ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA MECCANICA

DIPARTIMENTO DIEM

TESI DI LAUREA
in
Costruzione di Macchine Automatiche e Robot LS

PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI PIATTAFORMA ELEVATRICE ELETTRICA

ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE, RISPARMIO ENERGETICO E SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE

CANDIDATO
Dott. Filippo Nicoli

RELATORE:
Prof. Ing. Andrea Zucchelli

CORRELATORI
Prof. Ing. Giangiacomo Minak
Prof. Ing. Francesco Cesari
Ing. Renzo Toschi

Anno Accademico 2009/10
Sessione I

INDICE

1- INTRODUZIONE 5

2- START UP 9

2.1 INDAGINE DI MERCATO 10

2.2 OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE 15

3- DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI D'IMPIANTO 17

3.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 18

3.2 ANALISI E SCELTA DEI PRINCIPALI COMPONENTI 20

3.2.1 Macchina/Azionamento 22

3.2.2 Sistema Di Sospensione 24

3.2.3 Guide Della Cabina E Del Contrappeso 27

3.2.4 Arcata 30

3.2.5 Piattaforma Di Cabina 34

3.2.6 Contrappeso 38

3.2.7 Trave Di Sostegno Della Macchina 39

3.2.8 Limitatore Di Velocità E Relativo Tenditore 40

3.2.9 Sistema Di Azionamento Dei Paracaduti 42

3.2.10 Pilastrino Di Fondo Fossa 44

3.2.11 Quadro Di Manovra E Componenti Elettrici 45

3.3 LAYOUT DEFINITIVO D'IMPIANTO 47

3.4 DOCUMENTAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DI CONFORMITA' CE 48

4- RELAZIONE TECNICA 49

4.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 50

4.2 CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO 51

4.3 DIMENSIONI DEL SUPPORTO DEL CARICO 54

4.3.1 Impianto Con Portata 250kg 55

4.3.2 Impianto Con Portata 300kg 56

4.3.3 Impianto Con Portata 400kg 57

4.4 DISPOSITIVI DI SICUREZZA 58

4.5 REQUISITI DEL VANO DI CORSA 59

4.6 CALCOLI PER IL DIMENSIONAMENTO E LA SCELTA DELLE PARTI MECCANICHE 62

4.6.1 Funi 62

4.6.2 Guide Del Supporto Del Carico 63

4.6.3 Guide Del Contrappeso 64

4.6.4 Motoriduttore 65

4.6.5 Struttura Di Sostegno Della Macchina 65

4.6.6 Arcata 66

4.6.7 Pilastrino Di Fondo Fossa 68

4.6.8 Contrappeso 69

4.6.9 Piattaforma Del Supporto Del Carico 69

4.6.10 Montanti Del Supporto Del Carico E Loro Collegamenti 70

5- MANUALE D'USO E MANUTENZIONE 71

5.1 USO 72

5.1.1 Doveri Del Proprietario 73

5.1.2 Descrizione Della Piattaforma 74

5.1.3 I Comandi Della Piattaforma 75

5.1.4 Avvertenze Generali Per L'Utenza 77

5.1.5 Manutenzione E Ricerca Guasti 79

5.1.6 Soccorrere I Passeggeri Bloccati In Cabina 80

5.1.7 Chiave Di Emergenza Per Le Porte Di Piano 80

5.2 MANUTENZIONE 82

5.2.1 Misure Di Sicurezza 82

5.2.2 Procedura Per L'accesso Alla Fossa 83

5.2.3 Procedura Per L'accesso Alla Testata 83

5.2.4 Prove E Istruzioni 83

5.2.5 Descrizione E Frequenza Delle Prove 85

5.2.6 Verifiche Periodiche 87

5.2.7 Controlli Dopo Una Modifica O Un Incidente 87

5.2.8 Registro 88

5.2.9 Principali Riparazioni E Modifiche Importanti 89

6- BREVETTI 90

7- APPENDICE A 93

8- APPENDICE B 96

1- INTRODUZIONE

Durante i mesi da settembre 2009 a Maggio 2010 ho svolto il progetto di tesi presso la ditta NOVA s.r.l., azienda di medie dimensioni situata nel nord della provincia di Bologna, nel comune di Crevalcore. NOVA rientra nel settore metalmeccanico; si occupa di progettazione, produzione, assemblaggio e commercializzazione di diversi componenti per ascensori e montacarichi, tra cui: strutture metalliche, arcate, porte a battente e cabine; queste ultime risultano costituire il core business dell'azienda. NOVA fornisce questi componenti ad altre aziende italiane ed europee che assemblano, installano e manutengono gli ascensori, intesi come impianti completi; tra i principali clienti dell'azienda spiccano Schindler, Kone, Thyssen, Otis, Ceam, IGV, Ceteco.
Le ragioni che hanno spinto la direzione di Nova ad investire nello studio, progettazione e realizzazione di due prototipi di piattaforma elevatrice: uno elettrico ed uno idraulico, sono state:

- Il grande aumento della costruzione di nuove palazzine monofamiliari e bifamiliari, sviluppate mediamente su due piani, che ha quindi portato il mercato ascensoristico a svilupparsi molto nella direzione di queste piattaforme, conosciute anche come 'home lift';
- L'aumento della vita media che porta alla crescita del numero di persone che rientrano nella terza età.
- L'elevato numero di persone, all'interno della comunità europea, con ridotte capacità di deambulazione; secondo un'analisi demografica realizzata dalla comunità europea, ¼ della popolazione (circa 80 milioni di persone) soffre di una menomazione fisica.

Le piattaforme elevatrici sono delle macchine derivate dagli ascensori che nascono come strumenti per il movimento verticale di merci e persone. Col passare del tempo si sono trasformate in un 'commodity' di facile installazione ed uso, in particolare nelle abitazioni private ed edifici pubblici. Non potendo competere con gli ascensori per via di differenti vincoli imposti dalle normative, le piattaforme elevatrici trovano collocazione soprattutto nel mercato dell'accessibility, volto alla commercializzazione di macchine per l'abbattimento delle barriere architettoniche come per esempio i montascale.
Piattaforme elevatrici ed ascensori costituiscono le due macro aree prodotto per il trasporto verticale e si differenziano per una serie di caratteristiche tecniche e normative, riepilogate nella tabella seguente.

Caratteristiche	*Piattaforma*	*Ascensore*
Normative	Direttiva Macchine 2006/42/CE	UNI EN 81.1 e 81.2
Portata massima	500 kg	Parametro non vincolato
Portata minima per m^2 di superficie calpestabile	250 kg	Parametro non vincolato
Velocità di movimento	≤ 0.15 m/s	≥ 0.6 m/s
Porte di cabina	Non obbligatorie	Obbligatorie
Comando in cabina	A uomo presente	Automatico
Chiamata al piano	A uomo presente/Automatica	Automatica
Dimensioni fossa e testata	Valori minimi non vincolati	Secondo normativa

Ho preso parte alla progettazione e realizzazione della piattaforma elevatrice elettrica che risulta essere più accessoriata e complessa dal punto di vista costruttivo e dei dispositivi di sicurezza rispetto a quella idraulica.

Le principali differenze costruttive tra i due impianti sono:

Elettrico	**Idraulico**
Movimentazione mediante argano e funi	Movimentazione mediante centralina e pistone idraulico
Impianto contrappesato al 50% della portata	Contrappeso non presente
Paracaduti per l'arresto di emergenza	Paracaduti presenti solo negli impianti in taglia, per la presenza delle funi
Limitatore di velocità	Elettrovalvola di scarico di sicurezza

Le principali differenze percepite dal mercato tra i due impianti sono:

- Potenza installata per l'impianto idraulico tre volte maggiore di quella necessaria per l'elettrico
- Presenza dell'olio nell'impianto idraulico con conseguenti problemi relativi allo smaltimento

- Necessità di uno spazio o di un ambiente dedicato, nelle immediate vicinanze dell'impianto idraulico, dove poter alloggiare la centralina idraulica, dalla quale escono i tubi di collegamento con il pistone, e il quadro elettrico. Nell'impianto elettrico invece il quadro, che si sviluppa verticalmente, viene collocato a fianco della porta del piano più alto con un conseguente miglior impatto estetico e visivo.
- Maggior numero di componenti, costruttivi e di sicurezza, nell'impianto elettrico rispetto all'idraulico che comportano un maggior costo del primo rispetto al secondo.

2- START UP

2.1 INDAGINE DI MERCATO

Le piattaforme elevatrici elettriche ed idrauliche si sono trasformate in macchine per l'abbattimento delle barriere architettoniche e si collocano all'interno del mercato dell'accessibility insieme ai montascale ed ai pantografi.
Prima di avviare la progettazione, la direzione di NOVA ha eseguito due analisi di mercato: una di tipo tecnico ed una di tipo economico, raccogliendo informazioni relative agli impianti dei principali costruttori e distributori di piattaforme elevatrici presenti sul mercato domestico.
Dalla prima analisi sono emerse le principali caratteristiche tecniche di cui godono i prodotti attualmente commercializzati. Nella tabella qui di seguito sono riassunte tali caratteristiche:

	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 5	PRODUTTORE 6	PRODUTTORE 7	PRODUTTORE 8	PRODUTTORE 9	PRODUTTORE 10
Anno depliant	2007	2008	2007	2008	2007	2005	2005	2004			2008
Dimensioni max. cabina [mm]	6 dimensioni fisse		1100 x 1400 XL	1100 x 1400	1300 x 1300	1400 x 1400	1200 x 1200	1200 x 1200	1200 x 1200		1100 x 1400
Dimensioni max. vano [mm]			1500 x 1550		1580 x 1420	1770 x 1590	1370 x 1560	1560 x 1380	1550 x 1350		1470 x 1510
Dimensioni max. con struttura			1630 x 1660 est.				1470 x 1660				
Dimensioni min. cabina [mm]				1200 x 1200	700 x 1000	630 x 800	630 x 780	600 x 850	650 x 800		800 x 800
Dimensioni min. vano [mm]						1000 x 1000	990 x 910	720 x 1210			1040 x 1080
Dimensioni min. con struttura							1090 x 995				
Scartamento [mm]		950 - 770	560 -		550 - 650			500		314 - 374	500 - 600
Luce porta [mm]	900 x 2000					700 x 2000	ha sempre spallette	ha sempre spallette	ha sempre spallette		
Posizione guide		girate verso interno 82x68x9	girate verso interno 70x65x9 70x70x8			girate verso esterno	girate verso interno 70x70x9	girate verso interno T70-2A	girate verso interno 75x62x10		
Portata min- max [kg]	400	300	250 - 400(600)	400	250 - 500	250-320-400	250-320	300	250-300	300 - 500	250-300
Ingombro arcata stimato [mm]		280	205-300	270	210 - 220	265	230	230	235	190-210-230	230
Azionamento	screw-nut system	elettrico	idraulico	elettrico	idraulico	idraulico	idraulico	idraulico	idraulico	idraulico	idraulico
Fossa [mm]	50	200	100 - 120	120	150 - 200	200	130	130	180-240	100	180
Corsa max [mm]	12000	20000	12000	24000	14600 - 12000	12000		14600	12500	15000	15000
Testata standard [mm]		2500	2450	2500	2400	2400	2500	2500	2550		2550
Testata minima [mm]			2350								2400
Velocità [m/sec]	0,15	0,15	0,15	0,15 - 0,30	0,15	0,10	0,15	0,14	0,10		0,15
Potenza nominale [kw]	2,2	0,55	1,1 - 2,2(400)	0,55	1,5 - 2,2	1,5	1,5	1,8-3,0 - 17 A		2,8	1,5-1,8

Dal confronto tra le caratteristiche degli impianti sono state individuate quelle ritenute dare il maggior valore aggiunto all'impianto per l'utilizzatore. Gli elementi chiave sono, la riduzione:

- Della potenza nominale
- Della fossa[1)] e della testata[2)]
- Degli ingombri minimi del vano[3)]
- Dello scartamento[4)]

Vediamo perché queste caratteristiche risultano essere così determinanti ai fini commerciali:

- la prima contribuisce alla corsa verso il risparmio energetico che tutti gli stati membri della comunità europea stanno mettendo in atto
- la seconda consente di poter installare la piattaforma in edifici già esistenti, che non risultano avere predisposizioni a tal fine, contenendo al minimo i lavori di muratura che generalmente sono sempre mal visti dai clienti finali per i disagi che comportano
- la terza consente di poter inserire l'impianto in vani molto piccoli, condizione che si presenta con frequenza in ristrutturazioni ed edifici già esistenti, questo obiettivo viene perseguito cercando di ridurre il più possibile l'ingombro dell'arcata e delle guide
- la quarta consente di poter installare cabine[5)] di piccole dimensioni

Oltre a recuperare materiale cartaceo pubblicitario e tecnico, sulla base del quale abbiamo potuto realizzare la tabella sopra riportata, abbiamo partecipato alla fiera internazionale 'InterLift' di Augsburg, che si è tenuta dal 13 al 16 di Ottobre del 2009, al fine di poterci rendere conto delle idee e degli obiettivi che le aziende leader del settore si andavano proponendo per il futuro. È emerso che per quanto riguardava gli impianti idraulici c'era un gran numero di costruttori che offrivano svariate configurazioni d'impianto, mentre solo due aziende sembravano già in grado di fornire un impianto elettrico.

La seconda analisi aveva invece l'obiettivo di raccoglie informazioni confrontabili per gli impianti elettrici ed idraulici, presenti sul mercato, al fine di avere un ordine di grandezza orientativo sui prezzi di vendita e costi di produzione, obiettivo del progetto che ci si accingeva a progettare. I risultati di tale analisi di mercato sono riportati nelle tabelle che seguono:

	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1	PRODUTTORE 1
Anno Listino	2008	2009	2009	2009	2009	2010	2010	2010	2010
Tipo di vano	struttura	cemento	struttura	struttura	struttura	cemento	cemento	struttura	struttura
Azionamento	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico
Cabina	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1300	800 x 1300	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200
Materiale pareti	sk	SK			SK	nobilitato	nobilitato	nobilitato	nobilitato
Materiale pavimento	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum
Illuminazione	plafoniera	2 faretti	plafoniera	plafoniera	plafoniera	plafoniera	plafoniera	plafoniera	plafoniera
Fotocellula		si			si	si	si	si	si
Portata	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg
Corsa [mm]	3500	9000	6650	6650	3500	6800	6800	6800	6800
Luce Porta [mm]	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000	750 x 2000
Porte	2 alluminio panoramiche	4 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche	2 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche	3 alluminio panoramiche
Bottoniera		4 inox			2 inox	4 inox	4 inox	4 inox	4 inox
Linee precablate	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Contatto a chiave		si			si	si	si	si	si
Sirena allarme	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Olio	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Prezzo lordo impianto [€]					12300	14000		14000	
Prezzo lordo struttura [€]	21300	16000	28500	32000	9000			12500	
Sconto	40%	40%	40%	40%	40%	40%	20%	40%	25%
Prezzo netto indicativo [€]	**11.500,00**	**8.500,00**	**15.500,00**	**17.000,00**	**11.500,00**	**7.500,00**	**11.000,00**	**14.000,00**	**20.000,00**

	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2	PRODUTTORE 2
Anno Listino	2004	2004	2009	2009	2009	2009	2009
Tipo di vano			cemento	cemento	cemento	cemento	cemento
Azionamento	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	ELETT _GEARLESS
Cabina	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	1100 x 1400	800 x 1200	1100 x 1400	800 x 1200
Materiale pareti	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK
Materiale pavimento	gomma	gomma	pvc	pvc	pvc	pvc	pvc
Illuminazione	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti
Fotocellula							
Portata	250 kg	250 kg	350 kg	500 kg	350 kg	500 kg	320 kg
Corsa [mm]	5840	5840	3500	3500	7000	7000	7000
Luce Porta [mm]			800 x1200	900 x1200	800 x1200	900 x1200	800 x1200
Porte	3 ferro+vetro +RAL	3 ferro+vetro +RAL	2 ferro, vetrino +RAL	2 ferro, vetrino +RAL	3 ferro, vetrino +RAL	3 ferro, vetrino +RAL	3 ferro, vetrino +RAL
Bottoniera			2 alluminio	2 alluminio	3 alluminio	3 alluminio	3 alluminio
Linee precablate	si	si	si	si	si	si	si
Contatto a chiave	si	si	si	si	si	si	si
Sirena allarme							
Olio	escluso	escluso	escluso	escluso	escluso	escluso	escluso
Prezzo lordo impianto [€]							
Prezzo lordo struttura [€]							
Sconto							
Prezzo netto indicativo [€]	**7.000,00**	**7.000,00**	**6.500,00**	**6.500,00**	**8.000,00**	**8.500,00**	**11.500,00**

	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3	PRODUTTORE 3
Anno Listino	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2010	2010	2010
Tipo di vano	struttura	struttura	Struttura	struttura	Struttura	struttura	cemento	cemento	cemento
Azionamento	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	ELETTRICO	ELETTRICO	Idraulico	Idraulico	Idraulico
Cabina	800 X 1200	900 x 1120	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	500 x 1000
Materiale pareti	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK
Materiale pavimento	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum	linoleum
Illuminazione	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti
Fotocellula									
Portata	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	250 kg	500 kg	250 kg
Corsa [mm]	3150	6720	3500	7000	3500	7000	3200	12 max	15070
Luce Porta [mm]	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000
Porte	2 ferro panoram+RAL	3 ferro cieche +RAL	2 ferro, vetrino +RAL	3 ferro, vetrino +RAL	2 ferro, vetrino +RAL	3 ferro, vetrino +RAL	2 ferro cieche +RAL	2 ferro cieche +RAL	5 ferro cieche +RAL
Bottoniera	2 alluminio	3 alluminio	2 alluminio	3 alluminio	2 alluminio	3 alluminio	2 alluminio	2 alluminio	5 alluminio
Linee precablate	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Contatto a chiave									
Sirena allarme									
Olio	???	???	???	???	???	???	???	???	???
Prezzo lordo impianto [€]			5800		7400				
Prezzo lordo struttura [€]			4200		4200				
Sconto	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	
Prezzo netto indicativo [€]	**6.500,00**	**7.500,00**	**10.000,00**	**13.000,00**	**11.500,00**	**14.500,00**	**6.000,00**	**6.000,00**	**9.000,00**

	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 4	PRODUTTORE 5	PRODUTTORE 5	PRODUTTORE 6	PRODUTTORE 6
Anno Listino	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009
Tipo di vano	STRUTTURA	STRUTTURA	STRUTTURA	STRUTTURA	cemento	cemento	cemento	cemento
Azionamento	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico	Idraulico
Cabina	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	800 x 1200	900 X 1120
Materiale pareti	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK	SK
Materiale pavimento	gomma	gomma	gomma	gomma	gomma	gomma	linoleum	linoleum
Illuminazione	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	2 faretti	neons	neons
Fotocellula	si	si	si	si	si	si		
Portata	350 kg	350 kg	500 kg	500 kg	300 kg	300 kg	250 kg	250 kg
Corsa [mm]	3500	7000	3500	7000	3500	7000	6000	6720
Luce Porta [mm]	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000	800 x 2000
Porte	2 ferro cieche +RAL	3 ferro cieche +RAL	2 ferro cieche +RAL	3 ferro cieche +RAL	2 ferro cieche +RAL	3 ferro cieche +RAL	3 ferro+vetro +antiruggine	3 ferro+vetro +antiruggine
Bottoniera	2 alluminio	3 alluminio	2 alluminio	3 alluminio	2 INOX	3 inox	3 alluminio	3 alluminio
Linee precablate	si	si	si	si	si	si	si	si
Contatto a chiave								
Sirena allarme								
Olio	escluso	escluso	escluso	escluso	si	si	si	si
Prezzo lordo impianto [€]							7500	7500
Prezzo lordo struttura [€]								
Sconto							20%	
Prezzo netto indicativo [€]	**7.500,00**	**9.500,00**	**8.500,00**	**10.500,00**	**6.000,00**	**6.500,00**	**6.000,00**	**7.000,00**

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle è stato possibile estrapolare un ordine di grandezza relativamente al prezzo degli impianti idraulici montati all'interno sia di vani in muratura che di vani in struttura metallica. Molto meno affidabili invece sono le conclusioni che abbiamo potuto trarre relativamente al prezzo degli impianti elettrici, questo a causa della novità del prodotto, che al momento viene realizzato solo da due costruttori. Tenendo conto che la piattaforma elettrica del 'Produttore 2' ha tre fattori che noi abbiamo identificato essere negativi:

1. l'impianto non è ancora funzionante
2. il motore gearless ha un costo notevolmente superiore ad un comune motoriduttore

3. l'ingombro del gearless è maggiore di quello che si avrebbe con una macchina tradizionale

i dati utili si riducono a due e portano alla considerazione che per piattaforme elevatrici elettriche installate all'interno di vani in struttura metallica, l'incremento del prezzo, rispetto ad un impianto idraulico simile, è mediamente del 20%.

2.2 OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE

Sulla base di quanto esposto nel paragrafo precedente abbiamo delineato le caratteristiche principali che dovevano contraddistinguere il nostro prodotto per poter essere competitivi e meglio soddisfare le esigenze del cliente finale.
Gli obiettivi che ci siamo posti sono stati suddivisi secondo il seguente criterio:

- ❖ quelli che risultano essere un *'must'* ovvero sono imprescindibili e non possono essere tralasciati
- ❖ quelli che risultano essere un '*nice to have'* cioè non sono indispensabili ma è compito dei progettisti riuscire a realizzarli.

Obiettivi *'must'*:

1. Potenza massima installata: 0,5kW
2. Portata[7)]: 250kg, 300kg, 400kg
3. Fossa minima: ≤ 100 mm
4. Possibilità di personalizzare la cabina

Obiettivi *'nice to have'*:

1. Testata minima: ≤ 2500 mm
2. Dimensioni minime del vano: le più piccole possibili e possibilmente inferiori a quelle dei concorrenti
3. Facilità di montaggio
4. Standardizzazione dei componenti in modo da ridurre al minimo il magazzino e i problemi legati alla gestione dei codici e dei componenti

Sulla base di questi obiettivi abbiamo iniziato a delineare e stabilire i caratteri generali sulla base dei quali poter poi iniziare a progettare e disegnare tutti i componenti meccanici dell'impianto. Siamo partiti dalle seguenti considerazioni:

I. Realizzare l'impianto contrappesato che prevede cioè una massa di bilanciamento al supporto del carico[8)], che per comodità nel seguito chiameremo semplicemente cabina, in modo da ridurre la coppia che il motoriduttore deve vincere per poter muovere l'impianto;

II. Realizzare l'impianto a tiro diretto e non in taglia[9)] per ridurre il numero di componenti, la complessità al momento dell'installazione e quindi il costo;
III. Collocare il motoriduttore, che nel seguito chiameremo genericamente macchina, nella parte alta del vano ovvero nella testata in modo da diminuire la lunghezza delle funi ed eliminare le pulegge di rinvio;
IV. Utilizzare un motore sincrono, meglio conosciuto come gearless, per: ridurre gli ingombri, la rumorosità (per l'assenza del riduttore) ed eliminare un freno, quello sull'albero lento o sull'albero veloce poiché non sono più due alberi separati ma si tratta dello stesso pezzo;
V. Impiegare funi o cinghie al fine di poter calettare sull'albero lento della macchina pulegge con il diametro più piccolo possibile riducendo le coppie da vincere;
VI. Realizzare la piattaforma di cabina[10)] in materiale composito al fine di ridurne lo spessore;
VII. Realizzare l'arcata[11)] a sedia rovesciata, configurazione che prevede le mensole non sotto la piattaforma di cabina ma sopra il tetto (in questo modo la cabina risulta essere sospesa all'arcata e non poggiante su di essa) con il chiaro vantaggio di ridurre la dimensione della fossa;
VIII. Progettare un solo modello di arcata 'flessibile' che possa essere impiegato per tutte le dimensioni di cabina e tutte le portate;
IX. Studiare una soluzione più compatta, rispetto a quelle in commercio, per il tenditore del limitatore di velocità[12)] al fine di ridurre gli ingombri minimi del vano;
X. Impiegare un paracadute[13)] progressivo al fine di eliminare il freno sull'albero lento del riduttore, come richiesto dalla normativa EN 81.1

3- DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI D'IMPIANTO

3.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Prima di entrare nella fase operativa di progettazione e dimensionamento di tutti i componenti meccanici è stato necessario prendere conoscenza di tutte le normative che in un qualche modo potessero interessare il dimensionamento e funzionamento della piattaforma elevatrice elettrica che mi stavo accingendo a progettare.

Relativamente alle piattaforme elevatrici non esiste ancora una norma armonizzata EN che stabilisca con chiarezza quali siano i vincoli di riferimento e quali le sicurezze auspicabili per un impianto simile. La nuova norma che potrebbe entrare in vigore entro la fine del 2010 è la EN 81.41 e stabilirebbe le linee guida per la progettazione e realizzazione delle piattaforme elevatrici idrauliche. Le piattaforme elettriche invece non sono contemplate dalla suddetta norma in quanto al momento della sua redazione non esistevano ancora e non se ne era prevista la nascita ed il conseguente ingresso sul mercato.

Le piattaforme elevatrici oggi sono soggette alla Direttiva Macchine 2006/42 CE del 17 Maggio 2006.

In particolare per il dimensionamento dei componenti quali: funi, guide, paracaduti, limitatore di velocità, freno del motore e pilastrino di fondo fossa, ho fatto riferimento alla EN 81.1, normativa che regola la progettazione e realizzazione di ascensori elettrici.

Per il dimensionamento delle funi ho consultato anche la normativa tedesca TRA 003 in quanto, come si vedrà in seguito, abbiamo impiegato delle funi speciali che per il ridotto valore del diametro non sono contemplate delle EN 81.1.

Relativamente alla parte di progettazione di componenti meccanici, quali per esempio l'arcata e gli altri componenti in lamiera presso-piegata, ho fatto riferimento alle normative: CNR UNI 10011 e DPR 1497.

Per quanto riguarda il quadro elettrico ed i componenti in esso contenuti, non essendo questi di nostra competenza ma fornitici da un costruttore esterno, ci siamo semplicemente preoccupati che questi ci garantisse il rispettato della compatibilità elettromagnetica secondo quanto richiesto dalla Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CE, con l'applicazione delle norme armonizzate EN 12015 per le emissioni e EN 12016 per l'immunità.

È stato necessario prendere conoscenza anche delle norme ISO 7176, EN 12183 ed EN 12184, relative alle sedie a rotelle manuali e motorizzate, in modo da poter individuare le dimensioni di cabina standard come quelle che possono contenere almeno una sedia a rotelle ed un accompagnatore e poter porre all'interno di ogni cabina, oltre all'indicazione della portata massima, anche un pittogramma esplicativo.
Infine mi sono basato sulla norma UNI EN ISO 14121-1, che ha sostituito la vecchia UNI EN 1050, per la stesura dell'analisi dei rischi, documentazione necessaria ai fini della certificazione di conformità CE.

3.2 ANALISI E SCELTA DEI PRINCIPALI COMPONENTI

Il primo step è stato quello di valutare dal punto di vista pratico e dell'effettiva fattibilità le ipotesi e considerazioni che ci eravamo posti come obiettivi da conseguire. Siamo quindi partiti cercando di individuare lo schema generale d'impianto nel rispetto di quelle caratteristiche *'must'* dalle quali non potevamo prescindere.

Come prima analisi abbiamo valutato la possibilità di poter realizzare l'impianto a tiro diretto con la macchina situata nella parte alta del vano, configurazione che presenta i seguenti vantaggi:

- Semplificazione del giro delle funi;
- Riduzione del numero di componenti, primi tra tutti le pulegge di rinvio;
- Riduzione degli ingombri minimi del vano;

In alternativa a questa soluzione ne abbiamo analizzate altre due:

- quella a tiro diretto con macchina in fossa
- quella in taglia.

Vediamo quali sono i principali pro e contro che contraddistinguono queste due configurazioni con quella sopra citata:

IMPIANTO A TIRO DIRETTO**: Macchina In Fossa - *VS* - Macchina In Testata**	
Pro	**Contro**
Stessa coppia e potenza necessarie	Lunghezza delle funi maggiore
Stesso numero di funi	Presenza di pulegge di rinvio
Maggior accessibilità in fase di manutenzione	Maggiori ingombri
Assenza di una struttura per sorreggere la macchina in quanto risulta appoggiata in fossa	Maggior scartamento minimo per poter alloggiare la macchina tra le guide

Impianto In Taglia 2:1 - *VS* - Impianto A Tiro Diretto	
Pro	**Contro**
Coppia e potenza necessarie dimezzate	Lunghezza delle funi maggiore
Numero di funi dimezzato	Presenza di pulegge di rinvio
	Maggiori ingombri
	Scartamento minimo più grande per poter alloggiare la macchina e le pulegge di rinvio

Dal confronto degli schemi di impianto risulta notevolmente più semplificato quello relativo al tiro diretto con macchina in testata (si veda la figura1), l'unico aspetto che potrebbe far ripiegare verso l'impianto in taglia 2:1 è quello relativo alla potenza necessaria per farlo funzionare. Questa è la ragione per cui i calcoli relativi alla determinazione della coppia e della potenza massima sono stati i primi ad essere eseguiti.

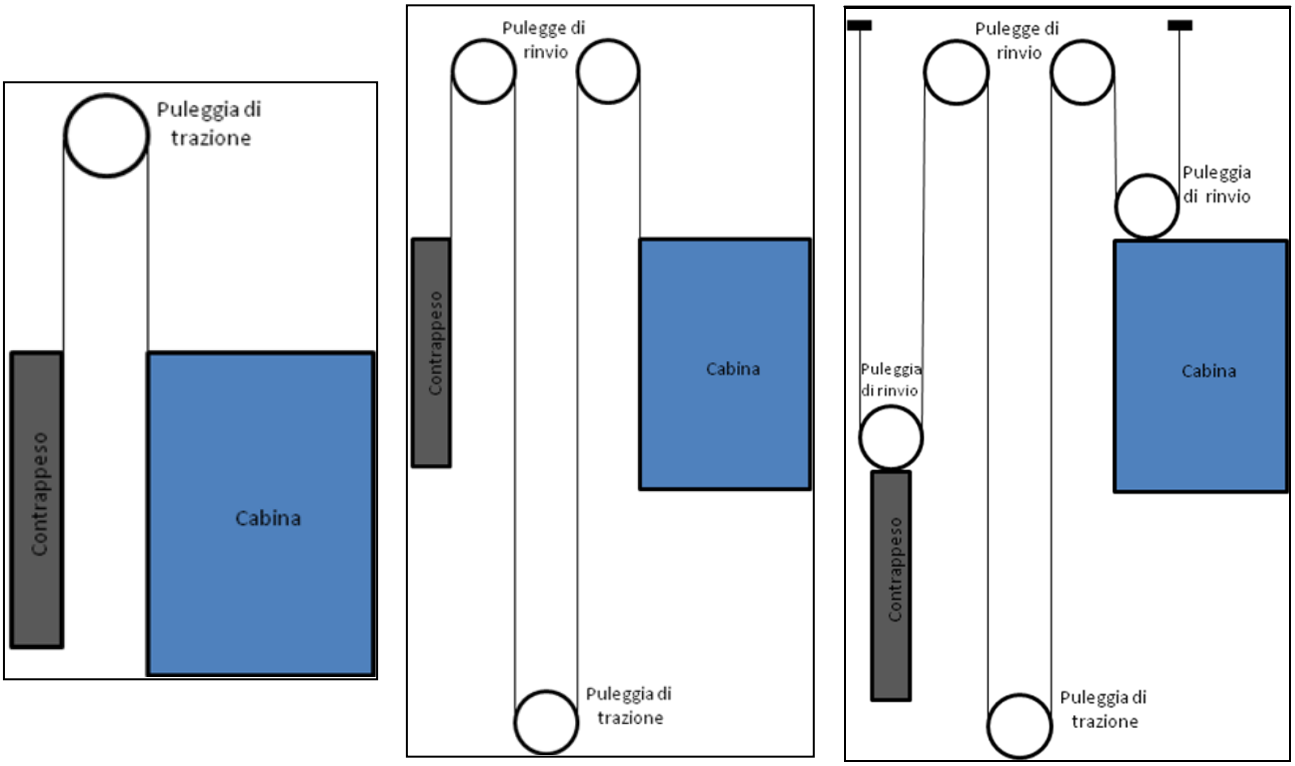


Figura1: da sinistra a destra abbiamo l'impianto a tiro diretto con macchina in testata, quello a tiro diretto con macchina in basso e quello in taglia 2:1 con macchina in testata.

3.2.1 Macchina/Azionamento

Volendo progettare un impianto innovativo e all'avanguardia abbiamo dapprima valutato la possibilità di movimentarlo mediante un motore gearless, che sta avendo un notevole successo anche in ambito ascensoristico, al fine di ridurre gli ingombri, i componenti e la rumorosità. A valle di una serie di incontri con aziende costruttrici di motori ci siamo resi conto che non è ancora presente sul mercato una macchina adatta alle piattaforme elevatrici in quanto presenta degli ingombri, sul piano perpendicolare all'asse dell'albero, maggiori di quelli che si avrebbero utilizzando una macchina tradizionale; a ciò va aggiunto il maggior costo del gearless.

Fatte queste considerazioni abbiamo deciso di equipaggiare il nostro impianto con un motoriduttore tradizionale, costituito da un riduttore a vite senza fine ed un motore asincrono azionato mediante inverter.

Per poter determinare coppia e potenza necessarie è stato indispensabile stabilire, anche se in modo approssimativo, il peso totale massimo della cabina, degli organi ad essa collegati e del relativo contrappeso. Quest'ultimo dovendo bilanciare l'impianto per il 50% della portata è stato calcolato considerando l'intero peso dell'arcata, della cabina e di tutti gli accessori a questa collegati e il 50% della portata massima ammessa in cabina; come diretta conseguenza abbiamo che il peso del contrappeso varia in funzione della portata massima dell'impianto che si prende in considerazione.

Giunti a questo punto ci siamo trovati davanti a due diversi approcci di progettazione:

- Dimensionamento di un unico impianto in cui tutte le parti meccaniche, compresa la macchina, potessero andar bene per tutta la gamma di portate da 250kg a 400kg, dimensionando quindi l'impianto nella sua configurazione più gravosa cioè quella relativa ad una portata di 400kg.
- Dimensionare tre diversi impianti ottimizzando al massimo i materiali e gli accessori per ciascuna configurazione.

Trattandosi di un prototipo, relativo ad un nuovo progetto pilota, abbiamo optato per la prima soluzione ovvero quella di dimensionare tutte le parti meccaniche per la configurazione d'impianto più gravoso; questa strategia ci ha portato ad un numero di componenti molto inferiore, semplificando così la gestione del magazzino e dei ricambi.

I pesi che concorrono all'equilibrio dell'impianto per la determinazione della coppia motore sono dunque: peso cabina, peso arcata, portata, peso delle funi, peso del cavo flessibile[14)] e peso del contrappeso. Relativamente al peso della cabina non è stato difficile fare una previsione in quanto risulta essere il core business dell'azienda e affidandoci all'esperienza dei tecnici è stato possibile realizzare un foglio di calcolo .xls che, in funzione dei vari allestimenti, forniva il peso totale della cabina. Per quanto riguarda il peso dell'arcata, delle funi e del cavo flessibile sono state fatte delle ipotesi basate sui dati messi a disposizione dai fornitori.
Determinato il carico sbilanciato come differenza tra il peso a destra e a sinistra della macchina e moltiplicatolo per il raggio della puleggia di frizione, abbiamo ottenuto il valore della coppia necessaria per muovere l'impianto, naturalmente abbiamo dovuto tener conto di tutte le inerzie ridotte all'albero motore e dei rendimenti teorici: del motore, del riduttore e di vano[15)].
Nota la coppia, si è moltiplicato tale valore per la velocità angolare massima consentita per determinare la potenza richiesta.
Sulla base di questi dati ci siamo rivolti a costruttori di motoriduttori per cercare una macchina che fosse in grado di erogare la coppia richiesta con un motore da 0,55kW.
L'ostacolo più grande che abbiamo dovuto superare è stato ottenere la combinazione tra resistenza a flessione dell'albero e minima taglia possibile del riduttore, al fine di contenere gli ingombri. Il carico sull'asse si è rivelato un vincolo molto più gravoso rispetto a quello della coppia massima, poichè all'albero del riduttore risulta essere appesa sia la cabina che il contrappeso per un carico totale gravante sullo stesso di circa 1500kg per gli impianti da 400kg di portata. Un carico così elevato comporta la presenza di un valore del diametro dell'albero in uscita dal riduttore di circa 50mm con conseguente aumento della taglia del riduttore che dal punto di vista delle coppie erogate risulta eccessivamente sovradimensionato.
La nostra ricerca ci ha infine portato ad individuare un'azienda che realizza un riduttore speciale adatto per impiego ascensoristico che risulta essere compatto e al contempo dotato di un massiccio albero lento bisporgente, in questo modo il carico viene ripartito sulle due estremità dell'albero e non più completamente a sbalzo da una parte come nel caso di albero lento monosporgente; l'albero

risulta poi essere supportato da cuscinetti conici obliqui in grado di resistere ad elevati carichi radiali.
Stabilito poi di azionare il riduttore con un motore trifase da 0,55kW a 4 poli abbiamo ottenuto la voluta riduzione di velocità andando ad anteporre al riduttore a vite senza fine, precedentemente individuato, una precoppia ottenendo così un rapporto di riduzione complessivo di 1/68.
Vediamo quindi che con un rapporto di riduzione di 1/68 e imponendo una velocità massima verticale dell'impianto pari a 0,15m/s, otteniamo una velocità di rotazione del motore di circa 1300rpm, inferiore ai 1500rpm (teorici) che il motore può raggiungere.
Naturalmente le considerazioni sopra riportate sono approssimative in quanto:

a. abbiamo ipotizzato una puleggia di frizione di diametro nominale pari a 150mm,
b. abbiamo considerato un valore teorico per il rendimento del riduttore
c. abbiamo ipotizzato, basandoci sull'esperienza, un valore del rendimento di vano.

Il passo successivo è stato quello di trovare funi o cinghie che si potessero avvolgere su di un diametro così piccolo o in caso negativo individuare il valore minimo accettabile per il diametro delle pulegge.

3.2.2 Sistema Di Sospensione

Relativamente alle cinghie è stato individuato un modello che reggesse il carico richiesto e che si potesse avvolgere su di un tamburo o puleggia con diametro nominale di 150mm. Il problema maggiore nel quale ci siamo imbattuti nella scelta delle cinghie è stato relativo alla presenza del brevetto di una multinazionale che impedisce l'impiego di cinghie piatte in ambito ascensoristico. La presenza di questo brevetto ci ha indotto a valutare l'utilizzo di cinghie dentate con le seguenti conseguenze:

- maggiore rumorosità durante il funzionamento
- necessità di montare una puleggia dentata, più costosa di una puleggia liscia o con gole per l'alloggiamento delle funi
- necessità i aggiungere un sistema che consenta il moto relativo tre le varie cinghie in modo che tutte siano in presa sulla puleggia con gli stessi denti; se entrambe le estremità libere delle cinghie fossero rigidamente vincolate

sarebbe indispensabile che le tolleranze di lavorazione sulle dentature fossero nulle e che al momento del montaggio si riuscisse ad ottenere un perfetto allineamento orizzontale dei denti delle diverse funi affiancate, cosa valutata quasi impossibile da ottenere

A queste considerazioni si aggiunge poi il maggiore costo delle cinghie rispetto alle funi.

A fronte di queste complicazioni abbiamo optato per utilizzare delle funi come sistema per la sospensione e la trazione nel nostro impianto, nella speranza di riuscire a trovare un tipo di fune che potesse avvolgersi su di un diametro così piccolo. La nostra ricerca ci ha portato all'individuazione di funi di 6mm di diametro che consentono l'avvolgimento su pulegge come le nostre. L'impiego di funi di questo tipo è stato possibile solo perché la normativa da rispettare è la Direttiva Macchine la quale non pone limiti riguardo il diametro minimo delle funi ed il rapporto tra diametro della puleggia e diametro della fune, ma impone un numero minimo di due funi indipendenti ed un coefficiente di sicurezza minimo pari a 10. Al contrario la EN81.1 richiederebbe un rapporto tra diametro puleggia e diametro fune non minore di 40 (nel nostro caso invece risulta pari a 25) ed un diametro minimo per le funi pari a 8mm (nel nostro caso è 6mm), come per la Direttiva Macchine impone poi un numero minimo di due funi indipendenti ed un coefficiente di sicurezza minimo, nel caso di un numero di funi maggiore di due, pari a 12. Il calcolo delle tensioni nei vari rami delle funi l'ho comunque eseguito seguendo il procedimento indicato nelle EN81.1, facendo riferimento allo schema di impianto riportato in figura 2 (estratta dalla EN81.1 all'allegato M) ed andando a determinare il numero delle funi necessarie al fine di ottenere un coefficiente di sicurezza maggiore di 12. In aggiunta a questi calcoli ho eseguito anche una verifica sulla pressione specifica in modo da evitare che questa superi il limite imposto dalla normativa; per questo calcolo ho fatto riferimento alla norma tedesca TRA 003 che impone una pressione specifica massima di $900N/cm^2$ per le funi metalliche ed una di $600N/cm^2$ per quelle rivestite in plastica.

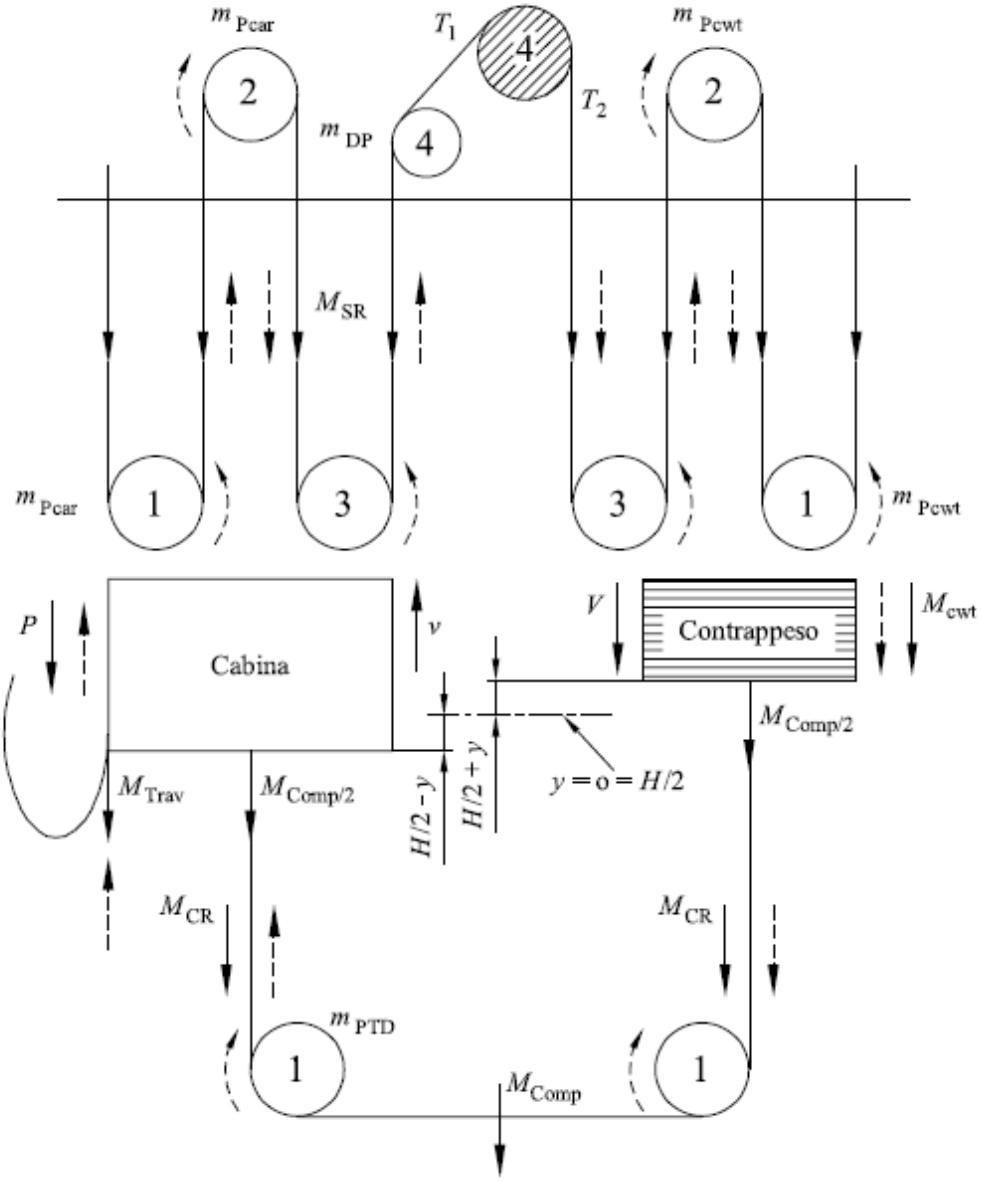


Figura 2: Schema generale di impianto dove la puleggia n°4 è quella di trazione, T1 e T2 rappresentano le tensioni nei due rami delle funi e tutte le altre pulegge sono di rinvio (estratto dalla norma EN81.1).

A circa un mese di distanza da tali considerazioni, alla fiera 'InterLift' di Augsburg in Germania, abbiamo trovato una nuova fun, di ultima generazione, costituita da un'anima metallica di diametro 5mm ed un rivestimento plastico, che mi porta ad un valore del diametro esterno della fune di 6mm. Questa fune nonostante abbia un diametro metallico inferiore a quello della fune da noi in un primo momento individuata presenta un carico di rottura a trazione maggiore. La verifica della possibilità di sostituire la precedente fune con quella

nuova rivestita in plastica è stata immediata ed ha riportato esito positivo consentendoci addirittura di poter ridurre il numero delle funi.
L'unica nostra preoccupazione riguardo alla fune rivestita in plastica risiede proprio nella novità del prodotto che comporta la possibilità del ritiro della stessa dal mercato qualora non riscontrasse il successo che l'azienda produttrice ha previsto. Nonostante questo aspetto, assolutamente non trascurabile, abbiamo optato per l'impiego di questa nuova fune in quanto anche nel malaugurato caso in cui ne venisse interrotta la produzione potremmo ripiegare sulla fune completamente metallica di 6mm individuata precedentemente.

3.2.3 Guide Della Cabina E Del Contrappeso

Definita la macchina ed il sistema di movimentazione, basandomi sulle specifiche imposte dalla norma EN 81.1, ho determinato i carichi e le spinte che i pattini del nostro impianto esercitano sulle guide lungo le quali scorrono. I valori delle spinte e delle tensioni che nascono sulle guide possono variare notevolmente a seconda che si consideri il funzionamento normale dell'impianto, la fase di carico dello stesso e la fermata di emergenza che consiste nell'arresto della piattaforma mediante l'intervento dei paracaduti, i quali vanno a bloccare l'arcata in modo istantaneo o progressivo sulle guide, a seconda del tipo di paracaduti installati. Quest'ultima condizione è senza dubbio la più gravosa in quanto impone l'impiego di un coefficiente dinamico pari a 2 nel caso di paracadute progressivo e pari a 3 per quello istantaneo; la normativa prevede quindi che il tipo di guida venga scelto in modo che questa resista ai carichi e alle tensioni che nascono in condizioni di fermata d'emergenza. Il calcolo che ho eseguito fa riferimento ad una configurazione di carattere generale come mostra la figura 3 estratta dalla norma EN 81.1 allegato G, così che il foglio di calcolo che ho scritto sia versatile ed adatto anche a future configurazioni di impianto. Per quanto riguarda la distribuzione del carico in cabina ho considerato la portata distribuita uniformemente sui ¾ dell'area di base nelle due posizioni mostrate in figura 4.

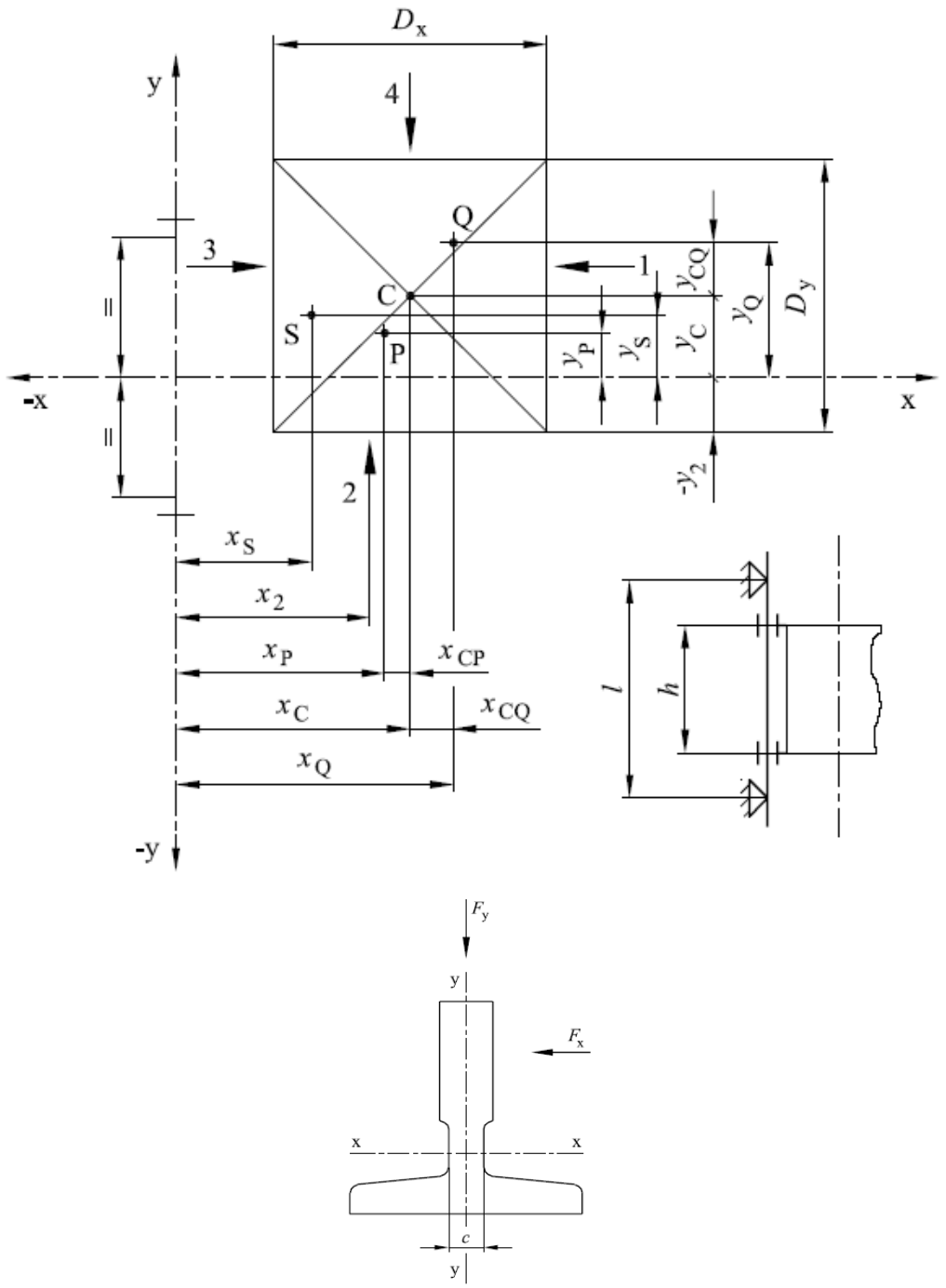


Figura 3: Posizione della cabina rispetto alle guide e direzione delle forze sulle guide (estratto dalla norma EN81.1)

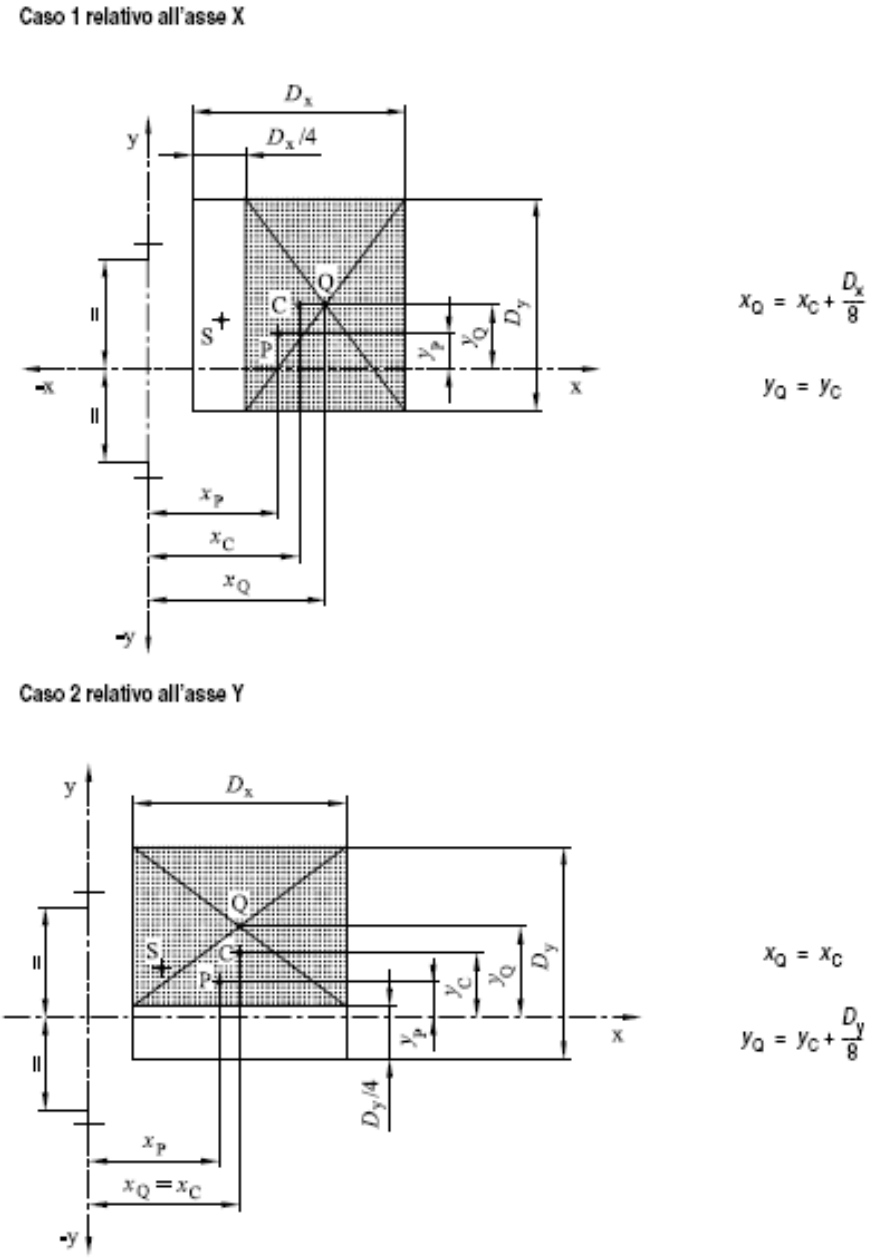


Figura 4: Posizione della portata all'interno della cabina e rispettivi baricentri (estratto dalla norma EN81.1)

Oltre alle tensioni sopra citate ho dovuto tenere conto anche di un carico di punta dovuto alla presenza della macchina (alla quale risultano appesi la cabina, l'arcata e il contrappeso) che, essendo posta in testata, è sorretta da una struttura portante in lamiera presso-piegata ancorata alla sommità delle guide della cabina.

Il valore delle tensioni che nascono nelle guide risulta essere direttamente influenzato dalla distanza tra due ancoraggi successivi, delle guide al vano, e dalla distanza tra i pattini sull'arcata della cabina.
Dai calcoli che ho eseguito sono emersi i valori dei carichi che l'impianto esercita sulle guide, tali spinte risultano di fondamentale importanza in quanto influenzano direttamente la scelta del tipo di guide e la resistenza che deve avere il vano, sia che questo sia in muratura che in struttura metallica.

3.2.4 Arcata

Definito il sistema di movimentazione, sospensione e guida dell'impianto ci siamo concentrati nella ricerca di una soluzione costruttivamente possibile dell'arcata e della cabina al fine di riuscire ad avere un'altezza della fossa inferiore ai 100mm dichiarati da altri produttori leader nel settore.
La difficoltà nell'ottenere tale obiettivo si presenta:

- per via dell'arcata, struttura sulla quale tradizionalmente poggia la piattaforma di cabina
- per via dello spessore della piattaforma della cabina (argomento che tratteremo nel paragrafo successivo)

Le arcate si possono dividere in due grandi categorie:

- quelle a sedia: costituite da due montanti e due mensole montati perpendicolarmente gli uni rispetto alle altre in modo da formare una 'L' sulla quale poggia la cabina. (figura 5a)
- quelle ad anello: costituite da due montanti e due mensole montati perpendicolarmente gli uni rispetto alle altre in modo da formare un anello all'interno del quale viene alloggiata la cabina. (figura 5b)

Figura 5a: Arcata a sedia

Figura 5b: Arcata ad anello

Come mostrato dalle immagini risulta chiaro che le mensole e la parte dei montanti che si trovano al di sotto della piattaforma rappresentano un ingombro che richiede un alloggiamento in fossa, affinché il piano calpestabile di cabina possa arrivare a filo con il pavimento del piano terra. L'unica strada che abbiamo ritenuto percorribile per eliminare l'ingombro dell'arcata sotto la piattaforma di cabina è stata quella di impiegare un'arcata a sedia che, non essendo simmetrica rispetto al suo piano orizzontale baricentrico, ruotandola di 180° ci consente di portare le mensole sopra il tetto di cabina. Naturalmente questa configurazione complica la realizzazione della cabina che non poggiando più sulle mensole ma essendo sospesa ad esse deve avere una telaio portante e prevedere un nuovo sistema di fissaggio della piattaforma alle mensole stesse. Dopo aver analizzato alcune soluzioni siamo giunti alla scelta di quella che presenta i maggiori vantaggi dal punto di vista del montaggio e che richiede il minor numero di componenti aggiuntivi, garantendo comunque un buon grado

di regolazione al fine di poter far fronte ad eventuali tolleranze conseguenti alla deformazione elastica delle mensole sotto il carico della cabina e della portata e ad imprecisioni del vano, in particolar modo quando quest'ultimo è in muratura. La soluzione scelta prevede una piattaforma portante che viene fissata ad un profilo ad 'L', in lamiera, imbullonato ai montanti dell'arcata, mentre sul lato opposto i due montanti della cabina collegano la piattaforma alle mensole dell'arcata. I montanti della cabina, dimensionati per sorreggere il carico dato dal peso della stessa e dalla portata, sono imbullonati alla piattaforma e collegati alle mensole mediante una barra filettata che ne consente la registrazione in altezza.
L'arcata che abbiamo realizzato per la piattaforma elevatrice elettrica è quella mostrata nelle due figure 6 e 7.

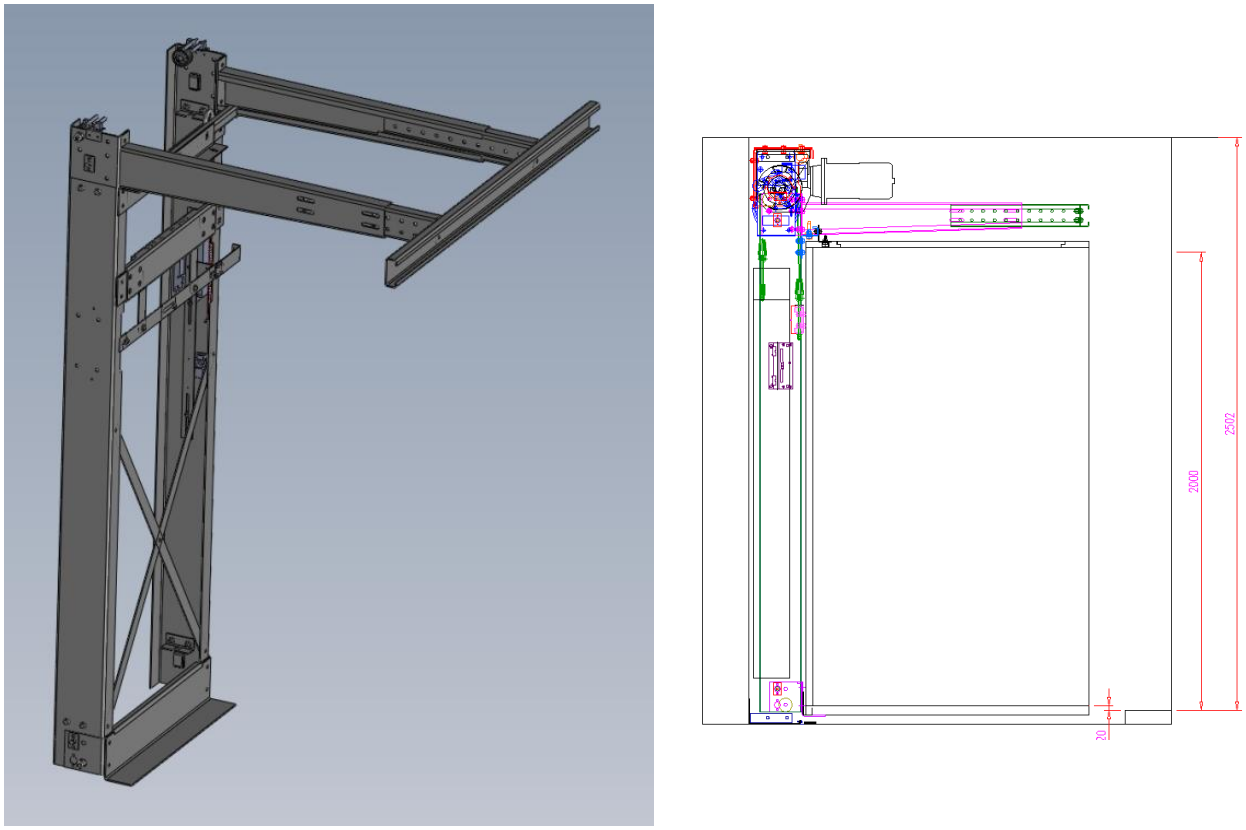


Figura 6: Disegni dell'arcata su CAD 3D e 2D realizzati in fase di progettazione

Figura 7: Immagini dell'arcata assemblata: prima della verniciatura e dopo verniciatura montata all'interno del vano in struttura metallica

L'indubbio vantaggio conseguente all'adozione di un'arcata a sedia rovesciata come quella sopra descritta ha dato un contributo decisivo alla riduzione della fossa a 70mm. Al fine di riuscire a progettare un'unica arcata da poter installare su tutti gli impianti con portate da 250kg a 400kg abbiamo realizzato le mensole telescopiche in modo che se ne possa variare la lunghezza in funzione delle dimensioni di cabina. Il passo successivo è stato quello della progettazione e dimensionamento di ogni singolo componente.
Per quanto riguarda il dimensionamento di tutte le parti strutturali dell'arcata, compresi i collegamenti saldati e bullonati, ho fatto riferimento alla norma CNR UNI 10011. Parallelamente alla fase di progettazione dell'arcata abbiamo ridefinito alcune specifiche di progetto volte al contenimento delle dimensioni minime di vano; tra queste spiccano:

- lo scartamento: al fine di progettare un'unica arcata adatta per tutte le configurazioni di impianto abbiamo definito un valore, pari a 720mm, che ci consente di poter realizzare cabine con dimensioni minime di 650mm x

750mm e allo stesso tempo avere dimensioni minime di vano pari a 990mm x 1040mm

- la profondità dei montanti: la profondità dei montanti influenza direttamente una dimensione interna del vano e quindi ci siamo imposti un valore limite da non superare, aumentando quindi la resistenza dello stesso mediante pieghe ed eventuali nervature
- l'interasse dei pattini: questo valore influenza sia le tensioni nelle guide, come abbiamo già visto, sia quelle nei montanti che risultano inversamente proporzionali a questa quota

Dopo diverse modifiche e variazioni alle sezioni dei componenti strutturali dell'arcata sono pervenuto alla loro forma definitiva; le tensioni e così anche le deformazioni maggiori si presentano rispettivamente in corrispondenza del fissaggio tra mensole e montante ed in punta alle mensole.

3.2.5 Piattaforma Di Cabina

La piattaforma della cabina risulta essere l'altro ostacolo per la riduzione al minimo della fossa soprattutto se, come nel nostro caso, deve essere portante non avendo le mensole dell'arcata che la sostengano inferiormente. La necessità di realizzare una base portante con uno spessore complessivo il minore possibile ci ha portato ad individuare tre soluzioni possibili:

- utilizzando un materiale composito quale l'honeycomb
- utilizzando un sandwich in legno ed acciaio
- realizzando un massiccio reticolo in lamiera piegata

Delle tre soluzioni le prime due erano quelle dalle quali ci aspettavamo i maggiori risultati in termini di riduzione dello spessore e sono state quindi le prime ad essere prese in esame.

L'idea della base costruita utilizzando un sandwich in legno ed acciaio si è dimostrata subito di difficile realizzazione per via della difficoltà nell'unire saldamente le due pelli di acciaio con l'anima in legno, giunzione ottenibile per incollaggio o attraverso il fissaggio mediante viti. La prima soluzione, al fine di ottenere una buona qualità dell'incollaggio, richiede condizioni ambientali (quali ad esempio umidità, polvere, temperatura) controllate, difficili da ottenere e garantire per tutto l'arco dell'anno all'interno dei capannoni della ditta. Tra l'altro i produttori di collanti non danno nessuna garanzia sulla

resistenza degli stessi. La seconda soluzione necessita di un elevato numero di viti che comportano una grande richiesta di manodopera per eseguire i fori nel legno ed avvitare le viti. Un altro aspetto che ci ha fatto desistere dal realizzare la piattaforma con il sandwich, di cui sopra, è stato l'elevato costo del legno che oltre ad avere uno spessore consistente deve essere idrofobo al fine di non subire alterazioni in presenza di umidità e condensa. Questa strada è stata quindi abbandonata.

La realizzazione della piattaforma utilizzando un pannello di honeycomb destava le seguenti perplessità: l'elevato costo del materiale, il vincolo di dover dipendere dal fornitore (per via dell'elevata variabilità delle dimensioni delle piattaforme e l'impossibilità di tagliare a misura l'honeycomb al nostro interno), l'effettiva resistenza del materiale. Non avendo a disposizione le caratteristiche di resistenza meccanica del materiale quali ad esempio: modulo di elasticità, rigidezza, carico di snervamento, carico di rottura; abbiamo deciso di eseguire un test al nostro interno su un pannello di honeycomb fornitoci da un'azienda di Milano.

L'obiettivo del test era quello di renderci conto indicativamente se questo materiale era in grado di reggere i carichi senza riportare deformazioni permanenti e senza grandi deformazioni elastiche. In caso di esito positivo avremmo eseguito test di laboratorio, presso i laboratori dell'università di Bologna, secondo le normative ASTM D 7250/D 7250M-06, ASTM D 7249/D 7249M-06 e ASTM C 393/C 393M-06 al fine di determinare la rigidezza a flessione e a taglio e la resistenza del sandwich soggetto a flessione e a taglio.

Il pannello di honeycomb che abbiamo testato è costituito da due lamiere di acciaio zincato di spessore 0.5mm e un'anima in alluminio, in lega 3003, alta 32mm con densità 65kg/m^3.

In Nova quindi abbiamo vincolato il suddetto pannello di honeycomb come nell'applicazione pratica ricreando la condizione di esercizio in cui una siffatta piattaforma si troverebbe a lavorare. Fatto ciò abbiamo caricato il pannello con un carico via via crescente e poggiante sullo stesso su prestabiliti appoggi con la funzione di riprodurre i piedi delle persone all'interno della cabina. Attraverso l'impiego di un comparatore abbiamo misurato le deformazioni elastiche al crescere del carico finché non siamo giunti alla rotture del pannello. Le figure 8 mostrano alcune fasi del test.

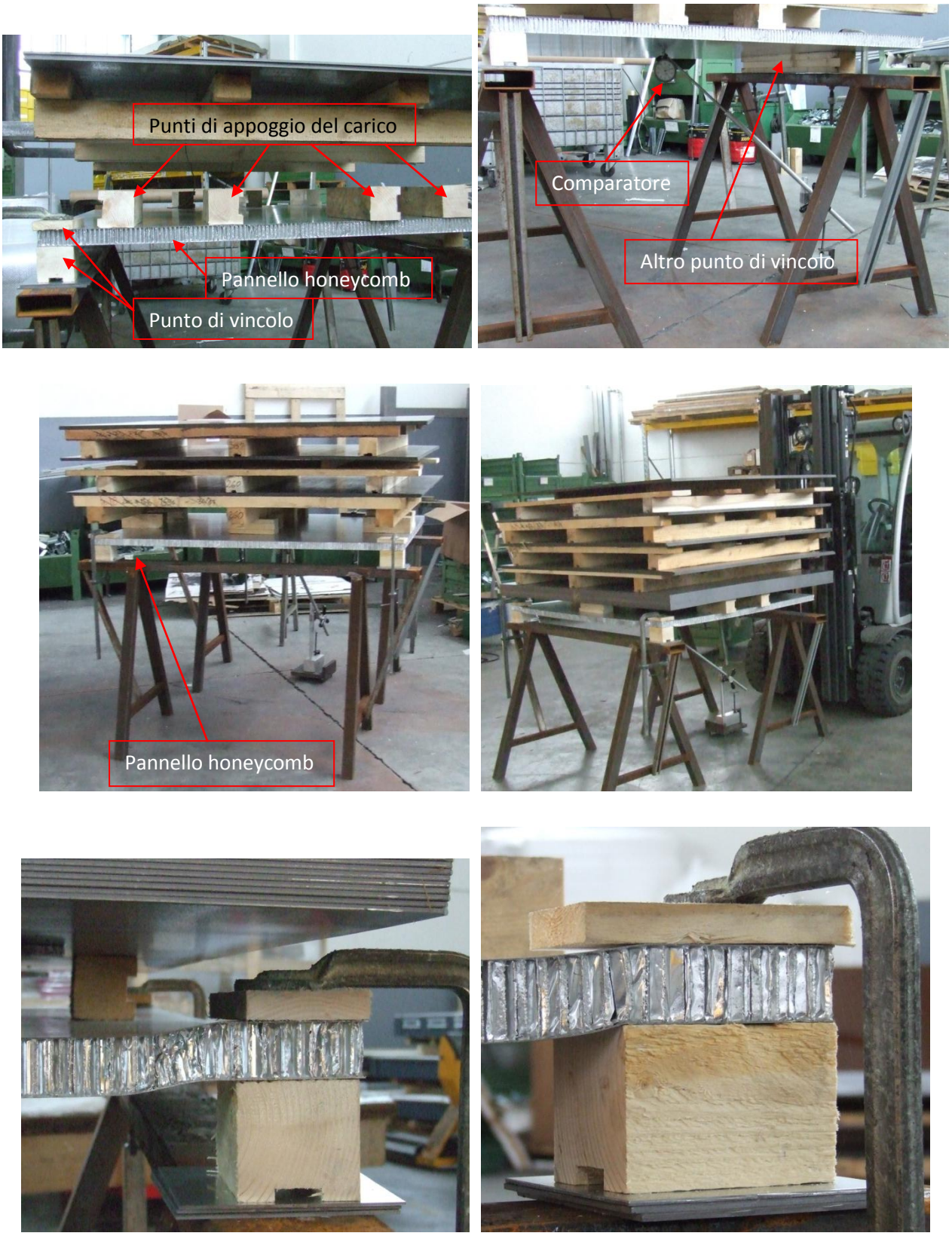


Figure 8: Le figure mostrano: i punti di appoggio e di vincolo del pannello di honeycomb, la fase di carico del pannello ed il cedimento dello stesso

Il test ha portato ai seguenti risultati:

Carico [kg]	Freccia [mm]	Note
850	3	//
1300	5.3	Carico che la piattaforma deve sostenere in condizioni di fermata d'emergenza
1750	7.5	Carico precedente moltiplicato per i coeff. statico (1,25) e dinamico (1.1) imposti dalla Direttiva Macchine
2000	8.5	//
2600	rottura	Carico che ha portato a rottura il pannello

Visto il buon risultato conseguito con il test si è rivelata una strada percorribile, almeno dal punto di vista della resistenza meccanica, la realizzazione della piattaforma con un pannello di honeycomb. Gli altri punti da chiarire in merito all'effettiva possibilità di realizzare la base in questo modo stavano nel costo del materiale e nell'ideazione di un sistema per afferrare il pannello e collegarlo ai montanti della cabina e all'arcata.

Poiché il sistema di afferraggio della piattaforma si è rivelato di non facile soluzione, abbiamo momentaneamente messo da parte lo studio della base di cabina in honeycomb e abbiamo preso in considerazione la terza soluzione, ovvero quella di realizzarla interamente in lamiera presso-piegata. Cercando di studiare un reticolo portante, in lamiera presso-piegata, riducendo al minimo gli spessori della lamiera ed il numero dei rinforzi, ho ottenuto una piattaforma con uno spessore complessivo di 38mm. A questo spessore va aggiunto solo quello del rivestimento che può essere realizzato in diversi materiali a scelta del cliente, come ad esempio: gomma, linoleum, marmo.

Il raggiungimento di uno spessore così piccolo nel caso di piattaforma di cabina realizzata interamente in lamiera presso-piegata e all'interno di Nova senza dover dipendere da fornitori esterni ha fatto pendere l'ago della bilancia proprio nella direzione di quest'ultima soluzione che inizialmente sembrava essere la meno indicata.

Ultima caratteristica costruttiva che caratterizza la piattaforma progettata risiede nella scelta di collegare le nervature ed i rinforzi al piano calpestabile mediante

rivetti strutturali in acciaio zincato, eliminando definitivamente le saldature che rappresentavano un maggior costo.

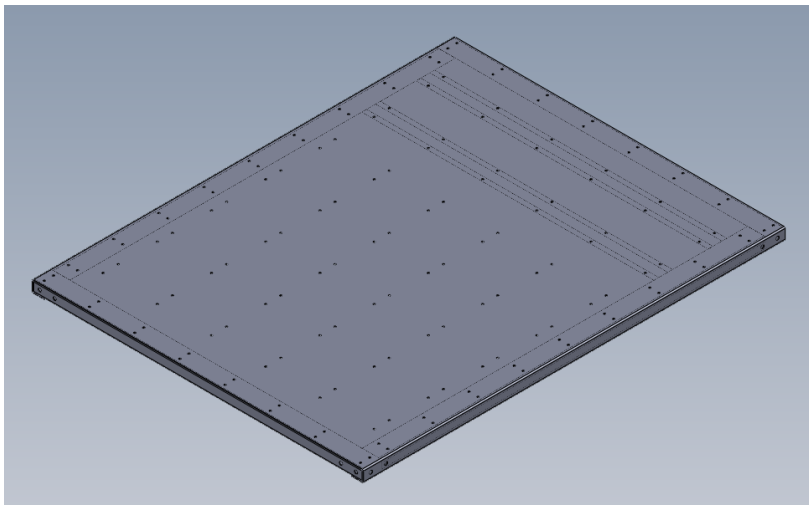


Figura 9: Disegno 3D della piattaforma di cabina

3.2.6 Contrappeso

Come già accennato il contrappeso ha la funzione di bilanciare il carico dato da cabina e arcata al fine di ridurre il carico sbilanciato, e quindi la coppia motrice, che la macchina deve esercitare per muovere l'impianto. La massa del contrappeso l'abbiamo quindi determinata in modo che equilibri il peso complessivo di arcata più cabina e metà della portata; in questo modo nel caso in cui la cabina risulti essere vuota o con portata massima, il carico sbilanciato è pari a metà della portata, mentre nel caso la cabina sia caricata con metà della portata la massa sbilanciata è nulla in quanto l'impianto risulta perfettamente in equilibrio. Nel caso di un impianto dimensionato per una portata da 400kg il contrappeso vale all'incirca 600kg.

Generalmente la massa del contrappeso viene ottenuta con dei pani in ghisa o in ematite, materiale costituito da cemento e metallo, che ha un peso specifico leggermente inferiore a quello della ghisa ed un minor costo. Nel nostro caso poiché abbiamo dei vincoli sugli ingombri massimi del contrappeso, imposti dalle dimensioni minime del vano, ci siamo trovati costretti a realizzare i pani del contrappeso in acciaio o ghisa. Al momento abbiamo optato per realizzarli in acciaio poiché i pani in ghisa vanno acquistati presso una fonderia che deve realizzare uno stampo nuovo in base alle dimensioni da noi fornitegli con indubbi costi fissi iniziali, ammortizzabili solo in caso di produzione di un

elevato numero di pani. I pani in acciaio invece abbiamo potuto realizzarli all'interno dell'azienda sfruttando gli sfridi dei fogli di lamiera lavorati.

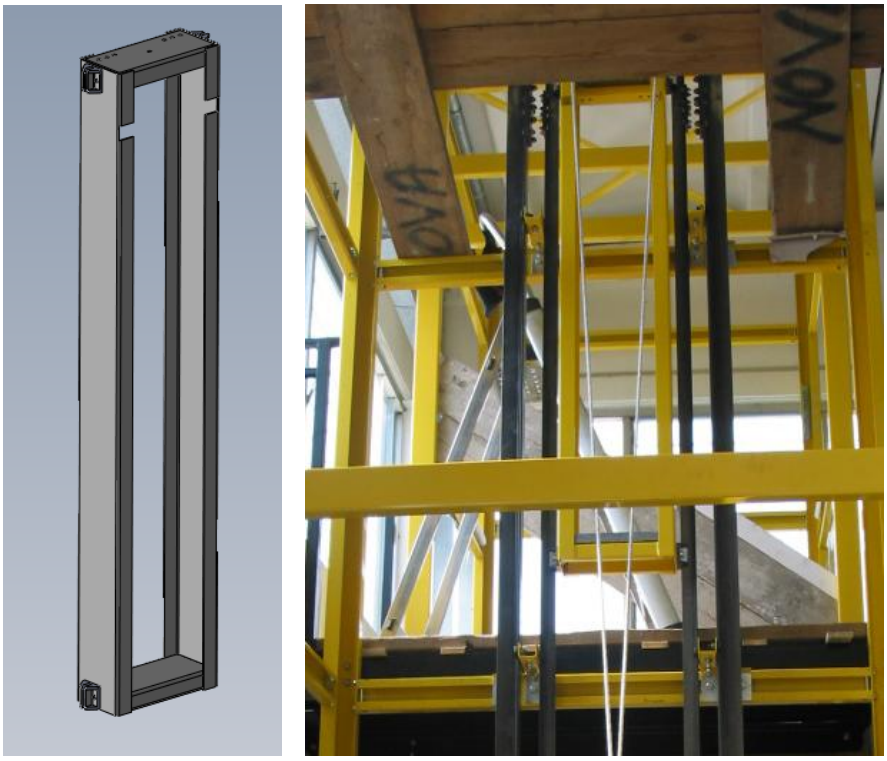


Figura 10: Disegno 3D ed immagine del contrappeso montato all'interno delle sue guide

Per via dell'impossibilità di alloggiare i bulloni e i rispettivi dadi per il fissaggio dei montanti ai traversi del telaio, siamo stati costretti a ricorrere alla saldatura; gli unici collegamenti bullonati sono quelli dei pattini sui montanti, indispensabili al fine di riuscire ad alloggiare il telaio del contrappeso all'interno delle guide.
Dalla figura 10 così come dalla 6 si può vedere che sia sul contrappeso che su una delle traverse dell'arcata sono stati ricavati i fori per il fissaggio delle funi di sospensione; la posizione dei fori è stata imposta dalla necessità di riuscire ad alloggiare i capifune consentendo nello stesso tempo alle funi di scendere lungo la tangente alle pulegge calettate sugli alberi lenti del riduttore.

3.2.7 Trave Di Sostegno Della Macchina

Come già detto precedentemente la macchina è collocata in testata ed è fissata mediante collegamenti bullonati ad una trave portante che poggia sulla sommità

delle guide della cabina ed è ad esse fissata. Questa trave l'ho dimensionata affinché sia in grado di sorreggere la macchina e tutto il carico che a questa è appeso, facendo riferimento alle norme CNR UNI 10011 e DPR 1497; per certi aspetti la seconda risulta essere più stringente della prima in quanto impone un coefficiente di sicurezza di 6 sul carico di rottura ed una freccia massima inferiore a 1/1500 della luce.
La struttura che abbiamo ottenuto è quella mostrata in figura:

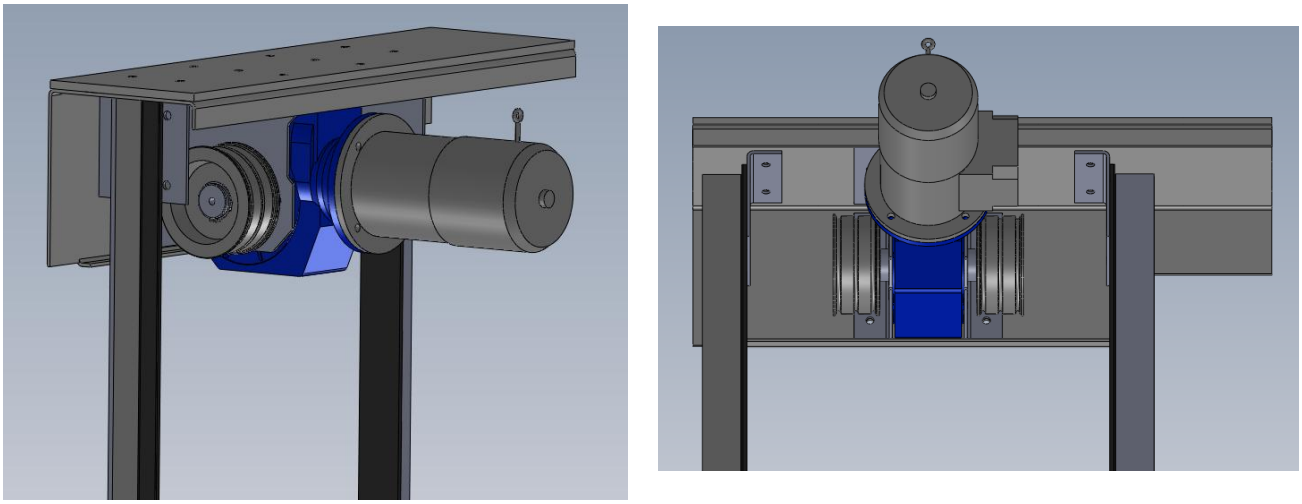


Figura 11: Disegno 3D del particolare 'Trave di sostegno della macchina'

3.2.8 Limitatore Di Velocità E Relativo Tenditore

Negli impianti elettrici, differentemente da quelli idraulici, occorre installare un dispositivo di sicurezza, chiamato limitatore di velocità, che in caso di eccesso di velocità dell'impianto fa intervenire, attraverso un collegamento meccanico di leve, i paracaduti che bloccano l'arcata sulle guide, dando luogo alla fermata d'emergenza. L'eccesso di velocità dell'impianto si può presentare sia con cabina che si muove vero l'alto che verso il basso: la prima situazione si presenta nel caso in cui si verifichi uno 'schiavettamento' delle pulegge o si rompa un rotismo del riduttore, e si abbia un carico maggiore dal lato del contrappeso che, precipitando verso il basso, trascinerebbe l'arcata e la cabina verso l'alto; la seconda situazione invece si può presentare nella condizione precedente qualora il carico sia sbilanciato dal lato della cabina o anche in caso di rottura delle funi. In entrambi questi casi il limitatore di tipo bidirezionale installato sul nostro impianto andrebbe ad agire sui paracaduti, anch'essi di tipo

bidirezionale, che bloccherebbero l'impianto evitando che questo vada a sbattere in testata o in fossa.
Il limitatore di velocità è costituito da:

- una fune che viene collegata ad una leva fulcrata sull'arcata e che aziona i paracaduti;
- un sistema meccanico che in caso di eccesso di velocità blocca la puleggia sulla quale si avvolge la fune (la quale di conseguenza viene bloccata anch'essa);
- un tenditore che permette di mantenere in tensione la fune.

Il tenditore del limitatore viene fornito dai costruttori con un telaio da ancorare al fondo della fossa ed un insieme di pesi in ghisa che garantiscano la tensione della fune. Questi pesi agiscono direttamente sulla puleggia di rinvio il cui moto verticale, necessario per compensare eventuali allungamenti della fune, è garantito mediante riscontri a strisciamento.
Poiché il valore del peso necessario a garantire la tensione nella fune è riportato nel certificato di omologazione del limitatore e non può essere soggetto a modifiche, si ha come conseguenza un prestabilito volume di ghisa. Dovendo alloggiare il tenditore del limitatore all'interno del vano e più precisamente nell'ingombro del gruppo: guide, contrappeso e montanti arcata, ci siamo trovati in difficoltà in quanto le ridotte dimensioni dall'area di base a disposizione ci obbligava a sviluppare i pesi in verticale, ottenendo un tenditore poco stabile. Non volendo aumentare la sezione trasversale dei pesi, che avrebbe comportato un aumento delle dimensioni minime del vano, abbiamo risolto il problema studiando una nuova versione del tenditore nella quale il carico viene ottenuto non più grazie a dei pesi in ghisa ma da delle molle di compressione. Questa configurazione molto compatta ci ha consentito di ridurre notevolmente le dimensioni del tenditore che abbiamo potuto comodamente alloggiare all'interno del vano senza che questo subisse delle variazioni dimensionali.
Il tenditore del limitatore risulta essere dotato di alcuni dispositivi di sicurezza quali:

- antiscarrucolamento che impedisce la fuoriuscita della fune dalla gola della puleggia in caso di urti o allentamenti della fune

- anticonvogliamento che impedisce ad oggetti di finire tra la fune e la puleggia, questo dispositivo previene anche lo schiacciamento e l'eventuale cesoiamento delle dita di persone, per esempio del manutentore, che potrebbero restare incastrate proprio tra la fune e le puleggia
- microcontatto che in caso di rottura della fune del limitatore va ad interrompere l'alimentazione al motore impedendo il funzionamento dell'impianto

Nelle figure seguenti sono mostrati il disegno realizzato con un CAD 3D in fase di progettazione e l'immagine reale del tenditore.

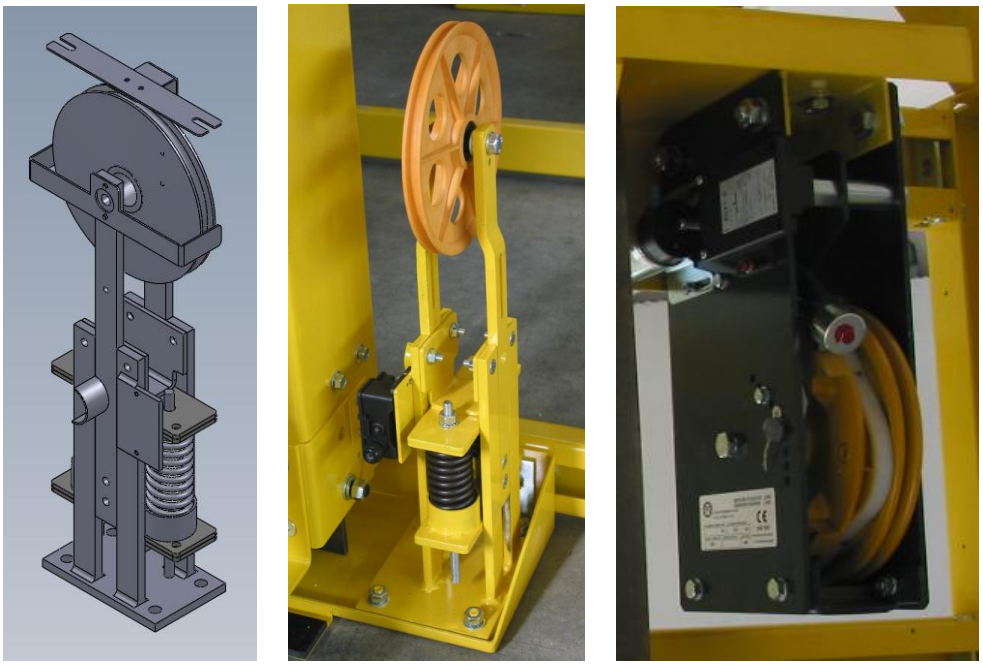


Figura 12: Da sinistra a destr: disegno 3D del tenditore del limitatore, immagine del tenditore montato all'interno del vano, limitatore di velocità.

3.2.9 Sistema Di Azionamento Dei Paracaduti

L'intervento dei paracaduti è comandato dalla fune del limitatore di velocità.

Il funzionamento è il seguente: la fune risulta collegata all'arcata mediante il leverismo di azionamento dei paracaduti e si avvolge sulla puleggia del limitatore, posta in alto, e su quella del tenditore del limitatore, posta in basso; il movimento alla fune viene conferito quindi dall'arcata in quanto le due pulegge risultano folli. Premesso questo, se si verifica un eccesso di velocità dell'impianto, verso il basso o verso l'alto, il meccanismo del limitatore arresta,

bloccandola, la relativa puleggia e di conseguenza viene fermata anche la fune. In questo modo l'arcata non risulta più ferma rispetto alla fune e questo fa sì che si squilibri il sistema di leve che fa azionare i paracaduti, bloccando così l'arcata sulle guide.
Al fine di riuscire a tenere in equilibrio, sotto l'azione delle forze d'inerzia che nascono in fase di avviamento e di arresto dell'impianto, le leve che azionano i paracaduti abbiamo inserito due molle di compressione che lavorano in modo contrapposto.
L'azionamento che abbiamo progettato e realizzato è mostrato nelle figure sottostanti.

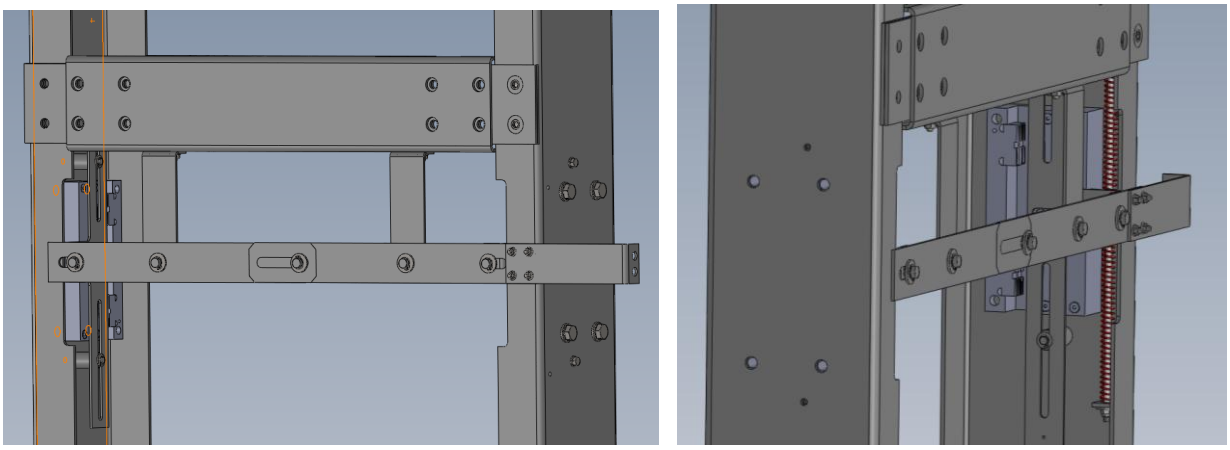


Figura 16: Disegni 3D del sistema di leve che azionano i due paracaduti, nella figura di destra si possono vedere, evidenziate in rosso, le molle che equilibrano il sistema.

Figura 16: Immagine del sistema di leve che azionano i paracaduti.

3.2.10 Pilastrino Di Fondo Fossa

Il pilastrino di fondo fossa è un dispositivo di sicurezza che serve a garantire uno spazio minimo in fossa qualora, in fase di manutenzione e con il manutentore all'interno del vano, la cabina, in conseguenza a movimenti incontrollati, non vada a schiacciare la persona sul fondo della fossa. Il pilastrino deve garantire, secondo quanto stabilito dalla norma EN 81.1 al paragrafo 5.7.3, uno spazio di rifugio per il manutentore nella fossa del vano, tale spazio è definito da un parallelepipedo di dimensioni 0.5m x 0.6m x 1m appoggiato su una delle sue facce sul fondo della fossa.

Il pilastrino deve giacere normalmente nella sua posizione di riposo e poter essere azionato, portandolo in posizione di lavoro, dall'esterno del vano; in questo modo si garantisce la sicurezza del manutentore da prima del suo ingresso in fossa. La posizione del pilastrino, sia questo a riposo o in posizione di lavoro, viene segnalata al quadro elettrico mediante un microcontatto a distacco obbligato del tipo a ponte asportabile; qualora il contatto segnali che il pilastrino si trova in posizione di lavoro, il funzionamento normale dell'impianto è impedito mentre è consentito solo quello in emergenza.

Il pilastrino del nostro impianto, che ho calcolato a carico di punta e del quale ho opportunamente dimensionato il punto di fulcro, è alloggiato e fissato sulla dima di fondo fossa e risulta essere azionabile dall'esterno del vano. La posizione di riposo è garantita mediante un innesto a baionetta che ne impedisce il movimento libero.

Nelle figure 14 sono mostrati i disegni 2D e 3D in fase di progettazione e nella figura 15 è riportata un'immagine dello stesso dopo il suo montaggio nell'impianto prototipo.

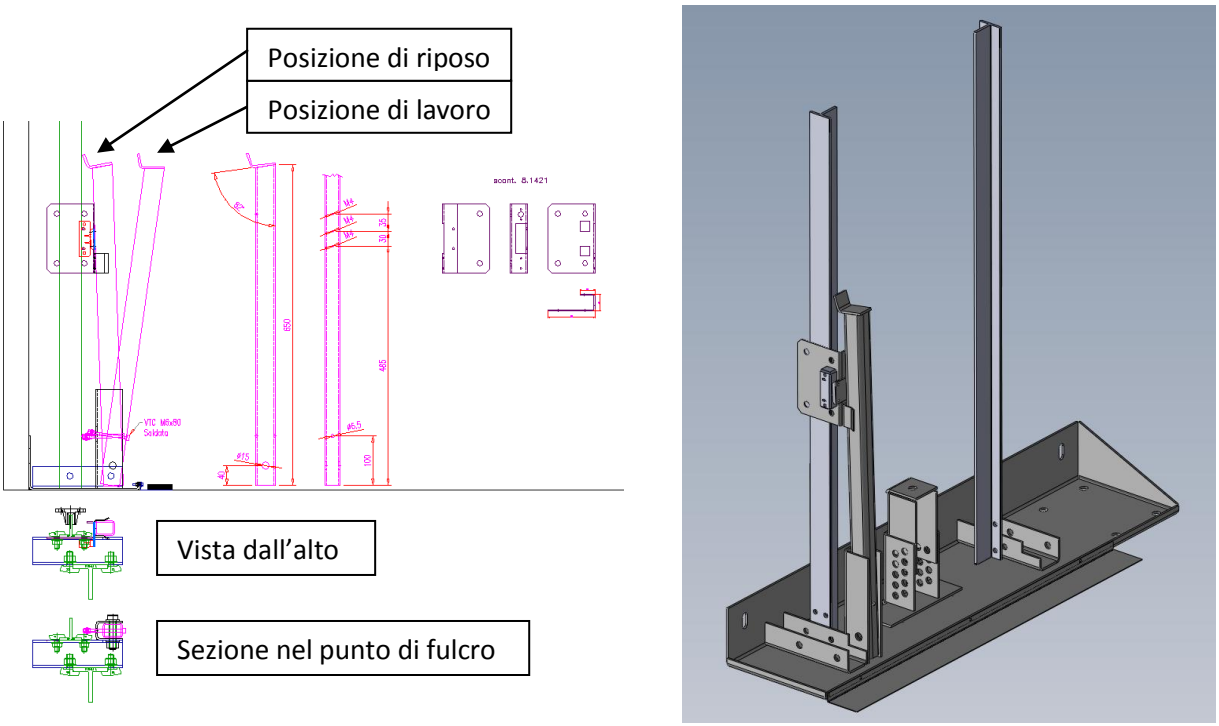


Figura 14: Disegni del pilastrino di fondo fossa in 2D e 3D,quest'ultimo in condizioni di riposo

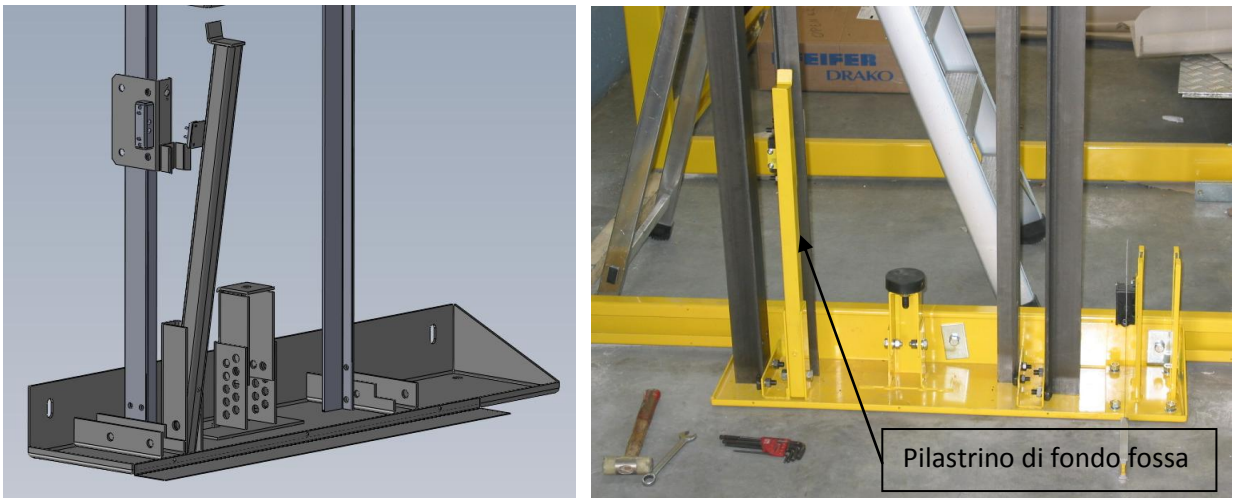


Figura 15: Disegno del pilastrino in 3D in posizioni di lavoro ed immagine della dima di fondo fossa con montato il pilastrino

3.2.11 Quadro Di Manovra E Componenti Elettrici

Tutti i componenti elettrici ed il quadro di manovra sono stati acquistati da un fornitore. Ci siamo però preoccupati di verificare che l'azienda fosse certificata ed il prodotto rispettasse la direttiva di compatibilità elettromagnetica.
I componenti principali di cui è dotato il quadro sono:

- un inverter per il controllo in frequenza ed in tensione del motore.
- un microprocessore.
- una pulsantiera per la manovra di emergenza in presenza di tensione.
- batterie tampone che alimentano l'impianto in assenza di tensione. Nel caso in cui venga a mancare la corrente le batterie consentono all'impianto di raggiungere il piano più vicino, fermarlo ed impedirne la ripartenza.

Tra i componenti elettrici invece ci sono:

- microcontatti:
  - di extra corsa
  - del pilastrino di fondo fossa
  - del limitatore
  - del tenditore del limitatore
  - del paracadute
- pesa carico
- scheda della bottoniera di cabina
- pulsanti di piano e di cabina
- contatti di rilevamento della posizione della cabina (chiamati 'sigari')
- serrature delle porte di piano
- fotocellule a barriera
- luci di vano e di cabina
- cavi flessibili

Il quadro elettrico abbiamo deciso di collocarlo all'ultimo piano di fianco alla porta di piano così da essere il più vicini possibili alla macchina con un conseguente risparmio nella lunghezza del cavo di alimentazione. Dal quadro oltre al cavo di alimentazione della macchina escono il cavo flessibile che porta l'alimentazione e informazioni alla scheda di cabina, i cavi di collegamento ai pulsanti e alle serrature dei piani ed i cavi di collegamento ai microcontatti di vano, ovvero quelli che non si muovono insieme alla cabina. Alla scheda di cabina invece fanno riferimento tutti i microcontatti fissati all'arcata, la pulsantiera di cabina e quella di manutenzione, le luci di cabina e le fotocellule a barriera.

All'interno del quadro infine abbiamo inserito una leva per l'apertura manuale del freno del motore così che, in caso di guasto delle batterie tampone ed

assenza di tensione, aprendo manualmente il freno si può far muovere l'impianto fino al piano più vicino e liberare le eventuali persone rimaste bloccate in cabina.

3.3 LAYOUT DEFINITIVO D'IMPIANTO

Terminata la fase di analisi e progettazione abbiamo ottenuto la configurazione definitiva dell'impianto della piattaforma elevatrice elettrica ed abbiamo potuto avviare il processo produttivo dei componenti da realizzare all'interno di Nova.
Nell'appendice B sono riportati i disegni in formato 2D della piantina e dello sviluppo verticale ed il disegno complessivo realizzato con CAD 3D.

3.4 DOCUMENTAZIONE PER LA CERTIFICAZIONE DI CONFORMITA' CE

Al fine di poter vendere le piattaforme elevatrici sul mercato occorre che queste siano certificate e riportino il marchio CE. Per fare ciò ci siamo rivolti ad un ente certificatore autorizzato al quale abbiamo dovuto fornire diversi documenti che dimostrano che il prodotto è stato progettato e costruito nel rispetto di tutte le normative vigenti.
I documenti che abbiamo preparato sono i seguenti:

- Relazione tecnica, della quale mi sono occupato personalmente, riportante le caratteristiche generali dell'impianto, tutte le piantine dei possibili layout d'impianto in funzione della portata e degli accessi, le specifiche del vano (sia in muratura che in struttura metallica), i dispositivi di sicurezza ed i risultati dei calcoli dimensionali e strutturali dei componenti progettati e realizzati all'interno di Nova. I disegni costruttivi dei principali componenti.
- Analisi dei rischi, della quale mi sto occupando personalmente, che riporta le soluzioni studiate ed adottate al fine di eliminare o ridurre i pericoli che possono interessare le persone trasportate, i montatori ed i manutentori. Per redigere l'analisi dei rischi ho fatto riferimento alla norma UNI EN ISO 14121-1.
- Manuale di montaggio riportante la sequenza e le procedure con cui montare tutti i componenti dell'impianto.
- Manuale uso e manutenzione.
- Tutti i certificati di conformità CE dei componenti acquistati da fornitori esterni.
- Gli schemi elettrici ed idraulici.

Terminata la procedura di certificazione, ed entrati in possesso del relativo certificato, Nova sarà autorizzata alla vendita delle piattaforme elevatrici in tutti i paesi d'Europa e in quelli dove vigono le normative a cui si è fatto riferimento.

4- RELAZIONE TECNICA

4.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le piattaforme elevatrici elettriche di NOVA srl sono state progettate e realizzate sulla base (secondo) delle seguenti normative:

1. Direttiva macchine 2006/42/CE del 17 maggio 2006 che include la revisione della Direttiva Ascensori 95/16/CE.

2. Norma EN 81.1 (punti applicabili).

3. Norma CNR UNI 10011 e DPR 1497 (per il dimensionamento delle strutture metalliche).

4. Norma tedesca TRA 003 di settembre 1981 (parte relativa all'aderenza e pressione specifica delle funi).

5. Direttiva compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE, con l'applicazione delle norme armonizzate EN 12015 per le emissioni e EN 12016 per l'immunità.

6. Legge n°13 del 9 gennaio 1989 e relativo decreto applicativo D.M. del 14 giugno 1989 n°236 art. 8.1.13

4.2 CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

PORTATA:
Minima 250 kg, massima 400 kg
La portata in kg considerata nel progetto non può essere inferiore a 250kg per metro quadrato di superficie in cabina

VELOCITA':
Massima 0,15 m/s

CORSA:
Non superiore a 20 metri

TESTATA:
Minima 2500 mm con altezza porta del supporto del carico di 2000 mm

FOSSA:
Standard 100 mm, minima 70 mm

FERMATE:
Standard fino a 5 con possibilità di un massimo di 7

ACCESSI AL SUPPORTO DEL CARICO:
Fino a 3

DIMENSIONI DEL SUPPORTO DEL CARICO:
Come da disegni standard allegati o su disegno

LUCE PORTA AL PIANO E NEL SUPPORTO DEL CARICO:
Minimo 500 mm, massimo 1400 mm

PORTE DEL SUPPORTO DEL CARICO:
Non previste nella soluzione standard, possibilità di porte automatiche: a soffietto e telescopiche.

Presenza di fotocellule a barriera se la porta non è presente.

PORTE DI PIANO:
Manuali a singolo battente nella soluzione standard, possibilità di versione a doppio battente o a singolo battente motorizzato
Porte in lamiera cieche o con finestrature in cristallo di varie dimensioni
Dispositivi di blocco certificati secondo EN 81.1
Su richiesta resistenza al fuoco EI120 e W60, conformi alla norma EN 81.58

ALIMENTAZIONE:
Monofase 220 V, 50 Hz
La potenza del motore è di 0,55 kW

MANOVRA:
Manovra all'interno del supporto del carico: uomo presente
Manovra al piano: uomo presente o automatica

SISTEMA DI SOLLEVAMENTO:
Impianto a funi a tiro diretto con motoriduttore posto in testata (in alto) e contrappesato al 50% della portata.

SUPPORTO DEL CARICO:
Struttura portante in lamiera piegata, completamente chiusa da pareti in lamiera o da cristalli di sicurezza stratificati, ad esclusione del/i lato/i accesso/i
Pavimento antisdrucciolo
Cielo in lamiera con botola chiusa a chiave
Lato/i accesso/i protetto/i da fotocellula o da fotocellula a barriera

GUIDE DEL SUPPORTO DEL CARICO:
N° 2 – T 70-2/A

GUIDE DEL CONTRAPPESO:
N°2 – T 45/A

ARCATA:
Del tipo a mensola rovesciata con scartamento 720 mm

CONTRAPPESO:
Composto da un telaio in lamiera piegata e con zavorra in acciaio e/o ghisa

ORGANI DI SOLLEVAMENTO:
Funi rivestite in plastica tipo PTX 300 oppure funi metalliche tipo 250T con diametro nominale di 6mm o equivalenti.

MACCHINARIO DI SOLLEVAMENTO:
Motoriduttore a vite senza fine posto in testata (nella sommità del vano di corsa)

QUADRO DI MANOVRA:
Posto all'esterno del vano di corsa in prossimità della porta dell'ultimo piano.

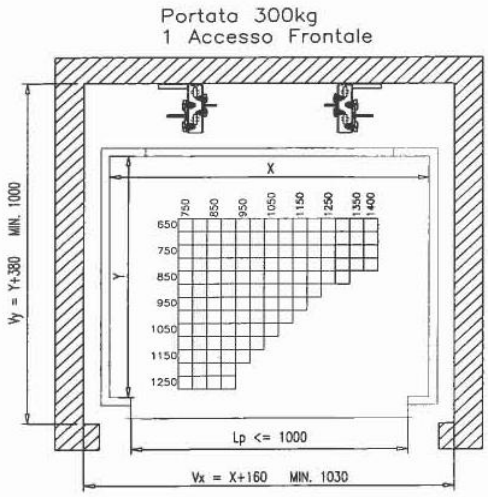
4.3 DIMENSIONI DEL SUPPORTO DEL CARICO

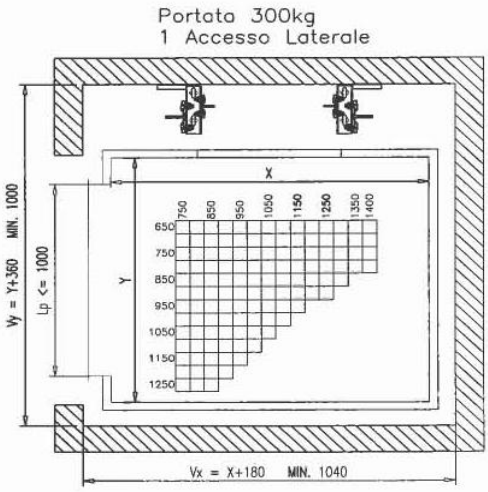
	Lato guide													
Dimensioni	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
650														
700														
750														
800														
850														
900														
950														
1000														
1050														
1100														
1150														
1200														
1250														

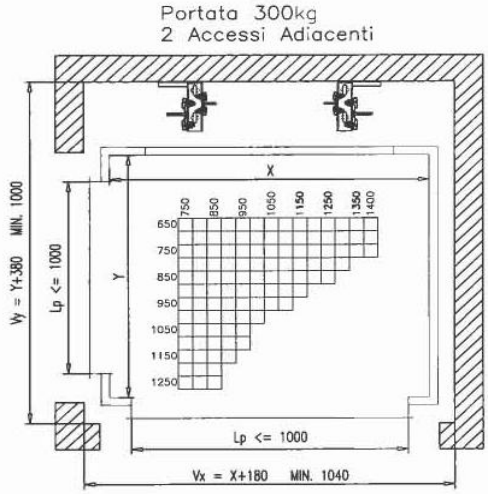
	250 kg
	300 kg
	400 kg

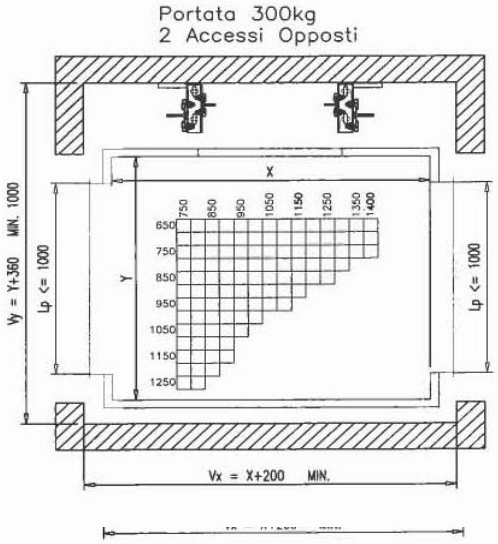
4.3.1 Impianto Con Portata 250kg

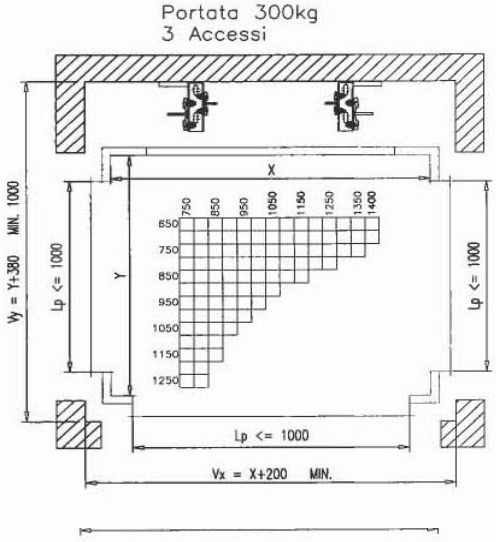
(in funzione degli accessi)







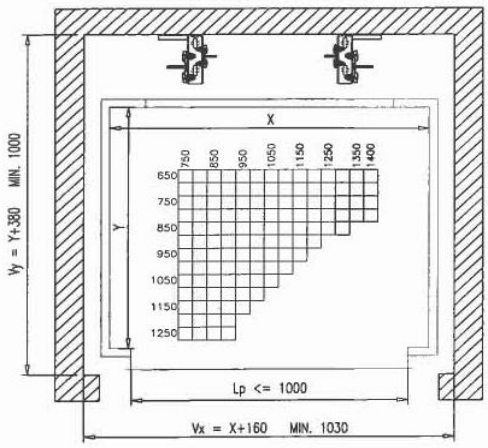




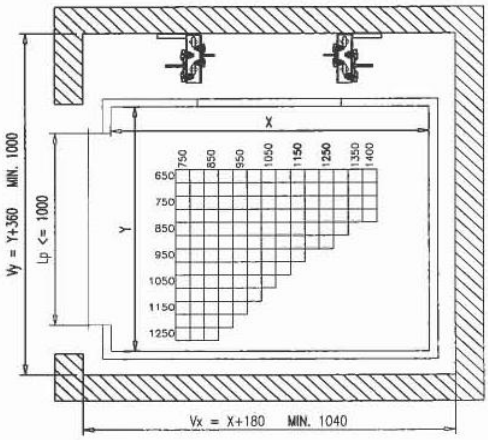
4.3.2 Impianto Con Portata 300kg

(in funzione degli accessi)

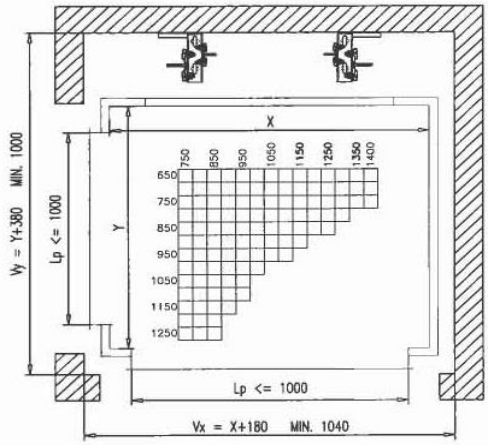
Portata 300kg
1 Accesso Frontale



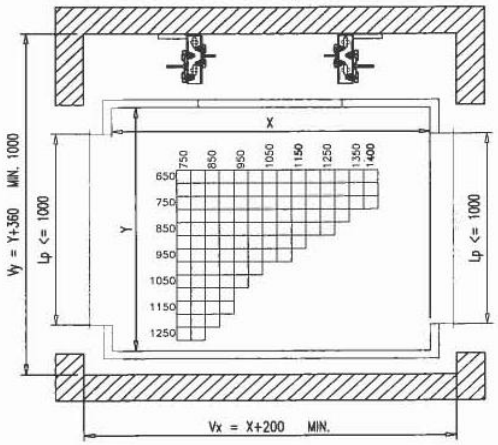
Portata 300kg
1 Accesso Laterale



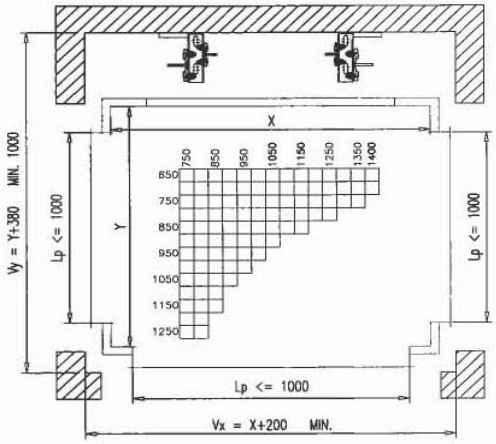
Portata 300kg
2 Accessi Adiacenti



Portata 300kg
2 Accessi Opposti

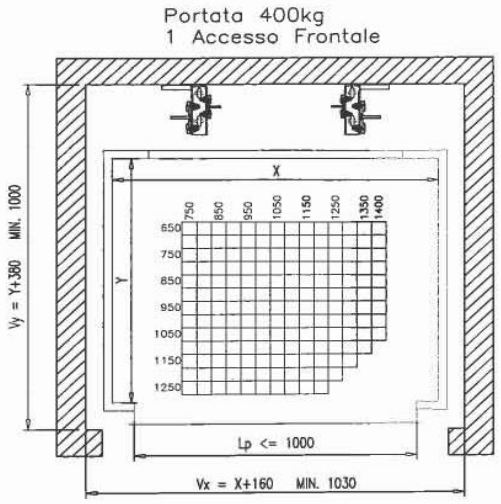


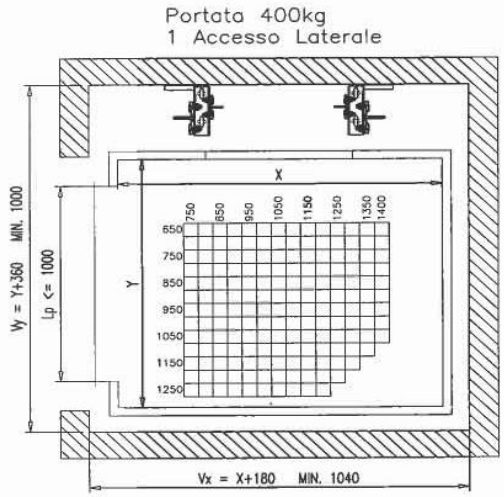
Portata 300kg
3 Accessi

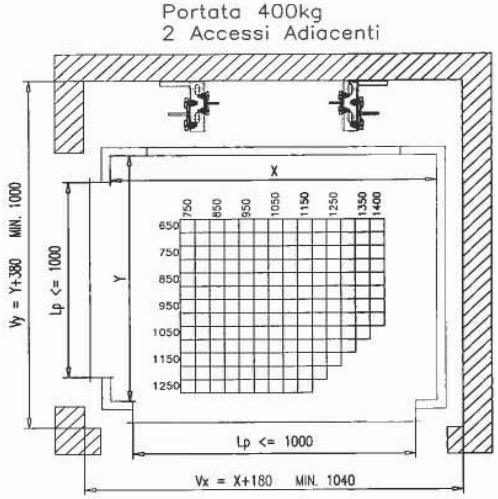


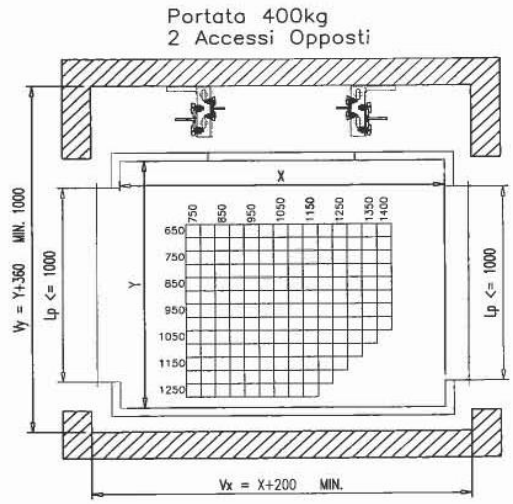
4.3.3 Impianto Con Portata 400kg

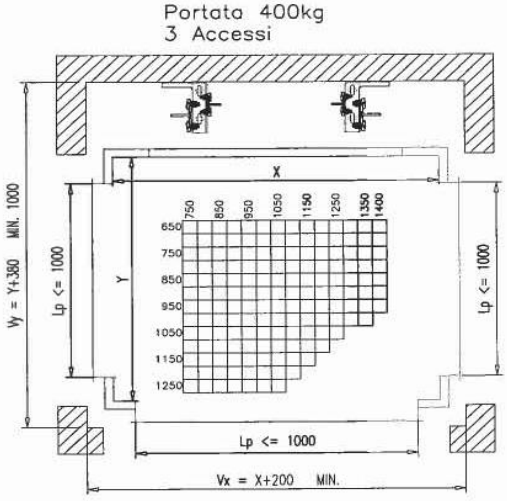
(in funzione degli accessi)











4.4 DISPOSITIVI DI SICUREZZA

SICUREZZE ELETTRICHE

- Interruttore di STOP all'interno del supporto del carico e in fossa
- Interruttore di extracorsa oltre i piani estremi
- Controllo della chiusura e del blocco delle porte di piano
- Contatto di rilevamento dell'eccesso di velocità in discesa e in salita
- Tensione del circuito ausiliario e di illuminazione: $\leq 24V$
- Pulsante di allarme in cabina
- Messa a terra di tutte le masse metalliche
- Contatto di sicurezza apertura botola del tetto
- Contatto di sicurezza rimozione pannello bottoniera
- Contatto di sicurezza intervento paracadute
- Contatto di sicurezza allentamento fune del limitatore

SICUREZZE MECCANICHE

- Coefficienti di sicurezza di tutti i componenti meccanici come da Direttiva Macchine
- Un freno elettromagnetico posto all'estremità del motore garantisce la fermata e lo stazionamento del supporto del carico al piano
- Limitatore di velocità bidirezionale
- Dispositivi paracadute, monodirezionale istantaneo per portate inferiori a 300kg e bidirezionale progressivo per portata 400kg
- Dispositivi di blocco delle porte di piano certificati secondo EN 81.1
- Pilastrino di fondo fossa con contatto di sicurezza

SICUREZZE DI VANO

- Il vano di corsa deve essere completamente chiuso, in muratura o struttura metallica
- Le pareti interne dal lato porte devono essere cieche e lisce, eventuali sporgenze non potranno superare i 5mm e non dovranno avere gli spigoli taglienti. Devono inoltre risultare a piombo per garantire che la distanza tra le pareti di vano, comprese le porte di piano, e i componenti orizzontali e verticali dell'accesso al supporto del carico non sia superiore a 20mm

4.5 REQUISITI DEL VANO DI CORSA

VANO IN MURATURA O CEMENTO ARMATO

Realizzazione a carico dell'acquirente secondo le seguenti prescrizioni in aggiunta a quanto prescritto dai regolamenti nazionali per la costruzione degli edifici:

- In caso di realizzazione all'esterno, protezione generale del vano IP33
- In caso di realizzazione all'interno, protezione generale del vano IP30
- Pareti cieche (uniche aperture ammesse, oltre agli spacchi per le porte, sono quelle per la ventilazione o scarico di fumi protette da griglie o camini)
- Pareti perfettamente verticali con tolleranza da 0 a +15mm rispetto alle dimensioni indicate sul disegno di progetto
- Parete/i lato/i accesso/i lisce e continue, eventuali sporgenze non potranno superare i 5mm e non dovranno avere gli spigoli taglienti
- Pareti di tamponamento con una sufficiente resistenza meccanica tale che applicando ad esse, in ogni punto sia dall'interno sia dall'esterno, perpendicolarmente, una forza di 300N uniformemente distribuita su una superficie rotonda o quadrata di 5cmq esse:
  - Resistano senza deformazione permanente
  - Resistano con deformazione elastica minore o uguale a 15mm
- Parete/i di fissaggio ancoraggi guide e soletta di fondo fossa calcolate per sostenere i carichi concentrati indicati sul disegno di progetto
- Se esistono degli spazi accessibili situati sotto la traiettoria del vano di corsa, è necessario che il fondo della fossa sia calcolato per un carico non minore di 5000N/mq e disporre sotto la proiezione del contrappeso un robusto pilastro appoggiato direttamente sul terreno

  Eventuali lastre di vetro inserite come tamponamento del vano di corsa, dovranno essere del tipo stratificato con caratteristiche di sicurezza rispondenti ai regolamenti nazionali per la costruzione di edifici

VANO IN STRUTTURA METALLICA FORNITA DA NOVA

Requisiti garantiti:

- In caso di realizzazione all'esterno, protezione generale della struttura IP33
- In caso di realizzazione all'interno, protezione generale della struttura IP30
- Normativa di riferimento per il calcolo della struttura: norme CNR UNI 10011 e EURO CODICE 3
- Struttura portante in lamiera piegata e verniciata con colori RAL a scelta
- Pareti in lamiera verniciata con colori RAL a scelta o in vetro stratificato con caratteristiche di sicurezza rispondenti alla norma EN 81.1 allegato J
- La struttura metallica sarà vincolata alle strutture dell'edificio ed è compito dell'acquirente predisporre una soletta di fondo fossa calcolata per sostenere la struttura metallica e i carichi concentrati indicati sul disegno di progetto

  Se esistono degli spazi accessibili situati sotto la traiettoria del vano di corsa, è necessario che il fondo della fossa sia calcolato per un carico non minore di 5000N/mq e disporre sotto la proiezione del contrappeso un robusto pilastro appoggiato direttamente sul terreno

VANO IN STRUTTURA METALLICA PROGETTATA E REALIZZATA DALL'ACQUIRENTE

Requisiti di progettazione e realizzazione minimi richiesti in aggiunta a quanto prescritto dai regolamenti nazionali per la costruzione di strutture metalliche:

- In caso di realizzazione all'esterno, protezione generale della struttura IP33
- In caso di realizzazione all'interno, protezione generale della struttura IP30
- Normativa di riferimento per il calcolo della struttura: norme CNR UNI 10011 e EURO CODICE 3
- Dovrà essere esibita relazione di calcolo della struttura firmata da professionista abilitato

- Dovrà essere previsto un trattato di finitura delle superfici tale da preservare la struttura dal deterioramento dovuto ad agenti atmosferici, inclusa l'umidità
- Pareti cieche (uniche aperture ammesse, oltre agli spacchi per le porte, sono quelle per la ventilazione o scarico di fumi protette da griglie o camini)
- Pareti perfettamente verticali con tolleranza da 0 a +10mm rispetto alle dimensioni indicate sul disegno di progetto
- Pareti di tamponamento con una sufficiente resistenza meccanica tale che applicando ad esse, in ogni punto sia dall'interno sia dall'esterno, perpendicolarmente, una forza di 300N uniformemente distribuita su una superficie rotonda o quadrata di 5cmq esse:
  - Resistano senza deformazione permanente
  - Resistano con deformazione elastica minore o uguale a 15mm
- Struttura metallica e soletta di fondo fossa calcolate per resistere alle sollecitazioni dinamiche indicate sul disegno di progetto (sollecitazioni aggiuntive derivanti dal vento o sisma dovranno essere previste nella relazione di calcolo)
- La soletta di fondo fossa deve essere calcolata per sostenere la struttura metallica e i carichi concentrati indicati sul disegno di progetto
- Se esistono degli spazi accessibili situati sotto la traiettoria del vano di corsa, è necessario che il fondo della fossa sia calcolato per un carico non minore di 5000N/mq e disporre sotto la proiezione del contrappeso un robusto pilastro appoggiato direttamente sul terreno

  Eventuali lastre di vetro inserite come tamponamento del vano di corsa, dovranno essere del tipo stratificato con caratteristiche di sicurezza rispondenti alla norma EN 81.1 allegato J
- Parete/i lato/i accesso/i dovranno essere lisce e continue, eventuali sporgenze non potranno superare i 5mm e non dovranno avere gli spigoli taglienti

4.6 CALCOLI PER IL DIMENSIONAMENTO E LA SCELTA DELLE PARTI MECCANICHE

4.6.1 Funi

Le funi di sospensione impiegate sono le PTX 300 della Pfeifer Drako, in alternativa possono essere impiegate le 250T con diametro nominale di 6mm della Pfeifer Drako o funi equivalenti; in entrambi i casi il tipo di fune è lo stesso per tutte le configurazioni d'impianto.

Portata [kg]	250	300	400
Arcata [kg]	130	130	150
Supporto del carico [kg]	210	210	260

I valori riportati in tabella rappresentano i carichi massimi.

Contrappeso:

- bilanciamento al 50% della portata

Pulegge:

- diametro nominale, per tutte le tipologie di funi impiegabili: 150mm
- angolo di avvolgimento, per tutte le tipologie di funi impiegabili: 180°

Gole delle pulegge:

Fune	Tipo di gola	Angolo della gola: γ
PTX 300	Semicircolare senza intaglio	---
250 T	A cuneo con intaglio	60°

Coefficiente di attrito (μ):

Fune	PTX 300	250 T
In condizioni di carico della cabina	0,35	Da norma EN 81.1, § M.2.2.2
In condizioni di frenata di emergenza	0,35	Da norma EN 81.1, § M.2.2.2
In condizioni cabina bloccata	0,7	Da norma EN 81.1, § M.2.2.2

Il numero di funi è stato determinato:

- sulla base del calcolo dell'aderenza, eseguito secondo il metodo fornito dalla norma EN 81.1 nell'appendice M
- sulla base della pressione specifica calcolata secondo il metodo fornito dalla norma TRA 003

- nel rispetto del coefficiente di sicurezza calcolato usando la formula riportata nel § N3 della norma EN 81.1, e in nessun caso minore di 16 per impianto con 2 funi portanti e di 12 per impianto con più di 2 funi portanti

Numero di funi impiegate:

Portata/Fune	PTX 300	250 T
250kg	4	6
300kg	4	8
400kg	6	8

Coefficiente di sicurezza, valori riferiti alle funi PTX 300:

- calcolo eseguito secondo il metodo presente nell'appendice N della norma EN 81.1
- Fattore di sicurezza minimo: 12,2

Portata	Fattore di sicurezza
250kg	16,5
300kg	15,3
400kg	18,6

4.6.2 Guide Del Supporto Del Carico

Le guide impiegate sono le T 70-2/A, uguali per tutte le configurazioni di impianto.

La scelta del tipo di guide è stata effettuata sulla base delle ipotesi riportate nella norma EN 81.1 (§ 10.1 e 10.2) e secondo i calcoli riportati nell'appendice G della medesima norma.

I risultati di seguito riportati sono riferiti ai calcoli eseguiti relativamente ai due casi mostrati nelle immagini al §3.2.3 della presente tesi.

Interasse pattini:

- Lo stesso per tutte le configurazioni di impianto

Distanza tra due ancoraggi successivi:

- 1500mm per gli ancoraggi intermedi, per tutte le configurazioni d'impianto
- 500mm tra l'ultimo ancoraggio e l'estremità superiore delle guide, per tutte le configurazioni d'impianto

Coefficiente dinamico impiegato nei calcoli:

- 3 per le piattaforme da 250kg e 300kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa istantanea
- 2 per le piattaforme da 400kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa progressiva

Spinte sulle guide:

- tutti i valori riportati in tabella fanno riferimento alla condizione di intervento del paracadute
- valori massimi delle spinte sulle guide, necessari per il dimensionamento del vano in struttura metallica o in muratura

Portata	Fx _max[daN]	Fy_max [daN]
250 kg	320	100
300 kg	350	100
400 kg	300	80

Coefficienti di sicurezza:

- tutti i valori sono maggiori di 1,8 come richiesto dalla norma EN 81.1

	Fattore di sicurezza sf: caso 1			Fattore di sicurezza sf: caso 2		
Portata	σm[MPa]	σ [MPa]	σc[MPa]	σm[MPa]	σ[MPa]	σc[MPa]
250 kg	3	2,8	2,7	3	2,8	2,7
300 kg	2,6	2,4	2,3	2,5	2,4	2,3
400 kg	3,1	2,9	2,7	3,1	2,9	2,7

Frecce:

- tutti i valori riportati in tabella sono minori di 5mm come richiesto dalla norma EN 81.1 al § 10.1.2.2

	Fraccia: caso 1		Fraccia: caso 2	
Portata	δx[mm]	δy[mm]	δx[mm]	δy[mm]
250 kg	2,8	0,1	2,5	0,3
300 kg	3,2	0,2	2,9	0,4
400 kg	2,8	0,1	2,5	0,3

4.6.3 Guide Del Contrappeso

Le guide impiegate sono le T 45/A, uguali per tutte le configurazioni di impianto.
La scelta del tipo di guide è stata effettuata sulla base delle ipotesi riportate nella norma EN 81.1 al § 10.2.

4.6.4 Motoriduttore

Caratteristiche del motore:

Potenza nominale [kW]	0,55
Velocità di rotazione [rpm]	1420 @ 50 Hz
Velocità di rotazione con controllo a inverter [rpm]	1300 @ 44 Hz
Tensione di alimentazione [V]	220
Assorbimento a vuoto [A]	1,9
Assorbimento sotto carico nominale [A]	2,9
Coppia nominale [Nm]	3,7
Coppia massima [Nm]	10
Rumorosità [dBA]	Norme IEC 34-9
Motore conforme a	IEC 34-1

Caratteristiche del riduttore:

Diametro albero lento bisporgente [mm]	50
Coppia in funzionamento normale [Nm]	158,2
Coppia massima richiesta [Nm]	166,3
Rapporto di riduzione	1/68
Velocità albero lento [rpm]	20,9 @ 50 Hz
Velocità albero lento con controllo a inverter [rpm]	19,1 @ 44 Hz

Caratteristiche del freno a due livelli di velocità:

- il freno è conforme alla norma EN 81.1, si veda documento allegato
- il freno è dotato di leva per lo sblocco manuale

Potenza massima [W]	35
Alimentazione dc [V]	24
Assorbimento in corrente [Amp]	1,5
Coppia frenabile [Nm]	5+5
Velocità rotazione massima [rpm]	3600

4.6.5 Struttura Di Sostegno Della Macchina

La struttura a cui viene fissata la macchina è posta nella parte alta del vano di corsa e poggia sulle guide del supporto del carico, alle quali è fissata mediante bride. Realizzata in lamiera presso-piegata è stata dimensionata secondo le norme CNR UNI 10011 e DPR 1497 in modo da poter sostenere la condizione di carico relativa alla configurazione d'impianto più gravosa.

Carico sostenuto dalla struttura:

- macchina: 50kg
- arcata: 150kg

- supporto del carico: 250kg
- portata: 400kg
- contrappeso: 600kg
- funi: 20kg

Coefficiente dinamico:

- 1,5 al fine di tener conto di eventuali vibrazioni e/o sobbalzi del carico

Tensione:

- inferiori ad 1/6 della tensione di rottura del materiale

Tensione di rottura [MPa]	360
Tensione effettiva [MPa]	46,1
Fattore di sicurezza	7,8

Freccia:

- inferiori ad 1/1500 della luce

Luce struttura [mm]	650
Freccia [mm]	0,108

Collegamenti bullonati: norma di riferimento CNR UNI 10011

- bulloni M12 di classe 8.8
- bulloni verificati a trazione e a taglio
- verifica del rifollamento

Tensione di taglio massima [MPa]	12,3
Tensione di trazione massima [MPa]	50,7
Fattore di sicurezza a rottura	11
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	333,3
Tensione di rifollamento [MPa]	7,2

4.6.6 Arcata

L'arcata, del tipo a sedia rovesciata, presenta un unico valore dello scartamento valido per tutte le portate e le configurazioni d'impianto. La struttura realizzata in lamiera presso-piegata è stata dimensionata secondo la norma CNR UNI 10011 in modo da poter sostenere la condizione di carico relativa alla configurazione d'impianto più gravosa.

Peso dell'arcata ed accessori ad essa collegati:

- 130kg per piattaforme da 250kg e 300kg
- 150kg per piattaforme da 400kg

Scartamento:

- 720mm per tutte le configurazioni d'impianto

Carico sostenuto dal'arcata:

- supporto del carico: 250kg
- portata: 400kg

Coefficiente dinamico:

- 3 per le piattaforme da 250kg e 300kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa istantanea
- 2 per le piattaforme da 400kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa progressiva

Tensioni e frecce:

- tensioni, calcolate in condizioni di fermata di emergenza, inferiori a quella di snervamento del materiale pari a 160MPa in riferimento alle norme CNR UNI 10011
- frecce, calcolate in condizioni di funzionamento normale, inferiori ad 1/400 della luce in riferimento alle norme CNR UNI 10011

Portata	250kg	300kg	400kg
Tensione massima [MPa]	126,3	140,4	121,7
Freccia in punta alle mensole [mm]	2,1	2,5	3,3

Collegamenti bullonati: norma di riferimento CNR UNI 10011

- bulloni M12 di classe 8.8
- bulloni verificati a taglio
- verifica del rifollamento

a. Collegamento mensola - montante:

Tensione di taglio massima [MPa]	203,7
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	333,3
Tensione di rifollamento [MPa]	305,5

b. Collegamento traversa attacco funi – montanti:

Tensione di taglio massima [MPa]	31,1
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	333,3
Tensione di rifollamento [MPa]	54,4

c. Collegamento profilo di sostegno al supporto del carico – montanti:

Tensione di taglio massima [MPa]	120,5
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	333,3
Tensione di rifollamento [MPa]	210,9

d. Collegamento mensola – prolunga telescopica:

Tensione di taglio massima [MPa]	87,8
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	333,3
Tensione di rifollamento [MPa]	153,7

Saldatura della mensola: norma di riferimento CNR UNI 10011

- tensione ammissibile per saldatura di II classe: $0,85*\sigma_{adm}$

Tensione ammissibile [MPa]	136
Tensione massima nella saldatura [MPa]	127,3

4.6.7 Pilastrino Di Fondo Fossa

Il pilastrino di fondo fossa può essere azionato da esterno vano e garantisce un'altezza di sicurezza pari a 600mm come richiesto dalla normativa EN 81.1 al § 5.7.3.3.

Il pilastrino è in grado di arrestare il supporto del carico conseguentemente ad un movimento incontrollato, in fase di manutenzione, evitando così lo schiacciamento del manutentore tra il punto più basso del supporto del carico e il fondo della fossa.

Il pilastrino porta sulla sommità una gomma per attenuare l'urto ed è dotato di un micro contatto che ne determina la posizione.

Carico agente sul pilastrino:

- 250kg supporto del carico
- 150kg arcata

Coefficiente dinamico:

- 4 come specificato nella norma 81.1 al § 10.4.1.1.2

Tensioni nel pilastrino: norma di riferimento CNR UNI 10011

- verifica a carico di punta

Tensione ammissibile [MPa]	160
Tensione data dal carico di punta [MPa]	49

Tensioni nel perno di snodo: norma di riferimento CNR UNI 10011

- bullone M14 di classe 8.8
- bullone verificato a taglio
- verifica del rifollamento

Tensione di taglio massima [MPa]	105,3
Tensione di rifollamento ammissibile[MPa]	400
Tensione di rifollamento [MPa]	386

4.6.8 Contrappeso

Il contrappeso bilancia l'impianto al 50% della portata ed è costituito di pani d'acciaio e/o ghisa. Il telaio, realizzato in lamiera presso-piegata, è stato dimensionato in modo da sostenere il carico corrispondente alla configurazione d'impianto più gravosa.
Il contrappeso è dotato di un dispositivo per evitare la fuoriuscita, dal telaio, dei pani più alti.
Peso del contrappeso nel caso di piattaforma da 400kg:

- 50kg peso del telaio
- 550kg peso della zavorra

Tensione massima: norma di riferimento CNR UNI 10011

Tensione ammissibile [MPa]	160
Tensione massima [MPa]	135,8

4.6.9 Piattaforma Del Supporto Del Carico

La piattaforma è fissata su un lato ai montanti dell'arcata ed è collegata mediante i montanti del supporto del carico alle mensole dell'arcata, che si trovano sopra il tetto del supporto del carico.
La piattaforma del supporto del carico è costituita da un foglio di lamiera al quale sono rivettati dei rinforzi longitudinali e trasversali in lamiera presso-piegata.
Il numero dei rinforzi varia in funzione delle dimensioni della piattaforma e del carico da sorreggere.
Coefficiente dinamico:

- 3 per le piattaforme da 250kg e 300kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa istantanea
- 2 per le piattaforme da 400kg sulle quali è stato previsto un paracadute a presa progressiva

Tensioni e frecce:

- tensione ammissibile secondo la norma CNR UNI 10011: 160MPa

Portata	250-300kg	400kg
Tensione massima [MPa]	157,1	140,7
Freccia della piattaforma [mm]	1,7	2,2

4.6.10 Montanti Del Supporto Del Carico E Loro Collegamenti

I montanti del supporto del carico sono portanti in quanto fungono da collegamento tra le mensole dell'arcata, poste sopra il tetto del supporto del carico, e la piattaforma del supporto del carico.

I montanti, che assumono forme diverse a seconda della configurazione del supporto del carico, sono realizzati in lamiera presso-piegata e portano la predisposizione per due bulloni su ciascuna estremità per il loro fissaggio alle mensole e alla piattaforma.

5- MANUALE D'USO E MANUTENZIONE

5.1 USO

Attenzione!
Prima di utilizzare la piattaforma elevatrice, è assolutamente necessario leggere con attenzione le presenti istruzioni per l'uso ed osservare, in ogni circostanza, le prescrizioni di sicurezza in esso contenute.

La mancata osservanza delle presenti istruzioni può comportare pericolo o cattivo funzionamento.
Il costruttore declina ogni responsabilità per qualsiasi fatto derivante dall'inosservanza delle presenti istruzioni.

Il montaggio della piattaforma elevatrice deve essere eseguito da una ditta specializzata nell'installazione di impianti elevatori.

Il proprietario della piattaforma deve verificare che l'installatore abbia compilato e sottoscritto il documento nel quale dichiara di avere eseguito con esito positivo tutti i controlli elencati nella sezione "Controlli finali e messa in servizio" del presente manuale.

La piattaforma può essere messa in servizio solo dopo l'adempimento delle richieste della Circolare 14.04.97, n° 157296 del Ministero Industria, Commercio, Artigianato.

La manutenzione deve essere effettuata da una ditta di manutenzione specializzata e abilitata secondo la Legge n°1415/1942. Il proprietario deve anche incaricare un Organismo Notificato italiano per l'effettuazione delle verifiche periodiche.
I disegni di installazione e gli schemi elettrici, vengono forniti con la piattaforma elevatrice per assicurare alle persone autorizzate informazioni sufficienti che permettano di intervenire sull'impianto in modo sicuro. Solo pezzi di ricambio originali possono garantire piena sicurezza e funzionalità.

E' ESTREMAMENTE PERICOLOSO PERMETTERE A PERSONE NON AUTORIZZATE DI ESEGUIRE QUALUNQUE TIPO DI INTERVENTO SULLA PIATTAFORMA ELEVATRICE

5.1.1 Doveri Del Proprietario

Il proprietario ha l'obbligo di conservare questo manuale ed i suoi allegati in buono stato e in un luogo dove possa essere consultato in qualsiasi momento.

Il proprietario della piattaforma elevatrice (o suo legale rappresentante) ha inoltre le seguenti responsabilità:

- fornire all'installatore un locale chiuso ove immagazzinare il materiale prima e durante il montaggio;
- notificare al Sindaco del Comune di competenza l'indirizzo dello stabile, la portata, la corsa ed il numero delle fermate della piattaforma, fornire copia della dichiarazione CE di conformità, notificare il nominativo della ditta alla quale è affidato il servizio di manutenzione ai sensi della L. 1415, notificare il soggetto incaricato delle visite periodiche biennali;
- apporre in cabina il nome del soggetto incaricato delle visite periodiche ed il numero di matricola della piattaforma rilasciato dal Comune;
- conservare il libretto contenente la dichiarazione CE di conformità, copia della notifica fatta dal proprietario al Sindaco e l'esito delle verifiche periodiche;
- fornire i mezzi e gli aiuti indispensabili per l'esecuzione (a suo carico) delle verifiche periodiche dell'impianto;
- mantenere l'installazione dell'impianto in modo adeguato, secondo quanto prescritto dalla legge, in modo da assicurare il corretto funzionamento della piattaforma elevatrice;
- impiegare la piattaforma elevatrice limitatamente alla funzione per la quale è stata progettata;
- mettere a disposizione una zona - per il piazzamento del quadro di manovra - che sia:
  - protetta dalle intemperie e dall'umidità;
  - accessibile in modo sicuro;
  - adeguatamente illuminata;
  - aerata in modo da garantire una temperatura ambiente compresa tra 5 e 40 °C;
  - sufficientemente sgombra per permettere la manovra di soccorso e la manutenzione;
- garantire l'accesso sicuro all'edificio e all'installazione sia in caso di emergenza che durante lo svolgimento del servizio di manutenzione;
- consentire l'accesso alle apparecchiature contenute nel quadro di manovra solo al personale autorizzato;

- non utilizzare i locali collegati alla piattaforma elevatrice, come il vano di corsa e i pianerottoli, per scopi diversi (deposito, ecc.);
- assicurarsi, dopo un guasto che provochi un disservizio della piattaforma elevatrice, che questa venga rimessa in marcia dalla ditta di manutenzione;
- riferire immediatamente le anomalie riscontrate durante l'utilizzo della piattaforma alla ditta di manutenzione.

5.1.2 Descrizione Della Piattaforma

La piattaforma elevatrice SuiteLift è dotata di:

- cabina priva di porta, composta di pavimento, pareti e soffitto con illuminazione interna;
- pulsantiera in cabina con comandi a uomo presente che consentono di comandare il movimento e l'arresto della piattaforma nonché segnalare una condizione di allarme;
- illuminazione di emergenza in caso di mancanza di alimentazione di rete;
- porte di piano di tipo manuale a battente, con pulsanti di chiamata dotati di segnalazioni luminose di "Presente" e "Occupato";
- azionamento a fune tramite argano comandato da variatore di frequenza;
- quadro di manovra elettronico con logica a microprocessore;

La velocità in salita e discesa non può superare 0,15 m/s.

La piattaforma elevatrice è provvista di alcune caratteristiche che garantiscono ai passeggeri comfort e sicurezza:

- Pulsante di Stop in cabina per l'arresto di emergenza;
- Pulsante di allarme in cabina per la segnalazione acustica di soccorso
- Porte di piano con serratura di sicurezza certificata
- Apparecchio paracadute certificato con contatto elettrico di sicurezza
- Freno di stazionamento di sicurezza certificato secondo EN81-1
- Contatto di extracorsa per evitare che la cabina oltrepassi i limiti previsti per la corsa
- Dispositivo di sicurezza per il blocco della cabina in caso di movimenti incontrollati in salita o in discesa
- Dispositivo di rilevazione del carico in cabina per il blocco della piattaforma in caso di carico eccessivo.
- Distanza ridotta tra gli accessi di cabina e le relative pareti frontali

Ulteriori dispositivi sono previsti, per consentire ai tecnici manutentori di operare in massima sicurezza:

- Botola sul soffitto della cabina con contatto di sicurezza
- Puntone di sicurezza in fossa con contatto di sicurezza
- Pulsante di Stop in fossa
- Interruttori per il sezionamento delle linee di forza motrice e illuminazione

5.1.3 I Comandi Della Piattaforma

Il movimento della piattaforma elevatrice è comandato dai pulsanti che si trovano all'interno della cabina e ai piani.

I pulsanti che comandano il movimento della piattaforma **dalla cabina** e **dai piani** *(*)* sono di tipo **"a uomo presente"**; devono cioè essere mantenuti premuti fino al termine del movimento che essi determinano. Il loro rilascio provoca l'arresto immediato della piattaforma la quale ripartirà solo premendo nuovamente un pulsante.

La cabina si ferma automaticamente, quando raggiunge il piano selezionato quindi è consigliabile attendere l'arresto della cabina prima di rilasciare il pulsante; in caso contrario la cabina potrebbe arrestarsi in anticipo creando un dislivello rispetto al piano di sbarco.

(*) Qualora gli accessi della cabina siano protetti con barriere ad infrarossi, i pulsanti che comandano il movimento della piattaforma **dal piano** possono essere di tipo **"automatico"**; una loro pressione istantanea, cioè, è sufficiente affinché la cabina si metta in movimento e si arresti automaticamente una volta raggiunto il piano.

Per assicurare un risparmio energetico, le luci in cabina vengono spente, quando la piattaforma non è utilizzata. Le luci si accendono non appena un utente apre una delle porte di piano oppure preme uno dei pulsanti di comando.

Comandi dal piano

Per portare la piattaforma elevatrice al piano a cui ci si trova, occorre **premere e tenere premuto** il pulsante di comando posto accanto alla porta *(*)*.
Quando il comando viene eseguito, si accende una luce rossa sui pulsanti a tutti i piani ad indicare che il movimento della cabina è in corso (segnalazione di impianto "occupato").

La cabina si muoverà finché si tiene premuto il pulsante *(*)* e si arresterà automaticamente al raggiungimento del piano.

La presenza della cabina al piano è segnalata dall'accensione di una luce verde sul segnalatore posto a quel piano in prossimità del pulsante. Sul segnalatore è riportata la scritta: "presente".
La porta di piano si può aprire solo quando la segnalazione di cabina presente è attiva.

Comandi dalla cabina
Per effettuare una corsa nella cabina della piattaforma, occorre **premere e tenere premuto** il pulsante di comando sulla pulsantiera di cabina relativo al piano di destinazione desiderato.
Quando il comando viene eseguito, si accende una luce rossa sui pulsanti a tutti i piani per segnalare ad eventuali utenti in attesa che la cabina è in movimento (segnalazione di impianto "occupato").
La cabina si muoverà finché si tiene premuto il pulsante e si arresterà automaticamente al raggiungimento del piano selezionato.

Per fermare e tenere ferma la piattaforma in caso di emergenza, premere il pulsante STOP sulla pulsantiera di cabina.
Quando il pulsante di STOP viene premuto, esso si blocca in posizione attiva ed impedisce qualunque movimento della piattaforma.
Per ripartire occorre disattivare volontariamente lo STOP ruotando in senso orario il pulsante per riportarlo nella sua posizione di riposo.

Per richiedere soccorso (per esempio in caso di blocco della piattaforma per un guasto) premere il pulsante di allarme sulla bottoniera di cabina. Il pulsante è di colore giallo ed è identificato dal simbolo di una campana.
La pressione del pulsante di allarme attiva un segnale acustico udibile dalle persone che si trovano nell'edificio.
Se in cabina è stato installato un sistema di allarme telefonico (opzionale), la pressione del pulsante di allarme attiva anche una chiamata telefonica verso un centro di soccorso con il quale sarà possibile avere una conversazione. In questo caso le istruzioni per l'uso del dispositivo di allarme telefonico saranno esposte in cabina.

Mancanza di energia elettrica

La mancanza di energia elettrica provoca l'arresto della cabina.

Se la piattaforma è dotata di alimentazione supplementare a batteria (opzionale) è possibile portare la cabina al piano premendo i pulsanti di comando in cabina o al piano.

Per ottimizzare la durata delle batterie, la direzione di marcia verrà decisa dal quadro di manovra indipendentemente dal pulsante premuto dall'utente.

Questa operazione è concepita per consentire ad eventuali passeggeri di uscire dalla cabina pertanto - dopo l'arrivo al piano – la piattaforma sarà fuori servizio fino al ripristino dell'alimentazione di rete. Lo stesso accade qualora la cabina si trovi già ad un piano al momento del black out.

5.1.4 Avvertenze Generali Per L'Utenza

La piattaforma elevatrice SuiteLift è un mezzo di trasporto di assoluta sicurezza. Un atteggiamento responsabile da parte degli utenti è comunque importante per migliorarne le prestazioni, la durata e per evitare l'insorgere di situazioni pericolose. Riportiamo nel seguito alcune avvertenze in questo senso.

Cose Da Fare:

- Consentire l'uso della piattaforma elevatrice solo a persone opportunamente istruite sull'uso o a passeggeri che siano da esse accompagnati.
- Prima di avviare la piattaforma elevatrice assicurarsi che persone e oggetti, comprese sedie a ruote e carrozzine, siano a distanza di sicurezza dalla parete del vano.
- In presenza di sedie a ruote o carrozzine, assicurarsi che siano debitamente frenate prima della partenza della piattaforma elevatrice.
- Assicurarsi che gli animali domestici eventualmente trasportati sulla piattaforma non possano compiere movimenti incontrollati (usare gabbie, guinzagli, ecc.).
- Mantenere, in cabina una posizione corretta a distanza di sicurezza della parete di vano. Si ricorda che l'interruzione della fotocellula di protezione degli accessi (optional) provoca l'arresto della piattaforma; questa potrà ripartire solo rimuovendo l'ostacolo.
- In caso di pericolo rilasciare immediatamente il comando di marcia ed eventualmente premere lo STOP in cabina.

- Usare il pulsante di STOP in cabina solo in caso di effettiva necessità e non manometterlo per nessuna ragione.
- Prestare attenzione alla fessura presente tra la soglia della cabina e del piano, affinché nessun oggetto (bastoni, tacchi, ecc.) rimanga incastrato o cada nel vano.
- Fare attenzione alla possibile presenza di un piccolo gradino tra il pianerottolo e il pavimento della cabina. Se il gradino è eccessivo avvertire immediatamente la ditta di manutenzione.
- Assicurarsi sempre che le porte di piano siano perfettamente accostate. Le porte devono richiudersi automaticamente; se ciò non avviene informare immediatamente la ditta di manutenzione.
- Assicurarsi che gli spazi di accesso al quadro di manovra siano mantenuti sempre sgombri.

Cose Da Non Fare:

- NON consentire l'uso della piattaforma elevatrice a bambini non accompagnati da persone opportunamente istruite sull'uso.
- NON utilizzare mai la piattaforma in presenza di un pericolo esterno quale incendio, terremoto, allagamento, ecc.
- NON utilizzare la piattaforma in presenza di malfunzionamenti, rumori o vibrazioni eccessive, fumo o odori sospetti; in questo caso informare immediatamente la ditta di manutenzione.
- NON utilizzare la piattaforma se manca l'illuminazione in cabina.
- NON toccare la parete del vano di corsa accessibile dalla cabina, né direttamente né con alcuno strumento.
- NON compiere movimenti bruschi o scomposti durante la marcia.
- NON infilare le dita o qualsiasi altro oggetto tra la cabina della piattaforma e il vano di corsa.
- NON trasportare oggetti eccessivamente pesanti, voluminosi e instabili. In caso di trasporto di un carico, questo deve essere distribuito il più possibile uniformemente sul pavimento della cabina.
- NON utilizzare carrelli a forche per caricare e scaricare merci nella cabina.
- NON trasportare liquidi, a meno che non siano contenuti in recipienti chiusi.
- NON trasportare carrelli con ruote troppo piccole, perché potrebbero rimanere incastrate nella fessura tra le soglie della piattaforma e del piano.
- NON entrare mai nel vano di corsa al di sotto o al di sopra della cabina.
- NON aprire lo sportello del quadro di manovra.
- NON ostruire gli sbarchi della piattaforma.
- NON togliere l'alimentazione elettrica al quadro di manovra della piattaforma elevatrice, se non in caso di lunghi periodi di inutilizzo, interventi di manutenzione, forti temporali o incendi. Prima di togliere l'alimentazione elettrica

al quadro di manovra della piattaforma elevatrice, portare la cabina al piano più basso.

5.1.5 Manutenzione E Ricerca Guasti

Per mantenere un livello ottimale di prestazioni e sicurezza è consigliabile eseguire periodicamente una manutenzione tecnica la quale deve essere tuttavia affidata ad una ditta specializzata. Per maggiori informazioni consultare il "Manuale di manutenzione".

L'utente può provvedere autonomamente alla pulizia della cabina e delle porte utilizzando – all'occorrenza – detersivi neutri, non abrasivi ed evitando infiltrazioni di liquidi nelle apparecchiature elettriche. In presenza di superfici particolari (p.e.: acciaio inox, legno, ecc…) si raccomanda di utilizzare prodotti adeguati al materiale.

In caso di guasti della piattaforma elevatrice si raccomanda di rivolgersi sempre alla ditta di manutenzione; l'intervento di persone non esperte può danneggiare le apparecchiature e dare origine a situazioni di pericolo.

Chiamare la ditta di manutenzione

Prima di chiamare la ditta di manutenzione è necessario:

- controllare l'eventuale presenza di passeggeri intrappolati in cabina e prestare loro soccorso come indicato al successivo §5.1.6;
- controllare che le porte di piano non siano ostacolate e che le fotocellule siano libere;
- essere a conoscenza del tipo di malfunzionamento;
- verificare il n° impianto della piattaforma riportato nella bottoniera all'interno della cabina;
- è inoltre necessario riferire il nome del chiamante all'operatore della ditta di manutenzione.

Mettere fuori servizio la piattaforma

In presenza di un guasto, è consigliabile mettere fuori servizio la piattaforma onde evitare disagi ad altri utenti. Per eseguire questa operazione attenersi alle seguenti istruzioni:

- accertarsi che non ci siano passeggeri all'interno della cabina;
- portare la cabina al piano più alto, se possibile;

- staccare l'interruttore generale presente nel quadro di manovra;
- prelevare i cartelli di fuori servizio dal quadro di manovra e attaccarne uno ad ogni piano servito dalla piattaforma;
- chiamare con urgenza la ditta di manutenzione.

5.1.6 Soccorrere I Passeggeri Bloccati In Cabina

Attenzione! Questa operazione deve essere effettuata solo da personale istruito e autorizzato.

Nell'eventualità che i passeggeri restino bloccati nella cabina della piattaforma (p.e. a causa di un guasto, blackout, malore, ecc…) è possibile soccorrerli riportando la piattaforma a un piano ed aprendo le porte.

Per eseguire questa operazione attenersi alle seguenti istruzioni:

- accertarsi che tutte le porte ai piani siano chiuse e bloccate meccanicamente;
- comunicare ai passeggeri di restare fermi e di allontanarsi il più possibile dagli accessi;
- ruotare il commutatore rossa sulla bottoniera d'emergenza presente nel quadro di manovra;
- premere uno dei due pulsanti di comando insieme al pulsante di consenso e rilasciarli solo quando la piattaforma si trova a un piano esatto;
- se la piattaforma non si muove nella direzione prescelta, provare la stessa manovra nella direzione opposta fino al raggiungimento di un piano;
- **se la piattaforma non si muove in nessuna direzione, interrompere le operazioni ed avvisare immediatamente la ditta di manutenzione;**
- aprire la porta, sbarcare i passeggeri e richiudere la porta;
- se il blocco della piattaforma è stato causato da un guasto, avvisare la società di manutenzione e non utilizzare la piattaforma finché questa non è stata controllata.

5.1.7 Chiave Di Emergenza Per Le Porte Di Piano

Quando la cabina si trova al piano, la porta si apre tirando semplicemente la maniglia.
Se, per qualche malfunzionamento, la porta resta bloccata, essa può essere sbloccata dall'esterno usando la chiave di sblocco di emergenza con impronta triangolare.
A tale scopo:

- prendere la chiave di emergenza e introdurla nel foro sito nel portale;

- ruotare la chiave nel senso dello sblocco;
- quando la chiave non gira più (posizione di sblocco) tirare la porta, con l'altra mano, mantenendo la chiave nella stessa posizione di fine rotazione.
- ad operazioni ultimate sfilare la chiave ed accompagnare la porta verso la richiusura. E' importante assicurarsi che le porte di piano si siano richiuse e risultino correttamente bloccate.

La chiave di sblocco di emergenza deve essere sempre riposta in posizione nota e visibile accanto al quadro di manovra e accompagnata da un cartello con le istruzioni operative che ne descrivono le modalità di impiego.

5.2 MANUTENZIONE

5.2.1 Misure Di Sicurezza

Durante l'attività di manutenzione indossare sempre l'abbigliamento e le attrezzature antinfortunistiche adeguate alle operazioni da eseguire. In particolare:

- Tuta chiusa ai polsi
- Elmetto
- Scarpe antinfortunistiche
- Occhiali
- Maschera antipolvere
- Guanti
- Cintura di Sicurezza

Utilizzare sempre attrezzi in buono stato d'uso.

Proteggere le aperture del vano assicurandosi sempre che le porte di piano siano chiuse e bloccate quando ci si allontana dall'impianto.

Togliere tensione all'impianto elettrico prima di effettuare qualsiasi operazione in prossimità o sulle parti meccaniche in movimento o prima di effettuare qualsiasi operazione sulle parti dell'impianto sotto tensione.

Delimitare con apposita segnalazione le aree di lavoro.

Disporre ad ogni piano il cartello "Fermo per manutenzione".

Attenersi alla procedura descritta, nei paragrafi successivi, per l'accesso alla fossa e alla testata.

È VIETATO agire direttamente sui teleruttori.
È VIETATO lubrificare parti in movimento.
È VIETATO utilizzare cavallotti permanenti che escludano le serrature o i contatti di sicurezza.

5.2.2 Procedura Per L'accesso Alla Fossa

Attenzione! La piattaforma SuiteLift è sprovvista di spazio libero in fossa.

- Indossare i dispositivi di protezione individuale;
- sollevare la piattaforma;
- accendere la luce del vano;
- aprire completamente la porta del piano più basso e bloccarla meccanicamente;
- verificare l'efficienza dell'interruttore di STOP in fossa e dei contatti delle serrature delle porte;
- portare il puntone di sicurezza in posizione di lavoro dall'esterno del vano usando l'apposita asta;
- accedere alla fossa;
- bloccare meccanicamente la porta in posizione di parziale chiusura (7 cm di apertura).

Attenzione!

- Non entrare in fossa in caso di infiltrazioni di acqua.

5.2.3 Procedura Per L'accesso Alla Testata

Attenzione! La piattaforma SuiteLift è sprovvista di spazio libero in testata. Il tetto della cabina non è calpestabile.

- Indossare i dispositivi di protezione individuale;
  accendere la luce del vano;
- verificare l'efficienza dell'interruttore di STOP in cabina;
- rimuovere la botola del tetto dalla cabina;
- verificare che la piattaforma non risponda ai comandi e che il circuito di sicurezza sia interrotto;
- se necessario per raggiungere il punto di lavoro, utilizzare una scaletta a norma, di altezza massima di 120cm, sistemandola in cabina in posizione stabile.

5.2.4 Prove E Istruzioni

La ditta di manutenzione deve provvedere, almeno una volta **ogni sei mesi**, a:

- verificare l'integrità e l'efficienza di tutti i dispositivi di sicurezza e dei relativi contatti elettrici (paracadute, extracorsa, limitatore di velocità e tenditore,

puntone in fossa, STOP in fossa, STOP in cabina, botola di cabina, serrature delle porte, freno di stazionamento, allarme, manovra a uomo presente);
- verificare attentamente le funi ed i loro attacchi;
- verificare l'isolamento dell'impianto elettrico e l'efficienza dei collegamenti con la terra;
- annotare i risultati di queste verifiche nello spazio dedicato in questo manuale al capitolo "VERIFICHE SEMESTRALI (Circolare 14.04.97, n° 157296 del MICA)".

La ditta di manutenzione deve inoltre provvedere, con periodicità dettata dalle esigenze dell'impianto, alla manutenzione ordinaria della piattaforma elevatrice, ed in particolare deve:

- verificare il regolare funzionamento dei dispositivi meccanici ed elettrici con particolare attenzione alle porte e alle relative serrature;
- regolare opportunamente la fermata al piano dell'impianto affinché non vi siano dislivelli tra la cabina e il piano di sbarco;
- provvedere alle operazioni normali di pulizia e di lubrificazione delle parti.

Se, durante le visite, la ditta di manutenzione rileva la presenza di pericoli in atto, essa deve sospendere immediatamente il servizio della piattaforma elevatrice, fino a quando l'impianto non sia stato riparato, e deve, altresì informare il proprietario e l'Organismo Notificato.

È compito della ditta di manutenzione promuovere la riparazione o la sostituzione delle parti guaste o logorate, e verificarne l'avvenuta esecuzione.

5.2.5 Descrizione E Frequenza Delle Prove

Descrizione della prova	Verifiche semestrali (*)	Altra frequenza (mesi)
Posizione del quadro di manovra Controllare che la disposizione del quadro di manovra sia adeguata. *(la zona deve essere sempre accessibile, protetta dalle intemperie e dall'umidità, sufficientemente illuminata, con temperatura compresa tra 5 e 40°C e deve garantire spazi sufficienti per l'attività di manutenzione)*	✓	
Interruttore differenziale Controllare che l'interruttore differenziale (Id 30mA), a monte del quadro generale di alimentazione della piattaforma, sia efficiente *(La prova si effettua premendo il pulsante di test previsto sull'interruttore differenziale)*		12
Illuminazione del vano corsa Controllare che il vano di corsa della piattaforma sia sufficientemente illuminato e sostituire eventualmente le lampade guaste	✓	A ogni visita
Quadro di manovra Controllare lo stato dei componenti elettrici ed in particolare dei relè, fusibili, teleruttori e connessioni	✓	
Pulizia dell'area del quadro Controllare ed eventualmente eseguire la pulizia	✓	A ogni visita
Pulsanti di prova limitatore Controllare che ruotando il commutatore della bottoniera di emergenza nel quadro di manovra e premendo il pulsante SPC, l'attivazione del contato di sicurezza del limitatore impedisca il movimento della cabina. Controllare che la pressione del pulsante SBL riattivi il contatto e, con esso, il funzionamento della piattaforma	✓	A ogni visita
Bottoniera di emergenza Controllare che, ruotando il commutatore, la cabina si muova solo sotto il comando dei pulsanti della bottoniera stessa e nella direzione desiderata.	✓	
Dispositivo pesacarico Controllare che la segnalazione acustica e luminosa di sovraccarico in cabina si attivi quando il carico in cabina supera il 110% della portata nominale.		12
Velocità durante la manovra di emergenza Controllare che la velocità durante la manovra di emergenza sia minore di 15 cm/s		12
Velocità salita/discesa con cabina vuota Controllare che la velocità della cabina in salita ed in discesa sia minore o uguale a 15cm/s	✓	
Velocità salita/discesa con cabina a pieno carico Controllare che la velocità della cabina in salita ed in discesa sia minore o uguale a 15cm/s		12
Comportamento della cabina e della arcata a pieno carico Controllare che con il carico nominale, la cabina e l'arcata non presentino deformazioni eccessive e che dopo avere scaricato la cabina non vi siano deformazioni permanenti.		12
Attriti Controllare che durante una corsa completa in salita ed in discesa, non ci siano attriti anomali sui pattini o sull'argano	✓	A ogni visita
Accelerazione e decelerazione Controllare che la cabina acceleri e deceleri in salita ed in discesa senza strappi ed eventualmente regolare i parametri dell'inverter seguendo le istruzioni riportate sul manuale di prodotto	✓	A ogni visita
Puntone in fossa Controllare che: – sia presente l'asta per l'azionamento del puntone da fuori dal vano – quando il puntone è in posizione di lavoro la piattaforma non risponda ai comandi	✓	A ogni visita
Stop in fossa Controllare che azionando lo stop in fossa la piattaforma non risponda ai comandi	✓	A ogni visita
Extracorsa Controllare che quando la cabina raggiunge l'extracorsa superiore o inferiore, le serie di sicurezza vengano a mancare e lo sblocco dell'impianto avvenga solo dopo avere abbassato la cabina e cancellato la segnalazione diagnostica sul quadro	✓	A ogni visita
Cavi elettrici Controllare che: – i cavi di alimentazione e quelli delle linee delle porte siano fissati al muro o alla struttura metallica e non ostacolino il passaggio delle parte mobili – i cavi flessibili di metà corsa transitino liberamente e siano fissati correttamente		12
Funi Controllare: – lo stato e l'usura delle funi (in particolare verificare la presenza di trefoli danneggiati) – che gli attacchi siano montati a regola d'arte	✓	A ogni visita

– che i morsetti siano ben serrati – che le due funi presentino tensioni equilibrate		
Prova del paracadute Controllare che: – quando la velocità della piattaforma supera la soglia di intervento del limitatore di velocità, il movimento della cabina sia impedito dall'intervento del paracadute – con cabina bloccata sugli apparecchi le funi slittino sulle pulegge e rimangano nelle gole – si apra il contatto di sicurezza – i levismi del paracadute si muovano liberamente senza attriti e senza incontrare ostacoli	✓	
Spazio di sicurezza in testata Controllare che, quando la cabina si trova nella sua posizione estrema superiore, lo spazio di sicurezza tra l'argano e tetto di cabina rispetti quanto indicato sul disegno d'installazione	✓	A ogni visita
Spazio di sicurezza in fossa Controllare che: – il puntone si muova liberamente dalla posizione di riposo a quella di lavoro e viceversa – le due posizioni siano stabili	✓	A ogni visita
Illuminazione di cabina Controllare che la cabina sia sufficientemente illuminata e sostituire eventualmente le lampade guaste	✓	A ogni visita
Allarme Controllare che la pressione sul pulsante di allarme provochi l'attivazione della sirena anche in assenza di tensione di rete	✓	A ogni visita
Dispositivi di comunicazione vocale tra cabina ed esterno (se presenti) Controllare che: – Il citofono installato presso il quadro di manovra permetta la comunicazione con la cabina; – Il dispositivo di allarme telefonico attivi la comunicazione con un servizio di soccorso dopo una pressione prolungata del pulsante di allarme	✓	A ogni visita
Stop in cabina Controllare che azionando lo stop in cabina la piattaforma non risponda ai comandi e si arresti quando è in movimento	✓	A ogni visita
Botola in cabina – Controllare che la piattaforma non risponda ai comandi quando viene rimossa la botola sul tetto – Verificare lo stato del tetto (*non calpestabile!*) della cabina ed eventualmente eseguirne la pulizia	✓	A ogni visita
Fotocellule/barriere a infrarossi (se presenti) Controllare che ponendo un ostacolo davanti alla fotocellula/barriera la piattaforma si arresti immediatamente sia in salita che in discesa	✓	A ogni visita
Chiamate in cabina Controllare che la cabina arrivi regolarmente a tutti i piani - sia in salita sia in discesa – e che il dislivello tra il piano della cabina e il piano di sbarco non superi i 10mm	✓	A ogni visita
Manovra a uomo presente - Controllare che il rilascio del pulsante di chiamata in cabina provochi l'arresto immediato della piattaforma; - Se l'accesso della cabina non è protetto da barriere a infrarossi, controllare che il rilascio del pulsante di chiamata al piano provochi l'arresto immediato della piattaforma;	✓	A ogni visita
Fune del limitatore Controllare che l'allentamento della fune del limitatore provochi l'apertura delle serie di sicurezza e l'arresto della piattaforma	✓	A ogni visita
Distanza tra accessi e vano Controllare che la distanza tra la parete di accesso della cabina e la parete del vano ad essa affacciata non superi i 20mm in nessun punto della corsa della piattaforma	✓	
Porte di piano Controllare che: – l'allineamento e l'accostamento delle porte sia regolare a tutti i piani – i dispositivi di apertura di emergenza delle porte siano funzionanti – lo sblocco delle porte di piano avvenga a tutti i piani quando il dislivello tra soglia di cabina e soglia di piano è minore o uguale a 50mm – cortocircuitando il contatto di accostamento con cabina al piano e porta aperta e comandando la partenza in qualunque direzione, l'impianto parta e poi si fermi da solo dopo 160mm di corsa – con cabina fuori piano di 20 centimetri, aprendo la porta e cortocircuitando il contatto di accostamento la cabina non parta (per effetto del blocco della serratura che rimane aperto)	✓	A ogni visita
Chiamate dal piano Controllare che: – la cabina arrivi regolarmente a tutti i piani - sia in salita sia in discesa – e che il dislivello tra il piano della cabina e il piano di sbarco non superi i 10mm – le segnalazioni luminose di "occupato" e di "presente" funzionino regolarmente	✓	A ogni visita
Alimentazione di emergenza Controllare che: – in assenza di alimentazione di rete si accenda l'illuminazione di emergenza in cabina	✓	A ogni visita

– se l'impianto è dotato di manovra di emergenza, se la cabina si trova tra due piani, è possibile effettuare una chiamata in discesa ed una volta arrivati ad un piano il quadro di manovra viene disalimentato		
Tempo massimo corsa Se, dopo un comando di partenza, la cabina non si muove, trascorsi 120s il quadro di manovra interrompe le operazioni e la piattaforma resta fuori servizio finché il funzionamento non viene ripristinato agendo sul quadro di manovra	✓	
Messa a terra Controllare che provocando un corto circuito tra il punto più a valle della serie di sicurezza (Q) ed una massa metallica, l'interruttore VA si apra e l'impianto si fermi	✓	
Isolamento dell'impianto elettrico Effettuare la prova come descritto nello schema elettrico e verificare che non vi siano perdite di isolamento	✓	
Ancoraggi guide Controllare che gli ancoraggi delle guide siano posti alla distanza indicata sul disegno di lay-out e che tutti gli elementi strutturali siano correttamente fissati		12
Pattini arcata Controllare che i pattini appoggino correttamente sul fianco delle guide e distino 1mm dalla testa delle stesse	✓	
Pulizia della fossa Controllare ed eventualmente effettuare la pulizia della fossa	✓	
Segnaletica Controllare che siano presenti: – il cartello di accesso vietato alle persone non autorizzate (nel quadro di manovra); – il cartello di pericolo di folgorazione (nel quadro di manovra); – il cartello recante la dicitura "NON CALPESTABILE" (sul tetto della cabina); – il cartello identificativo dell'interruttore generale della piattaforma (nel quadro generale di alimentazione) – i cartelli con le istruzioni per la salita e la discesa manuale di emergenza nel vano centralina – il cartello con le istruzioni per l'inserimento del pilastrino di fondo fossa	✓	

5.2.6 Verifiche Periodiche

L'Organismo Notificato deve provvedere ogni due anni alle verifiche periodiche dell'impianto.

I controlli e le prove periodiche non possono essere più rigorose di quelle elencate nella sezione: "Controlli finali e messa in marcia". Queste prove non devono, cioè, provocare un logorio eccessivo o imporre sforzi tali da diminuire la sicurezza della piattaforma elevatrice.
In particolare, la prova del paracadute deve essere effettuata con cabina vuota.

5.2.7 Controlli Dopo Una Modifica O Un Incidente

Il proprietario, dopo una modifica importante alla piattaforma, deve inviare nuovamente al Sindaco la documentazione richiesta per la messa in servizio dell'impianto.
Deve inoltre informare l'Organismo Notificato competente per l'esecuzione delle verifiche periodiche il quale giudicherà se sottoporre a prova gli elementi modificati o sostituiti. Queste prove devono essere, al massimo, quelle richieste per gli elementi originali all'atto della messa in servizio della piattaforma.
Sono considerate modifiche importanti:

- cambiamenti di portata;

- cambiamenti di massa della cabina;
- cambiamenti di corsa;
- cambiamenti di tipo del dispositivo paracadute;
- cambiamenti o sostituzioni di guide o tipo di guida;
- cambiamenti o sostituzioni di funi o tipo di fune;
- cambiamenti o sostituzioni di tipo di porte (o aggiunta di una o più porte di piano);

Dopo un incidente, il proprietario deve inviare le informazioni necessarie all'Organismo Notificato competente per l'esecuzione delle verifiche periodiche.

Le modifiche importanti e gli incidenti devono essere annotati nel registro presente in questo manuale.

5.2.8 Registro

Il proprietario della piattaforma deve conservare il presente registro per tutta la vita dell'impianto.

[Da compilare a cura dal proprietario]

Matricola impianto N. : _____

La piattaforma elevatrice è stata messa in servizio per la prima volta il: _____

Ditta di manutenzione:

Nome e telefono della ditta di manutenzione	Data di inizio del contratto

Organismo Notificato incaricato delle ispezioni biennali di legge:

Nome e telefono dell'Organismo Notificato	Data della prima ispezione

5.2.9 Principali Riparazioni E Modifiche Importanti

[Da compilare a cura della ditta di manutenzione]

Descrizione riparazione o modifica	Ditta che ha effettuato la riparazione o modifica	Data riparazione o modifica

6- BREVETTI

Sono in corso di ottenimento due brevetti:

1. Uno per *'Invenzione'* relativo al tenditore del limitatore
2. L'altro per *'Utilità d'Uso'* relativo al sistema di sospensione e movimentazione dell'impianto

Il primo componente, descritto al §3.2.8, è stato brevettato in quanto non si tratta di un comune tenditore per limitatore di velocità, ma è stato completamente ideato e progettato ex novo al fine di riuscire ad alloggiarlo all'interno del vano del nostro impianto. Come già accennato il tenditore del limitatore ha il compito di garantire una tensione minima nella fune del limitatore di velocità. Normalmente questa tensione viene ottenuta mediante una zavorra in ghisa, libera di muoversi verticalmente. Questo carico varia in funzione dei diversi tipi di limitatori e per gravità conferisce alla fune la tensione necessaria espressa sui certificati CE di prodotto; nel nostro caso il carico minimo da garantire sulla fune è pari a 105kg. Poiché ci riusciva impossibile alloggiare all'interno del vano, senza aumentarne le dimensioni, un parallelepipedo di ghisa il cui volume garantisse il carico richiesto, abbiamo cercato una configurazione alternativa tale per cui si potesse avere la stessa tensione nella fune ma con ingombri molto inferiori. La soluzione trovata è stata quella di impiegare due molle di compressione alloggiate all'interno di un opportuno telaio recante la puleggia di rinvio sulla sua sommità e libero di muoversi verticalmente, esattamente come era nel caso del telaio per il contenimento dei pani di ghisa.
In fase di progettazione e realizzazione abbiamo tenuto conto anche del montaggio al fine di renderlo veloce ed intuitivo. Le due molle vengono precompresse fino al valore prestabilito, determinato sulla base del fattore di elasticità e sulla corrispondente retta di carico caratteristica delle molle. In questo modo, al momento dell'installazione in cantiere, i montatori devono solo preoccuparsi di allentare i dadi che mantengono le molle precompresse finché la fune del limitatore non risulta essere in tensione sotto il carico delle stesse; i dadi vanno poi allentati completamente in modo da consentire un eventuale ulteriore distensione delle molle a causa degli allungamenti delle funi. Al termine di questa operazione la fune risulta essere soggetta ad un carico

maggiore o uguale a 1030N come richiesto dal certificato CE del limitatore di velocità.

Il secondo brevetto riguarda il sistema di sospensione e movimentazione dell'impianto ed entrando più nello specifico è relativo alla:

- Scelta di posizionare la macchina in testata, con conseguente riduzione del numero di componenti (rispetto ad altre soluzioni) e semplificazione del montaggio.
- Scelta di impiegare funi metalliche rivestite in plastica, che hanno consentito: la riduzione del diametro della puleggia di trazione e quindi della coppia da vincere per muovere l'impianto, la riduzione del numero di funi rispetto all'impiego di normali funi metalliche.

L'obiettivo è quello di tutelare le scelte effettuate, e la combinazione di soluzioni adottate, rispetto da un mercato fortemente in espansione e sempre più orientato verso impianti elettrici in virtù dell'atteso risparmio energetico e dell'assenza di oli da smaltire.

Si è ritenuto opportuno salvaguardare le caratteristiche sopra enunciate in quanto contraddistinguono la piattaforma elevatrice elettrica, progettata e realizzata all'interno di NOVA, rendendola un prodotto altamente competitivo e all'avanguardia.

7- APPENDICE A

NOMENCLATURA

[1)] Fossa: spazio sotto la soglia del piano terra necessario ad ospitare le mensole dell'arcata e lo spessore della piattaforma di cabina in modo da poter allineare il piano calpestabile interno alla cabina ed il piano di sbarco.

[2)] Testata: spazio compreso tra la soglia dell'ultimo piano di sbarco ed il punto più alto del vano di corsa.

[3)] Vano: spazio entro il quale si muove l'impianto e sono collocati tutti i suoi componenti, può essere realizzato in muratura o in struttura metallica.

[4)] Scartamento: distanza tra le teste delle due guide di cabina.

[5)] Cabina: componente che ospita i passeggeri.

[6)] Macchina: termine impiegato per esprimere l'insieme riduttore e motore.

[7)] Portata: carico massimo ammesso all'interno della cabina.

[8)] Supporto del carico: termine sinonimo di cabina utilizzato all'interno della Direttiva Macchine.

[9)] Impianto in taglia: tipo di installazione utilizzata per dimezzare i carichi sull'albero motore in quanto prevede un rinvio delle funi come nel caso di un paranco.

[10)] Piattaforma della cabina: piano di appoggio all'interno della cabina che sorregge la portata

[11)]Arcata: struttura metallica in lamiera piegata alla quale viene fissata la cabina e che ne consente il movimento verticale lungo il sistema di guida.

[12)] Limitatore di velocità: organo meccanico di sicurezza che in caso di eccesso di velocità della cabina fa intervenire i paracaduti bloccandola

[13] Paracadute: organo meccanico di sicurezza che consente in caso di malfunzionamenti di bloccare e mantenere bloccata l'arcata, e quindi la cabina, sulle guide.

[14] Cavo flessibile: cavo elettrico flessibile che permette il collegamento, per il trasferimento dati, tra la scheda ed i componenti elettrici di cabina con il quadro elettrico dell'impianto collocato all'ultimo piano del vano di corsa.

[15] Rendimento di vano: rendimento dato dalla presenza degli attriti che nascono tra tutti gli organi in movimento e quelli che rimangono fissi all'interno del vano.

8- APPENDICE B

LAYOUT D'IMPIANTO

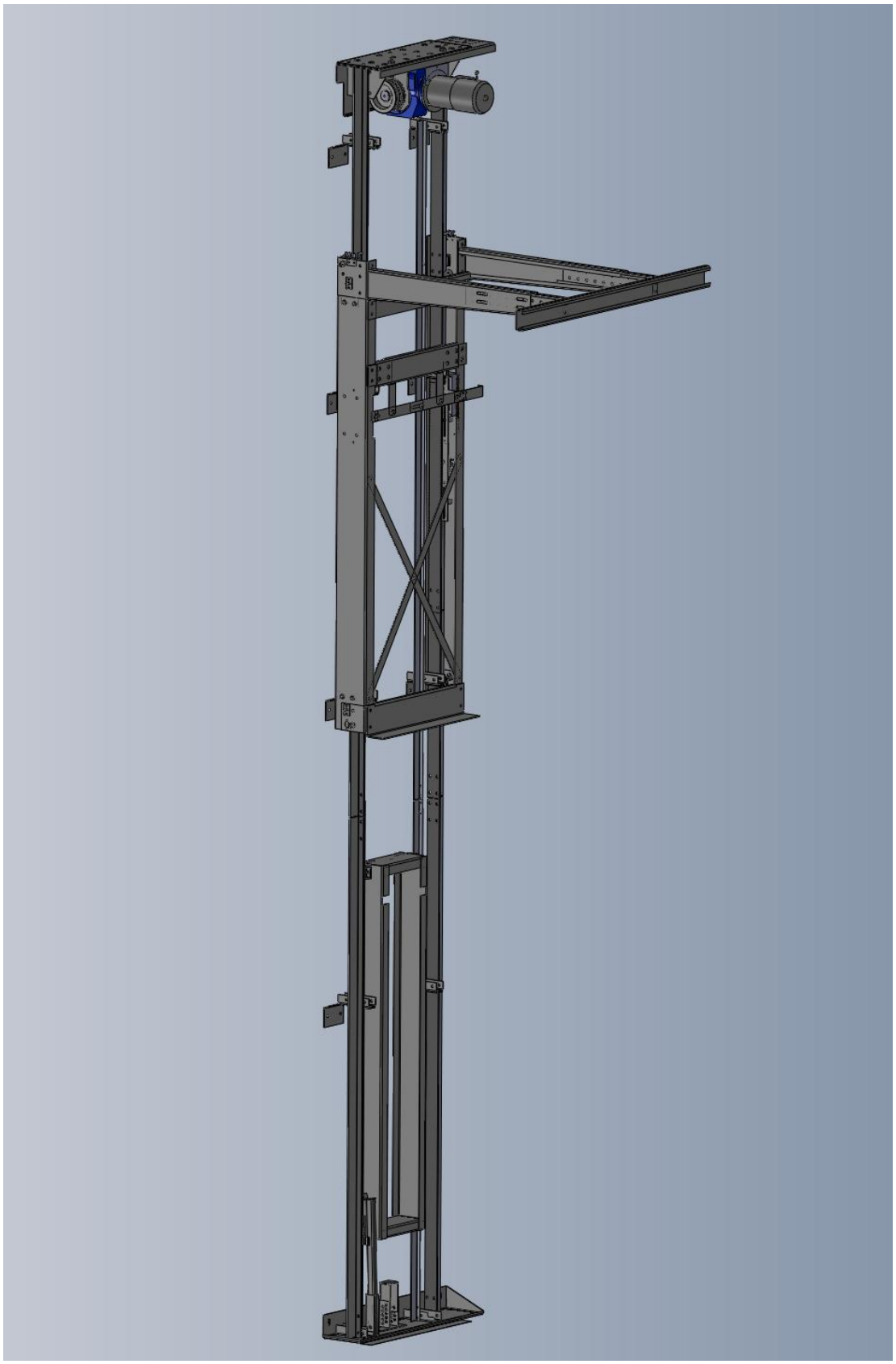


Immagine 3D dell'impianto prototipo

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio per l'opportunità di aver potuto svolgere questo progetto la ditta NOVA srl, in particolar modo nelle persone del:

- Dott. Fabrizio Nicoli, amministratore delegato;
- Sig. Paolo Govoni, responsabile ufficio tecnico;
- Ing. Sandro Bonfiglioli, ingegnere elettronico.

Ringrazio l'ingegner Renzo Toschi per avermi sostenuto ed affiancato con la propria esperienza e competenza nei vari passaggi che hanno consentito la progettazione e realizzazione di questo impianto innovativo.

Ringrazio inoltre il mio relatore professor Andrea Zucchelli per avermi assecondato ed affiancato una seconda volta nella realizzazione di un progetto sperimentale.

Ringrazio tutta la mia famiglia, genitori e sorelle, per aver creduto nelle mie capacità, avermi dato la possibilità di raggiungere questo grande traguardo e per il loro sostegno morale che mi è stato di grande aiuto, non solo durante il periodo di tesi ma in tutti questi anni di università.