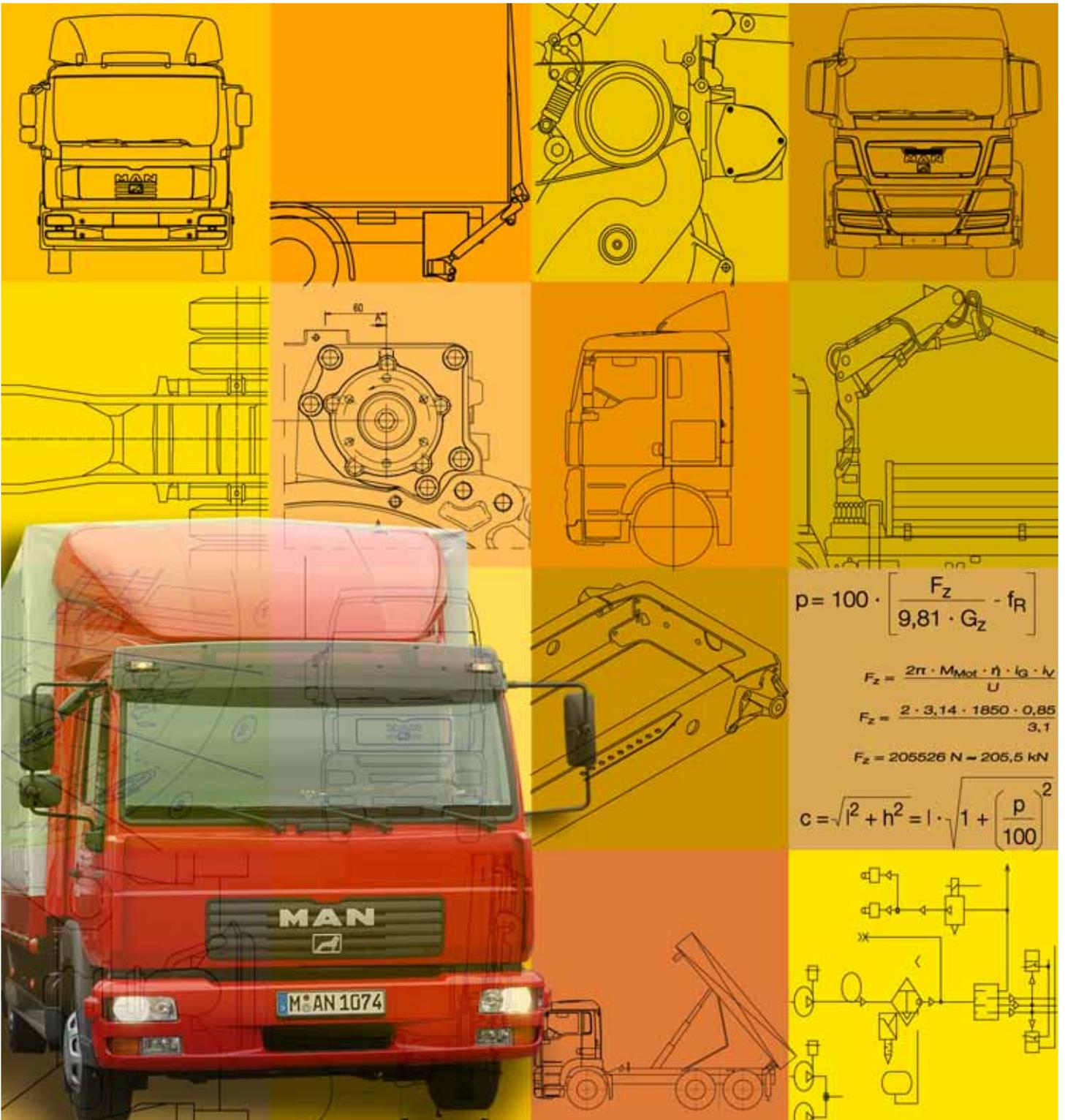




L2000 M2000 F2000

periodo della costruzione

1992-2005 (desto più tipo)



EDITORE

**MAN Nutzfahrzeuge AG
Reparto ESC
Engineering Services
Consultation (in passato TDB)**

**Dachauer Str. 667
D - 80995 München**

**E-Mail:
esc@man.eu**

**Fax:
+ 49 (0) 89 1580 4264**

Con la riserva di modifiche tecniche per motivi di aggiornamento.

© 2007 MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft

La ristampa, la riproduzione nonché la traduzione, anche parziali, richiedono l'autorizzazione scritta della MAN Nutzfahrzeuge AG. La MAN si riserva espressamente tutti i diritti, in particolari quelli previsti dalla legge sui diritti d'autore. Trucknology® e MANTED® sono marchi registrati della MAN Nutzfahrzeuge AG. Le denominazioni che costituiscono un marchio si intendono protette per il rispettivo proprietario anche senza contrassegno (® ™).

L2000 M2000 F2000 periodo della costruzione (desto più tipo)

1.	Validità delle direttive di allestimento	1
2.	Denominazione del prodotto	1
2.1	Gamme	1
2.2.	Numero modello, codice modello, numero di telaio, numero veicolo base, numero veicolo	2
2.3	Formula assali	2
2.4	Denominazione commerciale veicolo	2
2.4.1	Denominazioni commerciali gamme L2000, M2000, F2000, E2000	2
2.4.2	Numero modello, codice modello	5
2.5	Denominazioni motori	9
3.	Generalità	10
3.1	Accordi giuridici e procedura di approvazione	10
3.1.1	Premesse	10
3.2	Responsabilità	11
3.3	Tutela della qualità	11
3.4	Approvazione	12
3.5	Presentazione della documentazione	12
3.6	Garanzia	13
3.7	Responsabilità civile per danni da prodotto	14
3.8	Omologazione	14
3.9	Sicurezza	15
3.9.1	Sicurezza funzionale e operativa	15
3.9.2	Istruzioni per autocarri MAN	16
3.9.3	Istruzioni di Allestitori e Trasformatori	17
3.10	Limitazione della responsabilità per accessori e parti di ricambio	17
3.11	Approvazioni in deroga	17
3.12	Cambio del tipo di pneumatici	18
3.13	Aumento della massa rimorchiabile	20
3.14	Aumento del carico sull'assale	20
3.15	Aumento della massa complessiva	21
3.16	Riduzione della massa complessiva	21
3.17	Terminologia, dimensioni e masse	21
3.17.1	Sovraccarico dell'assale, carico squilibrato	22

3.18	Carico minimo sull'assale anteriore	23
3.19	Lunghezza sbalzo posteriore	24
3.20	Passo teorico, sbalzo, centro asse teorico	24
3.21	Calcolo dei carichi sugli assi e procedura di pesata	27
3.22	Pesata di veicoli con terzo asse trainato	27
4.	Modifiche agli autotelai	28
4.1	Sicurezza sul lavoro	28
4.2	Protezione anticorrosiva	28
4.3	Immagazzinamento di veicoli	29
4.4	Materiali e dati del telaio	29
4.4.1	Materiali per il telaio ed il controtelaio	29
4.4.2	Dati del telaio	29
4.5	Modifiche al telaio	34
4.5.1	Fori, collegamenti filettati e chiodature sul telaio	34
4.5.2	Incavi nel telaio	37
4.5.3	Operazioni di saldatura sul telaio	38
4.5.4	Modifiche dello sbalzo del telaio	40
4.6	Modifiche del passo	43
4.7	Montaggio a posteriori di gruppi	46
4.8	Montaggio a posteriori di terzi assi centrali e trainati	46
4.9	Alberi di trasmissione	46
4.9.1	Il giunto semplice	46
4.9.2	Albero di trasmissione con due giunti	47
4.9.3	Disposizione tridimensionale dell'albero di trasmissione	48
4.9.3.1	Linea dell'albero di trasmissione	49
4.9.3.2	Forze agenti nel sistema dell'albero di trasmissione	50
4.9.4	Modifica della disposizione dell'albero di trasmissione nella catena cinematica degli autotelai MAN	50
4.10	Lubrificazione centralizzata	51
4.11	Modifiche alla cabina di guida	51
4.11.1	Generalità	51
4.11.2	Prolungamento delle cabine di guida	51
4.11.3	Spoiler, pacchetto aerodinamico	52
4.11.4	Cabine di guida con vano cuccetta sul tetto e cabine a tetto alto	52
4.11.4.1	Principi per il montaggio del vano cuccetta sul tetto	52
4.11.4.2	Aperture nel tetto	54
4.12	Sistema di guida degli assi, sospensioni, sterzo	55
4.12.1	Generalità	55
4.12.2	Stabilità, inclinazione laterale	55

4.13	Componenti montati sul telaio	56
4.13.1	Barra paraincastro posteriore	56
4.13.2	Barra paraincastro laterale (SSV)	57
4.13.3	Ruota di scorta	61
4.13.4	Cunei di bloccaggio del veicolo	61
4.13.5	Serbatoio del carburante	61
4.13.6	Impianti a gas liquido ed impianti di riscaldamento autonomo	62
4.14	Motori a metano: avvertenze relative all'impianto a gas ad alta pressione	62
4.15	Modifiche al motore	63
4.15.1	Impianto d'aspirazione aria, impianto di convogliamento dei gas di scarico	63
4.15.2	Raffreddamento del motore	63
4.15.3	Incapsulamento del motore, isolamento acustico	63
4.16	Dispositivi di attacco	64
4.16.1	Generalità	64
4.16.2	Gancio di traino, valore D	66
4.16.3	Rimorchi con timone rigido, rimorchi ad asse centrale, valore D_c , valore V	67
4.16.4	Traversa terminale posteriore e ganci di traino	69
4.16.5	Gancio di traino tipo a sfera	83
4.16.6	Ralla per semirimorchio	83
4.16.7	Trasformazione da carro a trattore o da trattore a carro	86
5.	Allestimenti	86
5.1	Generalità	86
5.1.1	Accessibilità, libero movimento	87
5.1.2	Allestimento ribassato	89
5.1.3	Pedane e piattaforme	89
5.1.4	Protezione anticorrosiva	90
5.2	Controtelaio	90
5.2.1	Configurazione del controtelaio	92
5.2.2	Fissaggio del controtelaio e dell'allestimento	95
5.2.2.1	Collegamenti filettati e chiodati	95
5.2.2.2	Collegamento cedevole alle forze di taglio	96
5.2.2.3	Collegamento rigido alle forze di taglio	102
5.2.2.4	Allestimenti autoportanti senza controtelaio	104
5.3	Allestimenti speciali	105
5.3.1	Controllo dell'allestimento	105
5.3.2	Allestimenti girevoli	105
5.3.3	Allestimenti a cisterna	106
5.3.3.1	Generalità	106
5.3.3.2	Fissaggio dell'allestimento, supporti	106
5.3.3.3	Allestimenti a cisterna senza controtelaio	107

5.3.4	Cassoni ribaltabili	109
5.3.5	Cassoni ribaltabili scarrabili a rullo	111
5.3.6	Allestimenti a cassone, casse furgone	112
5.3.7	Casse mobili	113
5.3.7.1	Controtelaio originale per casse mobili	113
5.3.7.2	Altri allestimenti scarrabili	113
5.3.8	Gru di carico	114
5.3.8.1	Gru retrocabina	116
5.3.8.2	Gru posteriore	117
5.3.8.3	Controtelaio per gru di carico	118
5.3.9	Sponda di carico	127
5.3.10	Verricello	147
5.3.11	Allestimento a betoniera	148
6.	Impianto elettrico, cavi	149
6.1	Introduzione	149
6.2	Accenno ai manuali di riparazione e alle norme	149
6.3	Avviamento, traino ed esercizio	149
6.4	Cura delle batterie	149
6.5	Schemi supplementari dei collegamenti elettrici e disegni dei fasci cavi	150
6.6	Dotazione di fusibili, potenza per apparecchi utilizzatori supplementari	151
6.7	Tipo di conduttori elettrici e relè da utilizzare	151
6.8	Impianto di illuminazione	151
6.9	Soppressione di radiodisturbi	152
6.10	Compatibilità elettromagnetica	152
6.11	Interfacce sul veicolo	152
6.12	Predisposizioni per l'allestimento	153
6.13	Impostazione di parametri specifici cliente con MAN-cats®	153
6.14	Collegamento a massa	153
6.15	Cavi elettrici e modalità di posa dei cavi	154
7.	Prese di forza (vedasi fascicolo a parte)	154
8.	Freni, tubazioni	155
8.1	Tubazioni dei freni e condotti pneumatici	155
8.1.1	Principi fondamentali	155
8.1.2	Connettori a spina, passaggio al sistema di connessione Voss 232	155
8.1.3	Modalità di posa e di fissaggio dei tubi	157
8.1.4	Perdita di aria compressa	159
8.2	Collegamento di utilizzatori secondari	159
8.3	Regolazione del correttore di frenata (ALB)	162
8.4	Freni supplementari continui (rallentatori)	162
8.4.1	Retarder idrodinamici	162

8.4.2	Freno elettrodinamico	163
9.	Calcoli	165
9.1	Velocità	165
9.2	Rendimento	166
9.3	Forza di trazione	167
9.4	Pendenza superabile	168
9.4.1	Percorso in salita o in discesa	168
9.4.2	Angolo di pendenza in salita o in discesa	168
9.4.3	Calcolo della pendenza superabile	169
9.5	Coppia motrice	173
9.6	Potenza	174
9.7	Numero di giri della presa di forza sul ripartitore di coppia	176
9.8	Resistenze alla marcia	177
9.9	Raggio d'ingombro	180
9.10	Calcolo del carico gravante sugli assi	182
9.10.1	Esecuzione del calcolo	182
9.10.2	Calcolo del peso con terzo asse trainato sollevato	185
9.11	Lunghezza dei supporti in caso di allestimento senza controtelaio	187
9.12	Dispositivi di attacco	188
9.12.1	Gancio di traino	188
9.12.2	Rimorchi con timone rigido, rimorchi ad asse centrale	188
9.12.3	Ralla	190

1. Validità delle direttive di allestimento

Le presenti direttive per l'allestimento di autocarri sono una pubblicazione della MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft. Il loro contenuto può essere utilizzato con citazione della fonte.

Le direttive di allestimento vengono rese accessibili tramite il software MAN „Technische Daten MANTED®“ (“Dati tecnici MANTED®”) anche sul sito internet www.manted.de. L'utente è tenuto ad assicurarsi del fatto che la versione che sta consultando sia quella aggiornata. Sull'aggiornamento attualmente in vigore informa il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore”).

Le presenti direttive di allestimento rappresentano una guida ed un ausilio tecnico per le aziende che eseguono la progettazione ed il montaggio di allestimenti su autotelai per autocarri nonché modifiche agli autotelai per autocarri.

Le presenti direttive di allestimento valgono per autocarri:

- nuovi
- circolanti

in caso siano soggetti ad interventi successivi.

Le direttive per l'allestimento di autobus sono disponibili presso la NEOMAN.

Nel settore truck le competenze sono distribuite nel seguente modo:

- per quesiti commerciali
 - la più vicina filiale/concessionaria MAN
 - il Sales Support
- per quesiti tecnici
 - in caso di trattative commerciali
 - la più vicina filiale/concessionaria MAN
 - il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore”)
- per quesiti inerenti l'assistenza
 - il reparto Postvendita

2. Denominazione del prodotto

L'identificazione dei veicoli, dei gruppi e delle parti MAN viene descritta ai capoversi da 2.1 a 2.5 del presente capitolo. I valori numerici contenuti nelle definizioni e nelle denominazioni commerciali servono a contraddistinguerli e non sono da intendersi come indicazioni vincolanti come valori per il loro impiego. Inoltre, non sempre esse corrispondono ai limiti imposte dalle normative.

2.1 Gamme

La produzione di veicoli MAN si articola in diverse gamme di prodotto. Quando nelle presenti Direttive di allestimento si parla di gamme, si intendono i seguenti veicoli:

L2000	7,5t a 10,5t	vedasi tabella 12
M2000L	12t a 26t	vedasi tabella 13
M2000M	12t a 25t	vedasi tabella 14
F2000	19t a 41t	vedasi tabella 15
E2000	19t a 50t	vedasi tabella 16

2.2 Numero modello, codice modello, numero di telaio, numero veicolo base, numero veicolo

L'identificazione tecnica dell'autotelaio MAN e la correlazione con la gamma ha luogo tramite il numero modello a tre caratteri, detto anche codice modello. Questo è parte del numero di telaio a 17 caratteri (FIN) e si trova dalla 4a alla 6a cifra del numero di telaio. Il numero di veicolo base, generato per facilitare la gestione commerciale (codice GFZ), contiene il codice modello nelle cifre dalla 2a alla 4a. Il numero di veicolo a 7 cifre descrive la dotazione tecnica del veicolo, esso contiene il codice modello nelle cifre dalla 1a alla 3° e poi un numero progressivo a 4 cifre. Il numero di veicolo è riportato sulla carta di circolazione del veicolo e sulla targhetta di fabbricazione. Il numero di veicolo può essere utilizzato per tutti i quesiti tecnici in merito ad allestimenti successivi al posto del numero di telaio a 17 caratteri.

2.3 Formula assali

Per definire meglio il veicolo, oltre alla denominazione commerciale, può essere utile la formula assi. Essa è un termine d'uso non definito da norme. Le ruote gemellate contano come ruota singola. La formula assi non indica quali siano le ruote motrici. Nel caso di veicoli con trazione integrale non sono necessariamente motrici tutte le ruote, bensì nella catena cinematica sono semplicemente montati componenti a trazione integrale.

Tabella 1: esempio formula assali

6x4/2		
6	=	numero complessivo di ruote
x	=	simbolo non significativo
4	=	numero di ruote motrici
/	=	segue numero ruote sterzanti
-	=	ruote sterzanti anteriori e posteriori
2	=	numero ruote sterzanti

Comunemente il numero di ruote sterzanti non viene indicato se queste sono solo due. Nonostante ciò nella documentazione tecnica MAN indica conseguentemente anche il numero di ruote sterzanti.

2.4 Denominazione commerciale veicolo

2.4.1 Denominazioni commerciali gamme L2000, M2000, F2000 ed E2000

Di seguito si illustra il sistema secondo cui vengono definite le denominazioni dei veicoli. Le denominazioni commerciali sono composte da un prefisso e da un suffisso.

Tabella 2: esempio di lettura di denominazione commerciale

26.464	FNLL		
26.464		Prefisso	
	FNLL		Suffisso

Il prefisso si suddivide in:

- massa tecnicamente ammissibile*
- potenza motore in CV DIN/10
- codice tipo

Tabella 3: esempio lettura del prefisso

26.464 FNLL		
26.	=	massa tecnicamente ammissibile*
46	=	potenza motore in CV DIN/10, 46x10 = 460 CV, valori che finiscono con 5 CV vengono arrotondati
4	=	codice tipo

* La „massa tecnicamente ammissibile“ indicata nella denominazione commerciale è valida solamente se sono in dotazione i componenti adeguati. La denominazione commerciale non dà informazioni circa la dotazione tecnica del veicolo.

Il suffisso si suddivide in:

- parte telaio
- parte allestimento in stabilimento
- parte altezze
- parte allestimenti/dotazioni.

Tabella 4: esempio di lettura del suffisso

19.364 FLK/N-LV		
FL	=	parte telaio
K	=	parte allestimento in stabilimento
/N	=	parte altezze
-LV	=	parte allestimenti/dotazioni

Parte telaio:

La prima cifra oppure le prime due cifre in veicoli con più di due assali significano:

Tabella 5: gamma e tipo veicolo nel suffisso

L	=	Gamma leggera L2000 oppure media M2000L con cabina della gamma leggera L2000
LN	=	Gamma media M2000L con cabina della gamma leggera L2000, terzo asse trainato
M	=	Gamma media con cabina della gamma pesante F2000
MN	=	Terzo asse trainato, gamma media con cabina della gamma pesante F2000
MV	=	Terzo asse centrale, gamma media con cabina della gamma pesante F2000
F	=	Due assi con cabina della gamma pesante F2000
FN	=	Terzo asse trainato, due assi con cabina della gamma pesante F2000
FV	=	Terzo asse centrale, due assi con cabina della gamma pesante F2000
DF	=	Tre assi, doppio asse, cabina della gamma pesante F2000
VF	=	Quattro assi con cabina della gamma pesante F2000

Seguono indicazioni opzionali sulla trazione integrale e/o dotazione con pneumatici singoli o doppi degli assali motori:

Tabella 6: sigle per trazione integrale/pneumatici singoli nel suffisso

A	=	Trazione integrale
E	=	Pneumatici singoli

Sospensioni:

Le sospensioni integralmente meccaniche non vengono contrassegnate specificamente. Le sospensioni pneumatiche vengono contrassegnate con la lettera „L“ e quelle idropneumatiche con la lettera „P“. Le sigle delle sospensioni iniziano al più presto dalla seconda cifra del suffisso. Si distinguono i seguenti sistemi:

Tabella 7: contrassegno per le sospensioni nel suffisso

Sistema sospensioni	Sigla	Lettura
Meccaniche	Nessuna	Sospensioni anteriori e posteriori meccaniche
Miste mecc./pneum.	L	Sospensioni anteriori pneumatiche e posteriori meccaniche
Pneumatiche	LL	Sospensioni anteriori e posteriori pneumatiche
Miste mecc./idropneum.	P	Sospensioni anteriori meccaniche e posteriori idropneumatiche

Posizione della guida:

I veicoli con guida a sinistra non vengono contrassegnati. I veicoli con guida a destra vengono contrassegnati con la lettera „R“ come ultima cifra della „parte telaio“ del suffisso, prima della „parte allestimento in stabilimento“.

Tabella 8: contrassegno per guida a destra

FLRS

F	=	veicolo con cabina frontale con due assi e catena cinematica come veicolo con due assi
L	=	sospensione mista mecc./pneum.
R	=	guida a destra
S	=	trattore

Parte di allestimento in stabilimento:

Questa lettera contraddistingue possibili allestimenti in stabilimento, la cui fornitura non è però obbligatoria.

Tabella 9: parte di allestimento in stabilimento

C	=	autotelaio (chassis) con o senza pianale montato in
K	=	ribaltabile
S	=	trattore
W	=	controtelaio per cassoni intercambiabili

Parte altezze:

Particolari altezze differenti dall'usuale vengono contrassegnate con una barra. La presenza di un'altezza costruttiva particolare viene determinata dalla costruzione del telaio. Modifiche della dotazione come il montaggio di altri pneumatici, di una piastra di supporto ralla o di una ralla più bassa non determinano la ridenominazione del veicolo in „veicolo con struttura ribassata“.

Tabella 10: altezze costruttive

19.414 FLS/N		
/	=	presenza di altezza costruttiva particolare
N	=	bassa
M	=	media
H	=	alta

Parte allestimento o dotazione successiva:

Se un autotelaio è predisposto per un determinato tipo di allestimento ciò è segnalato con un trattino seguito dalla sigla a due cifre dell'allestimento.

Tabella 11: parte allestimento/dotazione successiva

esempio:

19.314 FLL - PT		
- KI	=	predisposizione per pianale ribaltabile
- HK	=	predisposizione per ribaltabile posteriore
- KO	=	predisposizione per allestimento comunale
- LF	=	predisposizione per servizi antincendio
- LV	=	predisposizione per gru retrocabina
- PT	=	predisposizione per bisarca
- TM	=	predisposizione per autobetoniera
- NL	=	predisposizione per montaggio successivo di un terzo asse trainato

2.4.2 Numero modello, codice modello

Tabella 12: L2000

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
L20	8/9t	8.xxx L 9.xxx L	BB	R4	4x2/2
L21	8/9t	8.xxx L 9.xxx L	BB	R6	4x2/2
L22	8t	8.xxx LAE	BB	R4	4x4/2
L23	8t	8.xxx LAE	BB	R6	4x4/2
L24	10t	10.xxx L	BB	R4	4x2/2
L25	10t	10.xxx L	BB	R6	4x2/2
L26	10t	10.xxx LAE	BB	R4	4x4/2
L27	10t	10.xxx LAE	BB	R6	4x4/2
L33	8/9t	8.xxx LL 9.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L34	8/9t	8.xxx LL 9.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L35	10t	10.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L36	10t	10.xxx LL	BL	R6	4x2/2

*) = Il tipo di sospensione viene indicato con le seguenti lettere:
 B = Sospensioni meccaniche,
 L = sospensioni pneumatiche,
 H = sospensioni idropneumatiche. Ad ogni asse viene conferita una lettera iniziando dal primo asse.

*) = Il tipo di motore viene definito da un massimo di tre abbreviazioni:
 La lettera (R/V) definisce la struttura del motore, lineare oppure a „V“, ed il numero indica il numero di cilindri.

Tabella 13: M2000L con cabina compatta, mediolunga oppure doppia

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
L70	12t	12.xxx L	BB	R4	4x2/2
L71	12t	12.xxx L	BB	R6	4x2/2
L72	12t	12.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L73	12t	12.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L74	14t	14.xxx L	BB	R4	4x2/2
L75	14t	14.xxx L	BB	R6	4x2/2
L76	14t	14.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L77	14t	14.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L79	14t	14.xxx LLL	LL	R6	4x2/2
L80	14t	14.xxx LA	BB	R6	4x4/2
L81	15t	15.xxx L	BB	R4	4x2/2
L82	15t	15.xxx L	BB	R6	4x2/2
L83	15t	15.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L84	15t 20t	15.xxx LL 20.xxx LNL	BL BLL	R6 R6	4x2/2 6x2-4
L86	15t 20t	15.xxx LLL 20.xxx LNLL	LL LLL	R6 R6	4x2/2 6x2-4
L87	18t	18.xxx L	BB	R6	4x2/2
L88	18t	18.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L89	18t	18.xxx LLL	LL	R6	4x2/2
L90	18t	18.xxx LA	BB	R6	4x4/2
L95	26t	26.xxx DL	BBB	R6	6x4/2

Tabella 14: M2000M con cabina per servizio di distribuzione o viaggi lunga distanza

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
M31	14t	14.xxx M	BB	R6	4x2/2
M32	14t	14.xxx ML	BL	R6	4x2/2
M33	14t	14.xxx MLL	LL	R6	4x2/2
M34	14t	14.xxx MA	BB	R6	4x4/2
M38	18t	18.xxx M	BB	R6	4x2/2
M39	18t	18.xxx ML	BL	R6	4x2/2
M40	18t	18.xxx MLL	LL	R6	4x2/2
M41	18t	18.xxx MA	BB	R6	4x4/2
M42	25t	25.xxx MNL	BLL	R6	6x2/2
M43	25t	25.xxx MNLL	LLL	R6	6x2/2
M44	25t	25.xxx MVL	BLL	R6	6x2/4

Tabella 15: F2000

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
T01	19t	19.xxx F	BB	R5	4x2/2
T02	19t	19.xxx FL	BL	R5	4x2/2
T03	19t	19.xxx FLL	LL	R5	4x2/2
T04	19t	19.xxx FA	BB	R5	4x4/2
T05	23t	23.xxx FNLL	LLL	R5	6x2/2 6x2-4
T06	26t	26.xxx FNL	BLL	R5	6x2/2 6x2-4
T07	26t	26.xxx FNLL	LLL	R5	6x2/2 6x2-4
T08	26t	26.xxx FVL	BLL	R5	6x2/4
T09	26t	26.xxx DF	BBB	R5	6x4/2
T10	26t	26.xxx DFL	BLL	R5	6x4/2
T12	27/33t	27.xxx DFA	BBB	R5	6x6/2
T15	32t	32.xxx VF	BBBB	R5	8x4/4
T16	35/41t	35.xxx VF	BBBB	R5	8x4/4
T17	32t	32.xxx VF LR	BBLL	R5/R6	8x4/4
T18	27/33t	27.xxx DF	BBB	R5	6x4/2
T20	19t	19.xxx FLL	LL	R5	4x2/2
T31	19t	19.xxx F	BB	R6	4x2/2
T32	19t	19.xxx FL	BL	R6	4x2/2
T33	19t	19.xxx FLL	LL	R6	4x2/2
T34	19t	19.xxx FA	BB	R6	4x4/2
T35	23t	23.xxx FNLL	LLL	R6	6x2/2 6x2-4
T36	26t	26.xxx FNL	BLL	R6	6x2/2 6x2-4
T37	26t	26.xxx FNLL	LLL	R6	6x2/2 6x2-4
T38	26t	26.xxx FVL	BLL	R6	6x2/4
T39	26t	26.xxx DF	BBB	R6	6x4/2
T40	26t	26.xxx DFL	BLL	R6	6x4/2
T42	27/33t	27.xxx DFA	BBB	R6	6x6/2
T43	40t	40.xxx DF	BBB	R6	6x4/2
T44	40t	40.xxx DFA	BBB	R6	6x6/2
T45	32t	32.xxx VF	BBBB	R6	8x4/4
T46	35/41t	35.xxx VF	BBBB	R6	6x2/4
T48	27/33t	27.xxx DF	BBB	R6	6x2/2
T50	19t	19.xxx FLL	LL	R6	4x2/2
T62	19t	19.xxx FL	BB	V10	4x2/2
T70	26t	26.xxx DFL	BLL	V10	6x4/2
T72	27/33t	27.xxx DFA	BBB	V10	6x6/2
T78	27/33t	27.xxx DF	BBB	V10	6x4/2

Tabella 16: veicoli speciali ÖAF

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
E40	26t	26.xxx DFLR	BBB	R6	6x4/2
E41	41t	41.xxx VFA	BBBB BBLL	R6	8x8/4 8x4/4
E42	26t	26.xxx FVL	BLL	R6	6x2/4
E47	28t	28.xxx FAN 28.xxx DFA	BBB	R5	6x4-4 6x6-4
E50	30/33t	33.xxx DFAL	BLL	R5	6x6/2
E51	19t	19.xxx FL	BL	R5	4x2/2
E52	19t	19.xxx FAL	BL	R5	4x4/2
E53	26t	26.xxx FNL	BLL	R5	6x2-4 6x4-4
E54	26t	26.xxx FN	BBB	R5	6x2/2
E55	32t	32.xxx VFL	BBLL	R5	8x2/4 6x2-6 8x4/4
E56	26t	26.xxx FAVL	BLL	R5	6x4/4
E58	41/50t	41.xxx VFA	BBBB	R5	8x8/4 8x6/4 8x4/4
E59	33t	33.xxx DFL	BLL	R5	6x2/2 6x4/2
E60	30/33t	33.xxx DFAL	BLL	R6	6x6/2
E61	19t	19.xxx FL	BL	R6	4x2/2
E62	19t	19.xxx FAL	BL	R6	4x4/2
E63	26t	26.xxx FNL	BLL	R6	6x2-4 6x4-4
E64	26t	26.xxx FN	BBB	R6	6x2/2
E65	32t	32.xxx VFL	BBLL	R6	8x2/4 8x2-6 8x4/4
E66	26t	26.xxx FAVL	BLL	R6	6x4/4
E67	28t	28.xxx FANL 28.xxx FNAL	BLL	R6	6x4-4 6x6-4
E68	41/50t	41.xxx VFA	BBBB	R6	8x8/4 8x6/4 8x4/4
E69	33t	33.xxx DFL	BLL	R6	6x2/2 6x4/2
E72	33t	33.xxx DFAP	BHH	R6	6x6-4
E73	32/35t	32.xxx FVNL	BLLL	R6	8x2/4 8x2-6
E74	42t	42.xxx VFP	BBHH	R6	8x4-6
E75	41t	41.xxx DFVL	BLBB BLLL	R6	8x4/4

Tabella 16: veicoli speciali ÖAF (continua)

N. modello	Tonnellaggio	Denominazione commerciale	Sospensioni	Motore	Formula assi
E77	50t	50.xxx VFVP	BBHHH	R6	10x4-8
E78	42t	42.xxx VFAP	BBHH	R6	8x8-6
E79	50t	50.xxx VFAP	BBHHH	R6	10x8-8
E88	35t	36.xxx VFL	BBLL	V10	8x4/4
E94	40t	40.xxx DFA 40.xxx DFAL	BBB BLL	V10	6x6/2
E95	41t	41.xxx DFVL	BLBB BLLL	V10	8x4/4
E98	50t	50.xxx VFA	BBBB	V10	8x8/4
E99	33t	33.xxx DF 33.xxx DFL	BBB BLL	V10	6x4/2

2.5 Denominazioni motori

Tabella 17: denominazioni motori

	X	XX	X	X	X(X)	(X)	(X)	(X)
Motore diesel	D	08	2	6	L		F	
+ 100mm = alesaggio in mm		08						
Moltiplicando per 10 + 100 = corsa in mm			2					
Numero cilindri				6				
Tipo di aspirazione					L			
Variante potenza								
Disposizione motore							F	

Legenda:

D = Diesel

E = Metano (CNG)

L = Intercooler

F = Montaggio frontale verticale

H = Montaggio posteriore verticale (autobus)

Tabella 18: esempio di denominazioni motore

	D	28	4	0	L		F
Motore diesel	D	28					
+ 100mm = 128mm di alesaggio		28					
Moltiplicando per 10 + 100 = 140mm corsa			4				
0 = 10 cilindri				0			
Intercooler					L		
Montaggio frontale verticale							F

3. Generalità

3.1 Accordi giuridici e procedura di approvazione

Le normative nazionali devono essere rispettate. L'azienda esecutrice resta responsabile del prodotto anche dopo l'immatricolazione se gli enti preposti hanno conferito un'immatricolazione ignorando la sicurezza operativa del prodotto.

3.1.1 Premesse

Oltre che alle presenti direttive di allestimento, l'azienda esecutrice deve attenersi anche a tutte

- le normative di legge,
- le norme antinfortunistiche,
- le normative per l'uso e la manutenzione

applicabili alla produzione ed al servizio del veicolo. Le norme rappresentano standard tecnici e quindi rappresentano requisiti minimi. Chi non si impegna ad adempiere a questi standard si comporta in modo colposo. Le norme sono obbligatorie se sono parte di direttive.

Ragguagli dati telefonicamente dalla MAN non sono vincolanti se non vengono confermati per iscritto. I quesiti devono essere rivolti al reparto MAN preposto. Le informazioni si basano su condizioni di impiego tipiche in Europa. Le norme in vigore in Germania, come la „Straßenverkehrs-Zulassung-Ordnung“, trovano particolare considerazione. Dimensioni, masse e valori base discostanti devono essere considerati in fase di impostazione e ancoraggio dell'allestimento e nella progettazione del controtelaio. La ditta esecutrice deve aver cura che il veicolo sia idoneo alle reali condizioni di impiego.

Per determinate sovrastrutture (gru, sponde di carico, verricelli ecc.) i produttori hanno pubblicato proprie direttive per il montaggio. In caso queste prevedano ulteriori obblighi rispetto alle Direttive di allestimento MAN, devono essere rispettate anche quelle del produttore della sovrastruttura.

I riferimenti a

- norme di legge
- norme antinfortunistiche
- disposizioni delle associazioni di categoria
- prescrizioni sul lavoro
- altre direttive e fonti

sono solo indicativi e non sostituiscono l'obbligo di informazione del produttore.

Presso le associazioni di categoria o presso la casa editrice Carl-Haymanns-Verlag sono disponibili:

- norme antinfortunistiche
- direttive
- regole di sicurezza
- schede
- altre pubblicazioni delle associazioni di categoria in merito all'antinfortunistica ed alla medicina del lavoro.

Queste pubblicazioni sono disponibili singolarmente o come indici.

Modifiche del veicolo, dell'allestimento e della sua configurazione e l'azionamento di gruppi tramite il motore del veicolo incidono sul consumo di carburante. Quindi ci si aspetta che la ditta esecutrice imponi il suo progetto in modo da incidere il meno possibile sul consumo di carburante.

3.2 Responsabilità

La responsabilità per

- progettazione
- produzione
- montaggio di allestimenti
- modifica di autotelai

è sempre e completamente del produttore dell'allestimento oppure di colui che lo installa o esegue la modifica (responsabilità del produttore). Questo vale anche se MAN ha espressamente approvato l'allestimento. Modifiche o allestimenti approvati espressamente da MAN non sollevano il costruttore dalla sua responsabilità del prodotto.

Se l'azienda esecutrice riconosce un vizio già in fase di pianificazione o nelle intenzioni del

- cliente
- utente
- proprio personale
- costruttore del veicolo,

è tenuta a segnalare all'interessato l'errore riconosciuto.

L'azienda è responsabile del fatto che

- la sicurezza operativa
- la sicurezza per la circolazione
- l'accessibilità per la manutenzione
- le caratteristiche di tenuta di strada

non presentino caratteristiche negative.

Sotto l'aspetto della sicurezza per la circolazione la ditta esecutrice deve in sede di

- progettazione
- produzione di allestimenti
- installazione di allestimenti
- modifica di autotelai
- istruzioni
- istruzioni per l'uso

procedere secondo lo stato più avanzato della tecnica e secondo le regole riconosciute della materia.

Condizioni di impiego particolarmente gravose devono essere tenute in considerazione.

3.3 Tutela della qualità

Al fine di soddisfare le aspettative dei nostri clienti in termini di qualità e di rispettare le leggi internazionali sulla responsabilità civile del prodotto, è necessario un continuo controllo della qualità, anche nell'esecuzione di modifiche e nella produzione e installazione di allestimenti. Questo presuppone un sistema funzionante di tutela della qualità .

Si raccomanda all'allestitore di installare un sistema di tutela della qualità rispondente ai requisiti riconosciuti ed alle normative in vigore (per esempio: ISO 9000 segg. oppure VDA 8) e di certificarlo. La certificazione può essere attestata tramite:

- autocertificazione in base alla lista di controllo VDA oppure di un altro costruttore di veicoli
- audit di sistema eseguiti con esito positivo di un altro costruttore di veicoli (second-party-audit)
- audit del sistema QM da parte di un ente certificatore accreditato (third-party-audit)
- relativo documento.

In caso il committente della modifica o dell'allestimento fosse MAN, verrà richiesto uno degli attestati di qualità suindicati. MAN Nutzfahrzeuge si riserva di eseguire presso il fornitore propri audits di sistema secondo VDA 8 oppure corrispondenti esami dello svolgimento del processo. Il reparto tutela qualità QS è responsabile dell'approvazione di allestitori nel ruolo di fornitori della MAN.

Il volume 8 VDA è stato concordato con l'associazione degli allestitori ZKF (Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik), l'associazione delle aziende della lavorazione dei metalli BVM (Bundesverband Metall Vereinigung Deutscher Metallhandwerke) e l'associazione artigianale tedesca ZDH (Zentralverband des Deutschen Handwerks).

Pubblicazioni:

Volume 8 VDA

"Tutela della qualità nella produzione di rimorchi, allestimenti e container", disponibile presso il Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), <http://www.vda-qmc.de/de/index.php>.

3.4 Approvazione

L'approvazione di un allestimento o di una modifica del telaio da parte nella MAN non è necessaria, purchè siano stati eseguiti secondo le presenti direttive di allestimento.

Se MAN approva un allestimento oppure una modifica del telaio, questa approvazione si riferisce

- in caso di allestimenti solamente alla compatibilità di principio con l'autotelaio in questione e con le interfacce verso l'allestimento (per esempio: dimensioni ed ancoraggio del controtelaio)
- in caso di modifiche del telaio solamente alla fattibilità di massima per il telaio in questione.

Il contrassegno di approvazione che MAN appone sulla documentazione tecnica presentata non comprende la verifica di

- funzionalità
- progettazione
- dotazione dell'allestimento o della modifica.

Il rispetto delle presenti direttive di allestimento non libera il costruttore dalla responsabilità di una perfetta esecuzione dell'allestimento o della modifica. L'approvazione MAN contempla solamente quelle parti o misure riconoscibili dalla documentazione fornita.

MAN si riserva di negare l'approvazione per allestimenti o modifiche anche se in precedenza era stata concessa un'approvazione simile. Il progresso tecnico non permette sempre un identico trattamento.

Inoltre MAN si riserva di modificare le presenti direttive di allestimento oppure di emettere disposizioni in deroga alle presenti per determinati autotelai.

In caso più autotelai abbiano lo stesso allestimento o la stessa modifica, MAN può conferire un'approvazione di gruppo per semplificare la procedura.

3.5 Presentazione della documentazione

L'invio della documentazione a MAN è necessario solamente se la modifica oppure l'allestimento si discostano dalle presenti direttive di allestimento. Prima dell'inizio dei lavori occorre inviare la documentazione tecnica al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") per il suo controllo ed approvazione. Presso questo indirizzo si possono anche richiedere disegni di autotelai, schede dati ecc.

Per una procedura di approvazione rapida occorre:

- minimo duplice copia della documentazione
- numero di scritti quanto più ridotto possibile
- dati ed indicazioni tecniche complete.

Le seguenti indicazioni devono essere sempre complete di:

- modello del veicolo con:
 - versione veicolo
 - passo
 - sbalzo telaio
 - sbalzo posteriore veicolo
- numero di identificazione veicolo
- numero veicolo (vedasi 2.2)
- quota da centro allestimento a centro ultimo assale
- posizione del baricentro del carico e dell'allestimento
- dimensioni dell'allestimento
- materiale e dimensioni del controtelaio
- ancoraggi all'autotelaio
- descrizione di eventuali deroghe alle direttive di allestimento per autocarri MAN
- eventuali riferimenti a veicoli uguali o simili.

Non sono oggetto di approvazione

- elenchi parti
- depliant pubblicitari
- informazioni non vincolanti
- foto.

Alcuni allestimenti (per esempio: gru o verricello) richiedono, a causa delle loro caratteristiche, indicazioni specifiche.

Nella documentazione presentata tutte le lunghezze sono da indicare riferendosi contestualmente al centro dell'asse anteriore.

Sono presi in considerazione solamente disegni prodotti dall'allestitore e identificati con un proprio numero di disegno. Non è quindi ammesso utilizzare disegni messi a disposizione dalla MAN, modificati con il proprio allestimento e poi sottoposti ad approvazione.

3.6 Garanzia

Il diritto di garanzia esiste solamente nel contesto del contratto di acquisto tra compratore e venditore. Quindi l'obbligo di garanzia sull'oggetto venduto è a carico del venditore.

Non sussistono diritti di garanzia nei confronti della MAN se il vizio segnalato è riconducibile a:

- mancato rispetto delle presenti direttive di allestimento
- se è stato scelto un autotelaio non idoneo allo scopo
- se il danno all'autotelaio è dovuto
 - all'allestimento
 - al tipo o all'esecuzione del montaggio dell'allestimento
 - alla modifica dell'autotelaio
 - all'uso scorretto.

3.7 Responsabilità civile per danni da prodotto

I difetti segnalati da MAN devono essere eliminati. Entro i limiti ammessi dalla legge è esclusa qualsiasi responsabilità della MAN, in particolare per danni conseguenti.

La responsabilità civile del prodotto regola:

- la responsabilità del produttore per il suo prodotto o la sua parte di prodotto;
- il diritto di rivalsa del produttore, che ha subito una richiesta di risarcimento, sul fornitore di parti aggiunte o modifiche, se il danno emerso è riconducibile ad un vizio delle parti aggiunte o della modifica effettuata.

La ditta che esegue l'allestimento oppure la modifica solleva MAN da qualsiasi responsabilità nei confronti del cliente o di terzi qualora il danno sia riconducibile alle seguenti ragioni

- la ditta esecutrice non ha rispettato le presenti direttive di allestimento;
- l'allestimento o la modifica hanno causato danni dovuti a
 - progettazione
 - produzione
 - montaggio
 - istruzioni errate
- altro tipo di mancato rispetto dei principi base formulati.

3.8 Omologazione

Ogni veicolo circolante in Germania deve essere immatricolato. L'immatricolazione avviene presso l'ente di immatricolazione preposto sulla base della carta di circolazione.

Collaudo in singolo esemplare

Redazione della carta di circolazione da parte di un ente tecnico (DEKRA, TÜA, TÜV) dopo esame del veicolo.

Omologazione per veicoli completi

L'emissione della carta di circolazione avviene a cura del costruttore del veicolo.

Omologazione per autotelai

L'emissione della carta di circolazione avviene a cura del costruttore del veicolo. Il completamento della stessa avviene tramite collaudo dell'allestimento da parte di un ente tecnico (DEKRA, TÜA, TÜV).

In caso il veicolo sia destinato al trasporto di merci pericolose secondo GGVS oppure ADR è necessario un collaudo specifico.

Solo l'ente che emette della carta di circolazione è autorizzato a modificarla inserendo eventuali modifiche che incidano sull'omologazione. Modifiche non autorizzate comportano anche la cessazione della copertura assicurativa.

Su richiesta degli enti preposti, del perito ufficiale, del cliente o dei reparti specifici MAN occorre presentare un disegno corredato di approvazione MAN. A volte è sufficiente la relazione tecnica e la presentazione delle direttive di allestimento.

3.9 Sicurezza

Le ditte che sono intervenute sul veicolo o sull'autotelaio sono responsabili dei danni dovuti alla mancanza di funzionalità e sicurezza operativa o ad istruzioni per l'uso incomplete. MAN pretende quindi dall'allestitore o dall'azienda che modifica il veicolo:

- massima sicurezza in base allo standard della tecnica;
- istruzioni comprensibili ed esaurienti;
- targhette di avvertenza ben visibili e non amovibili in corrispondenza di fonti di pericolo per utenti o altre persone;
- rispetto di tutte le misure antinfortunistiche (per esempio: protezione da incendi o esplosioni);
- indicazioni complete su sostanze tossiche;
- indicazioni complete sull'impatto ambientale.

3.9.1 Sicurezza funzionale e operativa

La sicurezza prima di tutto! Ci si deve avvalere di ogni possibilità tecnica per evitare situazioni operative pericolose. Questo vale in egual misura per

- la sicurezza attiva (= evitare incidenti), di cui fanno parte
 - la sicurezza di marcia
quale risultato dell'impostazione complessiva del veicolo e dell'allestimento
 - la sicurezza della condizione fisica del conducente
quale conseguenza dell'affaticamento dei passeggeri dovuto a vibrazioni, rumori, agenti climatici ecc.
 - la sicurezza della percezione
specialmente la buona impostazione di dispositivi ottici, dispositivi di segnalazione, visuale diretta sufficiente, visuale indiretta sufficiente
 - sicurezza dei comandi,
ne fa parte la funzionalità e chiarezza dei comandi, anche quelli dell'allestimento
- la sicurezza passiva (= minimizzare le conseguenze di incidenti), di cui fanno parte
 - la sicurezza esterna
quale risultato dell'impostazione esterna del veicolo e dell'allestimento in merito a comportamento di deformazione, applicazione di dispositivi di sicurezza
 - sicurezza interna
prevede la protezione dei passeggeri di un veicolo o delle persone all'interno di una cabina applicata da un allestitore.

Le condizioni climatiche e ambientali incidono su:

- sicurezza operativa
- disponibilità al funzionamento
- comportamento operativo
- durata
- economicità .

Agenti climatici ed ambientali sono:

- temperatura
- umidità
- sostanze aggressive
- sabbia e polvere
- radiazioni.

Occorre assicurare spazio sufficiente a tutte le parti in movimento, compresi i cablaggi elettrici e le tubazioni. I manuali d'uso della MAN indicano i punti di manutenzione dei veicoli. Indipendentemente dal tipo di allestimento occorre assicurare una buona accessibilità a questi punti. La manutenzione deve essere facilmente eseguibile senza rimozione di parti. Occorre anche assicurare la buona circolazione di aria ed il raffreddamento dei gruppi periferici.

3.9.2 Istruzioni per autocarri MAN

Ogni autocarro MAN viene fornito completo di:

- libretto istruzioni d'uso
- inserti alle istruzioni per l'uso
- consigli per la manutenzione
- libretto tagliandi manutenzione
- manuali di manutenzione (acquistabili presso il servizio ricambi dietro versamento di un prezzo simbolico).

Libretto istruzioni d'uso

Contiene tutto ciò che il conducente ed il proprietario devono sapere per mantenere in buone condizioni il veicolo e per utilizzarlo correttamente. Inoltre contiene importanti avvertenze per la sicurezza.

Inserti alle istruzioni per l'uso

Contengono i dati tecnici di un determinato modello o di un gruppo di modelli simili e completano così i libretti d'uso. Per aggiornamenti tecnici a determinati modelli alcuni inserti vengono pubblicati quando il libretto stesso non è ancora aggiornato.

Consigli per la manutenzione

Stampati nello stesso formato dei libretti istruzioni d'uso (DIN A5 trasversale) descrivono i piani di manutenzione ed elencano le specifiche per i fluidi tecnici, le quantità di rifornimento ed i fluidi tecnici (con nome del prodotto e del produttore) approvati dalla MAN. Completano ogni manuale di uso o manutenzione. I consigli per la manutenzione vengono aggiornati semestralmente o annualmente.

Manuali di manutenzione

Elencano i lavori facenti parte dei diversi tipi di tagliando, riportano i dati tecnici necessari per queste operazioni e le descrivono dettagliatamente.

Sia i manuali d'uso che i manuali di manutenzione vengono redatti per „famiglie di veicoli“. Ciò significa che, per esempio, nel manuale d'uso „Veicoli a cabina frontale F2000“ sono riportati tutti i veicoli rispondenti a questa tipologia, indipendentemente dal numero e dal tipo di assali, dal tipo di motore ecc.. In casi eccezionali e su richiesta di importanti clienti possono venire redatti manuali d'uso e manuali di manutenzione specifici.

Libretto tagliandi manutenzione

Informa sui tagliandi da eseguire e contiene spazi per attestare la corretta tempistica ed esecuzione degli stessi.

3.9.3 Istruzioni di Allestitori e Trasformatori

L'utente di un veicolo modificato oppure allestito da una ditta specifica ha diritto ad un manuale d'uso. I vantaggi di un prodotto non servono se questo non può

- essere utilizzato in modo sicuro e adeguato
- impiegato in modo razionale e non faticoso
- sottoposto a manutenzione con cognizione di causa
- essere controllato facilmente in tutte le sue funzioni.

Di conseguenza ogni azienda di allestimento o modifica del veicolo deve verificare se la sua documentazione è:

- chiara
- completa
- corretta
- correttamente applicabile
- completa di avvertenze per la sicurezza specifiche.

Un manuale d'uso incompleto o non corretto può comportare seri rischi per l'utente. Possibili conseguenze sono:

- utile minore perché i vantaggi specifici non sono noti
- reclami
- rotture e danni che in genere vengono imputati all'autotelaio
- maggiori spese e perdite di tempo non previste e non necessarie per riparazioni
- effetti negativi sull'immagine e scarsa propensione ad ulteriori acquisti.

A seconda del tipo di veicolo e di allestimento occorre istruire il personale sull'uso e sulla manutenzione considerando anche il comportamento dinamico del mezzo e l'effetto dell'allestimento su quest'ultimo.

3.10 Limitazione della responsabilità per accessori e parti di ricambio

Parti di ricambio oppure accessori non prodotti o approvati dalla MAN per l'impiego sui suoi prodotti possono incidere sulla sicurezza di servizio e nel traffico del veicolo e creare situazioni pericolose. La MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft (oppure il venditore) non si assumono responsabilità per richieste di qualsiasi genere riconducibili a problemi dovuti dalla combinazione del veicolo con accessori di altri produttori a meno che l'accessorio non sia venduto dalla MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft (oppure dal venditore) o da essa montato sul veicolo (o sull'oggetto del contratto di vendita).

3.11 Approvazioni in deroga

In casi eccezionali e purché questi siano in accordo con la sicurezza di esercizio e nel traffico, MAN può concedere deroghe a requisiti tecnici in vigore. Queste concessioni possono riferirsi a:

- carichi ammessi sugli assali
- massa complessiva
- modifica di
 - parti montate
 - montaggio successivo di gruppi
 - modifica di dimensioni.

Un'approvazione rilasciata dalla MAN non è impegnativa per l'ente pubblico preposto. MAN non ha possibilità di intervenire ai fini dell'emissione di approvazioni in deroga presso enti. Se la modifica esula dal codice della strada occorre munirsi prima dell'approvazione in deroga presso gli organi preposti.

In linea di massima ogni approvazione in deroga deve essere verificata e collaudata dal perito ufficiale e riportata dall'ente sulla carta di circolazione del veicolo. In caso di una perizia su parti secondo § 19/3 della StVZO (Codice della strada tedesco, n. d. t.) è sufficiente l'attestato di corretto montaggio emesso da un perito ufficiale.

I casi più frequenti di approvazione in deroga sono:

- cambio del tipo di pneumatici (vedasi 3.12)
- aumento della massa rimorchiabile (vedasi 3.13)
- aumento del carico sull'assale anteriore (vedasi 3.14)
- aumento della massa complessiva (vedasi 3.15).

3.12 Cambio del tipo di pneumatici

La capacità di carico dei pneumatici è uno dei fattori determinanti per stabilire il carico massimo ammesso sugli assali. Se la capacità di carico dei pneumatici è inferiore al carico ammesso tecnicamente o per legge sugli assali, quest'ultimo deve essere adeguato. Inversamente il carico ammesso sull'assale non aumenta oltre il limite tecnico o per legge dell'assale in seguito al montaggio di pneumatici con capacità di carico superiore al carico ammesso sull'assale. I codici riportati sulle coperture ed i manuali pubblicati dai produttori informano sui dati tecnici dei pneumatici. Tenere conto quindi dei seguenti aspetti:

- indice di carico
 - per ruote singole
 - per ruote gemellate
- lettera di indicazione velocità
- pressione di gonfiaggio pneumatici
- velocità massima costruttiva del veicolo.

Le dimensioni dei pneumatici e dei cerchi ruota devono essere abbinare correttamente.

L'abbinamento del pneumatico deve essere autorizzato:

- dal produttore del pneumatico e del cerchio ruota per un determinato cerchio ruota;
- e da MAN per il montaggio sul veicolo.

L'approvazione scritta MAN è necessaria solamente se i pneumatici previsti non sono riportati sulla carta di circolazione.

La modifica del tipo di pneumatico incide su:

- caratteristiche di marcia
 - velocità di marcia
 - trazione
 - pendenza superabile
 - valori di frenatura
 - consumo di carburante
- dimensioni del veicolo
 - altezza da terra
 - molleggio dei pneumatici
 - angolo di sterzata
 - diametro di volta
 - diametro di sterzata
 - libertà di movimento delle ruote
- tenuta di strada.

La velocità di riferimento di un pneumatico non può essere superata se non si riduce la capacità di carico del pneumatico. Per la velocità di riferimento non è determinante la velocità massima ammessa del veicolo ma la velocità massima costruttiva (ovvero la velocità determinata dal regime massimo del motore e dal rapporto di trasmissione complessivo oppure la velocità massima determinata dal limitatore di velocità).

Alcuni pneumatici non possono superare la velocità massima dovuta alla costruzione, indipendentemente dalla capacità di carico e dalle sollecitazioni alle quali sono sottoposti.

In base alle caratteristiche del loro utilizzo, determinati veicoli possono ottenere indici di carico maggiori, per esempio: veicoli per servizi antincendio aeroportuali e veicoli per rifornimento aeroportuali (vedere la documentazione del produttore dei pneumatici e dei cerchi ruota).

Differenze di dimensione dei pneumatici degli assali anteriore e posteriore sono ammessi in veicoli con trazione integrale solo a condizione che la circonferenza di rotolamento non superi il 2 %. Tenere conto anche delle avvertenze del capitolo „Allestimenti“ in merito al montaggio di catene da neve, indici di carico e libertà di movimento delle ruote.

In caso si adottino dimensioni delle ruote diverse tra assale anteriore e posteriore occorre adeguare l'altezza del fascio luminoso dei proiettori anteriori. Questa operazione deve essere eseguita sul gruppo ottico anche se il veicolo è dotato di regolazione della profondità del fascio luminoso (vedasi anche capitolo „Impianto elettrico, cavi“, paragrafo „Impianto di illuminazione“).

Veicoli dotati di impianti HGB (limitatore velocità massima per legge), ABS ed ASR richiedono la riprogrammazione delle centraline dei dispositivi menzionati dopo il cambio del tipo dei pneumatici. Questa riprogrammazione può essere eseguita solamente con il computer diagnostico MAN-Cats®.

Alla richiesta di approvazione del cambio del tipo dei pneumatici occorre allegare le seguenti indicazioni:

- codice modello MAN
- numero di identificazione veicolo (vedasi 2.2)
- numero veicolo (vedasi 2.2)
- su quali assali avviene la modifica:
 - solo anteriore/anteriori
 - solo posteriore/posteriori
 - tutti
- dimensioni dei pneumatici che si desiderano adottare:
 - anteriori
 - posteriori
- dimensioni dei cerchi ruota che si desidera adottare:
 - anteriori
 - posteriori
- carichi sugli assali che si desidera adottare:
 - anteriori
 - posteriori
- massa complessiva ammessa richiesta
- massa complessiva prima del cambio
- carico asse anteriore
- carico asse posteriore
- massa complessiva
- velocità massima costruttiva prima del cambio.

3.13 Aumento della massa rimorchiabile

In caso sia richiesta una massa rimorchiabile superiore a quella di serie, MAN può emettere un attestato di nulla osta tecnico. La massa rimorchiabile è limitata da:

- prescrizioni degli enti
- dal tipo di gancio di traino
- dal tipo di traversa di traino
- dalla potenza minima del motore
- dall'impianto freni
- dall'impostazione della catena cinematica (per esempio: cambio, rapporto al ponte, raffreddamento motore).

Le traverse di traino di serie non sono idonee all'utilizzo di rimorchi a timone rigido oppure a rimorchi del tipo ad asse centrale. La traversa di traino non ammette questo tipo di rimorchio anche se il carico verticale ammesso sul gancio di traino installato lo permetterebbe. Il carico verticale ammesso ed il coefficiente „D“ da soli non sono criteri sufficienti per la scelta della traversa di traino. Per la selezione della traversa di traino adeguata all'impiego richiesto vedere le due tabelle contenute nel capitolo „Modifiche agli autotelai“ al paragrafo „Traverse di traino“, che consentono di associare le traverse finali ai veicoli.

In caso un autocarro venga impiegato come trattore, può rendersi necessaria la trasformazione in veicolo trattore zavorrato che lo adegui a questa tipologia definita dalla normativa.

Se MAN deve rilasciare un attestato occorre fornire le seguenti informazioni:

- codice modello MAN
- numero di identificazione veicolo oppure numero veicolo (vedasi 5.2)
- massa complessiva
- gancio di traino previsto
- massa rimorchiabile richiesta.

3.14 Aumento del carico sull'assale

In caso il carico ammesso di serie sugli assali non risulti sufficiente, in alcuni casi lo si può aumentare a condizione che anche l'assale anteriore venga corredato delle parti necessarie per il carico maggiore (sospensioni, pneumatici e impianto freni).

Per ottenere una conferma devono essere fornite le seguenti informazioni:

- codice modello MAN
- numero di identificazione veicolo oppure numero veicolo (vedasi 2.2)
- massa complessiva
- carico assale anteriore
- carico assale posteriore
- velocità massima costruttiva
- dimensioni dei pneumatici e dei cerchi di tutte le ruote
- carichi sugli assali che si desiderano adottare.

3.15 Aumento della massa complessiva

Per ottenere una massa complessiva maggiore di quella di serie occorre che siano montate le parti necessarie. In caso la massa complessiva richiesta superi quella massima ammessa per legge, il codice della strada tedesco consente deroghe solamente per beni indivisibili. Non sussiste diritto di deroga.

In merito alle possibilità tecniche di aumento della massa complessiva occorre prendere contatto con il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Per la richiesta di una massa complessiva maggiore sono necessari i seguenti dati:

- codice modello MAN
- numero di identificazione veicolo oppure numero veicolo (vedasi 2.2)
- massa complessiva
- carico assale anteriore
- carico assale posteriore
- velocità massima
- dimensioni attuali dei pneumatici di tutte le ruote
- dimensioni attuali dei cerchioni di tutte le ruote.

3.16 Riduzione della massa complessiva

In caso si desideri ridurre la massa complessiva, MAN non prescrive modifiche tecniche. Il perito competente determina i nuovi carichi sugli assali. La necessità di modifiche tecniche viene definita dal rispettivo ente.

3.17 Terminologia, dimensioni e masse

Le norme nazionali ed internazionali valgono prioritariamente rispetto a dimensioni e masse tecnicamente ammesse, se le limitano. Dalla documentazione che accompagna l'offerta oppure dai dati aggiornati MANTED® sono rilevabili i seguenti dati del veicolo di serie:

- dimensioni
- masse
- posizione del baricentro per il carico e per l'allestimento (lunghezza minima e massima dell'allestimento).

I dati riportati possono cambiare a seconda della dotazione tecnica del veicolo. È determinante l'effettiva dotazione del veicolo.

Per avere dati precisi sul carico utile, è indispensabile pesare l'autotelaio prima di iniziare ad allestirlo.

Con il calcolo si può determinare il valore minimo e massimo del baricentro di carico e quindi la lunghezza ideale dell'allestimento.

In base alla DIN 70020 sono ammessi scostamenti del $\pm 5\%$ nella massa dell'autotelaio dovute a tolleranze di produzione. Tutte le variazioni rispetto alla serie incidono sulle dimensioni e sulle masse. MAN sfrutta le tolleranze ammesse.

Una diversa dotazione può comportare una variazione sia delle masse che delle dimensioni, specialmente quando un cambio del tipo di pneumatici comporta una variazione delle masse ammesse. Differenze delle quote rispetto a quelle di serie (come per esempio la variazione del baricentro) possono incidere sui carichi sugli assali oppure sulla portata.

In tutti i casi occorre tenere conto che:

- le masse ammesse sugli assali devono essere rispettate (vedasi 3.17.1)
- deve essere assicurato un carico minimo sull'assale anteriore (vedasi 3.18)
- devono essere evitati carichi squilibrati (vedasi 3.17.1)
- deve essere rispettata la lunghezza massima dello sbalzo del veicolo (vedasi 3.19).

3.17.1 Sovraccarico dell'assale, carico squilibrato

Figura 1: sovraccarico dell'assale anteriore ESC-052

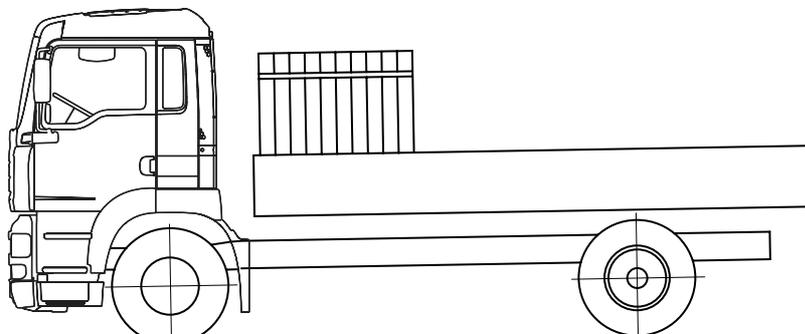


Figura 2: carico squilibrato ESC-054

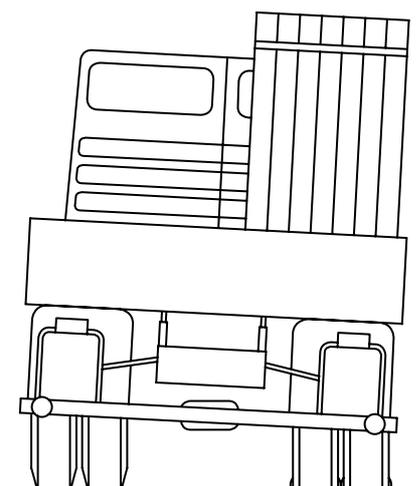
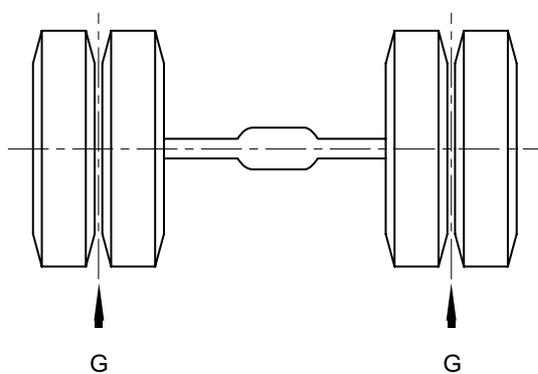


Figura 3: differenza di carico ruota ESC-126



Formula 1: differenza di carico ruota

$$\Delta G \leq 0,04 \cdot G_{\text{lat}}$$

In sede di progettazione dell'allestimento non devono verificarsi carichi asimmetrici sulle ruote. In sede di verifica la differenza rilevata non deve superare il 4 %. In questa verifica il 100 % corrisponde al carico effettivo sull'assale e non a quello ammesso.

Esempio:

carico effettivo sull'assale anteriore $G_{\text{lat}} = 11.000\text{kg}$

Da cui la differenza massima tra le ruote:

$$\begin{aligned} \Delta G &= 0,04 \cdot G_{\text{lat}} = 0,04 \cdot 11.000\text{kg} \\ \Delta G &= 440\text{kg} \end{aligned}$$

Quindi nell'esempio sono ammessi 5.720 kg sulla ruota sinistra e 5.280 kg sulla ruota destra.

Il carico sulla ruota così calcolato non dà indicazioni sul carico per pneumatico della ruota singola. A questo scopo vedere i manuali tecnici dei produttori dei pneumatici.

3.18 Carico minimo sull'assale anteriore

Per assicurare la sterzabilità del veicolo in qualsiasi stato di carico occorre rispettare un carico minimo sull'assale anteriore come da tabella 19.

Tabella 19: carico minimo sull'assale/i anteriore/i in qualsiasi stato di carico espresso in % della massa complessiva

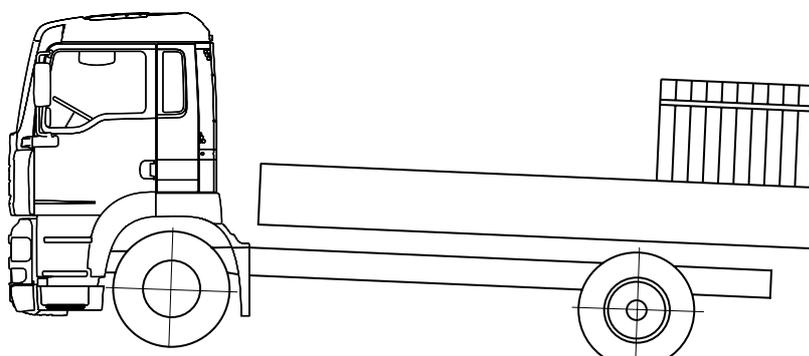
SDAH = rimorchio a timone rigido ZAA = rimorchio ad asse centrale PTT = peso totale a terra (veicolo/rimorchio)							
Gamma Numero assi	Formula ruote	Truck PTT [t]	Senza SDAH ZAA	con SDAH ZAA PTT ≤ 11t	con SDAH ZAA PTT ≤ 18t	Tridem SDAH ZAA PTT > 18t	Ev. carichi posteriorip. es. gru
Tutti veicola due assi	4x2, 4x4	≤ 10	25%	30%	35%	No amm. No amm. 30% solo TGA e F2000	30%
	4x2, 4x4	≤ 15	25%	30%	30%		
	4x2, 4x4	> 15	25%	25%	25%		
Oltre due assi	6x2, 6x4, 6x6 8x4, 8x2 8x6, 8x8	> 19	20%	25%*	25%*	30%	25%

In presenza di più di un asse anteriore il valore % si intende come somma dei carichi sugli assi anteriori. In caso di esercizio con SDAH / ZAA + ulteriori carichi posteriori (p.es. sponda caricatrice, gru) vale il valore maggiore
*) = -2% in caso di terzo asse centrale o trainato sterzante

Dato che i valori si riferiscono alla massa complessiva del veicolo, essi comprendono anche eventuali carichi posteriori come:

- carichi verticali sul gancio di traino dei rimorchi ad asse centrale
- gru di carico in coda al telaio
- sponde caricatrici
- carrelli sollevatori (muletti) trasportabili.

Figura 4: carico minimo sull'assale anteriore ESC-051



3.19 Lunghezza sbalzo posteriore

Con il termine „lunghezza dello sbalzo“ (sbalzo veicolo compreso allestimento) si intende la distanza tra centro asse posteriore (definita dal passo teorico) fino alla fine del veicolo. Per le definizioni vedasi le figure nel seguente paragrafo 3.20.

Esprimendosi in percentuali del passo teorico sono ammessi i seguenti valori massimi:

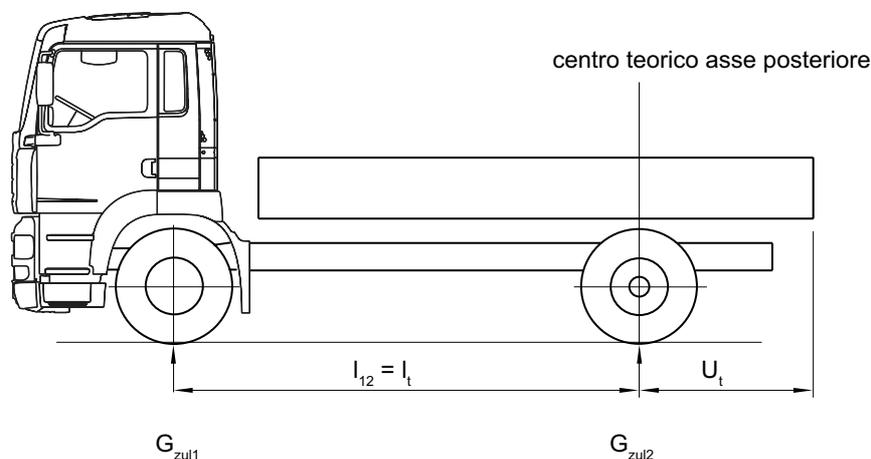
- veicoli a due assi 65 %
- veicoli a tre assi 70 %.

In caso di mancanza di dispositivi per il traino ed a condizione che i carichi minimi indicati in tabella 19, paragrafo 3.18 siano assicurati in ogni situazione operativa, i valori indicati possono essere superati del 5 %.

3.20 Passo teorico, sbalzo, centro asse teorico

Il passo teorico è una dimensione ausiliare per determinare la posizione del baricentro ed i carichi sugli assali. La definizione si rileva dalle figure seguenti. Attenzione: il passo di curvatura (in estrema semplificazione equivale alla distanza tra il centro dell'assale o degli assali sterzanti anteriori ed il centro di rotazione del veicolo in curva) non è identico al passo teorico, utile per calcolare la ripartizione delle masse.

Figura 5: passo teorico e sbalzo in un veicolo a due assi ESC-046



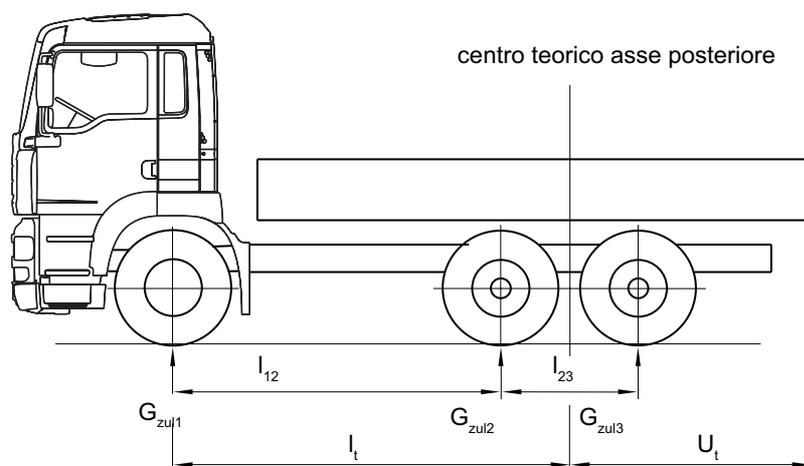
Formula 2: passo teorico in un veicolo a due assi

$$l_t = l_{12}$$

Formula 3: sbalzo posteriore ammesso in un veicolo a due assi

$$U_t \leq 0,65 \cdot l_t$$

Figura 6: passo teorico e sbalzo in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo uguale ESC-047



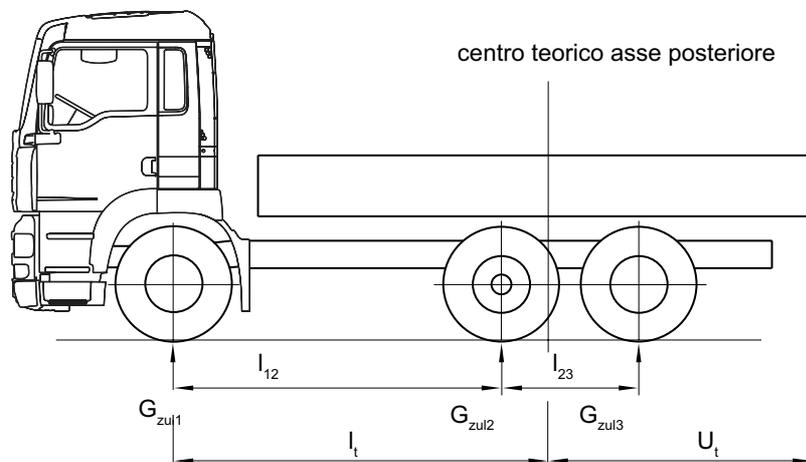
Formula 4: passo teorico in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo uguale

$$l_t = l_{12} + 0,5 \cdot l_{23}$$

Formula 5: sbalzo ammesso in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo uguale

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

Figura 7: passo teorico e sbalzo in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo diseguale (per esempio: tutti i MAN 6x2/2, 6x2-2, 6x2/4 und 6x2-4) ESC-048



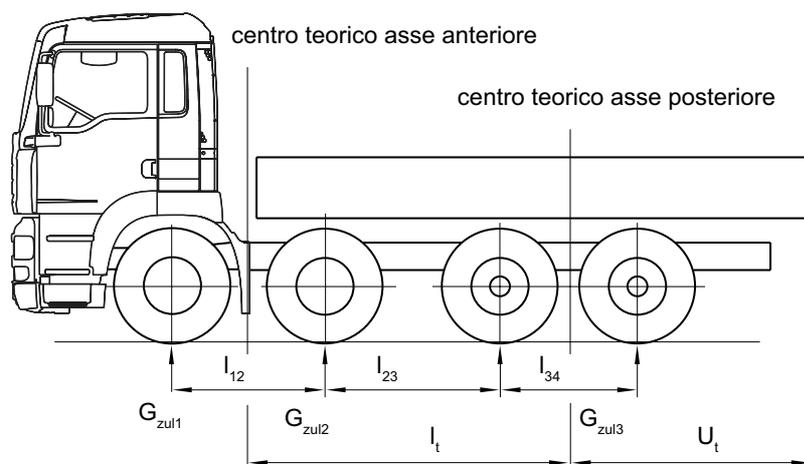
Formula 6: passo teorico in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo diseguale

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{zul3} \cdot l_{23}}{G_{zul2} + G_{zul3}}$$

Formula 7: sbalzo ammesso in un veicolo a tre assi con due assi posteriori caricati in modo diseguale

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

Figura 8: passo teorico e sbalzo in un veicolo a quattro assi con due assi posteriori e due assi anteriori caricati a piacimento ESC-050



Formula 8: passo teorico in un veicolo a quattro assi con due assi posteriori e due assi anteriori

$$l_t = l_{23} + \frac{G_{zul1} \cdot l_{12}}{G_{zul1} + G_{zul2}} + \frac{G_{zul4} \cdot l_{34}}{G_{zul3} + G_{zul4}}$$

Formula 9: sbalzo ammesso in un veicolo a quattro assi con due assi posteriori e due assi anteriori

$$U_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

3.21 Calcolo dei carichi sugli assi e procedura di pesata

Il calcolo dei carichi sugli assali è indispensabile ai fini di una corretta impostazione dell'allestimento. L'ottimale armonizzazione dell'autotelaio con l'allestimento è possibile solamente se prima di iniziare i lavori di allestimento si procede a pesare l'autotelaio e si tiene conto dei valori rilevati in un calcolo dei carichi sugli assali. Le masse indicate nella documentazione di vendita rispecchiano lo stato di serie del veicolo senza tenere conto di tolleranze dovute alla produzione. Vedasi paragrafo 3.17 „Terminologia, dimensioni e masse“.

Il veicolo va pesato:

- senza conducente
- con serbatoio pieno
- con freno di stazionamento rilasciato (bloccare il veicolo con cunei sotto le ruote)
- sospensioni pneumatiche (se in dotazione) in assetto di marcia
- eventuali assali sollevabili abbassati
- senza dispositivi di aiuto allo spunto attivi.

Sequenza di pesata:

- veicoli a due assi
 - 1° assale
 - 2° assale
 - veicolo completo per controllo
- veicoli a tre assi con due assali posteriori
 - 1° assale
 - 2° e 3° assale
 - veicolo completo per controllo
- veicoli a quattro assi con due assali posteriori e due anteriori
 - 1° e 2° assale
 - 3° e 4° assale
 - veicolo completo per controllo.

3.22 Pesata di veicoli con terzo asse trainato

Le masse indicate nella documentazione MANTED® e nella documentazione di vendita relative a veicoli dotati di terzo asse trainato sono state rilevate con l'assale abbassato. La ripartizione delle masse risultante dal sollevamento del terzo assale deve essere verificata empiricamente tramite pesata oppure aritmeticamente. Il capitolo „Calcoli“ contiene un esempio.

4. Modifiche agli autotelai

Per potere realizzare il prodotto richiesto dal cliente, può rendersi necessario il montaggio di componenti supplementari nonché la loro modifica. Noi consigliamo l'impiego di componenti originali MAN, premesso che sia possibile sotto il profilo costruttivo, al fine di garantire l'omogeneità delle parti e la corretta manutenzione. Il reparto VE fornisce informazioni dettagliate sui componenti (per maggiori indicazioni vedasi il capitolo „Generalità „).

Per contenere il più possibile il tempo necessario per la manutenzione, consigliamo di impiegare componenti con intervalli di manutenzione uguali a quelli previsti per l'autotelaio MAN. Eventualmente si dovranno richiedere informazioni ed il consenso del produttore dei componenti per uniformare gli intervalli di manutenzione.

4.1 Sicurezza sul lavoro

Rispettare le norme antinfortunistiche, in particolare:

- non inspirare gas o vapori tossici come gas di scarico del motore, sostanze nocive che si liberano durante le operazioni di saldatura, vapori di detergenti e solventi, ma aspirarli con appositi dispositivi;
- bloccare i veicoli contro eventuali spostamenti accidentali;
- supportare i gruppi durante le operazioni di smontaggio;
- osservare le prescrizioni specifiche per l'impiego di veicoli con motore a metano, vedasi paragrafo 4.14 „Motori a metano“ del presente capitolo.

4.2 Protezione anticorrosiva

La protezione delle superfici e la protezione contro la corrosione incide sulla durata e sull'aspetto del prodotto.

Pertanto la qualità della verniciatura degli allestimenti deve corrispondere generalmente a quella dell'autotelaio.

Per garantire che questo requisito venga rispettato, per gli allestimenti commissionati dalla MAN va utilizzata obbligatoriamente la normativa interna MAN M 3297 "Protezione anticorrosiva e sistemi di verniciatura per allestimenti realizzati da terzi".

Per gli allestimenti commissionati dal cliente, il rispetto di tale normativa interna viene consigliato; un mancato rispetto della norma fa comunque decadere la garanzia MAN per eventuali danni conseguenti allo stesso. I testi delle normative interne MAN si possono richiedere al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Nella produzione di serie, gli autotelai MAN vengono verniciati come ultima mano con vernice ecologica 2K a base d'acqua, con temperature di essiccazione di ca. 80°C. Per garantire una verniciatura equivalente, per tutte le componenti metalliche dell'allestimento e del controtelaio si presuppone la sequenza delle operazioni qui di seguito descritta:

- Superficie metallica da verniciare nuda o sabbiata (SA 2,5)
- Prima mano: fondo adesivo EP 2K, approvato in base alla norma interna MAN M 3162-C oppure – qualora possibile – verniciatura catodica ad immersione come da normativa MAN 3078-2 con trattamento preliminare al fosfato di zinco
- Ultima mano: vernice 2K come da normativa MAN 3094, preferibilmente a base d'acqua; qualora non fossero disponibili le attrezzature, anche a base di solvente. Al posto della mano di fondo e dell'ultima mano, la struttura dell'allestimento (p.es. longheroni, traverse e fazzoletti) può anche essere zincata a caldo (spessore dello strato $\geq 80\mu\text{m}$).

Per quanto riguarda i tempi e le temperature di essiccazione ed indurimento, si dovrà fare riferimento alle schede tecniche dei prodotti utilizzati. Nella scelta e nella combinazione di materiali metallici diversi (p.es. alluminio ed acciaio) si dovrà considerare l'effetto della serie dei potenziali elettrochimici su fenomeni di corrosione superficiale (isolamento). Bisogna inoltre considerare la compatibilità dei materiali, p.es. la serie dei potenziali elettrochimici (causa di corrosione di contatto).

Dopo tutti i lavori eseguiti sull'autotelaio:

- eliminare i trucioli di foratura
- sbavare i bordi
- trattare le cavità con cera anticorrosiva

Gli elementi di congiunzione meccanica (p.es. viti, dadi, rondelle, perni) che non vengono coperti dalla vernice devono essere sottoposti ai migliori trattamenti anticorrosivi.

Per evitare la corrosione per effetto del sale durante i periodi di fermo presso l'allestitore, dopo l'arrivo presso l'allestitore gli autotelai vanno lavati con acqua pulita per togliere eventuali residui di sale.

4.3 Immagazzinamento di veicoli

In caso di periodi di fermo o di messa fuori servizio ≥ 3 mesi, l'autotelaio deve essere trattato in base alla norma MAN M3069, parte 3 „Protezione anticorrosiva temporanea; messa fuori servizio temporanea di veicoli industriali“. Si prega di rivolgersi alla più vicina officina autorizzata MAN per informazioni precise sull'applicazione corretta di anticorrosivi.

Per i veicoli messi fuori servizio si devono osservare le indicazioni riportate nel capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi“, paragrafo „Cura delle batterie“ in funzione del periodo di fermo.

4.4 Materiali e dati del telaio

4.4.1 Materiali per il telaio ed il controtelaio

Il Comitato Europeo per la standardizzazione (CEN) ha emanato nuove norme sugli acciai, compresi gli acciai da costruzione (DIN EN 10025) e gli acciai a grana fine (DIN EN 10149), utilizzato per la costruzione dei veicoli industriali, per uniformare la loro denominazione su scala europea. Le nuove denominazioni sostituiscono quelle finora valide secondo DIN/SEW. I numeri dei materiali sono stati recepiti dalla normalizzazione europea senza alcuna modifica e quindi è possibile trovare la sigla del materiale in oggetto se si conosce il corrispondente numero. Per i telai ed i controtelai si impiegano materiali d'acciaio secondo le denominazioni riportate nella tabella seguente:

Tabella 20: materiali d'acciaio e relativa sigla secondo la vecchia e la nuova norma

No. materiale	Sigla materiale vecchia	Norma vecchia	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	Sigla materiale nuova	Norma nuova	Idoneità per autotelaio / controtelaio
1.0037	St37-2*	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	non idoneo
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	buona idoneità
1.0971	QStE260N*	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	solo per L2000 4x2, non per carichi concentrati
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	(S340MC)		non per carichi concentrati
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	(S380MC)		buona idoneità
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	buona idoneità
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	buona idoneità

* I materiali S235JR (St37-2) e S260NC (QStE260N) non sono idonei, o solo in parte, per motivi di resistenza. Essi sono quindi ammessi solamente per longheroni e traverse di controtelai sui quali gravano solamente i carichi parziali dell'allestimento. I gruppi montati che comportano un'immissione locale della forza, come p.es. sponde di carico, gru, verricelli, richiedono in ogni caso materiali di acciaio con un limite di snervamento di $\sigma_{0,2} > 350$ N/mm².

4.4.2 Dati del telaio

La tabella 21 indica per ogni codice tipo e per ogni passo la corrispondente sigla numerica del profilato del telaio. In base a questa sigla numerica si trovano i dati caratteristici dei profilati del telaio indicati nella tabella 22.

Tabella 21: assegnazione sigla numerica dei profilati del telaio

Tonnellate	Tipo	Versione	Passo	No. profilato
L2000				
8t	L20 L21 L33 L34	LC LC LLC LLC	tutti ad eccezione*	12
8t	L22 L23	LAC, LAEC LAC, LAEC	tutti	21
9t	L20 L21 L33 L34	LC, LK LC, LK LLC, LLS LLC, LLS	tutti	13
10t	L24 L25 L35 L36	LC, LK LC, LK LLC, LLS LLC, LLS	tutti	13
10t	L26 L27	LAC, LAEC LAC, LAEC	tutti	21
* I tipi L20, L21, L33, L34 hanno il profilato no. 13 se: suffisso = LLS (trattore) o suffisso = LK-LV (predisposizione gru di carico anteriore al cassone) o passo = 3000 o passo \geq 4.600				
M2000L				
12t	L70 L71 L72 L73	LC, LK LC, LK LLC, LLK LLC, LLK	tutti	5
14t	L74 L75 L76 L77 L79	LC, LK LC, LK LLC, LLK LLC, LLK LLLC	< 4.500 \geq 4.500	5 19
14t	L80	LAC, LAK	tutti	19
15t	L81 L82 L83 L84 L86	LC, LK LC, LK LLC, LLK LLC, LLK LLLC	< 4.500 \geq 4.500	5 19
18t	L87 L88 L89	LC, LK LLC, LLK LLLC	< 5.500 \geq 5.500	27 28
18t	L90	LAC, LAK	tutti	26
20t	L84 L86	LNLC LNLLC	3.675+1.350 > 3.675+1.350	5 19
26t	L95	DLC		27

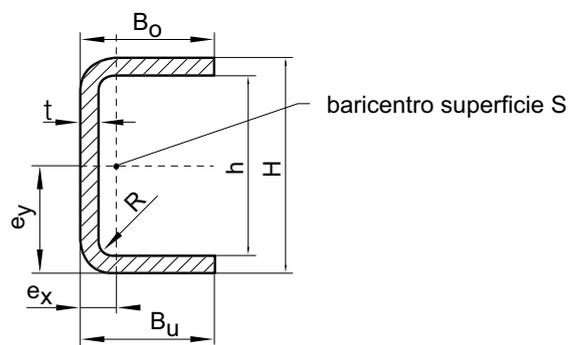
Tabella 21: assegnazione sigla numerica dei profilati del telaio (continua)

Tonnellate	Tipo	Versione	Passo	No. profilato
M2000M				
14t	M31	MC, MK		19
	M32	MLC		19
	M32	MLS		27
	M33	MLLC		19
	M34	MAC, MAK		19
18t	M38	MC, MK	< 5.750	27
	M39	MLC, MLS		
18t	M40	MLLC	≥ 5.750	28
	M41	MAC, MAK	tutti	26
25t	M42	MNLC	tutti	28
	M43	MNLLC		
	M44	MVLC		
F2000				
19t	T01	F	≤ 4.800 > 4.800	23
	T02	FL		
	T03	FLL		
	T04	FA		
	T31	F		
	T32	FL		
	T33	FLL		
19t	T34	FA	tutti	23
	T62	FL		
	T20	FLL		
	T50	FLL		
23t 6x2	T05	FNLL	tutti	23
	T35	FNLL		
26t 6x2	T06	FNL	tutti (su richiestaa secondadell'autotelaio)	22
	T07	FNLL		
	T08	FVL		
	T36	FNL		
	T37	FNLL		
26t 6x4	T38	FVL	tutti	23
	T09	DF		
	T10	DFL		
	T39	DF		
	T40	DFL		
27/33t 6x4 6x6	T12	DFA	tutti ad eccezione DFC: ≥ 3.825+1.400 DFAC: ≥ 4.025+1.400	23
	T18	DF		
	T42	DFA		
	T48	DF		
	T72	DFA		
40t 6x4 / 6x6	T78	DF	tutti	24
	T43	DF		
32/35/41t 8x4	T44	DFA	tutti ad eccezione VF-TM VF/N-HK	24
	T15	VF		
	T16	VF		
	T45	VF		
	T46	VF		

Tabella 21: assegnazione sigla numerica dei profilati del telaio (continua)

Tonnellate	Tipo	Versione	Passo	No. profilato
E2000				
19t 4x2	E51 E61	FLK/M, FLS/M	tutti	23
19t 4x4	E52 E62	FALS, FALK	tutti	22
26t 6x2/4	E42	FVLC	tutti	24
6x2-4	E53	FNLC	tutti	22
6x4-4	E63	FAVLC, FAVLK	tutti	22
6x4/4	E56 E66		tutti	22
6x4/2 6x6/2	E40	DFARC, DFRS DFRLS	tutti	23
28t 6x4-4 6x6-4	E47 E67	FANLC FNALC	tutti	29
30/33t 6x4, 6x6	E50 E60	FNALC DFALC		
32 t 8x2/4 8x2/6 8x4/4	E55 E65	VFNLC VFLC	≤ 2.600 > 2.600	23 22
33t 6x2/2 6x4/2	E59 E69 E99	DF DFL	tutti	24
33t 6x6-4	E72	DFAP	tutti	29
32t / 35t	E73	FVNL	tutti	22
35t	E88	VFL	tutti	22
35t / 41t 50t	E58 E68	VF VFA	35t / 41t 50t	22 29
41t	E75 E95	DFVS DFVLS	tutti	29
42t	E74 E78	VFP VFAP	tutti	29
50t	E77 E79	VFVP VFAVP	tutti	29

Figura 9: spiegazione dei dati dei profilati ESC-128



Nota:

- 1) ala superiore e ala inferiore, spessore 13mm
- 2) raggio esterno 10mm

Tabella 22: dati dei profilati dei longheroni del telaio

N°	H [mm]	h [mm]	B ₀ [mm]	B _u [mm]	t [mm]	R [mm]	G [kg/m]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	σ_B [N/mm ²]	A [mm ²]	e _x [mm]	e _y [mm]	I _x [cm ⁴]	W _{x1} [cm ³]	W _{x2} [cm ³]	I _y [cm ⁴]	W _{y1} [cm ³]	W _{y2} [cm ³]
1	220	208	80	85	6	10	17	420	480...620	2.171	21	110	1.503	138	135	135	64	21
2	222	208	80	80	7	10	20	420	480...620	2.495	20	111	1.722	155	155	142	71	24
3	222	208	75	75	7	10	19	420	480...620	2.425	18	111	1.641	148	148	118	66	21
4	224	208	75	75	8	10	22	420	480...620	2.768	19	112	1.883	168	168	133	70	24
5	220	208	70	70	6	10	16	420	480...620	2.021	16	110	1.332	121	121	85	53	16
6	322	306	80	80	8	10	29	420	480...620	3.632	17	161	4.821	299	299	176	104	28
7	262	246	78	78	8	10	24	420	480...620	3.120	18	131	2.845	217	217	155	86	26
8	260	246	78	78	7 ¹⁾	10	21	420	480...620	2.733	18	130	2.481	191	191	138	77	23
9	224	208	80	80	8	10	22	420	480...620	2.848	20	112	1.976	176	176	160	80	27
10	262	246	80	80	8	10	25	420	480...620	3.152	19	131	2.896	221	221	167	88	27
11	273	247	85	85	7 ¹⁾	6 ²⁾	31	355	510	3.836	26	136	4.463	327	327	278	108	47
12	209	200	65	65	4,5	8	11	260	420	1.445	15	105	868	83	83	52	35	10
13	210	200	65	65	5	8	13	260	420	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
14	220	208	70	80	6	10	16	420	480...620	2.081	18	107	1.399	124	124	105	58	17
15	222	208	70	80	7	10	19	420	480...620	2.425	18	108	1.638	144	144	120	67	19
16	234	220	65	65	7	8	19	420	480...620	2.381	15	117	1.701	145	145	80	53	16
17	220	208	75	75	6	10	16	420	480...620	2.081	18	110	1.400	127	127	103	57	18
18	218	208	70	70	5	10	13	420	480...620	1.686	16	109	1.105	101	101	72	45	13
19	222	208	70	70	7	10	18	420	480...620	2.355	17	111	1.560	141	141	97	57	18
20	260	246	70	70	7	10	21	420	480...620	2.621	15	130	2.302	177	177	101	67	18
21	210	200	65	65	5	8	13	420	480...620	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
22	330	314	80	80	8	10	29	420	480...620	3.696	17	165	5.125	311	311	177	104	28
23	270	254	80	80	8	10	25	420	480...620	3.216	18	135	3.118	231	231	168	93	27
24	274	254	80	80	10	10	31	420	480...620	4.011	19	137	3.919	286	286	204	107	33
25	266	254	80	80	6	10	19	420	480...620	2.417	18	133	2.325	175	175	130	72	21
26	224	208	70	70	8	10	21	420	480...620	2.688	17	112	1.789	160	160	109	64	21
27	268	254	70	70	7	10	21	420	480...620	2.677	15	134	2.482	185	185	102	68	19

Tabella 22: dati dei profilati dei longheroni del telaio

Nr.	H [mm]	h [mm]	B _o [mm]	B _u [mm]	t [mm]	R [mm]	G [kg/m]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	σ_B [N/mm ²]	A [mm ²]	e _x [mm]	e _y [mm]	I _x [cm ⁴]	W _{x1} [cm ³]	W _{x2} [cm ³]	I _y [cm ⁴]	W _{y1} [cm ³]	W _{y2} [cm ³]
28	270	254	70	70	8	10	24	420	480...620	3.056	17	135	2843	211	211	114	76	21
29	334	314	80	80	10	10	36	420	480...620	4.611	16	167	6.429	385	385	215	126	34
30	328	314	80	80	7	10	25	420	480...620	3.237	16	164	4.476	273	273	158	99	25
31	270	254	85	85	8	10	26	500	550...700	3.296	20	135	3.255	241	241	201	101	31
32	270	251	85	85	9,5	10	30	500	550...700	3.879	21	135	3.779	280	280	232	110	36
33	334	314	85	85	10	10	37	420	480...620	4.711	19	167	6.691	401	401	257	135	39
34	270	256	85	85	6,8	10	22	500	550...700	2.821	19	135	2.816	209	209	174	92	26
35	220	212	70	70	4	10	11	420	480...620	1.367	16	110	921	84	84	59	37	11
36	220	211	70	70	4,5	10	12	420	480...620	1.532	16	110	1.026	93	93	65	41	12
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480...620	2.341	17	110	1.526	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480...620	2.656	17	110	1.712	156	156	108	64	20
39	270	256	70	70	7	10	21	420	480...620	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
40	270	256	70	70	7	10	21	500	550...700	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
41	270	254	70	70	8	10	24	420	480...620	3.056	15	135	2.843	211	211	114	76	21

4.5 Modifiche al telaio

4.5.1 Fori, collegamenti filettati e chiodature sul telaio

Per quanto possibile devono essere utilizzati i fori già praticati nel telaio. Non è ammesso praticare fori nelle flangie dei profilati dei longheroni del telaio, vale a dire nelle ali superiori ed inferiori (vedi fig. 11). L'unica eccezione è l'estremità posteriore del telaio, al di fuori della zona in cui si trovano tutte le parti fissate al telaio con funzione portante dell'ultimo asse (vedi fig. 12). Ciò vale anche per il controtelaio.

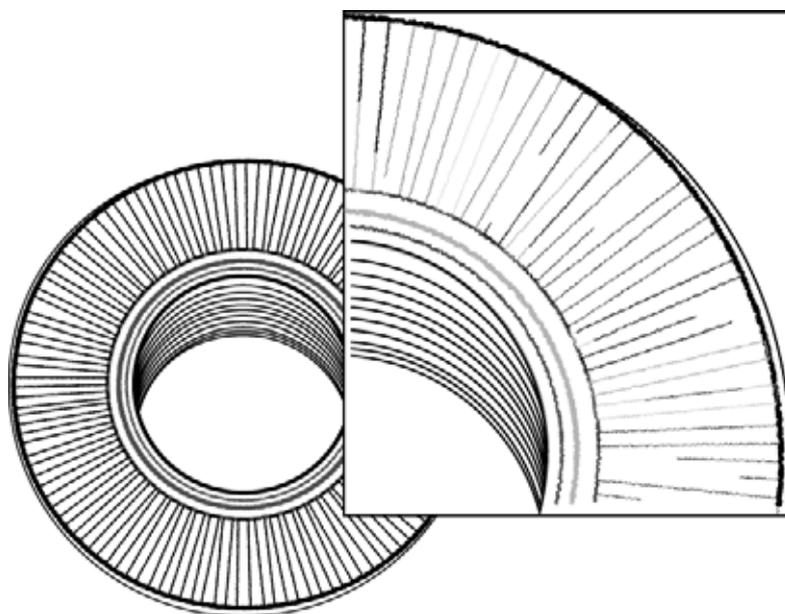
Si possono praticare fori nel telaio su tutta la sua lunghezza utile (vedi fig. 13), alla condizione che vengano rispettate le distanze ammesse tra i singoli fori (vedi fig. 14).

Dopo la foratura alesare e sbavare tutti i fori.

Nella produzione di serie, molti componenti periferici e parti del telaio vengono collegati al telaio mediante chiodatura (p.es. fazzoletti con traverse, piastre di contenimento, mensole di fissaggio allestimento). Se a queste parti vengono apportate successive modifiche, si devono impiegare viti con sicura meccanica con classe di resistenza minima di 10.9. MAN consiglia viti e dadi dentellati.

Si devono rispettare le coppie di serraggio indicate dal produttore. Rimontando le viti dentellate, sul lato di serraggio devono essere usati viti o dadi nuovi. Il lato di serraggio si riconosce dalle tracce leggere sulla nervatura della flangia della vite o del dado (vedi figura 10).

Figura 10: Tracce nella nervatura sul lato di serraggio ESC-216



In alternativa si possono utilizzare anche rivetti ad elevata resistenza (p.es. Huck –BOM® perni ad anello chiuso) con lavorazione in base alle indicazioni del produttore. La chiodatura deve corrispondere come minimo al collegamento filettato per quanto riguarda l'esecuzione e la resistenza. In linea di massima è consentito anche l'impiego di viti flangiate. MAN fa presente che questo tipo di viti richiede una grandissima precisione di montaggio. Ciò vale in particolare per limitate lunghezze di unione.

Figura 11: fori nell'ala superiore ed inferiore dei longheroni del telaio ESC-155

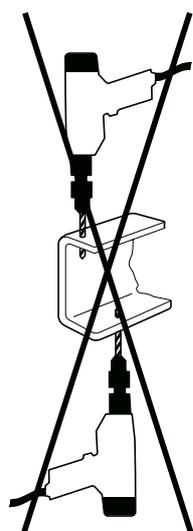


Figura 12: fori all'estremità del telaio ESC-032

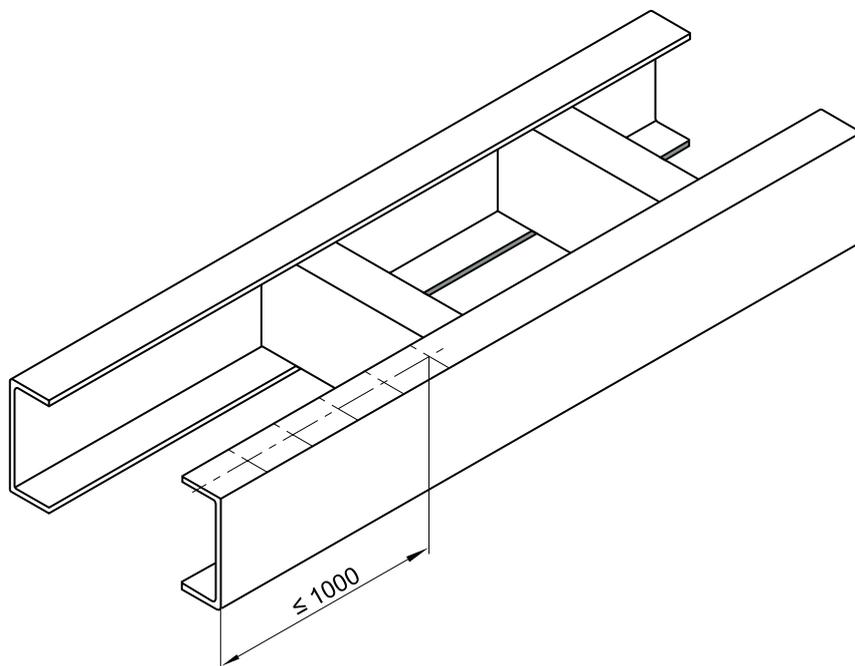


Figura 13: fori su tutta la lunghezza del telaio ESC-069

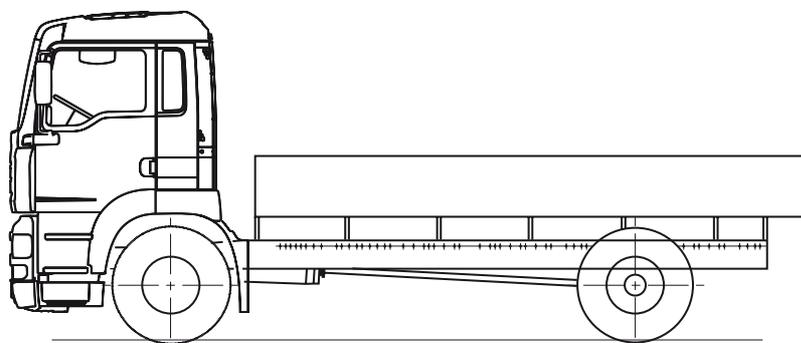
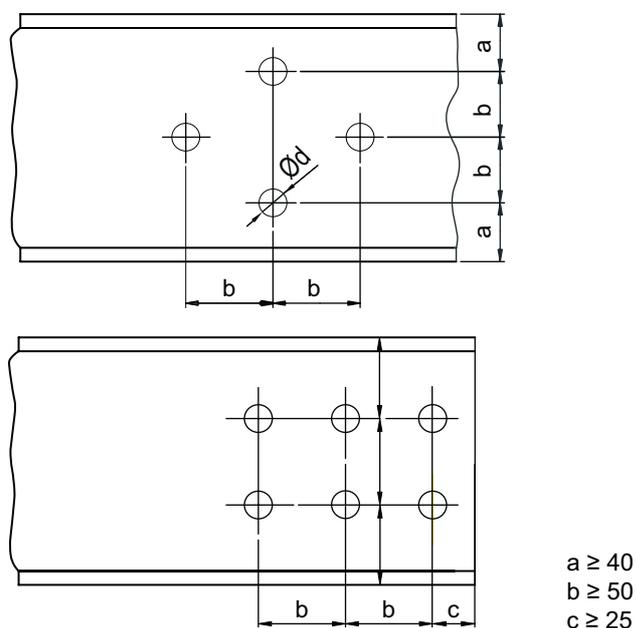


Figura 14: distanze tra i fori ESC-021



4.5.2 Incavi nel telaio

In linea di massima non è consentito praticare incavi nei longheroni e nelle traverse del telaio (vedi fig. 15).

La funzione delle traverse non deve essere assolutamente pregiudicata. Pertanto non sono ammessi incavi. E' ammesso eseguire fori ed aperture soltanto in misura limitata. Vedi esempi figg. 16 e 17.

Non praticare mai fori o aperture in traverse costituite da profilati tubolari.

Figura 15: incavi nel telaio ESC-091

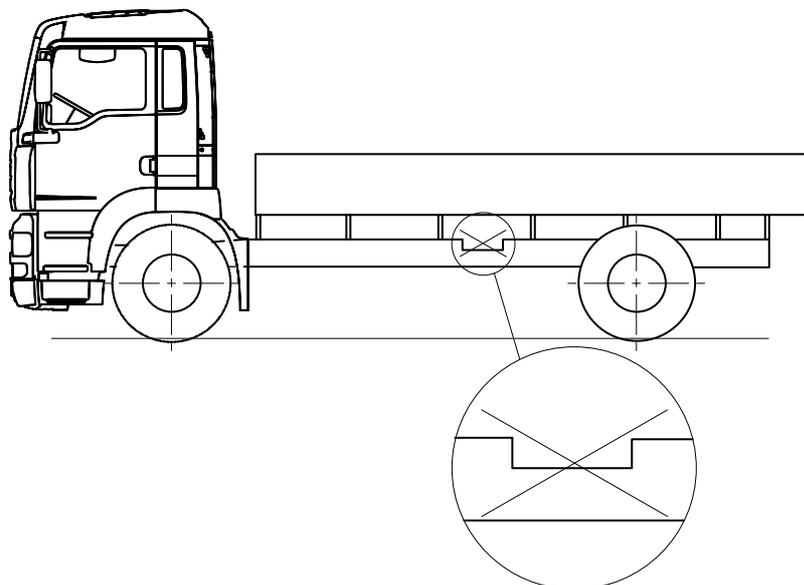
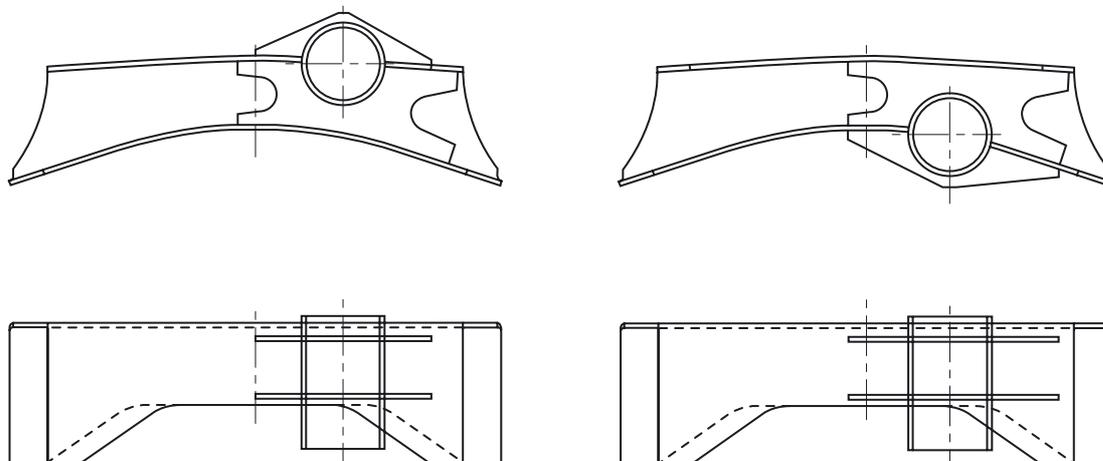


Figura 16: esecuzione di un'apertura in una traversa del telaio in alto ESC-125

Figura 17:

esecuzione di un'apertura in una traversa del telaio in basso ESC-124



4.5.3 Operazioni di saldatura sul telaio

Le operazioni di saldatura sull'autotelaio richiedono conoscenze specifiche e devono quindi essere eseguite solamente da personale qualificato, appositamente addestrato (p.es. in Germania secondo le indicazioni contenute nelle schede DVS 2510-2512 "Saldature di riparazione su veicoli industriali", disponibili presso la casa editrice DVS).

Le operazioni di saldatura sul telaio e sugli elementi di guida degli assi che non sono descritte nelle presenti direttive o nei manuali di riparazione MAN non sono ammesse.

Su componenti con obbligo di omologazione (p.es. dispositivi di attacco), le operazioni di saldatura possono essere eseguite solamente dal titolare della rispettiva omologazione – in genere il produttore o l'importatore.

Si devono osservare le disposizioni specifiche per veicoli con motore a metano, vedasi il capitolo 4.14 "Motore a metano".

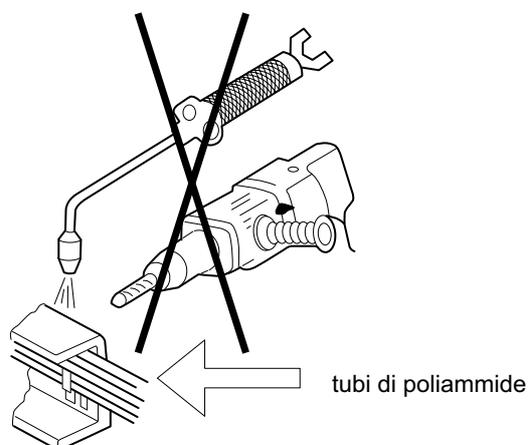
I telai dei veicoli industriali MAN vengono prodotti in acciai a grana fine altamente resistenti. L'acciaio da costruzione a grana fine utilizzato è molto adatto alla saldatura. Le procedure di saldatura MAG (saldatura ad arco con elettrodo metallico sotto gas attivo) ed E (saldatura manuale ad arco), eseguite da personale qualificato, garantiscono collegamenti saldati durevoli e di elevata qualità.

Materiali d'apporto consigliati:

MAG	filo di apporto SG3
E	elettrodo B10

Un'accurata preparazione della zona di saldatura è fondamentale per la realizzazione di un collegamento saldato di alta qualità. Le parti sensibili al calore devono essere protette oppure smontate. I punti di collegamento della parte da saldare sul veicolo ed il morsetto di massa della saldatrice devono essere puliti e garantire la conducibilità elettrica. Eliminare quindi ogni traccia di vernice, corrosione, olio, grasso, sporcizia, ecc. prima di procedere alle operazioni di saldatura che vanno eseguite sempre con corrente continua. Accertarsi dell'esatta polarità degli elettrodi.

Figura 18: protezione delle parti sensibili al calore ESC-156



I cablaggi e le tubazioni (impianto elettrico, pneumatico) vicini alla zona di saldatura devono essere protetti dal calore o, meglio ancora, smontati.

Non si devono effettuare operazioni di saldatura se la temperatura ambiente è inferiore a 5° C.

Le operazioni di saldatura devono essere eseguite senza solchi marginali (vedi saldature d'angolo in fig. 19). Non sono ammesse cricche nei giunti di saldatura. I giunti di saldatura sui longheroni devono essere realizzati con più passate sotto forma di cordoni a V o X (vedi fig. 20). Le saldature verticali vanno sempre eseguite dal basso verso l'alto (vedi fig. 21).

Figura 19: solco marginale ESC-150

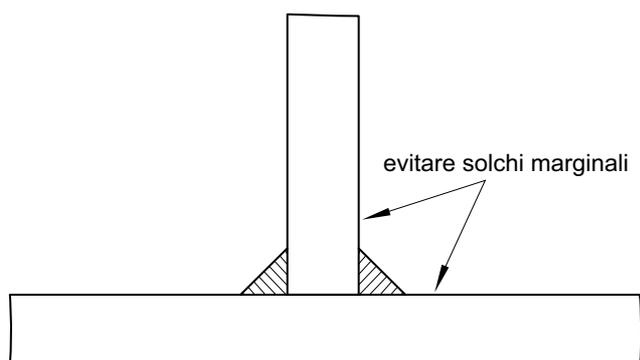


Figura 20: esecuzione dei cordoni di saldatura a X o a Y ESC-003

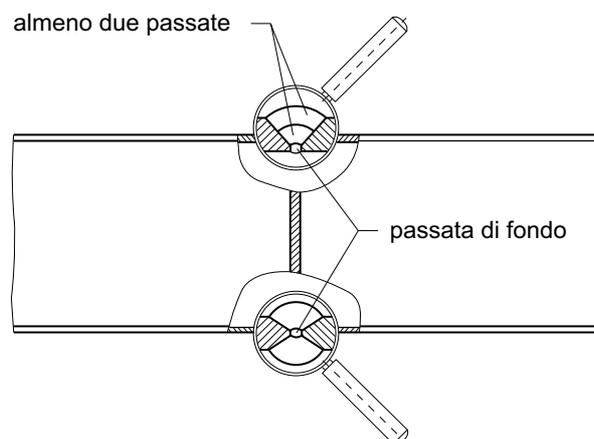
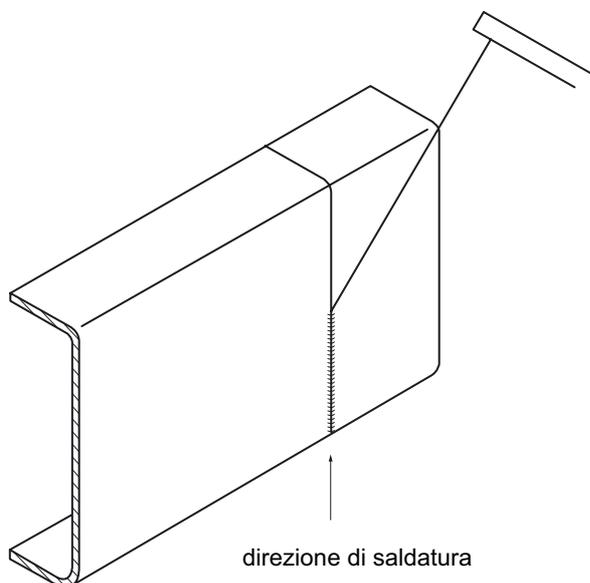


Figura 21: saldatura verticale sul telaio ESC-090



Per evitare danni ai dispositivi elettronici (p.es. alternatore, radio, ABS, EDC, ECAS), procedere come segue:

- staccare il cavo positivo ed il cavo negativo delle batterie, collegare le estremità dei cavi (rispettivamente – con +);
- inserire l'interruttore generale del circuito elettrico (interruttore meccanico) o cavalottare l'interruttore generale elettrico in corrispondenza del magnete (staccare i cavi e collegarli l'uno con l'altro);
- fissare la pinza di massa della saldatrice direttamente in corrispondenza del punto da saldare assicurandosi della buona conduttività;
- in caso di collegamento di due parti tramite saldature, le parti devono essere collegate in modo tale da presentare buone proprietà conduttrici (p.es. collegare le due parti con pinza di massa);
- i dispositivi elettronici non devono essere staccati se le condizioni sopra descritte vengono rispettate.

4.5.4 Modifiche dello sbalzo del telaio

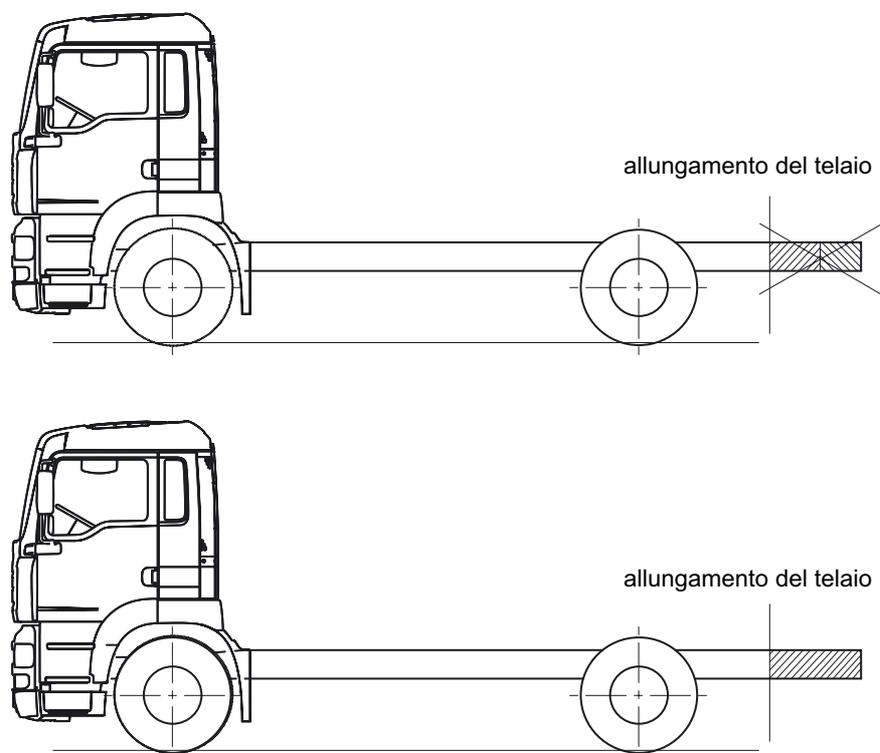
A seguito di una variazione della lunghezza dello sbalzo posteriore, si sposta il baricentro del carico utile e dell'allestimento e di conseguenza i carichi gravanti sugli assi. Quindi, prima di modificare lo sbalzo del telaio, si deve assolutamente verificare se i carichi rientrano nei limiti ammessi. Il controllo va effettuato con il calcolo dei carichi sugli assi. Un esempio è riportato nel capitolo 9 „Calcoli“.

In caso di allungamento dello sbalzo del telaio, il materiale del profilato da saldare deve presentare una qualità equivalente a quella del longherone originale (vedi tabella 21 e tabella 22). Viene richiesta comunque almeno la qualità S355J2G3 = St 52-3 (tabella 20).

Non è ammesso un allungamento realizzato con più spezzoni di profilato. Se era già stato eseguito un allungamento, il longherone del telaio deve essere tagliato in corrispondenza della sua lunghezza originale e poi allungato con un profilato della lunghezza necessaria per ottenere lo sbalzo desiderato (vedi fig. 22).

Per gli allungamenti del telaio, MAN dispone di fasci cavi appositamente predisposti che possono essere ordinati presso il Servizio Ricambi. Sono ammessi solo i fasci cavi con collegamenti “Seal”. Si devono osservare le avvertenze sulla messa in posa di cavi riportate nel capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi“.

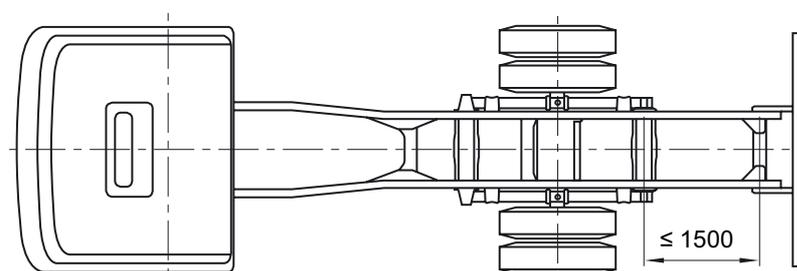
Figura 22: allungamento dello sbalzo del telaio ESC-093



Se è necessario eseguire un allungamento su veicoli con sbalzo corto, la traversa di collegamento dei supporti posteriori delle sospensioni non deve essere rimossa.

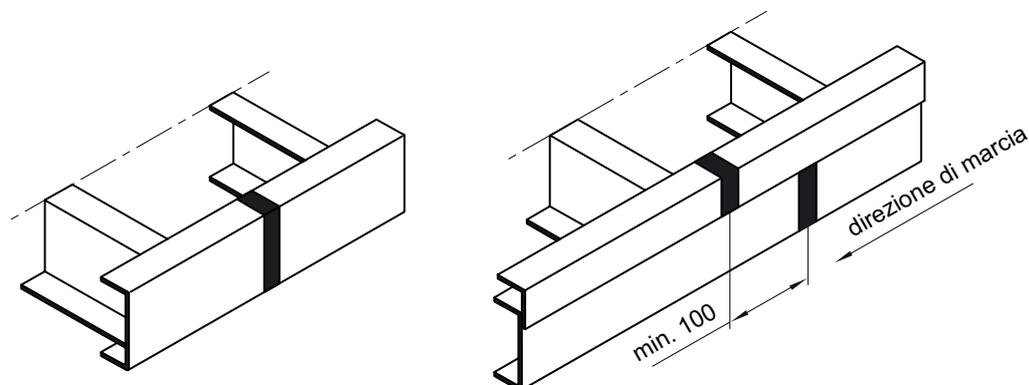
Si dovrà comunque aggiungere una traversa supplementare se la distanza delle traverse è maggiore di 1500 mm (vedi fig. 23). E' ammessa una tolleranza di +100 mm. Non deve mai mancare la traversa finale.

Figura 23: distanza massima delle traverse ESC-092



In caso di prolungamento contemporaneo dello sbalzo del telaio e del controtelaio, i giunti di saldatura / punti di collegamento devono distare almeno 100 mm fra loro, effettuando il giunto di saldatura del controtelaio davanti a quello del telaio principale (vedi fig. 24).

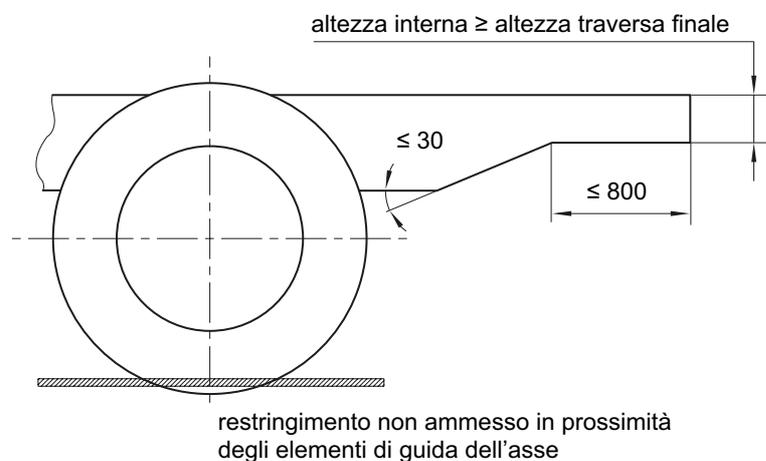
Figura 24: allungamento del telaio e del controtelaio ESC-017



In caso di allungamento dello sbalzo del telaio, il carico trainabile non può essere superiore a quello previsto di serie. In caso di accorciamento dello sbalzo del telaio è invece ammesso il massimo carico tecnico trainabile.

L'estremità posteriore del telaio può essere rastremato conformemente alla fig. 25. La conseguente riduzione della sezione del longherone non deve compromettere la resistenza che deve mantenere valori sufficienti. Non sono ammessi riduzioni di sezione in prossimità degli elementi di guida degli assi.

Figura 25: restringimento all'estremità del telaio ESC-108



Le estremità posteriori dei longheroni del telaio e dell'allestimento devono essere chiuse. A tale scopo si possono utilizzare p.es. piastre metalliche, cappucci in gomma o appositi materiali sintetici (vedi p.es. § 32 StVZO „Direttiva sulle caratteristiche e sull'applicazione dei componenti esterni del veicolo“, spiegazione n. 21). Ciò non vale per i longheroni dell'allestimento quando essi risultano rientranti oppure protetti dalla rispettiva traversa o da altri elementi adatti.

4.6 Modifiche del passo

Il passo influisce sul carico massimo gravante sugli assi anteriori e posteriori e quindi sia sulla configurazione statica che sulla dinamica di marcia e di frenata del veicolo. E' quindi necessario eseguire un calcolo dei carichi gravanti sugli assi prima di procedere alla modifica del passo. Nel capitolo 9 „Calcoli“ sono riportati esempi di calcolo dei carichi sugli assi.

Le modifiche del passo sono possibili mediante:

- lo spostamento dell'intero gruppo dell'assale posteriore,
- il taglio dei longheroni del telaio e l'aggiunta o l'asportazione di un tratto del telaio.

Nei modelli con sterzo a tiranteria del terzo asse centrale/trainato (p.es. 6x2/4 M44, T08, T38, L84, L86), questa tiranteria va riconfigurata. MAN non può offrire alcun sostegno tecnico, se si vuole realizzare un passo non disponibile nella gamma di fornitura MAN. Nei modelli con impianto sterzo idraulico del terzo asse trainato „ZF Servocom®RAS“ (p.es. 6x2-4 T35 T36 T37), sul terzo asse si devono montare bracci di comando sul fuso a snodo con un angolo di sterzata diversa (vedi tabella 23), a seconda dell'entità della modifica del passo 1° - 2° asse.

Tabella 23: bracci di comando sul fuso a snodo per veicoli 6x2-4 con impianto sterzo „ZF Servocom® RAS“ per il terzo asse trainato

Passo [mm] 1° - 2° asse	Bracci di comando fusocodice MAN	Angolo di sterzata terzo asse trainato
≤ 4.100	81.46705.0366	16,5°
4.100 ≤ 5.000	81.46705.0367	15°
> 5.000 - max. 6.000	81.46705.0368	12°

Se il passo viene modificato mediante taglio dei longheroni, i giunti di saldatura devono essere assicurati con spessori angolari come da fig. 26 e fig. 27. In caso di telai forniti già dotati di spessori, lo spessore applicato a posteriori deve essere saldato di testa con lo spessore montato all'origine, come da disegno, tenendo presente che il giunto saldato degli spessori non deve trovarsi in corrispondenza del giunto saldato del telaio.

Il nuovo passo deve essere compreso tra il passo standard minore e maggiore del corrispondente veicolo di serie (a seconda del numero modello, vedasi capitolo 3 „Generalità „).

Se il nuovo passo corrisponde ad un passo di serie, la disposizione dell'albero di trasmissione e delle traverse deve essere analoga a quella prevista per il passo di serie.

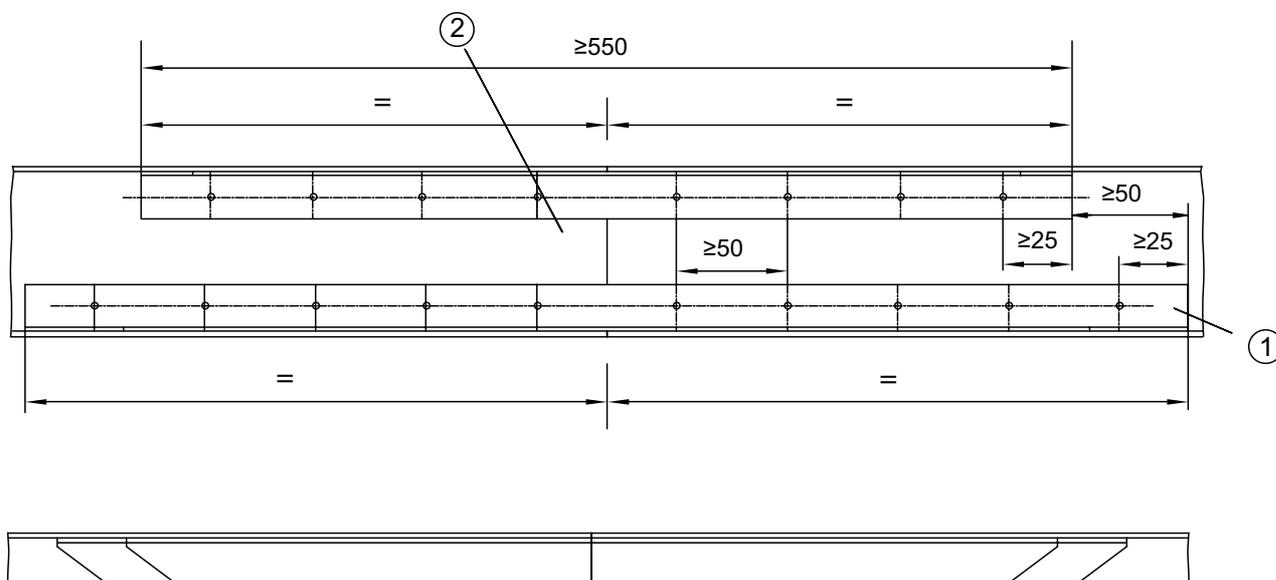
Se il veicolo con passo di serie equivalente è dotato di telaio rinforzato, il telaio del veicolo con passo modificato deve essere altrettanto rinforzato per potere ottenere almeno lo stesso momento di resistenza e di inerzia. Ciò può avvenire adottando un appropriato controtelaio ed assicurando contemporaneamente un appropriato collegamento tra autotelaio e controtelaio, p.es. cedevole alle forze di taglio o rigido alle forze di taglio (vedasi capitolo 5 „Allestimenti“).

Non è ammesso alcun taglio del telaio nella zona

- di massima sollecitazione,
- in cui cambiano i profilati (piegatura del telaio, distanza minima 200mm),
- del sistema di guida e di sospensione dell'asse (p.es. supporti balestra, ancoraggio dei bracci longitudinali), distanza minima 200mm,
- dei spessori del telaio (eccezione vedi sopra),
- della sospensione del cambio (anche ripartitore di coppia nei veicoli a trazione integrale).

Per gli allungamenti del telaio sono disponibili presso la MAN fasci cavo appositamente predisposti che facilitano notevolmente le necessarie modifiche alla posa dei cavi. Per la messa in posa dei cavi vedasi il capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi“.

Figura 26: accorciamento del passo ESC-012



- ① Nelle zone di montaggio degli spessori angolari, utilizzare anche i forgià praticati nel telaio. Distanze delle forature ≥ 50 , Distanze delle orlo ≥ 25
- ② In caso di componenti adiacenti spianare i cordoni di saldatura. Il cordone di saldatura al gruppo di valutazione BS, DIN 8563, parte 3.
- ③ Utilizzare profilati con lati uguali. Larghezza uguale alla larghezza interna del telaio tolleranza -5. Spessore uguale allo spessore del telaio, tolleranza -1. Materiale S355J2G3 (St52-3)

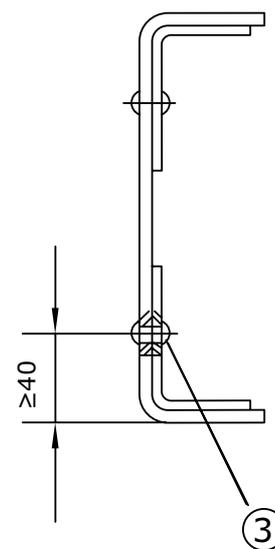
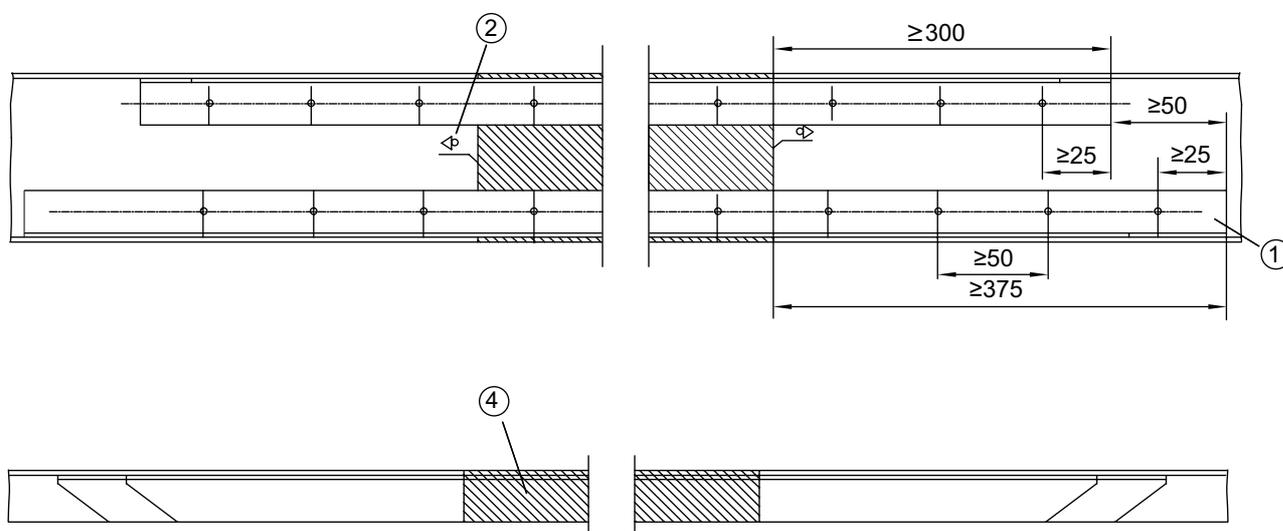
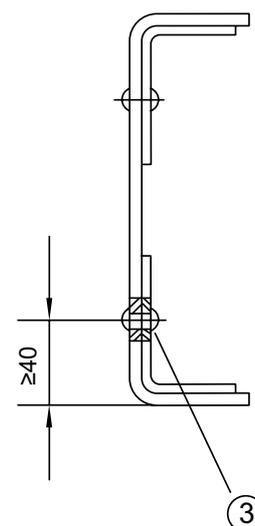


Figura 27: prolungamento del passo ESC-013



- ① Nella zona di montaggio degli spessori angolari, utilizzare anche leforature già presenti nel telaio. Gli spessori angolari devono essere costituiti da un pezzo. Distanze delle forature ≥ 50 , distanze delle orlo ≥ 25
- ② In caso di componenti adiacenti spianare i cordoni di saldatura. Il cordone di saldatura gruppo verso di valutazione BS, DIN 8563, Teil 3.
- ③ Utilizzare profilati con lati uguali. Larghezza uguale alla larghezza internadel telaio tolleranza -5. Profilati laminati non sono ammessi. Spessore uguale allo spessore del telaio, tolleranza -1. Materiale S355J3G3 (St52-3)
- ④ Prolungamento del passo mediante inserimento di un pezzo di allungatore del telaio. Materiale secondo le direttive di realizzazione, tabella da telaio profilo. Rispettare la distanza massima tra le traverse del telaio secondo le direttive di realizzazione!



4.7 Montaggio a posteriori di gruppi

Il produttore del gruppo deve concordare il montaggio con MAN. L'autorizzazione MAN deve essere inoltrata all'officina incaricata dell'esecuzione. L'officina ha l'obbligo di richiedere al produttore del gruppo l'autorizzazione concordata con MAN. Se l'autorizzazione non è stata rilasciata, è il produttore del gruppo, e non l'officina incaricata, a doversene occupare.

MAN non si assume in nessun caso né la responsabilità della progettazione, né la responsabilità delle conseguenze derivanti da montaggi successivi non autorizzati. Si devono osservare le disposizioni fornite nelle presenti direttive di allestimento e nelle autorizzazioni rilasciate. Solamente in questo caso MAN risponde per la garanzia del proprio prodotto. L'allestitore è responsabile della propria fornitura, dell'esecuzione dei lavori e delle eventuali conseguenze. Nell'ambito del suo dovere di vigilanza, egli deve rispondere anche se il lavoro viene eseguito su suo incarico, da terzi.

Per il rilascio dell'autorizzazione devono essere presentati documenti contenenti tutti i dati tecnici necessari. Tra i documenti da esaminare sono compresi anche le autorizzazioni, i protocolli di collaudo e documenti simili, rilasciati dalle autorità e da altre istituzioni.

Le autorizzazioni, le perizie ed i nullaosta rilasciati da terzi (p.es. TÜV, DEKRA, uffici pubblici, enti di collaudo) non comportano automaticamente l'autorizzazione da parte della MAN. MAN può infatti negare autorizzazioni sebbene altri enti abbiano già rilasciato il loro nullaosta.

Salvo accordi particolari, l'autorizzazione si riferisce unicamente al montaggio del gruppo in questione. Il rilascio di un'autorizzazione non significa che MAN controlla l'intero sistema in relazione alla resistenza, al comportamento su strada ecc. e che risponde per la relativa garanzia. La responsabilità è della ditta che effettua il lavoro di montaggio, perché il prodotto finale non è paragonabile a nessun veicolo di serie MAN.

In seguito al montaggio a posteriori di gruppi, i dati tecnici del veicolo possono variare. Il produttore del gruppo e/o la ditta incaricata al montaggio è responsabile della determinazione e dell'inoltro dei nuovi dati, p.es. dati per il dimensionamento del controtelaio, per il montaggio di sponde di carico e di gru.

Si devono mettere a disposizione istruzioni d'uso e manuali di manutenzione. Noi consigliamo di adeguare gli intervalli di manutenzione dei gruppi a quelli del veicolo.

4.8 Montaggio a posteriori di terzi assi centrali e trainati

Il montaggio di assi aggiuntivi, lo spostamento di assi anteriori sterzanti e lo smontaggio di assi non è permesso. Questo tipo di trasformazioni viene eseguito dalla MAN Nutzfahrzeuge AG assieme ai propri fornitori.

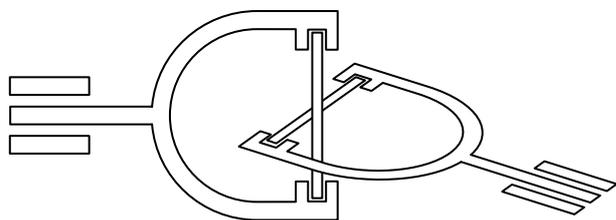
4.9 Alberi di trasmissione

Gli alberi di trasmissione che per la loro posizione di montaggio possono venire a contatto con le persone, devono essere rivestiti o coperti.

4.9.1 Il giunto semplice

Se si fa ruotare uniformemente un giunto cardanico semplice, a crociera od a sfera in posizione deflessa, sul lato di uscita si manifesta un andamento irregolare del movimento (vedasi fig. 28). Questa irregolarità, definita spesso come errore cardanico, causa delle oscillazioni sinusoidali del numero di giri sul lato uscita. L'albero condotto assume nei confronti dell'albero conduttore un moto accelerato e ritardato. In funzione di queste accelerazioni e decelerazioni oscilla anche la coppia in uscita dell'albero di trasmissione, sebbene la coppia e la potenza d'entrata siano costanti.

Figura 28: albero di trasmissione con giunto semplice ESC-074



A causa di queste accelerazioni e decelerazioni, che si manifestano due volte ad ogni giro, questo tipo di albero di trasmissione nonché questa sua disposizione non possono essere ammessi per il montaggio di una presa di forza. L'albero di trasmissione con giunto semplice è pensabile solo se viene comprovato che in base

- al momento di inerzia delle masse,
- al numero di giri e
- all'angolo di lavoro

le oscillazioni ed i carichi sono di secondaria importanza.

4.9.2 Albero di trasmissione con due giunti

L'irregolarità di un giunto semplice può essere compensata unendo due giunti semplici con un albero intermedio. Per la regolare ed uniforme trasmissione del movimento devono essere tuttavia soddisfatte le seguenti condizioni:

- stessi angoli di lavoro ai due giunti, vale a dire $\beta_1 = \beta_2$
- le due forcelle interne dei giunti devono trovarsi sullo stesso piano
- anche l'albero conduttore e l'albero condotto devono trovarsi sullo stesso piano, vedasi figg. 29 e 30.

Per potere compensare l'irregolarità della trasmissione cardanica, è necessario che le tre condizioni indicate vengano sempre soddisfatte contemporaneamente. Dette condizioni si presentano nelle cosiddette disposizioni a Z oppure a W (vedasi figg. 29 e 30). Il piano comune su cui giacciono i tre assi, che si ottiene con la disposizione a Z oppure a W, può essere ruotato a piacere attorno all'asse longitudinale dell'albero intermedio.

Un'eccezione è data dalla disposizione tridimensionale dell'albero di trasmissione, vedasi fig. 31.

Figura 29: disposizione a W dell'albero di trasmissione ESC-075

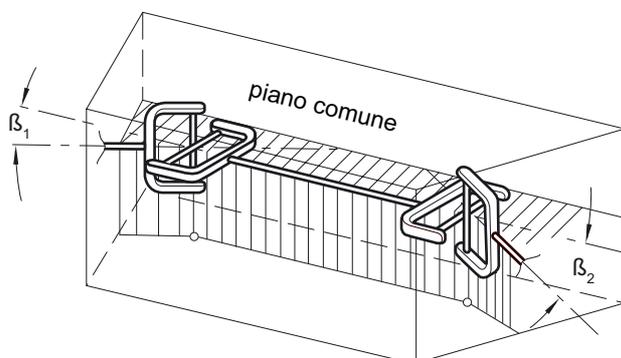
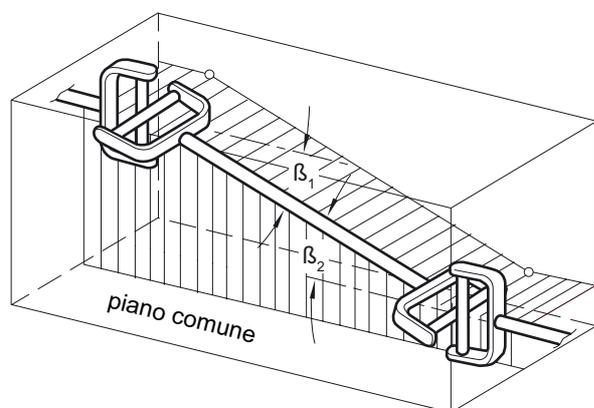


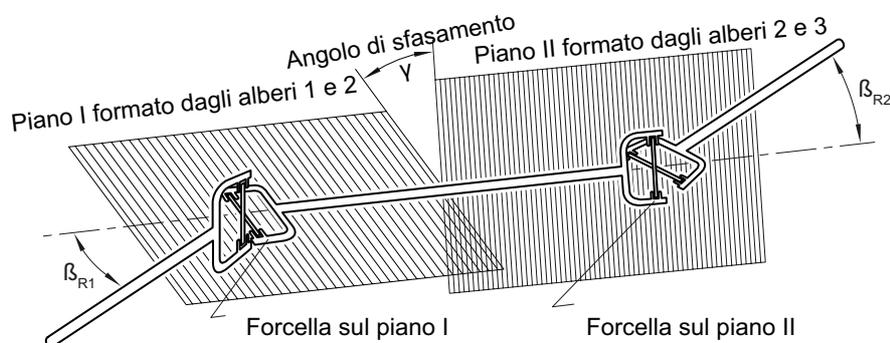
Figura 30: disposizione a Z dell'albero di trasmissione ESC-076



4.9.3 Disposizione tridimensionale dell'albero di trasmissione

Si ha una disposizione tridimensionale dell'albero di trasmissione quando l'albero conduttore e l'albero condotto non si trovano su uno stesso piano. Gli assi dell'albero conduttore e dell'albero condotto si intersecano in modo sfalsato nello spazio. Non esiste un piano comune e pertanto è necessario sfalsare le forcelle interne dell'angolo „ γ “ (vedasi fig. 31) per potere compensare le oscillazioni del regime.

Figura 31: disposizione dell'albero di trasmissione nello spazio ESC-077



Un'altra condizione è che l'angolo β_{R1} risultante nello spazio in corrispondenza dell'albero conduttore abbia esattamente la stessa dimensione dell'angolo β_{R2} nello spazio in corrispondenza dell'albero condotto.

Quindi:

$$\beta_{R1} = \beta_{R2}$$

dove:

$$\begin{aligned} \beta_{R1} &= \text{angolo risultante nello spazio dell'albero 1} \\ \beta_{R2} &= \text{angolo risultante nello spazio dell'albero 2} \end{aligned}$$

L'angolo di lavoro β_r risultante nello spazio si ottiene dall'inclinazione verticale ed orizzontale degli alberi e viene calcolato come segue.

Formula 10: angolo di lavoro risultante nello spazio

$$\tan^2 \beta_R = \tan^2 \beta_v + \tan^2 \beta_h$$

Il necessario angolo di sfalsamento γ risulta dagli angoli d'inclinazione verticale ed orizzontale dei due snodi:

Formula 11: angolo di sfalsamento γ

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan \beta_{h1}}{\tan \beta_{v1}} ; \quad \tan \gamma_2 = \frac{\tan \beta_{h2}}{\tan \beta_{v2}} ; \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

dove:

β_R	=	angolo di lavoro risultante nello spazio
β_v	=	angolo di lavoro verticale
β_h	=	angolo di lavoro orizzontale
γ	=	angolo di sfalsamento.

Nota:

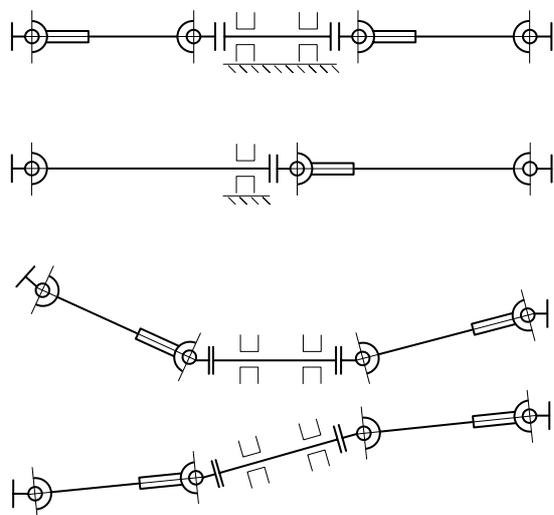
Poiché in caso di inclinazione tridimensionale dell'albero di trasmissione dotato di due giunti viene richiesto solamente che gli angoli di lavoro risultanti nello spazio siano uguali, esiste teoricamente la possibilità di realizzare un numero infinito di disposizioni degli alberi dalla combinazione degli angoli di lavoro verticali ed orizzontali.

Per la determinazione dell'angolo di sfalsamento per la disposizione tridimensionale dell'albero di trasmissione, consigliamo di consultare i costruttori.

4.9.3.1 Linea dell'albero di trasmissione

Se ragioni costruttive richiedono un albero di trasmissione molto lungo, si potrà realizzare una linea di trasmissione cardanica costituita da due o più alberi. La figura 32 illustra diverse forme di base di linee di trasmissione cardanica, nelle quali la posizione dei giunti relativi agli elementi di trascinamento è stata determinata arbitrariamente. Gli elementi di trascinamento ed i giunti devono essere sistemati secondo criteri della cinematica. In sede di progettazione dovrà essere interpellato il produttore dell'albero di trasmissione.

Figura 32: linea dell'albero di trasmissione ESC-078

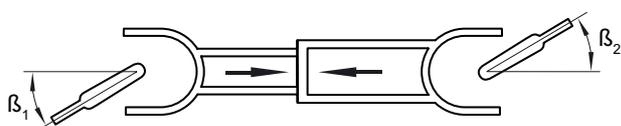


4.9.3.2 Forze agenti nel sistema dell'albero di trasmissione

Gli angoli di lavoro presenti nelle linee di trasmissione cardaniche comportano inevitabilmente ulteriori forze e momenti. Se un albero di trasmissione telescopico subisce una variazione di lunghezza durante la trasmissione del momento, si manifestano ulteriori forze aggiuntive.

L'operazione di scomposizione dell'albero di trasmissione, sfalsamento delle due metà dell'albero di trasmissione e successiva ricomposizione non compensa l'irregolarità del movimento, ma tende ad aumentarla. Simili tentativi possono causare danni agli alberi, ai cuscinetti, ai giunti, al profilo dell'albero scanalato ed ai gruppi. E' indispensabile rispettare i segni di riferimento riportati sull'albero di trasmissione che consentono di assemblare correttamente la trasmissione (vedasi fig. 33).

Figura 33: segni di riferimento riportati sull'albero di trasmissione ESC-079



I contrappesi di equilibratura presenti non devono essere tolti ed i componenti dell'albero di trasmissione non devono essere scambiati tra loro, poiché altrimenti si annulla l'equilibratura. In caso di perdita di un contrappeso o di sostituzione di singole parti dell'albero di trasmissione, l'albero deve essere nuovamente equilibrato.

Nonostante una progettazione molto accurata del sistema di trasmissione cardanica, possono verificarsi delle oscillazioni e vibrazioni che possono causare danni, se non ne viene eliminata la causa. È indispensabile porre rimedio adottando misure come p.es. il montaggio di smorzatori, l'utilizzo di giunti omocineticici oppure la modifica dell'intero sistema dell'albero di trasmissione e dei rapporti di massa.

4.9.4 Modifica della disposizione dell'albero di trasmissione nella catena cinematica degli autotelai MAN

L'allestitore apporta modifiche al sistema dell'albero di trasmissione generalmente in caso di:

- modifiche del passo
- installazione di rallentatori.

Allo scopo va osservato quanto segue:

- L'angolo di lavoro massimo di ogni albero cardanico della catena cinematica non deve superare mai a veicolo carico 7° di inclinazione orizzontale e verticale.
- Se l'albero di trasmissione deve essere allungato, il trasformatore dello stesso deve verificare l'intero sistema della trasmissione cardanica.
- Prima di procedere al montaggio, ogni albero cardanico deve essere equilibrato.
- Qualsiasi modifica al sistema di costruzione di trasmissione della gamma L2000 4x2 (per la definizione vedasi capitolo „Generalità“) può essere eseguita solamente dalla Società Eugen Klein KG o da imprese dalla stessa incaricate.
- In caso di montaggio di rallentatori, il costruttore dello stesso deve avere autorizzazione scritta rilasciata dalla MAN. L'officina incaricata all'installazione del rallentatore deve attenersi alle indicazioni contenute nella dichiarazione di autorizzazione.

4.10 Lubrificazione centralizzata

Gli autotelai possono essere equipaggiati in origine con impianti di lubrificazione centralizzata della Società BEKA-MAX. E' possibile collegarvi i parti dell'allestimento (p.es. ralla, gru di carico, sponda di carico), utilizzando esclusivamente elementi pompa, distributori progressivi e valvole di dosaggio con codice MAN o della BEKA-MAX.

La quantità necessaria di lubrificante viene determinata dall'allestitore in base

- al numero delle corse della pompa
- alla portata per corsa e
- all'intervallo tra le corse

e non deve comunque essere mai inferiore alla quantità necessaria e impostata in origine per il fabbisogno dell'autotelaio. Osservare le istruzioni di BEKA-MAX che possono essere ordinate tramite il Servizio Ricambi MAN (codice di ordinazione in lingua tedesca 81.99598.8360) o direttamente presso BEKA-MAX.

4.11 Modifiche alla cabina di guida

4.11.1 Generalità

Le modifiche alla cabina di guida devono sempre essere approvate dal reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"). La massima priorità viene data alla sicurezza: le modifiche apportate non devono compromettere in nessun caso la sicurezza delle persone a bordo. Il comfort di marcia non deve essere ridotto.

Non deve essere ostacolato il ribaltamento delle cabine. Si dovrà pertanto tenere conto del raggio d'ingombro descritto dal profilo esterno della cabina durante il ribaltamento. I raggi di ribaltamento sono indicati nei disegni del telaio, reperibili tramite il nostro sistema online MANTED® (www.manted.de) o per fax da trasmettere al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

4.11.2 Prolungamento delle cabine di guida

Per le cabine di guida corte e compatte la MAN può fornire una cabina parziale, a scelta con o senza parabrezza.

In questo caso la fornitura della cabina comprende i seguenti componenti:

- gruppo pavimento
- parete anteriore con parabrezza
- fiancate con portiere
- montanti posteriori d'angolo
- parte inferiore della parete posteriore con sistema di bloccaggio della cabina di guida
- plancia portastrumenti, vani portaoggetti nella sezione inferiore, sedili con cinture di sicurezza
- supporto della cabina di guida e dispositivo di ribaltamento della cabina di guida di serie.

A richiesta la MAN fornisce inoltre il seguente equipaggiamento:

- serbatoio carburante per cabina doppia
- fissaggio provvisorio batterie per il trasferimento, inclusa la prolunga del cavo delle batterie
- pacchetto accessori per cabina doppia (con serrature uguali a quelle della cabina parziale nonché maniglie ed alzacristalli con parti MAN)

L'allestitore dovrà

- riconfigurare il supporto della cabina di guida;
- rinforzare i longheroni della cabina di serie;
- spostare il serbatoio di compensazione dell'acqua di raffreddamento. Il livello del liquido di raffreddamento deve trovarsi oltre il filo superiore del motore ed i passeggeri non devono essere esposti ad alcun pericolo derivante dal liquido di raffreddamento bollente;
- spostare l'asta di controllo livello olio (attenzione al livello di riempimento) ed il bocchettone di riempimento olio in funzione della modifica eseguita sulla cabina di guida;
- assicurare una sufficiente possibilità di ribaltamento. Si deve potere ribaltare la cabina di guida mediante un dispositivo idraulico. Viene consigliato un angolo di ribaltamento minimo di 30°. Le cabine ribaltate devono essere assicurate adeguatamente;
- fornire un manuale d'uso;
- tenere in considerazione i nuovi baricentri e le variazioni delle lunghezze ai fini dell'allestimento;
- rilevare i nuovi dati tecnici dell'intero veicolo;
- prestare garanzia per la sua parte di fornitura e per le relative possibili conseguenze.

MAN ha sviluppato appositi autotelai scudati per realizzare il collegamento rigido tra cabine di guida ed allestimento. Questi autotelai hanno la denominazione FOC, p.es. 8.163 FOC. Per gli autotelai FOC la NEOMAN ha stabilito apposite direttive di allestimento (www.neoman.de) che possono essere richieste al reparto tecnico BVT della MAN.

4.11.3 Spoiler, pacchetto aerodinamico

E' possibile montare a posteriori uno spoiler sul tetto o un pacchetto aerodinamico. I veicoli possono essere ordinati all'origine dotati di questi elementi, i quali sono disponibili anche presso il Servizio Ricambi MAN per il montaggio successivo. Sul tetto della cabina di guida possono essere utilizzati solamente i punti di fissaggio previsti per questo scopo ed il gocciolatoio. Assicurarsi che le lunghezze di bloccaggio (gocciolatoio) siano sufficienti. Non è ammesso praticare ulteriori fori nel tetto della cabina di guida.

4.11.4 Cabine di guida con vano cuccetta sul tetto e cabine a tetto alto

4.11.4.1 Principi per il montaggio del vano cuccetta sul tetto

Il montaggio del vano cuccetta sul tetto (Topsleeper) e del tetto alto è possibile soddisfacendo i seguenti presupposti:

- Si deve richiedere alla MAN l'autorizzazione per il montaggio. Questo compito spetta al costruttore del vano cuccetta da montare sul tetto e non all'officine che esegue il lavoro. Valgono le indicazioni riportate nel capitolo 4.7 „Montaggio a posteriori di gruppi“ del presente capitolo.
- Il costruttore del vano cuccetta è responsabile del rispetto delle prescrizioni (in particolare norme di sicurezza, p.es. direttive delle associazioni di categoria), normative e leggi.
- Deve essere montato un sistema di bloccaggio in grado di impedire il ritorno accidentale della cabina ribaltata in posizione di marcia.
- Se le operazioni di ribaltamento differiscono da quelle eseguite sulla cabina di serie MAN, occorre redigere delle apposite istruzioni d'uso dettagliate e facilmente comprensibili.
- Per la cabina modificata si devono rispettare, e comprovare, le quote per il baricentro della cabina di guida, vedasi fig. 34.
- Il veicolo deve essere dotato del supporto cabina idoneo per il montaggio del vano cuccetta sul tetto come da tabella 24; in caso contrario lo stesso deve essere montato a posteriori. Si devono rispettare le indicazioni e i pesi massimi riportati nella tabella 24.

Figura 34: baricentro della cabina con vano cuccetta sul tetto ESC-110

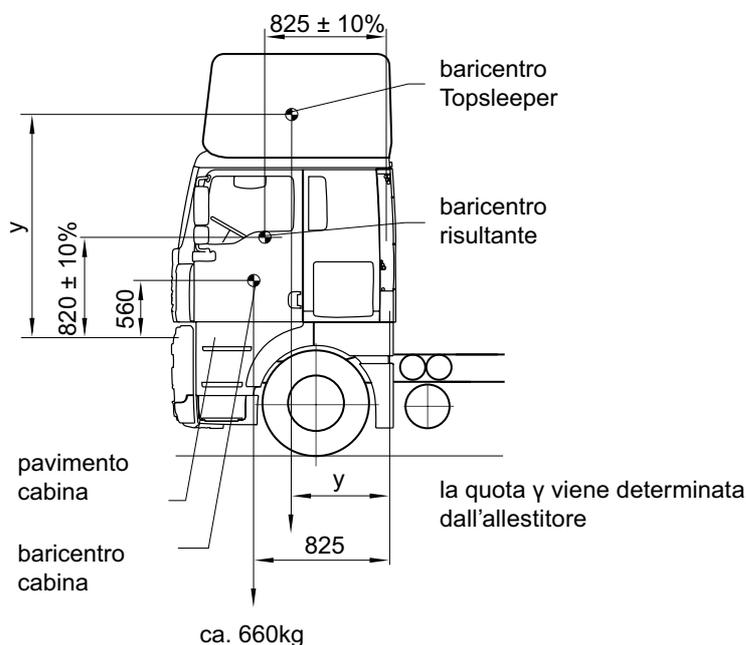


Tabella 24: supporto della cabina per il montaggio del vano cuccetta sul tetto, pesi massimi delle cabine complete

Gamma	Codice modello	Cabina di guida	Dotazione occorrente	Peso massimocompresa la dotazione intera
L2000	L20 - L36	compatta (K) corta	supporto cabina per il montaggio Topsleeper	120kg
		media (M); doppia (D)	non possibile	
M2000L	L70 - L95	compatta (K) corta	supporto cabina per montaggio Topsleeper	120kg
		media (M); doppia (D)	non possibile	
M2000M	M31 - M44	(N) corta	supporto cabina per montaggio Topsleeper	130kg
		(F) lunga	supporto cabina con sosp. pneum. p. montaggio Topsleeper	200kg
F2000	T01 - T78	(N) corta	supporto cabina per montaggio Topsleeper	130kg
		grandi viaggi (G) lunga	supporto cabina con sosp. pneum. p. montaggio Topsleeper	200kg

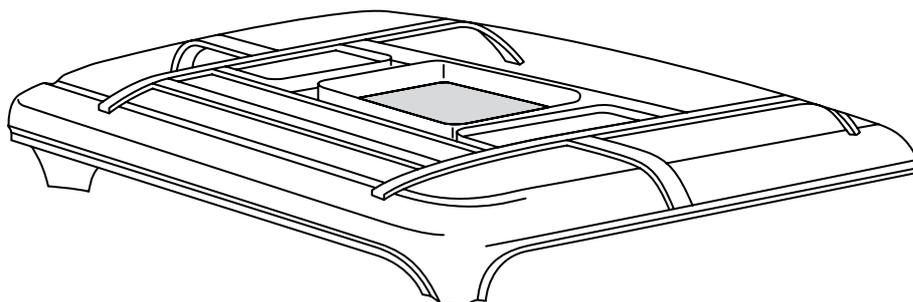
E' possibile effettuare la trasformazione a posteriori per il montaggio del vano cuccetta sul tetto. Si possono acquistare le parti del supporto cabina e del dispositivo di ribaltamento necessarie a tale scopo presso il Servizio Ricambi MAN.

4.11.4.2 Aperture nel tetto

Le seguenti istruzioni per le aperture di passaggio praticate nel tetto valgono analogamente anche per tutte le altre aperture nel tetto, come p.es. per il montaggio di tettucci in vetro e di tettucci apribili.

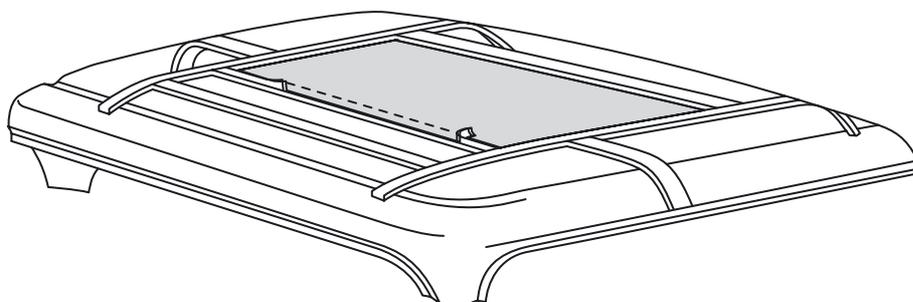
Per il montaggio del vano cuccetta sul tetto, si può utilizzare l'apertura presente nel tetto della cabina realizzata come apertura di passaggio, vedasi fig. 35. L'ossatura del tetto e l'apertura praticata nella lamiera del tetto, entrambe di serie, non devono essere modificate.

Figura 35: apertura di passaggio normale ESC-146



L'apertura di passaggio nel tetto può essere ampliata a condizione che vengano rispettate le indicazioni illustrate nella figura 36. Se si devono togliere delle centine trasversali o longitudinali del tetto senza poi sostituirle, l'intelaiatura rimanente del tetto deve essere rinforzata con appositi elementi (p.es. come nel tetto alto originale MAN) al fine di realizzare un collegamento stabile fra il tetto, la parete anteriore, le fiancate e la parete posteriore.

Figura 36: apertura di passaggio ingrandita ESC-145



4.12 Sistema di guida degli assi, sospensioni, sterzo

4.12.1 Generalità

Non sono ammessi interventi sui componenti del sistema di guida degli assi e dello sterzo, come ad esempio ai bracci oscillanti, alla leva sul fuso a snodo, alle sospensioni come pure ai loro supporti e fissaggi al telaio.

Non si devono modificare od eliminare componenti della sospensione o foglie delle balestre.

Le balestre vanno sostituite solamente in coppia (dx e sx) e come ricambio completo. Il codice ricambio della balestra deve essere indicato sulla targhetta ALB (correttore di frenata); in caso contrario occorre una nuova targhetta ALB con corrispondente taratura ALB.

4.12.2 Stabilità , inclinazione laterale

Gli stabilizzatori di serie non devono essere tolti e modificati.

Per baricentri alti possono essere necessari ulteriori misure per migliorare la stabilità.

Il baricentro si può considerare alto quando il baricentro risultante dal carico utile e dall'allestimento supera di 1000 mm il filo superiore del telaio per L2000, e 1200 mm per tutti gli altri veicoli.

A seconda della gamma e della versione, la MAN può fornire ulteriori elementi che aiutano ad aumentare la stabilità, tra cui:

- ammortizzatori rinforzati
- sospensioni con maggiore rigidità;
- stabilizzatori aggiuntivi e rinforzati.

Non è possibile stabilire con precisione il limite in altezza del baricentro di carico oltre al quale si rende necessario intervenire per aumentare la stabilità del veicolo, in quanto l'utilizzo reale del veicolo comporta:

- continui cambiamenti di direzione;
- lunghi cambiamenti di direzione determinano persistente inclinazione laterale del veicolo;
- oscillazioni di rollio che si creano dall'entrata in curva e che continuano durante la marcia in curva;
- le irregolarità e le variazioni dell'inclinazione del piano stradale producono ulteriori oscillazioni di rollio;
- le correzioni di direzione in curva provocano picchi di accelerazione laterale che producono sempre oscillazioni di rollio.

Anche i parametri di sterzo, che sono responsabili delle reazioni del veicolo ai fattori esterni, hanno ripercussioni molteplici sulla stabilità del veicolo contro il ribaltamento.

I fattori più importanti sono:

- gli andamenti compositi delle curve caratteristiche delle sospensioni che discostano dalla caratteristica lineare delle stesse, comprese le loro limitazioni;
- il tipo e l'intensità degli smorzamenti riguardo alla riduzione delle oscillazioni di rollio;
- le caratteristiche di cedimento orizzontale e verticale,
- la caratteristica torsione del telaio e dell'allestimento,
- la ripartizione della stabilizzazione del veicolo sui singoli assi.

Un calcolo della stabilità del veicolo al ribaltamento sarebbe teoricamente possibile se fossero noti:

- tutti i suddetti parametri del veicolo
- la condizione di carico
- la traiettoria della curva da percorrere
- tutte le reazioni dell'autista
- tutte le asperità della suolo stradale
- tutte le variazioni dell'inclinazione della strada
- le variazioni della velocità.

Tutti i tentativi di un calcolo semplificato non sono affidabili e portano a risultati inutilizzabili.

La MAN non può fornire alcuna garanzia per una determinata e possibile velocità di ribaltamento in curva.

4.13 Componenti montati sul telaio

4.13.1 Barra paraincastro posteriore

Gli autotelai possono essere forniti dallo stabilimento già dotati di barra paraincastro posteriore. E' comunque anche possibile ordinare l'autotelaio senza tale dispositivo; in tal caso l'autotelaio verrà dotato di un „supporto a perdere per fanali“ per consentire il trasferimento alla sede dell'allestitore, il quale dovrà poi provvedere a montare una barra paraincastro a norma.

Le barre paraincastro della MAN sono omologate in conformità alla direttiva 70/221/CEE e alla norma ECE-R 58, come risulta

- dal codice modello e
- dal marchio modello della barra paraincastro.

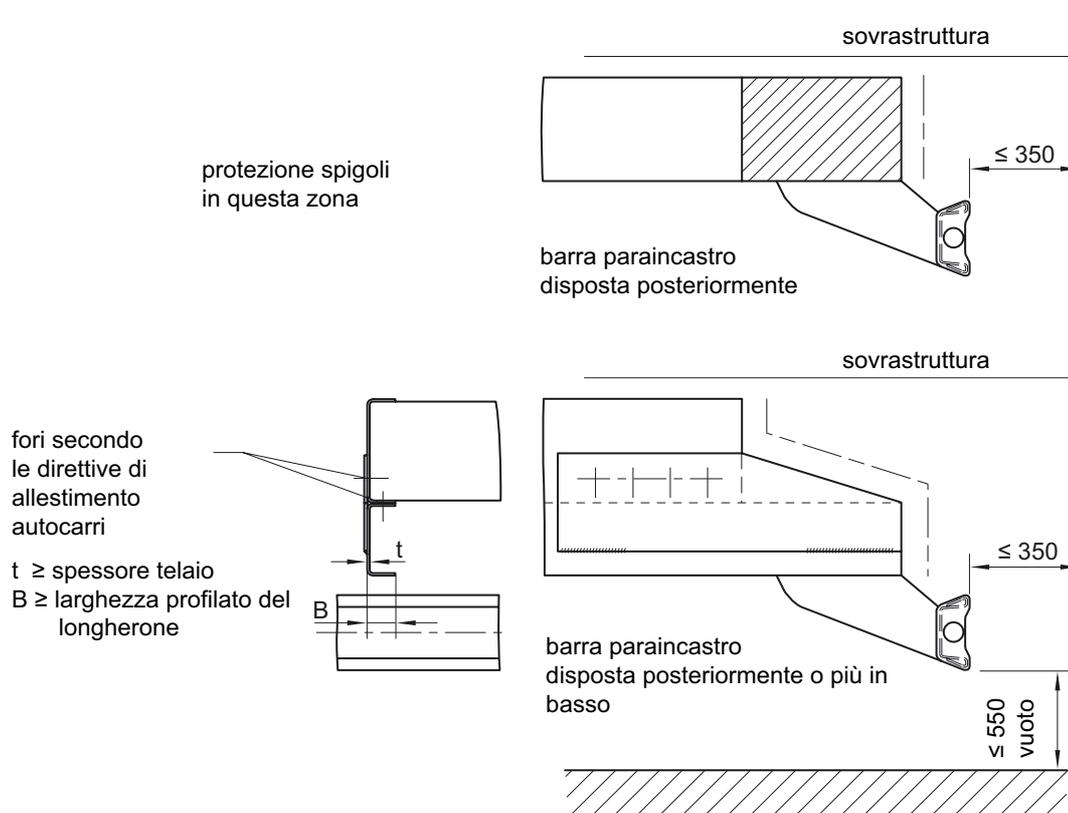
Il codice ed il marchio modello sono riportati su un'etichetta adesiva applicata sulla barra paraincastro.

Ai sensi delle norme CE/ECE, la barra paraincastro MAN ottempera alle seguenti prescrizioni dimensionali (vedasi fig. 37):

- la distanza orizzontale del filo posteriore della barra paraincastro dal filo posteriore del veicolo (limite posteriore più esterno) non deve superare 350 mm. Questo valore tiene conto della deformazione elastica che si verifica sotto il carico di prova (la direttiva 70/221/CEE permette 400 mm in stato deformato),
- la distanza del filo inferiore della barra paraincastro al filo stradale non deve superare 550 mm a veicolo scarico,
- in base ad una specifica autorizzazione di deroga, i veicoli che vengono trasferiti agli allestitori o all'estero sono esonerati dall'obbligo di dotazione con una barra paraincastro.

L'allestitore deve garantire il rispetto delle norme, poiché le misure dipendono dalla sovrastruttura.

Figura 37: disposizione della barra paraincastro ESC-056



4.13.2 Barra paraincastro laterale (SSV)

Tutti gli autocarri, le motrici ed i loro rimorchi con PTT superiore a 3,5 t e una velocità massima potenziale maggiore di 25 km/h devono essere dotati di una barra paraincastro laterale (SSV) (ciò vale anche per i veicoli che sono equiparati ad autocarri e motrici in base al tipo di costruzione del loro autotelaio).

Nel segmento autocarri sono esclusi:

- i veicoli non ancora completati (autotelai per il trasferimento)
- trattori per semirimorchi (non semirimorchi)
- veicoli destinati a compiti speciali, se la barra paraincastro non è compatibile con l'utilizzo del veicolo.

Per veicoli destinati a compiti speciali si intendono in questo contesto soprattutto i veicoli con allestimento ribaltabile lateralmente. Questo vale solo se sono ribaltabili lateralmente e se presentano una lunghezza interna utile dell'allestimento ≤ 7.500 mm. La tabella 25 indica i ribaltabili che necessitano di una barra paraincastro laterale.

Tabella 25: obbligo della barra paraincastro laterale per ribaltabili

Lunghezza del cassone ribaltabile	≤ 7.500	> 7.500
Cassone ribaltabile posteriore	si	si
Cassone ribaltabile scarrabile/scarrabile a rullo	si	si
Cassone ribaltabile su due lati	no	si
Cassone ribaltabile su tre lati	no	si

Né i veicoli per il trasporto combinato né i veicoli per impieghi fuoristrada sono esonerati per principio dall'obbligo di essere dotati della barra paraincastro laterale.

Per gli autotelai su cui l'allestitore monta la barra paraincastro laterale, la MAN fornisce profilati ed i relativi supporti, come anche componenti di montaggio in diverse versioni. Questi elementi possono essere ordinati presso il Servizio Ricambi MAN. Al fine di facilitare la progettazione, sono state fissate, in base ad una perizia campione, quote massime per la distanza tra gli appoggi e per la sporgenza della barra paraincastro laterale che soddisfano le norme in materia di resistenza (le quote sono illustrate nelle figg. 38 e 39). Le combinazioni delle quote relative alla distanza tra gli appoggi „l“ e alla sporgenza „a“ emergono dal diagramma riportato nella figura 40. Se le quote ammesse dalla perizia vengono superate, l'allestitore è tenuto ad effettuare un prova di resistenza.

Le figure indicano solamente le quote, in base alle quali la barra paraincastro laterale MAN soddisfa le norme sulla resistenza. Consapevolmente è stata omessa l'indicazione di altre disposizioni di legge, poiché del loro rispetto risponde la ditta che applica la barra paraincastro laterale. La direttiva 89/297/CEE fornisce ulteriori dettagli a proposito.

Figura 38: barra paraincastro laterale sui veicoli L2000 e M2000 ESC 201

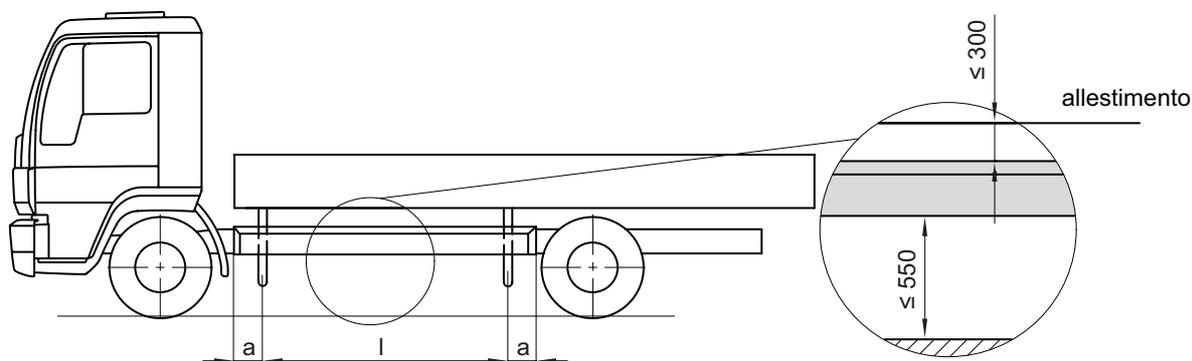


Figura 39: barra paraincastro laterale sui veicoli M2000 e F2000 ESC 200

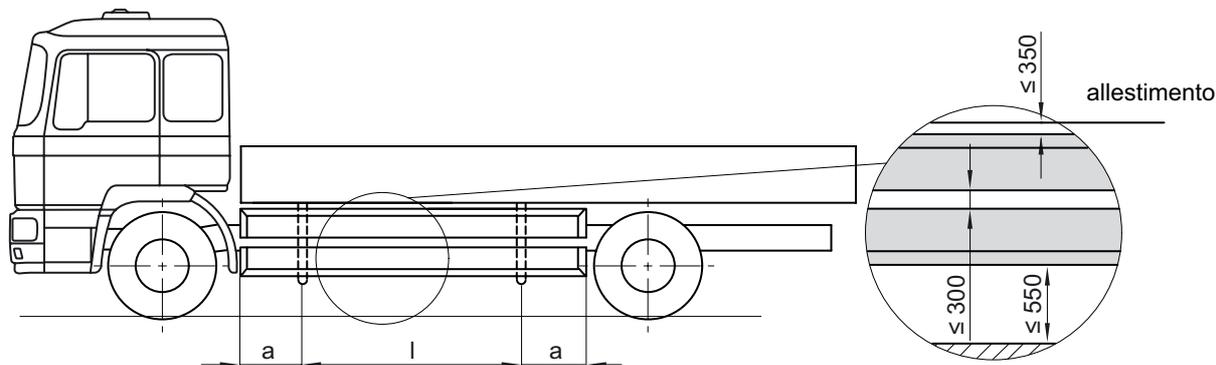
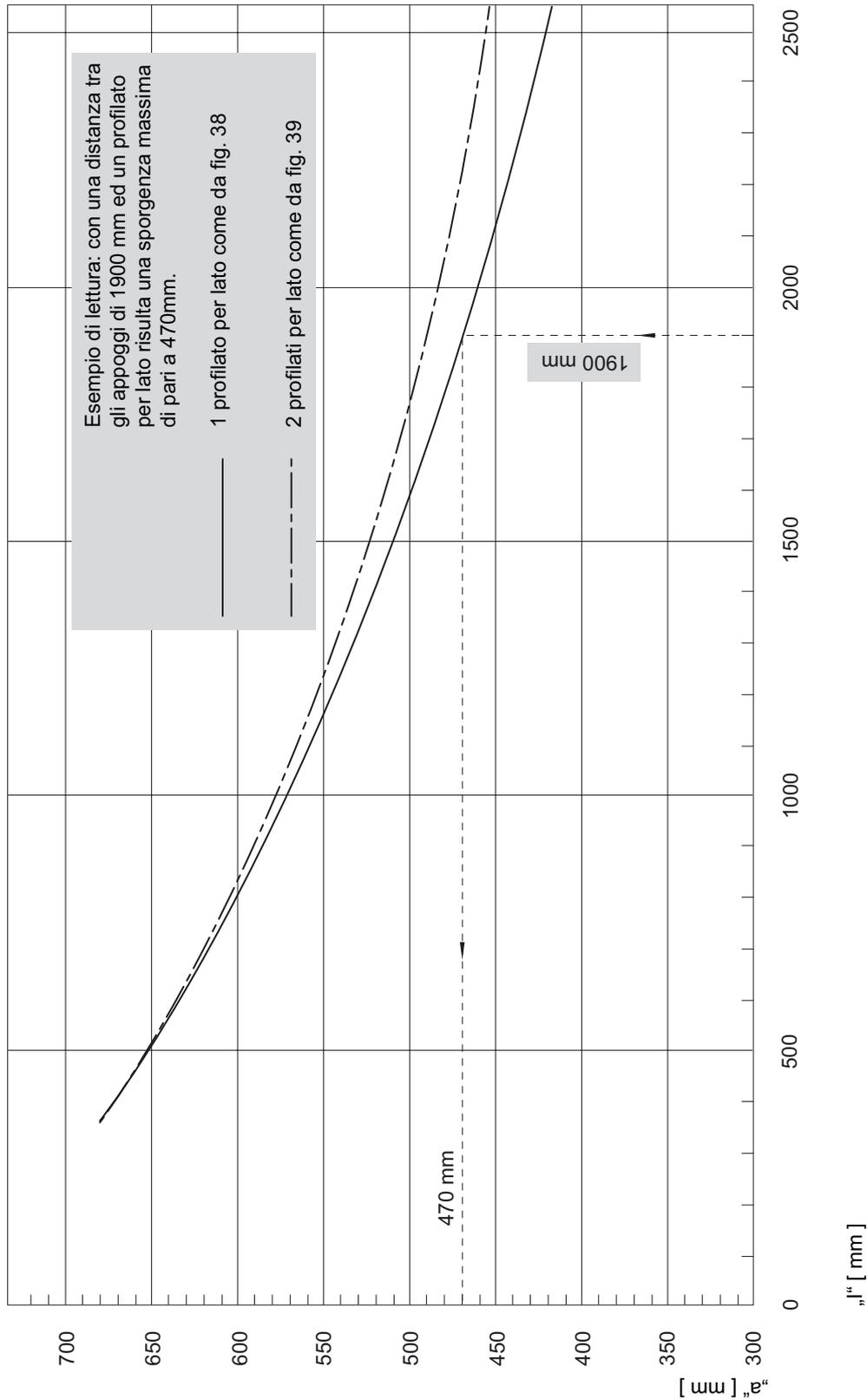


Figura 40: diagramma per la determinazione delle quote per la distanza tra gli appoggi e per la sporgenza ESC-140
 Sporgenze massime „a“ in funzione della distanza tra gli appoggi „l“



Come illustrato nelle figure, esistono due possibilità per la disposizione dei profilati. I modelli L2000 sono provvisti di un profilato per lato; per i veicoli della gamma M2000L o M2000M si devono invece utilizzare uno o due profilati, a seconda delle dimensioni delle ruote. Tutti i modelli F2000 montano due profilati su ogni lato (per la definizione delle gamme vedasi il capitolo 3 „Generalità „). Nella tabella 26 è indicata la disposizione dei profilati per ogni gamma di veicolo.

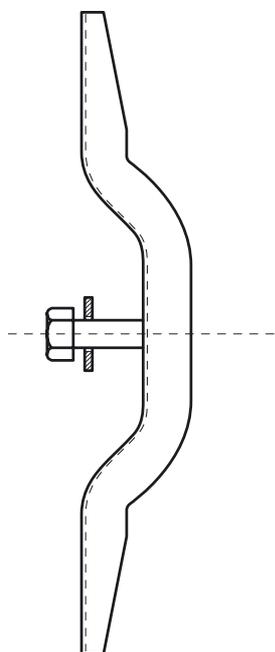
Tabella 26: disposizione e numero dei profilati

Gamma	Dimensione ruota	Numero profilati per lato
L2000	qualsiasi	1
M2000L, M2000M	17,5"	1
	19,5"	1
	22,5"	2
F2000	qualsiasi	2

Non è ammesso fissare nessun tipo di tubazione idraulica, pneumatica e dei freni (vedasi anche capitolo „Impianto elettrico, cavi“) alla barra paraincastro laterale. Per perni e rivetti arrotondati è ammessa una sporgenza massima di 10 mm; il raggio di raccordo per tutte le parti tagliate a misura dall'allestitore deve essere di almeno 2,5 mm.

Se ad un veicolo vengono cambiati i pneumatici o le molle della sospensione, occorre verificare ed eventualmente correggere le quote d'altezza della barra paraincastro. I dispositivi di fissaggio forniti dalla MAN consentono una regolazione del profilato di protezione. Allentando la vite al centro del supporto ad Omega, si può smontare facilmente l'intera barra paraincastro unitamente ai fissaggi (vedasi fig. 41).

Figura 41: smontaggio della barra paraincastro laterale con bullone al centro del supporto ad Omega ESC-154



4.13.3 Ruota di scorta

La ruota di scorta può essere fissata sul fianco del telaio, all'estremità del telaio o sulla sovrastruttura, se lo spazio e se le norme lo consentono.

In ogni caso va osservato quanto segue:

- si devono rispettare le direttive e le norme di legge;
- la ruota di scorta (o il dispositivo di sollevamento della ruota di scorta) deve essere di facile accesso e di semplice impiego;
- si deve prevedere un dispositivo doppio di bloccaggio;
- il dispositivo di sollevamento della ruota di scorta deve essere tale da evitare il distacco accidentale; vedasi capitolo 4.5.1 „Collegamenti filettati e chiodature“ (p.es. sicura meccanica antisvitamento, viti e dadi dentellari),
- si deve rispettare una distanza minima $\geq 220\text{mm}$ dall'impianto dei gas di scarico; in caso di montaggio di una lamiera d'isolamento termico tale distanza si riduce a $\geq 100\text{mm}$.

Se la ruota di scorta viene montata all'estremità del telaio, si deve tenere conto del ridotto angolo di sbalzo posteriore. I controtelai non devono essere interrotti, piegati a gomito o piegati lateralmente per alloggiare ruota di scorta.

4.13.4 Cunei di bloccaggio del veicolo

In base al § 41 del Codice della strada tedesco, i veicoli devono avere in dotazione cunei che impediscono il movimento del veicolo in sosta. In altri stati si devono rispettare analoghe normative.

L'articolo 41 del Codice della strada tedesco prescrive

1 cuneo per

- veicoli con PTT superiore a 4 t
- rimorchi a due assi - esclusi semirimorchi e rimorchi con timone rigido (compresi i rimorchi ad asse centrale) – con una massa complessiva ammessa superiore a 750 kg.

2 cunei per

- veicoli a tre o più assi
- semirimorchi
- rimorchi con timone rigido (compresi i rimorchi ad asse centrale) con una massa complessiva ammessa superiore a 750 kg.

I cunei devono essere sicuri nell'impiego e sufficientemente efficaci. Essi devono essere facilmente accessibili, sistemati a bordo o all'esterno del veicolo con appositi fissaggi che ne impediscano il distacco accidentale o la rumorosità.

Non è ammesso utilizzare ganci o catene per fissare i cunei.

4.13.5 Serbatoio del carburante

Se lo spazio disponibile lo consente, i serbatoi del carburante possono essere spostati e/o si possono montare serbatoi supplementari. Il carico sulle ruote deve essere il più uniforme possibile (vedasi capitolo 3 „Generalità „), eventualmente montando un serbatoio sul lato sinistro e l'altro sul lato destro del telaio. Il volume complessivo dei serbatoi è limitato a 1500 litri per veicolo. E' possibile inoltre spostare i serbatoi del carburante più in basso; se questo spostamento riduce l'altezza libera dal suolo, si dovrà prevedere un dispositivo che protegge i serbatoi da eventuali danni.

Le tubazioni del circuito di alimentazione del carburante devono essere sistemate a perfetta regola d'arte. Si dovrà tenere conto delle temperature della zona d'impiego prevista. In caso di impiego a temperature molto basse, sistemare la tubazione di recupero del carburante direttamente accanto alla zona di aspirazione. In questo modo il gasolio si riscalda e si evita che la paraffina intasi il filtro, ostruendo il passaggio del carburante.

4.13.6 Impianti a gas liquido ed impianti di riscaldamento autonomo

MAN non oppone alcuna obiezione al montaggio a posteriori, eseguito a regola d'arte, di impianti a gas liquido per il funzionamento di:

- impianti di riscaldamento
- fornelli di cottura
- impianti di raffreddamento ecc.

Il montaggio deve comunque essere conforme alle prescrizioni e alle norme nazionali ed internazionali, p.es. (elenco incompleto)

- impianti a gas liquido per la combustione in veicoli = § 29 della normativa antinfortunistica VBG 21 impiego di gas liquidi
- § 41a STVZO impianti per gas compresso e serbatoi a pressione
- norme sui serbatoi a pressione
- legge sulla sicurezza delle apparecchiature
- bollettino G607 dell'associazione tedesca di categoria
- norma europea EN 1949

Le bombole del gas devono essere montate in punti sicuri. Le bombole, ovvero l'armadietto per le bombole, non devono sporgere oltre il filo superiore del telaio.

I produttori di impianti di riscaldamento autonomo hanno proprie prescrizioni per il montaggio ed il funzionamento. MAN consente solamente l'impiego di sistemi di riscaldamento autonomo omologati.

L'installazione di impianti a gas liquido può limitare le possibilità d'impiego del veicolo; così in alcuni paesi non ne è consentito l'accesso di tali veicoli a locali chiusi, come padiglioni ed officine.

Si deve tenere conto anche di altre disposizioni che possono variare da paese a paese. Ciò vale in particolare per i veicoli per il trasporto di merci pericolose.

4.14 Motori a metano: avvertenze relative all'impianto a gas ad alta pressione

La gamma dei prodotti MAN comprende anche autotelai per autocarri con motore a metano (**CNG = compressed natural gas**). Si tratta di un motore a gas ciclo Otto a quattro tempi, quindi un motore con accensione a scintilla con un impianto di accensione a transistori senza contatti, spinterogeno e candele di accensione. La formazione della miscela avviene al di fuori della camera di combustione nel miscelatore centrale di gas. Il trattamento dei gas di scarico mediante catalizzatore regolato a tre vie e sonda Lamba riscaldata elettricamente è obbligatorio. Anche per il motore CNG esiste un' interfaccia per i regimi intermedi la cui descrizione viene fornita dal reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Rispetto ai veicoli con i tradizionali motori diesel, l'allestitore deve osservare assolutamente le seguenti **avvertenze supplementari per la sicurezza**:

- I capannoni dell'officina e del deposito veicoli devono presentare l'equipaggiamento richiesto per potere alloggiare veicoli con motori a gas al loro interno. Informazioni a riguardo vengono fornite dagli uffici del genio civile e dagli esperti in materia di merci pericolose degli istituti tecnici (in Germania p.es. DEKRA, GTÜ, TÜV).
- Per motivi di sicurezza, prima di intervenire sull'impianto elettrico staccare sempre le batterie dopo avere ben aerato il contenitore delle batterie (miscela detonante), eventualmente pulirlo con aria compressa.
- Le bombole del gas compresso sono dotate di una valvola di sicurezza che le protegge da un'eventuale esplosione. Tale valvola fa uscire il gas dall'impianto ad alta pressione in presenza di temperature e/o pressioni eccessive; per questo motivo non devono manifestarsi in nessun caso temperature superiori a 80°C (p.es. durante le operazioni di verniciatura). Per vernici e temperature di essiccazione vedasi anche il capitolo 4.2 „Protezione anticorrosiva“). In caso di essiccazione della vernice ad una temperatura massima di 80°C, la pressione nei serbati del gas compresso deve essere inferiore 100 bar.
- Nessuna componente o tubazione deve essere fissata a parti dell'impianto a gas compresso.

- Solamente il produttore può effettuare modifiche all'impianto a gas compresso. Prima di procedere alla modifica, bisogna rivolgersi ad un tecnico esperto; a modifica avvenuta l'impianto dovrà nuovamente essere collaudato dallo stesso tecnico esperto (in Germania ai sensi del § 14 GSG).
- Le operazioni di riparazione, manutenzione, montaggio e qualsiasi altro lavoro sull'impianto a gas compresso devono essere effettuate esclusivamente da personale qualificato, appositamente autorizzato e addestrato.
- Non si devono rinserrare o allentare le tubazioni che sono sotto pressione. **PERICOLO D'ESPLOSIONE!**
- È vietato eseguire operazioni di saldatura sul veicolo con le bombole del gas compresso piene.
PERICOLO D'ESPLOSIONE!

Prima di procedere alle operazioni di saldatura sul veicolo, si deve svuotare l'intero impianto a gas, comprese le bombole; queste ultime devono essere riempite con gas inerte, p. es. azoto (N₂). Durante questa operazione, il metano non deve essere scaricato nell'atmosfera, ma deve essere convogliato attraverso apposite tubazioni di smaltimento.

4.15 Modifiche al motore

4.15.1 Impianto d'aspirazione aria, impianto di convogliamento dei gas di scarico

L'aspirazione dell'aria ed il deflusso dei gas di scarico non devono essere ostacolati. La depressione nella tubazione di aspirazione e la contropressione dei gas di scarico non devono cambiare.

In caso di modifiche all'aspirazione dell'aria e/o al convogliamento dei gas di scarico si deve osservare quanto segue:

- Non si devono assolutamente modificare la forma e/o la sezione delle condotte.
- Non sono ammesse modifiche alla marmitta di scarico o ai filtri dell'aria.
- In caso di piegature, il raggio di curvatura deve corrispondere almeno al doppio diametro della tubazione.
- Solo ammesse solo curve continue, nessun taglio obliquo.
- MAN non può fornire informazioni su cambiamenti dei consumi e della rumorosità; eventualmente può essere necessario effettuare un nuovo collaudo relativo alla rumorosità.
- Le componenti sensibili al calore (p.es. tubazioni, ruote di scorta) devono essere sistemati con una distanza minima dall'impianto di scarico di $\geq 200\text{mm}$ e dalle lamiere d'isolamento termico di $\geq 100\text{mm}$.

4.15.2 Raffreddamento del motore

- Non sono ammesse modifiche all'impianto di raffreddamento (radiatore, griglia del radiatore, condotte d'aria, circuito di raffreddamento).
- Eccezioni sono ammesse solo con l'autorizzazione del reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").
- Non possono essere autorizzate modifiche al radiatore che comportano una riduzione della superficie di raffreddamento.

Per l'impiego prevalentemente stazionario o per l'impiego in zone climatiche molto calde può essere necessario un radiatore di maggiore capacità. Informazioni sulla disponibilità per il singolo tipo di veicolo si possono avere dai concessionari MAN, informazioni sul successivo montaggio presso le officine autorizzate.

4.15.3 Incapsulamento del motore, isolamento acustico

Non sono ammessi interventi e modifiche sull'incapsulamento del motore realizzato in fabbrica. I veicoli definiti „silenziosi“ potrebbero perdere la certificazione a seguito di successive modifiche. La ditta che ha apportato le modifiche è responsabile del ripristino delle caratteristiche originarie.

Per l'impiego di prese di forza in combinazione con l'incapsulamento del motore vedasi anche il capitolo „Prese di forza“.

4.16 Dispositivi di attacco

4.16.1 Generalità

Per potere trainare carichi, l'autocarro deve essere dotato di appositi dispositivi omologati. Il rispetto delle prescrizioni dettate dal legislatore riguardo alla potenza minima del motore e/o al montaggio del giusto gancio di traino non garantiscono di per sé l'idoneità dell'autocarro al traino di carichi.

Si dovrà comunque interpellare il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") se occorre variare il peso complessivo della combinazione di serie o ammesso dalla fabbrica.

Si possono impiegare solamente i ganci di traino approvati dalla MAN. Il nullaosta di organizzazioni di controllo o di enti di collaudo non significa che il costruttore del veicolo ha già impartito, o impartirà, la sua autorizzazione. Nella tabella 29 sono elencati i ganci di traino ammessi unitamente all'indicazione del relativo disegno di montaggio.

Durante le manovre della motrice non si devono verificare collisioni con il rimorchio. Dovrà essere pertanto adottato un timone di sufficiente lunghezza. Si devono inoltre rispettare le normative nazionali, nella Repubblica Federale Tedesca per esempio i „Requisiti tecnici dei componenti di veicoli da omologare“ in base al paragrafo 22a del codice della strada tedesco. Nel caso presente in particolare il capitolo „Dispositivi di attacco“ (=TA31).

Si deve tenere conto delle quote del campo libero per il gancio di traino. Nella Repubblica Federale Tedesca si fa riferimento alle norme antinfortunistiche per veicoli (=VGB-12), alla norma DIN 74058 nonché alla direttiva CEE 94/20.

L'allestitore ha l'obbligo di realizzare e di montare la sovrastruttura in modo tale da rendere possibile, senza impedimenti e pericoli, le manovre necessarie ed il controllo dell'agganciamento. Deve essere garantita la libertà di movimento del timone del rimorchio.

In caso di montaggio laterale di giunti di collegamento e di prese (p.es. al supporto del fanale posteriore lato autista) il costruttore del rimorchio e l'utente del veicolo dovranno assicurarsi che le tubazioni ed i cavi siano sufficientemente lunghi per la marcia in curva.

Figura 42: campo libero per ganci di traino secondo VGB-12 ESC-006

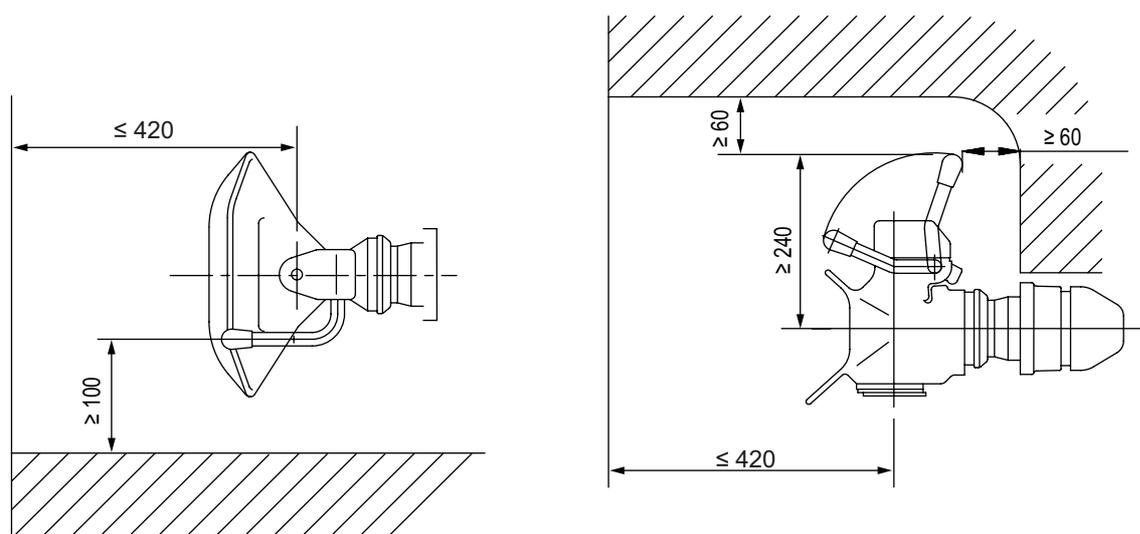
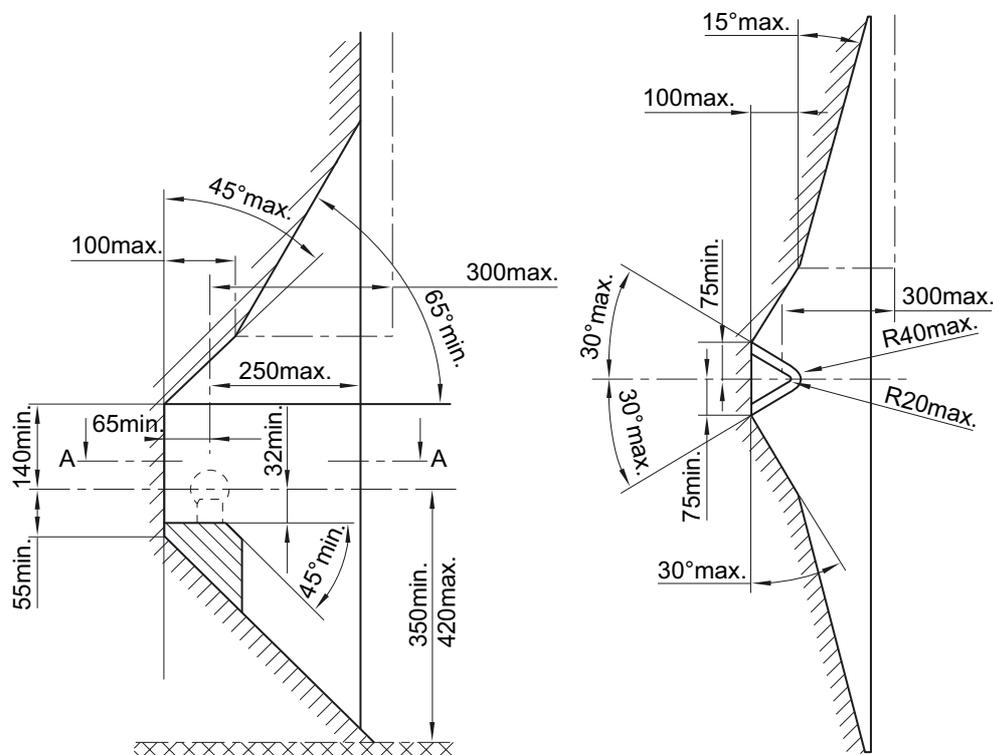


Figura 43: campo libero per ganci di traino secondo norma DIN 74058 ESC-152



Per il montaggio di ganci di traino si devono impiegare traverse terminali posteriori originali MAN unitamente alle relative piastre di rinforzo. Le traverse terminali posteriori presentano appositi fori per il fissaggio dei corrispondenti ganci di traino. Non è ammesso modificare i fori in oggetto per montare un gancio di traino diverso da quello previsto. Si devono osservare i dati dei produttori dei ganci di traino riportati nelle rispettive direttive di montaggio (ad esempio coppie di serraggio e loro verifica).

Non è ammesso spostare in basso il gancio di traino senza spostare più in basso anche la traversa terminale posteriore. Le figure 44 e 45 mostrano alcuni esempi di spostamento in basso.

Figura 44: gancio di traino spostato in basso ESC-015

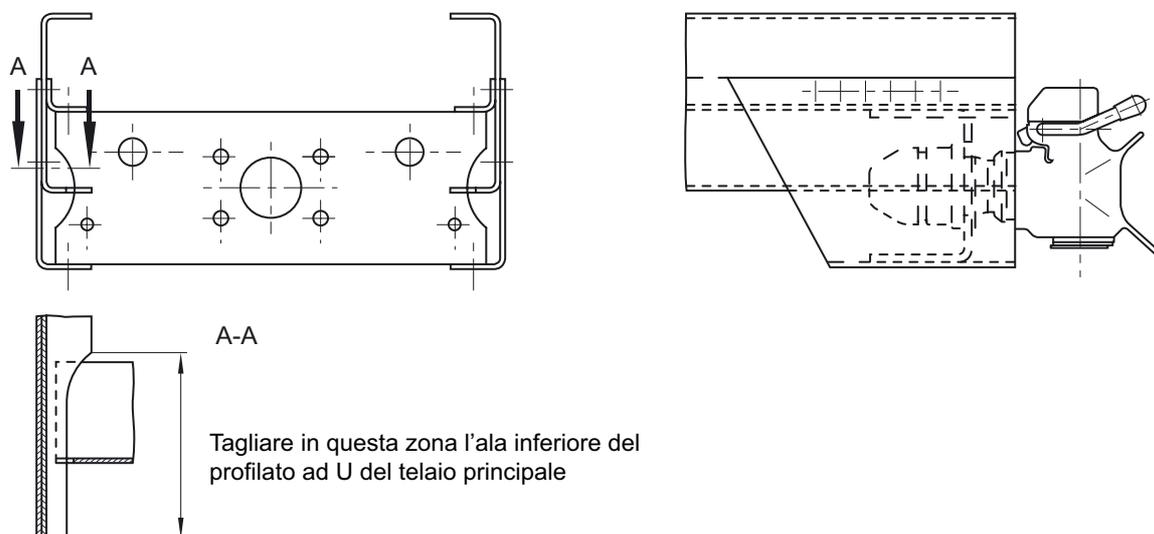
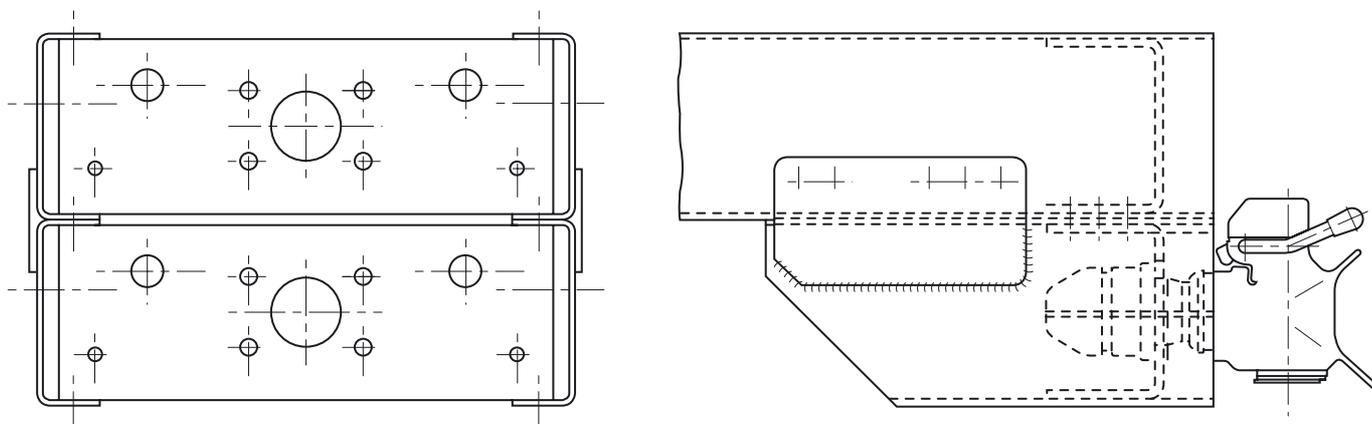


Figura 45: gancio di traino collocato sotto il telaio ESC-042



4.16.2 Gancio di traino, valore D

La grandezza necessaria del gancio di traino viene determinata dal valore D. Sul gancio di traino viene applicata dal produttore del gancio stesso una targhetta che riporta il valore D massimo ammesso. Il valore D viene espresso in kilo newton (kN). La formula per il valore D è la seguente:

Formula 12: valore D

$$D = \frac{9,81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

Se si conoscono sia il valore D del gancio di traino sia la massa massima tecnicamente ammissibile del rimorchio, la massa massima tecnicamente ammissibile del veicolo trainante si calcola con la seguente formula:

Formula 13: formula valore D per la massa massima tecnicamente ammissibile del veicolo trainante

$$T = \frac{R \cdot D}{(9,81 \cdot R) - D}$$

Se si conosce sia il valore D sia la massa massima tecnicamente ammissibile del veicolo trainante, la massa massima tecnicamente ammissibile del rimorchio risulta da:

Formula 14: formula valore D per la massa massima tecnicamente ammissibile del rimorchio

$$R = \frac{T \cdot D}{(9,81 \cdot T) - D}$$

dove:

D	=	valore D in [kN]
T	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del veicolo trainante
R	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del rimorchio

Alcuni esempi di calcolo sono riportati nel capitolo 9 „Calcoli“.

4.16.3 Rimorchi con timone rigido, rimorchi ad asse centrale, valore D_c , valore V

Sono valide le definizioni seguenti.

- Rimorchio con timone rigido: veicolo trainato con un asse o gruppo asse nel quale
 - il collegamento mobile con il veicolo trainante avviene tramite un dispositivo di traino (timone),
 - il timone non è collegato con l'autotelaio in modo che si possa liberamente muovere e quindi possa trasmettere coppie verticali e
 - in base alla sua costruzione una parte della sua massa complessiva viene portata dal veicolo trainante.
- Rimorchio ad asse centrale: veicolo trainato munito di un dispositivo di traino che non può muoversi in senso verticale (rispetto al rimorchio) e nel quale l'asse o gli assi sono disposti in prossimità del centro di gravità del veicolo (sotto carico uniforme) in modo tale che venga trasmesso al veicolo trainante soltanto un piccolo carico verticale non superiore al 10% della massa massima del rimorchio o, se inferiore, a 1000kg (vale il valore minore). I rimorchi ad asse centrale sono quindi sottogruppi dei rimorchi con timone rigido.
- Carico di appoggio: carico verticale del timone gravante sul punto di attacco. A rimorchio agganciato esso grava sul veicolo trainante e quindi va considerato nella progettazione del veicolo (calcolo dei carichi assiali).

Per i rimorchi con timone rigido e ad asse centrale valgono altre condizioni oltre al valore D: i ganci di traino e le traverse terminali posteriori hanno carichi trainabili ridotti poichè in questo caso si deve tenere conto anche del carico d'appoggio che si ripercuote sul gancio di traino e sulla traversa terminale posteriore.

La direttiva CEE 94/20 ha introdotto il valore D_c ed il valore V per allineare le norme di legge vigenti nell'Unione Europea.

Sono valide le seguenti formule:

Formula 15: valore D_c per rimorchi con timone rigido e ad asse centrale

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

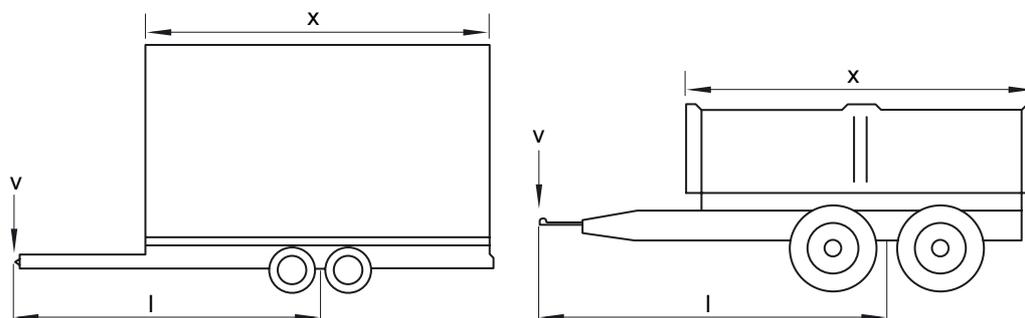
Formula 16: V-Wert-Formula für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger mit einer zulässigen Stützlast von $\leq 10\%$ der Anhängemasse und nicht mehr als 1000 kg

$$V = a \cdot \frac{X^2}{l^2} \cdot C ; \frac{X^2}{l^2} \geq 1 \text{ nei valori calcolati matematicamente } \frac{X^2}{l^2} < 1 \text{ si deve impiegare } 1,0$$

dove:

D_c	=	valore D ridotto espresso in [kN] in caso di impiego di rimorchio ad asse centrale
V	=	valore V in [kN]
T	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del veicolo trainante
C	=	somma dei carichi assiali del rimorchio ad asse centrale a carico massimo ammissibile in [t] senza carico d'appoggio
a	=	accelerazione verticale equivalente nel punto di attacco espressa in [m/s ²]. Si deve impiegare: 1,8 m/s ² per veicoli trainanti con sospensione pneumatica od equivalente e 2,4 m/s ² per veicoli trainanti con altro tipo di sospensione
S	=	carico d'appoggio ammissibile gravante sul punto di attacco espresso in chilogrammi [kg]
X	=	lunghezza della superficie di carico del rimorchio espressa in [m] vedi fig. 46
l	=	lunghezza teorica del timone espressa in [m] vedi fig. 46

Figura 46: lunghezza della superficie di carico del rimorchio e lunghezza teorica del timone ESC-510



Per il traino di rimorchi con timone rigido e ad asse centrale devono essere soddisfatte le seguenti premesse richieste da MAN:

- per la dotazione fornibile franco fabbrica non è ammesso un carico d'appoggio superiore al 10% della massa massima del rimorchio e a 1.000kg. Per altri carichi è responsabile il produttore del relativo dispositivo di traino. MAN non può rilasciare alcun nullaosta generale per i carichi ammessi e le considerazioni di calcolo (p.es. secondo direttiva CEE 94/20) inerenti a detti dispositivi di traino;
- i carichi d'appoggio, come tutti i carichi posteriori, influiscono sulla ripartizione dei carichi gravanti sugli assi. Quindi, soprattutto in combinazione con altri carichi posteriori (p.es. sponde caricatori, gru posteriori), si deve controllare mediante i calcoli dei carichi sugli assi se sono ammessi carichi d'appoggio;
- nei veicoli dotati di terzo asse aggiunto sollevabile non si può sollevare il suddetto asse se il rimorchio con timone rigido ad asse centrale è agganciato;
- non è ammesso il traino di un rimorchio con timone rigido/ad asse centrale se la motrice è vuota;
- si devono rispettare i carichi minimi gravanti sull'asse anteriore in base alla tabella 19 (vedi capitolo „Generalità“) al fine di assicurare una sufficiente manovrabilità.

Nella tabella 28 sono riportate le possibili combinazioni di carichi d'appoggio e trainabili come pure dei valori D , D_c e V . La corrispondenza al veicolo (in base al numero del tipo e al tipo di veicolo) è invece indicata nella tabella 27.

Modifiche ai carichi registrati nei documenti di circolazione sono possibili in determinati casi. Per informazioni in merito rivolgersi al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore“) indicando i dati del veicolo riportati nel capitolo „Generalità“, paragrafo 2.4.2.

4.16.4 Traversa terminale posteriore e ganci di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore

L2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
L20	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
L21	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
L22	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5170	140 x 80	veicolo a trazione integrale 4x4/2, 100 mm più in basso, traversa terminale rinforzata
L23	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5170	140 x 80	veicolo a trazione integrale 4x4/2, 100 mm più in basso, traversa terminale rinforzata
L24	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

L2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
L25	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
L26	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5158	160 x 100	veicolo a trazione integrale 10t 4x4/2, L26, L27, versione HD
	81.41250.5168	160 x 100	veicolo per trasporto attrezzature, tipo L26
	81.41250.5170	140 x 80	veicolo a trazione integrale 4x4/2, 100 mm più in basso, traversa terminale rinforzata
L27	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5158	160 x 100	veicolo a trazione integrale 10t 4x4/2, L26, L27, versione HD
	81.41250.5170	140 x 80	veicolo a trazione integrale 4x4/2, 100 mm più in basso, traversa terminale rinforzata
L30	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
L33	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

L2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
L34	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
L35	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
L36	81.41250.2251	senza	non per AHK
	81.41250.5137	120 x 55	parte base per 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, per tipo AHK G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traversa terminale rinforzata
	81.41250.5152	120 x 55	parte base per 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
	81.41250.5155	120 x 55	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5155	83 x 56	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55

M2000L

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
L70	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	12 t, spessore telaio 5 mm, p.t.t. autocarro max. 11.990 kg
L71	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	12 t, spessore telaio 5 mm, p.t.t. autocarro max. 11.990 kg
L72	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	12 t, spessore telaio 5 mm, p.t.t. autocarro max. 11.990 kg
L73	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	12 t, spessore telaio 5 mm, p.t.t. autocarro max. 11.990 kg

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

M2000L

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
L74	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L75	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
L76	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L77	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
L79	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L80	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
L81	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L82	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
L83	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L84	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
L86	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
L87	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
L88	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

M2000L

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
L89	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
L90	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
L95	81.41250.5122	senza	26 t, L95, per spessore telaio 7 mm ed altezza telaio 268 mm, non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	26 t, L95, traversa terminale rinforzata, per spessore telaio 7 mm ed altezza telaio 268 mm

M2000M

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
M31	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
M32	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
M33	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
M34	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
M38	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M39	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M40	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M41	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M42	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M43	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
M44	81.41250.0127	senza	non per AHK
	81.41250.5158	160 x 100	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

F2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
T01	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T02	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5133	140 x 80	sbalzo trattore=750 mm, solo gancio di rimorchio, non per AHK, non possibile alcun scambio
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T03	81.41250.5133	140 x 80	sbalzo trattore=750 mm, solo gancio di rimorchio, non per AHK, non possibile alcun scambio
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T04	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T05	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
T06	81.41240.5045	160 x 100	T06, T36, ZAA nur mit Verstärkungsplatten 81.42022.0020/.0013
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T07	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T08	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T09	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

F2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
T10	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
T12	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T15	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T16	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5162	160 x 100	non per AHK
T17	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5162	160 x 100	non per AHK
T18	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T20	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5148	160 x 100	solo per tipo T20 e T50
T31	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T32	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5133	140 x 80	sbalzo trattore=750 mm, solo gancio di rimorchio, non per AHK, non possibile alcun scambio
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

F2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
T33	81.41250.5133	140 x 80	sbalzo trattore=750 mm, solo gancio di rimorchio, non per AHK, non possibile alcun scambio
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T34	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T35	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
T36	81.41240.5045	160 x 100	T06, T36, ZAA nur mit Verstärkungsplatten 81.42022.0020/.0013
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T37	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T38	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T39	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T40	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
T42	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T43	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 27: corrispondenza veicolo in base alla gamma, al numero del tipo e alla traversa terminale posteriore (continua)

F2000

No. tipo	Codice MAN	Schema di foratura [mm]	Annotazioni
T44	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T45	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
T46	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5146	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 330 mm
	81.41250.5162	160 x 100	non per AHK
	81.41250.5167	160 x 100	sbalzo = 700 mm (900 mm)
T48	81.41250.1324	160 x 100	100 mm più in basso, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
	81.41250.5167	160 x 100	sbalzo = 700 mm (900 mm)
T50	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5148	160 x 100	solo per tipo T20 e T50
T62	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, ribaltabile ed autotelaio per autocarro
T70	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
T72	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore
T78	81.41250.5122	senza	non per AHK
	81.41250.5145	160 x 100	traversa terminale rinforzata, altezza telaio 270 mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 collegamenti a vite per montaggio gancio di traino 100 t, trattore

Abbreviazioni: ZAA= rimorchio ad asse centrale/con timone rigido AHK= gancio di traino

Tabella 28: traversa terminale posteriore e dati tecnici

Codice MAN	Schema di Foratura [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R _c = C+S [kg]	D _c [kN]	V [kN]	Carico trainabile max. [kg]	t [mm]	Gamma	Annotazioni
81.41240.5045	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	10	F2000	T06, T36, ZAA solo con piastre di rinforzo 81.42022.0020/.0013 secondo disegno di montaggio 81.42001.8105
81.41250.0127	senza	0	0	0	0	0	0	0	5	M2000	non per AHK
81.41250.1320	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	150 mm più in basso rispetto allo standard, per altezza telaio 270 mm
81.41250.1324	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	100 mm più in basso rispetto allo standard, per altezza telaio 270 mm
81.41250.1337	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	150 mm più in basso rispetto allo standard, per altezza telaio 330 mm
81.41250.2251	senza	0	0	0	0	0	0	0	4	L2000	non per AHK
81.41250.5122	senza	0	0	0	0	0	0	0	6	M2000	26 t, L95, per spessore telaio 7 mm ed altezza telaio 268 mm non per AHK
81.41250.5122	senza	0	0	0	0	0	0	0	6	F2000	non per AHK
81.41250.5133	140 x 80	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	T02, T03, T32, T33, trattore sbalzo = 750 mm, schema di foratura solo per gancio di rimorchio, non per AHK, non possibile alcun scambio
81.41250.5137	120 x 55	*	*	*	*	*	*	*	8	L2000	sostituito da 81.41250.5150, * solo con piastra di rinforzo 81.41291.2492
81.41250.5138	140 x 80	*	*	*	*	*	*	*	10	L2000	Ersetzt durch 81.41250.5150 * Nur mit Verstärkungsplatte 81.41291.2492
81.41250.5139	140 x 80	52	1000	10500	11500	52	25	10500	10	L2000	sostituito da 81.41250.5151
81.41250.5140	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	4x2/2, per tipo AHK G 135
81.41250.5141	160 x 100	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	sostituito da 81.41250.5162, non per AHK, schema di foratura solo per montaggio alla catena di montaggio
81.41250.5145	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	20000	11	M2000	26 t, L95, traversa terminale rinforzata, per spessore telaio 7 mm ed altezza telaio 268 mm
81.41250.5145	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	D-Wert	11	F2000	traversa terminale rinforzata, per altezza telaio 270 mm
81.41250.5146	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	D-Wert	11	F2000	traversa terminale rinforzata, per altezza telaio 330 mm
81.41250.5146	160 x 100	130	1000	9500	10500	67	35	D-Wert	11	F2000	solo per tipo T20 e T50

Tabella 28: traversa terminale posteriore e dati tecnici (continua)

Codice MAN	Schema di Foratura [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R _c =C+S [kg]	D _c [kN]	V [kN]	Carico trainabile max. [kg]	t [mm]	Gamma	Annotazioni
81.41250.5150	140 x 80	*	*	*	*	*	*	*	10	L2000	parte base per 91.41250.5151, * solo con piastra di rinforzo 81.41291.2492
81.41250.5151	140 x 80	60	1000	13000	14000	58	35	14000	10	L2000	traversa terminale rinforzata
81.41250.5152	120 x 55	*	*	*	*	*	*	*	8	L2000	parte base per 81.41250.5153, * solo con piastra di rinforzo 81.41291.2201
81.41250.5153	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	veicolo a trazione integrale 4x4/2 o 4x2/2 50 mm più in basso, per tipo AHK G 135
81.41250.5154	160 x 100	60	1000	9500	10500	55	35	14000	10	M2000-L	12 t, L70, L71, L72, L73, spessore telaio 5 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5154	160 x 100	84	1000	9500	10500	61	35	18000	10	M2000	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5154	160 x 100	90	1000	9500	10500	67	35	20000	10	M2000	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5155	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56
81.41250.5155	83 x 56	17	80	2000	2080	17	10	2080	8	L2000	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 120x55
81.41250.5156	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	12	M2000-L	12 t, L70, L71, L72, L73, spessore telaio 5 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5156	160 x 100	84	1000	13000	14000	71	35	20000	12	M2000	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5156	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	24000	12	M2000	18,25 t, spessore telaio 7-8 mm, sostituito da 81.41250.5158
81.41250.5158	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	11	L2000	veicolo a trazione integrale 10t 4x4/2, L26, L27, versione HD
81.41250.5158	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	11	M2000-L	12 t, L70, L71, L72, L73, spessore telaio 5 mm, p.t.t.max. carro 11.990 kg
81.41250.5158	160 x 100	84	1000	13000	14000	71	35	20000	11	M2000	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm
81.41250.5158	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	24000	11	M2000	18/25 t, spessore telaio 7-8 mm
81.41250.5159	330 x 110	314	0	0	0	0	0	valore D	15	F2000	10 collegamenti a vite per montaggio ralla 100 t, trattore
81.41250.5160	330 x 110	314	0	0	0	0	0	valore D	15	F2000	10 collegamenti a vite per montaggio ralla 100 t, ribaltabile e autotelaio carro

Tabella 28: traversa terminale posteriore e dati tecnici (continua)

Codice MAN	Schema di Foratura [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R _c = C+S [kg]	D _c [kN]	V [kN]	Carico trainabile max. [kg]	t [mm]	Gamma	Annotazioni
81.41250.5161	160 x 100	55	700	6500	7200	40	18	10500	8	M2000	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 83x56, sostituito da 81.41250.5163
81.41250.5161	83 x 56	18	80	2000	2080	18	10	2080	8	M2000	veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100, sostituito da 81.41250.5163
81.41250.5162	160 x 100	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	schema di foratura solo per il montaggio alla catena di montaggio, non per AHK
81.41250.5163	160 x 100	55	700	6500	7200	40	18	10500	8	M2000	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio schema di foratura supplementare 83x56
81.41250.5163	83 x 56	18	80	2000	2080	18	10	2080	8	M2000	13/14/15 t, spessore telaio 6-7 mm, veicolo antincendio, schema di foratura supplementare 160x100
81.41250.5167	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	valore D	11	F2000	T46, T48, Überhang = 700mm (900mm), (Mittelteil wie 81.41250.5145)
81.41250.5168	160 x 100	53	1000	9500	10500	53	25	10500	8	L2000	Geräteträger Typ L26, Vorbereitung für hydr. Zapfwelle, mit Verstärkungsplatten 81.42022.0013 und 81.42022.0014
81.41250.5170	140 x 80	60	1000	13000	14000	58	35	14000	10	L2000	Allrad 4x4/2, 100mm tiefer, Schlußquerträger verstärkt

Tabella 29: disegno di montaggio per gancio di traino

Gamma veicolo	Tipo AHK	Produttore AHK	Schema di foratura in [mm]	Ø perno in [mm]	Disegno di montaggio. MAN	Annotazioni
L2000	260 G 135	Rockinger	120 x 55	40	81.42000.8031	sostituzione per 81.42000.8094
	86 G 135	Ringfeder	120 x 55	40	81.42000.8031	sostituzione per 81.42000.8094
	86 G 145	Ringfeder	140 x 80	40	81.42000.8095	
	260 G 145	Rockinger	140 x 80	40	81.42000.8095	
	864	Ringfeder	140 x 80	40	81.42000.8095	
	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	TK 226 A	Rockinger	83 x 56	40	81.42000.8116	veicolo antincendio
	D 125	Oris	83 x 56	sfera	81.42000.8101	fino a 3,5 t, vedi 81.42001.6142
	D 125/1	Oris	83 x 56	sfera	81.42030.6014	fino a 2,2 t, sostituito da D 125
	D 85 A	Oris	83 x 56	sfera	81.42030.6014	fino a 2,2 t, sostituito da D 125
M2000	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	340 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	sbalzo > 750mm
	430 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	sbalzo > 750mm
	95 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8111	sbalzo > 750mm
	98 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8112	sbalzo > 750mm, Svizzera
	263 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8108	Svizzera
	88 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8108	Svizzera
	865	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8105	
	500 G 6	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	700 G 61	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	81/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	92/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	TK 226 A	Rockinger	83 x 56	40	81.42000.8116	veicolo antincendio

Abbreviazioni: AHK = gancio di traino

Tabella 29: disegno di montaggio per gancio di traino (continua)

Gamma veicolo	Tipo AHK	Produttore AHK	Schema di foratura in [mm]	Ø perno in [mm]	Disegno di montaggio. MAN	Annotazioni
F2000	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G/150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	42 G 250	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8084	
	340 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	sbalzo > 750mm
	430 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	sbalzo > 750mm
	95 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8111	sbalzo > 750mm
	98 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8112	sbalzo > 750mm, Svizzera
	263 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8108	Svizzera
	88 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8108	Svizzera
	865	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8105	
	500 G 6	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	700 G 61	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	81/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	92/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	

Abbreviazioni: AHK = gancio di traino

4.16.5 Gancio di traino tipo a sfera

Anche bassi carichi d'appoggio, come tutti i carichi posteriori, influiscono sulla ripartizione dei carichi gravanti sugli assi. Quindi, soprattutto in combinazione con altri carichi posteriori (p.es. sponde cariatrici, gru posteriori), si deve controllare mediante i calcoli dei carichi sugli assi se sono ammessi carichi d'appoggio. Gli ulteriori requisiti per il montaggio di ganci di traino tipo a sfera sono i seguenti:

- gancio di tipo a sfera sufficientemente dimensionato (carico d'appoggio, carico trainabile),
- supporto del gancio di traino omologato,
- il montaggio senza supporto, vale a dire il fissaggio del gancio di traino solamente alla barra paraincastro posteriore, non è ammesso dalla MAN,
- il supporto del gancio di traino deve essere fissato sulla parte verticale del profilato ad U del telaio principale (il solo fissaggio all'ala inferiore del profilato ad U del telaio principale non è ammesso dalla MAN),
- si devono osservare le avvertenze riportate nelle prescrizioni e nelle direttive di montaggio del produttore del supporto per ganci di traino e del gancio di traino tipo a sfera,
- si devono osservare le quote relative al campo libero, p.es. secondo VGB-12 e DIN 74058 (vedi fig. 42 e fig. 43),
- le dimensioni ed il fissaggio al telaio del veicolo devono essere controllati da un ente competente (p.es. DEKRA/TÜV) in sede di registrazione del gancio di traino nei documenti di circolazione,
- si deve rispettare il peso complessivo della combinazione massimo ammissibile o registrato.

Se i menzionati requisiti vengono soddisfatti, per i veicoli delle gamme M2000L, M2000M ed F2000 (vedi la definizione delle gamme nel capitolo „Generalità“) può venire registrato nei documenti di circolazione un carico trainabile di 3.500kg. Per la gamma L2000 si deve rispettare il peso complessivo massimo della combinazione di 10.400kg se si adotta un cambio a cinque marce in combinazione con il rapporto più lungo del ponte pari a $i = 3,9$. Tutti gli altri L2000 con massa complessiva ammissibile fino a 10.000kg possono ottenere un carico trainabile di 3.500kg.

4.16.6 Ralla per semirimorchio

Per i semirimorchi ed i relativi trattori si deve verificare se essi, in base alle loro dimensioni e masse, possono formare un autoarticolato.

Vanno quindi controllati:

- raggi d'ingombro
- altezza di agganciamento alla ralla
- carico sulla ralla
- libertà di movimento di tutte le parti
- prescrizioni di legge
- istruzioni per la taratura dell'impianto frenante.

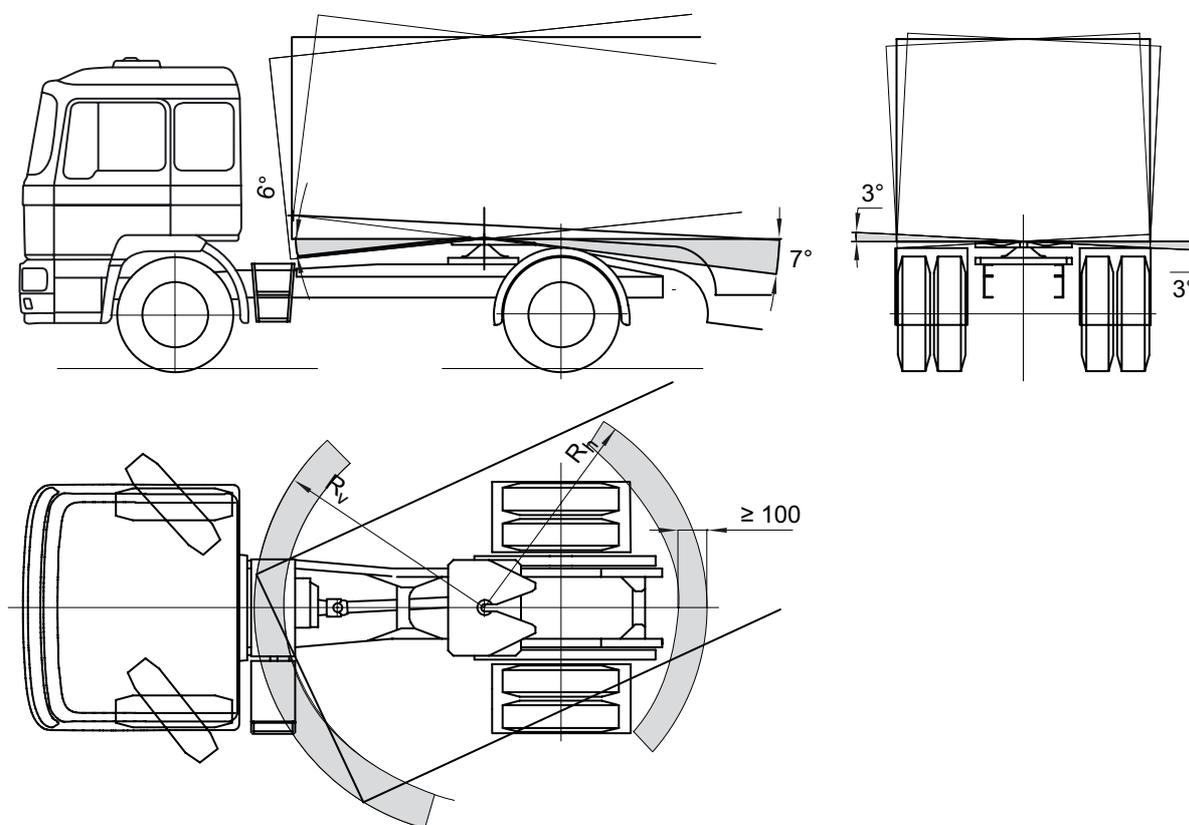
Per potere raggiungere il massimo carico sulla ralla, si dovrà procedere come sotto indicato prima di mettere in servizio il veicolo:

- pesare il veicolo
- eseguire il calcolo dei carichi gravanti sugli assi
- determinare l'avanzamento ottimale della ralla
- controllare il raggio d'ingombro anteriore
- controllare il raggio d'ingombro posteriore
- controllare l'angolo d'inclinazione anteriore
- controllare l'angolo d'inclinazione posteriore
- controllare la lunghezza complessiva dell'autoarticolato
- montare corrispondentemente la ralla.

La norma DIN-ISO 1726 prescrive un angolo d'inclinazione anteriore di 6°, posteriore di 7° e laterale di 3°. Dimensioni dei pneumatici diverse come pure flessibilità delle molle ed altezze di agganciamento alla ralla differenti riducono i suddetti angoli che di conseguenza non rispondono più ai valori prescritti dalla norma.

Oltre all'inclinazione del semirimorchio verso l'indietro si deve tenere conto anche del coricamento laterale nella marcia in curva, del cedimento elastico delle sospensioni (sistema di guida degli assi, cilindri freno), delle catene da neve, del movimento pendolare degli assi nei veicoli con assi in tandem e dei raggi d'ingombro.

Figura 47: quote per trattori per semirimorchi ESC-002



Per quanto riguarda l'altezza di agganciamento alla ralla si deve rispettare una determinata altezza minima. L'avanzamento della ralla indicato nella documentazione di vendita o nei disegni dell'autotelaio è valido soltanto per il veicolo standard. Gli elementi dell'equipaggiamento, che hanno ripercussioni sulla tara o sulle dimensioni del veicolo, possono eventualmente comportare una variazione dell'avanzamento della ralla. Di conseguenza possono variare anche il carico utile e la lunghezza della combinazione.

Si possono utilizzare soltanto piastre di montaggio ralla omologate. Le componenti omologate portano un marchio di collaudo, in questo caso ai sensi della direttiva 94/20/CE. I marchi di collaudo si riconoscono in base al numero eXX (XX: numero ad 1 o 2 cifre), solitamente con bordo rettangolo, seguito da un altro gruppo di numeri XX-XXXX (numero a 2 e a 4 cifre, p.es. e1 00-0142). Non sono ammesse piastre di montaggio che richiedono forature nelle flange del telaio principale o del controtelaio.

Non è ammesso il montaggio di una ralla senza controtelaio. Le dimensioni del controtelaio e la qualità del suo materiale ($\sigma_{0,2} \geq 360\text{N/mm}^2$) devono corrispondere a quelle di un veicolo di serie paragonabile. La piastra di montaggio ralla non deve poggiare sui longheroni del telaio ma esclusivamente sul controtelaio del trattore. Per il fissaggio della piastra di montaggio ralla si devono impiegare unicamente le viti approvate dalla MAN o dal produttore della ralla (vedi anche capitolo „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Forature, collegamenti filettati e chiodature al telaio“). Rispettare le coppie di serraggio e controllare durante il successivo intervento manutentivo!

Si devono osservare le direttive e le istruzioni dei produttori di ralle.

Il piano della piastra di montaggio ralla in corrispondenza del semirimorchio deve risultare parallelo alla strada in caso di carico sulla ralla ammesso. L'altezza della ralla deve essere quindi corrispondentemente progettata tenendo conto degli spazi liberi secondo la norma DIN-ISO 1726.

Le condotte di raccordo per l'alimentazione dell'aria, per i freni, l'impianto elettrico e l'ABS non devono interferire con la sovrastruttura o impigliarsi durante la marcia in curva. L'allestitore dovrà quindi controllare la libertà di movimento di tutte le condotte durante la marcia in curva dell'autoarticolato. Dette condotte dovranno essere ben fissate in falsi giunti o spine quando il trattore viene impiegato senza semirimorchio.

Esistono i seguenti perni di accoppiamento alla ralla (detti anche perni centrali del semirimorchio o Kingpin):

- perno d'accoppiamento alla ralla 50 con diametro di 2"
- perno d'accoppiamento alla ralla 90 con diametro di 3,5" (come da 94/20/CE).

La scelta dell'uno o dell'altro tipo dipende da diversi fattori. Determinante è comunque, come per i ganci di traino, il valore D. Per l'intero autoarticolato vale rispettivamente il valore minore del perno centrale del semirimorchio e della ralla. Il valore D è indicato sulle targhette d'identificazione.

Per la determinazione del valore D valgono le formule qui sotto riportate:

Formula 17: valore D della ralla

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

La massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio risulta dalla formula seguente:

Formula 18: massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Se la massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio ed il valore D della ralla sono noti, la massa massima tecnicamente ammissibile del trattore può essere determinata in base alla formula sottostante:

Formula 19: massa massima tecnicamente ammissibile del trattore

$$T = \frac{D \cdot (R \cdot U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Se la massa massima tecnicamente ammissibile del trattore e del semirimorchio nonché il valore D della ralla sono noti, il carico ammissibile sulla ralla risulta dalla formula seguente:

Formula 20: carico ammissibile sulla ralla

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

dove:

D	=	valore D in [kN]
R	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del semirimorchio compreso il carico
T	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del trattore compreso il carico sulla ralla
U	=	carico ammissibile in [t] sulla ralla

Alcuni esempi di calcolo sono riportati nel capitolo 9 „Calcoli“.

4.16.7 Trasformazione da carro a trattore o da trattore a carro

JA seconda dell'autotelaio occorre modificare l'impianto frenante dietro previa autorizzazione MAN prima di effettuare la trasformazione del veicolo in trattore o carro. Il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") fornisce informazioni sulle modifiche da apportare all'impianto frenante. A tale proposito si deve indicare il numero d'identificazione del veicolo ed il numero del veicolo (vedi spiegazioni riportate nel capitolo „Generalità“).

Per il montaggio della ralla si devono impiegare solamente piastre omologate ed autorizzate dalla MAN. Il nullaosta tecnico di enti di collaudo (p.es. TÜV, DEKRA) non corrisponde all'omologazione e non sostituisce l'autorizzazione da parte MAN.

Le piastre di montaggio ralla possono essere fissate solamente sul controtelaio. La sezione del controtelaio ed suoi valori di rigidità devono corrispondere almeno a quelli di un analogo controtelaio di un veicolo di serie. Nei capitoli precedenti viene descritto il montaggio del controtelaio, della piastra di montaggio e della ralla. Le condotte di raccordo per l'alimentazione dell'aria e per l'impianto elettrico devono essere sistemate in modo tale da non ostacolare le operazioni di aggancio e sgancio e da non danneggiare le tubazioni in seguito ai movimenti del semirimorchio. I casi di modifiche ai cavi elettrici, si devono montare fasci cavi corrispondenti a quelli impiegati su simili trattori MAN. I fasci cavi si possono ordinare tramite il Servizio Ricambi. In caso di modifiche all'impianto elettrico di serie si devono sempre osservare le avvertenze riportate nel capitolo „Impianto elettrico, cavi“.

Se l'allacciamento delle condotte di raccordo per l'alimentazione dell'aria e per l'impianto elettrico non è effettuabile dal piano stradale, si deve prevedere un'adeguata superficie di lavoro di almeno 400 mm x 500 mm nonché il suo libero accesso.

Attenersi alle indicazioni riportate nel capitolo „Modifiche agli autotelai“ se si deve modificare il telaio, il passo o lo sbalzo del telaio.

Per impedire un eventuale beccheggio del trattore va montata la sospensione posteriore adottata su un analogo trattore MAN. Sull'asse posteriore va previsto uno stabilizzatore.

Se si trasforma un autotelaio per ribaltabile in un trattore non si deve modificare la sospensione posteriore (il comfort di molleggio è comunque inferiore a causa della sospensione più dura di cui è dotato il ribaltabile). Se si trasforma un trattore in un autotelaio per ribaltabile si deve montare la sospensione posteriore adottata su un analogo ribaltabile.

5. Allestimenti

5.1 Generalità

Ogni allestimento deve essere munito di una targhetta d'identificazione recante almeno i seguenti dati:

- nominativo completo dell'allestitore
- numero di serie.

I dati devono essere indelebili.

Gli allestimenti influenzano sensibilmente le caratteristiche di marcia e la resistenza all'avanzamento e quindi anche il consumo di carburante. Gli allestimenti non devono pertanto inutilmente

- aumentare la resistenza all'avanzamento
- peggiorare le caratteristiche di marcia.

Le inevitabili flessioni e torsioni del telaio non si devono ripercuotere negativamente sull'allestimento e sul veicolo.

Deve essere garantito il loro assorbimento tramite l'allestimento, ad esempio utilizzando per i cassoni sponde laterali suddivise in tre sezioni. Valore approssimativo della flessione inevitabile:

Formula 21: valore approssimativo della flessione ammissibile

$$f = \frac{\sum_1^i l_i + l_u}{200}$$

dove:

f	=	flessione massima in [mm]
l_i	=	distanza tra gli assi, Σl_i = somma delle distanze tra gli assi in [mm]
l_0	=	sbalzo del telaio in [mm]

Il momento resistente influisce sulle sollecitazioni di flessione, il momento di inerzia influisce sulla flessione e sul comportamento alle vibrazioni. Si deve assicurare quindi non soltanto un sufficiente momento resistente, ma anche un sufficiente momento di inerzia. L'allestimento deve trasmettere all'autotelaio meno vibrazioni possibili.

Per la progettazione dell'allestimento è determinante considerare le reali condizioni di utilizzo. Si presuppone che gli allestitori siano in grado di progettare, almeno in via di massima, il telaio di montaggio o il controtelaio necessario per l'allestimento previsto.

Gli allestitori dovranno adottare le opportune misure per escludere un eventuale sovraccarico del veicolo.

I dati del telaio dei veicoli MAN, necessari per la progettazione del controtelaio, si apprendono

- dalla tabella „Longheroni del telaio” nel capitolo 4 „Modifiche agli autotelai”
- attraverso il nostro servizio online MANTED® (www.manted.de)
- dal disegno dell'autotelaio (reperibile anche tramite MANTED®).

L'allestitore deve tenere conto delle inevitabili tolleranze normalmente accettate nella costruzione di veicoli, tra cui, ad esempio, le tolleranze per:

- pneumatici
- sospensioni
- telaio

Durante l'uso del veicolo possono verificarsi altre variazioni dimensionali di cui si dovrà tenere conto in sede di progettazione dell'allestimento. Tra queste, ad esempio:

- l'assestamento delle sospensioni
- la deformazione dei pneumatici
- l'assestamento dell'allestimento.

Prima e durante l'operazione di montaggio, il telaio non deve essere deformato. Prima di bloccare il veicolo sulla piazzola di montaggio, farlo avanzare e arretrare più volte per scaricare le sollecitazioni dovute ai momenti torsionali. Ciò vale in particolare per i veicoli con assi in tandem a causa della torsione degli assali durante la marcia in curva.

Per montare l'allestimento, il veicolo deve essere posto su una piazzola di montaggio piana. Nei limiti del possibile, gli intervalli di manutenzione degli allestimenti devono essere adeguati a quelli dell'autotelaio, in modo da ridurre i costi di manutenzione.

5.1.1 Accessibilità, libero movimento

Deve essere garantito il libero accesso al bocchettone di riempimento per il carburante ed eventualmente l'urea, come a tutti gli accessori montati sul telaio (p.es. dispositivo di sollevamento della ruota di scorta, vano batterie).

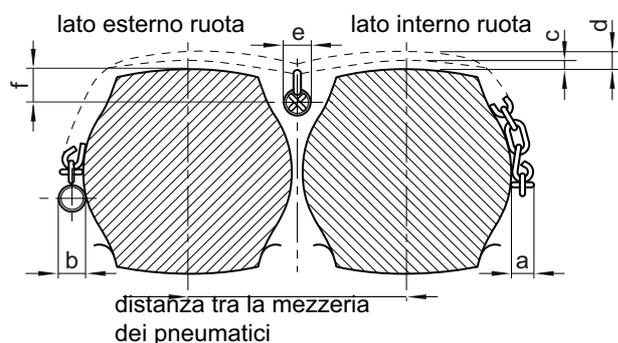
L'allestimento non deve pregiudicare la libertà di movimento delle parti mobili. Si deve tenere conto dello spazio libero minimo necessario per:

- il cedimento elastico massimo delle sospensioni
- il cedimento elastico dinamico delle sospensioni durante la marcia
- il cedimento elastico delle sospensioni all'avviamento e in frenata
- l'inclinazione laterale nella marcia in curva
- l'impiego di catene da neve
- le condizioni di marcia d'emergenza, quali ad esempio la marcia con soffiotti della sospensione danneggiati e quindi con conseguente inclinazione laterale (ad es. per i trattori inclinazione di 3° ai sensi della norma ISO 1726, vedasi anche il capitolo „Dispositivi di attacco”).

Le condizioni succitate si possono verificare in parte anche contemporaneamente. I pneumatici e le catene da neve non devono mai toccare l'allestimento. Noi consigliamo uno spazio libero residuo (tenendo conto delle succitate condizioni) di almeno 30mm.

I valori indicati nella tabella 30 relativi agli ingombri in altezza delle catene da neve s'intendono unicamente a titolo informativo e variano a seconda del tipo delle catene e del loro produttore.

Figura 48: ingombro delle catene da neve ESC-033 **Tabella 30:** ingombro delle catene da neve per effetto della forza centrifuga



Fonte: Rud Kettenfabrik Rieger u. Dietz, D-73428 Aalen

Dimensione	Sigla pneum.	a [mm]		b [mm]		c [mm]		d [mm]		e [mm]	f [mm]
		semp.	gemellate	semp.	gemellate	semp.	gemellate	semp.	gemellate	gemellate	gemellate
17,5°	215/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	225/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	235/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	245/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	245/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
19,5°	245/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	265/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	285/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	305/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
20,0°	335/80 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	365/80 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	365/85 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	375/70 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
22,5°	10 R 22,5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	11 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	12 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	13 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	255/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	275/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	285/60 R 22.5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	295/60 R 22.5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	295/80 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	305/60 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	305/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	315/60 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	315/70 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	315/80 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	385/65 R 22.5	26	26	38	45	32	32	80	80	48	70
425/65 R 22.5	26	26	38	45	32	32	80	80	48	70	

Nelle versioni con asse sollevabile si deve controllare anche lo spazio libero con asse sollevato. La corsa di sollevamento dell'asse deve essere maggiore dell'escursione della sospensione dell'asse motore, al fine di evitare il contatto a terra dell'asse sollevato nel caso di cedimento elastico dinamico della sospensione del ponte.

La funzione di sollevamento può essere limitata a causa della

- posizione del filo inferiore dell'allestimento (ad es. allestimenti ribassati)
- ripartizione dei carichi (ad es. con gru di carico all'estremità del telaio).

In questi casi MAN consiglia di rinunciare alla possibilità di sollevamento dell'asse. Questo va bloccato quando, nella marcia a vuoto con asse sollevato, si raggiunge $\geq 80\%$ del carico ammesso sul ponte o se il carico sull'asse anteriore rimane inferiore al $\geq 25\%$.

5.1.2 Allestimento ribassato

Se si impiegano pneumatici di dimensioni ridotte, l'allestimento può essere eventualmente ribassato della quota „ h_{δ} “ in base alla seguente formula:

Formula 22: quota differenziale di abbassamento dell'allestimento

$$h_{\delta} = \frac{d_1 - d_2}{2}$$

dove:

h_{δ}	=	quota differenziale per il rilassamento in [mm]
d_1	=	diametro esterno del pneumatico più grande in [mm]
d_2	=	diametro esterno del pneumatico più piccolo in [mm]

Poiché la distanza tra il filo superiore del telaio ed il filo superiore del pneumatico si riduce della quota „ h_{δ} “ anche l'allestimento può essere ribassato della stessa quota, a meno che non sussistano controindicazioni di altro tipo, ad esempio parti sporgenti oltre il filo superiore del telaio.

In caso di ulteriore abbassamento dell'allestimento, si dovranno controllare i fattori seguenti:

- massimo cedimento elastico statico della sospensione con veicolo a pieno carico (= condizione illustrata nel disegno dell'autotelaio),
- ulteriore escursione dinamica della sospensione,
- inclinazione laterale nella marcia in curva (circa 7° senza catene da neve),
- ingombro in altezza delle catene da neve,
- libertà di movimento delle parti che in fase di massima compressione della sospensione possono sporgere oltre il filo superiore del telaio, ad es. i cilindri dei freni,
- libertà di movimento del cambio e della tiranteria di comando.

I succitati fattori possono presentarsi anche contemporaneamente.

5.1.3 Pedane e piattaforme

Pedane e piattaforme calpestabili devono essere conformi alle norme antinfortunistiche. Si consiglia l'impiego di grigliati o lamiera perforate su entrambi i lati. Non sono ammesse lamiera con superficie liscia o con fori su un solo lato. I rivestimenti in lamiera devono essere configurati in modo da impedire infiltrazioni d'acqua nel dispositivo di sfiato del cambio.

5.1.4 Protezione anticorrosiva

La qualità della verniciatura degli allestimenti deve generalmente corrispondere a quella dell'autotelaio.

Per garantire che questo requisito venga rispettato, per gli allestimenti commissionati dalla MAN va utilizzata obbligatoriamente la normativa MAN M 3297 "Protezione anticorrosiva e sistemi di verniciatura per allestimenti realizzati da terzi". Per gli allestimenti commissionati dal cliente, il rispetto di tale normativa interna viene consigliato; un mancato rispetto della norma fa comunque decadere la garanzia MAN per eventuali danni conseguenti allo stesso. I test delle normative interne MAN si possono richiedere al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Indicazioni sull'uso della normativa interna MAN 3297:

Gli autotelai MAN vengono verniciati come ultima mano con vernice 2K a base d'acqua, con temperature di essiccazione di ca. 80°C. Per garantire una verniciatura equivalente, per tutte le componenti metalliche dell'allestimento e del controtelaio si presuppone la sequenza delle operazioni qui di seguito descritta:

- Superficie metallica della componente nuda o sabbiata (SA 2,5)
- Prima mano: fondo adesivo EP 2K oppure – qualora possibile –
- Verniciatura catodica ad immersione come da normativa MAN 3078-2 con trattamento preliminare al fosfato di zinco
- Ultima mano: vernice 2K come da normativa MAN 3094, preferibilmente a base d'acqua.

Al posto della mano di fondo e dell'ultima mano, la struttura dell'allestimento (p.es. longheroni, traverse e fazzoletti) può anche essere zincata a caldo (spessore dello strato $\geq 80\mu\text{m}$). Per quanto riguarda i tempi e le temperature di essiccazione ed indurimento, si dovrà fare riferimento alle schede tecniche dei prodotti utilizzati. Nella scelta e nella combinazione di materiali metallici diversi (p.es. alluminio ed acciaio) si dovrà considerare l'effetto della serie dei potenziali elettrochimici su fenomeni di corrosione superficiale (isolamento). Bisogna inoltre considerare la compatibilità dei materiali, p.es. la serie dei potenziali elettrochimici (causa di corrosione di contatto).

Dopo tutti i lavori eseguiti sull'autotelaio:

- eliminare i trucioli di foratura
- sbavare i bordi
- trattare le cavità con cera anticorrosiva.

Elementi di congiunzione meccanica (p.es. viti, dadi, rondelle, perni) che non vengono coperti dalla vernice devono essere sottoposti ai migliori trattamenti anticorrosivi. Per evitare la corrosione per effetto del sale invernale durante i periodi di fermo presso l'allestitore, dopo l'arrivo presso l'allestitore gli autotelai vanno lavati con acqua per togliere eventuali residui di sale.

5.2 Controtelaio

Il controtelaio deve avere la medesima larghezza esterna dell'autotelaio e deve seguire il profilo esterno del telaio principale. Deroghe da quanto sopra richiedono l'approvazione preventiva del reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

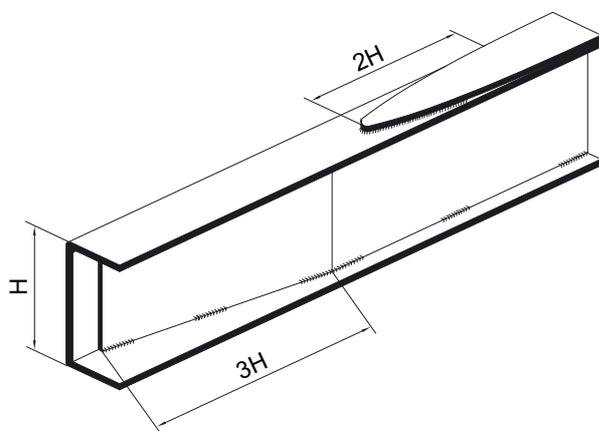
Il controtelaio deve essere di tipo continuo, non deve essere curvato o piegato lateralmente e presentare interruzioni (eventuali deroghe, ad es. per alcuni cassoni ribaltabili, devono essere approvate dal reparto tecnico della MAN).

Il longherone del controtelaio deve poggiare in piano, per tutta la sua lunghezza, sull'ala superiore del longherone del telaio principale.

Devono essere evitati carichi concentrati. Nei limiti del possibile, il controtelaio deve risultare cedevole alle torsioni. Utilizzare profilati scatolati rigidi soltanto in mancanza di un'altra possibilità costruttiva (fanno eccezione le gru di carico, vedasi paragrafo 5.3.8 „Gru di carico” del presente capitolo). I profilati a U smussati normalmente impiegati nella costruzione di veicoli soddisfano al meglio l'esigenza di cui sopra. I profilati estrusi non sono idonei.

Se un controtelaio viene chiuso in diversi punti per formare uno scatolato, si deve prevedere un passaggio graduale dallo scatolato al profilato ad U. La lunghezza del passaggio deve corrispondere almeno a tre volte l'altezza del controtelaio (vedasi fig. 49)

Figura 49: passaggio dallo scatolato al profilato a U ESC-043



Le dimensioni da noi raccomandate per il controtelaio non esimono l'allestitore dal obbligo di effettuare un accurato controllo del controtelaio per accertarne l'idoneità .

In nessuna condizione di marcia o di carico deve essere superato il limite di snervamento, detto anche limite di allungamento o limite $\sigma_{0,2}$ -Si deve inoltre tenere conto dei coefficienti di sicurezza.

Coefficienti di sicurezza raccomandati:

- 2,5 con veicolo in marcia
- 1,5 a veicolo fermo sotto carico.

Per i limiti di snervamento dei diversi materiali per controtelai vedere la tabella 31.

Tabella 31: limiti di snervamento dei materiali per controtelai

No. materiale	Sigla materiale vecchia	Norma vecchia	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm ²]	Sigla materiale nuova	Norma nuova	Idoneità per autotelai/controtelai
1.0037	St37-2	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	non idoneo
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	buona idoneità
1.0971	QStE260N	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	solo per L2000 4x2, non per carichi concentrati
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	(S340MC)		non per carichi concentrati
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	(S380MC)		buona idoneità
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	buona idoneità
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	buona idoneità

I materiali S235JR (St37-2) e S260NC (QStE260N) non sono idonei, o solo in parte, per la realizzazione di controtelai. Essi sono quindi ammessi solamente per longheroni e traverse di controtelai sui quali gravano solo i carichi parziali dell'allestimento. Per rinforzare un telaio o in presenza di gruppi sottoposti a carico concentrato (ad es. sponde di carico, gru, verricelli) sono necessari materiali in acciaio con limite di snervamento $\sigma_{0,2} \geq 350$ N/mm².

Sui longheroni del telaio non devono trovarsi spigoli vivi. Gli spigoli vanno pertanto sbavati, arrotondati o smussati.

I veicoli della gamma F2000 possono presentare, a seconda del modello, del passo ruota e della versione, un'altezza dei longheroni di 270 mm anziché di 330 mm. In questo caso si dovrà impiegare un controtelaio di tipo continuo (eccezione: allestimenti autoportanti senza controtelaio, vedasi capitolo 5.2.2.4, e casse mobili, vedasi paragrafo 5.3.7 del presente capitolo). Le tabelle delle dimensioni dei longheroni all'inizio del capitolo 4 „Modifiche agli autotelai” riportano per ogni veicolo l'altezza prescritta per i longheroni.

Il controtelaio ed i longheroni del telaio devono raggiungere insieme almeno il momento d'inerzia della superficie e di resistenza pari a quella del longherone del telaio di 330 mm di altezza. La scelta tra il collegamento di tipo cedevole oppure rigido alle forze di taglio dipende dal tipo di allestimento. L'allestimento senza controtelaio è realizzabile a condizione che si rispettano le prescrizioni riportate al paragrafo 5.2.2.4 „Allestimenti autoportanti senza controtelaio” e che venga assicurato che la struttura dell'allestimento è in grado di supportare il sovraccarico.

La struttura del controtelaio non deve pregiudicare la libertà di movimento delle parti in movimento.

5.2.1 Configurazione del controtelaio

I seguenti veicoli richiedono un controtelaio di tipo continuo:

- L2000: tutti i modelli
- M2000L, M2000M modelli elencati nella tabella 32.

Tabella 32: modelli di veicolo che richiedono il controtelaio continuo

Tonnellate	Tipo	Tonnellate	Tipo	Tonnellate	Tipo
L2000		M2000L		M2000M	
8/9t	L20	12t	L70	14t	M31
	L21		L71		M32
	L22		L72		M33
	L23		L73		M34
	L33	14t	L74		
	L34		L75		
10t	L24		L76		
	L25		L77		
	L26		L79		
	L27		L80		
	L35	15/20t	L81		
L36	L82				
	L83				
	L84				
			L86		

Il longherone del controltaio deve avere un momento d'inerzia della superficie $\geq 100 \text{ cm}^4$.
I profilati corrispondenti a questo momento d'inerzia della superficie sono, ad esempio:

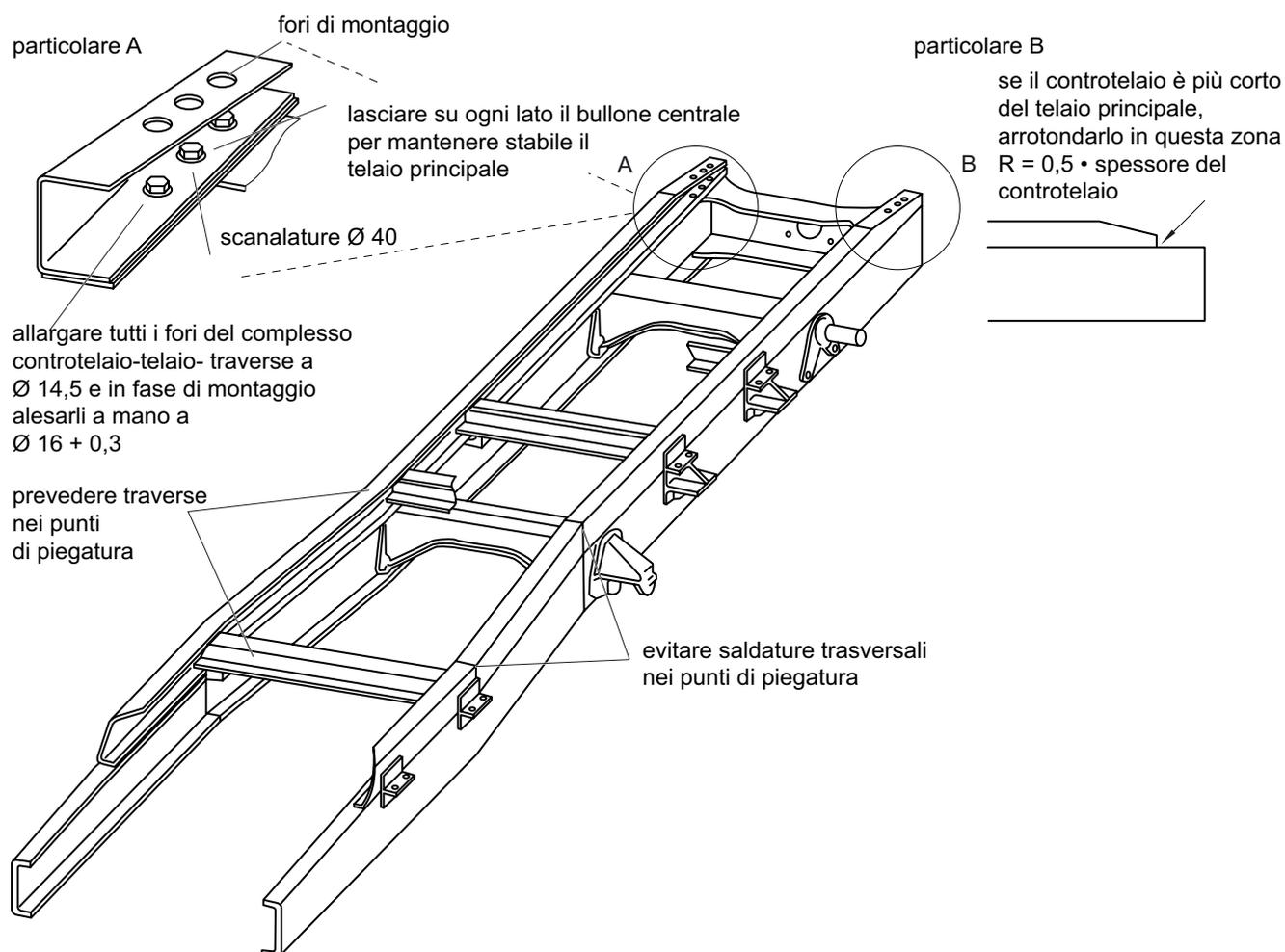
- U 90/50/6
- U 95/50/5
- U 100/50/5
- U 100/55/4
- U 100/60/4
- U 110/50/4.

Livello minimo di qualità S355J2G3 (= St 52-3) o altro materiale in acciaio con limite di snervamento $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ N/mm}^2$.
I materiali che presentano un limite di snervamento inferiore sono ammessi solamente per carichi parziali.

Le traverse del controltaio vanno possibilmente disposte sopra a quelle del telaio principale.

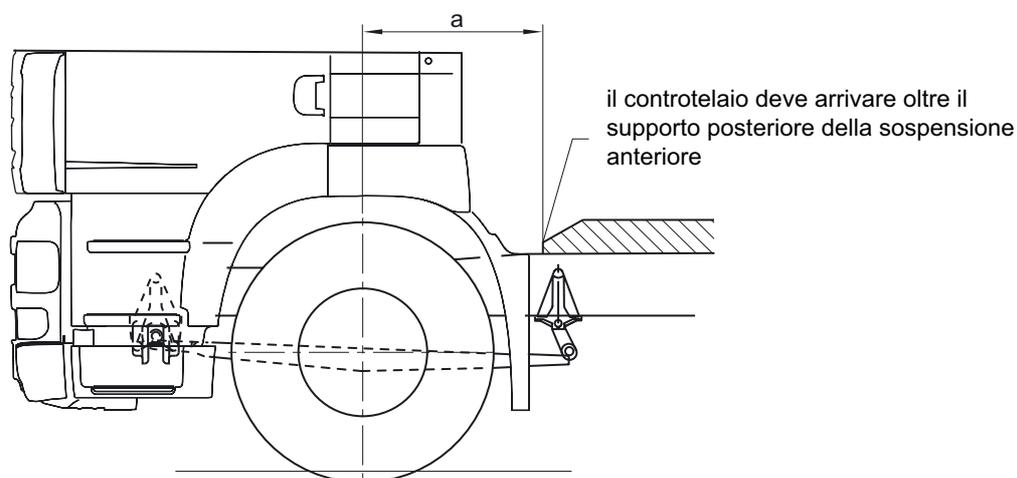
Per il montaggio del controltaio non si devono staccare gli elementi del telaio principale.

Figura 50: configurazione del controltaio ESC-096



I longheroni del controltaio devono estendersi il più possibile in avanti, superando almeno il supporto posteriore della sospensione anteriore (vedasi fig. 51). Con asse anteriore dotato di sospensione pneumatica consigliamo una distanza „a“ von $\leq 600 \text{ mm}$ tra centro ruota dell'asse anteriore e controltaio.

Figura 51: distanza del controltaio dalla mezzeria dell'asse anteriore ESC-097



Per poter rispettare le misure prescritte, il controltaio deve seguire il profilo del telaio principale e può presentare anteriormente una smussatura o incavi (esempi vedasi figg. 52 – 55).

Figura 52: controltaio con smussatura anteriore ESC-030

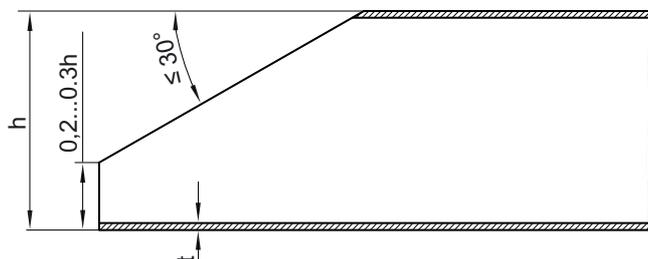


Figura 53: controltaio con incavo anteriore ESC-031

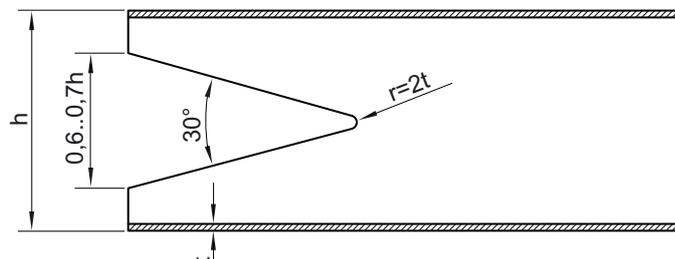


Figura 54: adattamento del controltaio mediante divaricazione ESC-098

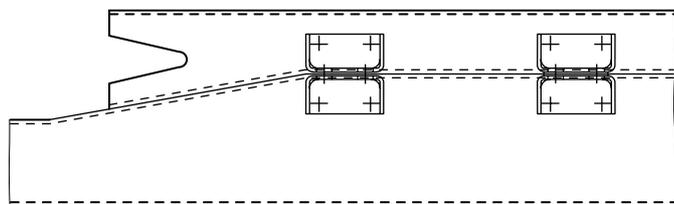
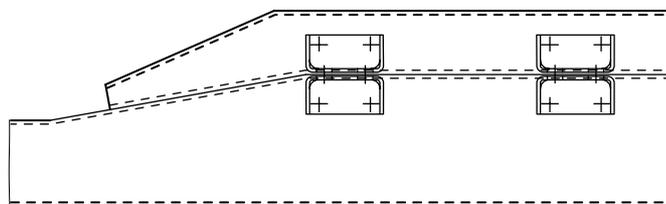


Figura 55: adattamento del controltaio mediante smussatura ESC-099



5.2.2 Fissaggio del controtelaio e dell'allestimento

Il controtelaio ed il telaio principale possono essere collegati in modo che il collegamento risulti cedevole oppure rigido alle forze di taglio. A seconda del tipo di allestimento possono essere possibili oppure necessari contemporaneamente entrambi i tipi di collegamento (in tal caso si parla di collegamento parzialmente rigido alle forze di taglio e si indica la lunghezza e la zona del collegamento rigido). La scelta tra i due tipi di collegamento è condizionata dalla resistenza. Si dovranno prevedere collegamenti rigidi alle forze di taglio quando il collegamento cedevole non è più sufficiente.

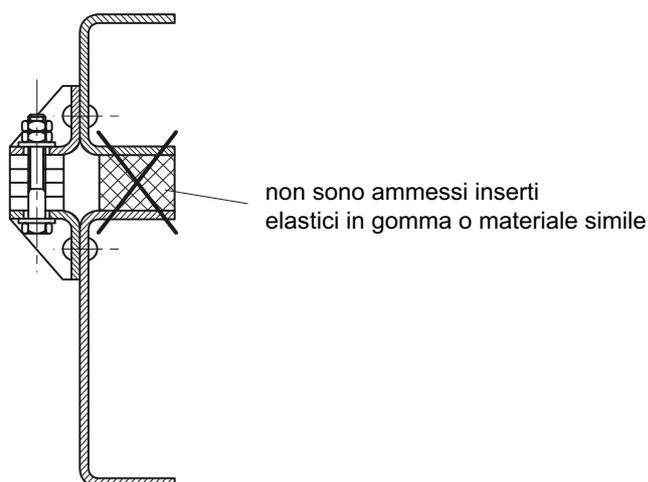
Il „postulato di Steiner“ è applicabile all'insieme di telaio principale e controtelaio solo in caso di collegamento rigido alle forze di taglio. Con il suo aiuto è possibile determinare il momento di inerzia dell'intera struttura composta da telaio principale e controtelaio.

Le mensole di fissaggio montate o fornite da MAN sono previste solo per il montaggio di cassoni e furgonature. Non si può escludere che siano idonee anche per altri allestimenti; in tal caso si dovrà comunque verificare la sufficiente resistenza per il montaggio di attrezzature quali apparecchiature di lavoro e macchine operatrici, sistemi di sollevamento, cisterne, ecc..

La trasmissione delle forze dall'allestimento al controtelaio – in particolare il fissaggio dell'allestimento rispetto al telaio nel suo complesso – nonché i rispettivi collegamenti con il telaio principale rientrano nell'ambito di responsabilità dell'allestitore.

Non sono ammessi tasselli in legno o inserti in materiale elastico tra telaio principale e controtelaio o tra telaio principale ed allestimento (vedasi fig. 56). Eccezioni sono possibili solo dopo avere interpellato il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Figura 56: inserti elastici ESC-026



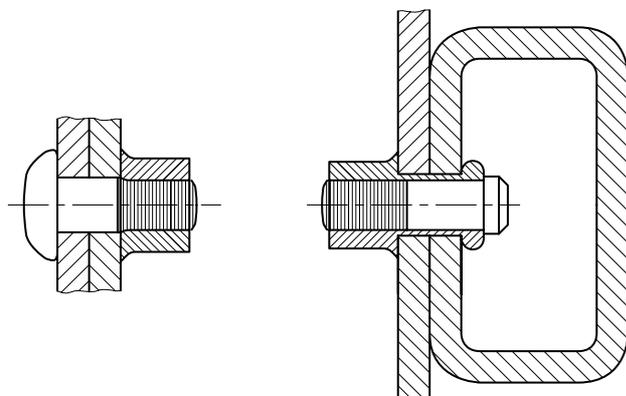
5.2.2.1 Collegamenti filettati e chiodati

Sono ammessi collegamenti a vite con classe di resistenza minima di 10.9 e sicura meccanica. MAN consiglia viti e dadi nervati. Il materiale del dado deve corrispondere a quello della vite. Si deve rispettare la coppia di serraggio in base alle indicazioni del produttore.

È altresì ammesso l'impiego di rivetti ad elevata resistenza (p.es. Huck,-BOM® o prigionieri con anello elastico), se utilizzati in conformità con le indicazioni del produttore. La chiodatura deve corrispondere come minimo al collegamento filettato per quanto riguarda l'esecuzione e la resistenza.

È consentito anche l'impiego di viti flangiate che però non sono state ancora sperimentate da MAN. MAN fa presente che questo tipo di viti richiede grandissima precisione di montaggio, poiché esse non sono dotate di sicura antisvitamento. Ciò vale in particolare per limitate lunghezze di unione.

Figura 57: chiodatura in profilati aperti e chiusi ESC-157



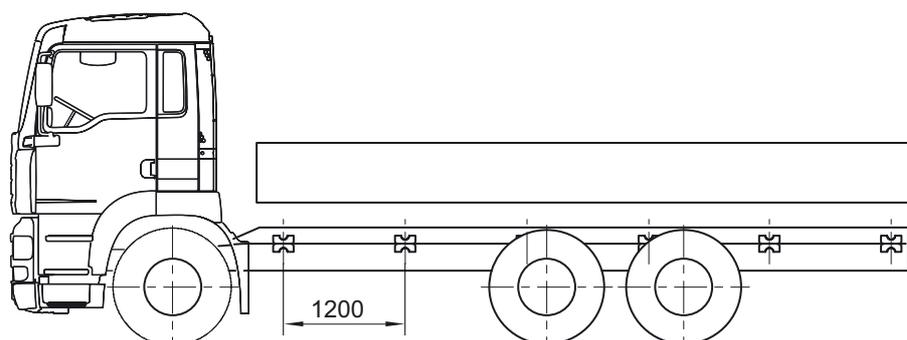
5.2.2.2 Collegamento cedevole alle forze di taglio

I collegamenti cedevoli alle forze di taglio sono accoppiamenti di forza o per attrito e consentono, a determinate condizioni, un movimento relativo tra telaio principale e controtelaio. Tutti gli allestimenti o controtelai imbullonati sul telaio principale per mezzo di mensole di fissaggio hanno un collegamento cedevole alle forze di taglio. Anche in caso di utilizzo di piastre di contenimento, detti collegamenti si considerano innanzitutto cedevoli alle forze di taglio. Questo tipo di collegamento può essere riconosciuto come rigido alle forze di taglio soltanto dopo che ne è stata comprovata l' idoneità tramite calcolo.

In caso di collegamento cedevole alle forze di taglio si dovranno anzitutto utilizzare i punti di fissaggio già previsti sull'autotelaio. Se questi fossero non sufficienti o non utilizzabili per motivi costruttivi, si dovranno prevedere fissaggi supplementari in punti appropriati. Se bisogna praticare fori supplementari nel telaio, si dovrà tenere conto delle indicazioni contenute nel capitolo 4 „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Fori, collegamenti filettati e chiodature al telaio“.

Il numero dei fissaggi deve essere stabilito in modo che tra un fissaggio e l'altro non vi sia un interasse maggiore di 1200mm (vedasi fig. 58).

Figura 58: distanza tra i fissaggi del controtelaio e dell'allestimento ESC-100



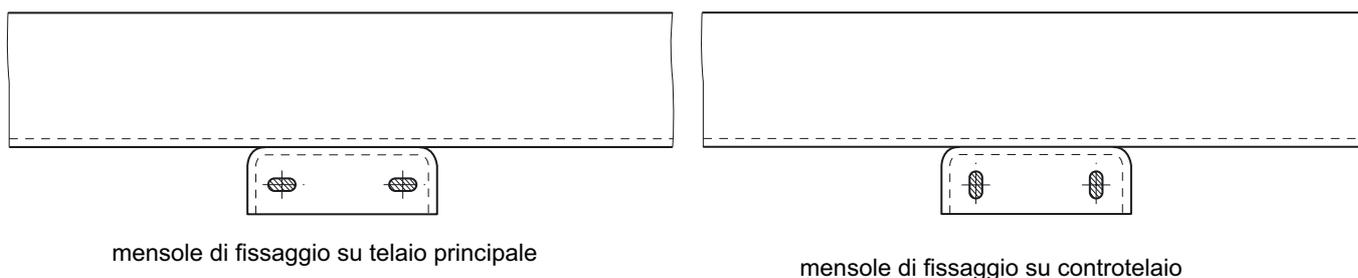
Se MAN fornisce mensole di fissaggio separatamente o già montate sul veicolo, l'allestitore non può ritenersi esonerato dall'obbligo di verificare se il numero e la disposizione dei fori sono corretti o sufficienti per l'allestimento previsto.

Le mensole di fissaggio sui veicoli MAN presentano asole longitudinali al veicolo (vedasi fig. 59).

Queste asole compensano le tolleranze e, nel caso di collegamenti cedevoli alle forze di taglio, consentono l'inevitabile movimento longitudinale tra telaio principale e controtelaio o tra telaio e allestimento.

Per compensare le distanze in larghezza, le mensole di fissaggio del controtelaio possono essere analogamente dotate di asole che però devono essere disposte in senso trasversale alla direzione longitudinale del veicolo (vedasi fig. 59).

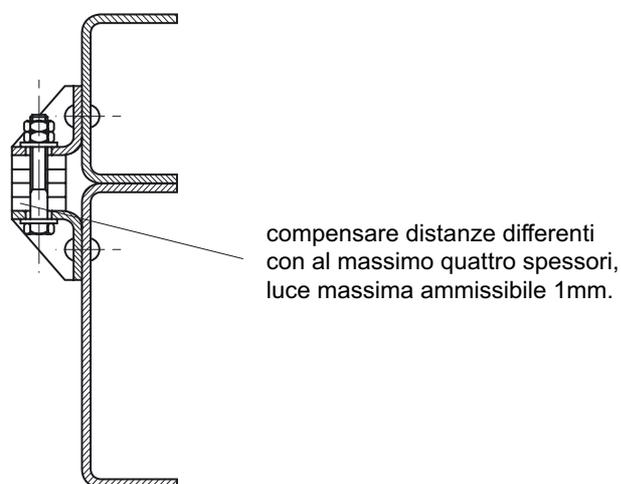
Figura 59: mensole di fissaggio con asole longitudinali ESC-038



La diversa distanza (luce) tra le mensole di fissaggio del telaio principale e del controtelaio deve essere compensata mediante l'interposizione di spessori corrispondenti (vedasi fig. 60). Gli spessori devono essere in acciaio.

E' sufficiente la qualità S235JR (= St37-2). Non si devono impiegare più di quattro spessori per uno stesso punto di fissaggio.

Figura 60: spessori per le mensole di fissaggio ESC-028



Se c'è il rischio che le viti di fissaggio si allentino, dovranno essere impiegate viti con lunghezza di circa 100 – 120mm. Questo accorgimento riduce il rischio di allentamento in quanto le viti più lunghe hanno una maggiore capacità di allungamento (valore assoluto). In caso di impiego di viti lunghe in combinazione con mensole di fissaggio normali è necessario inserire delle bocche distanziatrici (vedasi fig. 62).

Il fissaggio rappresentato in fig. 63 viene consigliato per allestimenti di tipo rigido. In caso di torsioni esterne del telaio, questo tipo di fissaggio consente un limitato e controllato sollevamento dell'allestimento.

Dimensioni consigliate per le viti:

- per il modello L2000: M12 x 1,5
- per tutti gli altri modelli: M14 x 1,5 oppure M16 x 1,5.

Collegamenti filettati: vedasi anche il capitolo 4 „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Fori, collegamenti filettati e chiodature al telaio“. Il materiale dei dadi deve corrispondere a quello delle viti. I dadi vanno bloccati. I dadi autobloccanti possono essere utilizzati una sola volta.

Figura 61: angolare di fissaggio per viti lunghe ESC-018

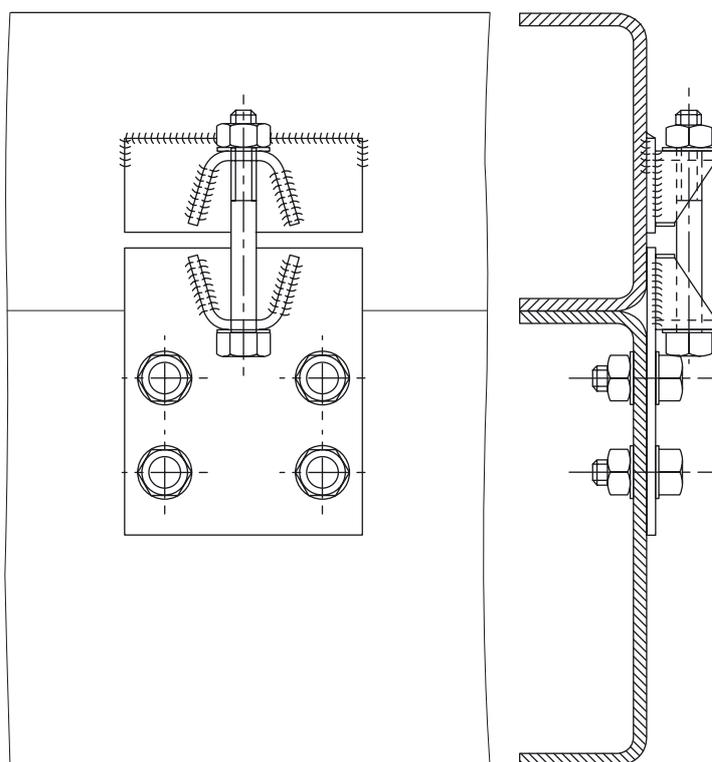


Figura 62: boccole distanziatrici per viti lunghe ESC-035

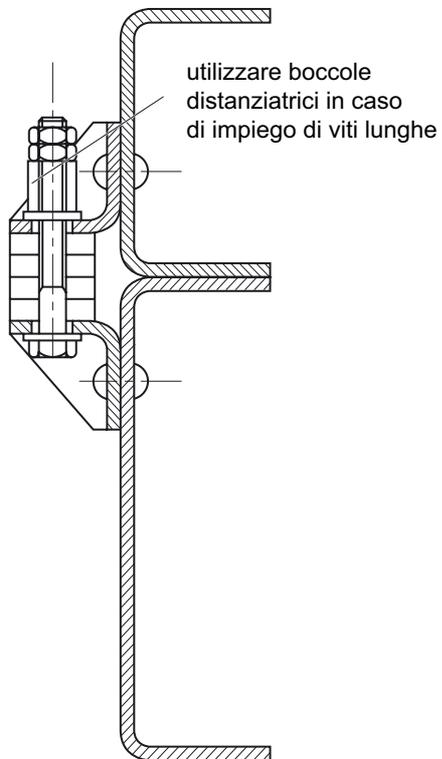


Figura 63: viti lunghe con molle a tazza ESC-101

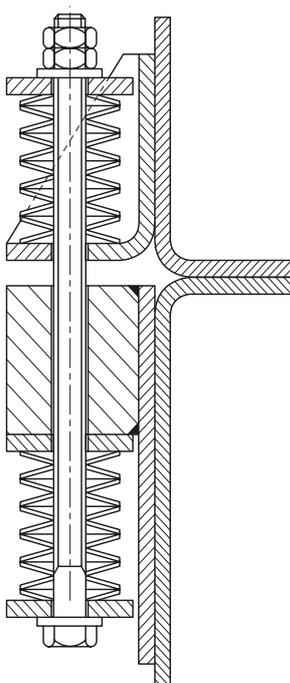


Figura 64: fissaggio del controtelaio con tiranti ESC-010

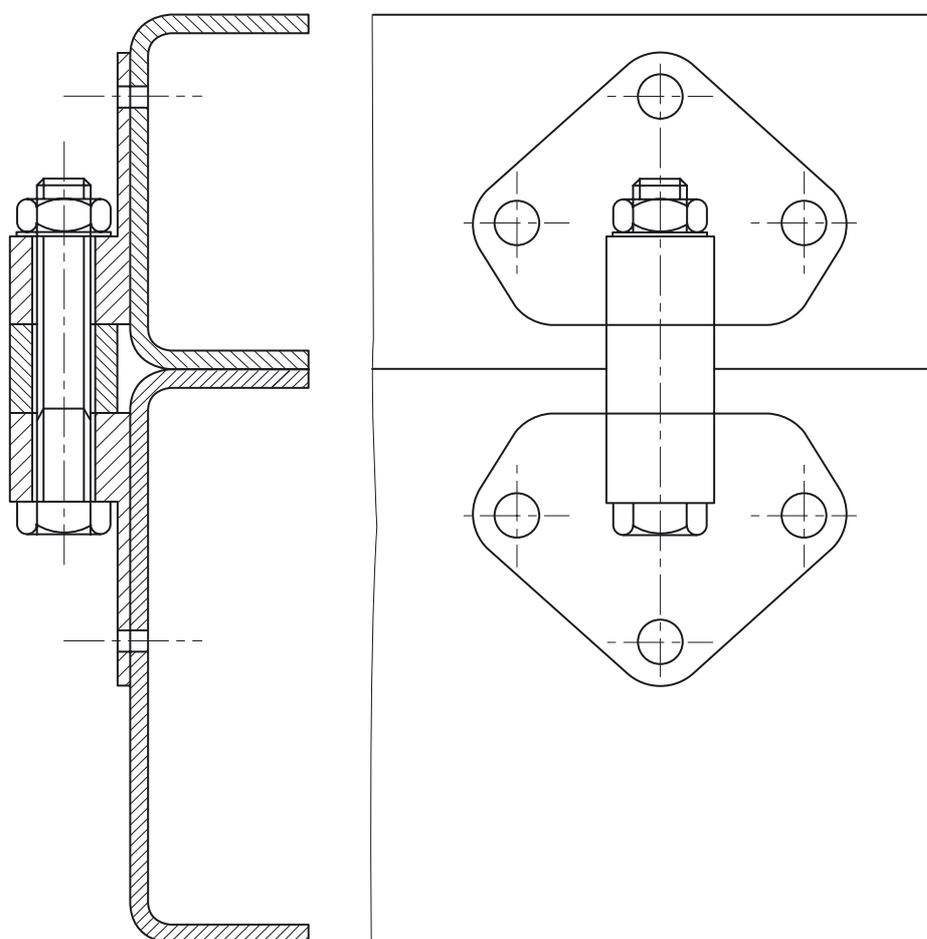


Figura 65: fissaggio con staffa ESC-123

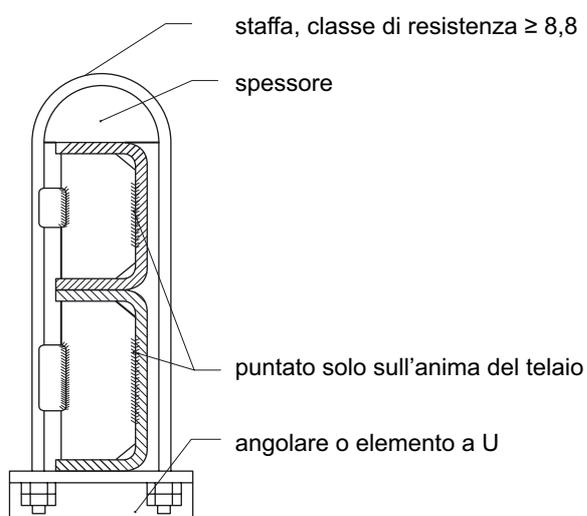


Figura 66: fissaggio doppio ESC-027

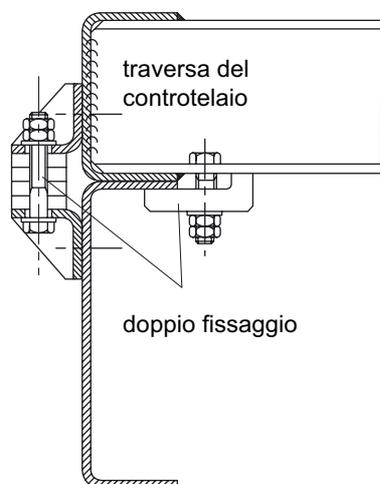
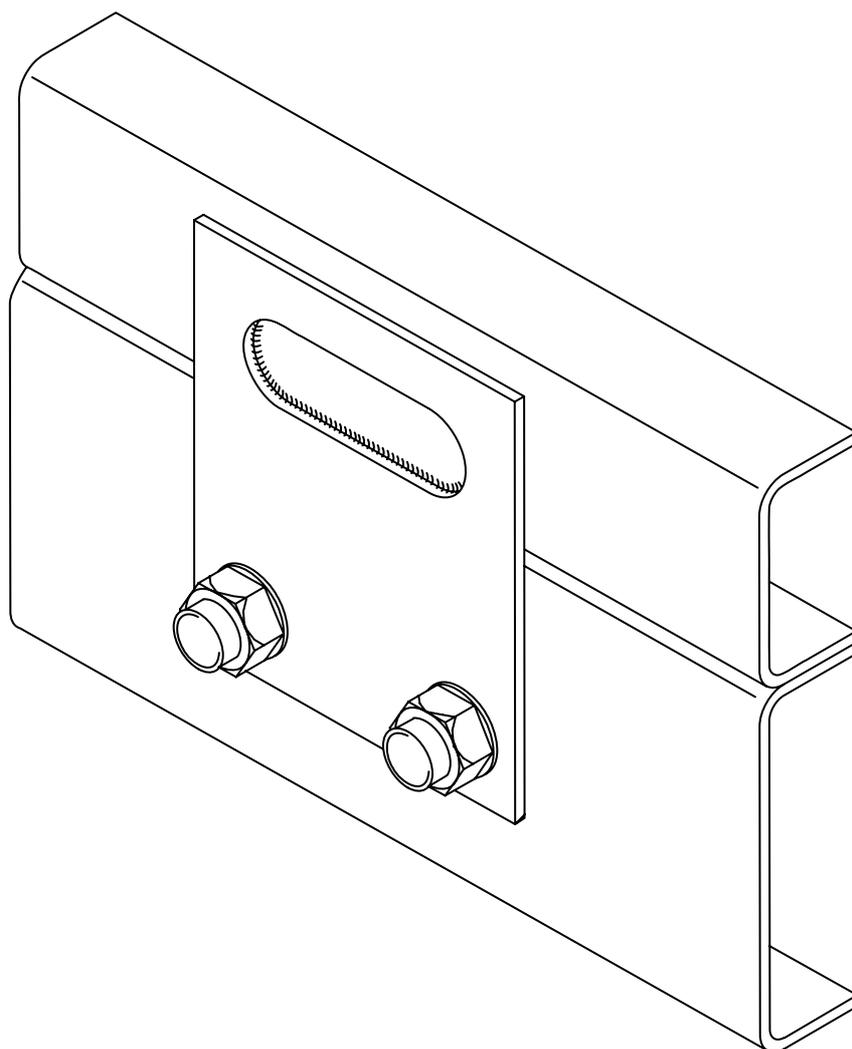


Figura 67: fissaggio del controltaio mediante saldatura ESC-025



5.2.2.3 Collegamento rigido alle forze di taglio

Nei collegamenti rigidi alle forze di taglio non sono più possibili movimenti relativi tra telaio principale e controtelaio. Il controtelaio segue di conseguenza tutti i movimenti del telaio principale. I collegamenti rigidi alle forze di taglio devono essere adottati quando quelli cedevoli non sono sufficienti oppure quando il controtelaio in caso di collegamento cedevole dovrebbe presentare sezioni con dimensioni eccessive. Se il collegamento rigido alle forze di taglio è perfetto, in sede di calcolo il profilato del telaio principale e quello del controtelaio vengono considerati nella zona del collegamento rigido come un unico profilato.

Le mensole di fissaggio fornite dalla fabbrica non sono rigide alle forze di taglio. Lo stesso vale anche per altri collegamenti realizzati quali collegamenti di forza o per attrito. Solo i mezzi di collegamento per gli accoppiamenti geometrici sono rigidi alle forze di taglio; tali mezzi di collegamento per accoppiamenti geometrici sono rivetti o viti, le ultime però soltanto se il gioco nel foro è $\leq 0,2$ mm. Dovranno comunque essere sempre previste viti a gambo pieno con qualità minima 10.9. Per i tipi di collegamento filettati ammessi vedasi anche il capitolo 4 „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Fori, collegamenti filettati e chiodature al telaio“.

Le pareti dei fori non devono venire a contatto con il filetto delle viti (vedasi fig. 68). Data la ridotta lunghezza per il bloccaggio, possono essere impiegate boccole distanziatrici, come rappresentato nelle figure 68 – 70.

Figura 68: contatto del filetto della vite con la parete del foro ESC-029

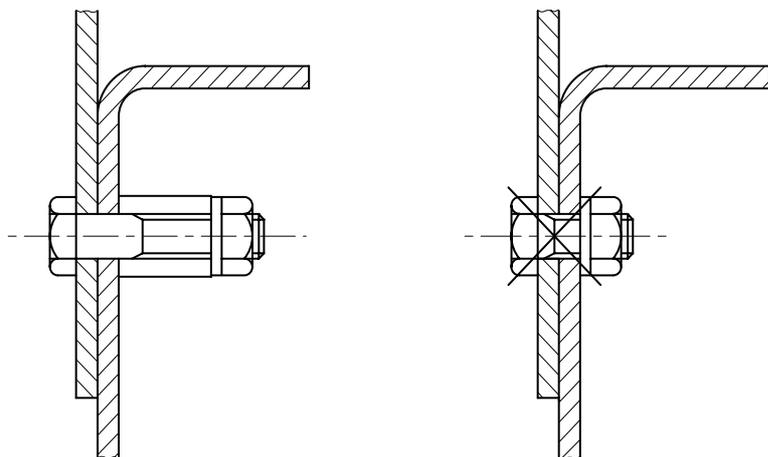


Figura 69: montaggio della piastra di contenimento

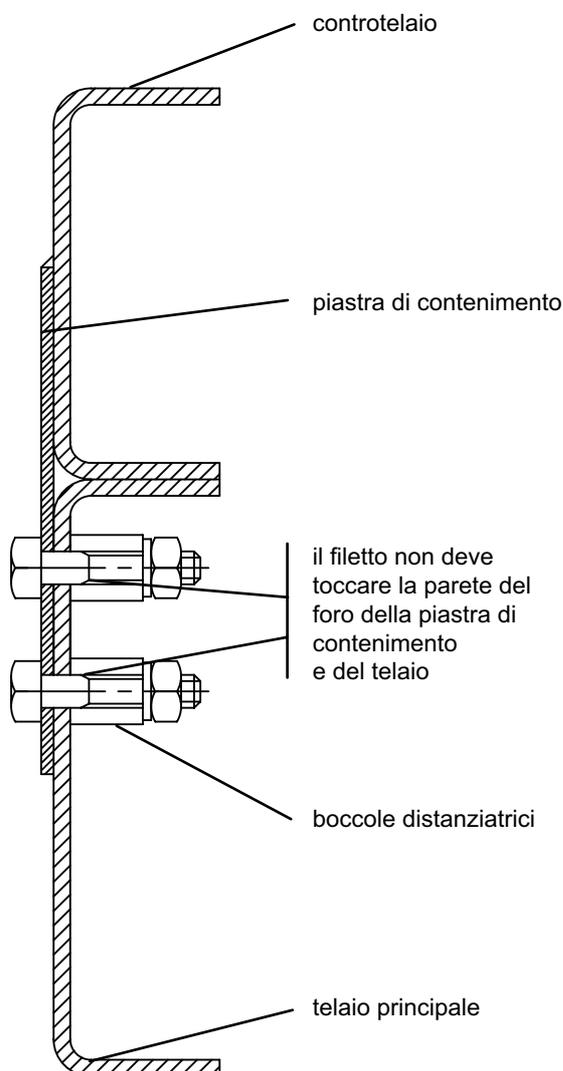
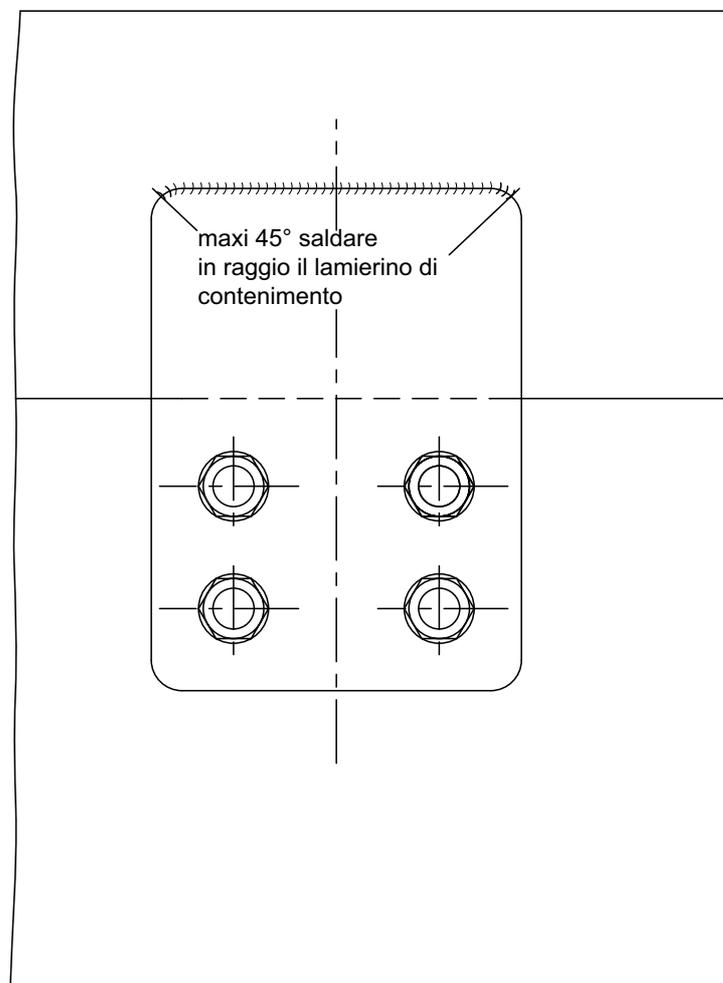


Figura 70: montaggio della piastra di contenimento, piastra di contenimento lunga ESC-019 con viti ESC-037



Se per il collegamento rigido alle forze di taglio vengono utilizzati i fori presenti nel telaio e se il diametro dei fori non è compatibile con quello delle viti tenendo conto della tolleranza richiesta di $\leq 0,2\text{mm}$, si dovrà utilizzare il diametro immediatamente superiore della filettatura normale.

Esempio:

Se il foro presenta un diametro di $\varnothing 15$, lo si allarga al diametro di $\varnothing 16 +0,2$ e si sceglie una vite della grandezza M16 x 1,5.

Le piastre di contenimento possono essere costituite da un unico pezzo per lato del telaio, tuttavia sono preferibili piastre singole. Il loro spessore deve corrispondere allo spessore dell'anima del telaio, è ammessa una tolleranza di + 1mm. Le piastre di contenimento vanno applicate solo nei punti dove sono assolutamente necessarie al fine di pregiudicare il meno possibile la capacità torsionale del telaio.

L'inizio, la fine e la lunghezza necessaria di un collegamento rigido alle forze di taglio possono essere determinati mediante calcolo. In base al calcolo deve essere predisposto anche il fissaggio. Per gli altri punti di fissaggio al di fuori della zona di collegamento rigido alle forze di taglio possono essere scelti altri fissaggi appropriati (vedasi paragrafo 5.2.2.2 „Collegamento cedevole alle forze di taglio“).

5.2.2.4 Allestimenti autoportanti senza controtelaio

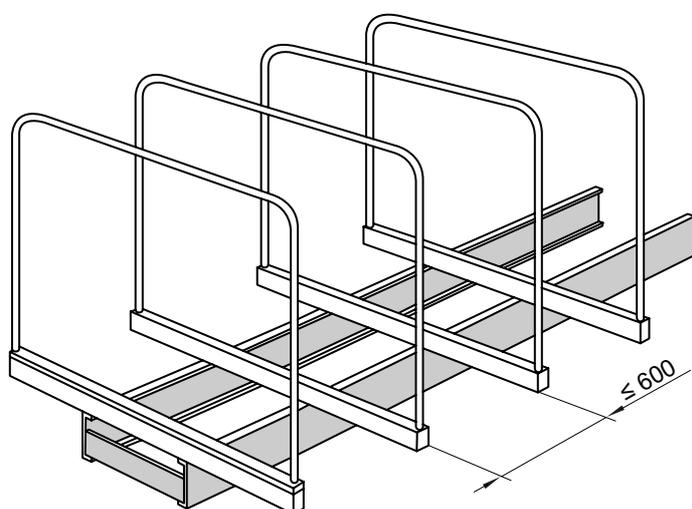
Il controtelaio non è necessario in presenza di

- un momento resistente sufficiente (influisce sulla sollecitazione alla flessione)
- un momento d'inerzia sufficiente (influisce sulla flessione).

Se l'allestimento è di tipo autoportante e non vi sono carichi concentrati o carichi in coda (ad es. sponde di carico, carichi su ganci), si può eventualmente rinunciare al controtelaio se la distanza tra le traverse dell'allestimento non supera i 600mm (vedasi fig. 71).

Solo nell'area degli assi posteriori è ammesso superare questa quota.

Figura 71: distanza tra le traverse dell'allestimento in assenza di controtelaio ESC-001

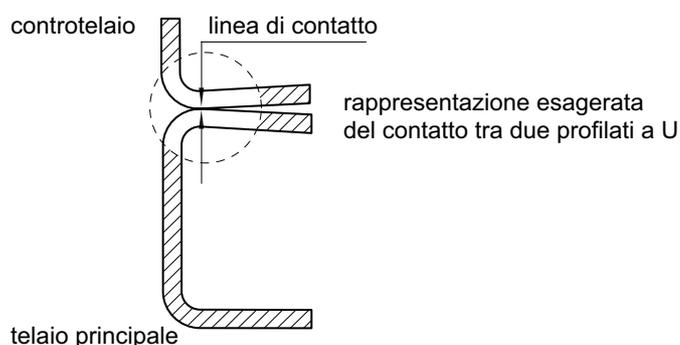


Anche la struttura senza controtelaio deve garantire il libero accesso ai bocchettoni di riempimento del carburante ed eventualmente dell'acqua con urea (AdBlue®), come a tutti gli accessori montati sul telaio (p.es. dispositivo di sollevamento della ruota di scorta, vano batterie).

Gli appoggi sul telaio le lunghezze minime richieste sono calcolate in base alla „pressione specifica di contatto di Hertz sulle superfici“, partendo dalla „linea di contatto di due cilindri“ e non dalla „linea di contatto di un cilindro su un piano“.

La fig. 72 illustra la deformazione volutamente pronunciata di due profilati a U sovrapposti. Un esempio di calcolo è riportato nel capitolo 9 „Calcoli“.

Figura 72: deformazione di due profilati a U ESC-120



Valori di resistenza sufficienti non forniscono di per se alcuna garanzia di funzionamento perfetto (ad es. diverso comportamento degli allestimenti in lega di alluminio).

Negli allestimenti senza controtelaio non si possono escludere problemi dovuti a vibrazioni. MAN non si pronuncia sul comportamento vibrazionale di veicoli con allestimenti senza controtelaio, in quanto le vibrazioni dipendono dall'allestimento e dal relativo collegamento con il veicolo. In caso di vibrazioni inammissibili dovrà esserne eliminata la causa. Eventualmente si dovrà montare a posteriori il controtelaio.

5.3 Allestimenti speciali

5.3.1 Controllo dell'allestimento

Per le verifiche agli allestimenti speciali il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") può eseguire controlli della resistenza e della rigidità alla flessione su base di calcolo, qualora vengano forniti tutti i dati necessari.

Per eseguire il calcoli serve una documentazione dell'allestimento in duplice copia.

Oltre ai disegni dell'allestimento, la documentazione deve comprendere i seguenti elementi:

- carichi e relativi punti di applicazione:
 - forze
 - dimensioni
 - calcolo del carico gravante sugli assi
- condizioni di impiego:
 - su strada
 - fuoristrada ecc.
 - merce da trasportare
- controtelaio:
 - materiali e sezioni
 - dimensioni
 - tipo dei profilati
 - qualità
 - disposizione delle traverse
 - particolarità della configurazione
 - variazioni di sezione
 - rinforzi supplementari
 - piegature ad angolo retto, ecc.
- elementi di collegamento:
 - posizione
 - tipo
 - dimensioni
 - numero.

5.3.2 Allestimenti girevoli

L'allestimento con carrello girevole, paragonabile ad una ralla per semirimorchio, richiede sempre il controtelaio. In questo caso si dovrà sempre verificare che il collegamento del controtelaio con l'autotelaio sia perfetto.

La posizione del fulcro di rotazione del carrello girevole posteriore al centro teorico dell'asse posteriore deve essere controllata in funzione alla ripartizione del carico gravante sugli assi e alle caratteristiche di marcia. Il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") fornisce tutte le informazioni necessarie.

Pubblicazioni:

- direttive per la verifica di veicoli per il trasporto di legname in tronchi in rif. al § 43 StVZO
- direttive delle associazioni di categoria per il trasporto di legname in tronchi (ZH 1/588).

5.3.3 Allestimenti a cisterna

5.3.3.1 Generalità

A seconda del tipo di merce da trasportare, i veicoli devono essere allestiti in base alle disposizioni, direttive e normative nazionali. In Germania gli incaricati del controllo tecnico (DEKRA, TÜV) forniscono informazioni sul trasporto di merci pericolose (ai sensi del regolamento ADR).

5.3.3.2 Fissaggio dell'allestimento, supporti

Le cisterne ed i container vanno montati su un controtelaio di tipo continuo, con limite di snervamento $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ N/mm}^2$ (ad es. S355J2G3 = St52-3, vedere anche tabella 31: limiti di snervamento dei materiali per controtelai).

Le condizioni per deroghe autorizzate sono descritte nel successivo paragrafo „Allestimenti a cisterna senza controtelaio“.

Il collegamento dell'allestimento con l'autotelaio deve essere realizzato nella zona anteriore in modo da non pregiudicare eccessivamente la capacità torsionale del telaio.

Ciò può essere ottenuto con un supporto anteriore cedevole alla torsione, ad es. quale

- supporto oscillante (fig. 73)
- supporto elastico (fig. 74).

Figura 73: supporto anteriore oscillante ESC-103

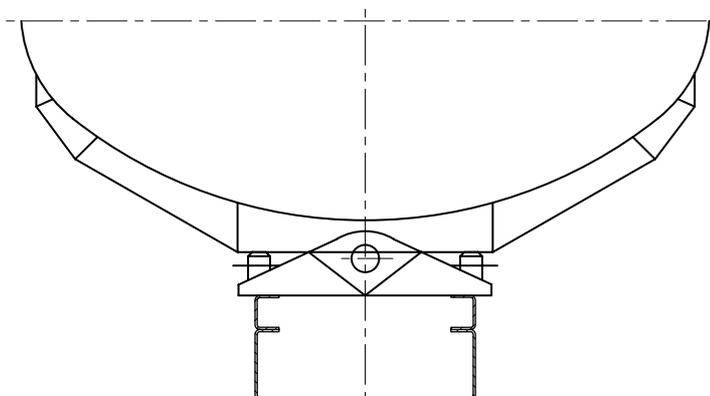
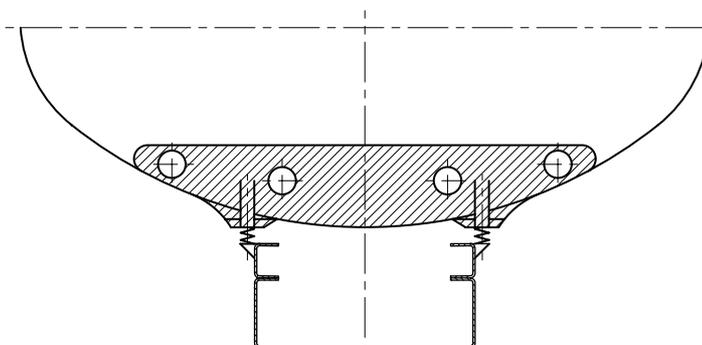


Figura 74: supporto anteriore elastico ESC-104



Il punto di supporto anteriore deve trovarsi più vicino possibile al centro dell'asse anteriore (vedasi fig. 75).

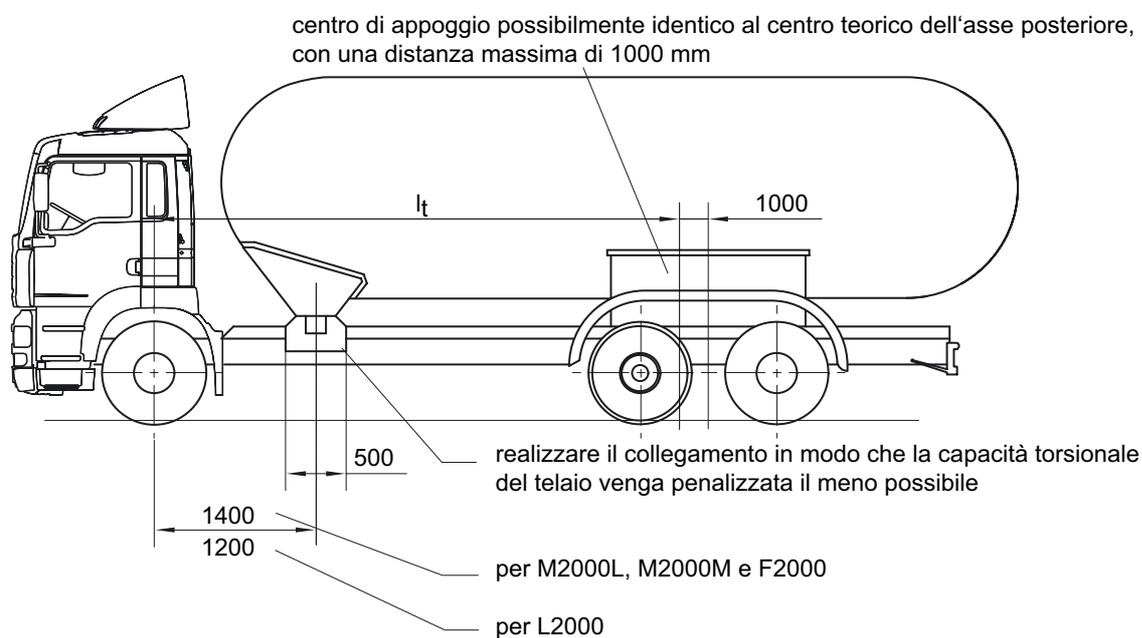
Nella zona del centro teorico dell'asse posteriore deve essere previsto l'appoggio a rigidità trasversale dell'allestimento.

In questo punto occorre inoltre assicurare un collegamento al telaio di sufficiente dimensione e superficie.

La distanza tra il centro teorico dell'asse posteriore e il centro del supporto deve essere $< 1000\text{mm}$ (vedasi fig. 75).

Centro teorico dell'asse posteriore vedasi capitolo „Generalità „.

Figura 75: disposizione dei supporti di cisterne e silos ESC-004



Dopo aver montato l'allestimento si deve assolutamente controllare se si manifestano vibrazioni o altri fenomeni negativi per le caratteristiche di marcia del veicolo. Le vibrazioni possono essere ridotte mediante un'esatta progettazione del controtelaio ed un'esatta disposizione dei supporti della cisterna.

5.3.3.3 Allestimenti a cisterna senza controtelaio

Previo rispetto delle condizioni qui descritte, gli allestimenti a cisterna senza controtelaio sono autorizzati in caso di supporto in due/tre punti per lato del telaio.

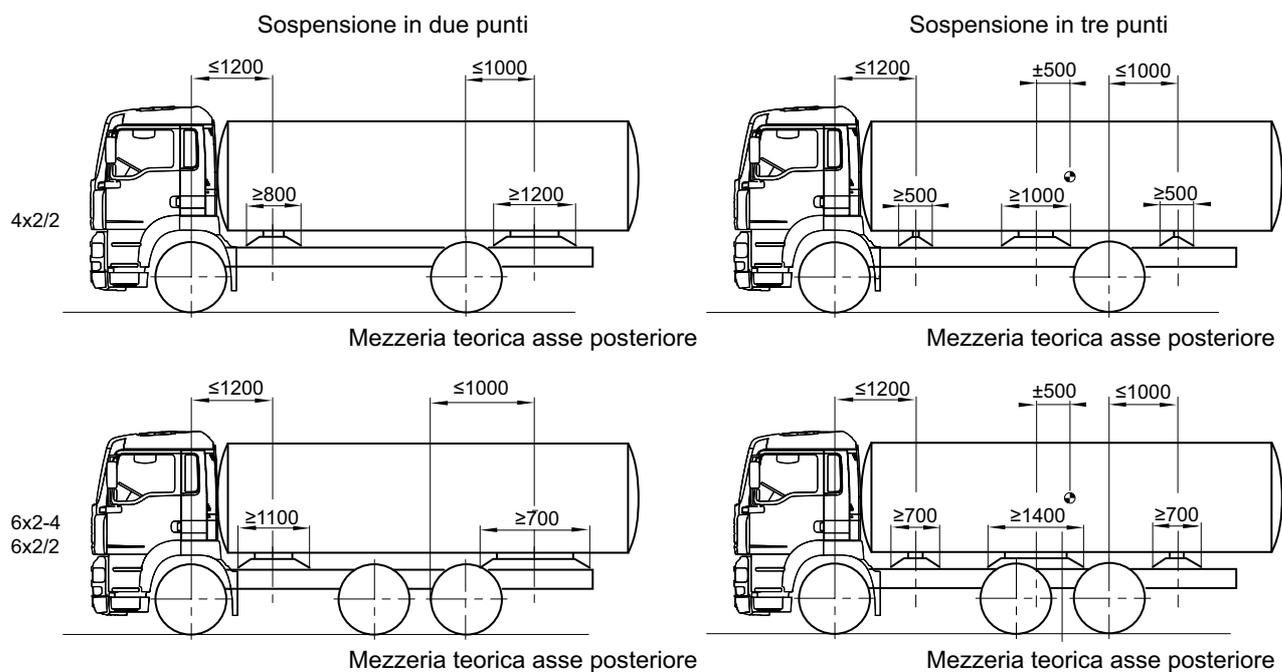
Tutti i supporti devono essere sistemati rispettando le distanze indicate. In caso di superamento delle distanze, possono verificarsi flessioni del telaio inammissibili con conseguente necessità di montare un controtelaio di tipo continuo (vedere sopra).

Tabella 33: autotelai senza controtelaio per allestimenti a cisterna con supporto in due/tre punti

Gamma	Modello*	Formula assi	Sospensione	Passo ruota [mm]
M2000L	L74	4x2/2	balestra-balestra	3.575 ... 4.250
	L76		balestra-molla ad aria	"
	L79		pneum. integrale	"
	L81		balestra-balestra	"
	L84		balestra-molla ad aria	"
	L86		pneum. integrale	"
	L87		balestra-balestra	"
	L88		balestra-molla ad aria	"
	L89		pneum. integrale	"
M2000M	M38	4x2/2	balestra-balestra	"
	M39		balestra-molla ad aria	"
	M40		pneum. integrale	"
F2000	T31	4x2/2	balestra-balestra	3.800 ... 4.500
	T32		balestra-molla ad aria	"
	T33		pneum. integrale	"
	T36	6x2/2	balestra-molla ad aria	4.100 ... 4.600 ... 1.350
	T37	6x2-4	pneum. integrale	"

* Abbinamento modelli vedasi capitolo „Generalità“.

Figura 76: requisiti per il supporto cisterne senza controtelaio ESC-311



5.3.4 Cassoni ribaltabili

I cassoni ribaltabili richiedono un autotelaio appositamente progettato per il loro impiego specifico. La gamma dei veicoli MAN comprende autotelai idonei a questo tipo di allestimento, contrassegnati dalla lettera „K“ aggiunta alla denominazione del tipo, ad es. 19.364 FLK. Gli autotelai per cassoni ribaltabili forniti dalla fabbrica non richiedono interventi supplementari purché sia garantito il rispetto dei seguenti punti:

- massa complessiva ammessa
- carichi ammessi sugli assi
- lunghezza del cassone ribaltabile di serie
- sbalzo di serie del telaio
- sbalzo di serie del veicolo
- angolo massimo di ribaltamento laterale o posteriore di 50° .

Se i cassoni ribaltabili vengono montati su autotelai normali, vale a dire non configurati per questo tipo di allestimento, occorre dotare detti autotelai dei componenti di un analogo ribaltabile MAN. Ad esempio, le sospensioni a balestra dei trattori per semirimorchi non sono idonee per veicoli dotati di cassone ribaltabile. Sull'asse posteriore è obbligatorio montare uno stabilizzatore se vengono superate le lunghezze di serie dei cassoni ribaltabili.

Tutti i ribaltabili richiedono un controtelaio di tipo continuo in acciaio con limite di snervamento minimo $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ N/mm}^2$ (ad es. S355J2G3 = St52-3, per i dati tecnici dei materiali in acciaio impiegati nella costruzione di veicoli vedasi tabella 31: - „Limiti di snervamento dei materiali per controtelai“ del presente capitolo).

Sui veicoli con sospensione pneumatica deve essere assicurato che in fase di ribaltamento la sospensione venga abbassata (a 5-10 mm dalla battuta di fine corsa) al fine di garantire una migliore stabilità . In fabbrica si può ordinare un sistema di abbassamento automatico che entra in funzione al momento dell'attivazione della presa di forza. La regolazione tramite il telecomando ECAS consente come sempre di regolare l'altezza del veicolo.

ATTENZIONE: gli autotelai con sospensione pneumatica della gamma L2000 non sono approvati per il montaggio di cassoni ribaltabili (abbinamento modelli vedasi capitolo „Generalità „).

Il collegamento tra telaio principale e controtelaio è di competenza dell'allestitore. Nel controtelaio vanno integrati i cilindri idraulici ed i supporti di ribaltamento, poiché il telaio del veicolo non è adatto ad assorbire carichi concentrati. I carichi concentrati, che si manifestano durante il ribaltamento nella zona del cilindro idraulico, devono essere considerati in sede di progettazione del controtelaio.

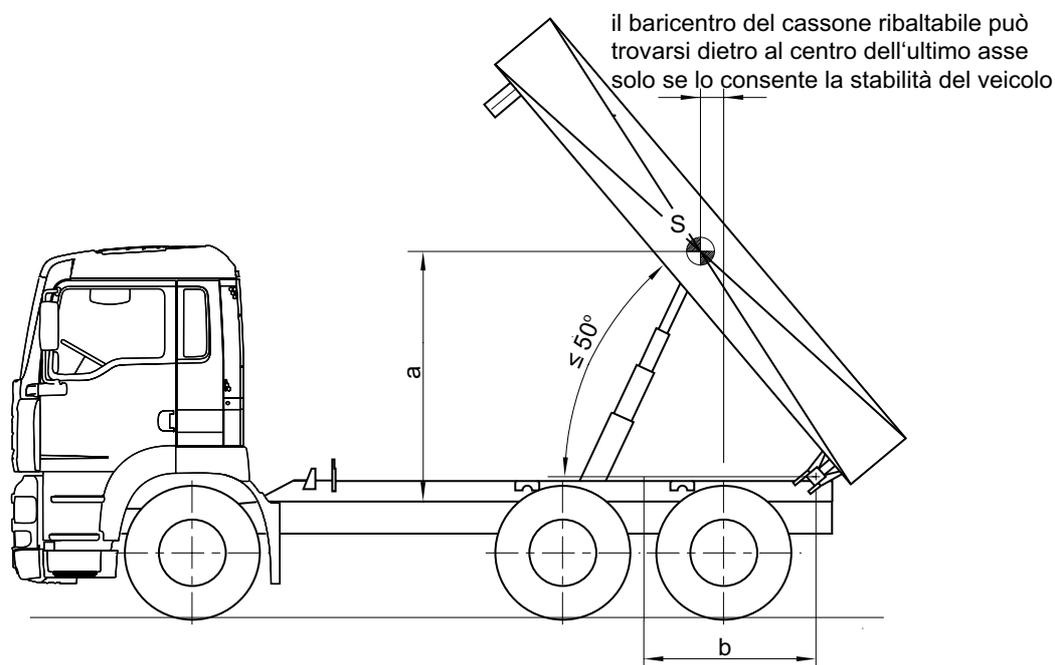
Vanno rispettati i seguenti punti:

- angolo di ribaltamento laterale o posteriore $\leq 50^\circ$,
- durante il ribaltamento posteriore il baricentro del cassone ribaltabile con carico può trovarsi dietro il centro dell'ultimo asse soltanto se lo consente la stabilità del veicolo,
- i supporti posteriori di ribaltamento devono trovarsi il più vicino possibile al centro teorico dell'asse posteriore. Durante il ribaltamento l'altezza del baricentro del cassone ribaltabile con carico (uniformemente distribuito) non deve superare la quota „a“ (vedasi tabella 34 e la fig. 77),
- i supporti posteriori di ribaltamento non possono superare la distanza „b“ (vedasi tabella 34 e la fig. 77) tra il centro del supporto ed il centro teorico dell'asse posteriore (per centro teorico dell'asse posteriore vedasi capitolo „Generalità „).

Tabella 34: ribaltabili – altezze massime del baricentro e distanza cassone ribaltabile

Veicolo (definizione modello vedasi capitolo „Generalità“)	Quota „a“ [mm]	Quota „b“ [mm]
L2000	≤ 1.600	≤ 1.000
veicoli a due assi M2000L, M2000M, F2000, E2000	≤ 1.800	≤ 1.100
veicoli a tre assi F2000, E2000, 6x2, 6x4, 6x6	≤ 2.000	≤ 1.250
veicoli a quattro assi F2000, E2000, 8x4, 8x6, 8x8	≤ 2.000	≤ 1.250

Figura 77: ribaltabili – altezza massima del baricentro e centro del supporto di ribaltamento ESC-105



A causa alle condizioni succitate, la lunghezza del cassone ribaltabile risulta limitata nei ribaltabili trilaterali e posteriori. I ribaltabili bilaterali possono essere invece progettati con una lunghezza pressoché uguale a quella dei pianali di carico purché ne sia garantita la stabilità .

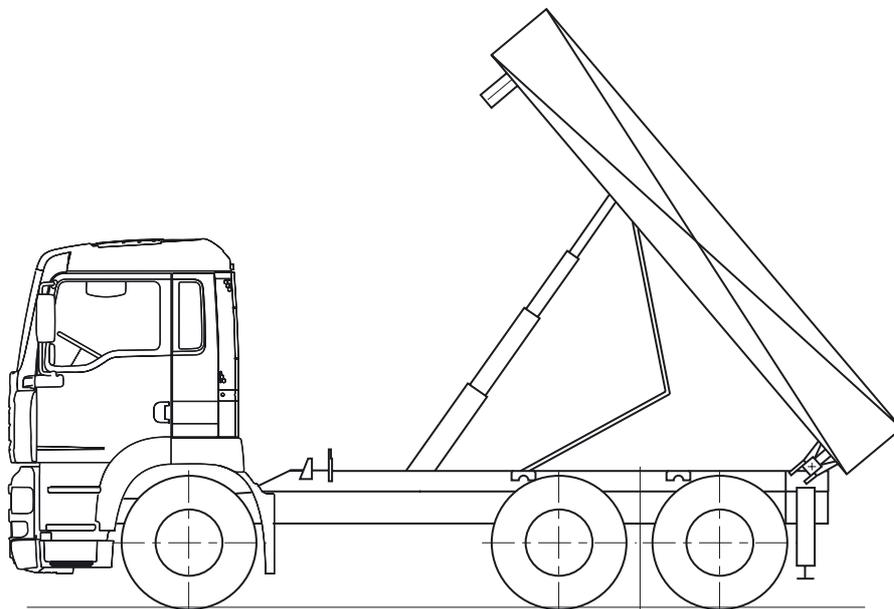
Qualora fosse necessario per questioni di sicurezza, MAN si riserva la facoltà di prescrivere ulteriori misure, ad es. l'impiego di appoggi idraulici per aumentare la stabilità o lo spostamento di determinati gruppi. Si presuppone però che l'allegatore stesso riconosca la necessità di tali provvedimenti e provveda alla loro realizzazione poiché essi dipendono sostanzialmente dalla progettazione del proprio prodotto.

Per migliorare la stabilità e la sicurezza di esercizio dei ribaltabili posteriori si dovrà eventualmente prevedere una cosiddetta forbice come da fig. 78 e/o un appoggio all'estremità del telaio.

Pubblicazioni:

per cassoni ribaltabili gli articoli §22 e §23 delle norme antinfortunistiche „Autoveicoli“ (VBG12).

Figura 78: ribaltabile posteriore con forbice ed appoggio ESC-106



5.3.5 Cassoni ribaltabili scarrabili a rullo

Poiché i controtelai per questi allestimenti speciali spesso, per motivi costruttivi, non possono seguire il profilo del telaio principale, si devono prevedere elementi speciali di collegamento con il telaio principale. Il corretto dimensionamento e l'adeguata applicazione di questi elementi di fissaggio sono di competenza dell'allestitore. Gli elementi di fissaggio collaudati, la loro versione e le modalità di utilizzo sono indicati nelle istruzioni di montaggio dell'allestimento fornite dal produttore. Le mensole di fissaggio MAN di serie non sono idonee per il montaggio di questo tipo di allestimenti.

A causa delle ridotte altezze disponibili per la struttura sottostante, si deve controllare con estrema attenzione la libertà di movimento di tutte le parti mobili installate sull'autotelaio (ad es. i cilindri freno, gli organi di comando del cambio, le componenti di guida degli assali, ecc.) e dell'allestimento (ad es. cilindri idraulici, tubazioni, telaio ribaltabile ecc.). Eventualmente si deve prevedere un telaio intermedio, limitare l'escursione della sospensione o del movimento pendolare dell'asse in tandem oppure adottare altre misure simili.

Per i veicoli dotati di sospensione pneumatica, durante le fasi di ribaltamento, carico e scarico dell'allestimento si può adottare per analogia lo stesso procedimento dei ribaltabili (abbassamento fino a 5-10mm dalla battuta di fine corsa, vedasi paragrafo 5.3.4). MAN fornisce su richiesta un sistema di abbassamento automatico che interviene dal momento di attivazione della presa di forza. Anche in questo caso si può comunque regolare l'altezza del veicolo (ad es. per caricare container sul rimorchio) per mezzo del telecomando ECAS.

L'impiego di stabilizzatori all'estremità del veicolo durante le fasi di carico e scarico si rende necessario se:

- il carico gravante sull'asse posteriore supera il doppio del carico tecnicamente ammesso sul retrotreno; va considerato inoltre la portata dei pneumatici e dei cerchi;
- l'asse anteriore perde il contatto con il terreno. Per ragioni di sicurezza non è assolutamente ammesso alcun sollevamento dell'asse;
- la stabilità del veicolo non è garantita, ad esempio per effetto del baricentro alto, dell'inclinazione laterale eccessiva in caso di compressione della sospensione su un solo lato, affondamento unilaterale del veicolo in terreno cedevole, ecc.

Dare sostegno posteriore bloccando le sospensioni del veicolo è ammesso solo se approvato dal reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") (per l'invio della documentazione di verifica dell'allestimento vedasi il capitolo „Generalità „, paragrafi „Approvazione“ e „Presentazione della documentazione“).

I documenti comprovanti la stabilità devono essere forniti dall'allestitore.

5.3.6 Allestimenti a cassone, casse furgone

Per distribuire uniformemente il carico, generalmente è necessario un controtelaio. I veicoli indicati nella tabella 32 (vedasi paragrafo "Configurazione del controtelaio" del presente capitolo) richiedono un controtelaio di tipo continuo.

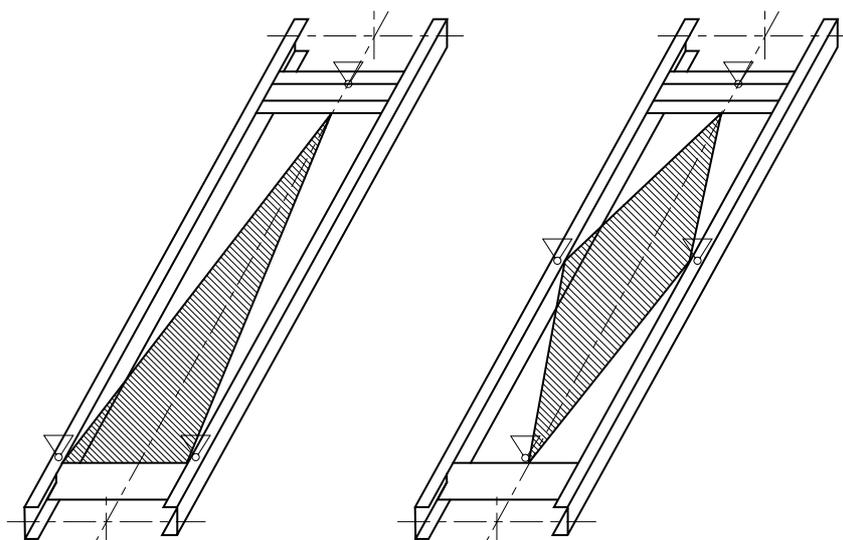
Eventuali eccezioni dipendono dalla

- lunghezza dei supporti (ad es. cisterne, vedasi „Allestimenti a cisterna senza controtelaio“)
- distanza delle traverse (vedasi „Allestimenti autoportanti senza controtelaio“).

Negli allestimenti senza controtelaio non sono ammessi carichi concentrati e carichi in coda.

Gli allestimenti di tipo chiuso, ad esempio le casse furgone, sono rigidi alla torsione rispetto all'autotelaio. Al fine di non compromettere il giusto movimento torsionale del telaio (ad es. in curva), il fissaggio dell'allestimento deve essere di tipo cedevole alla torsione sull'estremità anteriore e rigido su quella posteriore. Ciò vale in particolare per i veicoli destinati alla marcia fuoristrada. Per questi casi consigliamo un fissaggio anteriore con molle a tazza (vedasi fig. 63 del presente capitolo), un supporto a tre punti e a rombo (vedasi fig. 79).

Figura 79: possibili supporti dell'allestimento rigido alla torsione rispetto all'autotelaio cedevole alla torsione con supporti su tre punti o a rombo ESC-158



5.3.7 Casse mobili

5.3.7.1 Controtelaio originale per casse mobili

Il programma dei veicoli MAN comprende anche veicoli con sospensione pneumatica integrale che possono essere forniti con un telaio per casse mobili. Le misure dei dispositivi di fissaggio e di centraggio rispondono alle prescrizioni della norma EN 284. Container e casse mobili conformi alla norma EN 284 possono essere applicati senza particolari accorgimenti sui suddetti veicoli. Non è invece possibile utilizzare illimitatamente le sedi di fissaggio predisposte, se vengono impiegate casse mobili diverse.

Punti di appoggio sfalsati e dimensioni diverse sono ammessi soltanto se approvati dal reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

I supporti centrali non vanno assolutamente rimossi, ma devono essere utilizzati per appoggiare l'allestimento su tutta la lunghezza. Se ciò non dovesse essere possibile per ragioni costruttive, si dovrà prevedere un controtelaio sufficientemente dimensionato.

Gli attacchi per le casse mobili non sono idonei ad assorbire forze generate da attrezzature e carichi concentrati. Pertanto, per il montaggio di betoniere, ribaltabili, controtelai con ralle per semirimorchi ecc. si devono impiegare fissaggi ed appoggi di altro tipo, la cui idoneità deve essere comprovata dall'allestitore.

5.3.7.2 Altri allestimenti scarrabili

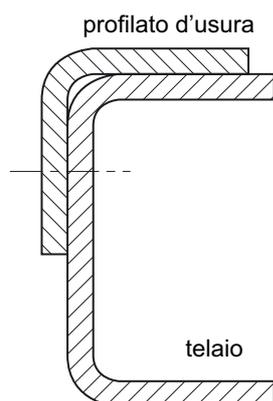
I cassoni intercambiabili devono poggiare sul lato superiore del telaio per tutta la sua lunghezza. Si può rinunciare al controtelaio qualora siano soddisfatti i requisiti esposti nel capitolo „Allestimenti autoportanti senza controtelaio“.

I longheroni del telaio devono però essere protetti dall'usura che può essere provocata ad esempio dalle operazioni di carico e scarico delle casse mobili. Questa protezione può essere realizzata montando un profilato d'usura. La figura 80 illustra una soluzione mediante un profilato ad L.

Il profilato d'usura può svolgere la funzione di controtelaio soltanto, se ne viene comprovata l'idoneità su base di calcolo.

L'impiego di materiali con limite di snervamento $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ N/mm}^2$ ad es. S235JR (= St37-2) è ammesso per il profilato d'usura, ma non per il controtelaio.

Figura 80: profilato d'usura per cassoni intercambiabili ESC-121

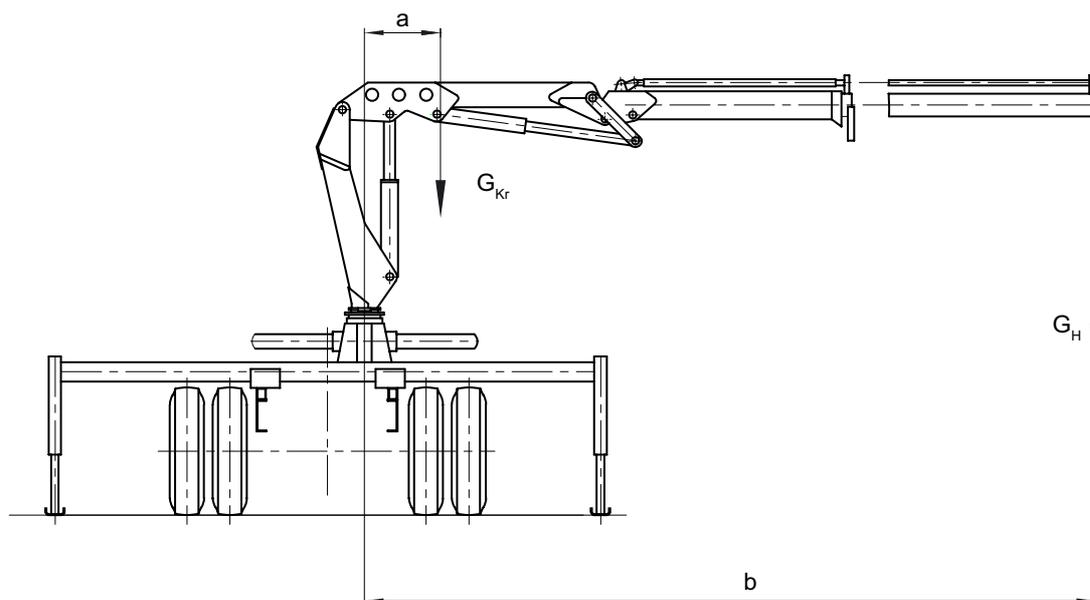


5.3.8 Gru di carico

La tara ed il momento complessivo di una gru di carico devono essere stabiliti in base all'autotelaio prescelto per l'impiego. La base di calcolo è costituita dal momento complessivo, non dal momento di sollevamento. Il momento complessivo risulta dalla tara e dalla forza di sollevamento della gru di carico con braccio esteso.

Il momento complessivo di una gru di carico M_{Kr} si calcola come segue:

Figura 81: momenti di una gru di carico ESC-040



Formula 23: momento complessivo di una gru di carico

$$M_{Kr} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{Kr} \cdot a + G_H \cdot b)}{1000}$$

dove:

- a = distanza del baricentro della gru dal centro del montante in [m], con braccio completamente esteso
- b = distanza del carico utile massimo dal centro del montante in [m], con braccio completamente esteso
- G_H = carico sollevato dalla gru in [kg]
- G_{Kr} = tara della gru in [kg]
- M_{Kr} = momento complessivo in [kNm]
- s = fattore d'urto secondo indicazione del costruttore della gru (a seconda del tipo di comando della gru), sempre ≥ 1
- g = accelerazione di gravità 9,81 [m/s²]

Il numero dei piedi d'appoggio (due o quattro), la loro posizione e distanza devono essere determinati dal costruttore della gru in base al calcolo della stabilità ed al carico del veicolo. Per motivi tecnici MAN può richiedere quattro piedi d'appoggio.

Durante il funzionamento della gru, i piedi di appoggio devono essere sempre estesi fino al contatto a terra, perfettamente assestati sia in fase di carico che di scarico. L'eventuale compensazione idraulica tra i piedi d'appoggio deve essere bloccata.

Il costruttore della gru è tenuto ad indicare la zavorra eventualmente necessaria per garantire la stabilità.

Nei veicoli dotati di sospensione pneumatica assicurarsi che il veicolo non venga sollevato dai piedi d'appoggio oltre il livello di marcia. Prima di estrarre i piedi d'appoggio, il veicolo deve essere abbassato (5-10 mm dalla battuta di fine corsa). Lo stabilimento fornisce su richiesta un sistema di abbassamento automatico che interviene sin dall'attivazione della presa di forza.

La stabilità dipende anche dalla rigidità torsionale di tutta la struttura del telaio. A tale proposito si deve tenere presente che un'elevata rigidità torsionale del telaio riduce automaticamente il confort di marcia e penalizza le proprietà di marcia fuoristrada del veicolo. L'allestitore o il costruttore della gru dovranno provvedere al corretto fissaggio della gru e del controtelaio. Le forze che si manifestano durante il funzionamento, inclusi i relativi coefficienti di sicurezza, devono essere assorbite senza compromettere la sicurezza. Le mensole di fissaggio fornite assieme al veicolo non sono idonee allo scopo.

Durante l'impiego della gru non devono insorgere carichi eccessivamente elevati sull'asse o sugli assi. Il carico massimo ammissibile gravante sull'asse non deve superare, con gru in funzione, il doppio del valore tecnicamente ammesso. Si deve tenere conto dei fattori d'urto indicati dal costruttore della gru (vedasi formula 23 „Momento complessivo di una gru di carico“).

Durante la marcia del veicolo non devono essere superati i carichi ammessi sugli assi.

È pertanto indispensabile un calcolo dei carichi sugli assi (vedasi gli esempi di calcolo riportati nel capitolo 9 „Calcoli“).

A seconda del tipo di autotelaio e della dotazione speciale, il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") può autorizzare anche carichi superiori (vedasi capitolo „Generalità „, paragrafo „Aumento del carico sull'assale“).

Non è ammesso il montaggio della gru su un lato se ciò comporta carichi non uniformi sulle ruote (differenza di carico ruota ammessa $\leq 4\%$, vedasi capitolo „Generalità „, paragrafo „Carico squilibrato“). L'allestitore dovrà in tal caso provvedere alla necessaria compensazione.

Per ragioni di stabilità, ed anche per non superare i carichi ammessi sugli assi, può essere eventualmente necessario limitare la rotazione della gru di carico. Al costruttore della gru spetta il controllo delle modalità (ad es. limitando il carico sollevabile in funzione della rotazione).

Durante il montaggio ed il funzionamento della gru deve essere accertata la libertà di movimento di tutte le parti mobili.

I comandi devono avere lo spazio libero minimo necessario in qualsiasi condizione di esercizio. A volte, per garantire lo spazio libero necessario, può essere necessario spostare adeguatamente il serbatoio carburante, il vano batterie, i serbatoi dell'aria compressa, ecc.

In caso di montaggio di serbatoi idraulici, si deve prevedere una sufficiente differenza di altezza tra serbatoio e gruppi da alimentare ed impedire che i gruppi rimangano a secco mediante opportuni accorgimenti.

Diversamente da altri allestimenti, in qualsiasi condizione di carico il valore minimo sull'assale anteriore deve risultare pari al 35% (L2000), al 30% (altri veicoli a due assi) o al 25% (veicoli a tre o quattro assi) della rispettiva massa del veicolo se è montata una gru di carico, al fine di garantire la manovrabilità del veicolo. Per la definizione precisa vedasi il capitolo „Generalità „, paragrafo „Carico minimo sull'assale anteriore“.

Sono ammesse eccezioni solo dopo avere interpellato il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Gli eventuali carichi di appoggio gravanti sul gancio di traino devono essere integrati nel calcolo del carico sugli assi.

Per quanto riguarda i veicoli con terzo asse trainato, si dovranno controllare anche le condizioni di peso con terzo asse trainato sollevato (vedasi anche i capitoli „Generalità „ e „Calcoli“). Eventualmente si dovrà bloccare il sollevamento (vedasi anche il capitolo „Gru posteriore“).

A seconda delle dimensioni della gru (peso e posizione del baricentro) e della relativa posizione (dietro la cabina o sulla parte posteriore del veicolo), si dovranno equipaggiare i veicoli con molle rinforzate nonché stabilizzatore o ammortizzatori rinforzati, sempre che possano essere forniti. Queste misure riducono l'inclinazione dell'autotelaio (ad es. per il minore cedimento elastico delle molle rinforzate) ed impediscono o riducono la tendenza al rollio. Tuttavia, con la gru di carico non sempre l'assetto inclinato del veicolo è evitabile, proprio a causa dello spostamento del baricentro del veicolo.

Dopo il montaggio dell'allestimento completo possono rendersi necessari alcuni interventi di messa a punto sul veicolo. Ciò riguarda in particolare il correttore di frenata (ALB), i fari nonché la barra paraincastro posteriore e le protezioni laterali.

Si deve sempre richiedere l'approvazione del reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") se viene superato il momento complessivo ammesso per la gru indicato nelle figure 86 - 88 o se non può essere rispettata la correlazione prescritta tra controtelaio e dimensioni della gru e del veicolo. Le rette riportate nelle fig. 86 - 88 non possono essere prolungate.

Poiché le gru con quattro piedi d'appoggio sono caratterizzate da altri rapporti di forze, è indispensabile interpellare il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"). Al fine di garantire la stabilità durante il funzionamento della gru, il controtelaio dovrà presentare una sufficiente rigidità torsionale tra i due supporti dei piedi di appoggio. Per motivi di resistenza il sollevamento del veicolo con i piedi di appoggio della gru è ammesso solo se la struttura del telaio è in grado di assorbire tutte le forze risultanti dal funzionamento della gru e non è collegata in modo rigido alle forze di taglio con l'autotelaio (ad es. nel caso di autogru).

La gru ed il relativo funzionamento devono essere controllati prima della messa in servizio da un perito delle organizzazioni di sorveglianza tecnica specializzato in gru o da una persona autorizzata dall'associazione di categoria in base alle norme nazionali. Il risultato delle prove va riportato nel libro delle verifiche.

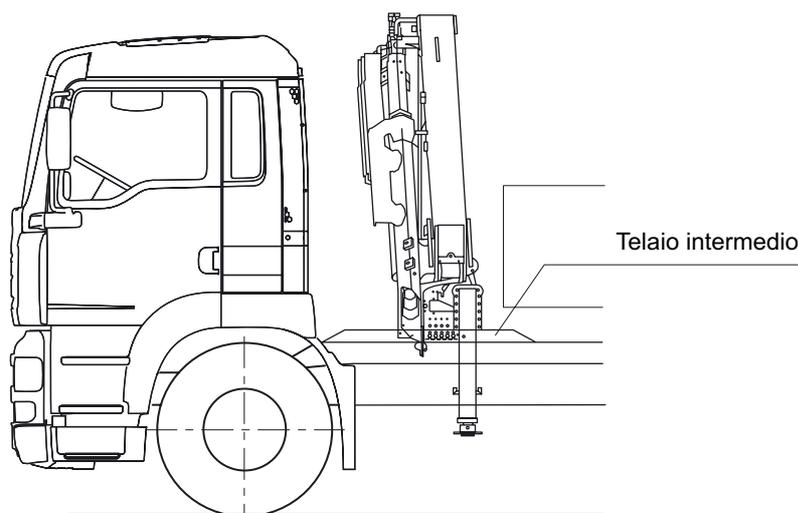
Pubblicazioni:

- norme antinfortunistiche „Gru” (VBG 9).

5.3.8.1 Gru retrocabina

Alcuni veicoli richiedono il montaggio di un telaio intermedio sul controtelaio al fine di ottenere lo spazio libero necessario per la tiranteria di comando o il cambio che sporgono oltre il filo superiore del controtelaio (vedasi fig. 82). Il telaio intermedio può essere configurato come rinforzo del controtelaio.

Figura 82: spazio libero per la gru retrocabina ESC-107



La cabina deve essere di tipo ribaltabile ed il relativo bloccaggio deve poter essere liberamente azionato in qualsiasi momento. Nel campo del raggio d'ingombro, che il profilo esterno della cabina descrive durante il ribaltamento, non devono essere presenti parti che ostacolano il movimento.

I raggi di ribaltamento delle cabine sono indicati nei disegni dell'autotelaio che sono reperibili tramite il nostro sistema online MANTED® (www.manted.de) o che possono essere richiesti via fax al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Anche se viene rispettato il carico ammesso sull'asse anteriore, si deve evitare un eccessivo carico nella parte anteriore del veicolo per non compromettere le caratteristiche di marcia. La riduzione del carico sull'asse anteriore può essere ottenuta, ad esempio, spostando i gruppi installati. Su diversi veicoli si può aumentare il carico ammesso sull'asse anteriore, se esistono determinate premesse tecniche, ad es. assi, sospensioni, sterzo, cerchi e pneumatici con sufficiente capacità di carico. Per l'aumento del carico ammesso sull'asse anteriore e le relative procedure vedasi il capitolo „Generalità”.

5.3.8.2 Gru posteriore

Per creare lo spazio necessario per il montaggio della gru di carico e per aumentare il carico sull'asse anteriore, si può spostare la ruota di scorta, normalmente sistemata in coda al veicolo, su un lato del telaio.

A seconda delle dimensioni della gru e della ripartizione del carico sugli assi, si dovranno adottare sospensioni più robuste e montare uno stabilizzatore o altri dispositivi di stabilizzazione disponibili al fine di ridurre l'inclinazione e la tendenza al rollio del veicolo dotato di gru.

Durante il sollevamento del terzo asse trainato sollevabile, il carico che grava sull'asse anteriore viene fortemente ridotto. La gru, che rappresenta un carico concentrato che agisce dinamicamente sulla parte posteriore del veicolo, non contribuisce a rendere stabile la marcia. La possibilità di sollevamento dell'asse deve essere bloccata, quando durante la marcia a vuoto con asse sollevato si supera l'80% del carico ammesso sull'asse motore o non si raggiunge il carico minimo sull'asse anteriore (30% della massa effettiva del veicolo). Per facilitare le manovre, il terzo asse trainato può essere sollevato, se l'allestimento ed il controtelaio sono adeguatamente dimensionati e se vengono rispettati i carichi ammessi sugli assi. In tal caso si deve tener conto delle maggiori forze flettenti e torsionali che agiscono sull'allestimento e sul telaio. La funzione „aiuto allo spunto” rimane comunque attiva, in quanto il terzo asse trainato non viene sollevato, ma soltanto sgravato del suo carico.

Sulle mensole di montaggio delle gru di carico posteriori scarrabili si dovrà montare un secondo gancio di traino per l'aggancio di rimorchi. Detto gancio di traino deve essere collegato al gancio già montato sul veicolo tramite un apposito occhione (vedasi fig. 83). La ralla per la gru scarrabile e l'allestimento devono assorbire e trasmettere le forze che si manifestano durante il traino di un rimorchio senza compromettere la sicurezza.

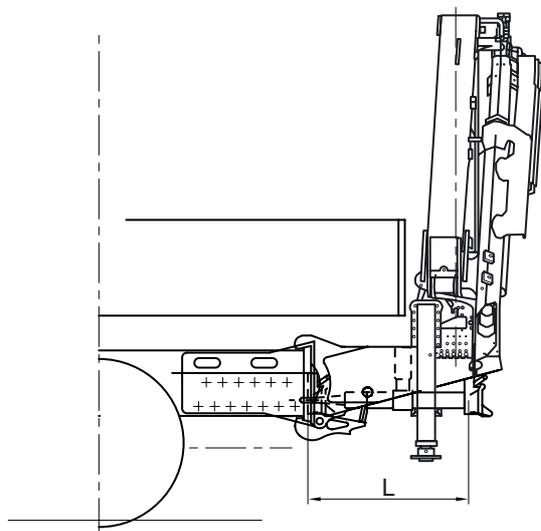
A tale proposito osservare le avvertenze riportate nel paragrafo „Dispositivi di attacco” del capitolo „Modifiche agli autotelai”. Il carico massimo rimorchiabile ammesso con gru montata corrisponde unicamente al carico rimorchiabile ammesso di serie per il veicolo in questione.

In caso di traino di un rimorchio, la lunghezza totale dell'autotreno aumenta in misura corrispondente alla distanza tra i due ganci di traino (distanza L, vedasi fig. 83). Se oltre alla gru di carico posteriore scarrabile si deve trainare anche un rimorchio ad asse centrale, il costruttore della gru dovrà certificarne l'idoneità. A tale proposito tenere conto dei carichi di appoggio (vedasi paragrafo „Dispositivi di attacco” del capitolo 4 „Modifiche agli autotelai”). I valori indicati nel paragrafo „Carico minimo sull'assale anteriore” del capitolo „Generalità” devono essere rispettati.

Con gru montata e servizio senza rimorchio, si dovrà installare una barra paraincastro sulla ralla della gru. La stabilità della relativa mensola nonché l'applicazione a regola d'arte della sede della mensola sul veicolo sono di competenza dell'allestitore.

I carrelli elevatori a bordo del veicolo vanno considerati come le gru di carico scarrabili trasportate. L'allestitore può definire il controtelaio necessario e l'inflessione in caso di trasporto di carrelli elevatori tramite il nostro servizio on line MANTED® (www.manted.de) (vedasi anche paragrafo 5.3.9 „Sponda di carico”).

Figura 83: sistema a ralla per gru posteriori ESC-023



Il baricentro del carico utile varia a seconda che sia montata o meno la gru di carico. Per raggiungere il carico utile massimo possibile senza superare i carichi ammessi sugli assi, consigliamo di contrassegnare chiaramente sull'allestimento il baricentro del carico utile con e senza gru.

La ralla per la gru comporta una maggiore lunghezza dello sbalzo che deve essere tenuta in debito conto.

La lunghezza ammessa dello sbalzo, indicato nel capitolo „Generalità”, paragrafo „Lunghezza sbalzo”, può essere superata se non esistono prescrizioni tecniche o normative nazionali contrarie.

5.3.8.3 Controtelaio per gru di carico

Per il montaggio delle gru di carico si deve prevedere in ogni caso un controtelaio con momento d'inerzia della superficie minimo come indicato nelle figure 86 – 88. Anche con momenti d'inerzia complessivi della gru, dai quali risulta un momento d'inerzia della superficie inferiore a 175cm^4 , si rende necessario un controtelaio con momento d'inerzia della superficie di almeno 175cm^4 .

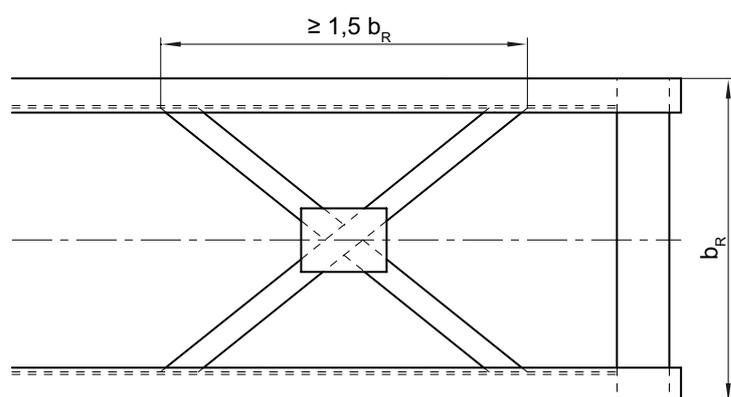
Per proteggere il controtelaio nell'area in cui è installata la gru, consigliamo di applicare una piastra antiusura supplementare, in modo da impedire al piede di appoggio della gru di agire direttamente sul telaio. Lo spessore della piastra antiusura dipende dalle dimensioni della gru ed oscilla tra 8 e 10mm.

Le gru di carico vengono spesso montate in combinazione con altri allestimenti che richiedono l'impiego di un controtelaio (ad es. cassoni ribaltabili, trattori per semirimorchi, allestimenti con carrello girevole). In tal caso si dovrà utilizzare il controtelaio di dimensioni maggiori a seconda dell'allestimento e delle sue esigenze.

Per una gru scarrabile, il controtelaio deve essere realizzato in modo che la gru di carico e la sua ralla possano essere alloggiati in modo sicuro. L'esecuzione delle sedi (fissaggio mediante perno ecc.) spetta all'allestitore.

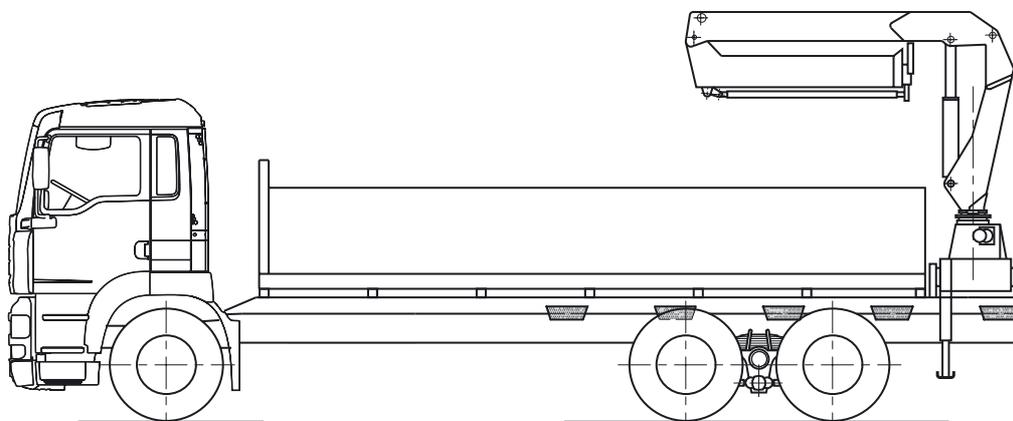
Se la gru di carico viene montata dietro la cabina di guida, il controtelaio deve essere di tipo scatolato almeno nell'area su cui è installata la gru (vedasi anche fig. 49: passaggio dallo scatolato al profilato a U ESC-043). Se la gru viene montata sullo sbalzo posteriore, il controtelaio deve essere realizzato con profilato chiuso che dall'estremità posteriore del telaio arrivi il più possibile davanti al supporto posteriore balestra del 1° asse. Inoltre, per aumentare la rigidità torsionale, si dovrà prevedere una crociera (collegamenti a X) o una struttura equivalente (vedasi fig. 84). Premessa indispensabile per il riconoscimento della struttura equivalente è l'approvazione del reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Figura 84: crociera nel controtelaio ESC-024



Normalmente il collegamento cedevole alle forze di taglio non è sufficiente per l'impiego di una gru. Si deve quindi ricorrere al collegamento di tipo rigido alle forze di taglio mediante piastre di contenimento di numero e dimensioni adeguate. Singole piastre laterali sul telaio, come rappresentato nella figura 85, assicurano un collegamento rigido alle forze di taglio soltanto se esso è confermato da appositi calcoli. Per i collegamenti cedevoli e rigidi alle forze di taglio vedasi i rispettivi paragrafi nel presente capitolo.

Figura 85: collegamento rigido alle forze di taglio nell'installazione di gru ESC-045



I diagrammi riportati nelle figure 86 – 88 valgono solo per gli allestimenti con gru dotati di doppio appoggio a terra. Essi sono validi per montaggio della gru sia dietro la cabina che all'estremità del telaio. I coefficienti di sicurezza sono già compresi, mentre il momento complessivo di inerzia M_{kr} della gru deve essere considerato con il fattore d'urto indicato dal costruttore della gru (vedasi anche la formula „Momento d'inerzia complessivo di gru” nel presente capitolo).

In caso di scostamento dal metodo qui descritto per particolari esigenze (ad es. veicoli ribassati adibiti al trasporto di container, carri attrezzati per soccorso stradale ecc.), l'intero allestimento deve essere concordato con il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore”).

Esempio di applicazione dei diagrammi di cui alle figg. 86 – 88:

Per un veicolo F2000 19.xxx FC, modello T31, profilato telaio n. 23 come da tabella 31 del capitolo „Modifiche agli autotelai” si deve stabilire il controtelaio idoneo per il montaggio di una gru con momento d'inerzia complessivo di 160kNm.

Soluzione:

Nel diagramma della figura 88 si rileva un momento d'inerzia minimo di circa 1.440cm⁴.

Chiudendo a scatolato un profilato a U con una larghezza di 80mm ed uno spessore di 8mm con un'anima da 8mm di spessore, è necessaria un'altezza del profilato di 180mm (vedasi diagramma della fig. 90).

Se per formare uno scatolato si impiegano due profilati a U con largh./prof. = 80/8, l'altezza minima si riduce a circa 150mm (vedasi fig. 91).

Per i valori con grandezza del profilato non disponibile, si arrotonda al valore immediatamente superiore; non è ammesso l'arrotondamento per difetto.

Nelle presenti considerazioni non si tiene conto della libertà di movimento di tutte le parti mobili e quindi si dovranno fare ulteriori controlli con le dimensioni scelte.

Nell'area sulla quale è montata la gru non si può impiegare un profilato aperto a U come indicato nella fig. 89.

Nell'esempio esso è raffigurato poiché il diagramma in questione è valido anche per altri tipi di allestimento.

Figura 86: momento d'inerzia complessivo della gru e momento d'inerzia della superficie per L2000 ESC-210

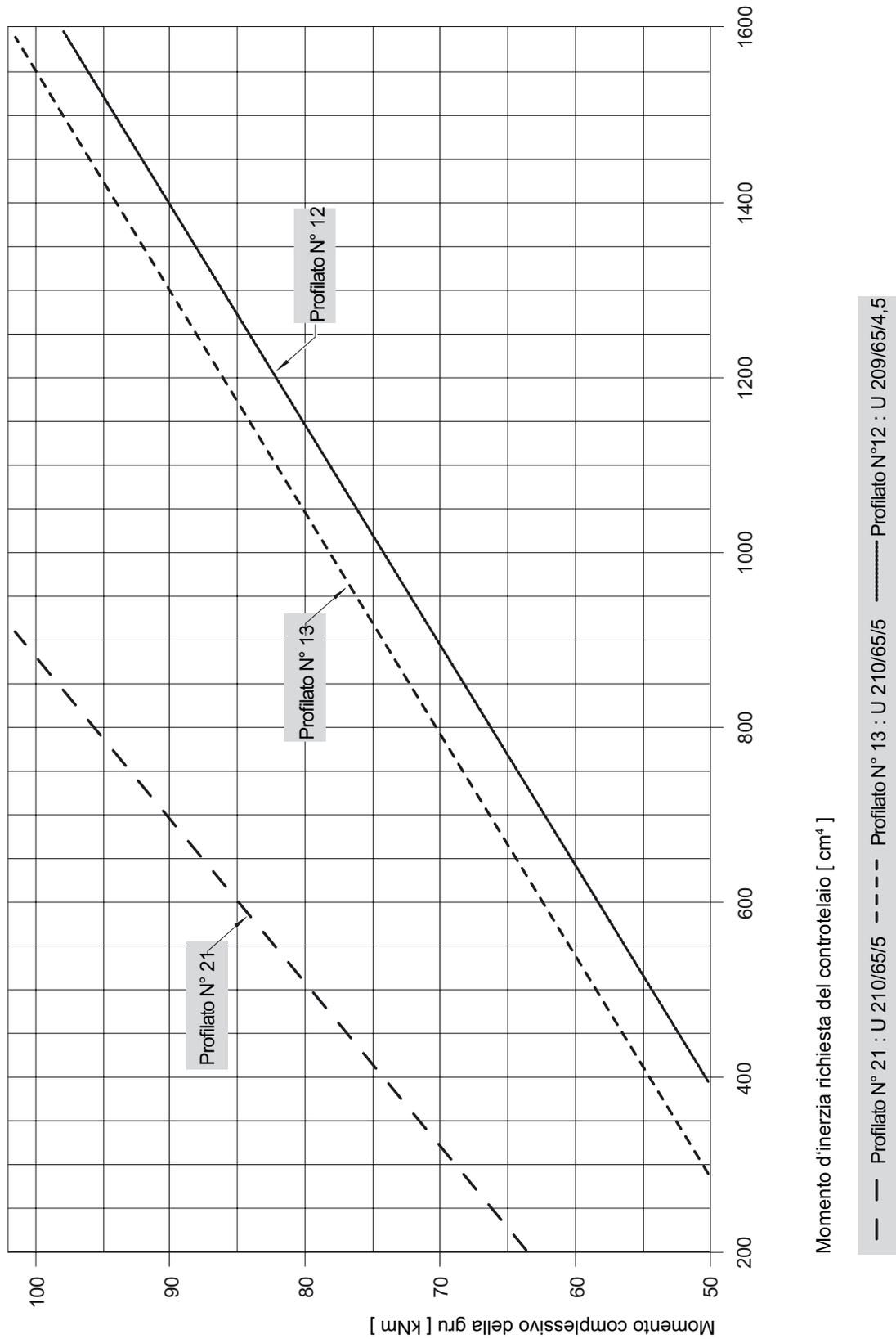


Figura 87: momento d'inerzia complessivo della gru e momento d'inerzia della superficie per M2000 L e M2000M ESC-211

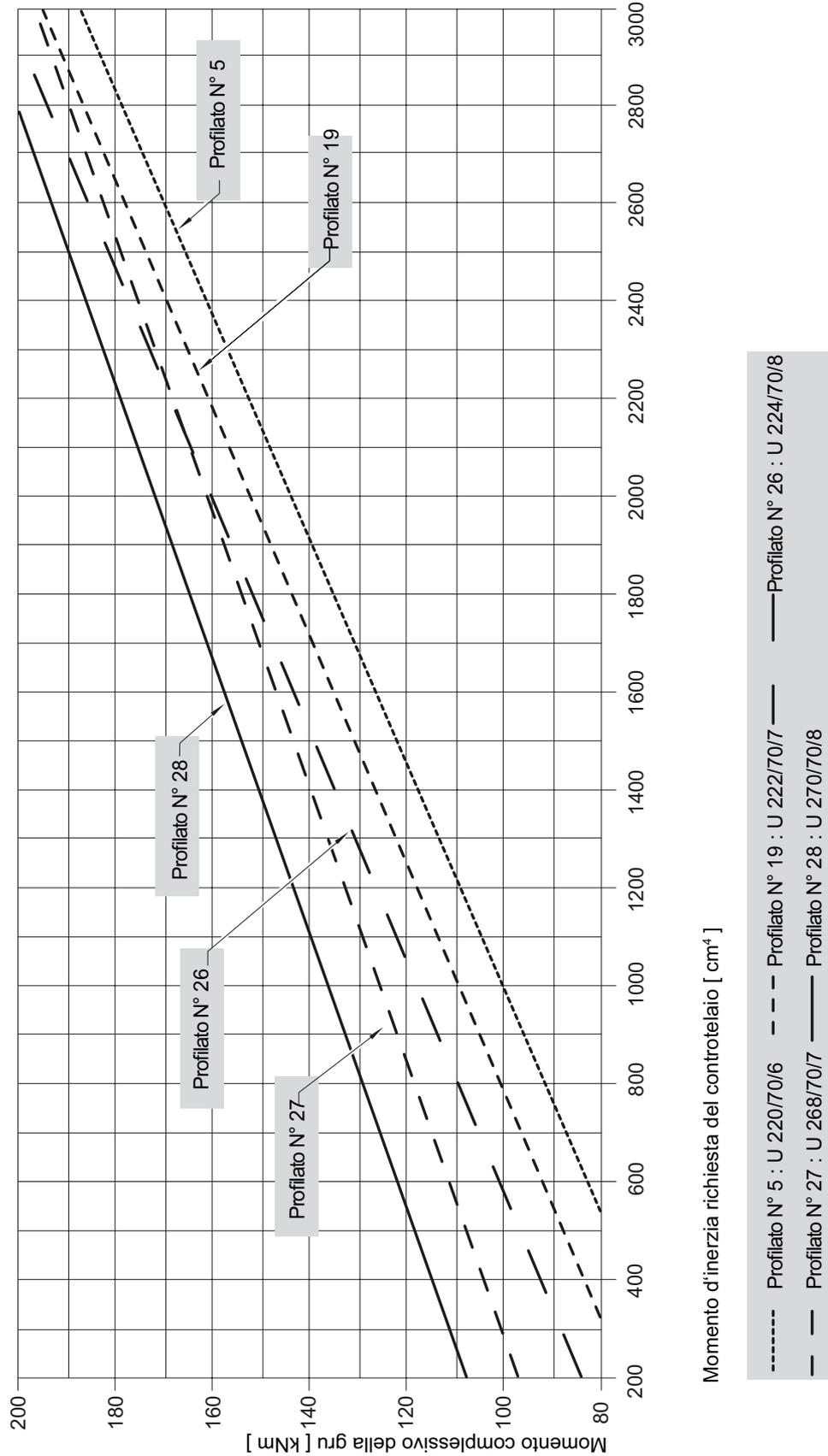


Figura 88: momento d'inerzia complessivo della gru e momento d'inerzia della superficie per F2000 ESC-212

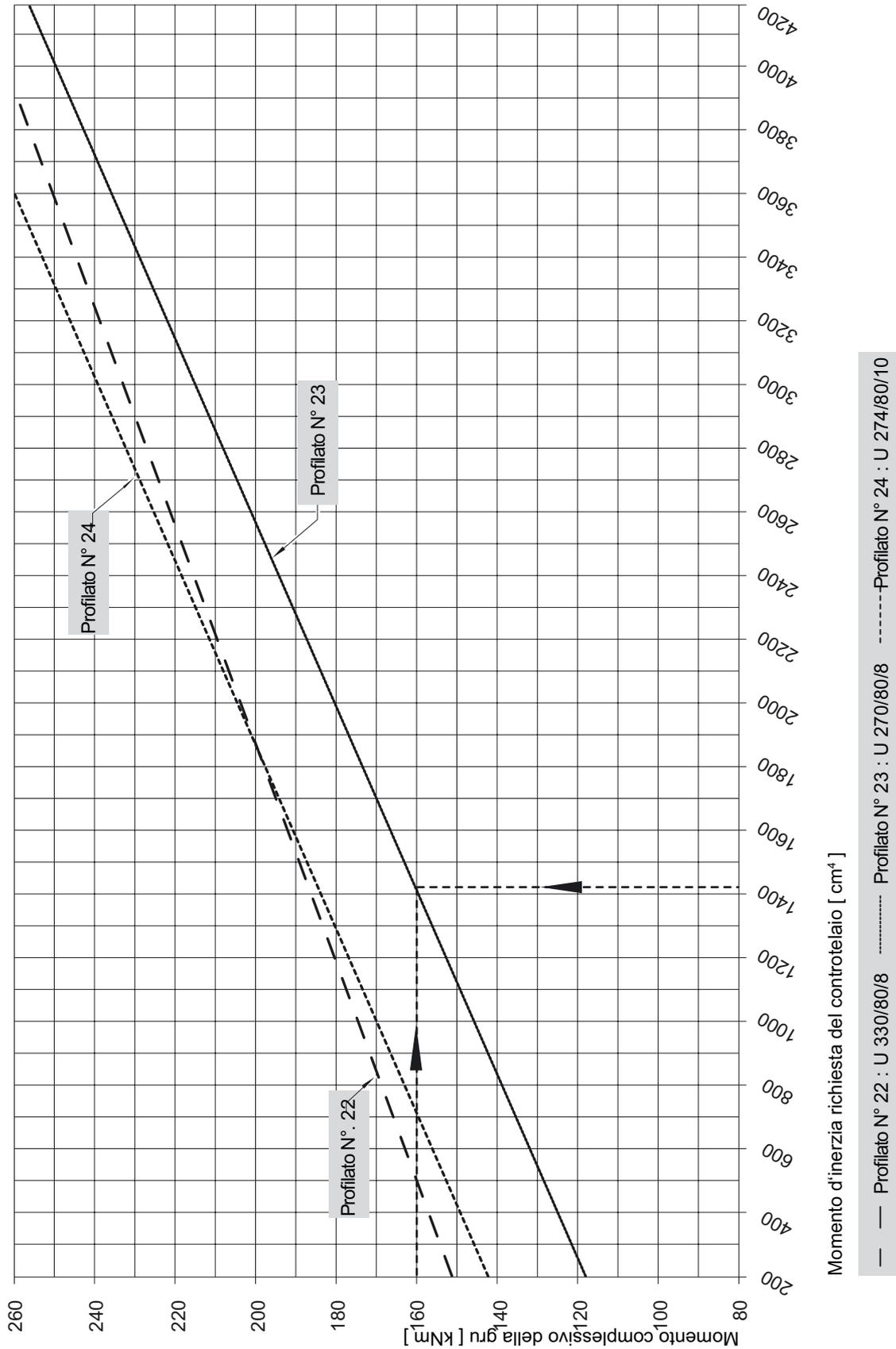


Figura 89: momento d'inerzia complessivo della gru e momento d'inerzia della superficie per TGA ESC-216_1

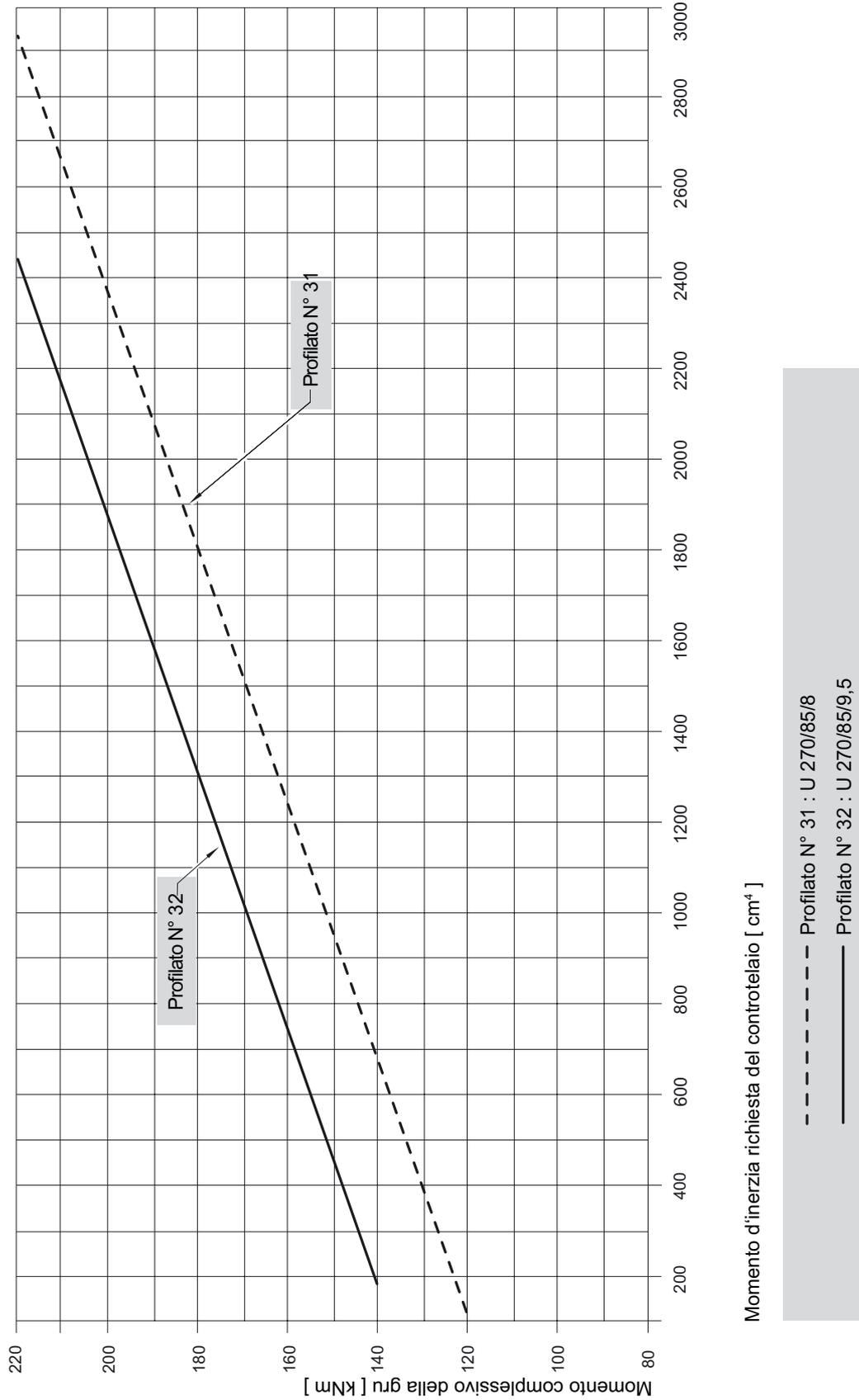


Figura 90: momento d'inerzia della superficie di profilati a U ESC-213

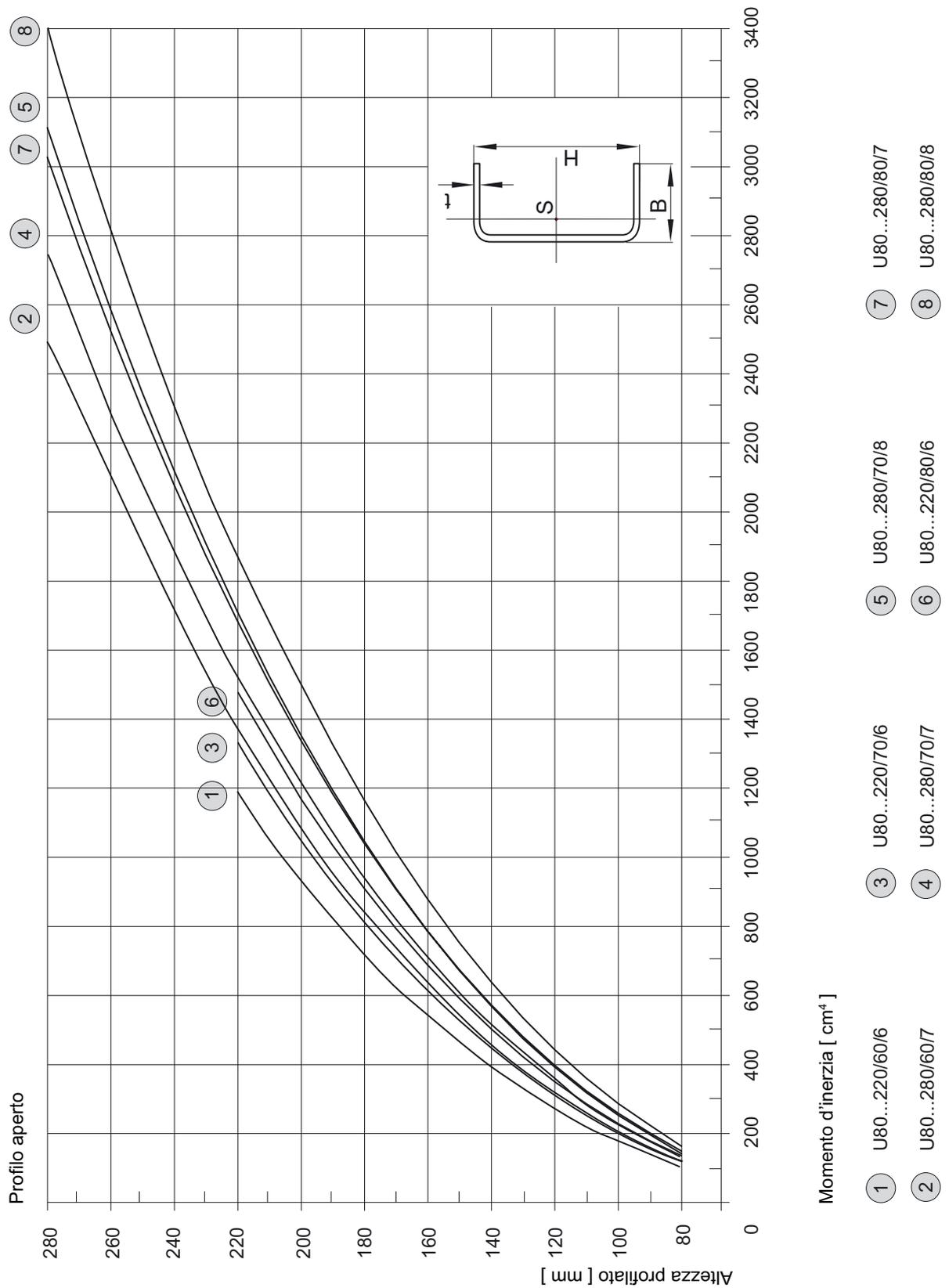


Figura 91: momento d'inerzia della superficie di profilati a U scatolati ESC-214

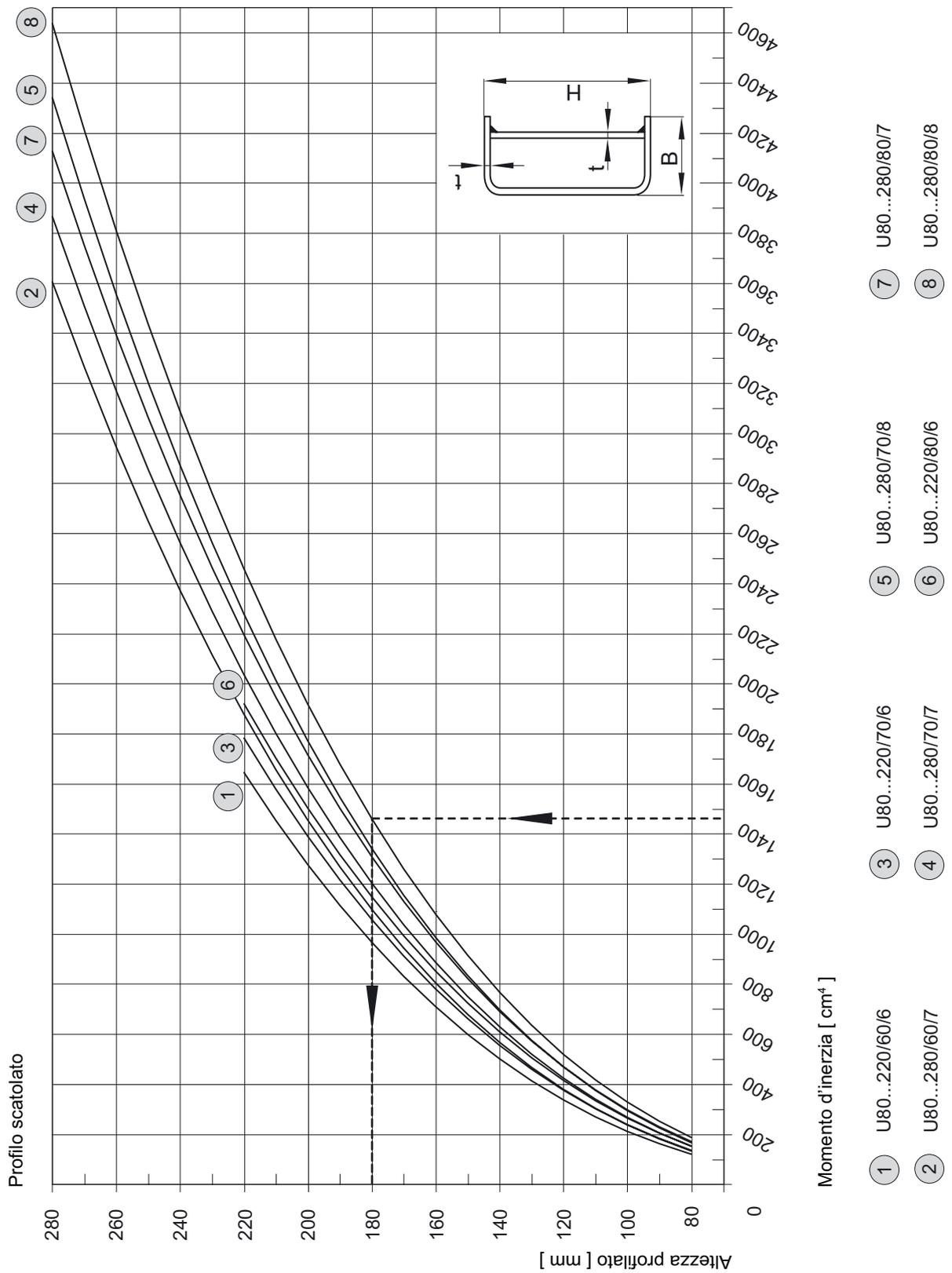
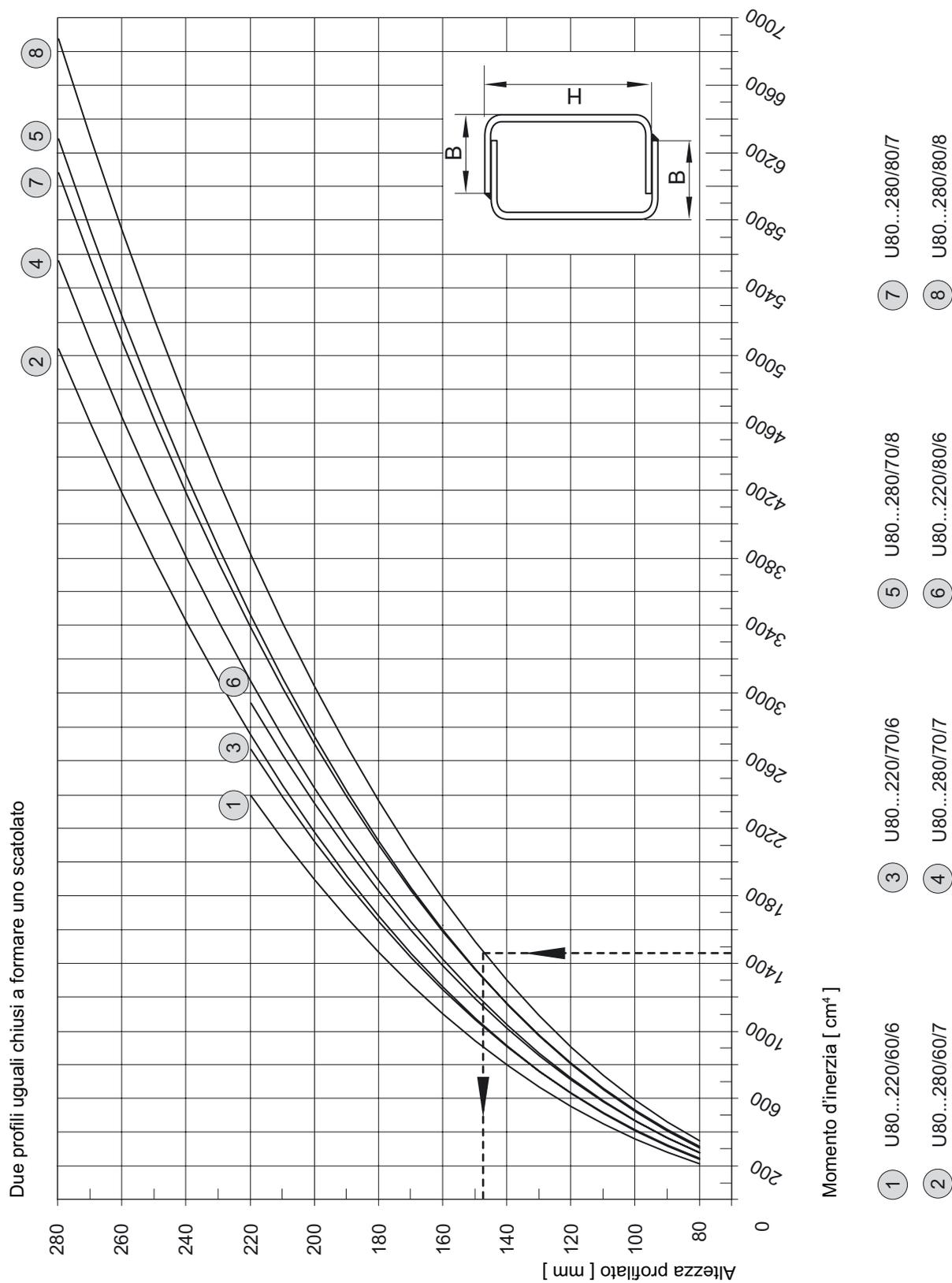


Figura 92: momento d'inerzia della superficie di due profilati a U uniti a scatolato ESC-215



5.3.9 Sponda di carico

Premesse

Prima di procedere al montaggio di una sponda di carico (anche piattaforma di carico o piattaforma di sollevamento) bisogna verificare la compatibilità con la configurazione del veicolo, il telaio e l'allestimento.

Il montaggio di una sponda di carico influisce su:

- distribuzione del peso
- lunghezza dell'allestimento e lunghezza totale
- flessibilità del telaio
- flessibilità del controtelaio
- tipo di collegamento telaio/controtelaio
- impianto elettrico (batteria, alternatore, cablaggio).

L'allestitore deve:

- verificare il carico sugli assi;
- rispettare il carico minimo previsto per l'asse anteriore (vedi capitolo „Generalità” paragrafo “Carico minimo sull'asse anteriore”);
- evitare un sovraccarico degli assi;
- se necessario, accorciare la lunghezza dell'allestimento e dello sbalzo posteriore o aumentare il passo;
- verificare la stabilità;
- dimensionare il controtelaio e il suo collegamento al telaio (vedi paragrafo „Definizione del controtelaio”);
- prevedere batterie di capacità maggiore (140 Ah su L2000, 180 Ah su M2000 e F2000) ed un alternatore più potente (almeno di 28 V 55 A, meglio di 28 V 80 A), disponibili come optional al momento dell'ordinazione in fabbrica;
- prevedere un'interfaccia elettrica per la sponda di carico (schemi elettrici e configurazione pin vedi paragrafo „Allacciamento elettrico”). Anche l'interfaccia elettrica per la sponda di carico può essere ordinata in fabbrica;
- rispettare le norme specifiche come p.es.:
 - la direttiva CE sui macchinari (versione consolidata della direttiva 89/392/CEE: 98/37/CE);
 - le norme antinfortunistiche; montaggio di una protezione paraincastro ai sensi del §32b StVZO e/o della direttiva 70/221/CEE/ECE-R 58;
 - montare i dispositivi di illuminazione approvati ai sensi della direttiva 76/756/CEE (in Germania, ai sensi del §53b comma 5 StVZO, sono obbligatorie inoltre luci intermittenti gialle per le piattaforme sollevabili e targhette rosso/bianche riflettenti per l'uso della sponda di carico).

Definizione del controtelaio

Le tabelle relative al controtelaio sono valide, alla condizione che

- venga rispettato il carico minimo sull'asse anteriore, come indicato nel capitolo “Generalità”, paragrafo 3.18;
- non vi sia alcun sovraccarico costruttivo dell'asse posteriore/degli assi posteriori;
- all'atto della verifica dell'carico minimo sull'asse anteriore e del carico massimo sull'asse posteriore, siano aggiunti al calcolo relativo alla motrice i carichi d'appoggio che si verificano in aggiunta alla sponda di carico;
- sui veicoli con asse sollevabile questo venga abbassato mentre la sponda di carico è in funzione;
- vengano rispettati i limiti di sbalzo riferito allo sbalzo massimo del veicolo.

I valori delle tabelle costituiscono i valori di riferimento che, per ragioni di resistenza e di inflessione, non necessitano di sostegni.

Tali sostegni sono invece necessari, se:

- vengono superati i limiti della portata della sponda di carico indicati nelle tabelle;
- se la stabilità lo chiede.

L'eventuale montaggio di sostegni – benché non necessari – non avrà alcuna ripercussione sulle dimensioni del controtelaio. Non è ammesso sollevare il veicolo tramite i sostegni, poiché ciò potrebbe arrecare danni al telaio.

I veicoli dotati in stabilimento di cassone (marca Walther) sono provvisti di un controtelaio U 120/60/6 di QStE 380 ($\sigma_{0,2} \geq 380 \text{ N/mm}^2$) che è collegato in modo cedevole alle forze di taglio con un angolare di fissaggio MAN al telaio del veicolo. Se necessario, in conformità a quanto previsto dalle tabelle, il montaggio della sponda di carico può richiedere la realizzazione a posteriori di un collegamento parzialmente rigido alle forze di taglio. Le tabelle sono disposte in ordine crescente in base alla gamma, alle categorie di peso, alle varianti, al tipo di sospensioni e al passo; le descrizioni delle varianti (p.es. LE 8.xxx 4x2 BB) sono da considerarsi un aiuto, mentre sono vincolanti i codici tipo a tre cifre (per la spiegazione fare riferimento al capitolo „Generalità”), che si ritrovano nel numero del veicolo base in posizione 2-4 e nel numero di telaio in posizione 4-6. Tutta l'altra documentazione tecnica, come p.es. i disegni del telaio del veicolo e le istruzioni per l'allestimento, fanno riferimento a questo codice tipo. Per quanto riguarda lo sbalzo, viene indicato – sempre con riferimento al centro della ruota dell'ultimo asse – sia lo sbalzo dell'autotelaio di serie, sia lo sbalzo massimo totale del veicolo (incluso allestimento e sponda di carico, vedi figura 93) che dopo il montaggio della sponda di carico non deve essere superato. Se lo sbalzo massimo previsto del veicolo non è sufficiente, valgono i dati del controtelaio indicati nelle righe successive che soddisfano la condizione \leq (ad eccezione dell'inizio del collegamento rigido che si riferisce solo al passo). I telai ausiliari elencati nelle tabelle costituiscono degli esempi, così ad.es. **U120/60/6** è un profilo a **U** aperto sul lato interno con altezza esterna di **120mm**, larghezza superiore ed inferiore di **60mm** e con uno spessore di tutta la sezione trasversale di **6mm**. Sono ammessi anche altri profilati in acciaio, purché presentino valori non inferiori in termini di momento d'inerzia della superficie I_x , momenti di resistenza W_{x1} , W_{x2} e limite di snervamento $\sigma_{0,2}$.

Tabella 35: dati tecnici profilati controtelaio

Profilato	Altezza	Larghezza sup./inf.	Spessore	I_x	W_{x1} , W_{x2}	$\sigma_{0,2}$	σ_B	Massa
U100/50/5	100mm	50mm	5mm	136cm ⁴	27cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	7,2kg/m
U100/60/6	100mm	60mm	6mm	182cm ⁴	36cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	9,4kg/m
U120/60/6	120mm	60mm	6mm	281cm ⁴	47cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	10,4kg/m
U140/60/6	140mm	60mm	6mm	406cm ⁴	58cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	11,3kg/m
U160/60/6	160mm	60mm </td <td>6mm</td> <td>561cm⁴</td> <td>70cm³</td> <td>355 N/mm²</td> <td>520 N/mm²</td> <td>12,3kg/m</td>	6mm	561cm ⁴	70cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	12,3kg/m
U160/70/7	160mm	70mm	7mm	716cm ⁴	90cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	15,3kg/m
U180/70/7	180mm	70mm	7mm	951cm ⁴	106cm ³	355 N/mm ²	520 N/mm ²	16,3kg/m

Qualora fosse sufficiente, il fissaggio cedevole alle forze di taglio del controtelaio è indicato con la sigla **w**; in caso di fissaggio parzialmente rigido (sigla **s**) sono indicati il numero dei collegamenti a vite, la lunghezza dei giunti saldati – per ciascun lato del telaio – e l'inizio del collegamento rigido alle forze di taglio, calcolato dal centro del 1° asse (vedi figura 93). Per quanto riguarda il collegamento rigido o parzialmente rigido alle forze di taglio, valgono le indicazioni contenute nel capitolo 5 “Allestimenti”.

Figura 93: Montaggio della sponda di carico; punti di riferimento per la determinazione degli sbalzi e del collegamento parzialmente rigido ESC-633

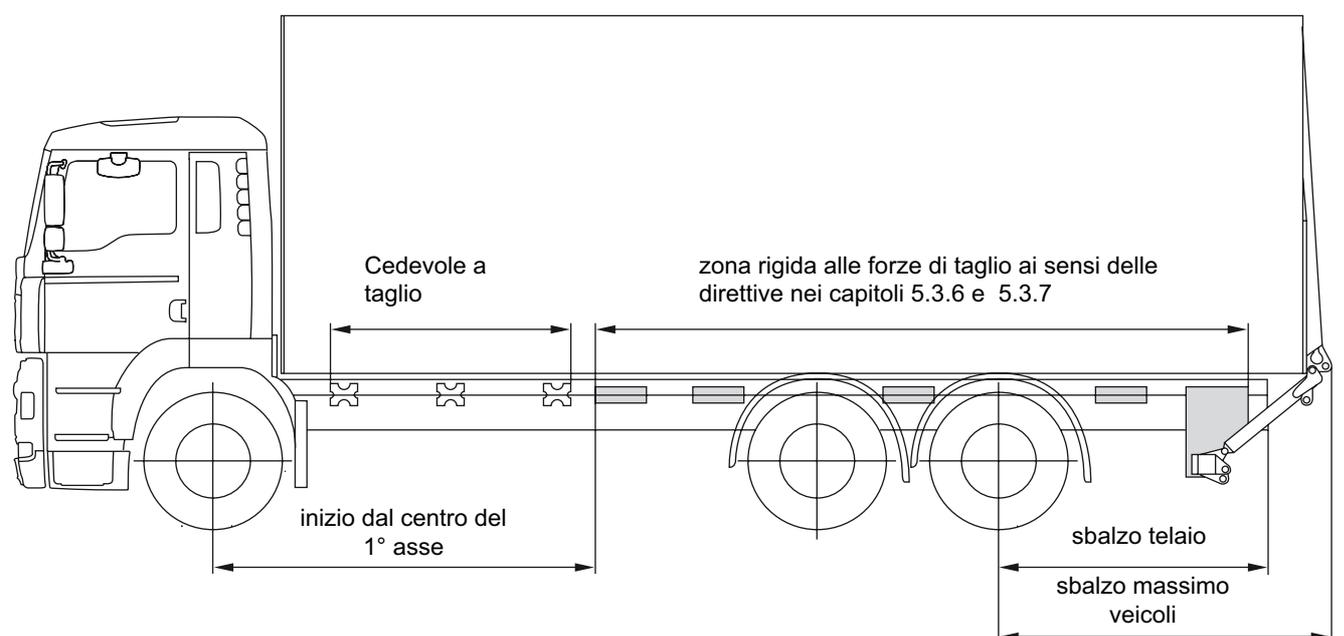


Tabella 36: Controtelaio e tipo di montaggio

L2000 LE 8.xxx LE 9.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L20 L21 LE 8.xxx 4x2 BB LE 9.xxx 4x2 BB (balestra-balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio \geq		Inizio dal centro del 1° asse \leq
						Foro viti $\varnothing 12+0,2$	Lunghezza giunto saldato	
3.000	1.090	≤ 1.800	$\leq 20,0$	U 100/50/5	w			
3.350	1.420	≤ 2.000	$\leq 15,0$	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	34	950	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	$\leq 15,0$	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	750	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	$\leq 10,0$	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.300
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	30	850	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	$\leq 10,0$	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.450
			20,0	U 100/50/5	s	28	800	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	$\leq 7,5$	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	450	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	28	750	2.650
4.900	2.550	≤ 2.900	$\leq 7,5$	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	2.850
			20,0	U 120/60/6	s	30	800	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	$\leq 7,5$	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	3.000
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	3.000
			20,0	U 120/60/6	s	30	700	3.000

L2000 LE 8.xxx LE 9.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L33 L34 LE 8.xxx 4x2 BL / LE 9.xxx 4x2 BL (sospensioni miste)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø12+0,2	Lunghezza giunto saldato	
3.000	1.090	≤ 1.800	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	28	800	1.750
3.350	1.420	≤ 2.000	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	600	1.950
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	700	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.100
			20,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.300
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.300
			20,0	U 120/60/6	s	26	600	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	400	2.450
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	450	2.450
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.450
			20,0	U 120/60/6	s	28	600	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	400	2.650
			10,0	U 100/50/5	s	18	450	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 140/60/6	s	26	600	2.650
4.900	2.450	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	2.850
			20,0	U 140/60/6	s	28	650	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	3.000
			15,0	U 120/60/6	s	24	550	3.000
			20,0	U 160/60/6	s	28	600	3.000

L2000 LE 10.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L24 L25 LE 10.xxx 4x2 BB (balestra-balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 12+0,2	Lunghezza giunto saldato	
3.000	1.090	≤ 1.650	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.350	1.420	≤ 1.900	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	750	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	700	2.300
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	30	850	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.450
			20,0	U 100/50/5	s	30	850	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 120/60/6	s	28	650	2.650
4.900	2.550	≤ 2.900	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	26	750	2.850
			20,0	U 120/60/6	s	32	700	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	3.000
			15,0	U 100/50/5	s	26	700	3.000
			20,0	U 140/60/6	s	30	700	3.000

L2000 LE 10.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L35 L36 LE 10.xxx 4x2 BL (sospensioni miste)								
Rad-stand	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio \geq		Inizio dal centro del 1° asse \leq
						Foro viti $\varnothing 12+0,2$	Lunghezza giunto saldato	
3.000	1.090	≤ 1.650	$\leq 15,0$	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	28	750	1.750
3.350	1.420	≤ 1.900	$\leq 10,0$	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	550	1.950
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	700	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	$\leq 10,0$	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.100
			20,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	$\leq 7,5$	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.300
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.300
			20,0	U 120/60/6	s	28	600	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	$\leq 7,5$	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.450
			10,0	U 160/70/	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.450
			15,0	U 100/50/5	s	22	650	2.450
			20,0	U 120/60/6	s	28	650	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	$\leq 7,5$	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	400	2.650
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 140/60/6	s	28	600	2.650
4.900	2.450	≤ 2.900	$\leq 7,5$	U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	2.850
			15,0	U 120/60/6	s	26	550	2.850
			20,0	U 140/60/6	s	30	650	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	$\leq 7,5$	U 100/50/5	s	18	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	3.000
			15,0	U 120/60/6	s	26	550	3.000
			20,0	U 160/60/6	s	28	650	3.000

M2000L LE 12.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L70 L71 LE 12.xxx 4x2 BB (balestra - balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
3.275	1.850	≤ 1.900	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
3.675	2.150	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	850	2.100
4.025	2.1100	≤ 2.400	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	26	950	2.300
4.575	2.100	≤ 2.700	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	24	850	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	32	1200	2.650
5.075	2.550	≤ 3.000	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.950
			15,0	U 100/50/5	s	18	700	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	22	850	2.950
			30,0	U 120/60/6	s	32	950	2.950
5.475	3.000	≤ 3.250	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	500	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	3.150
			30,0	U 140/60/6	s	30	900	3.150

M2000L LE 12.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L72 L73 LE 12.xxx 4x2 BL (sospensioni miste)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
3.275	1.850	≤ 1.900	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	1.900
3.675	2.150	≤ 2.200	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.100
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.100
4.025	2.100	≤ 2.400	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.300
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.300
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.300
4.575	2.100	≤ 2.700	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.650
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	500	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	2.650
			30,0	U 140/60/6	s	30	900	2.650
5.075	2.550	≤ 3.000	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	450	2.950
			10,0	U 100/50/5	s	14	550	2.950
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.950
			20,0	U 120/60/6	s	22	700	2.950
			30,0	U 160/60/6	s	30	900	2.950
5.475	3.000	≤ 3.250	≤ 10,0	U 100/50/5	s	14	550	3.150
			15,0	U 120/60/6	s	20	550	3.150
			20,0	U 140/60/6	s	22	650	3.150
			30,0	U 180/70/7	s	28	700	3.150

M2000L LE 14.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L74 L75 LE 14.xxx 4x2 BB (balestra- balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
≤ 3.675		≤ 1.950	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.025	2.100	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	900	2.300
4.575	2.100	≤ 2.550	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	750	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	28	1050	2.650
5.075	2.550	≤ 2.950	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	2.950
			30,0	U 120/60/6	s	30	900	2.950
5.475	3.000	≤ 3.200	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	500	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	3.150
			30,0	U 120/60/6	s	30	900	3.150

M2000 LE 14.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L76 L77 L79 LE 14.xxx 4x2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
≤ 3.275	1.850	≤ 1.650	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
3.675	2.150	≤ 1.950	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	2.100
4.025	2.100	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.300
			30,0	U 100/50/5	s	22	850	2.300
4.575	2.100	≤ 2.550	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	450	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	20	700	2.650
5.075	2.550	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.950
			10,0	U 100/50/5	s	14	500	2.950
			20,0	U 120/60/6	s	22	650	2.950
			30,0	U 140/60/6	s	28	850	2.950
5.475	3.000	≤ 3.200	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	450	3.150
			10,0	U 100/50/5	s	14	550	3.150
			15,0	U 120/60/6	s	20	550	3.150
			20,0	U 120/60/6	s	22	700	3.150
			30,0	U 160/70/7	s	30	750	3.150
6.900	3.425	≤ 3.850	≤ 7,5	U 140/60/6	s	18	500	4.000
			10,0	U 160/60/6	s	20	600	4.000
			15,0	U 180/70/7	s	24	600	4.000

M2000L LE 15.xxx 20.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L81 L82 LE 15.xxx 4x2 BB (balestra- balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
≤ 4.325		≤ 2.000	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.575	2.100	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	900	2.650
5.075	2.550	≤ 2.500	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.950
5.475	3.000	≤ 2.750	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	3.150
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	3.150
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	3.150
L83 L84 L86 LE 15.xxx 4x2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
≤ 3.675		≤ 1.600	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.325	2.550	≤ 2.000	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	700	2.500
4.575	2.100	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.650
5.075	2.550	≤ 2.450	≤10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	2.950
5.475	3.000	≤ 2.700	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	400	3.150
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	16	550	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	18	700	3.150
			30,0	U 120/60/6	s	26	800	3.150

M2000L LE 15.xxx 20.xxx

Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L84 L86 LE 20.xxx 6x2-4 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
3.675	1.500	≤ 2.000	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
+1.375				U 100/50/5	s	10	600	2.900
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	2.900
			15,0	U 100/50/5	s	14	800	2.900
			20,0	U 100/50/5	s	16	950	2.900
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.050	2.900
4.025	1.700	≤ 2.250	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
+1.375				U 100/50/5	s	10	600	3.100
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.100
			15,0	U 100/50/5	s	14	800	3.100
			20,0	U 120/60/6	s	18	850	3.100
			30,0	U 140/60/6	s	22	1.050	3.100
4.325	1.900	≤ 2.450	≤ 10,0	U 100/50/5	s	12	700	3.300
+1.375			15,0	U 120/60/6	s	16	750	3.300
			20,0	U 120/60/6	s	18	850	3.300
			30,0	U 160/60/6	s	22	1.050	3.300
4.575	2.000	≤ 2.600	≤ 10,0	U 100/50/5	s	14	750	3.450
+1.375			15,0	U 120/60/6	s	16	750	3.450
			20,0	U 140/60/6	s	20	900	3.450
			30,0	U 160/70/7	s	24	950	3.450

M2000L LE 18.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

L87 LE 18.xxx 4x2 BB (balestra- balestra)

Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 16+0,2	Lunghezza giunto saldato	
≤ 5.900		≤ 2.500	≤ 30,0	controtelaio non necessario				
6.300	2.800	≤ 2.700	≤ 20,0	controtelaio non necessario				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	800	3.650

L88 L89 LE 18.xxx 4x2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)

≤ 5.100		≤ 2.100	≤ 30,0	controtelaio non necessario				
5.500	3.050	≤ 2.300	≤ 20,0	controtelaio non necessario				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	600	3.200
5.900	3.200	≤ 2.500	≤ 20,0	controtelaio non necessario				
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	650	3.400
6.300	2.800	≤ 2.700	≤ 15,0	controtelaio non necessario				
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.650
			30,0	U 100/50/5	s	16	800	3.650

M2000 ME 12.xxx ME 14.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

M31 ME 12.xxx 4x2 BB / ME 14.xxx 4x2 BB (balestra - balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio \geq		Inizio dal centro del 1° asse \leq
						Foro viti \varnothing 14+0,2	Lunghezza giunto saldato	
4.425	2.250	≤ 2.300	$\leq 20,0$	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	850	2.550
4.925	2.700	≤ 2.650	$\leq 15,0$	U 100/50/5	w			
			20,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.850
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.850
5.325	3.150	≤ 2.900	$\leq 10,0$	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	550	2.900
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.900
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.950
M32 M33 ME 12.xxx 4x2 BL / ME 14.xxx 4x2 BL / LL MLC (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
4.425	2.250	≤ 2.300	$\leq 15,0$	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.550
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.550
4.925	2.700	≤ 2.600	$\leq 7,5$	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.850
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.850
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.850
			30,0	U 120/60/6	s	26	750	2.850
5.325	3.150	≤ 2.900	$\leq 7,5$	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	400	3.050
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.050
			20,0	U 100/50/5	s	18	700	3.050
			30,0	U 140/60/6	s	26	800	3.050
5.800	2.675	≤ 3.150	$\leq 7,5$	U 100/50/5	s	14	500	3.350
			10,0	U 100/50/5	s	16	550	3.350
			15,0	U 120/60/6	s	20	600	3.350
			20,0	U 120/60/6	s	24	700	3.350
			30,0	U 160/70/7	s	32	800	3.350

M2000M ME 18.xxx ME 25.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

M38 ME 18.xxx 4x2 BB (balestra- balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio ≥		Inizio dal centro del 1° asse ≤
						Foro viti Ø 16+0,2	Lunghezza giunto saldato	
≤5.900		≤ 2.650	≤ 30,0	controtelaio non necessario				
6.300	2.800	≤ 2.900	≤ 20,0	controtelaio non necessario				
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	900	3.650
M39 M40 ME 18.xxx 4x2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
≤4.950		≤ 2.150	≤ 30,0	controtelaio non necessario				
5.350	3.200	≤ 2.350	≤15,0	controtelaio non necessario				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	2.950
5.750	3.350	≤ 2.550	≤15,0	controtelaio non necessario				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	3.300
5.900	3.200	≤ 2.650	≤ 15,0	controtelaio non necessario				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	3.400
6.300	2.800	≤ 2.900	≤ 10,0	controtelaio non necessario				
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	900	3.650
			30,0	U 100/50/5	s	26	1.000	3.650
M42 M43 ME 25.xxx 6x2-2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
4.150	2.000	≤ 1.800	≤ 30,0	controtelaio non necessario				
+1.350								
4.500	1.650	≤ 2.050	≤ 20,0	controtelaio non necessario				
+1.350			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	1.000	3.400
5.150	2.000	≤ 2.450	≤ 10,0	controtelaio non necessario				
+1.350			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.750
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	800	3.750
				U 160/60/6	s	22	1.050	3.750
5.600	2.350	≤ 2.750	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
+1.350			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	650	4.000
			20,0	U 100/50/5	s	20	900	4.000
				U 120/60/6	s	22	1.000	3.450

F2000 FE 19.xxx FE 23.xxx FE 26.xxx

Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

T01 T31 FE 19.xxx 4x2 BB (balestra- balestra)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio \geq		Inizio dal centro del 1° asse \leq
						Foro viti $\varnothing 16+0,2$	Lunghezza giunto saldato	
≤ 5.700		≤ 3.200	$\leq 30,0$	controtelaio non necessario				
T02 T03 T32 T33 T62 FE 19.xxx 4x2 BL / LL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
≤ 3.800		≤ 2.000	$\leq 30,0$	controtelaio non necessario				
4.500	1.900	≤ 2.400	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
			30,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.600
4.800	1.800	≤ 2.450	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	800	2.750
5.000	2.250	≤ 2.750	$\leq 30,0$	controtelaio non necessario				
5.200	3.000	≤ 2.850	$\leq 30,0$	controtelaio non necessario				
5.500	2.100	≤ 2.950	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	3.200
5.700	2.750	≤ 3.200	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	750	3.200
6.600	3.650	≤ 3.800	$\leq 10,0$	controtelaio non necessario				
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	500	3.800
			20,0	U 100/50/5	s	12	550	3.800
			30,0	U 100/50/5	s	16	750	3.800

F2000 FE 19.xxx FE 23.xxx FE 26.xxx

 Tipo di collegamento: **w** = cedevole alle forze di taglio **s** = rigido

T05 T35 FE 23.xxx 6x2-2, 6x2-4 LL (sospensioni interamente pneumatiche)								
Passo	Sbalzo telaio di serie	Sbalzo max. veicolo	LBW Carico utile	Sezione minima del controtelaio	Tipo di collegamento	su ogni lato del telaio \geq		Inizio dal centro del 1° asse \leq
						Foro viti $\varnothing 16+0,2$	Lunghezza giunto saldato	
4.600	1.850	≤ 2.700	$\leq 7,5$	controtelaio non necessario				
+1.350			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.450
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	750	3.450
			20,0	U 100/50/5	s	14	850	3.450
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.000	3.450
4.800	2.000	≤ 2.850	$\leq 7,5$	U 120/60/6	w			
+1350				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	3.550
			15,0	U 100/50/5	s	14	750	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	16	900	3.550
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.000	3.550
5.000	1.800	≤ 3.000	$\leq 7,5$	U 160/70/7	w			
+1350				U 100/50/5	s	12	650	3.650
			10,0	U 100/50/5	s	12	700	3.650
			15,0	U 100/50/5	s	12	650	3.650
			20,0	U 120/60/6	s	20	900	3.650
			30,0	U 140/60/6	s	24	1.150	3.650
T06 T36 T07 T37 FE 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL (sospensioni miste / sospensioni interamente pneumatiche)								
4.600		≤ 2.400	$\leq 30,0$	controtelaio non necessario				
+1.350								
4.800	2.000	≤ 2.500	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
+1.350			30,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	800	3.550
5.000	2.200	≤ 2.700	$\leq 20,0$	controtelaio non necessario				
+1.350			30,0	U 100/50/5	s	16	850	3.650
5.700	2.700	≤ 3.200	$\leq 10,0$	controtelaio non necessario				
+1.350			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	4.050
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	4.050
			30,0	U 100/50/5	s	16	900	4.050

Allacciamento elettrico

Le sponde di carico elettroidrauliche richiedono una progettazione specifica dell'alimentazione elettrica. È indispensabile rispettare le indicazioni del capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi” delle direttive di allestimento. Nel caso ideale, il veicolo viene ordinato in fabbrica già completo dell'interfaccia elettrica per la sponda di carico (comprende interruttore, spia di controllo, blocco dell'avviamento e alimentazione elettrica della sponda di carico). L'impianto elettrico realizzato successivamente è complesso e richiede una modifica della rete di bordo del veicolo che potrà essere effettuata solamente da personale abilitato dalla MAN. E' necessario togliere la protezione per il trasporto, montata in fabbrica. L'allestitore deve verificare l'idoneità del collegamento elettrico della sponda di carico per i veicoli MAN. Per il collegamento della sponda di sollevamento e carico all'interfaccia elettrica, fare riferimento agli schemi che seguono.

5.3.10 Verricello

Per il montaggio di un verricello sono determinanti i seguenti aspetti:

- forza di trazione
- posizione di montaggio
 - frontale
 - centrale
 - posteriore
 - laterale
- tipo di azionamento
 - meccanico
 - elettro-meccanico
 - elettro-idraulico

I componenti del veicolo, come assi, sospensioni, telaio ecc., non devono essere sottoposti a sovraccarico in seguito al funzionamento del verricello. Ciò vale, in particolare, nel caso in cui la forza di trazione del verricello agisca in direzione spostata rispetto all'asse longitudinale del veicolo. Eventualmente può essere necessaria una limitazione automatica della forza di trazione in funzione della direzione della stessa.

In caso di montaggio frontale del verricello, la sua forza massima di trazione viene limitata dal carico tecnicamente ammesso sull'asse anteriore, indicato sulla targhetta del veicolo e nei documenti di circolazione. Non sono ammessi verricelli con forza di trazione superiore al carico tecnicamente ammesso sull'asse anteriore senza avere preventivamente interpellato il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

In ogni caso si dovrà assicurare la guida perfetta della fune. La fune deve essere sottoposta a meno rinvii possibili; al tempo stesso non deve essere pregiudicata la funzione di nessun componente del veicolo.

Date le migliori possibilità di montaggio e di regolazione è preferibile un comando idraulico del verricello. Si deve tenere conto del grado di rendimento della pompa e del motore idraulico (vedasi anche capitolo 9 „Calcoli“).

Occorre verificare la possibilità di utilizzare pompe idrauliche già disponibili, ad es. della gru di carico o del cassone ribaltabile. In tal modo si potrà eventualmente evitare il montaggio di più prese di forza.

Per l'ingranaggio a vite senza fine di verricelli meccanici va considerato in numero di giri in entrata (generalmente < 2000 giri/min.) per determinare il corretto rapporto di trasmissione della presa di forza. Per determinare la coppia minima necessaria della presa di forza, si deve tenere conto inoltre del basso grado di rendimento dell'ingranaggio a vite senza fine.

Per i verricelli a comando elettro-meccanico o elettro-idraulico vanno rispettate le indicazioni riportate nel capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi“.

Pubblicazioni:

- Norme antinfortunistiche „Verricelli, dispositivi di sollevamento e trazione“ (VBG-8)
- DIN 14584 – Dispositivi di trazione a comando meccanico
- DIN 15020, foglio 1 e 2 – Principi fondamentali per trasmissioni a fune
- DIN 31000 – Realizzazione di prodotti tecnici conformi alle prescrizioni di sicurezza– principi generali
- DIN 31001, foglio 1 e 2 – Dispositivi di protezione
- Bollettino tecnico n. 9 dell'associazione di categoria per utenti di veicoli:
„Sicurezza nell'impiego di verricelli motorizzati a tamburo“.

5.3.11 Allestimento a betoniera

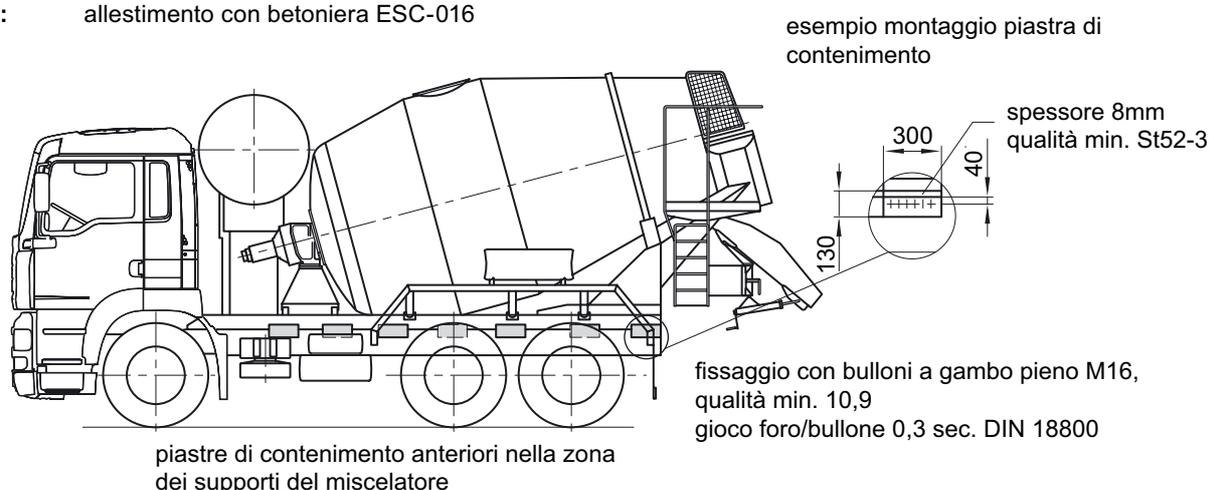
Gli autotelai per betoniere devono essere dotati di una barra stabilizzatrice su entrambi gli assi posteriori per ridurre la tendenza al rollio, nonché di sospensioni posteriori per l'alto baricentro del veicolo. MAN propone autotelai appositamente predisposti per il montaggio di betoniere. Queste versioni si riconoscono dalle lettere „TM“ (per Transportmischer/betoniera) nella sigla, ad es. 32.364 VF-TM.

La betoniera viene generalmente azionata dalla presa di forza sul motore (presa di forza azionata dall'albero a camme). In alternativa, è disponibile anche una presa di forza NMV della ZF dipendente dal motore che però richiede necessariamente il cambio ZF. Il montaggio a posteriori delle due prese di forza citate è molto complesso e non è pertanto consigliato. In caso di montaggio a posteriori è da preferirsi l'azionamento mediante motore ausiliario.

La fig. 96 mostra un esempio di betoniera. Il collegamento è di tipo rigido alle forze di taglio su quasi tutta la lunghezza, ad eccezione dell'estremità anteriore del controtelaio davanti al supporto del tamburo miscelatore. Le prime due piastre di contenimento devono essere sistemate nella zona dei supporti anteriori del miscelatore. Negli autotelai predisposti in fabbrica, le piastre di contenimento si trovano già nei punti giusti – in caso di montaggio a posteriori si presume che la loro ubicazione sia conforme alle norme qui citate e faccia riferimento alla disposizione in autotelai TM equivalenti. I disegni dell'autotelaio possono essere richiesti tramite il nostro servizio online MANTED® (www.manted.de) o al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

I nastri trasportatori di calcestruzzo e le pompe per calcestruzzo non possono essere sempre montati su autotelai di serie per betoniere. In questo caso, oltre all'autorizzazione MAN, occorre anche quella del costruttore della betoniera. In determinate circostanze si rende indispensabile una struttura del controtelaio diversa da quella normale per betoniere oppure un rinforzo a crociera all'estremità del telaio (come per l'installazione di gru posteriori, vedasi il paragrafo „Gru posteriore“ del presente capitolo). In tal caso è indispensabile l'autorizzazione del reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"). Per la documentazione da presentare vedasi il paragrafo „Controllo dell'allestimento“ del presente capitolo.

Figura 96: allestimento con betoniera ESC-016



6. Impianto elettrico, cavi

6.1 Introduzione

Poiché l'evoluzione tecnica richiede continue modifiche all'elettronica e all'impianto elettrico in tempi sempre più brevi, la documentazione atta a regolamentare l'intervento degli allestitori sull'equipaggiamento elettrico ed elettronico dei veicoli industriali comprenderà in futuro non solo le direttive di allestimento, bensì anche descrizioni di interfacce ed altri scritti e fonti di informazione. Il servizio MAN online MANTED® (www.manted.de) fornisce informazioni sempre aggiornate.

6.2 Accenno ai manuali di riparazione e alle norme

Informazioni dettagliate sui singoli sistemi sono contenute nei manuali di riparazione specifici per argomento. I manuali di riparazione possono essere richiesti al Servizio Ricambi dell'organizzazione post-vendita MAN. L'impianto elettrico/elettronico installato nei veicoli industriali MAN ottempera alle norme e alle direttive nazionali ed europee in vigore da applicare come requisiti minimi. In molti campi infatti le norme interne MAN sono assai più restrittive. All'occorrenza, le norme MAN aggiornate possono essere richieste a MAN Nutzfahrzeuge AG, reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

6.3 Avviamento, traino ed esercizio

Le modalità di avviamento del motore sono quelle consuete dei motori Diesel (vedasi Istruzioni d'impiego).

Se però il motore, in casi d'emergenza, deve essere avviato mediante traino del veicolo, ciò dovrà avvenire soltanto a batteria collegata e seguendo le procedure descritte nelle Istruzioni d'impiego.

- E' ammesso effettuare l'avviamento di emergenza da veicolo a veicolo purché siano osservate le avvertenze delle Istruzioni d'impiego (tramite l'apposita presa o la coppia cavi con pinze per l'avviamento rapido). Non è ammesso l'avviamento di emergenza con
 - caricabatterie rapidi o
 - apparecchiature esterne.

Con motore in moto:

- non disinserire l'interruttore staccabatteria
- non staccare o smontare i morsetti della batteria o dei rispettivi poli.

6.4 Cura delle batterie

Anche le batterie esenti da manutenzione richiedono cura. Esente da manutenzione significa soltanto che non si deve eseguire il controllo del livello dell'elettrolito. Le batterie hanno una tendenza intrinseca a scaricarsi ed in mancanza di controllo possono anche scaricarsi completamente, con conseguente danneggiamento.

Quindi, in caso di fermi macchina, anche in seguito ad operazioni di allestimento, valgono le seguenti regole:

- disinserire tutti gli apparecchi utilizzatori (ad es. luci, illuminazione interna, radio),
- dotare sempre il registratore dei dati di marcia di un disco tachigrafo, chiudere l'alloggiamento ed inserirlo su „Tempo di fermo veicolo“ (motivo: assorbimento mensile di corrente 19Ah in posizione di riposo, 72Ah con alloggiamento aperto),
- non azionare il sezionatore della batteria, se presente; esso non scollega il registratore dei dati di marcia dalla rete di bordo,
- evitare avviamenti inutili (ad es. solamente per manovre), ogni avviamento assorbe corrente fino a 2Ah,
- controllare regolarmente la tensione di riposo delle batterie (minimo una volta al mese). Valori orientativi 12,6V = batteria carica; 12,3V = 50% batteria scarica,
- ricaricare immediatamente le batterie con tensione di riposo di 12,25V o inferiore (evitare la ricarica rapida),
- le batterie del veicolo devono essere ricaricate regolarmente in base alla relativa scheda ed agli intervalli previsti fino alla consegna del veicolo al cliente finale

- la tensione di riposo delle batterie si assesta dopo circa 10h dall'ultima ricarica o dopo circa 1h dal momento in cui si sono scaricate,
- dopo ogni procedimento di ricarica osservare una pausa di 1h prima di mettere in funzione la batteria,
- controllare la tensione di riposo, indipendentemente dal periodo di fermo del veicolo, qualora la batteria sia stata fortemente sollecitata, ad es. per il montaggio o la riparazione di una sponda di carico con successivo controllo di funzionamento, o in caso di frequenti avviamenti del motore senza successiva marcia del veicolo,
- in caso di tempo di fermo veicolo >1 mese: scollegare le batterie, senza tuttavia omettere di controllare la tensione di riposo.

Le batterie completamente scariche (con tracce di solfatizzazione) non danno luogo a prestazioni in garanzia.

Non sono ammessi allacciamenti al polo negativo della batteria. Per il collegamento a massa utilizzare un cavo separato collegandolo al punto di massa comune predisposto

- sul supporto posteriore sinistro del motore nei veicoli con motorizzazione D08 (L2000, M2000)
- sul supporto posteriore destro del motore nei veicoli con motorizzazione D28 (F2000, E2000) oppure
- dietro l'impianto elettrico centrale o dietro la strumentazione (in tutti i veicoli).

L'alimentazione di corrente (+UBAT) ai gruppi e alle centraline dell'allestimento deve essere predisposta tramite idonee protezioni separate. Non è ammesso l'assorbimento da una sola batteria da 12 V della rete di bordo a 24 V (ved. anche paragrafo 6.6 „Dotazione di fusibili, potenza per apparecchi utilizzatori supplementari“).

Tutti gli autocarri MAN sono equipaggiati con alternatore. In caso di esecuzione di saldature ad arco, attenersi alle istruzioni riportate nel capitolo „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Saldature sul telaio“. Prima di procedere alle operazioni di saldatura, è necessario scollegare i poli positivi e negativi della batteria collegando insieme le estremità libere del cavo. In presenza di un interruttore staccabatteria, questo deve essere in stato di chiusura (interruttore meccanico) o ponticellato (interruttore elettrico). Per i veicoli con motore a metano valgono disposizioni diverse, in proposito vedere il capitolo „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Motori a metano“.

Sul tema batterie la MAN ha pubblicato una „Informazione tecnica per gli allestitori“ (n° 96-01-2-66), da richiedere al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore”).

6.5 Schemi supplementari dei collegamenti elettrici e disegni dei fasci cavi

Gli schemi supplementari dei collegamenti elettrici ed i disegni dei fasci cavi, che descrivono o contengono p.es. le predisposizioni per l'allestimento, si possono richiedere al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto “editore”).

E' compito dell'allestitore accertarsi che la documentazione in suo possesso, p.es. schemi dei collegamenti elettrici e disegni dei fasci cavi, corrisponda allo stato delle modifiche apportate al veicolo. Ulteriori informazioni tecniche sono contenute nei manuali di riparazione.

6.6 Dotazione di fusibili, potenza per apparecchi utilizzatori supplementari

In caso di montaggio a posteriori di utilizzatori elettrici supplementari, osservare quanto segue:

- sono vietate modifiche di qualunque tipo, in particolare all'impianto elettrico centrale della rete di bordo. Dei danni insorti in seguito a tali modifiche risponde l'allestitore,
- nell'impianto elettrico centrale non ci sono fusibili liberi per gli impieghi dell'allestitore,
- eventuali fusibili supplementari possono all'occorrenza essere inseriti in un supporto di materiale plastico predisposto a monte dell'impianto elettrico centrale,
- è vietata l'aggiunta di qualsiasi punto di presa di corrente dai circuiti esistenti dell'impianto elettrico di bordo o l'allacciamento di altri apparecchi utilizzatori a fusibili già occupati,
- ogni circuito elettrico realizzato dall'allestitore deve essere sufficientemente dimensionato e disporre di fusibili propri. La protezione dei cavi deve essere assicurata da fusibili adeguatamente dimensionati e non dai sistemi allacciati ai cavi stessi. I sistemi elettrici devono garantire una protezione idonea contro ogni possibile disturbo senza avere ripercussioni sull'impianto elettrico del veicolo,
- nello stabilire la sezione dei conduttori si deve tenere conto della caduta di tensione e del riscaldamento del conduttore. Data la resistenza meccanica ridotta, devono essere preferibilmente evitate sezioni inferiori a 1 mm². Il cavo positivo ed il cavo negativo devono avere la stessa sezione minima,
- l'assorbimento di corrente per le apparecchiature a 12 V deve essere realizzato solo tramite convertitore di tensione. Non è ammessa l'alimentazione da una sola batteria, in quanto la diversità tra i diversi stati di carica possono portare al sovraccarico e al danneggiamento dell'altra batteria,
- i gruppi elettrici ausiliari possono richiedere batterie di capacità maggiore. Eventualmente può essere necessario adottare anche un alternatore di potenza superiore. La sezione dei cavi della batteria va adattata alla nuova presa di potenza. Questi gruppi vengono generalmente forniti dalla fabbrica e possono essere montati a posteriori.

Batterie di capacità massima possibile e alternatori di potenza elevata devono essere previsti, in particolare, in caso di:

- sponde di carico a comando elettroidraulico
- montaggio di freni elettrodinamici.

6.7 Tipo di conduttori elettrici e relè da utilizzare

Nei veicoli industriali MAN vengono impiegati unicamente i conduttori elettrici ed i relè prescritti dalla norma interna MAN M 3135 o dal capitolato MAN „Relè per veicoli industriali“. Questi stampati possono essere ordinati all'occorrenza presso il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"). Si deve inoltre osservare la norma internazionale ISO 6722 sui „Cavi per basse tensioni non schermati“ per i veicoli stradali.

6.8 Impianto di illuminazione

Se si apportano modifiche ai dispositivi ottici (impianto di illuminazione), decade l'omologazione parziale già rilasciata ai sensi della direttiva CEE 76/736 compreso l'emendamento CEE 97/28. Ciò si verifica in particolare quando vengono a variare le quote di montaggio dell'impianto di illuminazione e quando una lampada viene sostituita con un'altra non prevista dall'omologazione parziale.

I veicoli con lunghezza totale superiore a 6m devono essere dotati di luci di ingombro laterali ai sensi della succitata direttiva, disponibili all'origine. Qualora non sia stata prevista in sede di ordinazione alcuna protezione laterale, le luci di ingombro laterali possono essere fornite anche con fissaggio provvisorio sul telaio. In tal caso vanno comunque mantenute le quote di montaggio prescritte dalla direttiva.

Dopo il montaggio dell'allestimento occorre definire nuovamente la registrazione base dei proiettori. Ciò si dovrà effettuare direttamente ai proiettori anche se si tratta di veicoli con regolazione della profondità di illuminazione dei fari. A tal fine occorre rilevare dalla targhetta d'identificazione il valore percentuale anabagliante e controllare, o registrare, (con un'apparecchiatura idonea) il valore rilevato. Se i proiettori vengono collocati più in basso o più in alto, si devono rettificare il valore percentuale anabagliante e la relativa indicazione sulla targhetta d'identificazione in base alla direttiva CEE succitata.

6.9 Soppressione di radiodisturbi

A seconda dell'impiego del veicolo si dovranno adottare opportuni provvedimenti per la soppressione dei radiodisturbi. Le prescrizioni valide in materia variano da paese a paese. La soppressione dei radiodisturbi creati dall'impianto elettrico deve avvenire mediante la scelta di appropriati mezzi antiradiodisturbi.

Mezzi antiradiodisturbi appropriati sono per esempio:

- resistenze antidisturbi
- condensatori e bobine di reattanza o filtri antiradiodisturbi
- cavi speciali e relative connessioni
- schermature per campi d'alta frequenza.

Da tenere in considerazione sono anche le diverse classi di protezione, ad es. a breve e a lunga distanza. In Germania sono determinanti le disposizioni della norma DIN 57879/VDE 0879, parte 1, e StVZO § 55a.

6.10 Compatibilità elettromagnetica

A causa delle interazioni tra i diversi componenti elettrici, i sistemi elettronici, il veicolo e l'ambiente circostante si deve verificare la compatibilità elettromagnetica. Tutti i sistemi installati nei veicoli industriali MAN ottemperano alle prescrizioni della norma interna MAN M3285 (EMV).

Norme applicabili:

- norma interna MAN M3285 (disponibile presso il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"))
- direttiva CEE 72/245 con integrazione 95/54/CEE.

In caso di montaggio a posteriori di componenti elettrici o elettronici si deve verificare la loro compatibilità elettromagnetica. A partire dal 2002 la direttiva CEE 72/245 con la relativa integrazione 95/54/CEE costituirà il requisito minimo che tutti gli stati membri dell'Unione Europea dovranno rispettare per tutti i gruppi elettrici/ elettronici collegati nella rete di bordo.

Alla consegna i veicoli MAN ottemperano alle prescrizioni della direttiva CEE 72/245, inclusa la direttiva CEE 95/54.

Tutti i

dispositivi che vengono installati dall'allestitore sul veicolo (definizione dispositivi ai sensi della direttiva CEE 89/336) devono soddisfare le norme di legge rispettivamente in vigore. L'allestitore è responsabile della compatibilità elettromagnetica dei propri componenti e del proprio sistema e delle relative interazioni con altri sistemi. Dopo avere montato tali sistemi o componenti, l'allestitore è tenuto a verificare che il veicolo soddisfi ancora le attuali disposizioni dettate dal legislatore.

Eventuali apparecchiature radio, ad es. il radiotelecomando per le funzioni dell'allestimento, non devono compromettere le funzioni del veicolo.

6.11 Interfacce sul veicolo

Le interfacce predisposte da MAN (ad es. regolazione regimi intermedi) sono installate:

- nei modelli F2000, E2000 e M2000M: all'esterno della cabina dietro lo sportello frontale sul lato del secondo autista
- nei modelli L2000 e M2000L: nella cabina, sotto l'impianto elettrico centrale sul lato del secondo autista.

Le interfacce presenti sul veicolo sono descritte nelle corrispondenti informazioni per gli allestitori.

All'occorrenza si possono richiedere a MAN, reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

6.12 Predisposizioni per l'allestimento

Se un veicolo viene ordinato con predisposizioni per l'allestimento (p.es. dispositivo di avvio e di arresto all'estremità del telaio), queste vengono montate, e per parte allacciate, in fabbrica. L'allestitore dovrà a sua volta impiegare gli schemi dei collegamenti elettrici ed i disegni dei fasci cavi corrispondenti. Per il trasferimento del veicolo all'allestitore la MAN provvede ad appositi dispositivi di sicurezza. Questi dovranno poi essere rimossi con la dovuta perizia, in modo da potere mettere in funzione i sistemi in condizioni di sicurezza.

6.13 Impostazione di parametri specifici cliente con MAN-cats®

MAN-cats® è l'apparecchiatura speciale MAN per la diagnosi e la parametrizzazione dei sistemi elettronici del veicolo. La modifica dei parametri specifici del cliente (ad es. dei regimi intermedi) si effettua con questa apparecchiatura. MAN cats® è impiegato in tutti i punti di assistenza ed in tutte le officine autorizzate MAN. Se l'allestitore o il cliente comunicano i parametri specifici desiderati al personale MAN addetto alle vendite già in sede di ordinazione del veicolo, questi vengono impostati in fabbrica mediante la programmazione EOL (EOL = end of line, programmazione a fine catena di montaggio). L'impiego di MAN cats® è necessario se si vogliono modificare i parametri.

6.14 Collegamento a massa

Nei veicoli MAN il telaio non viene utilizzato come conduttore di massa, per cui con il conduttore positivo va sempre installato anche un proprio conduttore di massa fino all'apparecchio utilizzatore. Utilizzatori supplementari, come p.es. le sponde caricatori, devono essere quindi dotati di un collegamento proprio con il punto di massa comune.

Punti di massa comuni sono previsti:

- dietro l'impianto elettrico centrale
- dietro la strumentazione
- sul supporto posteriore destro dei motori D28 (F2000, E2000) o sul supporto posteriore sinistro dei motori D08 (M2000, L2000).

Dai punti di massa comuni dietro l'impianto elettrico centrale o dietro la strumentazione non possono essere prelevati più di 8 - 10A in totale. L'accendisigari e le eventuali prese di corrente supplementari dispongono di proprie limitazioni di potenza indicate nelle Istruzioni d'impiego. In caso di maggiore fabbisogno di corrente si dovrà controllare il carico massimo del cavo basandosi sulla dotazione del veicolo e prevedere un conduttore di massa fino al punto di massa comune sul rispettivo supporto motore.

La carcassa di motori unipolari di gruppi di altre marche va collegata tramite un cavo di massa al punto di massa comune sul rispettivo supporto motore onde evitare danni a parti meccaniche o all'impianto elettrico durante l'inserimento del motorino d'avviamento.

Su tutti i veicoli, all'interno del contenitore della batteria è applicata una targhetta che segnala espressamente che il telaio del veicolo non è collegato con il polo negativo della batteria.

6.15 Cavi elettrici e modalità di posa dei cavi

Principi generali per la posa dei cavi:

- non è ammessa la posa di cavi privi di adeguati fissaggi e/o non inseriti in tubi o guaine,
- i tubi ondulati dei fasci cavi sono fissati al telaio su mensole di materiale plastico e nella zona del motore su apposite tracce con fasce stringitubo o mediante fermagli,
- non è ammesso fissare più cavi con una sola fascetta,
- è ammesso esclusivamente l'impiego di tubi PA (PA = poliammide) ai sensi della norma DIN 74324, parte 1, o norma interna MAN M3230, parte 1 (estensione della norma DIN 74324, parte 1),
- alla lunghezza dei tubi PA posati è necessario aggiungere l'1% (corrispondente a 10mm di lunghezza cavo) per il ritiro del materiale plastico dei tubi a basse temperature, calcolando un'idoneità all'impiego fino a -40°C,
- i cavi elettrici non possono essere raggruppati in un unico fascio con tubazioni di alimentazione carburante o dei freni e devono essere adeguatamente protetti dal calore e dall'abrasione,
- i connettori a spina devono essere collegati in modo che l'uscita del cavo non sia rivolta verso l'alto,
- per quanto possibile, i collegamenti elettrici di serie, anche i collegamenti a massa, non devono essere modificati. In caso di modifica della lunghezza o di aggiunta di altri cavi devono essere scelti connettori a spina conformi alle norme MAN e dotati di adeguata protezione contro l'acqua. A montaggio avvenuto, i collegamenti devono essere calettati a caldo a tenuta d'acqua.
Le giunzioni di testa e le derivazioni protette contro l'acqua possono essere ordinati presso il Servizio Ricambi MAN,
- per il passaggio dei fasci cavi posati dall'allestitore dalla zona del veicolo esposta all'umidità alla zona protetta si devono utilizzare i punti di sezionamento cabina già predisposti da MAN, senza pregiudicare la tenuta del sistema realizzato da MAN,
- il diametro dei tubi ondulati utilizzati deve essere adeguato alle dimensioni del fascio cavi ivi posato, in quanto in presenza di tubi troppo grandi sussiste il rischio di danneggiamento dell'isolamento dei cavi posati all'interno del tubo.
- in caso di modifica della posizione di montaggio di componenti elettrici o elettronici, la lunghezza dei cavi elettrici deve essere adeguata alle nuove esigenze. Eventuali tratti di cavo eccedenti possono essere compensati tramite opportune modalità di posa (seguendo un percorso più lungo). Al fine di evitare un'eventuale „effetto antenna“ del cavo, non avvolgere mai il cavo su se stesso per accorciarlo,
- dovendo modificare la posa di un cavo da un lato all'altro del telaio, è possibile utilizzare un foro già disponibile. E' ammesso praticare ulteriori fori solo se non esistono altre possibilità.

7. Prese di forza → vedasi fascicolo a parte

8. Freni, tubazioni

L'impianto frenante è uno dei sistemi di sicurezza fondamentali dell'autocarro. Tutti gli interventi che comportano modifiche all'impianto frenante, tubazioni incluse, devono essere eseguiti esclusivamente da personale tecnico qualificato. Al termine di ogni intervento si deve effettuare un attento controllo visivo ed acustico dell'intero impianto frenante ed un'accurata verifica del suo funzionamento e della sua efficacia.

8.1 Tubazioni dei freni e condotti pneumatici

Tutti i tubi diretti al freno a molla devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione e al calore, secondo la norma DIN 14502, parte 2, „Requisiti generali per i veicoli antincendio dei vigili del fuoco“. Qui di seguito riportiamo nuovamente i principi generali più importanti che devono essere rispettati per eseguire correttamente la posa dei condotti pneumatici.

8.1.1 Principi fondamentali

- I tubi in poliammide (PA) devono essere rigorosamente
 - tenuti lontani da fonti di calore e disposti in modo da escludere
 - punti di sfregamento
 - tensionamenti e
 - punti di schiacciamento.
- Si devono impiegare esclusivamente tubi in PA come da norma MAN M3230, parte 1. Questi tubi sono contrassegnati ogni 350 mm da una sigla iniziante con M3230.
- Dal compressore d'aria fino all'essiccatore d'aria o regolatore di pressione si devono usare tubi in acciaio inox.
- Per le operazioni di saldatura è opportuno smontare i tubi al fine di evitare eventuali danni; vedasi anche il capitolo „Modifiche agli autotelai“, paragrafo „Saldature sul telaio“.
- Prestare attenzione agli effetti termici ed all'accumulo di calore nelle zone incapsulate. I tubi non devono entrare in contatto con le protezioni termiche in lamiera (distanza minima dagli scudi termici $\geq 100\text{mm}$, dall'impianto di scarico $> 200\text{mm}$).
- Dato il possibile sviluppo di calore, i tubi in poliammide (PA) non devono essere fissati su tubi o supporti in metallo collegati ai gruppi seguenti:
 - motore
 - compressore dell'aria
 - impianto di riscaldamento
 - radiatore
 - impianto idraulico.

8.1.2 Connettori a spina, passaggio al sistema di connessione Voss 232

Per le tubazioni dei freni ed i condotti pneumatici sono ammessi solo i connettori a spina indicati nella tabella 37. Le norme MAN ivi citate forniscono indicazioni dettagliate sulle modalità di posa e sono vincolanti per l'installazione dei condotti e dei gruppi dell'impianto pneumatico. Le norme MAN possono essere richieste al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore"). Da aprile 2000 tutte le gamme, a partire dalla nuova generazione TGA, adottano il sistema Voss di connessione 232, le cui differenze rispetto al sistema 230 vengono illustrate qui di seguito.

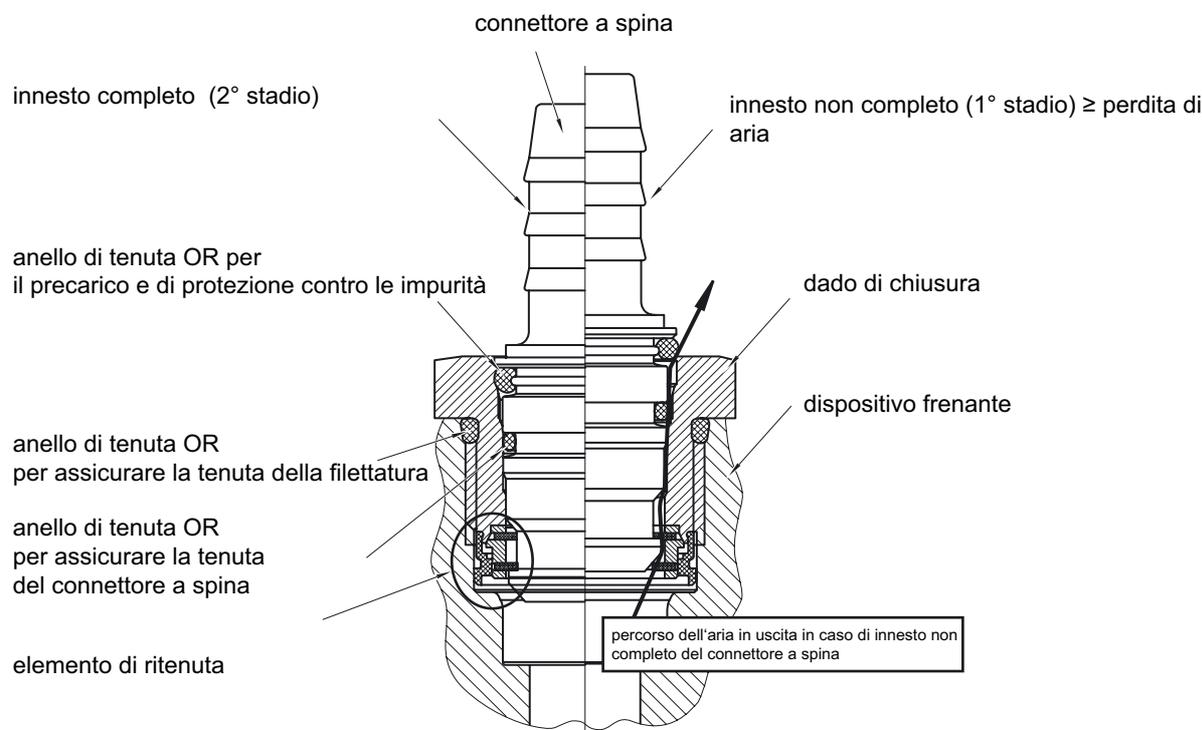
Tabella 37: sistemi di connessione Voss e relativi impieghi, uso dei connettori del sistema Voss 232 (funzionamento e componenti vedasi anche figura 97):

Sistema di connessione	Norma MAN	Impieghi
Voss 203	M3061 parte 3	Alimentazione aria per tubi di sezione ridotta 4x1 e 6x1, tutti i tipi
Voss 230	M3061 parte 2	Alimentazione aria per i veicoli L2000, M2000L, M2000M, F2000, E2000
		dal mese di aprile 2000 viene adottato il sistema Voss 232
Voss 232	M3298	Alimentazione aria per i veicoli TGA, dal mese di aprile 2000 tutte le gamme adottano il sistema Voss 232

Il sistema prevede un innesto a due stadi. Quando il connettore è inserito fino al primo stadio, il collegamento del sistema Voss 232 è volutamente non a tenuta; l'innesto scorretto del connettore si riconosce immediatamente dal rumore irregolare.

- Quando si allenta il dado di chiusura, il sistema non deve essere sotto pressione.
- Dopo avere separato il connettore dal dado di chiusura, si deve sostituire la vite poiché l'elemento di ritengo si rompe nel momento in cui si toglie la vite.
- Per questo motivo si deve estrarre il dado di chiusura per scollegare il tubo da un gruppo. Unitamente al connettore, al dado di chiusura e all'elemento di ritengo, il tubo in materiale sintetico forma un'unità riutilizzabile. Solo l'anello toroidale della filettatura (vedasi fig. 97) deve essere sostituito (l'anello toroidale deve essere lubrificato con grasso mentre il dado di chiusura deve essere pulito).
- L'unità citata al punto precedente deve essere avvitata nel gruppo inizialmente a mano e successivamente serrata alla coppia $12 \pm 2\text{Nm}$ (parte in metallo) e $10 + 1\text{Nm}$ (parte in materiale sintetico).

Figura 97: sistema di connessione Voss 232, principio di funzionamento ESC-174



- In caso di sostituzione dei connettori del sistema Voss 230 con i connettori del sistema Voss 232 occorre sostituire anche il dado di chiusura del gruppo; rimuovere da quest'ultimo tutti gli elementi elastici del sistema Voss 230 per non pregiudicare il funzionamento del dado di chiusura del sistema Voss 232.
- Se si deve inserire un connettore del sistema Voss 230 in una unità di innesto del sistema Voss 232, occorre sostituire il dado di chiusura del sistema Voss 232 con un dado del sistema Voss 230.

8.1.3 Modalità di posa e di fissaggio dei tubi

Principi fondamentali per la posa dei tubi:

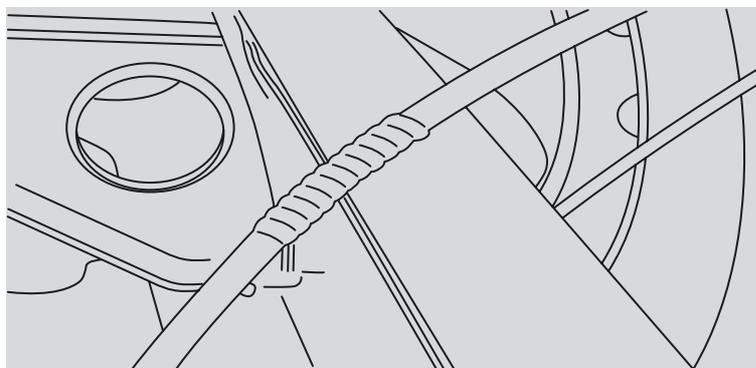
- Non è ammessa la posa dei tubi con fissaggi non appropriati.
- Non riscaldare i tubi in materiale sintetico durante la posa, anche nel caso in cui debbano essere curvati.
- Durante il fissaggio assicurarsi che i tubi in poliammide (PA) non siano soggetti a torsioni.
- Applicare alle estremità delle curvature una fascetta stringitubo oppure, in caso di fasci di tubi, un apposito fermacavi.
- I tubi ondulati per fasci cavi vengono fissati con nastri/fascette o con clip su mensole di plastica nel telaio o su appositi tracciati nell'area del motore.
- Non è ammesso fissare più tubi con una sola fascetta.
- Si possono utilizzare solamente tubi in poliammide (PA) come da norma DIN 74324 parte 1 o da norma interna MAN M3230 parte 1 (ampliamento della norma DIN 74324 parte 1)
- Alla lunghezza prevista per i tubi PA aggiungere l'1% (pari a 10 mm per metro di lunghezza) per il ritiro del materiale sintetico a basse temperature. In tal modo si garantisce l'idoneità d'impiego fino a - 40°C.
- Per le tubazioni dei freni ed i condotti pneumatici sono ammessi solo i connettori a spina indicati nella tabella 38. Le norme MAN ivi citate forniscono indicazioni dettagliate sulle modalità di posa e sono vincolanti per l'installazione dei condotti e dei gruppi dell'impianto freni. Le norme MAN possono essere richieste al reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore").

Tabella 38: sistemi di connessione Voss e relativi impieghi

Sistema di connessione	Norma MAN	Impieghi
Voss 230	M3061 Teil 2	Alimentazione aria per i veicoli L2000, M2000L, M2000M, F2000, E2000
Voss 232	M3298	Alimentazione aria per i veicoli TGA
Voss 203	M3061 Teil 3	Alimentazione aria per tubi di sezione ridotta 4x1 e 6x1, tutti i tipi

- Non è ammesso riscaldare i tubi durante la posa.
- Per tagliare a misura i tubi in materiale sintetico si deve impiegare l'apposita trancia in quanto l'impiego del seghetto comporterebbe sbavature inammissibili sulla superficie lavorata e la formazione di trucioli all'interno del tubo.
- I tubi in poliammide possono essere a contatto con i bordi del telaio o con aperture nel telaio. Un appiattimento minimo sul tubo in poliammide (profondità max. 0,3mm) nei punti di contatto è ammissibile. Non sono invece ammessi punti di sfregamento che creano intagli.
- Può esserci contatto tra i tubi in poliammide. Nel punto di contatto si avrà un minimo appiattimento reciproco.
- I tubi in poliammide possono essere raggruppati a fasci, utilizzando apposite fascette, se hanno andamento parallelo (non se sono incrociati). I tubi in poliammide e i tubi ondulati vanno raggruppati in fasci separati. Si tenga conto dell'effetto di irrigidamento e della conseguente minore flessibilità.
- Coprire i bordi del telaio con un tubo ondulato che è stato aperto tagliandolo non è ammesso, in quanto il tubo in poliammide verrà danneggiato nel punto di contatto con il tubo ondulato.
- Appoggi puntuali su bordi tagliati del telaio possono essere protetti con una cosiddetta „spirale di protezione“ (vedi figura 98). La spirale di protezione deve aderire bene al tubo e deve essere ben chiusa (eccezione: tubazioni in PA $\varnothing \leq 6$ mm).

Figura 98: Spirale di protezione su un tubo in PA



- Il contatto di tubazioni in PA/tubi ondulati in PA con leghe di alluminio (p.es. serbatoio in alluminio, scatola del filtro carburante non è ammesso, in quanto le leghe di alluminio vengono asportate meccanicamente (pericolo d'incendio).
- Tubazioni pulsanti che si incrociano (p.es. del carburante) non devono essere legate insieme nel punto d'incrocio (pericolo di sfregamento).
- Sulle tubazioni d'iniezione e sui tubi d'acciaio del carburante per l'impianto di termoavviamento a fiamma non devono essere fissati altri tubi (pericolo di sfregamento, pericolo d'incendio).
- Cavi dell'impianto di lubrificazione centralizzato e cavi dei sensori ABS possono essere fissati sulle condutture pneumatiche solo con distanziali in gomma.
- Sulle tubazioni flessibili dell'acqua di raffreddamento e sulle tubazioni flessibili idrauliche (p.es. dello sterzo) non deve venir fissato niente (pericolo di sfregamento).
- I cavi del motorino di avviamento non devono in nessun caso essere raggruppati in fasci con tubazioni che portano carburante o olio, in quanto l'assenza di sfregamento sul cavo positivo è un vincolo importantissimo!
- Effetti di alte temperature: Fare attenzione agli accumuli di calore nelle aree incapsulate. Le tubazioni non devono essere in contatto con lamiere isolanti (distanza minima dalle lamiere isolanti $\geq 100\text{mm}$, dalla marmitta di scarico $\geq 200\text{mm}$).
- Le tubazioni metalliche sono state sottoposte ad incrudimento e non devono essere né piegate né montate in modo che possano deformarsi durante il servizio.

Qualora gruppi/ componenti sono montati/ supportati in modo che ci sia del movimento tra di loro, nel passaggio delle tubazioni bisogna osservare i seguenti principi:

- La tubazione deve poter seguire liberamente il movimento del gruppo. Si deve quindi prevedere un gioco sufficiente con le parti mobili (fasi di molleggio, sterzata, ribaltamento cabina). Non è ammesso l'allungamento elastico dei tubi.
- Il punto iniziale e finale del movimento deve essere definito con precisione come punto di sollecitazione fisso. Il tubo PA deve essere teso e fissato in questo punto con una fascia stringitubo possibilmente larga o con una fascetta adattata al diametro del tubo.
- Se nello stesso punto di passaggio si devono posare tubi in PA e tubi ondulati, sistemare prima il tubo in PA più rigido. Successivamente fissare il tubo ondulato più duttile al tubo in PA.
- A condizione che si osservi un'adeguata distanza tra i punti di sollecitazione, le tubazioni sono in grado di sopportare movimenti trasversali al senso di posa (formula empirica: distanza tra i punti di sollecitazione ≥ 5 volte l'ampiezza di movimento da superare).
- Il sistema migliore per coprire grandi ampiezze di movimento è la posa ad U con lo svolgimento del movimento lungo i fianchi dell'U:

Formula empirica per il margine minimo di movimento:

margine minimo di movimento = $1/2 \cdot$ ampiezza di movimento \cdot il raggio minimo $\cdot \pi$

- Per i tubi in PA si devono rispettare i raggi minimi di curvatura indicati nella tabella sottostante (il punto iniziale e finale del movimento è da definirsi con precisione come punto fisso di sollecitazione):

Tabella 39: raggi minimi di curvatura per i tubi in PA

Ø nominale del tubo [mm]	4	6	9	12	14	16
Raggio ≥ [mm]	20	30	40	60	80	95

- Le tubazioni devono essere fissate con apposite fascette in materiale plastico. Rispettare la distanza massima tra le fascette come da tabella 40.

Tabella 40: distanza massima tra le fascette in base alle dimensioni dei tubi

Dimensioni tubo	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Distanza fascette [mm]	500	500	600	600	700	700	800	800	800

8.1.4 Perdita di aria compressa

La tenuta degli impianti pneumatici non potrà mai essere totale. Infatti, anche se la loro predisposizione ed installazione è stata eseguita a regola d'arte, non si potranno mai escludere piccole perdite d'aria. Si dovrà però distinguere tra perdita inevitabile e perdita inaccettabile. In linea di massima dovranno essere eliminate le perdite d'aria che, a distanza di 12 ore dallo spegnimento del motore, impediscono la movimentazione del veicolo subito dopo l'accensione del motore. Esistono due metodi che consentono di stabilire se la perdita d'aria può essere considerata inevitabile:

- per un periodo di 12 ore dal rifornimento di aria compressa alla pressione di disinserimento in nessun circuito la pressione deve essere < 6 bar. Il controllo deve essere effettuato con i freni a molla non alimentati, ovvero con il freno di stazionamento inserito;
- per un periodo di 10 minuti dal rifornimento di aria compressa alla pressione di disinserimento nel circuito in esame, la pressione non deve scendere di oltre il 2%.

Se la perdita di aria è maggiore, il difetto è inammissibile e deve essere eliminato.

8.2 Collegamento di utilizzatori secondari

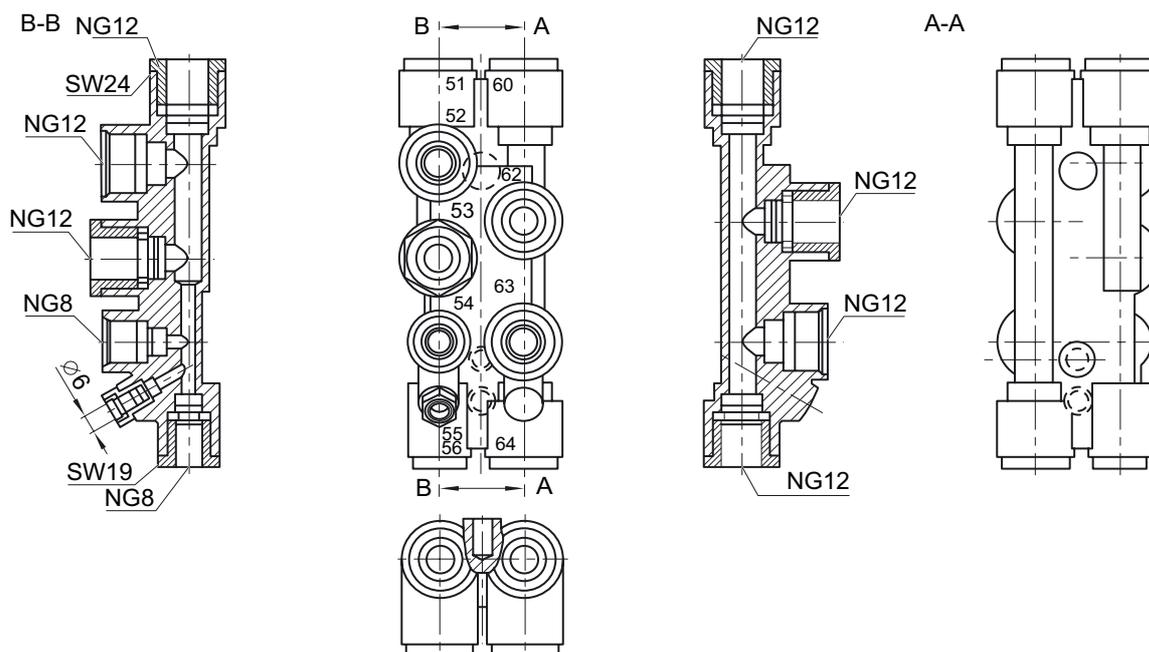
L'aria compressa per gli utilizzatori secondari può essere prelevata solamente dal sistema di tubazioni che fanno capo all'attacco 24 sulla valvola di protezione a quattro circuiti (con no. di posizione G4.X negli schemi funzionali, vedasi figg. 100 e 101). Per ogni utenza aggiuntiva con un raccordo pneumatico > NG6 (6x1mm) deve essere prevista una propria valvola by-pass, ad eccezione del comando pneumatico di un freno continuo supplementare, vedasi paragrafo 8.4 „Freni supplementari continui.

All'attacco 24 della valvola di protezione a quattro circuiti sono collegati anche gli utilizzatori secondari MAN (vedasi tabella 41). In questo caso è previsto un distributore (fig. 99) sul cui attacco 52 possono essere allacciati gli utilizzatori d'aria compressa dell'allestimento. Gli attacchi 61, 62, 63 e 64 del distributore non devono essere utilizzati perché essi sono riservati al freno di servizio. Gli attacchi non utilizzati devono essere chiusi mediante appositi tappi filettati o connettori di chiusura del corrispondente sistema di connessione Voss.

Tabella 41: distributore con 10 attacchi

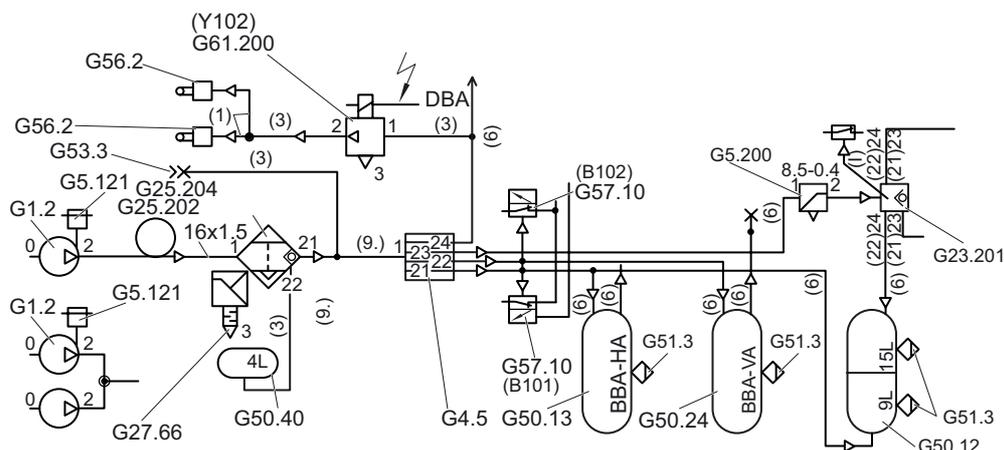
Distributore	Impieghi	Dimensione nominale (NG) del connettore a spina Voss	Circuito aria compressa, attacco
51	Cambio, frizione, intarder	NG12	Circuito IV attacco 24
52	Utilizzatori secondari dell'allestimento	NG12	
53	Alimentazione valvola di protezione a quattro circuiti, att.24	NG12	
54	Attacco rimorchio, altre uscite	NG8	
55	Sospensioni pneumatiche cabina di guida, altre uscite sulle versioni senza cabina a sospensione pneumatica	Filettatura tubo 9mm: DIN 74324 / DIN 73378	
56	Azionamento freno motore	NG8	
61	Riservato al circuito frenante I, non allacciare mai utilizzatori secondari	NG12	Circuito I attacco 21
62		NG12	
63		NG12	
64		NG12	

Figura 99: distributore di aria compressa con 10 attacchi ESC-175



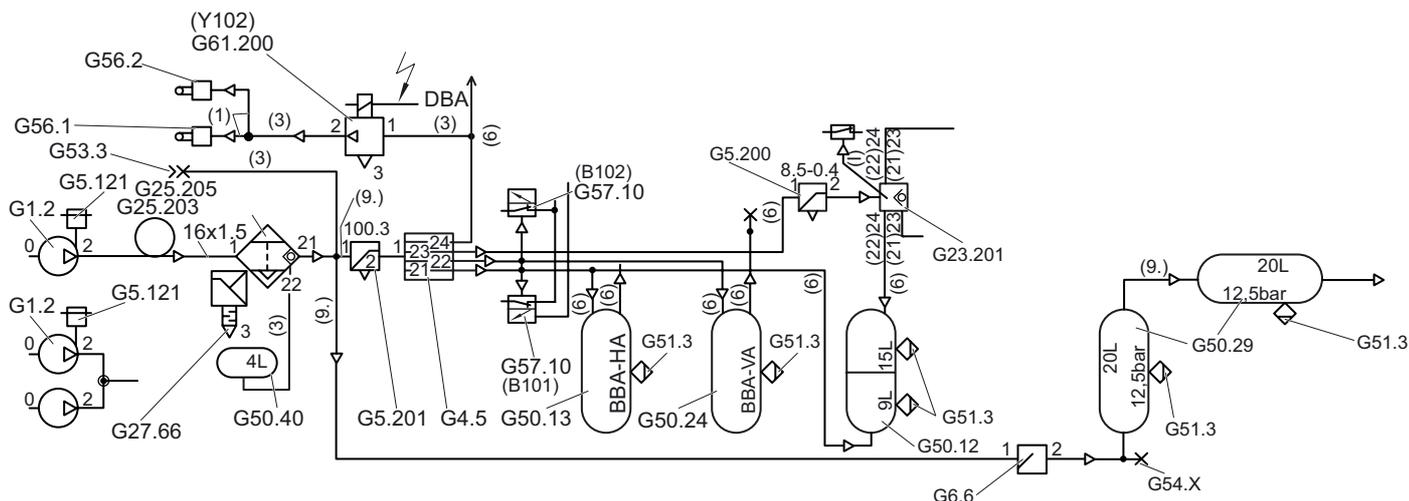
Le figure 100 e 101 riportano estratti di schemi funzionali dell'impianto frenante; l'attacco per gli utilizzatori secondari dell'allestimento è evidenziato dalla dicitura „weitere Nebenverbraucher“ (altri utilizzatori secondari).

Figura 100: Estratto dello schema funzionale impianto frenante con sospensioni meccaniche ESC-176



REGOLATORE DI PRESSIONE		Valvola di protezione 4 circuiti	1	2	3	4
Pressione di disinserimento (bar)	10 ± 0,2	Pressione di sicurezza (bar)	6,9 - 0,3		7,0 - 0,3	6,9 - 0,3
Differenza di pressione max. e min (bar)	1 + 0,5	Pressione di chiusura (bar)	stat. ≥ 4,5 / dyn. ≥ 5,0			

Figura 101: Estratto dello schema funzionale impianto frenante con sospensioni pneumatiche ESC-177



REGOLATORE DI PRESSIONE		Valvola di protezione 4 circuiti	1	2	3	4
Pressione di disinserimento (bar)	12,5 ± 0,2	Pressione di sicurezza (bar)	6,9 - 0,3		7,0 - 0,3	6,9 - 0,3
Differenza di pressione max. e min (bar)	1,3 + 0,7		stat. ≥ 4,5 / dyn. ≥ 5,0			

8.3 Regolazione del correttore di frenata (ALB)

Il correttore di frenata ALB (regolazione automatica della frenata in funzione del carico) viene registrato in fabbrica a seconda del tipo di autotelaio. Dopo avere montato l'allestimento, si dovrà controllare la regolazione dell'ALB e, all'occorrenza, correggerla in base ai valori di riferimento indicati nella relativa targhetta.

Se gli assali posteriori sono dotati di sospensioni meccaniche, il numero categorico delle balestre posteriori viene riportato sulla targhetta ALB. Si deve sempre verificare l'effettiva corrispondenza tra le balestre posteriori ed i relativi numeri categorici annotati sulla targhetta ALB. Un'altra targhetta ALB indicante i nuovi valori di regolazione sarà necessaria soltanto se si dovranno montare balestre posteriori con caratteristiche diverse. Se l'allestimento comprende gruppi montati nella parte posteriore del veicolo, che comportano un aumento della tara posteriore, come ad esempio gru di carico, sponde caricatrici, ecc., non è necessario effettuare una nuova registrazione ALB o sostituire la targhetta ALB.

8.4 Freni supplementari continui (rallentatori)

I freni montati sulle ruote degli autocarri non sono adatti come freni ad effetto continuo, infatti il loro impiego prolungato (ad es. su lunghe discese) può causare un surriscaldamento con conseguente diminuzione dell'azione frenante, cosiddetto „fading”, ovvero affaticamento. Il legislatore prescrive quindi il montaggio di un dispositivo di frenatura ausiliaria a partire da una determinata massa complessiva. Sugli autocarri di serie si adotta il freno motore configurato come freno con valvola a farfalla sul condotto dei gas di scarico. MAN offre come secondo freno motore anche il dispositivo potenziato **EVB** (**Exhaust Valve Brake**) che, attivato insieme alla farfalla agente sui gas di scarico, accresce l'efficacia della frenatura di rallentamento.

Per migliorare ulteriormente le prestazioni, MAN offre ulteriori retarder (rallentatori) che si possono montare in fabbrica sugli autocarri. Come i freni motore e l'EVB, anche i retarder sono esenti da usura.

In fabbrica si possono montare retarder idrodinamici che, a seconda del tipo costruttivo, si distinguono in

- retarder primari e
- retarder secondari.

Vedasi la spiegazione riportata al paragrafo 8.4.1 „Retarder idrodinamici“.

Il montaggio a posteriori è possibile, ma è assai dispendioso. In tal caso devono essere rispettate le avvertenze riportate qui di seguito.

Il montaggio a posteriori è previsto per:

- retarder secondari idrodinamici (prevalentemente di fabbricazione Voith ed integrati nel sistema dell'albero di trasmissione)
- freni elettrodinamici.

8.4.1 Retarder idrodinamici

Il retarder idrodinamico utilizza olio come fluido. La forza centrifuga spinge l'olio verso l'esterno e lo fa confluire nello statore. Attraverso l'attrito l'energia cinematica viene trasformata in energia termica. L'olio riscaldato viene fatto fluire attraverso uno scambiatore di calore che cede l'energia termica all'ambiente circostante o all'acqua di raffreddamento del motore.

Si distinguono retarder primari e retarder secondari.

Il **retarder primario** è disposto nella catena cinematica a monte del cambio – durante la frenata la potenza frenante viene trasmessa alle ruote attraverso il cambio e gli assi motori. In questo caso le prestazioni del retarder primario dipendono dal numero di giri del motore e dalla marcia innestata ma non dalla velocità del veicolo.

Il **retarder secondario** si trova invece all'uscita del cambio e/o nel sistema dell'albero di trasmissione suddiviso in più tronchi. Durante la frenata la potenza frenante viene trasmessa alle ruote esclusivamente attraverso gli assi motori. Le prestazioni del retarder secondario sono quindi condizionate dal rapporto di trasmissione degli assi motori e dalla velocità ma non dalla marcia innestata.

In fabbrica possono essere montati i seguenti retarder idrodinamici

- retarder primari:
 - nei cambi automatici ZF 5HP... e/o 6HP... sono integrati tra il convertitore di coppia e il gruppo epicicloidale
 - con cambi dotati di convertitore di coppia idraulico e frizione d'innesto (WSK) sono integrati tra il convertitore di coppia e la frizione meccanica
- retarder secondari:
 - Voith tipo 115 sui cambi Eaton RTO.... e RSTO....
 - intarder ZF sui cambi ZF16S... (vedasi anche il fascicolo „Prese di forza“)

Tutti i retarder sono integrati nei rispettivi cambi o nel convertitore di coppia idraulico (WSK).

Anche il circuito di raffreddamento e, nel caso degli intarder ZF, il circuito dell'olio, sono in comune con il cambio.

In linea di massima è possibile effettuare il montaggio a posteriori, tuttavia occorre tenere presente che la spesa prevista per l'operazione è elevata e che l'intervento è conveniente solo se abbinato alla sostituzione del cambio. Di regola, il montaggio a posteriori è previsto per i freni idrodinamici che dispongono di un proprio circuito di raffreddamento, ad es. i retarder Voith, spesso disposti nel sistema dell'albero di trasmissione suddiviso in più tronchi.

L'applicazione di un retarder direttamente sul cambio richiede, oltre all'autorizzazione MAN, anche quella del costruttore del cambio. Non è previsto il montaggio di prese di forza dipendenti dalla frizione se il retarder è stato applicato a posteriori sul cambio (ciò non vale per i retarder integrati montati in fabbrica, vedasi a riguardo anche il capitolo „Prese di forza“).

Se si prevede il montaggio di un dispositivo di comando aria compressa per il retarder, l'aria dovrà essere prelevata soltanto dall'attacco 24 nel punto da cui si rifornisce anche il freno motore. In tal caso non si dovrà montare una valvola di sovrappressione. In nessun caso sarà consentito collegarsi ai circuiti del freno di servizio o del freno di stazionamento. In determinati casi sarà necessario montare un serbatoio d'aria supplementare.

Il montaggio del retarder sulla trasmissione può incrementare sensibilmente le vibrazioni generate dell'intero sistema. In caso di montaggio a posteriori si dovranno adottare le opportune misure per impedire che le vibrazioni dannose si possano ripercuotere sulla trasmissione.

Sui veicoli equipaggiati con ABS occorre accertarsi che il retarder sia disinserito durante la fase di regolazione dell'ABS. Poiché i costruttori del sistema ABS definiscono le possibilità di collegamento, per effettuare il montaggio a posteriori del retarder è necessaria anche la loro autorizzazione.

Per il montaggio del retarder sull'albero di trasmissione suddiviso in più tronchi si dovrà rispettare l'angolo massimo di lavoro. L'angolo massimo di lavoro di ciascun tronco non dovrà superare i 7° a pieno di carico. È ammessa una tolleranza di +1° (vedasi alberi di trasmissione anche nel capitolo „Modifiche agli autotelai“).

8.4.2 Freno elettrodinamico

Su un disco fisso (statore) sono fissate le bobine dell'eccitatore. Sull'albero di comando passante sono disposti su ciascun lato dello statore i dischi rotanti (rotori) provvisti di alette per una migliore dissipazione del calore. Per la frenatura le bobine sono alimentate con corrente di eccitazione. La rotazione dei dischi dei freni nel campo magnetico attiva l'induzione dell'effetto elettrodinamico che a sua volta genera la forza frenante, la cui grandezza dipende dalla eccitazione delle bobine dello statore e dal numero di giri dei rotori. La corrente di eccitazione è fornita dalla rete di bordo.

Il montaggio dei freni elettrodinamici deve essere concordato caso per caso con il reparto ESC di MAN (indirizzo vedi sotto "editore") e può essere eseguito solo dopo avere ottenuto l'autorizzazione scritta.

L'autorizzazione viene concessa solo se le condizioni indicate di seguito sono rispettate e certificate dal costruttore del freno (non dall'officina che esegue il montaggio o dall'allestitore)

- Montaggio sull'estremità posteriore del cambio:
 - rilascio dell'autorizzazione del costruttore del cambio
 - montaggio del retarder in assenza di sollecitazioni; vedasi in proposito le istruzioni di montaggio/la documentazione tecnica a corredo del prodotto (vedasi sotto)
 - sulle versioni con motore a 5 cilindri in linea non è ammesso il montaggio diretto sul cambio.
- Montaggio sull'albero di trasmissione suddiviso in più tronchi:
 - un documento attestante che il freno elettrodinamico è concepito per sostenere la coppia massima generata nella trasmissione
 - la forza-peso del freno e il momento secondario dell'albero di trasmissione devono essere assorbiti da traverse di tipo adeguato montate in assenza di sollecitazioni
 - l'angolo massimo di lavoro di ciascun albero cardanico non deve superare 7° a pieno carico; è ammessa una tolleranza di + 1° (vedasi alberi di trasmissione nel capitolo „Modifiche agli autotelai“)
 - per il carico termico dei cuscinetti della crociera è richiesta l'autorizzazione del costruttore del giunto cardanico
 - sul tipo L2000 4x2 sono ammessi esclusivamente alberi di trasmissione leggeri; qualsiasi modifica deve essere eseguita esclusivamente dal costruttore Eugen Kleinkg.
- Impianto elettrico/elettronico
 - rispetto delle avvertenze riportate nel capitolo 6 „Impianto elettrico, cavi“
 - devono essere installati, o montati a posteriori, un alternatore di massima potenza (28V 80A 2240W) e batterie maggiorate (140Ah sul tipo L2000, 180Ah su tutte le altre versioni)
 - la centralina di comando del retarder deve essere a tenuta stagna (tipo di protezione IP69K)
 - protezione della corrente di carico con fusibili adeguati
 - identificazione degli attacchi dei cavi del retarder per evitare inversioni di polarità
 - sezione dei cavi di dimensioni adeguate, i requisiti minimi sono specificati nel capitolo „Impianto elettrico, cavi“
 - disinserimento automatico del retarder in fase di regolazione ABS; la possibilità di accesso alla corrispondente centralina elettronica deve essere certificata dal costruttore del sistema antibloccaggio ABS
 - protezione contro gli abbassamenti di tensione mediante disinserimento automatico del retarder in caso di tensione della rete di bordo $\leq 20V$
 - compatibilità elettromagnetica (EMV): in conformità con la norma MAN M3285 in materia di EMV, non inferiore tuttavia a quanto indicato nella direttiva 72/245/EWG con relativa integrazione 95/54/EWG (che, a partire dal 2002, negli stati dell'Unione Europea costituirà il requisito minimo a cui tutti i componenti elettrici/elettronici installati sulla rete di bordo del veicolo dovranno ottemperare). Il costruttore dei freni elettrodinamici è tenuto a garantire in ogni caso il rispetto dei requisiti sulla compatibilità elettromagnetica (EMV) dei componenti montati sui veicoli MAN.
- Cablaggio pneumatico
 - l'aria compressa deve essere prelevata esclusivamente dall'attacco 24 nel punto da cui si rifornisce anche il freno motore; non può essere montata una valvola di sovrappressione. Non è consentito l'allacciamento ai circuiti dell'impianto del freno di servizio e di stazionamento. In determinati casi è necessario il montaggio di un serbatoio supplementare d'aria.
- Protezione contro le alte temperature
 - adeguata protezione termica dei cavi elettrici e delle tubazioni pneumatiche e del carburante, ad es. mediante protezioni termiche in lamiera; la temperatura dei cavi/ tubi e dei componenti deve risultare $\leq 90^{\circ}C$.
- Trasporto di merci pericolose
 - sostituzione delle tubazioni dei freni realizzate in materiale sintetico e installate all'interno, a monte e a valle del freno elettrodinamico con tubi in metallo
 - impianto elettrico del freno elettrodinamico conforme alle norme vigenti
 - documentazione attestante che la potenza frenante del retarder è conforme alle norme vigenti
 - il costruttore del freno elettrodinamico è tenuto a fornire la relazione tecnica occorrente
- Manutenzione, controllo qualità, documentazione tecnica del prodotto
 - assistenza adeguata assicurata dal rispetto delle istruzioni di manutenzione impartite dal produttore e dall'impiego di ricambi, attrezzi e strumenti di diagnosi
 - documentazione tecnica dettagliata con specificazione dei componenti D (= componenti di sicurezza che necessitano di documentazione tecnica specifica e che non sono suscettibili di modifiche)
 - presentazione di apposita documentazione per l'abbinamento del veicolo (numeri di identificazione del veicolo) al retarder (ad es. tipo e numero di serie). Detta documentazione dovrà essere periodicamente riesaminata da MAN.

MAN, pur avendo rilasciato l'autorizzazione al montaggio, declina ogni responsabilità per eventuali danni provocati dal montaggio dei freni elettrodinamici. Il costruttore dei freni, i rivenditori e la ditta che ha eseguito il montaggio assumono la responsabilità e prestano relativa garanzia.

9. Calcoli

9.1 Velocità

Per determinare la velocità di marcia in base al regime del motore, alle dimensioni dei pneumatici ed al rapporto totale di trasmissione vale, in generale, la:

Formula 24: velocità

$$v = \frac{0,06 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_V \cdot i_A}$$

dove:

v	=	velocità di marcia in [km/h]
n_{Mot}	=	regime del motore in (giri/minuto)
U	=	circonferenza di rotolamento dei pneumatici in [m]
i_G	=	rapporto al cambio
i_V	=	rapporto ripartitore di coppia
i_A	=	rapporto al ponte/ai ponti

Per la determinazione della velocità massima teorica (o anche della velocità massima potenziale), i calcoli vengono eseguiti aumentando del 4% il regime del motore. La formula è pertanto la seguente:

Formula 25: velocità massima teorica

$$v = \frac{0,0624 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_V \cdot i_A}$$

Attenzione: con questo calcolo si determina esclusivamente la velocità massima teorica in base ai rapporti di regime e di trasmissione. La formula non tiene conto che la velocità massima effettiva è inferiore alla velocità massima teorica se le resistenze alla marcia sono maggiori delle forze di propulsione. La stima delle velocità effettivamente raggiungibili tenendo conto della resistenza aerodinamica, di rotolamento e di quella dovuta alla pendenza della strada, da un lato, e della forza di propulsione, dall'altro, è riportata nel paragrafo 9.8 „Resistenze alla marcia“. Nei veicoli dotati di limitatore di velocità ai sensi della direttiva CEE 92/24 la velocità massima potenziale è generalmente di 85 km/h.

Esempio di calcolo:

veicolo:	Tipo T42, 27.414 DFAK
dimensioni dei pneumatici:	295/80 R 22.5
circonferenza di rotolamento dei pneumatici:	3,185m
cambio:	ZF 16S151 OD
rapporto al cambio con la marcia più lenta:	13,80
rapporto al cambio con la marcia più veloce:	0,84
regime minimo del motore a coppia massima:	900/min
regime massimo del motore:	1.900/min
rapporto ripartitore di coppia VG 1700/2 nella marcia su strada:	1,007
rapporto ripartitore di coppia VG 1700/2 nella marcia fuoristrada:	1,652
rapporto al ponte:	4,77

Si vogliono calcolare:

1. la velocità minima nella marcia fuoristrada con la coppia massima
2. la velocità massima teorica senza limitatore di velocità

Soluzione 1:

$$v = \frac{0,06 \cdot 900 \cdot 3,185}{13,8 \cdot 1,652 \cdot 4,77}$$

$$v = 1,58 \text{ km/h}$$

Soluzione 2:

$$v = \frac{0,0624 \cdot 1900 \cdot 3,185}{13,8 \cdot 1,652 \cdot 4,77}$$

$$v = 93,6 \text{ km/h; ma limitata a } 85 \text{ km/h dal limitatore della velocità}$$

9.2 Rendimento

Il rendimento è il rapporto tra la potenza resa e quella spesa. La potenza resa è sempre inferiore a quella spesa, per cui il rendimento η è sempre < 1 o $< 100\%$.

Formula 26: rendimento

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

In caso di più gruppi collegati in serie, i singoli rendimenti si moltiplicano tra loro.

Esempio per il calcolo del rendimento singolo:

rendimento di una pompa idraulica $\eta = 0,7$. Potenza occorrente, quindi $P_{resa} = 20 \text{ kW}$.
A quanto ammonta la potenza P_{spesa} ?

Soluzione:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0,7}$$

$$P_{zu} = 28,6 \text{ kW}$$

Esempio per il calcolo di più rendimenti:

rendimento di una pompa idraulica $\eta_1 = 0,7$. La pompa aziona un motore idraulico tramite un albero di trasmissione con due giunti.

Rendimenti singoli:

Rendimenti singoli:	η_1	=	0,7
albero di trasmissione giunto a:	η_2	=	0,95
albero di trasmissione giunto b:	η_3	=	0,95
motore idraulico:	η_4	=	0,8

potenza occorrente, cioè $P_{\text{resa}} = 20\text{kW}$

A quanto ammonta la potenza P_{spesa} ?

Soluzione:

rendimento complessivo:

$$\begin{aligned}\eta_{\text{ges}} &= \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \\ \eta_{\text{ges}} &= 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \\ \eta_{\text{ges}} &= 0,51\end{aligned}$$

Potenza spesa:

$$\begin{aligned}P_{\text{zu}} &= \frac{20}{0,51} \\ P_{\text{zu}} &= 39,2\text{kW}\end{aligned}$$

9.3 Forza di trazione

La forza di trazione dipende da:

- coppia motrice
- rapporto totale di trasmissione (incluse ruote)
- rendimento della trasmissione della forza.

Formula 27: forza di trazione

$$F_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{\text{Mot}} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

F_z	=	forza di trazione in [N]
M_{Mot}	=	coppia motrice in [Nm]
η	=	rendimento totale della catena cinematica, valori orientativi vedere tabella 43
i_G	=	rapporto al cambio
i_V	=	rapporto ripartitore di coppia
i_A	=	rapporto al ponte
U	=	circonferenza di rotolamento dei pneumatici in [m]

Esempio di forza di trazione: vedere 9.4.3 "Calcolo della pendenza superabile".

9.4 Pendenza superabile

9.4.1 Percorso in salita o in discesa

La pendenza superabile di un veicolo viene indicata in percentuale. Così, ad esempio, l'indicazione 25% significa che su un tratto in piano di lunghezza $l = 100$ m si supera un dislivello $h = 25$ m. Questa norma è applicabile per analogia anche alle discese. Il tratto effettivamente percorso c si calcola come segue:

Formula 28: percorso in salita o in discesa

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

c	=	tratto percorso in [m]
l	=	lunghezza di una salita/discesa in [m]
h	=	dislivello della salita/discesa in [m]
p	=	pendenza in percentuale [%]

Esempio di calcolo:

indicazione di pendenza $p = 25\%$. Quanto è lungo il tratto percorso su una lunghezza di 200m?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

$$c = 206\text{m}$$

9.4.2 Angolo di pendenza in salita o in discesa

L'angolo di pendenza α si calcola in base alla seguente formula:

Formula 29: angolo di pendenza in salita o in discesa

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}, \quad \sin \alpha = \frac{h}{c}, \quad \alpha = \arcsin \frac{h}{c}$$

α	=	angolo di pendenza in salita in [°]
p	=	salita/discesa in percentuale [%]
h	=	dislivello salita/discesa in [m]
c	=	lunghezza tratto in [m]

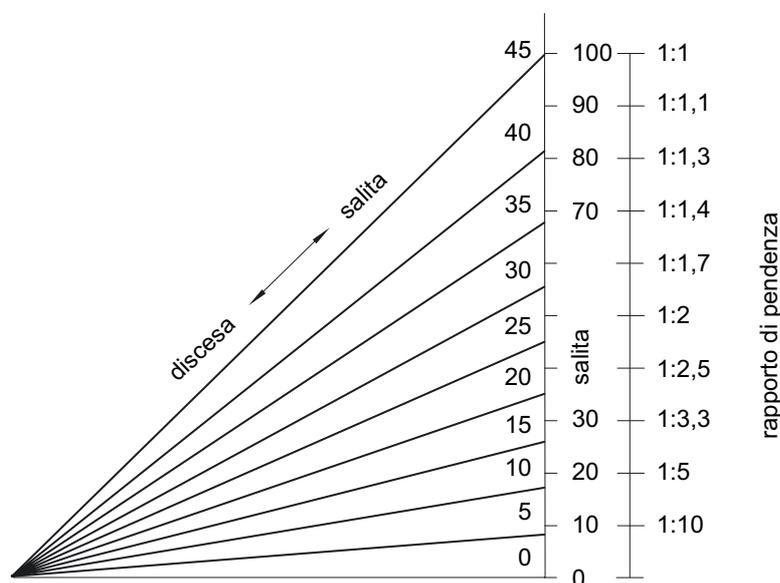
Esempio di calcolo:

salita con pendenza del 25%: qual'è l'angolo di pendenza?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$$\alpha = \arctan 0,25$$
$$\alpha = 14^\circ$$

Figura 102: rapporto di pendenza, salita, angolo di pendenza in salita ESC-171



9.4.3 Calcolo della pendenza superabile

La pendenza superabile dipende da:

- forza di trazione (vedere formula 27)
- peso complessivo della combinazione
- resistenza al rotolamento
- attrito.

Ai fini della pendenza superabile vale la seguente formula:

Formula 30: pendenza superabile

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

dove:

p	=	pendenza superabile [%]
F _z	=	forza di trazione in [N] calcolo secondo formula 27
G _z	=	peso complessivo della combinazione in [kg]
f _R	=	coefficiente di resistenza al rotolamento, vedere tabella 42
i _G	=	rapporto al cambio
i _A	=	rapporto al ponte
i _V	=	rapporto ripartitore di coppia
M _{Mot}	=	coppia motrice [Nm]
U	=	circonferenza di rotolamento dei pneumatici [m]
η	=	rendimento totale della catena cinematica, vedere tabella 43

In base alla formula 30 si rileva la pendenza che il veicolo è in grado di superare in funzione delle sue caratteristiche:

- coppia motrice
- rapporto al cambio, rapporto ripartitore di coppia, trasmissione al ponte e tipo di pneumatici
- peso complessivo della combinazione.

In questo caso si considera esclusivamente l'idoneità del veicolo a superare una determinata pendenza in base alle proprie caratteristiche. Non si prende invece in considerazione l'aderenza reale delle ruote al piano stradale, che in condizioni di marcia difficoltose, ad esempio su fondo bagnato, può ridurre la spinta ben oltre la pendenza superabile qui calcolata. I rapporti effettivi dipendenti dall'aderenza reale sono riportati nella formula 31.

Tabella 42: coefficienti di resistenza al rotolamento

Piano stradale	Coefficiente f_R
fondo in asfalto in buono stato	0,007
fondo in asfalto bagnato	0,015
fondo in calcestruzzo in buono stato	0,008
fondo in calcestruzzo ruvido	0,011
acciottolato	0,017
fondo in cattivo stato	0,032
sterrato	0,15...0,94
sabbia non compattata	0,15...0,30

Tabella 43: rendimento complessivo della catena cinematica

Numero assi motori	η
un asse motore	0,95
due assi motori	0,9
tre assi motori	0,85
quattro assi motori	0,8

Esempio di calcolo:

veicolo:	Tipo T42, 27.414 DFAK
coppia motrice massima:	$M_{Mot} = 1.850Nm$
rendimento con tre assi motori:	$\eta_{ges} = 0,85$
rapporto al cambio nella marcia più lenta:	$i_G = 13,80$
rapporto ripartitore di coppia nella marcia su strada:	$i_v = 1,007$
nella marcia fuoristrada:	$i_v = 1,652$
rapporto al ponte:	$i_A = 4,77$
pneumatici 295/80 R con circonferenza di rotolamento:	$U = 3,185m$
peso complessivo della combinazione:	$G_z = 100.000kg$
coefficiente di resistenza al rotolamento:	
- su fondo in asfalto liscio	$f_R = 0,007$
- su fondo in cattivo stato	$f_R = 0,032$

Si vuole calcolare:

la pendenza massima superabile p_f nella marcia su strada e fuoristrada.

Soluzione:

1. forza massima di trazione (definizione vedere formula 27) nella marcia su strada:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 1850 \cdot 0,85 \cdot 13,80 \cdot 1,007 \cdot 4,77}{3,185}$$
$$F_z = 205526N \approx 205,5kN$$

2. forza massima di trazione (definizione vedere formula 27) nella marcia fuoristrada:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 1850 \cdot 0,85 \cdot 13,80 \cdot 1,652 \cdot 4,77}{3,185}$$
$$F_z = 337170N \approx 337,2kN$$

3. pendenza massima superabile nella marcia su strada su fondo in asfalto in buono stato:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$
$$p = 100 \cdot \left[\frac{205526}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$
$$p = 20,25\%$$

4. pendenza massima superabile nella marcia su strada su fondo in cattivo stato:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{205526}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$
$$p = 17,75\%$$

5. pendenza massima superabile nella marcia fuoristrada su fondo in asfalto in buono stato:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{337170}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$

$$p = 33,67\%$$

6. pendenza massima superabile nella marcia fuoristrada su fondo in cattivo stato:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{337170}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$

$$p = 31,17\%$$

Nota:

Gli esempi sopra riportati non considerano se la forza di trazione necessario per superare la salita può essere effettivamente trasmesso in base all'aderenza delle ruote motrici al fondo stradale (attrito). In tal caso vale la seguente formula:

Formula 31: pendenza superabile in base all'aderenza delle ruote al fondo stradale

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

dove:

p_R	=	pendenza superabile in base all'attrito [%]
μ	=	coefficiente di aderenza ruote/fondo stradale, con carreggiata in asfalto bagnato ~ 0,5
f_R	=	coefficiente di resistenza al rotolamento con carreggiata in asfalto bagnato ~ 0,015
G_{an}	=	somma dei carichi sugli assi motori relativamente alle masse in [kg]
G_z	=	peso complessivo della combinazione in [kg]

Esempio di calcolo:

veicolo:	Tipo T42, 27.414 DFAK
coefficiente di aderenza fondo in asfalto bagnato:	$\mu = 0,5$
coefficiente di resistenza al rotolamento fondo in asfalto bagnato:	$f_R = 0,015$
peso complessivo della combinazione:	$G_z = 100.000\text{kg}$
somma dei carichi su tutti gli assi motori:	$G_{an} = 26.000\text{kg}$

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{0,5 \cdot 26000}{100000} - 0,032 \right]$$

$$p_R = 11,5\%$$

9.5 Coppia motrice

Conoscendo la forza e la distanza di applicazione:

Formula 32: coppia con forza e distanza di applicazione

$$M = F \cdot l$$

Conoscendo la potenza ed il regime:

Formula 33: coppia con potenza e regime

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Conoscendo la portata (flusso volumetrico) dell'impianto idraulico, la pressione ed il numero di giri:

Formula 34: coppia con portata, pressione e numero di giri

$$M = \frac{15,9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

dove:

M	=	coppia in [Nm]
F	=	forza in [N]
l	=	distanza di applicazione della forza dal punto di rotazione in [m]
P	=	potenza in [kW]
n	=	numero di giri in giri/min
η	=	rendimento
Q	=	flusso volumetrico in [l/min]
p	=	pressione in [bar]

Esempio di calcolo conoscendo la forza e la distanza d'applicazione:

Un verricello con forza di trazione $F = 50.000\text{N}$ ha un diametro tamburo $d = 0,3\text{m}$.
Di quale coppia si dispone senza tener conto del rendimento?

Soluzione:

$$M = F \cdot l = F \cdot 0,5d \text{ (il raggio tamburo è il braccio di leva)}$$

$$M = 50000\text{N} \cdot 0,5 \cdot 0,3\text{m}$$

$$M = 7500\text{Nm}$$

Esempio, conoscendo la potenza ed il numero di giri:

Una presa di forza deve trasmettere una potenza $P = 100\text{kW}$ a $n = 1500\text{giri/min}$.
Qual'è la coppia che deve poter trasmettere la presa di forza senza tener conto del rendimento?

Soluzione:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637\text{Nm}$$

Esempio, conoscendo la portata (flusso volumetrico), la pressione ed il numero di giri di una pompa idraulica:

una pompa idraulica ha una portata (flusso volumetrico) $Q = 80$ lt/min con pressione $p = 170$ bar ed un numero di giri $n = 1000$ giri/min. Qual è la coppia necessaria senza tener conto del rendimento?

Soluzione:

$$M = \frac{15,9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216\text{Nm}$$

Dovendo tener conto del rendimento, le coppie calcolate devono essere divise per il rendimento complessivo (a tale proposito vedere anche paragrafo 9.2 "Rendimento").

9.6 Potenza

Moto verticale:

Formula 35: potenza con moto verticale

$$M = \frac{9,81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Moto orizzontale:

Formula 36: potenza con moto orizzontale

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Moto rotatorio:

Formula 37: potenza con moto rotatorio

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$

Impianto idraulico:

Formula 38: potenza nell'impianto idraulico

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

dove:

P	=	potenza in [kW]
m	=	massa in [kg]
v	=	velocità in [m/s]
η	=	rendimento
F	=	forza in [N]
M	=	coppia in [Nm]
n	=	numero di giri in giri/min
Q	=	portata (flusso volumetrico) in [l/min]
p	=	pressione in [bar]

1. Esempio - Moto verticale:

Carico utile della sponda di carico inclusa tara m = 2.600kg
Velocità di sollevamento v = 0,2m/s

A quanto ammonta la potenza se non si tiene conto del rendimento?

Soluzione:

$$P = \frac{9,81 \cdot 2600 \cdot 0,2}{1000}$$

$$P = 5,1\text{kW}$$

2. Esempio - Moto in piano:

Verricello F = 100.000N
Velocità fune v = 0,15m/s

Quale potenza occorre se non si tiene conto del rendimento?

$$P = \frac{100000 \cdot 0,15}{1000}$$

$$P = 15\text{kW}$$

3. Esempio - Moto rotatorio:

Numero di giri della presa di forza n = 1.800/min
Coppia ammessa M = 600Nm

Quale potenza è possibile se non si tiene conto del rendimento?

Soluzione:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113\text{kW}$$

4. Esempio - Impianto idraulico:

Portata (flusso volumetrico) pompa Q = 60 l/min
 Pressione p = 170 bar

A quanto ammonta la potenza se non si tiene conto del rendimento?

Soluzione:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17\text{kW}$$

9.7 Numero di giri della presa di forza sul ripartitore di coppia

Con presa di forza sul ripartitore di coppia, il numero di giri n_N della stessa viene indicato in rotazioni per ogni metro per-corso in base alla seguente formula:

Formula 39: numero di giri per metro percorso, presa di forza sul ripartitore di coppia

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

Il tratto s in metri percorsi per ogni rotazione della presa di forza (valore reciproco di n_N) si calcola con:

Formula 40: tratto percorso per ogni rotazione, presa di forza sul ripartitore di coppia

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

dove:

n_N = numero di giri della presa di forza in [1/m]
 i_A = rapporto al ponte
 i_V = rapporto ripartitore di coppia
 U = circonferenza di rotolamento dei pneumatici in [m]
 S = tratto percorso in [m]

Esempio:

veicolo:		Tipo T34 19.464 FAC
pneumatici 295/80 R 22.5 con circonferenza di rotolamento:	U	= 3,185m
rapporto al ponte:	i_A	= 5,26
ripartitore di coppia G1700, rapporto marcia su strada:	i_V	= 1,007
rapporto marcia fuoristrada:	i_V	= 1,652

Numero di giri della presa di forza nella marcia su strada:

$$n_N = \frac{5,26 \cdot 1,007}{3,185}$$

$$n_N = 1,663 /m$$

Ciò corrisponde ad un percorso di:

$$s = \frac{3,185}{5,26 \cdot 1,007}$$

$$s = 0,601m$$

Numero di giri della presa di forza nella marcia fuoristrada:

$$n_N = \frac{5,26 \cdot 1,652}{3,185}$$

$$n_N = 2,728 /m$$

Ciò corrisponde ad un percorso di:

$$s = \frac{3,185}{5,26 \cdot 1,652}$$

$$s = 0,367m$$

9.8 Resistenze alla marcia

Le principali resistenze alla marcia sono:

- resistenza al rotolamento
- resistenza dovuta alla pendenza della strada
- resistenza aerodinamica.

Un veicolo può avanzare soltanto se viene superata la somma di tutte le resistenze. Le resistenze sono forze in equilibrio con la forza di propulsione (movimento uniforme) o inferiori alla forza di propulsione (movimento accelerato).

Formula 41: resistenza al rotolamento

$$F_R = 9,81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

Formula 42: resistenza dovuta alla pendenza della strada

$$F_S = 9,81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$

Angolo di pendenza (= formula 29 vedere paragrafo 9.4.2 "Angolo di pendenza in salita o in discesa")

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}$$

Formula 43: resistenza aerodinamica

$$F_L = 0,6 \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$$

dove:

F_R	=	resistenza al rotolamento in [N]
f_R	=	coefficiente di resistenza, vedere tabella 42
G_Z	=	peso complessivo della combinazione in [kg]
α	=	angolo di pendenza in [°]
F_S	=	resistenza dovuta alla pendenza della strada in [N]
p	=	pendenza in [%]
F_L	=	resistenza aerodinamica in [N]
c_w	=	coefficiente di resistenza aerodinamica
A	=	superficie frontale del veicolo in [m ²]
v	=	velocità in [m/s]

Esempio:

trattore per semirimorchio:	G_Z	=	40.000kg
velocità:	v	=	80km/h
pendenza:	p_f	=	3%
superficie frontale del veicolo:	A	=	7 m ²
coefficiente di resistenza al rotolamento su fondo in asfalto in buono stato:	f_R	=	0,007

Si deve rilevare la differenza tra:

- versione con spoiler, $c_{w1} = 0,6$
- versione senza spoiler, $c_{w2} = 1,0$

Soluzione:

Calcolo ausiliario 1:

conversione della velocità di marcia da km/h in m/s:

$$v = \frac{80}{3,6} = 22,22\text{m/s}$$

Calcolo ausiliario 2:

Conversione della pendenza da valore % in °:

$$\alpha = \arctan \frac{3}{100} = \arctan 0,03$$

$$\alpha = 1,72^\circ$$

1. Calcolo della resistenza al rotolamento:

$$F_R = 9,81 \cdot 0,007 \cdot 40000 \cdot \cos 1,72^\circ$$

$$F_R = 2746\text{N}$$

2. Calcolo della resistenza dovuta alla pendenza della strada:

$$F_S = 9,81 \cdot 40000 \cdot \sin 1,72^\circ$$

$$F_S = 11778\text{N}$$

3. Calcolo della resistenza aerodinamica F_{L1} con spoiler:

$$F_{L1} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L1} = 1244\text{N}$$

4. Calcolo della resistenza aerodinamica F_{L2} senza spoiler:

$$F_{L2} = 0,6 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L2} = 2074\text{N}$$

5. Resistenza complessiva F_{ges1} con spoiler:

$$F_{ges1} = F_R + F_S + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768\text{N}$$

6. Resistenza complessiva F_{ges2} senza spoiler:

$$F_{ges2} = F_R + F_S + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598\text{N}$$

7. Potenza occorrente P_1 con spoiler senza tenere conto del rendimento:

(potenza secondo formula 36: potenza con movimento in piano)

$$P_1' = \frac{F_{ges1} \cdot v}{1000}$$

$$P_1' = \frac{15768 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_1' = 350\text{kW (476PS)}$$

8. Potenza occorrente P_2 senza spoiler e senza tenere conto del rendimento:

$$P_2' = \frac{F_{ges2} \cdot v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_2' = 369\text{kW (502PS)}$$

9. Potenza occorrente P_1 con spoiler dato un rendimento totale della catena cinematica $\eta = 0,95$:

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0,95}$$

$$P_1 = 368\text{kW (501PS)}$$

10. Potenza occorrente P_2 senza spoiler dato un rendimento totale della catena cinematica $\eta = 0,95$:

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0,95}$$

$$P_2 = 388\text{kW (528PS)}$$

9.9 Raggio d'ingombro

Durante la marcia con il comando della guida in posizione di massima sterzata ogni pneumatico descrive sul terreno una corona circolare. Ciò che interessa principalmente è il diametro minimo di volta ovvero il raggio d'ingombro. Il calcolo non è preciso dato che nella marcia in curva di un veicolo le verticali tracciate al centro di ogni ruota non si intersecano nel centro della curva (= condizione Ackermann). Inoltre, durante la marcia si manifestano forze dinamiche che influiscono sull'andamento della marcia in curva. Le seguenti formule sono comunque utili per confronti e stime:

Formula 44: distanza tra gli assi di fulcro

$$j = s - 2r_o$$

Formula 45: valore prescritto dell'angolo esterno di sterzata

$$\cot\beta_{ao} = \cot\beta_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

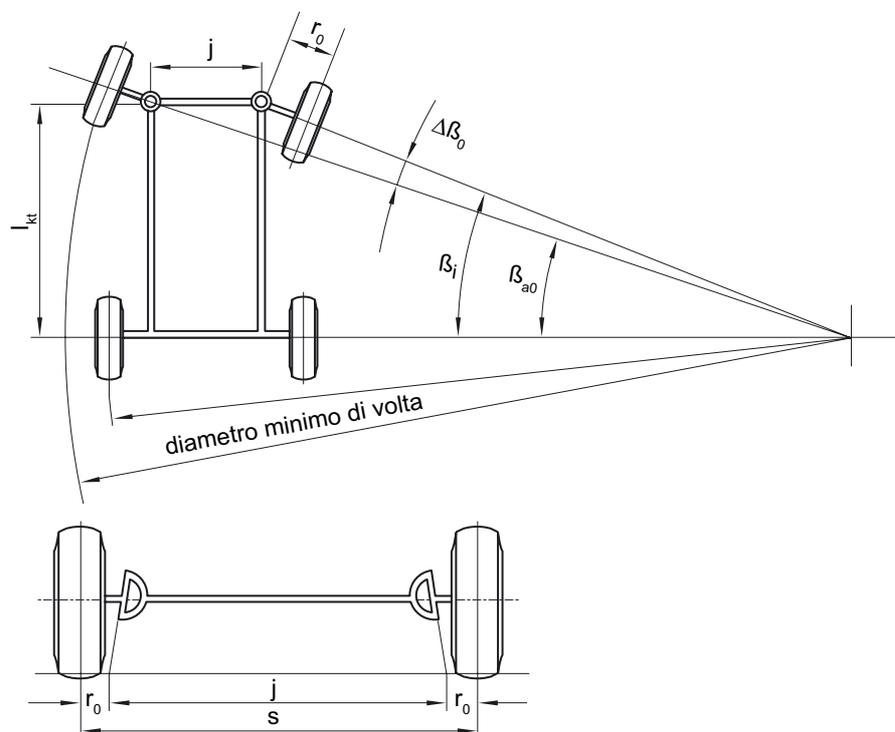
Formula 46: deviazione dello sterzo

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao}$$

Formula 47: raggio d'ingombro

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin\beta_{ao}} + r_o - 50 \cdot \beta_F$$

Figura 103: correlazioni cinematiche per la determinazione del diametro minimo di volta ESC-172



Esempio:

Veicolo:	Tipo T31, 19.314 FC
Passo:	$l_{kt} = 3.800\text{mm}$
Asse anteriore:	Tipo V9-82L
Pneumatici:	315/80 R 22.5
Cerchi:	22.5 x 9.00
Carreggiata:	$s = 2.058\text{mm}$
braccio a terra della ruota:	$r_0 = 58\text{mm}$
angolo interno di sterzata:	$\beta_i = 50,0^\circ$
angolo esterno di sterzata:	$\beta_a = 30^\circ 30' = 30,5^\circ$

1. Distanza tra gli assi di fulcro

$$j = s - 2r_0 = 2058 - 2 \cdot 58$$

$$j = 1942$$

2. Valore prescritto angolo esterno di sterzata

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{l_{kt}} = 0,8391 + \frac{1942}{3800}$$

$$\cot \beta_{ao} = 1,35$$

$$\beta_{ao} = 36,53^\circ$$

3. Deviazione dello sterzo

$$\beta_f = \beta_a - \beta_{ao} = 30,5^\circ - 36,53^\circ = -6,03^\circ$$

4. Raggio di ingombro

$$r_s = \frac{3800}{\sin 36,53^\circ} + 58 - 50 \cdot (-6,03^\circ)$$

$$r_s = 6743\text{mm}$$

9.10 Calcolo del carico gravante sugli assi

9.10.1 Esecuzione del calcolo

Al fine di ottimizzare il veicolo e predisporre correttamente l'allestimento, è indispensabile eseguire un calcolo del carico gravante sugli assi. L'armonizzazione tra l'allestimento ed autotelaio è possibile soltanto se prima di iniziare qualsiasi lavoro di allestimento si pesa il veicolo. I pesi rilevati mediante pesata verranno inclusi nel calcolo del carico sugli assi.

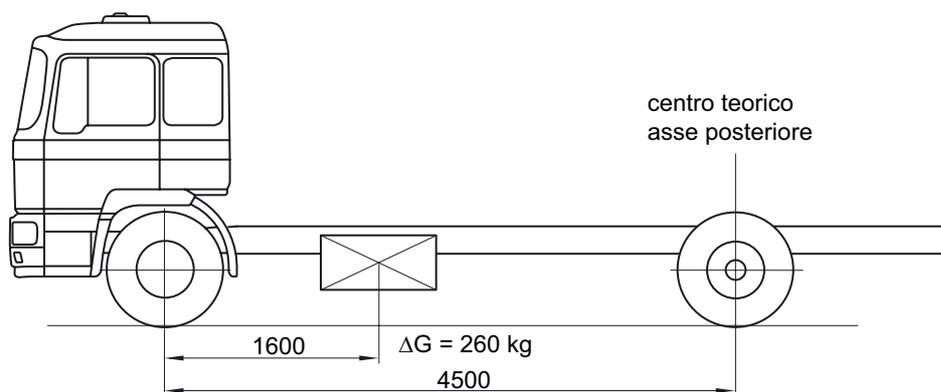
Qui di seguito viene illustrato un calcolo del carico sugli assi. Per la ripartizione dei pesi dei vari gruppi sull'asse anteriore e posteriore ci si avvale del postulato dei momenti. Tutte le distanze sono riferite al centro tecnico dell'asse anteriore. Il peso è applicato nelle formule che seguono in massa (kg) anziché in forza (N) per motivi di maggiore comprensione.

Esempio:

invece di un serbatoio da 140 lt, si monta un serbatoio da 400 lt. Si cerca la ripartizione del peso tra asse anteriore e posteriore.

Differenza di peso:	ΔG	=	400 - 140 = 260kg
Distanza dal centro tecnico dell'asse anteriore		=	1.600mm
Passo tecnico	l_t	=	4.500mm

Figura 104: calcolo del carico sugli assi con disposizione serbatoio ESC-173



Soluzione:

Formula 48: differenza di peso asse posteriore:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t}$$

$$= \frac{260 \cdot 1600}{4500}$$

$$\Delta G_H = 92 \text{ kg}$$

Formula 49: differenza di peso asse anteriore:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H$$

$$= 260 - 92$$

$$\Delta G_V = 168 \text{ kg}$$

Nella prassi è più che sufficiente arrotondare il peso al chilogrammo superiore o inferiore. Prestare attenzione al segno matematico che precede. Vale pertanto la seguente convenzione:

- dimensioni:
 - tutte le distanze dei gruppi A MONTE del centro tecnico dell'asse anteriore hanno il segno (-)
 - tutte le distanze dei gruppi A VALLE del centro tecnico dell'asse hanno il segno (+)
- pesi
 - tutti i pesi dei gruppi che GRAVANO sul veicolo hanno il segno (+)
 - tutti i pesi dei gruppi che RIDUCONO il carico sul veicolo hanno il segno (-).

Esempio - Piastra per spazzaneve:

Peso:	ΔG	=	120kg
Distanza dal centro del primo asse:	a	=	-1.600mm
Passo tecnico:	l_t	=	4.500mm

Si cerca la ripartizione del peso sull'asse anteriore e posteriore.

Asse posteriore:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} = \frac{120 \cdot (-1600)}{4500}$$

$$\Delta G_H = -43 \text{ kg, riduzione del carico sull'asse posteriore.}$$

Asse anteriore:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

$$\Delta G_V = 163 \text{ kg, aumento del carico sull'asse anteriore.}$$

Nella tabella che segue è riportato un esempio di calcolo completo del carico sugli assi. Nell'esempio sono messe a confronto due varianti (variante 2 con sospensioni anteriori più rigide e pneumatici di dimensioni maggiori sull'asse anteriore, vedere tabella 44).

Tabella 44: esempio di calcolo del carico gravante sugli assi

CALCOLO DEL CARICO GRAVANTE SUGLI ASSI									
MAN - Nutzfahrzeuge AG, casella postale 500620, 80976 München									
Reparto :	ESC	Veicolo :	TGL 8.210 4x2 BB			2006-12-20			
Addetto :		Passo :	3600			No. Ber. :	N03-.....		
Sigla :		Passo tecnico :	3600			No. KSW. :			
Tel. :		Sbalzo :	1275 = di serie			No. AEB. :			
		Sbalzo :	= su richiesta			No. autot. :			
		Sbalzo tecnico :	1275			No. File :			
VN :		N. dis. veicolo :	81.99126.0186			ESC Nr. :			
Cliente :		Allestimento :	3.800mm cassone ribaltabile su tre lati e gru di carico dietro la cabina momento complessivo gru 67kNm						
Località :									
Denominazione	Distanza da centro	Ripartizione carichi su			Distanza da centro	Gewichtsverteilung auf			
		asse ant.	asse ant.	asse post.		Gesamt	asse ant.	asse post.	totale
Autotelaio con autista, attrezzi e ruota di scorta			2.610	875	3.485		2.610	875	3.485
Gancio di traino	4.875	-12	47	35	35	4.875	-12	47	35
Impianto di scarico in alto, lato sinistro	480	30	5	35	35	480	30	5	35
Sedile di comfort per l'autista	-300	16	-1	15	15	-300	16	-1	15
Serbatoio carburante in acciaio 150 l (serie 100 l)	2.200	27	43	70	70	2.200	27	43	70
KuKoKu con aggiunta	4.925	-4	14	10	10	4.925	-4	14	10
Parafanghi di plastica, asse posteriore	3.600	0	25	26	26	3.600	0	25	25
Serbatoio dell'aria per funzionamento rimorchio (ribalt)	2.905	4	16	20	20	2.905	4	16	20
Presa di forza e pompa	1.500	11	4	15	15	1.500	11	4	15
Pneumatici asse post. 225/75 R17,5	3.600	0	10	10	10	3.600	0	10	10
Pneumatici asse ant. 225/75 R17,5	0	5	0	5	5	0	5	0	5
Traversa finale per gancio di traino	4.875	-11	41	30	30	4.875	-11	41	30
Panca	-300	22	-2	20	20	-300	22	-2	20
Stabilizzatore asse post.	3.900	-3	33	30	30	3.900	-3	33	30
Varie	1.280	29	16	45	45	1.280	29	16	45
Serbatoio dell'olio	1.559	60	45	105	105	1.559	60	45	105
Gru di carico, braccio chiuso **	1.020	631	249	880	880	0	0	0	0
Rinforzo nella zona della gru	1.100	31	14	45	45	1.100	31	14	45
Controtelaio e cassone ribaltabile	3.250	90	840	930	930	3.250	90	840	930
						0	0	0	0
Gru di carico, braccio esteso ***						1.770	447	433	880
						0	0	0	0
						0	0	0	0

Autotelaio – peso a vuoto		3.540	2.275	5.815		3.357	2.458	5.815	
Carichi ammissibili		3.700	5.600	7.490		3.700	5.600	7.490	
Differenza peso a vuoto – carichi ammissibili		160	3.325	1.675		343	3.142	1.675	
Baricentro per carico utile	AA carico x1 =	344	160	1.515	1.675	738	343	1.332	1.675
ed allestimento riferito al	AP carico x2 =	-3.547	-1.650	3.325	1.675	-3153	-1467	3.142	1.675
centro tecn. dell'asse post.	eseguito x3 =	250	116	1.559	1.675	250	116	1.559	1.675
Sovraccarico dell'asse		-44	-1766				-227	-1.583	
Perdita di carico utile per sovraccarico asse				0				0	
Con carico uniformemente distribuito rimane		116	1559	1675		116	1.559	1.675	
carico utile		0	0	0	0	0	0	0	0
Veicolo carico		3.656	3834	7490		3473	4.017	7.490	
Sfruttamento carico sugli assi e carico totale		98,8%	68,5%	100,0%		93,9%	71,7%	100,0%	
Distribuzione carico sugli assi		48,8%	51,2%	100,0%		46,4%	53,6%	100,0%	
Veicolo vuoto		3540	2275	5815		3357	2458	5815	
Sfruttamento carico sugli assi e carico totale		95,7%	40,6%	77,6%		90,7%	43,9%	77,6%	
Distribuzione carico sugli assi		60,9%	39,1%	100,0%		57,7%	42,3%	100,0%	
Sbalzo veicolo 47,2 %									
*** Il braccio della gru viene depresso posteriormente (scarico dell'asse anteriore!!)									
Osservare le tolleranze di peso ai sensi della norma DIN 70020! Dati non garantiti.									

9.10.2 Calcolo del peso con terzo asse trainato sollevato

I pesi dei veicoli con terzo asse trainato indicati in MANTED® (www.manted.de) ed in altri documenti tecnici sono stati determinati con terzo asse trainato abbassato. La ripartizione dei carichi sull'asse anteriore e sul ponte a terzo asse trainato sollevato è facilmente calcolabile.

Peso sul secondo asse (ponte) con terzo asse sollevato (terzo asse trainato):

Formula 50: peso sul secondo asse, terzo asse sollevato

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}}$$

dove:

G_{2an}	=	peso a vuoto sul secondo asse con terzo asse sollevato in [kg]
G_{23}	=	peso a vuoto del secondo e del terzo asse in [kg]
l_{12}	=	passo tra il primo e secondo asse in [mm]
l_t	=	passo tecnico in [mm]

Peso sull'asse anteriore con terzo asse sollevato (terzo asse trainato):

Formula 51: peso sul primo asse, terzo asse sollevato

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

dove:

$$\begin{aligned} G_{1an} &= \text{peso a vuoto sul primo asse con terzo asse trainato sollevato in [kg]} \\ G &= \text{peso a vuoto del veicolo in [kg]} \end{aligned}$$

Esempio:

veicolo:	Tipo T37, 26.414 FNLLC
passo:	4.800 + 1.350
sbalzo telaio:	2.000
cabina di guida:	„grandi viaggi”

peso a vuoto con terzo asse trainato abbassato:

$$\text{asse anteriore} \quad G_{1ab} = 4.705\text{kg}$$

$$\text{ponte con terzo asse trainato} \quad G_{23} = 3.585\text{kg}$$

$$\text{peso a vuoto} \quad G = 8.290\text{kg}$$

$$\text{carichi ammessi sugli assi:} \quad 7.500\text{kg} / 11.500\text{kg} / 7.500\text{kg}$$

Soluzione:

1. determinazione del passo tecnico (vedere capitolo „Generalità“):

$$\begin{aligned} l_t &= l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3} \\ l_t &= 4800 + \frac{7500 \cdot 1350}{11500 + 7500} \\ l_t &= 5333\text{mm} \end{aligned}$$

2. determinazione del peso a vuoto del secondo asse (= ponte) con terzo asse (trainato) sollevato:

$$\begin{aligned} G_{2an} &= l_{12} + \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3585 \cdot 5333}{4800} \\ G_{2an} &= 3983\text{kg} \end{aligned}$$

3. determinazione del peso a vuoto del primo asse (= asse anteriore) con terzo asse (trainato) sollevato:

$$\begin{aligned} G_{1an} &= G - G_{2an} \\ G_{1an} &= 7975 - 3840 \\ G_{1an} &= 4135\text{kg} \end{aligned}$$

9.11 Lunghezza dei supporti in caso di allestimento senza controtelaio

Nell'esempio che segue il calcolo della lunghezza necessaria dei supporti non tiene conto di tutti i fattori. Esso rappresenta però una possibile soluzione ed offre buoni valori di riferimento per la prassi.

La lunghezza di un supporto viene calcolata con la:

Formula 52: lunghezza dei supporti in caso di allestimento senza controtelaio

$$l = \frac{0,175 \cdot F \cdot E (r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Se il telaio ed i supporti sono realizzati in materiali diversi, vale quanto segue:

Formula 53: modulo E in caso di materiali diversi

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

dove:

l	=	lunghezza di ciascun supporto in [mm]
F	=	forza di ciascun supporto in [N]
E	=	modulo di elasticità in [N/mm ²]
r_R	=	raggio esterno del profilato del longherone del telaio in [mm]
r_A	=	raggio esterno del profilato del supporto in [mm]
$\sigma_{0,2}$	=	limite di snervamento del materiale meno pregiato in [N/mm ²]
E_R	=	modulo di elasticità del profilato del longherone del telaio in [N/mm ²]
E_A	=	modulo di elasticità del profilato del supporto in [N/mm ²]

Esempio:

autotelaio per casse mobili 26.414 FNLLW, passo 4.600 + 1.350, cabina „grandi viaggi”, p.t.t. 26.000kg, peso a vuoto dell'autotelaio 8.615kg.

Soluzione:

Per il carico utile e l'allestimento rimangono circa	$26.000\text{kg} - 8.615\text{kg} = 17.385\text{kg}$
Ogni supporto in sei punti sull'autotelaio	$17.385 : 6 = 2.898\text{kg}$
Forza	$F = 2.898\text{kg} \cdot 9,81\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = 28.429\text{N}$
Raggio esterno del profilato del telaio	$r_R = 18\text{mm}$
Raggio esterno del profilato del supporto	$r_A = 16\text{mm}$
Modulo di elasticità per l'acciaio	$E = 210.000\text{N/mm}^2$
Limite di snervamento per entrambi i materiali	$\sigma_{0,2} = 420\text{N/mm}^2$

Nella formula 52 la lunghezza minima di ciascun supporto può essere stimata in modo approssimativo:

$$l = \frac{0,175 \cdot 28429 \cdot 210000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

$$l = 667\text{mm}$$

9.12 Dispositivi di attacco

9.12.1 Gancio di traino

Le dimensioni del gancio di traino vengono determinate dal valore D.

La formula per il valore D è la seguente:

Formula 54: valore D

$$D = \frac{9,81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D = valore D in [kN]
T = massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del veicolo trainante
R = massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del rimorchio

Esempio:

veicolo	T31, 19.464 FLC
massa max. ammissibile	18.000kg = T = 18t
carico trainabile	22.000kg = R = 22t

D-Wert:

$$D = \frac{9,81 \cdot 18 \cdot 22}{18 + 22}$$

$$D = 97\text{kN}$$

Se si conoscono sia il valore D del dispositivo di attacco sia la massa massima tecnicamente ammissibile del rimorchio R, la massa massima tecnicamente ammissibile del veicolo trainante T si calcola con la seguente formula:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9,81 \cdot R) - D}$$

Se si conoscono sia il valore D del dispositivo di attacco sia la massa massima tecnicamente ammissibile del veicolo trainante T, la massa massima tecnicamente ammissibile del rimorchio R si calcola con la seguente formula:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9,81 \cdot T) - D}$$

9.12.2 Rimorchi con timone rigido, rimorchi ad asse centrale

Per i rimorchi con timone rigido e ad asse centrale valgono altre condizioni oltre al valore D: i ganci di traino e le traverse terminali posteriori hanno carichi trainabili ridotti poichè in questo caso si deve tenere conto anche del carico d'appoggio che si ripercuote sul gancio di traino e sulla traversa terminale posteriore.

La direttiva CEE 94/20 ha introdotto il valore D_c ed il valore V per allineare le norme di legge vigenti nell'Unione europea.

Sono valide le seguenti formule:

Formula 55: valore D_c per rimorchi con timone rigido e ad asse centrale

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

Formula 56: valore V per rimorchi con timone rigido e ad asse centrale con carico d'appoggio massimo ammissibile $\leq 10\%$ della massa massima del rimorchio e non superiore a 1.000 kg

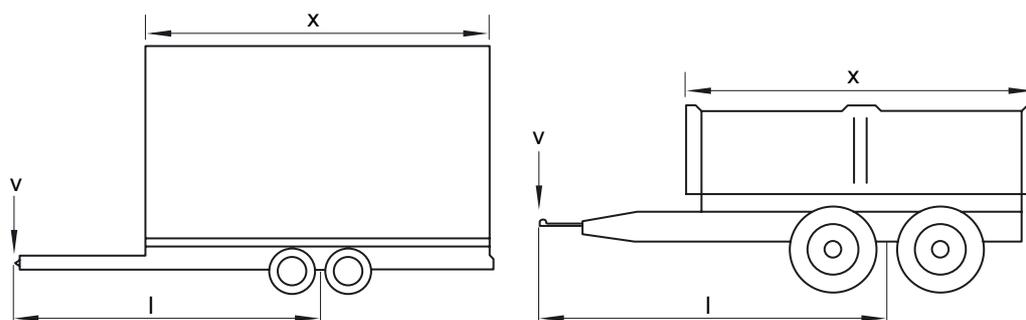
$$V = a \cdot \frac{x^2}{l_2} \cdot C$$

nei valori calcolati matematicamente $x^2/l^2 < 1$ si deve impiegare 1,0

dove:

D_c	=	valore D ridotto espresso in [kN] in caso di impiego di rimorchio ad asse centrale
T	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del veicolo trainante
C	=	Somma dei carichi assiali del rimorchio ad asse centrale a carico massimo ammissibile in [t] senza carico d'appoggio
V	=	valore V in [kN]
a	=	accelerazione verticale equivalente nel punto di attacco espressa in [m/s^2]. Si deve impiegare: 1,8 m/s^2 per veicoli trainanti con sospensione pneumatica o equivalente 2,4 m/s^2 per veicoli trainanti con altro tipo di sospensione
x	=	lunghezza della superficie di carico del rimorchio, vedere figura 105
l	=	lunghezza teorica del timone, vedere figura 105
S	=	carico d'appoggio ammissibile gravante sul punto di attacco espresso in chilogrammi [kg]

Figura 105: lunghezza della superficie di carico del rimorchio e lunghezza teorica del timone (vedere anche capitolo 4.16 „Dispositivi di attacco“) ESC-510



Esempio:

veicolo:	L34, 8.224 LLC
p.t.t.	
rimorchio:	7.490kg = T = 7,49t
somma dei carichi sugli assi:	11.000kg = C = 11t
carico d'appoggio:	S = 700kg
lunghezza della superficie di carico del rimorchio:	x = 6,2m
lunghezza teorica del timone:	l = 5,2m

Domanda: possono due veicoli costituire un treno se sul carro la traversa terminale posteriore rinforzata 81.51250.5151 è montata con il gancio di traino Ringfeder 864?

Soluzione:

valore D_c :

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9,81 \cdot 7,49 \cdot 11}{7,49 + 11}$$

$$D_c = 43,7 \text{ kN}$$

Valore D_c traversa terminale posteriore = 58kN (vedere capitolo „Dispositivi di attacco“, tabella 28)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6,2^2}{5,2^2} = 1,42$$

$$V = a \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1,8 \cdot 1,42 \cdot 11 \text{ (1,8 con sospensioni pneumatiche sull'asse posteriore dell'autocarro)}$$

$$V = 28,12 \text{ kN}$$

Valore V traversa terminale posteriore = 35kN (vedere capitolo 4.16 „Dispositivi di attacco“, tabella 28)

I due veicoli possono formare un treno purchè mantengano un carico minimo sull'asse anteriore pari al 35% del rispettivo peso (incluso carico d'appoggio) ai sensi del capitolo 3 „Generalità“, tabella 19.

Un autocarro scarico può trainare esclusivamente un rimorchio ad asse centrale scarico.

9.12.3 Ralla

Le dimensioni della ralla vengono determinate dal valore D. La relativa formula è la seguente:

Formula 57: valore D della ralla

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Se il valore D della ralla è noto, la massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio risulta dalla formula seguente:

Formula 58: massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Se la massa massima tecnicamente ammissibile del semirimorchio ed il valore D della ralla sono noti, la massa massima tecnicamente ammissibile del trattore può essere determinata in base alla formula sottostante.

Formula 59: massa massima tecnicamente ammissibile del trattore

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Se la massa massima tecnicamente ammissibile del trattore e del semirimorchio nonché il valore D della ralla sono noti, il carico ammissibile sulla ralla risulta dalla formula seguente:

Formula 60: carico ammissibile sulla ralla

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

dove:

D	=	valore D in [kN]
R	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del semirimorchio compreso il carico sulla ralla
T	=	massa massima tecnicamente ammissibile in [t] del trattore compreso il carico sulla ralla
U	=	carico ammissibile in [t] sulla ralla

Esempio:

trattore per semirimorchio:	19.314FS
carico ammissibile sulla ralla come da targhetta per il semirimorchio:	U = 10t
massa massima ammissibile del trattore:	18.000kg = T = 18t
massa massima ammissibile del semirimorchio:	32.000kg = R = 32t

D-Wert:

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10}$$

$$D = 84,8\text{kN}$$