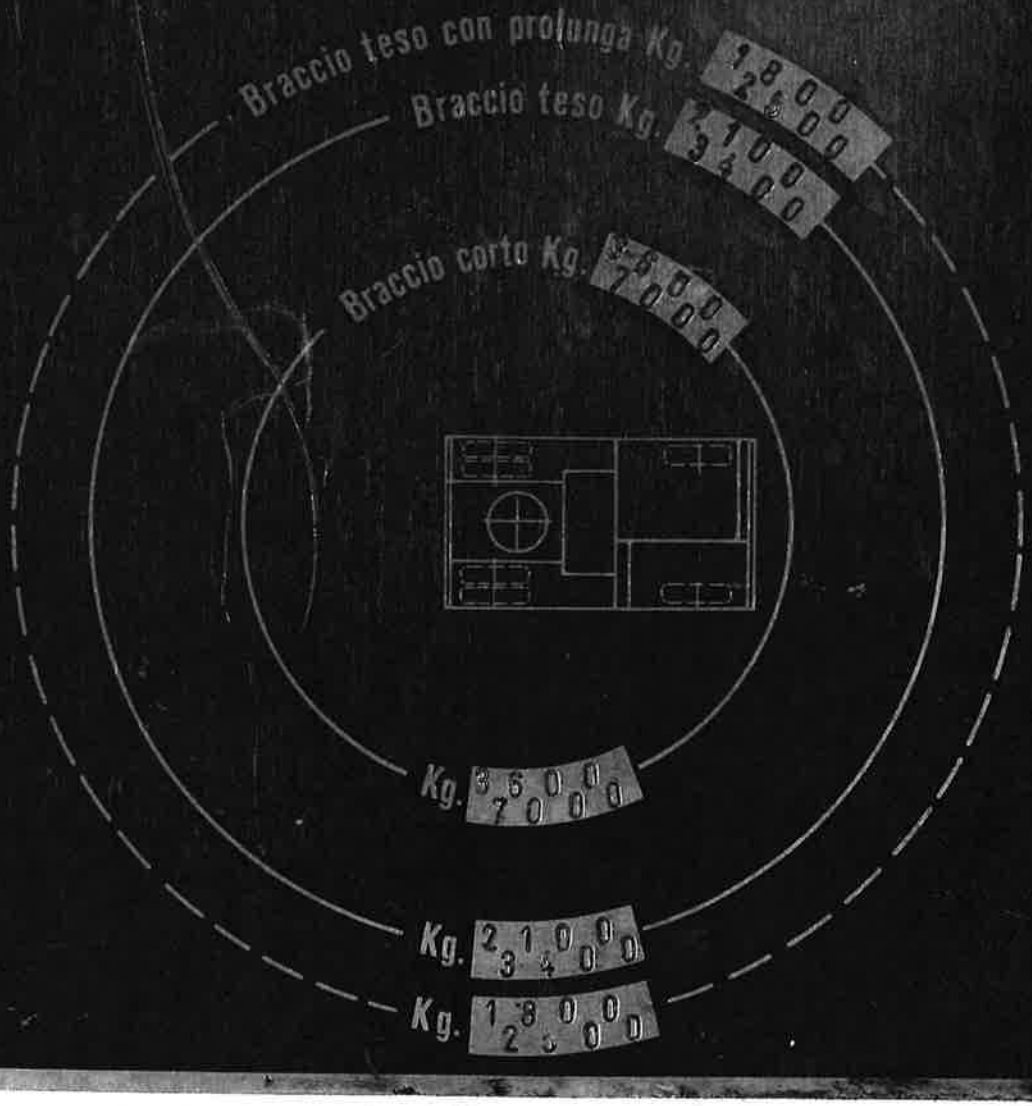
1995

DOTT. ING. VINCENZO ROMITO - VERONA - ORDINE INGEGNERI PROV. DI VERONA N° 608

OFF. TABARELLI

SOLLEVATORE TIPO T 84

ISTRUZIONI PER L'USO

1) Velocità mass. di traslazione con grù carica 2 Km/h.
2) Durante i trasferimenti tenere il carico vicino al suolo.
3) Il sollevatore deve lavorare su terreno piano, liscio e compatto.
4) Controllare periodicamente la press. e lo stato dei pneumatici e lo stato dei tubi flex.
5) Non sollevare carichi superiori alle portate indicate.

PORTATE AL GANCIO