



**LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI DURANTE
L'UTILIZZO DEI MEZZI AGRICOLI**

Bergamo, 2 febbraio 2007, Centro Congressi del Nuovo Polo fteristico



**“L’installazione dei dispositivi di
protezione in caso di ribaltamento: le
linee guida dell’ISPEL**



Laurendi Vincenzo

Il principale obiettivo della presente linea è quello di individuare i requisiti costruttivi dei dispositivi di protezione in caso di capovolgimento e fornire le relative istruzioni e procedure per la loro realizzazione ed applicazione ai trattori agricoli o forestali già immessi sul mercato appartenenti alle seguenti categorie:

1. *trattori a ruote a carreggiata stretta*
2. *trattori a ruote "standard"*
3. *trattori a cingoli*

La progettazione delle strutture di protezione è stata effettuata attraverso una metodologia di analisi i cui principali elementi caratterizzanti possono essere essenzialmente ricondotti in:

1. individuazione delle tipologie di trattori e loro suddivisione in classi di massa
2. definizione e quantificazione dei parametri di interesse ai fini della progettazione;
3. conformazione e dimensionamento dei telai
4. conformazione e dimensionamento dei dispositivi di attacco
5. realizzazione di un modello agli elementi finiti per la simulazione delle prove statiche di cui alle specifiche direttive comunitarie

Tipologie di trattori e classi di massa

Le principali tipologie di trattori sono state indagate in relazione alla loro possibile suddivisione in classi di massa ed in relazione alle differenti tipologie di telai di protezione che ad esse possono essere applicate

Tipologia di trattore	Classe di massa [kg]	Telaio di protezione
Carreggiata stretta	$600 \leq M \leq 2000$	Due montanti anteriore abbattibile/fisso
		Due montanti posteriore abbattibile/fisso
	$M > 2000$	Due montanti anteriore abbattibile/fisso
		Due montanti posteriore abbattibile/fisso
Carreggiata standard	$600 \leq M \leq 3000$	Due montanti posteriore abbattibile/fisso
		Quattro montanti
	$3000 \leq M \leq 5000$	Due montanti posteriore abbattibile/fisso
		Quattro montanti
	$M > 5000$	Quattro montanti
	A cingoli	$600 \leq M \leq 3000$
Quattro montanti		
$3000 \leq M \leq 5000$		Due montanti anteriore abbattibile/fisso
		Quattro montanti
$M > 5000$		Quattro montanti

Ai fini dell'ottimale dimensionamento delle strutture di protezione e della adattabilità delle medesime alla multiforme situazione strutturale che caratterizza il parco macchine esistente, è stato necessario individuare alcuni parametri validi per tutte le tipologie e classi di trattori:

1. Volume di Sicurezza (VdS)
2. Punto S del sedile
3. Volume Utile di Collegamento (VUC)

Volume di Sicurezza (VdS)

Le dimensioni del VdS sono state mutuare dal *Deflection Limit Volume (DLV)* di cui al codice OCSE n° 8.

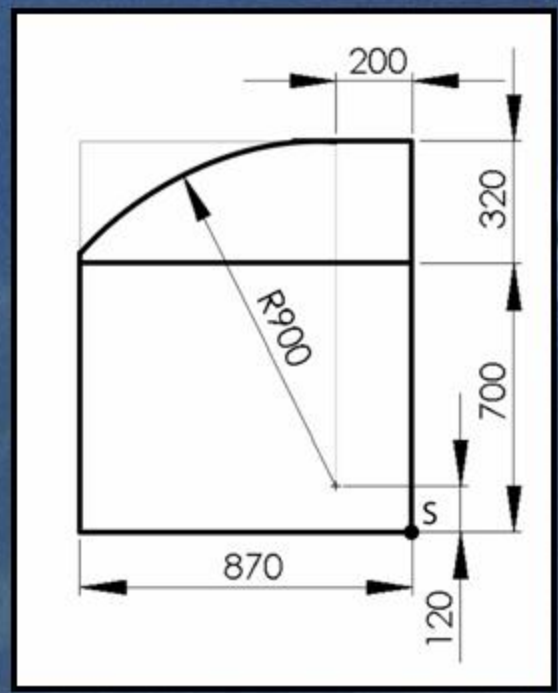


Fig. 2- VdS per struttura di protezione a due montanti posteriore

Fig. 1- VdS per struttura di protezione a quattro montanti

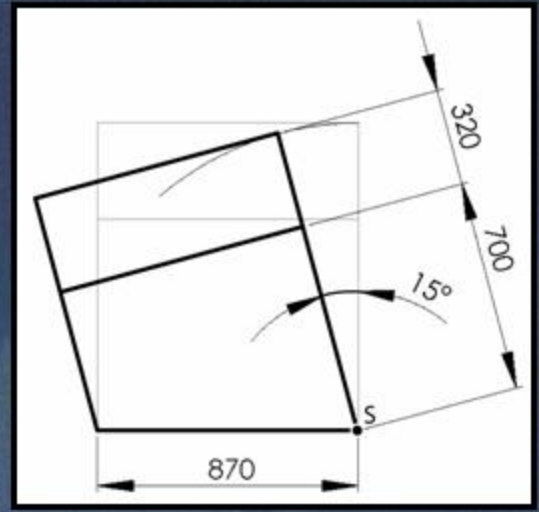
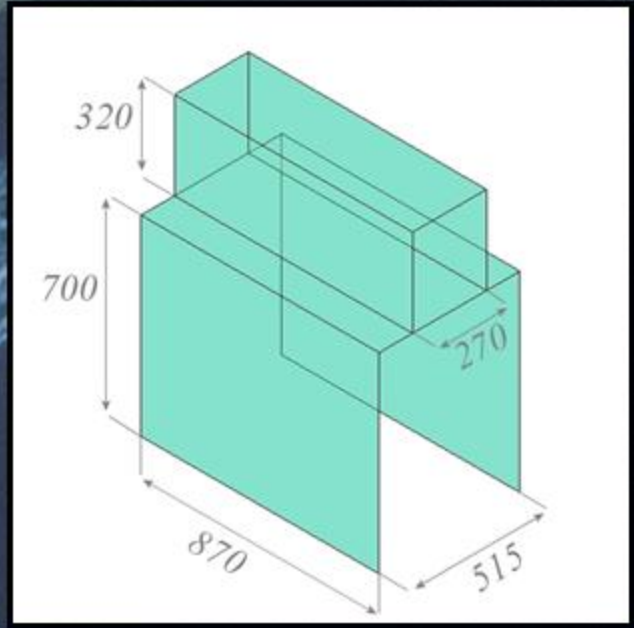


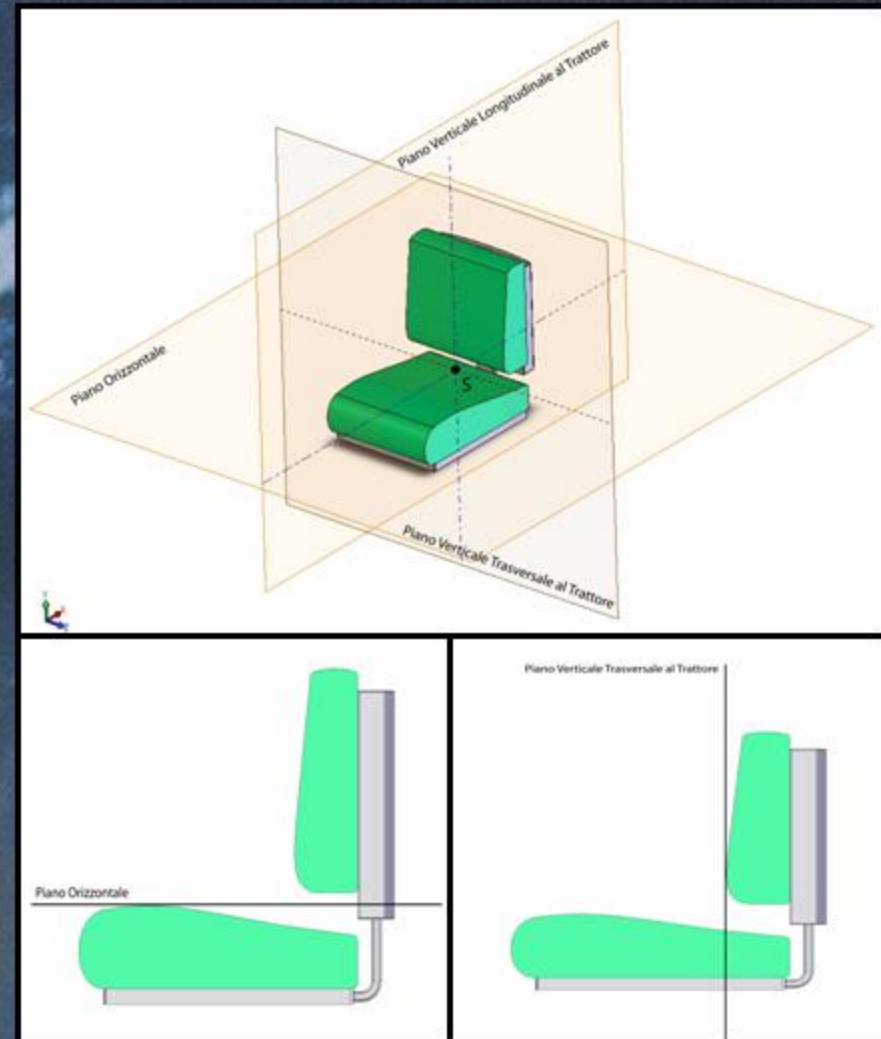
Fig. 3- VdS per struttura di protezione a due montanti anteriore

Punto S del sedile

Il punto S del sedile permette di individuare univocamente il Volume di Sicurezza

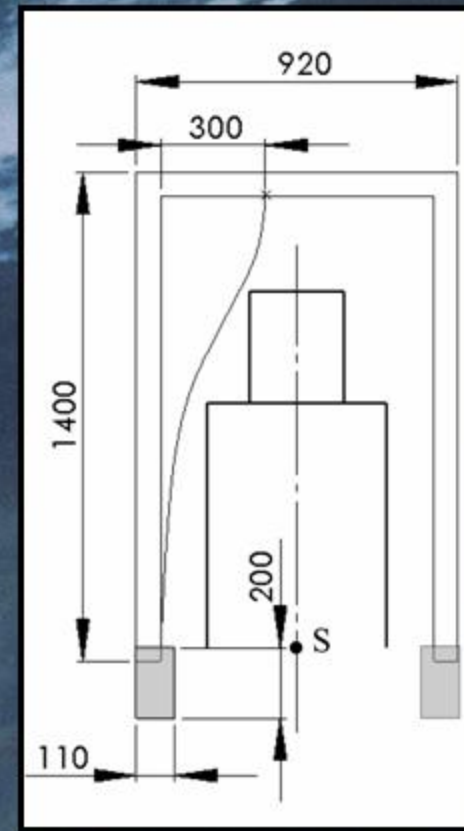
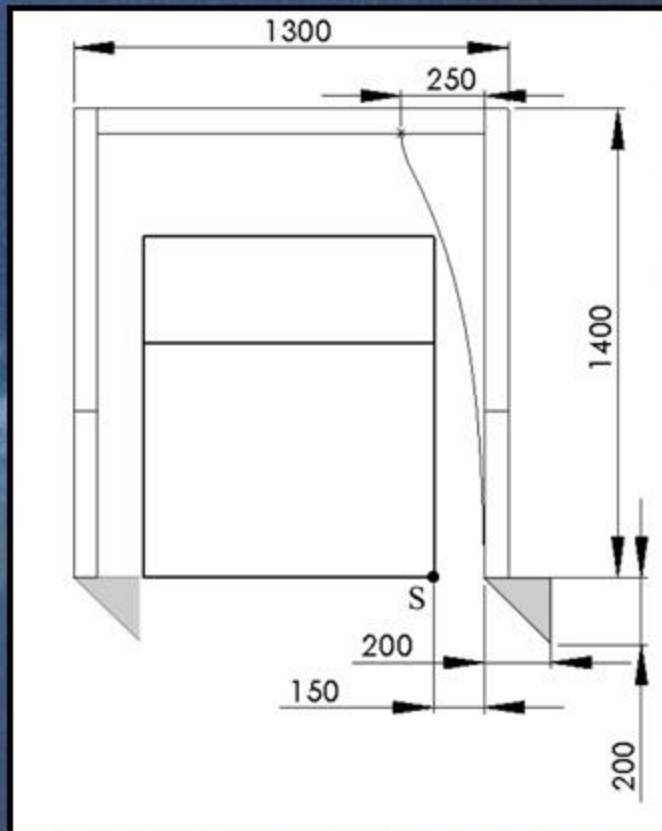
Tale punto è individuato dall'intersezione di tre piani:

1. Orizzontale tangente all'estremo superiore della seduta del sedile
2. Verticale trasversale rispetto al trattore e tangente al punto più interno dello schienale del sedile
3. Verticale longitudinale rispetto al trattore e passante per la linea di mezzeria del sedile



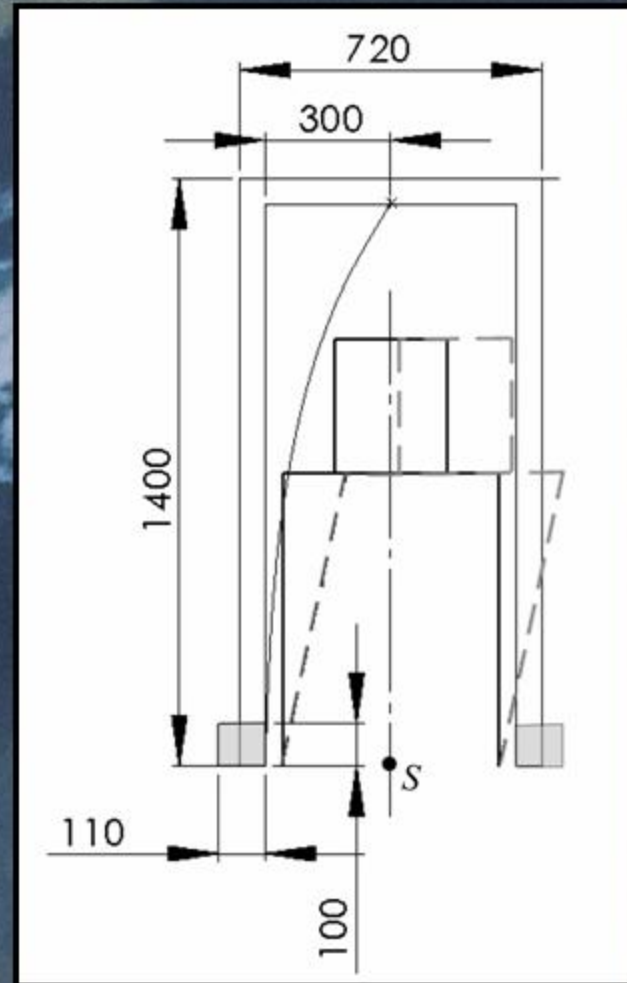
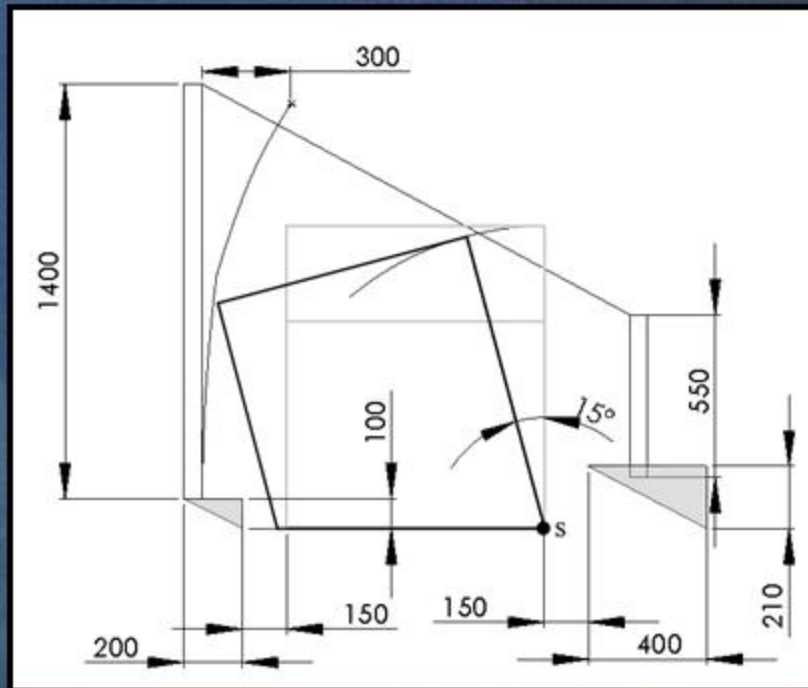
Volume Utile di Collegamento

Il *Volume Utile di Collegamento (VUC)* rappresenta il volume all'interno del quale deve essere collegato il telaio di protezione a due o a quattro montanti ai dispositivi di attacco al trattore



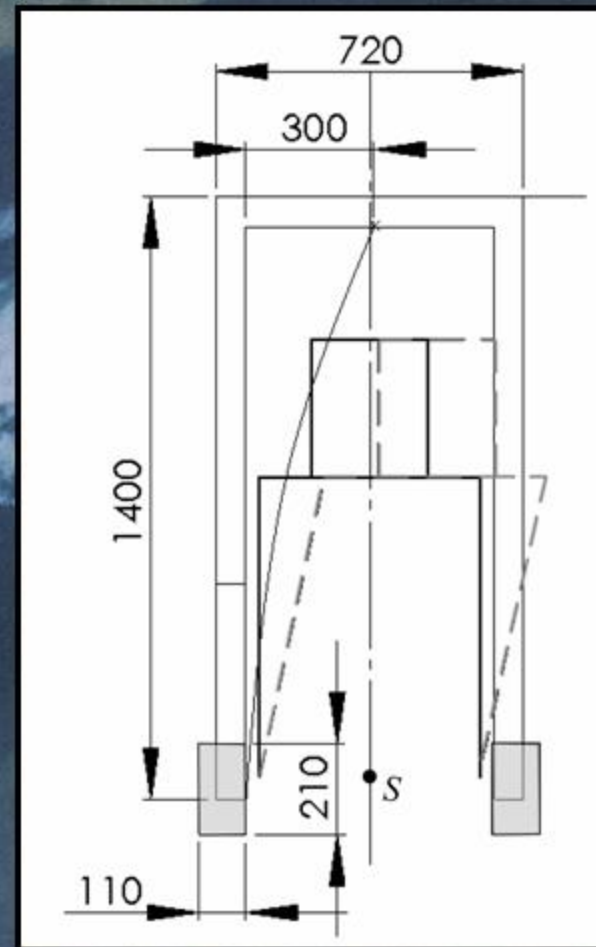
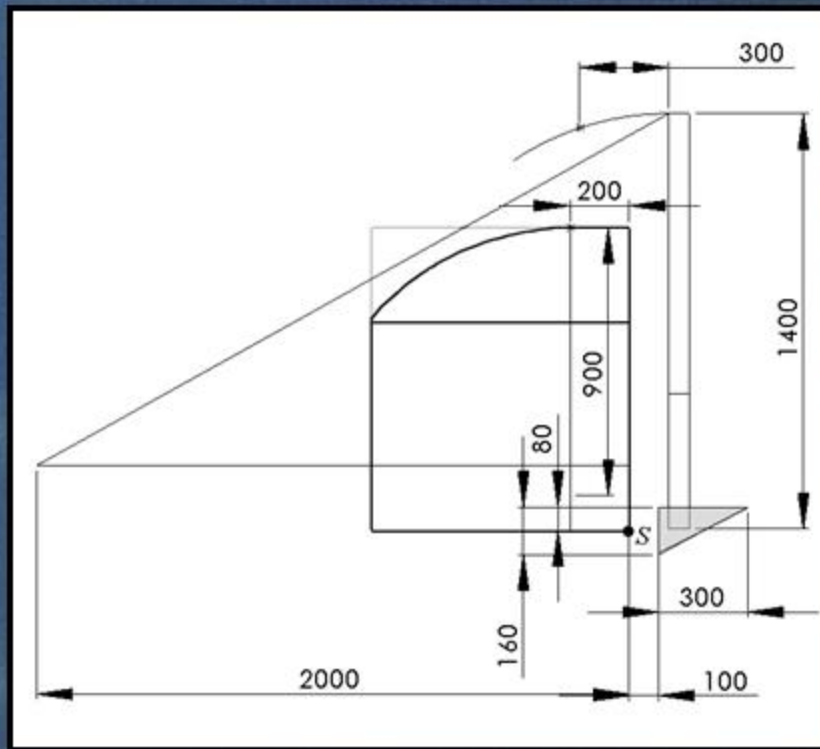
VUC per telai a quattro montanti

Volume Utile di Collegamento

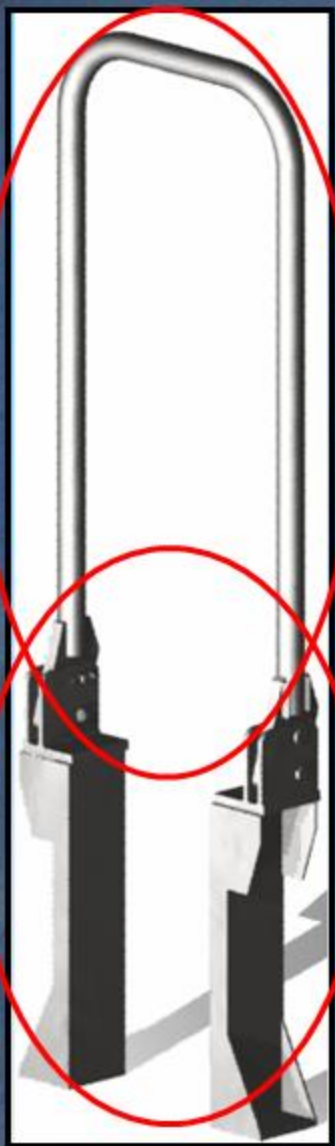


VUC per telai a due montanti anteriori

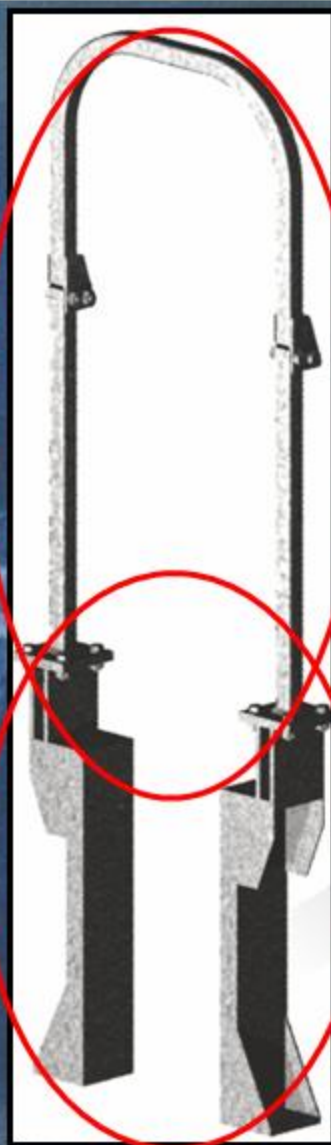
Volume Utile di Collegamento



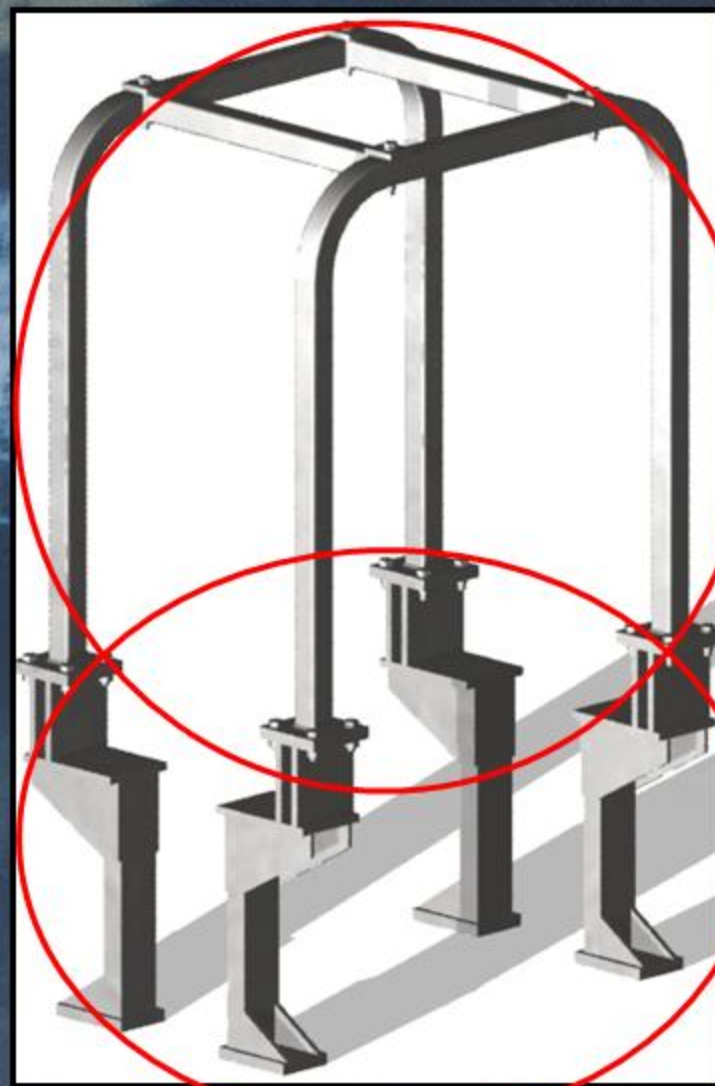
VUC per telai a due montanti posteriori



Due montanti anteriore



Due montanti posteriore



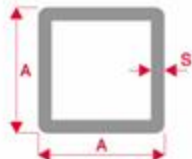
Quattro montanti

Telaio di protezione

Sulla base dei *bollettini di prova ed omologazione* messi a disposizione dalle ditte costruttrici, è stato possibile reperire informazioni di carattere generale riguardanti i telai di protezione

Tabella 1. Dati riassuntivi delle principali caratteristiche

Profilati	Sez. quadra 60 x 60 x 5 Sez. rettangolare 60 x 120 x 6 Sez. tonda ϕ 60.3 x 4
Materiale	Fe 360 Fe 430 Fe 510
Bulloni e Perni	Zona a Collegamento Attacchi Perni a
Spessori piastre	Zona a Piastre



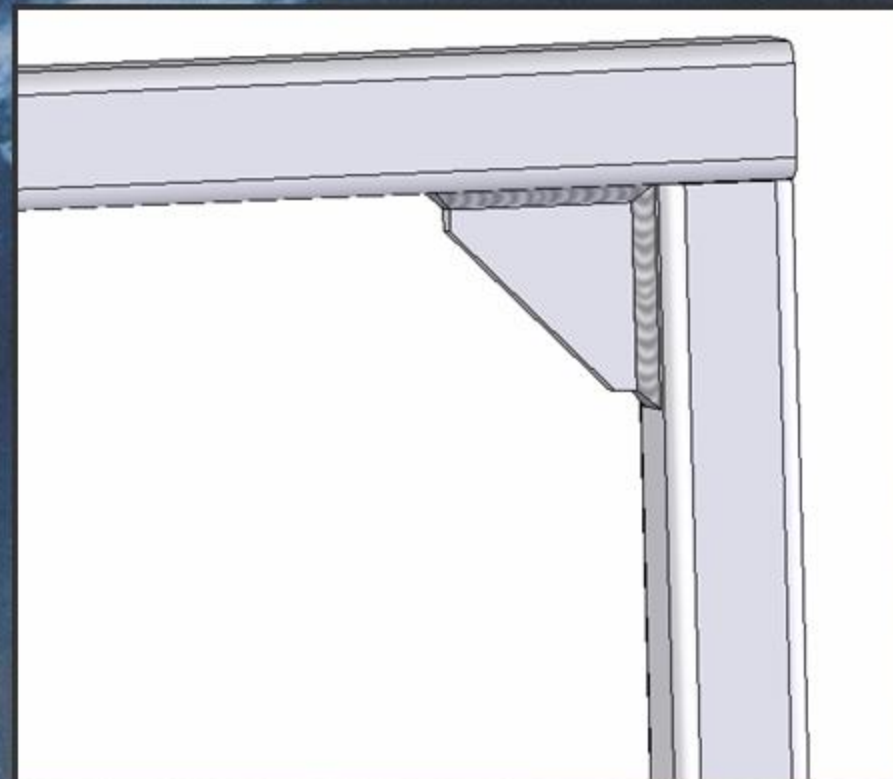
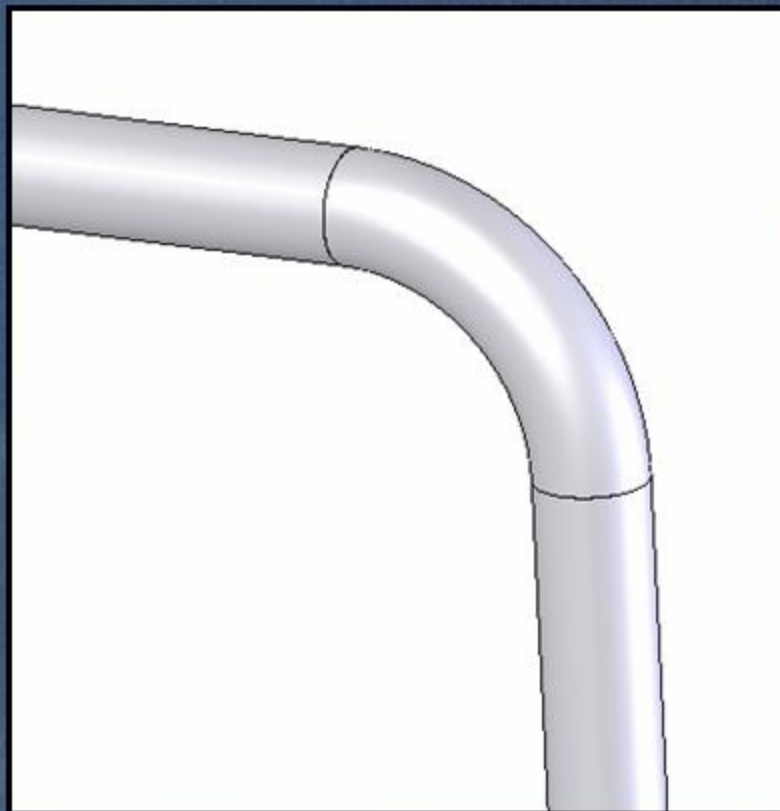
Tubi Saldati
QUADRI
DA NASTRO LAMINATO A GALDO

DIMENSIONE AXA mm	SPESSORE mm									
	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Peso kg/m									
10x10	0,40									
12x12	0,50									
15x15	0,64	0,88								
20x20	0,87	1,13	1,60							
22x22	0,98	1,28	1,85							
25x25	1,11	1,44	2,07							
30x30	1,34	1,76	2,54	3,27						
35x35	1,58	2,07	3,01	4,04						
40x40	1,81	2,39	3,48	4,09	4,83					
45x45	2,05	2,70	3,96	4,72	5,61					
50x50	2,28	3,01	4,43	5,83	6,40					
60x60	2,75	3,64	5,37	7,03	7,97	10,34				
70x70	3,23	4,27	6,31	8,33	9,54	11,10	12,53			
80x80		4,90	7,25	9,55	11,11	12,99	14,72	16,36		
90x90		5,50	8,20	10,80	12,68	14,87	16,92			
100x100		6,15	9,14	12,06	14,26	16,76	19,12	21,39	22,9	24,89

E' stata condotta un'indagine di mercato per definire la disponibilità commerciale dei profilati da impiegare

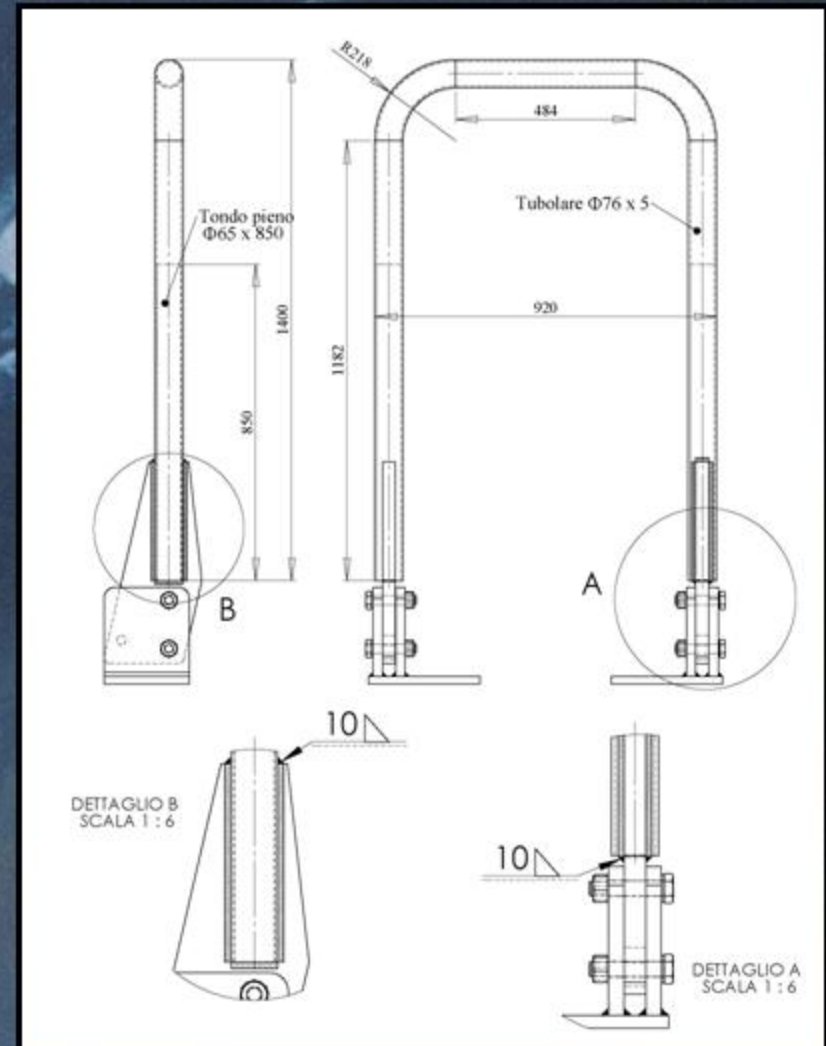
Telaio di protezione

Per ciascun telaio sono state proposte due diverse soluzioni costruttive



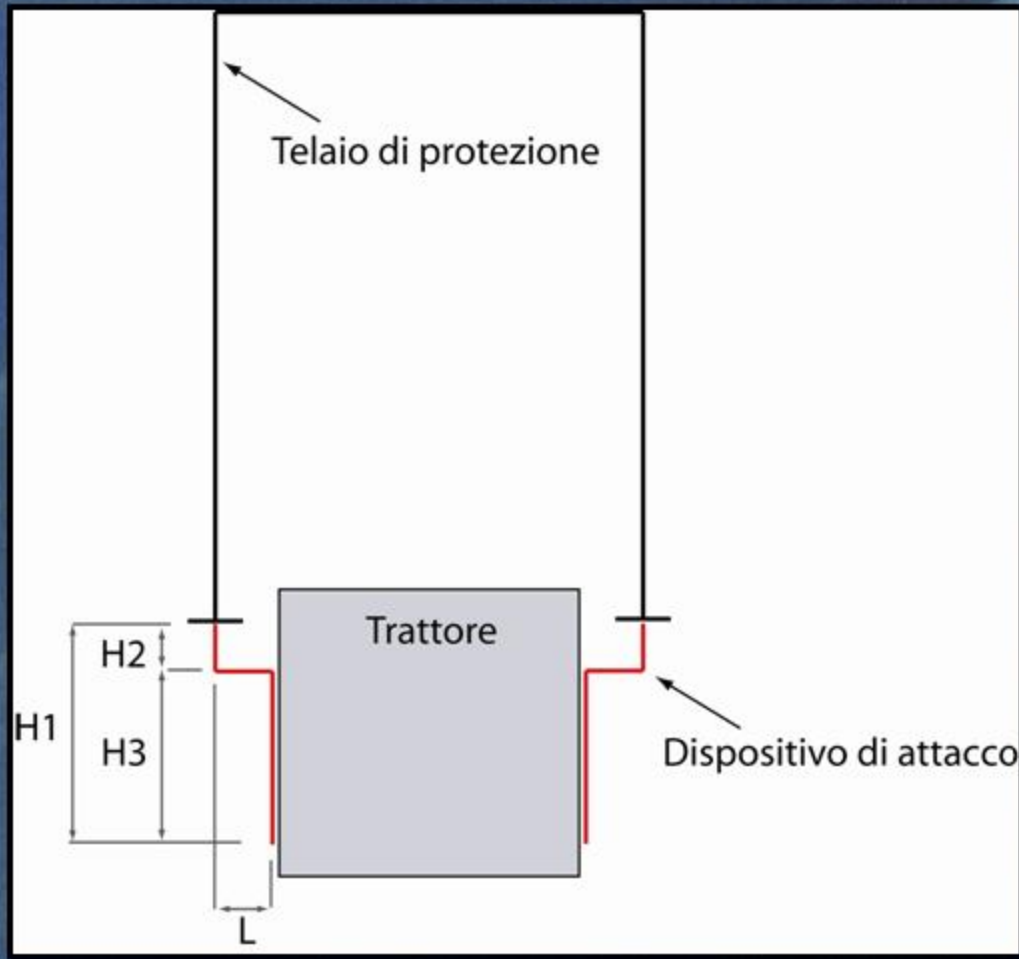
In ognuna delle schede tecniche sono illustrati i seguenti elementi di base necessari alla realizzazione dei telai:

1. materiali da utilizzare;
2. numero, dimensioni e spessori dei tubolari;
3. numero, dimensioni e spessori delle piastre;
4. numero, tipologie e classi di viti/bulloni.



Dispositivo di attacco

Per dispositivo di attacco si intende l'elemento che consente il collegamento fisico – meccanico del telaio a due o quattro montanti ai punti di ancoraggio sul trattore



La conformazione del dispositivo di attacco può essere adattata alle caratteristiche costruttive del singolo trattore variando sia la componente verticale ($H1$ ottenuta dalla somma di $H2$ ed $H3$) che la componente orizzontale (L)

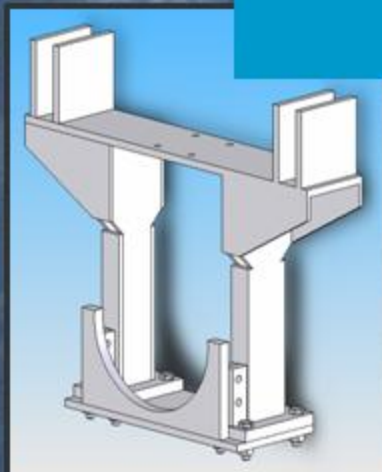
Dispositivo di attacco

Ai fini della normalizzazione della conformazione dei dispositivi di attacco si è ritenuto necessario suddividerli in quattro classi

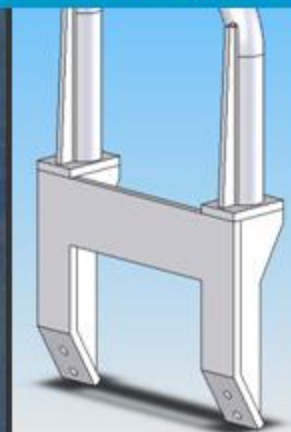


La conformazione, i materiali da utilizzare e le dimensioni dei dispositivi di attacco, in termini di spessore e di rinforzi necessari, strettamente dipendenti dalla tipologia e classe di massa del trattore, sono riportate in allegato II alla linea guida

Classe B:
dispositivi di
attacco per
trattori a
raggio
ciclistico
a motore
a trazione
posteriore



Classe C:
dispositivi di
attacco
autoportanti



Classe D:
dispositivi di attacco
per telai rigidi
posteriori

Sono stati individuati i seguenti possibili punti di ancoraggio:

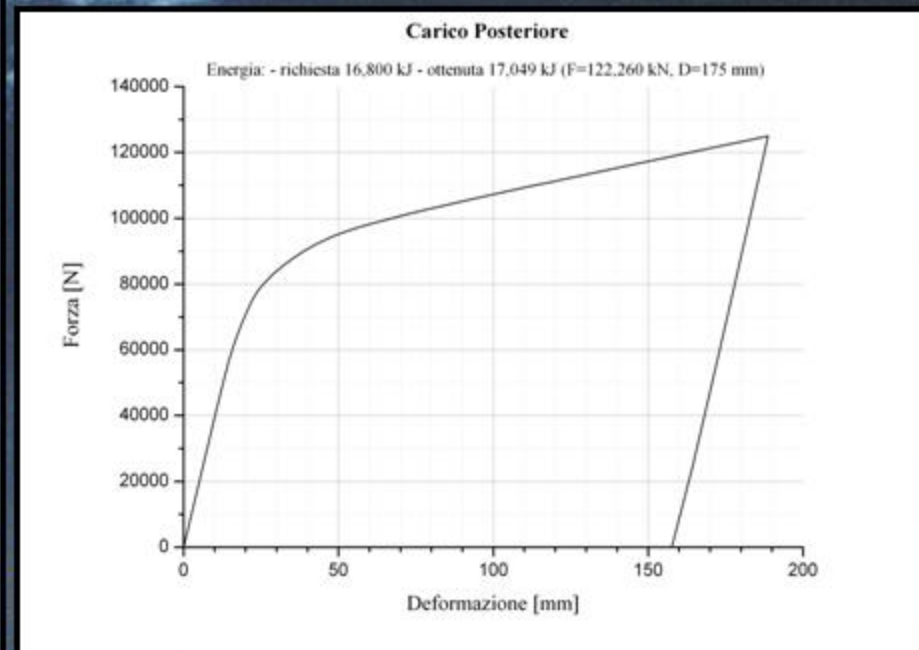
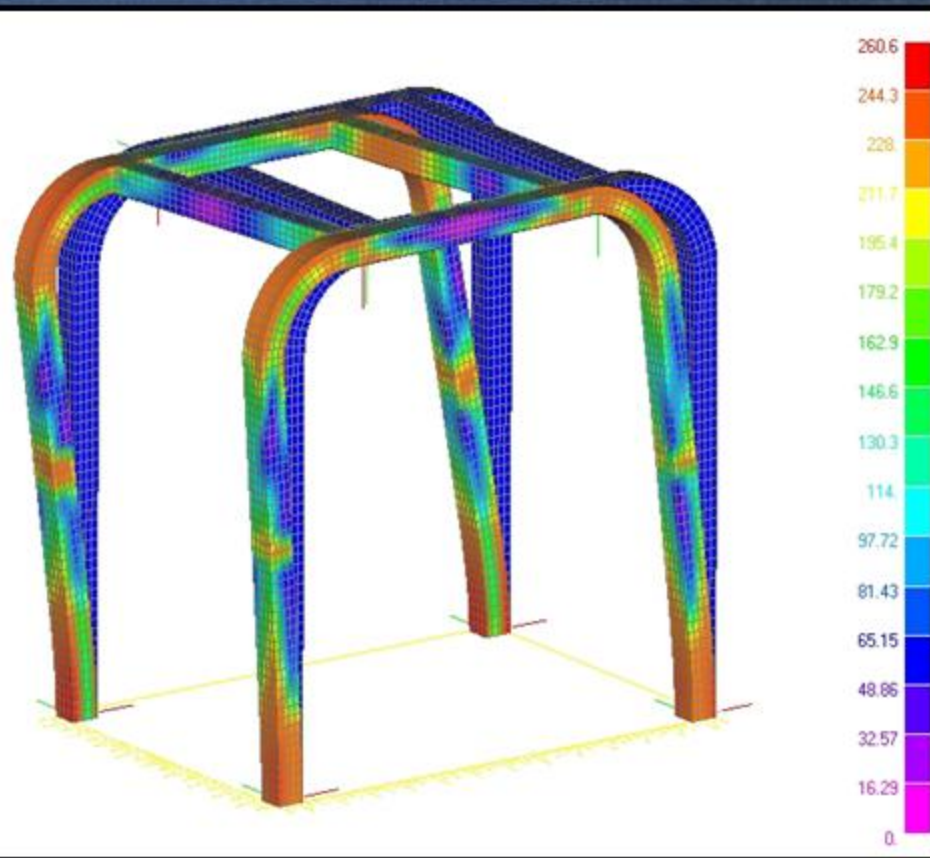
sedi per viti - Le sedi per viti possono individuarsi sulla struttura del trattore con disposizione spaziale verticale, orizzontale, obliqua ed irregolare

posti sull'assale posteriore - Nelle strutture di protezione a due montanti posteriori e nei montanti posteriori delle strutture di protezione a quattro montanti, gli ancoraggi sul trattore possono essere realizzati anche sull'assale posteriore (vedi in particolare i dispositivi di classe B)

posti sul gruppo frizione cambio - Nel caso di strutture di protezione a due montanti anteriori ovvero nei due montanti anteriori delle strutture di protezione a quattro montanti, (vedi in particolare i dispositivi di classe C)

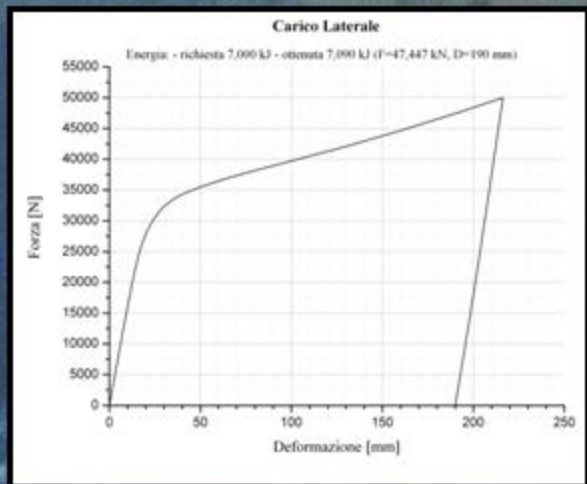
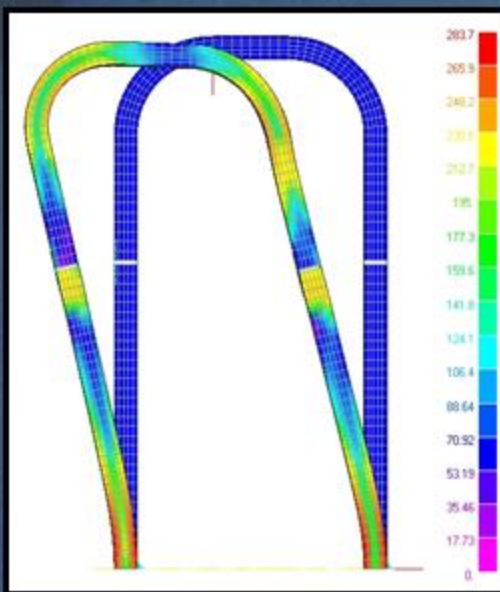
Simulazione delle prove statiche

La simulazione dei carichi è stata condotta secondo quanto riportato nei Codici OCSE di riferimento utilizzando il sistema di calcolo agli elementi finiti. La massa di riferimento di cui ai Codici OCSE è stata maggiorata del 20%.

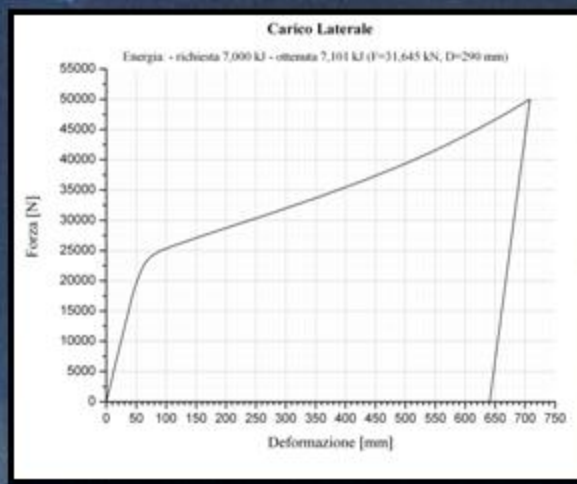
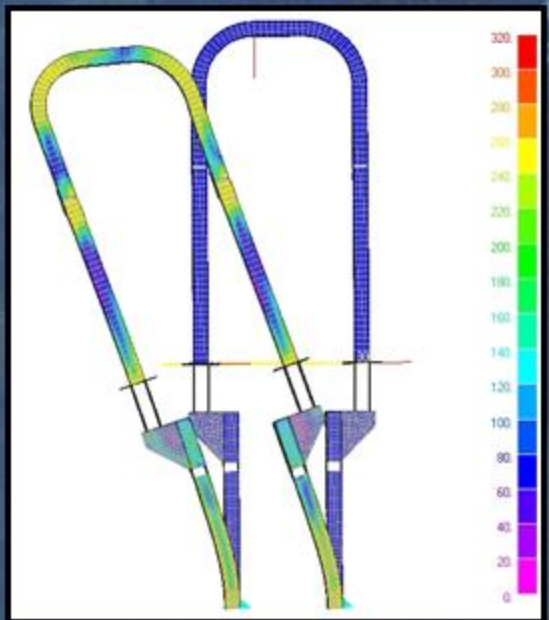


Analisi FEM Dispositivi di Attacco

Classe A



Energia: 7,090 kJ
Forza: 47,447 kN
Def.: 190 mm



Energia: 7,101 kJ
Forza: 31,645 kN
Def.: 290 mm

In estrema sintesi è possibile affermare che i principali elementi distintivi della linea guida prodotta possono essere riconducibili a :

1. campo di applicazione estremamente ampio
2. elevato livello di dettaglio tecnico
3. trattazione dei dispositivi di attacco
4. uniformità costruttiva
5. facile reperibilità delle componenti meccaniche