

**INAIL**

## Quaderni di ricerca

Azioni sugli ancoraggi  
permanenti esercitate  
dai sistemi di protezione  
individuale dalle cadute

Luca Rossi, Marco Vallesi

**25**

settembre 2024



**INAIL**

## Quaderni di ricerca

Azioni sugli ancoraggi  
permanenti esercitate  
dai sistemi di protezione  
individuale dalle cadute

Luca Rossi, Marco Vallesi

**25**

settembre 2024

I *Quaderni di ricerca* dell'Inail sono lo strumento a disposizione dei ricercatori e dei ruoli professionali dell'Istituto per rendere pubblici i risultati più rilevanti delle loro attività; accolgono anche contributi di ricercatori esterni, che partecipano ai progetti dell'Inail.

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nei *Quaderni*, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

I *Quaderni* sono disponibili online all'indirizzo [www.inail.it](http://www.inail.it).

Comitato di redazione: Fabrizio D'Ascenzo, Maria Paola Bogliolo, Benedetta Persechino, Patrizio Rossi

Segreteria di redazione: Cristina Francesca Giombini

Inail - Piazzale Giulio Pastore, 6 | 00144 Roma

ISBN 978-88-7484-876-8

Stampato presso la Tipografia Inail - Milano, settembre 2024

## Azioni sugli ancoraggi permanenti esercitate dai sistemi di protezione individuale dalle cadute

Luca Rossi, Marco Vallesi<sup>1</sup>

**Sommario** - Quello dei dispositivi di ancoraggio permanenti, a cui vanno fissati i sistemi individuali di protezione contro le cadute dall'alto, è da anni argomento di interesse in ambito CEN ed UNI.

Nel recente passato l'assenza di una norma specifica sui dispositivi permanenti consentiva, in maniera impropria, di utilizzare dispositivi di ancoraggio conformi alla UNI EN 795:2012 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio" che, pur essendo DPI e quindi temporanei, venivano lasciati sul luogo di lavoro indefinitamente senza essere rimossi.

La pubblicazione della UNI 11578:2015 "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova", frutto dell'attività del Gruppo di Lavoro UNI/CT 042/SC 02/GL 01 "Dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto", permise, almeno in Italia, di risolvere in larghissima parte la problematica sopra evidenziata.

La UNI 11578:2015 consentì all'Italia di essere fra i pochi paesi europei dotati di una norma nazionale sugli ancoraggi permanenti. Essa, tradotta in inglese, fu proposta al CEN come possibile strumento per consentire la formulazione di una norma europea sull'argomento.

La mancanza di una norma europea in tale ambito determinò l'attenzione del CEN che avviò i lavori del prEN 17235 provvisoriamente denominato "Permanent anchor devices and safety hooks" avendo come base la norma italiana. Il Working Group interessato fu il WG1 "Walkways and safety hooks" del CEN/TC 128/SC 9 "Prefabricated accessories for roofing".

Durante le discussioni sul prEN 17235 la delegazione italiana constatò l'assenza di dati, condivisi a livello europeo, riguardanti le azioni esercitate dai sistemi di trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio sulla struttura di ancoraggio.

Per tale motivo gli esperti italiani ravvisarono la necessità di una sperimentazione che potesse fungere da supporto tecnico anche in funzione del possibile sviluppo del prEN 17235.

Tale sperimentazione è stata dunque eseguita sul sistema di accesso su corda (prove di discesa regolare con arresto regolare, salita regolare con arresto regolare, discesa con arresto rapido volontario, discesa con arresto rapido involontario e caduta dinamica), sul sistema di salvataggio (prove di salvataggio verso l'alto), sul sistema di posizionamento sul lavoro e sul sistema di trattenuta utilizzando ancoraggi di tipo puntuale indeformabile.

I risultati dei test mostrano che la forza frenante massima all'ancoraggio viene sviluppata durante l'utilizzo di un sistema di accesso su corda nella situazione di caduta dinamica. In questo volume, dopo una sintesi dei sistemi di protezione individuale dalle cadute oggi in uso, viene illustrata la

sperimentazione condotta con lo scopo di valutare le azioni esercitate dai sistemi stessi sugli ancoraggi permanenti e i relativi risultati.

---

<sup>1</sup> Questo *Quaderno* fa riferimento ai risultati relativi all'obiettivo di ricerca del Piano dell'Attività di Ricerca scientifica 2022/2024 P1O3 *Misure innovative di prevenzione e protezione nei settori ad alto rischio infortunistico: costruzioni e agricoltura* (Responsabile scientifico Luca Rossi) del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici dell'Inail. Il *Quaderno* tiene conto anche dell'attività sperimentale effettuata nell'ambito di un progetto di norma del CEN TC 128 *'Roof covering products for discontinuous laying and products for wall cladding'* SC 9 *'Prefabricated accessories for roofing'* WG 1 *'Walkways and safety hooks'* con il contributo fondamentale di Alessandro Bellini, Lorenzo Canella, Vittorio Di Giorgi Campedelli, Elena Etenzi, Gabriele Morandi, Marco Pellegrini e Federico Righetto. Luca Rossi, Primo Ricercatore, coordinatore del Gruppo di Lavoro UNI/CT 042/SC 02/GL 01 "Dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto", svolge la propria attività presso l'Inail nel Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti ed insediamenti antropici. Marco Vallesi, Guida Alpina/Maestro d'Alpinismo, Istruttore di specializzazione è Membro del Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane, Presidente del Collegio Regionale Marche e Presidente della Commissione Tecnica Nazionale Formazione lavori in quota e su funi del Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane.

## Indice degli argomenti

Premessa	7
1. Definizioni	8
2. Riferimenti	12
2.1 Cenni storici	12
2.2 Danni sul corpo umano conseguenti all'arresto caduta	12
3. Norme tecniche di prodotto uni en ed uni	12
3.1 UNI EN 795	12
3.2 UNI 11578	13
3.3 prEN 17235	15
4. Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto	17
4.1 Generalità	17
4.2 Classificazione	17
4.3 Sistemi di trattenuta	18
4.4 Sistemi di posizionamento sul lavoro	18
4.5 Sistemi di accesso su corda	19
4.6 Sistemi di arresto caduta	20
4.7 Sistemi di salvataggio	24
5. Ancoraggi e sistemi di ancoraggio	26
5.1 Generalità	27
5.2 Classificazione	28
5.3 Tirante d'aria	30
5.4 Requisiti	30
5.4.1 Requisiti prestazionali	31
5.4.1.1 Resistenza della struttura di supporto	32
5.4.1.2 Dissipazione	33
5.4.2 Requisiti geometrici	34
6. Utilizzo dei sistemi di protezione individuale dalle cadute	34
6.1 Generalità	34
6.2 Sistemi di trattenuta	35
6.3 Sistemi di posizionamento sul lavoro	35
6.4 Sistemi di accesso su corda	36
6.5 Sistemi di salvataggio	37
6.6 Criticità dei sistemi applicati su un ancoraggio flessibile lineare orizzontale	39
6.6.1 Uso del sistema di trattenuta	39
6.6.2 Uso del sistema di posizionamento sul lavoro	39
6.6.3 Uso del sistema di accesso su corda	39
6.6.4 Uso del sistema di salvataggio	40
7. Prove sperimentali	40
7.1 Obiettivi	40
7.2 Disposizione e procedimento di prova	40

7.2.1	Descrizione delle prove	40
7.2.2	Descrizione delle attrezzature e delle apparecchiature di prova	50
7.2.2.1	Utilizzatori	51
7.2.2.2	Sistema di misura, acquisizione, registrazione e analisi dei dati	52
7.2.2.3	Strutture di prova	57
7.3	Acquisizione dei dati	57
7.3.1	Sistema di acquisizione	57
7.3.2	Convenzioni	58
7.4	Risultati sperimentali	59
7.4.1	Generalità	59
7.4.2	Sistemi di accesso su corda	60
7.4.2.1	Discesa regolare con arresto regolare	60
7.4.2.2	Salita regolare con arresto regolare	65
7.4.2.3	Discesa con arresto rapido volontario	70
7.4.2.4	Discesa con arresto rapido involontario	76
7.4.2.5	Caduta dinamica	81
7.4.3	Sistemi di salvataggio	86
7.4.3.1	Salvataggio verso l'alto	86
7.4.3.2	Salvataggio verso il basso	91
7.4.4	Sistemi di posizionamento sul lavoro	95
7.4.5	Sistemi di trattenuta	98
7.4.6	Sintesi dei risultati	100
7.4.7	Considerazioni sui risultati	104
8.	Conclusioni	104
	Riferimenti bibliografici	106
	i Quaderni di ricerca	110

## Premessa

La principale causa di infortunio grave o mortale nel settore delle costruzioni è rappresentata da cadute dall'alto relative a lavori in quota. La loro effettuazione prevede spesso l'impiego dei sistemi di protezione individuale dalle cadute, dispositivi indispensabili per ridurre i rischi connessi al pericolo di caduta dall'alto.

Essi vengono collegati ai dispositivi di ancoraggio che assolvono la propria funzione se posseggono determinati requisiti che li rendono "efficaci". Sistemi non efficaci possono provocare la caduta del lavoratore, esponendolo a rischi elevati per la sua salute e sicurezza.

Tali dispositivi di ancoraggio sono, da tempo, oggetto di discussione a causa di carenze di tipo legislativo e, soprattutto, di normativa tecnica.

Nel recente passato erano utilizzati dispositivi di ancoraggio conformi alla UNI EN 795:2012 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio" che venivano lasciati sul luogo di lavoro indefinitamente senza essere rimossi pur essendo DPI.

La pubblicazione della UNI 11578:2015 "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova", frutto dell'attività del Gruppo di Lavoro UNI/CT 042/SC 02/GL 01 "Dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto", permise, almeno in Italia, di risolvere in larghissima parte la problematica sopra evidenziata. Essa, tuttavia, presenta diversi aspetti migliorabili:

- anche se riguarda tutti i dispositivi di ancoraggio utilizzabili in abbinamento con i cinque sistemi di protezione individuale dalle cadute previsti nella UNI EN 363: 2019 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi individuali per la protezione contro le cadute non fornisce le azioni sui di essi quando vengono impiegati in abbinamento ai sistemi di posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio,
- prevede i requisiti relativi alla corrosione dei citati dispositivi di ancoraggio anche se questi sono quelli contenuti nella UNI EN 795:2012,
- non prevede i requisiti relativi alla permeabilità all'acqua.

La mancanza di una norma europea in tale ambito determinò l'attenzione del CEN che avviò i lavori del prEN 17235 provvisoriamente denominato "Permanent anchor devices and safety hooks". Ad oggi, nelle intenzioni del CEN, dovrebbe essere prevista la stesura del prEN 17235-1 e del prEN 17235-2: la prima dedicata ai sistemi di arresto caduta, la seconda agli altri quattro (trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio). La parte 1 dovrebbe essere armonizzata al Regolamento CPR n. 305/2011 e quindi obbligatoria, la parte 2 rimarrebbe facoltativa.

Durante le discussioni sul prEN 17235 la delegazione italiana constatò l'assenza di dati, condivisi a livello europeo, riguardanti le azioni esercitate sulla struttura di ancoraggio dai sistemi di trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio.

Per tale motivo gli esperti italiani ravvisarono la necessità di una sperimentazione che potesse fungere da supporto tecnico anche in funzione del possibile sviluppo del prEN 17235.

## 1. Definizioni

### *Assorbitore di energia*

Elemento o componente di un sistema di arresto caduta che è progettato per dissipare l'energia cinetica sviluppata durante la caduta dall'alto.

### *Caduta frenata ( $h_{cf}$ )*

Spazio percorso dal lavoratore, a partire dal punto in cui il sistema di arresto caduta prende il carico, fino al punto dell'arresto verticale completo, con esclusione delle oscillazioni.

### *Caduta libera ( $h_{cl}$ )*

Spazio percorso dal lavoratore sotto l'azione della sola gravità, a partire dal punto di inizio caduta, fino al punto in cui il sistema di arresto caduta prende il carico.

### *Cintura con cosciali*

Sistema di cinghie, accessori e fibbie o di altri elementi di forma analoga a una cintura provvista di un elemento di attacco basso e di un supporto di collegamento che cinge ciascuna gamba disposto in modo tale da sostenere il corpo di una persona cosciente in posizione seduta. Le cinture con cosciali possono essere dotate di cinghie per le spalle e/o incorporate in un indumento.

Nota: Una cintura con cosciali può essere uno degli elementi di un'imbracatura per il corpo conforme alla UNI EN 361.

### *Connettore*

Elemento di collegamento o componente di un sistema di arresto caduta dotato di sistema di chiusura automatico e sistema di bloccaggio automatico o manuale.

### *Cordino*

Elemento di collegamento o componente di un sistema di arresto caduta. Un cordino può essere costituito da una corda di fibra sintetica, una fune metallica, una cinghia o una catena.

### *Deformazione plastica controllata*

Comportamento di ancoraggi progettati per dissipare l'energia cinetica sviluppatasi nel corso di una caduta dall'alto

### *Deviazione*

Tecnica che consente di limitare l'effetto pendolo quando l'utilizzatore si muove su una linea di ancoraggio flessibile e che comprende un ancoraggio in sommità, a cui è fissata la linea di ancoraggio, e uno o più ancoraggi in cui la corda è passante.

Nota: La deviazione può essere effettuata anche su un sistema di accesso su corda

### *Dispositivo di ancoraggio permanente*

Dispositivo di ancoraggio installato sulla struttura portante o fissato permanentemente su uno strato di tetto (ad esempio tetto verde) destinato a rimanere sulla o nella struttura.

*Dispositivo di regolazione della corda*

Componente che, quando installato su una linea di ancoraggio di diametro e tipo appropriati, permette all'utilizzatore di variare la propria posizione lungo essa.

*Dispositivo di regolazione della corda di tipo A: dispositivo di regolazione sulla linea di sicurezza*

Dispositivo di regolazione della corda per la linea di sicurezza che accompagna l'utilizzatore durante il cambio di posizione e/o permette la regolazione sulla linea di sicurezza, e che si blocca automaticamente sulla linea di sicurezza sotto i carichi dinamici e che sostiene un carico statico dopo aver arrestato la caduta.

*Dispositivo di regolazione della corda di tipo C: discensore sulla linea di lavoro*

Dispositivo di regolazione della corda a frizione, azionato manualmente, che permette all'utilizzatore di ottenere un movimento controllato verso il basso e un arresto, senza l'utilizzo delle mani, in qualunque punto della linea di lavoro.

Nota: I dispositivi di regolazione della corda di tipo C sono destinati tipicamente ad essere utilizzati in abbinamento con i dispositivi di regolazione della corda di tipo A collegati ad una linea di sicurezza

*Dissipatore di energia*

Elemento o componente di sistema di ancoraggio, progettato per dissipare l'energia cinetica sviluppata nel corso di una caduta dall'alto

*Distanza di arresto o caduta totale (h)*

Spazio percorso dal lavoratore a partire dal punto di inizio caduta fino al punto dell'arresto verticale completo, con esclusione delle oscillazioni, dato dalla somma della caduta libera e della caduta frenata:  $h = h_{cl} + h_{cf}$

*Effetto pendolo (su ancoraggio lineare)*

Traslazione di un lavoratore su un ancoraggio lineare flessibile con conseguente oscillazione rispetto all'ancoraggio lineare a seguito di una caduta dall'alto avvenuta disassata rispetto alla mezzeria dell'ancoraggio lineare

*Effetto pendolo (su ancoraggio puntuale)*

Oscillazione di un lavoratore rispetto al suo punto di ancoraggio a seguito di una caduta dall'alto avvenuta disassata rispetto alla retta passante per il punto di ancoraggio e perpendicolare al bordo di caduta

*Elemento di controllo della discesa*

Elemento integrato al dispositivo di regolazione della corda di tipo C, generalmente azionato a mano, utilizzato per controllare la velocità di discesa lungo la linea di discesa.

*Elemento di bloccaggio senza l'uso delle mani*

Parte o funzione integrata all'elemento di controllo della discesa di un dispositivo di regolazione della corda di tipo C, che arresta completamente la discesa e in tal modo impedisce una discesa incontrollata o una caduta se l'utilizzatore non innesta il dispositivo di regolazione della corda.

#### *Elemento di bloccaggio antipanico*

Parte o funzione integrata all'elemento di controllo della discesa di un dispositivo di regolazione della corda di tipo C, che arresta completamente la discesa e in tal modo impedisce una discesa incontrollata o una caduta se l'utilizzatore si spaventa e aziona il dispositivo di regolazione della corda oltre i parametri di controllo della discesa previsti.

#### *Freccia*

Massimo spostamento del punto di ancoraggio, rispetto alla posizione iniziale, quando è sottoposto ad una forza sviluppata durante una caduta, nella direzione della forza.

#### *Forza frenante ( $F_{max}$ )*

Forza massima espressa in kilonewton (kN), misurata sul punto di ancoraggio o sulla linea di ancoraggio durante la caduta frenata. Essa è esercitata dal sistema di collegamento e dipende principalmente dalle caratteristiche dell'assorbitore di energia.

#### *Imbracatura per il corpo*

Componente di un sistema di arresto caduta che ha lo scopo di sostenere e tenere tutto il corpo di una persona durante e dopo l'arresto della caduta. L'imbracatura per il corpo può comprendere cinghie, accessori, fibbie o altri elementi opportunamente montati e regolati a tal fine.

#### *Linea di ancoraggio regolabile*

Linea di ancoraggio con un dispositivo di regolazione della corda collegato.

#### *Linea di ancoraggio*

Linea flessibile con almeno una estremità collegata a un ancoraggio per fornire un mezzo di supporto, trattenuta o altra protezione per una persona.

#### *Posizionamento sul lavoro*

Tecnica che consente a una persona di lavorare sostenuta in tensione o sospensione mediante dispositivi individuali per la protezione in modo tale da impedire la caduta.

Nota: Il posizionamento sul lavoro in un sistema di accesso su corda è una tecnica specifica e non è equivalente al posizionamento sul lavoro in conformità alla UN EN 358.

#### *Prevenzione dalle cadute*

Prevenire la caduta dall'alto del lavoratore mediante un sistema di ancoraggio e un sistema di protezione individuale dalle cadute

#### *Progettista del sistema di ancoraggio*

Tecnico abilitato alla valutazione dei rischi incaricato dal committente a redigere il progetto della configurazione del sistema di ancoraggio quale misura preventiva e protettiva in dotazione dell'opera, per gli interventi successivi previsti e/o programmati

#### *Progettista strutturale*

Tecnico abilitato designato dal committente per la verifica della idoneità strutturale alle forze di

carico trasmesse dal sistema di ancoraggio alla struttura di supporto, come da valori di progetto riportati nel manuale del fabbricante, e per la verifica degli ancoranti alla struttura di supporto stessa

#### *Sistema di accesso su corda*

Sistema individuale per la protezione contro le cadute che comprende due sottosistemi fissati separatamente, uno come linea di lavoro e l'altro come linea di sicurezza, che sono utilizzati per raggiungere e lasciare il luogo di lavoro e che possono essere utilizzati per il posizionamento sul lavoro e il soccorso.

#### *Sistema di arresto caduta*

Sistema di protezione individuale dalle cadute che limita la forza d'urto sul corpo del lavoratore durante l'arresto caduta

#### *Sistema di collegamento*

Sistema che collega l'imbracatura per il corpo al punto di ancoraggio generalmente costituito da due connettori, un cordino ed un assorbitore di energia

#### *Sistema di posizionamento sul lavoro*

Sistema di protezione individuale dalle cadute che permette al lavoratore di lavorare in tensione o in sospensione in maniera tale che sia ridotta la caduta libera

#### *Sistema di protezione individuale dalle cadute*

Assemblaggio di componenti destinati a proteggere l'utilizzatore contro le cadute dall'alto, comprendente un dispositivo di presa del corpo e un sistema di collegamento, che può essere collegato ad un sistema di ancoraggio.

#### *Sistema di trattenuta*

Sistema di protezione individuale dalle cadute che impedisce al lavoratore di raggiungere le zone dove esiste il rischio di caduta dall'alto

#### *Tirante d'aria*

Spazio libero, a partire dal punto di caduta del lavoratore, necessario a compensare sia la caduta libera che tutti gli allungamenti/deformazioni del sistema di ancoraggio e del sistema di arresto caduta, senza che l'utilizzatore urti contro ostacoli durante la caduta, e che comprende un eventuale margine di sicurezza.

#### *Triangolazione*

Tecnica che impedisce l'effetto pendolo mediante vincolo a due sistemi di protezione, costituenti un triangolo, in cui l'utilizzatore è uno dei vertici.

Nota: Almeno uno dei due sistemi è costituito da un cordino di posizionamento o da una corda dotata di sistema di regolazione.

Nota: In caso di discesa su un sistema di accesso su corda, in cui non è presente l'ancoraggio posto sulla verticale, la triangolazione può essere utilizzata per determinare la corretta direzione di discesa

## 2. Riferimenti

### 2.1 Cenni storici

La protezione dei lavoratori contro le cadute dall'alto è stata disciplinata in Italia fin dagli anni 50 con il DPR 547/55 e il DPR 164/56 per arrivare fino ai giorni nostri al d.lgs. 81/08 e alle legislazioni regionali riguardanti la sicurezza delle attività che si eseguono sulle coperture [CFRRSV-005,9].

### 2.2 Danni sul corpo umano conseguenti all'arresto caduta

Sui possibili danni derivanti dall'intervento dei sistemi di arresto caduta sono presenti in letteratura pubblicazioni provenienti soprattutto da ricerche e prove a carattere medico della NASA (National Aeronautics and Space Administration) e della AGARD (Advisory Group for Aerospace and Development) redatte principalmente tra gli anni 1950 e 1960 e successivamente esaminate da un gruppo di lavoro del CEN [CGRRV-005], [CFRRSV-012].

Nello stesso ambito sono stati realizzati, dall'Inail, studi sul comportamento dell'assorbitore di energia nei sistemi di arresto caduta con differenti masse di prova [CFRRSV-012] e sull'idoneità dell'assorbitore di energia in relazione al peso del lavoratore [RCFS-016], [CFRS-016].

## 3. Norme tecniche di prodotto UNI EN ed UNI

### 3.1 UNI EN 795

Quello dei dispositivi di ancoraggio permanenti, a cui vanno fissati i sistemi individuali di protezione contro le cadute dall'alto, è tema che ha suscitato e suscita discussioni riconducibili ad errori commessi dal normatore europeo (CEN – Comitato Europeo di Normazione).

L'emanazione della UNI EN 795:2012 “Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio” disorientò gli operatori di settore (fabbricanti, installatori, utilizzatori, ispettori ASL) in quanto permetteva l'impiego scorretto di dispositivi a carattere non permanente in luogo di quelli di tipo permanente [Cor, Ros-014].

La permanenza o non permanenza dei dispositivi di ancoraggio non è espressamente prevista dall'attuale quadro legislativo e ciò aumenta le difficoltà dei soggetti coinvolti.

La circolare interministeriale del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 13/2/2015, n. 3: “Dispositivi di ancoraggio per la protezione contro le cadute dall'alto – Chiarimenti” fece chiarezza sulle caratteristiche che dovevano possedere gli “ancoraggi permanenti e non permanenti” [Cor, Ros-015].

In Europa, la Decisione di esecuzione (UE) 2015/2181 della Commissione del 24 novembre 2015 sulla pubblicazione con limitazione nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del riferimento alla norma UNI EN 795, pose la parola fine all'applicazione controversa e contraddittoria della stessa non permettendo più l'utilizzo dei dispositivi di tipo “non permanente” quando essi venivano lasciati sul luogo di lavoro indefinitamente senza essere rimossi [Cor, Ros-016].

La pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea della UNI EN 795, come norma parzialmente armonizzata alla direttiva DPI, permise alla stessa di essere utilizzata come strumento

per la marcatura CE dei dispositivi di ancoraggio di tipo B ed E (vedasi paragrafo 3.2) e, quindi, applicabile per la loro commercializzazione.

Sui dispositivi di tipo A, C e D non doveva dunque essere apposta la marcatura CE, ai sensi della direttiva DPI, come invece fu fatto da moltissimi fabbricanti, soprattutto stranieri, con il supporto di organismi notificati poco lungimiranti.

I dispositivi di ancoraggio fabbricati secondo la UNI EN 795 dovevano comunque essere utilizzati da una sola persona alla volta ed essere rimossi dalla struttura, terminata l'attività.

Il fabbricante che prevedeva l'utilizzo del dispositivo di ancoraggio da parte di uno o più utenti collegati contemporaneamente poteva realizzare tali prodotti secondo la norma UNI 11578:2015 "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova" (par. 3.2) che permetteva tale possibilità.

Negli ultimi anni è emersa una particolare attenzione riguardo alle problematiche di sicurezza dei lavoratori che eseguono la propria attività sulle coperture. Attenzione che, di fatto, ha determinato in molte regioni italiane l'entrata in vigore di regolamenti specifici. Essi definiscono le istruzioni tecniche per i progetti relativi ad attività inerenti alle coperture di nuove costruzioni come di edifici esistenti, prevedendo l'applicazione di idonee misure preventive e protettive atte a consentire, nei successivi interventi, impiantistici o di manutenzione, l'accesso, il transito e l'esecuzione dei lavori in quota in condizioni di sicurezza [Ros, 016].

In assenza di una legislazione nazionale specifica che imponga di dotare le coperture di tali sistemi di sicurezza è venuta così a crearsi una legislazione non uniforme tra le regioni, che ha determinato inevitabilmente una condizione variegata di disposti normativi.

Uno degli argomenti trattati in maniera difforme è stato quello riguardante l'obbligo di effettuazione dei lavori in copertura, mediante l'utilizzo dei sistemi di ancoraggio permanenti, anche per la sola manutenzione periodica della stessa [Ros, 017].

Le disposizioni regionali più recenti non prevedono più l'obbligo "generico" dell'installazione dei sistemi di ancoraggio, ma l'adozione di misure a carattere permanente. Sulle coperture esistenti, nelle quali non sia possibile adottare misure di questo tipo a causa di caratteristiche strutturali non idonee, o per contrasto con prescrizioni regolamentari o con norme di tutela riguardanti l'immobile interessato dall'intervento, le misure possono essere di tipo provvisorio ("non permanente").

In tali disposizioni viene altresì ribadito il concetto di priorità delle misure collettive rispetto a quelle individuali, in linea con i disposti del d.lgs. 81/08.

### 3.2 UNI 11578

La pubblicazione in Italia della UNI 11578: 2015 "Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Sistemi di protezione individuale dalle cadute - Guida per la selezione e l'uso" permise la risoluzione di moltissime problematiche [CRG-015].

La sua emanazione, frutto dell'attività del Gruppo di Lavoro UNI/CT 042/SC 02/GL 01 "Dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto", consentì di disporre di uno strumento a carattere non cogente, ma condiviso, in un settore nel quale le certezze erano poche. La norma:

- colmò le lacune create dalla norma UNI EN 795 relative al campo di applicazione e alla destinazione d'uso dei dispositivi di ancoraggio;
- recepì e migliorò i requisiti e i metodi di prova della norma UNI EN 795 estendendoli a tutti i dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente;

- non creò barriere commerciali a scapito dei prodotti eventualmente già conformi alla norma UNI EN 795.

La UNI 11578 specifica i requisiti e i metodi di prova per dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente "su" o "nella" struttura, progettati per:

- ospitare uno o più utenti collegati contemporaneamente;
- agganciare i componenti di sistemi anticaduta conformi alla UNI EN 363:2019 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi individuali per la protezione contro le cadute", anche quando questi ultimi sono progettati per l'uso in trattenuta.

I requisiti e i metodi di prova previsti nella UNI 11578 si basano sul fatto che i dispositivi di ancoraggio devono poter sostenere la massima forza dinamica generata in una caduta dall'alto dal peso di una o più persone, incluso qualsiasi loro equipaggiamento. Le prove di resistenza statica sono basate su un fattore di sicurezza minimo pari a due e, prevedendo un eventuale utilizzo scorretto dei dispositivi, vanno effettuate anche quando questi ultimi vengono utilizzati "in trattenuta".

La norma fornisce inoltre i requisiti per la marcatura e le istruzioni per l'uso e, nell'appendice, alcune informazioni relative all'installazione.

È basilare considerare che, nonostante siano specificati i requisiti e i metodi di prova per i dispositivi di ancoraggio installati in strutture tipo, la conformità ai requisiti della norma non sostituisce in alcun modo la verifica relativa al sistema di ancoraggio installato su o nella struttura "reale" [CRG-015].

La UNI 11578, mantenendo un'analogia con la UNI EN 795, descrive tre tipologie di dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente progettati esclusivamente per l'uso con sistemi di protezione individuale dalle cadute:

- dispositivo di ancoraggio di tipo A - Dispositivo di ancoraggio in un ancoraggio puntuale con uno o più punti di ancoraggio non scorrevoli (i punti di ancoraggio possono ruotare o essere snodati, o essere incorporati a scomparsa nella struttura ed essere estratti all'occorrenza, laddove il progetto lo preveda);
- dispositivo di ancoraggio di tipo C - Dispositivo di ancoraggio in un ancoraggio lineare che utilizza una linea di ancoraggio flessibile che devia dall'orizzontale di non più di 15° (quando misurata tra l'estremità e gli ancoraggi intermedi a qualsiasi punto lungo la sua lunghezza);
- dispositivo di ancoraggio di tipo D - Dispositivo di ancoraggio in un ancoraggio lineare che utilizza una linea di ancoraggio rigida che devia dall'orizzontale di non più di 15° (quando misurata tra l'estremità e gli ancoraggi intermedi a qualsiasi punto lungo la sua lunghezza).

I requisiti dei dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente contemplano una parte generale, i cosiddetti requisiti progettuali, riguardante i requisiti generali di base legati ai materiali (compresi quelli per la corrosione), alla sicurezza d'uso e all'ergonomia.

Tra i requisiti progettuali va sottolineato in particolare il primo, relativo alle terminazioni (per esempio i terminali delle funi) dei dispositivi di ancoraggio. La differenza più eclatante tra la norma UNI 11578 e la UNI EN 795 risiede nel fatto che quest'ultima ha bandito l'uso dei morsetti a "U" conformi alla norma UNI EN ISO 13411-5:2009 "Estremità per funi d'acciaio - Sicurezza - Parte 5: Morsetti per funi".

La norma UNI 11578 prevede un requisito molto semplice, almeno all'apparenza, ma importante:

deve essere garantita la durabilità (cioè la capacità di eseguire la funzione per cui sono stati progettati nelle condizioni prevedibili di impiego e per tutta la vita del prodotto), non solo dei riabilitati morsetti a “U” ma anche di tutti gli altri terminali, più o meno performanti, proliferati dopo la pubblicazione della UNI EN 795.

Le prove di prestazione definite nella UNI 11758 riprendono, in un unico documento, quelle delle UNI EN 795 e UNI CEN/TS 16415:2013 “Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio - Raccomandazioni per dispositivi di ancoraggio per l’uso da parte di più persone contemporaneamente”. Esse possono sintetizzarsi in prova di deformazione, prova di resistenza dinamica e integrità e prova di resistenza statica.

La marcatura dei dispositivi di ancoraggio deve essere conforme alla UNI EN 365:2005 “Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall’alto - Requisiti generali per le istruzioni per l’uso, la manutenzione, l’ispezione periodica, la riparazione, la marcatura e l’imballaggio” e, in aggiunta, deve riportare il numero massimo permesso di utilizzatori collegati contemporaneamente.

La norma UNI EN 365 è una norma specificamente studiata per la marcatura dei dispositivi di protezione individuale. Tuttavia ben si presta all’applicazione per i dispositivi di ancoraggio destinati all’installazione permanente.

La UNI EN 365, oltre a specificare i contenuti della marcatura, richiede che le informazioni siano marcate in modo chiaro, indelebile e permanente. I caratteri della marcatura devono essere chiari e inequivocabili per garantirne la leggibilità. La marcatura non dovrebbe essere nascosta dall’installazione del dispositivo e, comunque, deve durare per tutta la vita prevista del dispositivo.

Riguardo ai contenuti, la marcatura deve includere:

l’identificazione del responsabile del prodotto sul mercato o il suo marchio commerciale;

- le informazioni per la rintracciabilità del prodotto;
- il modello del dispositivo di ancoraggio;
- il numero e l’anno della norma di riferimento, quindi la UNI 11578;
- il pittogramma (generalmente il libricino con la “i”) o altro mezzo per richiamare l’utilizzatore alla lettura del manuale di istruzioni.

### 3.3 prEN 17235

L’Italia è fra i pochi paesi europei che a tutt’oggi è dotato di una norma nazionale sugli ancoraggi permanenti: la UNI 11578.

Essa, tradotta in inglese, fu proposta al CEN come possibile strumento per consentire la formulazione di una norma europea sull’argomento.

Il Working Group 1 “Walkways and safety hooks” del CEN/TC 128/SC 9 “Prefabricated accessories for roofing”, alla fine del 2015, iniziò la stesura del documento provvisoriamente denominato “Safety hooks and anchorage devices for roofs and walls” avendo come base la traduzione della UNI 11578:2015.

Il Convenor del WG1, nella prima riunione, illustrò al gruppo le ragioni della necessità di un nuovo standard su tale materia. La sua idea era quella di realizzare, per tali dispositivi (tipo A, C e D della UNI 11578), una norma EN nella quale potessero confluire anche i dispositivi previsti nella UNI EN 517 “Accessori prefabbricati per coperture - Ganci di sicurezza da tetto”.

Dopo aver definito lo scopo della norma fu deciso di estenderne l’applicazione alle infrastrutture, che ne determinò la variazione del titolo in “Permanent anchor devices and safety hooks”. A tal

fine fu richiesto di aggiornare il mandato M122 ed il relativo campo di applicazione ("Anchor devices intended to prevent persons from falling and/or to arrest falls from a height used in and on buildings and civil engineering works").

Al progetto di norma il CEN assegnò il numero prEN 17235.

L'attività di redazione della norma iniziò alla fine del 2015 e nella sua struttura pressoché definitiva comprendeva:

Introduzione

1 Scopo

2 Riferimenti normativi

3 Termini, definizioni, simboli ed abbreviazioni

4 Caratteristiche del prodotto

5 Metodi di prova

6 Valutazione e verifica della costanza della prestazione (AVCP)

Appendice ZA - Relazione della presente norma europea con il Regolamento (UE) n. 305/2011

Le UNI EN 795 e UNI 11578 prevedono i requisiti che i dispositivi di ancoraggio debbono possedere quando sono destinati al fissaggio dei soli sistemi di arresto previsti dalla norma UNI EN 363. Il prEN 17235 conteneva, invece, i requisiti per tutti i sistemi di protezione individuale dalle cadute stabiliti nella UNI EN 363:

- sistemi di trattenuta;
- sistemi di posizionamento sul lavoro;
- sistemi di accesso su corda;
- sistemi di arresto caduta;
- sistemi di salvataggio.

Altra differenza importante rispetto alle UNI EN 795 e UNI 11578, la presenza dei requisiti relativi alla corrosione e alla permeabilità all'acqua. La durabilità era quella prevista nella classe C3 e C4 delle UNI EN ISO 12944-2: 2018 "Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 2: Classificazione degli ambienti" e per la durata di 15 anni.

Importantissima la tabella del "minimum mockup size" contenente i materiali di riferimento. Durante moltissime riunioni venne discussa la proposta di Svezia, Norvegia e Finlandia riguardante le dimensioni delle strutture tipo ed i relativi materiali costituenti le stesse.

Gli esperti si confrontarono molto anche sui metodi di prova da adottare nella norma e sulla necessità di effettuare un "round robin" tra le delegazioni al fine di stabilire quali fossero i criteri con cui effettuare le prove e la tipologia delle stesse. Durante le discussioni intervenne più volte la delegazione italiana, sui limiti delle deformazioni previste nel prEN 17235 e sui criteri necessari per definire gli angoli, per definire gli ambiti di utilizzo dei vari dispositivi (trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda, arresto caduta, salvataggio). Il WG1 recepì parzialmente le istanze degli esperti italiani ad eccezione delle deformazioni e della definizione degli angoli, per le quali furono individuate soluzioni di compromesso.

Altra criticità fu quella di incrementare la AVCP (Valutazione e verifica della costanza della prestazione) da 2+ a 1+. Su tale proposta, la delegazione italiana, sola contro tutti, manifestò la propria contrarietà in quanto l'adozione di tale sistema sfavoriva i fabbricanti italiani che avrebbero dovu-

to sopportare maggiori oneri derivanti dalla certificazione. Il Convenor ribadì che era la Commissione Europea a decidere in merito e che il WG 1 non poteva intervenire.

I criteri relativi all'installazione degli ancoraggi, ed in particolare ai requisiti dell'installatore (previsti in una appendice normativa), e la documentazione relativa all'installazione (prevista in una appendice informativa) determinarono un acceso dibattito. Emerse la differenza concettuale e pratica tra Nord Europa, in particolare la Germania, nella quale il progetto, trattandosi di ancoraggi su poche strutture tipo, è spesso demandato al fabbricante e l'Italia dove, viste le differenze e tipologie strutturali, è determinante la figura del progettista.

In merito alla documentazione, trattandosi di installazioni permanenti spesso non visibili, l'idea fu quella di prevedere nella norma, in linea generale, la necessità di inserire i rilievi fotografici dell'installazione.

La discussione riguardò anche le ispezioni periodiche (visive) e la loro periodicità evidenziando le posizioni diverse fra le delegazioni (ad esempio la Germania 1 anno, l'Austria 5 anni). Gli esperti italiani non indicarono un numero (più di 1 e meno di 5) in attesa di un approccio più pragmatico. A luglio 2020 il prEN 17235 fu trasmesso alla Segreteria Centrale del CEN per il voto formale in attesa del quale rimase bloccato per tre anni.

A luglio 2023 ci fu la ripresa dei lavori. Il CEN propose al WG1 la suddivisione in due parti della norma, la prima dedicata ai sistemi di arresto caduta, la seconda agli altri quattro (trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio).

Nelle intenzioni del CEN la parte 1 dovrebbe essere armonizzata al Regolamento CPR n. 305/2011 e quindi diventerebbe obbligatoria, mentre la parte 2 rimarrebbe facoltativa.

La norma è stata approvata al voto formale dal WG1 a giugno 2024.

## **4. Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto**

### **4.1 Generalità**

I dispositivi di protezione individuale dalle cadute proteggono l'utilizzatore dalle cadute dall'alto impedendone o arrestandone la caduta libera. In realtà invece che di dispositivi è più corretto parlare di sistemi.

Un sistema di protezione individuale dalle cadute è costituito da un insieme di componenti connessi tra loro, separatamente o no, ed include un dispositivo di presa del corpo collegato ad un punto di ancoraggio sicuro attraverso un sistema di collegamento, che consiste in uno o più componenti, normalmente inclusi nel sistema, conformi all'uso previsto (ad esempio, cordini, connettori, assorbitori)

### **4.2 Classificazione**

I sistemi di protezione individuale dalle cadute possono essere distinti in:

- sistemi di trattenuta;
- sistemi di posizionamento sul lavoro;
- sistemi di accesso su corda;
- sistemi di arresto caduta;
- sistemi di salvataggio.

### 4.3 Sistemi di trattenuta

Un sistema di trattenuta è generalmente costituito da:

- una cintura di trattenuta o una imbracatura con cintura di trattenuta integrata;
- un cordino di trattenuta;
- dei connettori;
- un ancoraggio.

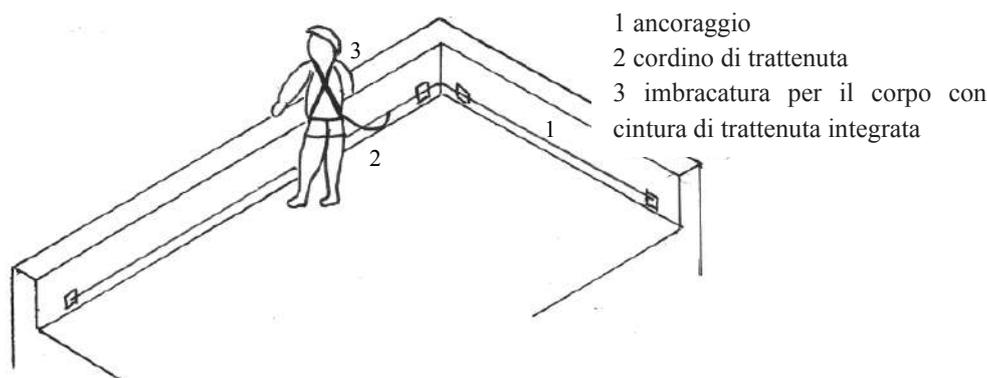


Figura 4.3-1 - Sistema di trattenuta

Un sistema di trattenuta impedisce la caduta dall'alto limitando il movimento dell'utilizzatore in modo che non possa raggiungere la zona di caduta; non è idoneo ad arrestare la caduta dall'alto e nel caso ci sia rischio di caduta, deve essere utilizzato congiuntamente ad un sistema di arresto caduta indipendente (es. lavori su tetti a falda inclinata).

Il cordino di trattenuta può essere fisso o regolabile, avere lunghezza maggiore di 2 m con modalità d'uso contenute nel manuale di istruzioni. La scelta della lunghezza del cordino, quando è di tipo non regolabile, deve essere tale da non permettere la caduta in qualsiasi situazione. Le norme tecniche non prevedono l'utilizzo di un cordino di arresto caduta come trattenuta, ma è possibile utilizzarlo come tale se le condizioni lo permettono.

I sistemi di trattenuta vanno impiegati quando le condizioni del luogo di lavoro non permettono sufficienti tiranti d'aria, tali da evitare urti contro il suolo o altri ostacoli.

Essi vanno utilizzati su piani di lavoro nei quali l'utilizzatore, durante l'esecuzione dell'attività, si trova in condizione di equilibrio stabile. In questa condizione l'utilizzatore non deve avere la possibilità di scivolare a causa dell'inclinazione della superficie e dell'attrito.

### 4.4 Sistemi di posizionamento sul lavoro

Un sistema di posizionamento sul lavoro è generalmente costituito da:

- una cintura di posizionamento o una imbracatura con cintura di posizionamento integrata;
- un cordino di posizionamento sul lavoro;
- dei connettori;
- un ancoraggio.

Il cordino di posizionamento sul lavoro può essere fisso o regolabile; la sua lunghezza massima e le modalità d'uso sono contenute nel manuale di istruzioni del fabbricante.

Un sistema di posizionamento sul lavoro consente all'utilizzatore di lavorare sostenuto in tensione o in sospensione in modo tale da impedirne la caduta libera.

Quando si utilizza un sistema di posizionamento sul lavoro, è essenziale che si consideri la possibilità di impiegare anche un sistema di arresto caduta indipendente.

Tali sistemi vanno impiegati, per esempio, quando il luogo di lavoro non permette al lavoratore di stare in piedi senza l'utilizzo di un sostegno ed è quindi necessario l'uso di entrambe le mani.

Il sistema di posizionamento sul lavoro può essere utilizzato anche su superficie inclinata. In questa condizione l'utilizzatore non deve avere la possibilità di scivolare a causa dell'inclinazione della superficie e dell'attrito.

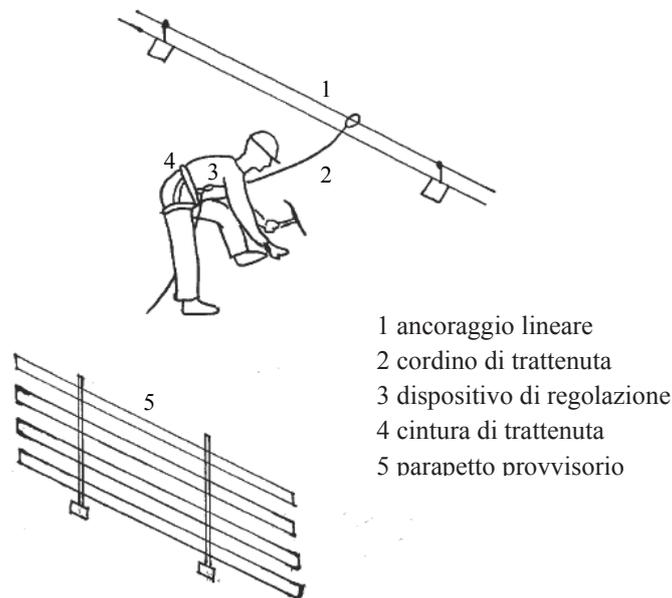


Figura 4.4-1 - Esempio di posizionamento su superficie inclinata

#### 4.5 Sistemi di accesso su corda

Un sistema di accesso su corda è generalmente costituito da:

- una imbracatura con cintura di posizionamento integrata;
- una corda di lavoro;
- una corda di sicurezza;
- un dispositivo di regolazione della corda tipo C;
- un dispositivo di regolazione della corda tipo A;
- dei connettori;
- due ancoraggi.

Un sistema di accesso su corda permette all'utilizzatore di accedere al o dal posto di lavoro, sostenuto in tensione o in sospensione, in maniera tale che ne venga prevenuta o arrestata la caduta libera.

Un sistema di accesso su corda:

- permette l'accesso al o dal posto di lavoro in tensione o in sospensione;
- impedisce o arresta la caduta libera dell'utilizzatore;
- consente all'utilizzatore di spostarsi tra la posizione superiore e quella inferiore e può consentire l'attraversamento;
- include due diversi punti di attacco sull'imbracatura:
  - o un punto di attacco basso per il collegamento al dispositivo di regolazione della corda sulla corda di lavoro;
  - o un punto di attacco anticaduta per il collegamento al dispositivo di regolazione della corda sulla corda di sicurezza
- comprende una corda di lavoro e una corda di sicurezza fissate separatamente alla struttura o direttamente o utilizzando dispositivi di ancoraggio;
- include dispositivi di regolazione della corda che consentono all'utilizzatore di cambiare posizione lungo la corda di lavoro e la corda di sicurezza,
- può essere utilizzato per il posizionamento sul lavoro, dopo che è stato raggiunto il posto di lavoro,
- può essere utilizzato per il salvataggio dell'utilizzatore stesso o di altre persone.

Nel sistema di accesso su corda dovrebbe essere considerata la possibilità di prevedere un sedile per il comfort e la stabilità.

Il collegamento dell'utilizzatore con la corda di lavoro e la corda di sicurezza deve essere effettuato sempre tramite l'imbracatura, anche in caso di utilizzo di un sedile di lavoro.

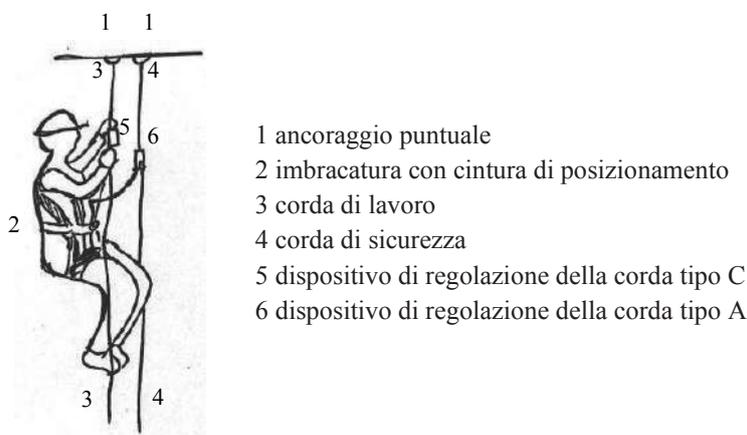


Figura 4.5-1 - Esempio di sistema di accesso su corda

#### 4.6 Sistemi di arresto caduta

Un sistema di arresto caduta comprende in via generica:

- un'imbracatura per il corpo;
- un cordino anticaduta;
- un assorbitore di energia;

- dei connettori;
- un ancoraggio.

Un sistema di arresto caduta non impedisce la caduta libera, ma arresta la caduta entro una distanza prefissata, a seconda del tipo di dispositivo, mantenendo in sospensione l'utilizzatore.

Un sistema di arresto caduta limita inoltre la forza sul corpo del lavoratore dovuta alla decelerazione durante la frenata.

Invece del cordino anticaduta e dell'assorbitore di energia può essere utilizzato un dispositivo anticaduta di tipo retrattile o dispositivo anticaduta di tipo guidato che incorporano un assorbitore di energia.

Un sistema di arresto caduta può essere classificato in base alla tipologia dei componenti ed all'ancoraggio:

- sistema di arresto caduta, che comprende un cordino ed un assorbitore di energia, su ancoraggio puntuale;
- sistema di arresto caduta, che comprende un cordino ed un assorbitore di energia, su ancoraggio lineare rigido o flessibile orizzontale;
- sistema di arresto caduta che comprende un dispositivo anticaduta di tipo guidato che scorre su linea di ancoraggio flessibile su ancoraggio puntuale o lineare flessibile orizzontale
- sistema di arresto caduta che comprende un dispositivo anticaduta di tipo retrattile su ancoraggio puntuale o lineare flessibile orizzontale.

*Sistema di arresto caduta che comprende un cordino ed un assorbitore di energia, su ancoraggio puntuale*

Il cordino di arresto caduta può essere di lunghezza fissa o regolabile e la lunghezza, inclusi i connettori e l'assorbitore, non è maggiore di 2 m.

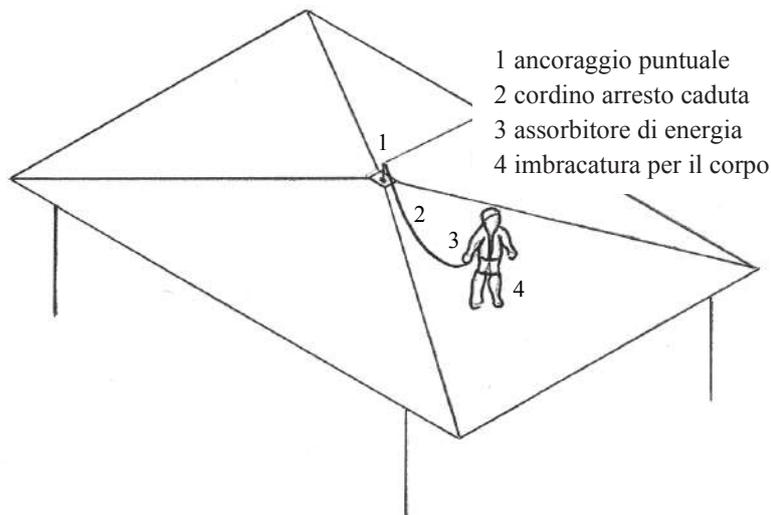


Figura 4.6-1 - Esempio di sistema di arresto caduta su ancoraggio puntuale

*Sistema di arresto caduta che comprende un cordino ed un assorbitore di energia, su ancoraggio lineare rigido o flessibile orizzontale*

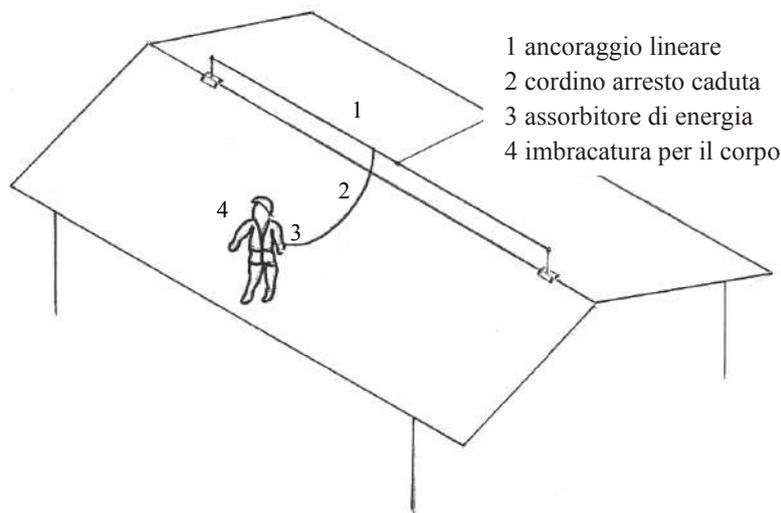


Figura 4.6-2 - Esempio di sistema di arresto caduta su ancoraggio lineare

Il cordino di arresto caduta può essere di lunghezza fissa o regolabile e la lunghezza, inclusi i connettori e l'assorbitore, non è maggiore di 2 m.

La linea di ancoraggio orizzontale può essere flessibile o rigida.

*Sistema di arresto caduta che comprende un dispositivo anticaduta di tipo guidato che scorre su linea di ancoraggio flessibile su ancoraggio puntuale o lineare flessibile orizzontale*

Il dispositivo anticaduta di tipo guidato scorre lungo la linea di ancoraggio flessibile e accompagna l'utilizzatore senza la necessità di regolazioni manuali durante i cambiamenti di posizione. In caso di caduta il dispositivo guidato si blocca automaticamente sulla linea di ancoraggio.

I sistemi di arresto caduta che utilizzano dispositivi di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio flessibile destinata all'uso su superfici inclinate sono conformi per l'uso specifico se dichiarati in tal senso dal fabbricante nel manuale di istruzioni.

La linea di ancoraggio flessibile può essere una corda di fibra sintetica o una fune metallica ed è fissata ad ancoraggio puntuale o lineare flessibile orizzontale. Essa è dotata o è predisposta per essere dotata di un fine corsa per impedire che il dispositivo anticaduta di tipo guidato si distacchi involontariamente.

Le funi flessibili metalliche sono dotate in ogni caso di un terminale inferiore fissato o vi è applicato un peso adeguato. Nel caso di corda sintetica il terminale inferiore è fissato o vi è applicato un peso adeguato se il dispositivo è di tipo a bloccaggio manuale.

La lunghezza del cordino, compreso il connettore e l'elemento di dissipazione di energia, non deve essere maggiore di 1 m.

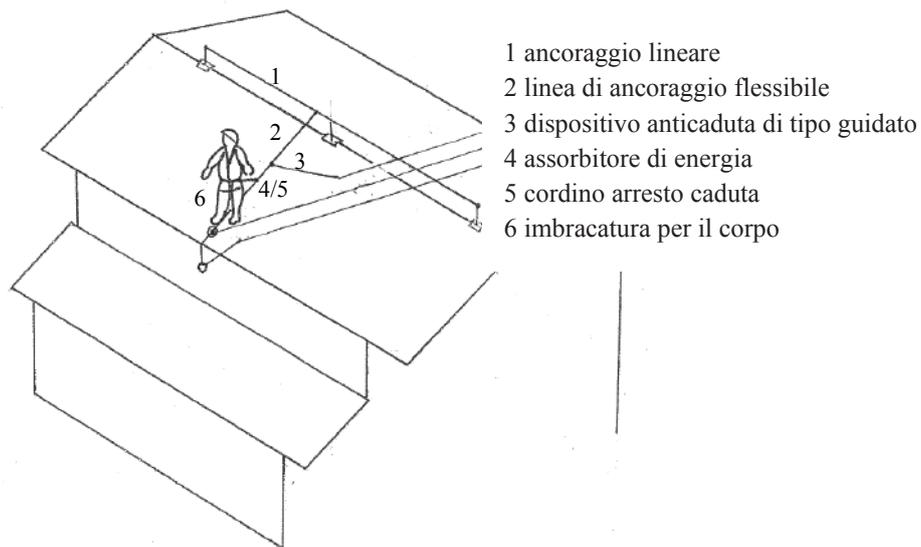


Figura 4.6-3 - Esempio di sistema di arresto caduta che comprende un dispositivo anticaduta di tipo guidato che scorre su linea di ancoraggio flessibile su ancoraggio lineare flessibile orizzontale

*Sistema di arresto caduta che comprende un dispositivo anticaduta di tipo retrattile su ancoraggio puntuale o lineare flessibile orizzontale*

Il dispositivo è dotato di un sistema autobloccante e di un sistema automatico di tensionamento e di ritorno del cordino. La lunghezza del cordino può essere superiore a 2 m.

L'utilizzo del dispositivo retrattile è ammesso su un piano inclinato solo nel caso in cui il fabbricante del dispositivo preveda espressamente tale uso. Detta funzione deve essere descritta nel libretto d'uso e un apposito pittogramma deve essere presente sul corpo del dispositivo.

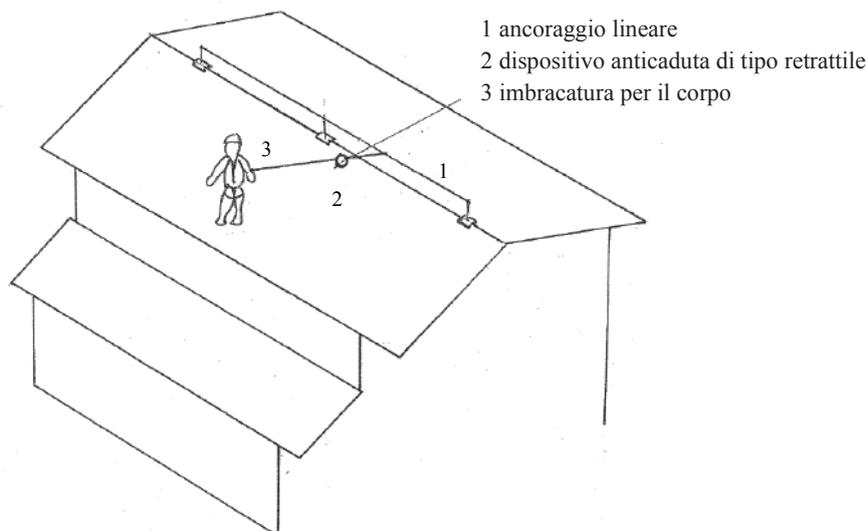


Figura 4.6-4 - Esempio di sistema di arresto caduta con dispositivo anticaduta di tipo retrattile su ancoraggio lineare

Un assorbitore di energia può essere incorporato nel cordino, se il dispositivo retrattile non dispone di una funzione di dissipazione di energia.

I limiti operativi sono specificati nel manuale del fabbricante e in genere riguardano l'efficacia in relazione al punto di ancoraggio del dispositivo, che può essere posizionato sopra l'utilizzatore, su una parete verticale o su pavimento ai piedi del lavoratore stesso.

I limiti operativi, compresa la posizione dell'ancoraggio, vanno rispettati pena l'attivazione del dispositivo in caso di caduta.

#### 4.7 Sistemi di salvataggio

Un sistema di salvataggio comprende:

- un'imbracatura;
- un dispositivo di sollevamento per salvataggio;
- una corda di salvataggio;
- dei connettori;
- un ancoraggio.

Un sistema di salvataggio è un sistema di protezione individuale dalle cadute con il quale l'utilizzatore può salvare sé o altri, in maniera tale che sia prevenuta la caduta libera.

Il dispositivo di sollevamento per salvataggio può essere costituito da un discensore autofrenante che consente di controllare la velocità di discesa, di posizionarsi senza chiave di arresto e spostarsi su una superficie inclinata. Alcuni di questi dispositivi sono in grado di ridurre i rischi d'incidente in caso di errato utilizzo (funzione antipánico). Nelle figure 4.7-1 e 4.7.2 sono mostrati esempi di discensore con ruota e a camma.



Figura 4.7-1 - Esempio di discensore con ruota



Figura 4.7-2 - Esempio di discensore a camma

L'utilizzatore non più autosufficiente, per essere soccorso, deve essere raggiunto dagli utilizzatori incaricati.

Al fine di ridurre i tempi di sospensione inerte occorre valutare la possibilità di una calata verticale al suolo o al primo piano stabile e sicuro dell'utilizzatore o di un eventuale suo spostamento in altra posizione più idonea per la discesa. In molte situazioni l'utilizzatore non più autosufficiente può trovarsi in posizioni che non permettono agli addetti al salvataggio di calarlo direttamente al primo piano stabile e sicuro. In questi casi sarà necessario l'intervento dei corpi specializzati di soccorso tecnico urgente.

Nelle attività su coperture, in alcuni casi, si può effettuare la calata verticale che consiste nel far scendere al suolo o al primo piano stabile e sicuro l'utilizzatore non più autosufficiente, percorrendo una traiettoria verticale rispetto alla posizione in cui si trova l'utilizzatore a seguito di caduta [AAVV-008].

Esistono due situazioni tipiche:

- l'utilizzatore incaricato del salvataggio manovra la discesa al suolo dell'utilizzatore non più autosufficiente raggiungendolo e portandolo con se mediante sistemi di accesso su corda;

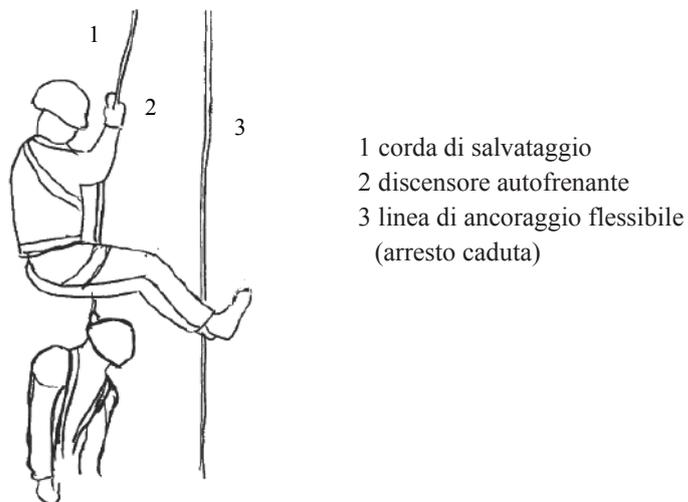


Figura 4.7-2 - Esempio di sistema di salvataggio – Caduta da copertura

- l'utilizzatore incaricato del salvataggio manovra la discesa al suolo dell'utilizzatore non più autosufficiente restando fermo in una posizione.

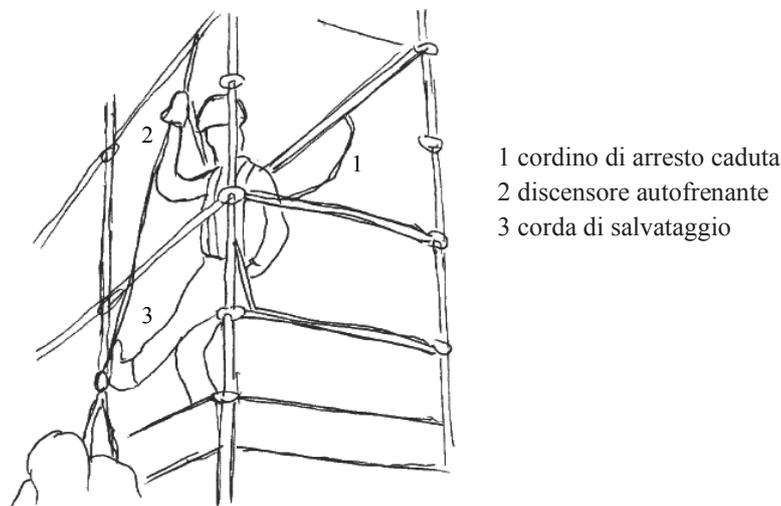


Figura 4.7-3 - Esempio di sistema di salvataggio – Caduta da ponteggio

Tale attività si concretizza nella realizzazione delle seguenti macrofasi:

- ancoraggio temporaneo effettuato ad esempio tramite fettuccia, in un punto del sistema di ancoraggio in copertura, il più possibile sulla verticale passante per la posizione dell'utilizzatore,
- collegamento all'ancoraggio temporaneo della corda di salvataggio e del discensore,
- discesa del lavoratore incaricato del salvataggio verso l'utilizzatore non più autosufficiente e collegamento della corda di salvataggio,
- sollevamento dell'utilizzatore non più autosufficiente (effettuato ad esempio tramite un paranco a corda) e scollegamento del cordino di arresto caduta,
- discesa al suolo dell'utilizzatore non più autosufficiente tramite il discensore.

## 5. Ancoraggi e sistemi di ancoraggio

Con ancoraggio si intende l'insieme di tre elementi: la struttura di supporto, l'ancorante e l'elemento da fissare [Cor-013].

L'ancorante è l'elemento che consente il collegamento tra l'elemento da fissare e la struttura di supporto mentre l'elemento da fissare è il componente del sistema di ancoraggio progettato per essere fissato alla struttura di supporto.

All'elemento da fissare viene collegato l'oggetto da ancorare rappresentato dal sistema di protezione individuale dalle cadute.

La corretta esecuzione degli ancoraggi è uno degli aspetti che maggiormente preoccupa il datore di lavoro durante la realizzazione di un'opera e coinvolge direttamente la formazione del personale e l'utilizzo di materiali e prodotti idonei.

L'approccio e la metodologia ivi proposta sono in linea con i contenuti delle norme UNI 11560:2022 "Sistemi di ancoraggio permanenti in copertura - Guida per l'individuazione, la configurazione, l'installazione, l'uso e la manutenzione" e UNI 11158.

## 5.1 Generalità

Il sistema di protezione individuale dalle cadute e il sistema di ancoraggio devono soddisfare i requisiti per permettere di pianificare il lavoro in quota in condizioni di sicurezza.

Un aspetto importante riguarda l'ergonomia e la necessità di ridurre il numero delle azioni necessarie all'utilizzatore per spostarsi e/o posizionarsi.

Si può asserire, a titolo esemplificativo e non esaustivo, che per i lavori sulle zone interne delle coperture, lontano dai bordi, è più ergonomico, pratico e privo di inciampi l'utilizzo di un sistema di protezione individuale che comprenda un dispositivo di tipo retrattile di lunghezza tale da non permettere la caduta oltre il bordo non protetto.

L'ipotesi di utilizzo di un dispositivo di tipo retrattile, con possibile caduta oltre il bordo non protetto, può essere presa in considerazione solo se previsto dal fabbricante del dispositivo.

Per i lavori in prossimità dei bordi è da valutare l'utilizzo di un sistema di protezione individuale che comprenda un dispositivo di tipo guidato, specificatamente previsto per l'uso dal fabbricante, in grado di esercitare una trazione preventiva sull'utilizzatore verso l'interno della copertura senza bisogno di manovre consapevoli o ricorrendo all'ausilio di ulteriori cordini.

Il sistema di protezione individuale che comprenda un dispositivo di tipo guidato scongiura, di fatto, la possibilità di oltrepassare il bordo. Se il sistema permette di oltrepassare il bordo, va verificato, da parte del fabbricante, che la corda del sistema di arresto caduta permetta di lavorare su spigolo.

I sistemi di ancoraggio devono essere individuati in modo agevole e devono essere evidenziati i punti di accesso, i percorsi di collegamento, i luoghi di lavoro, gli eventuali percorsi di transito in quota, le zone di pericolo, per l'eliminazione e/o la riduzione del rischio.

Per identificare, evidenziare e verificare sia l'idoneità delle strutture a sopportare i carichi derivanti da una caduta, che quella dei sistemi di ancoraggio da installare sulla copertura in funzione delle attività da svolgere, è spesso opportuno l'intervento di un tecnico abilitato che ne certifichi l'idoneità e l'efficacia.

La configurazione del sistema di ancoraggio deve essere tale che, ove possibile, sia preferito un accesso alla copertura attraverso strutture, attrezzature o dispositivi permanenti posizionati all'interno o all'esterno dell'edificio.

Il sistema di ancoraggio deve garantire che l'utilizzatore possa collegarsi in modo sicuro e agevole a partire dai punti di accesso previsti in copertura.

I percorsi devono favorire il transito dell'utilizzatore dal punto di accesso (lucernario, scala, terrazzo, altro) al luogo di lavoro attraverso l'utilizzo di un idoneo sistema di ancoraggio. Le caratteristiche di tali percorsi in copertura devono tener conto di una adeguata ergonomia e di una configurazione geometrica che induca l'utilizzatore a compiere meno manovre possibili di aggancio e sgancio ai sistemi di ancoraggio, per raggiungere il luogo di lavoro e svolgere agevolmente l'attività.

In questa logica, i percorsi dovranno permettere l'installazione di sistemi di ancoraggio lineari, rispetto ai puntuali, che permettono all'utilizzatore di muoversi senza staccarsi dall'ancoraggio.

Si dovrà preferire, ove possibile, un ancoraggio lineare, sia nelle zone di lavoro che nei percorsi, per giungere alle zone di lavoro e per spostarsi tra le zone di lavoro.

## 5.2 Classificazione

Gli ancoraggi ed i sistemi di ancoraggio possono essere classificati in puntuali, lineari e combinati.  
Ancoraggio puntuale: ancoraggio in cui il collegamento con il sistema di protezione individuale dalle cadute è realizzato su un punto non scorrevole.

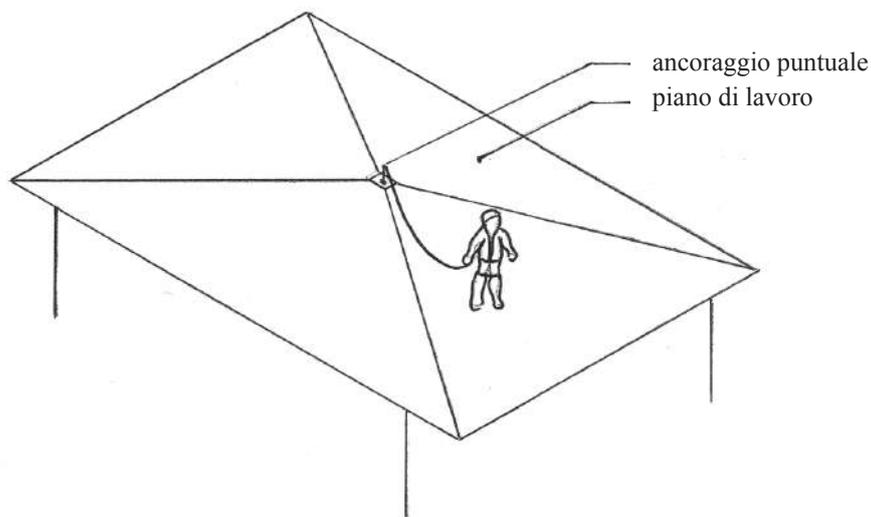


Figura 5.2-1 - Ancoraggio puntuale

Ancoraggio lineare: ancoraggio in cui il collegamento con il sistema di protezione individuale dalle cadute è realizzato su una linea flessibile o rigida orizzontale ed è scorrevole sulla stessa.

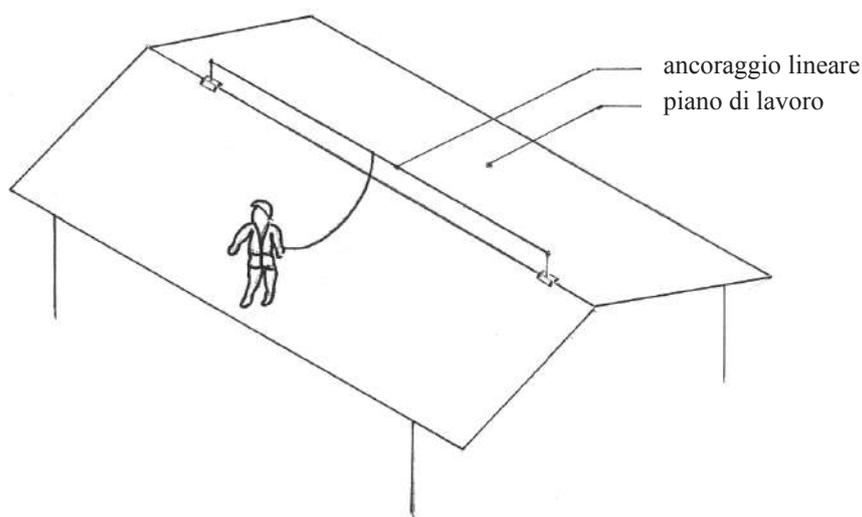


Figura 5.2-2 - Ancoraggio lineare

Sistema di ancoraggio puntuale: insieme di più ancoraggi puntuali in cui il collegamento con il sistema di protezione individuale dalle cadute è realizzato su più punti non scorrevoli.

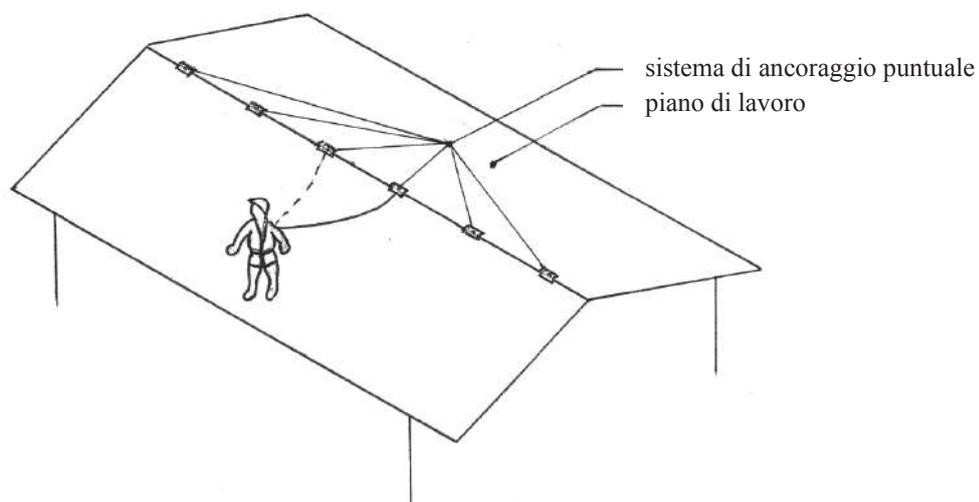


Figura 5.2-3 - Sistema di ancoraggio puntuale

Sistema di ancoraggio lineare: insieme di più ancoraggi lineari in cui il collegamento con il sistema di protezione individuale dalle cadute è realizzato su più linee flessibili o rigide ed è scorrevole sulle stesse.

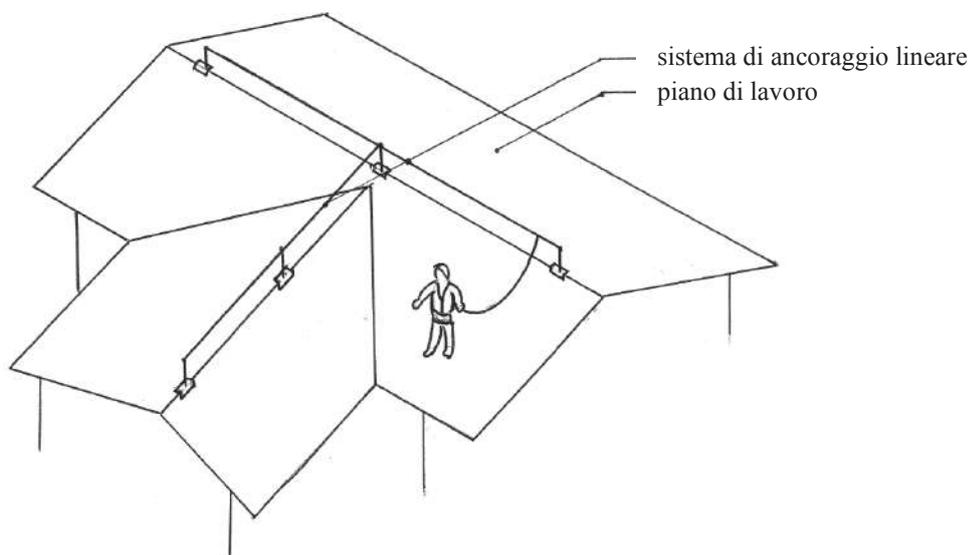


Figura 5.2-4 - Sistema di ancoraggio lineare

Sistema di ancoraggio combinato: insieme di uno o più ancoraggi puntuali ed uno o più ancoraggi lineari in cui il collegamento con il sistema di protezione individuale dalle cadute è scorrevole e/o non scorrevole e realizzato su uno o più punti e/o su una o più linee flessibili o rigide.

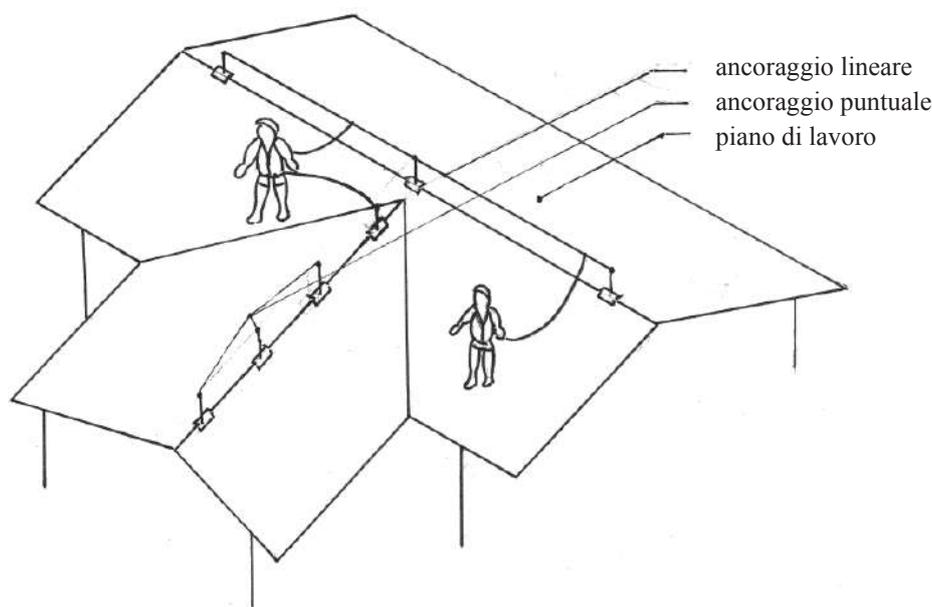


Figura 5.2-5 - Sistema di ancoraggio combinato

### 5.3 Tirante d'aria

Il sistema di ancoraggio, congiuntamente al sistema di arresto caduta, deve impedire che l'utilizzatore vada ad impattare contro ostacoli o tocchi il suolo durante l'eventuale caduta [Ros-016/3]. E' dunque necessario definire il tirante d'aria e stabilirne il significato.

Il tirante d'aria è lo spazio libero, a partire dal punto di caduta dell'utilizzatore, necessario a compensare sia la caduta libera ( $h_{cl}$ ) che tutti gli allungamenti/deformazioni del sistema di ancoraggio e del sistema di arresto caduta, senza che l'utilizzatore urti contro ostacoli durante la caduta, e che comprende un eventuale margine di sicurezza ( $r$ ).

Esso dipende dai seguenti fattori, ben evidenziati nel capitolo 6 della UNI 11158:

- freccia dell'ancoraggio lineare (paragrafo 6.3);
- posizione di partenza (paragrafo 6.5.2);
- distanza di arresto (paragrafo 6.5.3);
- distanza tra l'attacco dell'imbracatura ed i piedi del lavoratore (paragrafo 6.5.4);
- effetto pendolo (paragrafo 6.4);
- scostamento laterale del punto di ancoraggio (paragrafo 6.5.5);
- margine di sicurezza (paragrafo 6.5.6).

### 5.4 Requisiti

I requisiti di un sistema di ancoraggio possono essere stabiliti in diversi modi; in questo contesto si farà riferimento alle prestazioni che debbono possedere ed alla geometria del sistema stesso. Si parlerà dunque di requisiti prestazionali e geometrici [Ros-014/2].

L'approccio corretto alla progettazione di un sistema di ancoraggio in copertura richiede comunque la valutazione preliminare del sistema di protezione individuale dalle cadute da utilizzarsi in

funzione dell'attività prevista. Lo scopo di un sistema di ancoraggio è infatti quello di permettere il collegamento di un sistema di protezione individuale dalle cadute in maniera tale che sia, come obiettivo principale, impedita la caduta dall'alto.

Se questo non è possibile, e cioè se viene adottato un sistema che arresta la caduta dall'alto, esso deve consentire di:

- arrestare l'utilizzatore entro lo spazio disponibile;
- garantire l'incolumità dell'utilizzatore anche ove esso è esposto al rischio legato all'effetto pendolo.

Ciò significa che deve essere disponibile uno spazio di sicurezza che compensi sia la caduta libera che tutti gli allungamenti/deformazioni del sistema di ancoraggio e del sistema di arresto caduta. L'utilizzatore durante la caduta non deve urtare contro ostacoli.

In caso di caduta l'oscillazione, che l'utilizzatore subisce, deve essere limitata in maniera tale da non pregiudicarne le condizioni di salute e garantirne il salvataggio.

#### 5.4.1 Requisiti prestazionali

Lo scopo di un sistema di ancoraggio può essere ottenuto con diversi gradi di efficacia che derivano dalle prestazioni del sistema. Essi dipendono da:

- ergonomia;
- freccia;
- effetto pendolo;
- resistenza della struttura di supporto;
- dissipazione.

Valutare le caratteristiche e le prestazioni di un sistema di ancoraggio permette di analizzare i rischi connessi all'intervento in copertura - con riferimento anche al numero degli utilizzatori collegati simultaneamente - e di effettuare correttamente la scelta del sistema di protezione individuale dalle cadute.

In generale sono da preferirsi i sistemi che impediscono la caduta libera rispetto a quelli che arrestano la caduta libera in quanto, limitando il percorso che può compiere l'utilizzatore, non ne permettono la caduta dall'alto.

Un sistema di trattenuta, infatti, circonda il movimento dell'utilizzatore, in modo che allo stesso venga impedito di raggiungere zone in cui potrebbe verificarsi una caduta dall'alto.

Un sistema di arresto caduta, invece, è un sistema di protezione individuale dalle cadute che arresta la caduta libera e che limita la forza d'urto sul corpo dell'utilizzatore durante l'arresto caduta ed inoltre:

- permette all'utilizzatore di raggiungere le zone o le posizioni in cui esiste il rischio di caduta libera,
- limita la lunghezza della caduta;
- prevede la sospensione dopo l'arresto caduta.

Nel presente capitolo verranno esaminati gli aspetti relativi alla struttura di supporto ed alla dissipazione.

#### 5.4.1.1 Resistenza della struttura di supporto

Una idonea struttura di supporto è elemento fondamentale per la realizzazione di un ancoraggio sicuro.

Nelle costruzioni nuove e, soprattutto, nelle ristrutturazioni i materiali impiegati sono differenti da caso a caso: essi dipendono, infatti, dalla tipologia della costruzione, dalla tecnica realizzativa, dalla disponibilità di maestranze specializzate in settori specifici, dalla zona ove è ubicato l'immobile.

Le caratteristiche della struttura di supporto su cui è effettuata l'installazione del sistema di ancoraggio devono permettere di realizzare una unione solidale con la struttura stessa e di sopportare agevolmente i carichi derivanti dall'azione del sistema di ancoraggio e del sistema di protezione individuale dalle cadute in particolar modo quando è adottato un sistema che arresta la caduta dall'alto.

L'installatore deve eseguire il fissaggio (collegamento alla struttura di supporto), secondo le specifiche del progettista strutturale, con riferimento alle indicazioni e alle prescrizioni del fabbricante del sistema di fissaggio stesso.

##### *Calcestruzzo armato*

Il calcestruzzo è un materiale con notevoli doti di resistenza a compressione alla quale si contrappone una resistenza a trazione relativamente bassa, motivo per il quale nei getti vengono introdotte barre d'acciaio, nelle posizioni più opportune. Il materiale così rinforzato è definito calcestruzzo armato.

L'installazione sul calcestruzzo armato può essere realizzata con ancoranti di tipo meccanico o chimico, specificatamente studiati per il materiale componente la struttura, o mediante sistemi di incravattamento della struttura o con altri metodi o con una combinazione degli stessi.

##### *Acciaio*

L'acciaio è un materiale strutturale con un vastissimo campo di applicazione nelle costruzioni in virtù delle sue proprietà meccaniche di rigidità, resistenza e duttilità.

L'installazione sulle strutture in acciaio può essere realizzata con dispositivi specificatamente studiati per il materiale componente la struttura, quali, per esempio, bullonatura o saldatura in opera o mediante sistemi di incravattamento della struttura o con altri metodi o con una combinazione degli stessi.

##### *Legno*

Il legno è il più antico materiale da costruzione utilizzato dall'uomo per la propria casa, è leggero e con una buona resistenza a compressione. Il suo utilizzo è sempre più diffuso da quando temi come l'energia, la sostenibilità e l'ecologia sono diventati più importanti anche nell'ambito delle costruzioni. L'installazione sulle strutture lignee può essere realizzata con dispositivi specificatamente studiati per il materiale componente la struttura, quali, per esempio, viti o ancoranti chimici o mediante sistemi di incravattamento della struttura o con altri metodi o con una combinazione degli stessi.

##### *Altri materiali*

Esistono tutta una serie di altri materiali, sia tradizionali, si pensi alla muratura, che non, come il calcestruzzo cellulare, che vengono impiegati nelle costruzioni.

L'installazione su questi ultimi può essere eseguita, da parte del progettista strutturale, previa valutazione e verifica di idoneità del materiale stesso a fornire le prestazioni di resistenza richieste dall'installazione.

Identificato l'ancorante idoneo, sulla base di indicazioni da parte del fabbricante dell'ancorante in relazione ai materiali costituenti la struttura stessa, si deve procedere alla verifica relativa alla unione solidale e all'assorbimento dei carichi.

#### 5.4.1.2 Dissipazione

Durante una caduta dall'alto viene sviluppata una energia cinetica che deve essere dissipata dagli elementi o componenti del sistema di ancoraggio e/o del sistema di protezione individuale delle cadute.

L'elemento del sistema di protezione individuale delle cadute proposto a questo scopo è l'assorbitore di energia che limita la forza d'urto che agisce sul corpo dell'utilizzatore in caso di caduta.

Il dissipatore di energia è l'elemento posto sul sistema di ancoraggio. In linea generale, con esso e/o con la deformazione plastica controllata, si ha una riduzione del valore delle forze sugli ancoraggi di estremità e relativo aumento della freccia.

È possibile progettare un sistema di ancoraggio con linea flessibile utilizzando supporti deformabili o indeformabili, in base alle prescrizioni del fabbricante dei dispositivi.



Figura 5.4.1.2-1 - Esempio di supporto indeformabile



Figura 5.4.1.2-2 - Esempio di supporto deformabile

#### 5.4.2 Requisiti geometrici

Il sistema di ancoraggio deve essere realizzato in maniera tale che la superficie della copertura sia raggiungibile dall'utilizzatore ad esso collegato. Ciò comporta di:

- verificare la continuità del sistema di ancoraggio o di passaggio in sicurezza fino alla zona d'intervento;
- verificare che tutta la zona d'intervento prevista sia fruibile attraverso il sistema di ancoraggio, anche con eventuali triangolazioni;
- verificare che il sistema di ancoraggio, in caso di caduta dall'alto dell'utilizzatore, permetta di ridurre i rischi legati all'effetto pendolo ed al tirante d'aria a disposizione.

### 6. Utilizzo dei sistemi di protezione individuale dalle cadute

#### 6.1 Generalità

I sistemi di protezione individuale dalle cadute che possono essere impiegati durante le attività lavorative sono:

- i sistemi di trattenuta;
- i sistemi di posizionamento sul lavoro;
- i sistemi di accesso su corda;
- i sistemi di salvataggio.

I sistemi di arresto caduta non dovrebbero essere destinati ad essere impiegati durante le attività lavorative in quanto non impediscono la caduta libera dell'utilizzatore, ma la arrestano entro una distanza prefissata, a seconda del tipo di dispositivo, mantenendolo in sospensione.

I sistemi di arresto caduta limitano inoltre la forza sul corpo dell'utilizzatore dovuta alla decelerazione durante la frenata.

I sistemi di arresto caduta costituiscono la protezione durante lo spostamento dell'utilizzatore tra una fase e l'altra del posizionamento sul lavoro. Dovrebbero essere mantenuti collegati all'ancoraggio durante l'uso di un sistema di posizionamento quando lo stesso è usato per stazionare in tensione o in sospensione.

## 6.2 Sistemi di trattenuta

Il sistema di trattenuta è un sistema che impedisce all'utilizzatore di accedere nella zona di pericolo oltre la quale vi è il rischio di caduta. Esso si compone di un dispositivo di collegamento fisso o regolabile e un dispositivo di presa del corpo che può essere una cintura UNI EN 358: 2019 "Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto – Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro", o una cintura con cosciali UNI EN 813: 2008 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Cinture con cosciali", o una imbracatura per il corpo UNI EN 361: 2003 "Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Imbracature per il corpo".

Il sistema è applicabile su superfici piane in cui l'utilizzatore è in una situazione di equilibrio stabile. L'utilizzatore nel caso decida di impiegare un dispositivo di collegamento di tipo non regolabile, identificata la zona di pericolo, rileva la distanza tra l'ancoraggio e il limite oltre il quale può cadere fuori dal piano di calpestio ( $d$ ). L'utilizzatore adotterà dunque un dispositivo di collegamento di lunghezza pari a  $(d - 1)$  m.

Nel caso l'utilizzatore decida di impiegare un dispositivo di collegamento di tipo regolabile può provvederne alla regolazione con due modalità: statica o dinamica.

Nel primo caso l'utilizzatore regola il dispositivo di collegamento affinché esso abbia lunghezza pari a  $(d - 1)$  m.

Nella regolazione dinamica l'utilizzatore si muove dall'ancoraggio verso la zona di pericolo e si ferma due metri prima della stessa. Qualora l'ancoraggio sia di tipo flessibile, l'utilizzatore dovrà pre-tensionare la linea ed effettuare quindi la regolazione di precisione del dispositivo di collegamento. Determinata la misura che permette di non oltrepassare la zona di pericolo, il sistema di collegamento può essere invertito ponendo l'estremità con la regolazione sull'ancoraggio e l'altra sull'utilizzatore.

In entrambi i casi il sistema di trattenuta, per essere efficace, dovrà considerare la deformazione dell'ancoraggio e le geometrie descritte, circonferenze o triangoli ed eventuali deviazioni.

Ai fini della determinazione delle azioni critiche sull'ancoraggio durante l'utilizzo del sistema di trattenuta l'utilizzatore, attraverso un passo spedito, deve esercitare delle azioni volte a mettere in tensione il sistema di collegamento.

## 6.3 Sistemi di posizionamento sul lavoro

Il sistema di posizionamento è un sistema che previene o limita la caduta e che permette di posizionarsi sul lavoro in tensione o in sospensione. Esso si compone di un dispositivo di collegamento fisso o regolabile e un dispositivo di presa del corpo che può essere una cintura di posizionamento UNI EN 358 o una cintura con cosciali UNI EN 813.

Il sistema è applicabile su superfici inclinate se l'utilizzatore è in una situazione di equilibrio stabile. Il sistema di posizionamento sul lavoro può essere usato in tre configurazioni: laterale, diretta e mista.

La configurazione laterale prevede che il cordino avvolga il supporto, che venga collegato agli anelli laterali della cintura di posizionamento e che l'utilizzatore appoggi o spinga i piedi.

La configurazione diretta prevede il cordino collegato ad un'estremità all'ancoraggio e all'altra sull'utilizzatore utilizzando l'attacco ventrale della cintura con cosciali. L'utilizzatore può appoggiare o non appoggiare i piedi ovvero stare in tensione o in sospensione.

La configurazione mista prevede che il cordino avvolga il supporto e venga collegato, con entrambe le estremità, all'attacco ventrale della cintura con cosciali con l'utilizzatore che appoggia o non appoggia i piedi.

Nell'ambito della sperimentazione effettuata e descritta nel capitolo 7, ai fini della determinazione delle azioni critiche sull'ancoraggio durante l'utilizzo del sistema di posizionamento sul lavoro, l'utilizzatore, attraverso una progressione lenta, deve esercitare delle azioni volte a mettere in tensione il sistema di collegamento.

#### 6.4 Sistemi di accesso su corda

Il sistema di accesso su corda è un sistema che previene, limita o arresta la caduta [Seg, Val-021], [Seg, Val-023].

È composto da una corda di lavoro da cui l'utilizzatore è direttamente sostenuto che gli consente di muoversi in discesa, in salita e posizionarsi sul luogo di lavoro.

Il sistema prevede un'ulteriore corda di sicurezza che interviene in caso di malfunzionamento dei sistemi di regolazione sulla corda di lavoro o in caso di caduta dell'utilizzatore.

Il dispositivo di presa del corpo è una cintura di posizionamento con cosciali integrata, o assemblata tramite apposito pettorale, in una imbracatura per il corpo.

Il posizionamento sul lavoro, in un sistema di accesso su corda, è una tecnica specifica e non è equivalente al posizionamento sul lavoro in conformità alla UNI EN 358. L'uso della sola corda di lavoro è possibile sulle superfici inclinate in cui l'utilizzatore si trova in una situazione di equilibrio stabile.

Il sistema è applicabile anche su superfici inclinate in cui l'utilizzatore è in una situazione di equilibrio instabile. Il sistema consente di effettuare il salvataggio.

Nell'ambito della sperimentazione effettuata e descritta nel capitolo 7 verranno trattati:

- la discesa regolare con arresto regolare;
- la salita regolare;
- la discesa con arresto rapido volontario;
- la discesa con arresto rapido involontario;
- la caduta dinamica.

Nella discesa regolare con arresto regolare l'utilizzatore, durante la discesa, si muove lungo la corda di lavoro regolando la sua posizione mediante il sistema di regolazione della corda tipo C UNI EN 12841: 2007 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi di accesso con fune - Dispositivi di regolazione della fune". L'elemento di controllo della discesa (leva) viene azionato in modo che la velocità di discesa resti nei limiti dei 2 m/s secondo i parametri di controllo

della discesa previsti nella UNI EN 12841. Nella discesa regolare con arresto regolare l'utilizzatore viene fermato entro uno spazio  $\geq 1$  m.

Nella salita regolare l'utilizzatore sale lungo la corda di lavoro con tecnica di autoparanco mantenendo la corda sempre in tensione. La salita avviene per 5 m senza soluzione di continuità.

Nella discesa con arresto rapido volontario l'utilizzatore, durante la discesa, rilascia l'elemento di controllo della discesa (leva). Nella discesa con arresto rapido volontario l'utilizzatore viene fermato entro uno spazio  $\leq 0,5$  m.

Nella discesa con arresto rapido involontario l'utilizzatore, durante la discesa, aziona l'elemento di bloccaggio antipánico integrato nella leva. Nella discesa con arresto rapido involontario l'utilizzatore viene fermato entro uno spazio  $\leq 0,1$  m.

La caduta dinamica è determinata dal mancato intervento del sistema di arresto caduta sulla corda di sicurezza che può avvenire tra la fase in cui l'utilizzatore si trova sul piano in condizioni di equilibrio stabile e la fase di sospensione in cui può commettere l'errore di esporsi ad una possibile caduta con fattore di caduta 2. Il fattore di caduta è il rapporto tra l'altezza di caduta e la lunghezza del cordino.

Nell'ambito della sperimentazione effettuata e descritta nel capitolo 7 la caduta dinamica è stata effettuata nel caso peggiore ovvero con l'ancoraggio della corda di lavoro al livello del piano, l'utilizzatore in posizione eretta sul bordo oltre il quale è possibile la caduta libera ed il discensore con la leva in posizione di bloccaggio. In questo caso la distanza di intervento del dispositivo di arresto della caduta, posto sulla corda di sicurezza, è superiore alla altezza  $h = 1$  m misurata dal piano al punto di attacco ventrale dell'utilizzatore. Il punto ventrale della cintura di posizionamento, in cui è applicato il discensore, cade liberamente per 2 m.

L'illustrazione delle tecniche di salita e discesa si è resa necessaria per determinare quali siano le azioni sull'ancoraggio durante l'utilizzo del sistema di accesso su corda, descritte nel paragrafo 7.4.7.

La descrizione della caduta dinamica è stata indispensabile per comprendere l'utilizzo scorretto del sistema accesso su corda e come influisca sulle azioni critiche all'ancoraggio, descritte nel paragrafo 7.4.7.

## 6.5 Sistemi di salvataggio

Il sistema di salvataggio è un sistema che permette di alzare o abbassare l'utilizzatore togliendolo dallo stato di sospensione inerte su un sistema di protezione contro le cadute dall'alto o di evacuarlo dal luogo di lavoro in quota in caso di pericolo imminente. Il sistema previene la caduta libera durante l'operazione di salvataggio.

Il sistema di salvataggio verso il basso si compone generalmente di un dispositivo di collegamento tessile (corda UNI EN 1891:2001 "Dispositivi di protezione individuale per la prevenzione delle cadute dall'alto – Corde con guaina a basso coefficiente di allungamento") integrato in un discensore manuale classe A tipo 2 UNI EN 341: 2011 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di discesa" per salvataggio o automatico classe A tipo 1 UNI EN 341. Il sistema può essere implementato da idonea puleggia o sistema di carrucole per brevi sollevamenti della persona inerte.

Il sistema di salvataggio verso l'alto può essere di due tipologie: prefabbricato o assemblato dall'utilizzatore.

Il tipo prefabbricato è conforme alla norma UNI EN 1496: 2017 “Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Dispositivi di sollevamento per salvataggio” classe A (solo sollevamento) o classe B (con una funzione addizionale di discesa azionata a mano, prevista per far scendere una persona per una distanza limitata di 2 m, per esempio per evitare un’ostruzione).

Il dispositivo di collegamento può essere un cavo metallico, una cinghia tessile o una corda UNI EN 1891.

Il tipo assemblato dall’utente si compone di un dispositivo di collegamento tessile (corda UNI EN 1891) integrato in un discensore manuale UNI EN 341 classe A tipo 2 al quale viene abbinato un sistema di carrucole per lunghi sollevamenti.

Il dispositivo di presa del corpo per il salvataggio è una imbracatura per il corpo UNI EN 361 o una imbracatura da salvataggio UNI EN 1498: 2007 “Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Cinghie di salvataggio”.

Nell’ambito della sperimentazione effettuata e descritta nel capitolo 7 verrà trattato il salvataggio:

- verso l’alto con sistema di tipo assemblato dall’utente e discensore manuale UNI EN 341 classe A tipo 2 con puleggia integrata e una puleggia UNI EN 12278:2007 “Attrezzatura per alpinismo - Pulegge - Requisiti di sicurezza e metodi di prova”;
- verso il basso con sistema discensore manuale UNI EN 341 classe A tipo 2 con puleggia integrata e una puleggia UNI EN 12278;

Nel salvataggio verso l’alto la massa rigida di 100 kg è stata sospesa ad una distanza di 1 m sotto il bordo della copertura avente inclinazione di 21°.

Il discensore è stato posto sull’ancoraggio e la corda di collegamento è stata collegata alla massa; successivamente si è proceduto al pretensionamento della corda stessa.

Per ridurre gli sforzi durante il sollevamento della massa la corda, non in tensione, è stata collegata alla massa mediante una puleggia ottenendo una demoltiplica. La forza traente applicata è stata prossima a 150 daN. In questo scenario sono presenti due attriti sul bordo, uno relativo alla corda che collega la massa e l’altro alla corda di demoltiplica. La massa è stata sollevata fino al bordo della copertura.

Un’ulteriore prova è stata effettuata escludendo l’attrito della demoltiplica, ovvero applicando la forza traente verticalmente rispetto alla massa. La massa è stata sollevata fino al bordo della copertura.

Nel salvataggio verso il basso la massa di 100 kg è stata sospesa ad una distanza di 1 m sotto il bordo della copertura avente inclinazione di 21°.

Il discensore è stato posto sull’ancoraggio e la corda di collegamento è stata collegata alla massa; successivamente si è proceduto al pretensionamento della corda stessa.

Per ridurre gli sforzi durante il sollevamento della massa la corda, non in tensione, è stata collegata alla massa mediante una puleggia ottenendo una demoltiplica. La forza traente applicata è stata prossima a 100 daN. In questo scenario sono presenti due attriti sul bordo, uno relativo alla corda che collega la massa e l’altro alla corda di demoltiplica. La massa è stata sollevata di 0,1 m circa per procedere a scollegare il sistema di arresto della caduta. Si è quindi proceduto con una discesa regolare per 4 m circa.

La descrizione delle tecniche di salvataggio si è resa necessaria per determinare quali siano le azioni sull’ancoraggio durante l’utilizzo del sistema, descritte nel paragrafo 7.4.7.

## 6.6 Criticità dei sistemi applicati su un ancoraggio flessibile lineare orizzontale

I sistemi di protezione individuale dalle cadute vanno utilizzati correttamente per permettere di eseguire i lavori in quota in condizioni di sicurezza.

Occorre dunque determinare il comportamento degli ancoraggi durante l'utilizzo dei sistemi di trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio nel caso particolare in cui essi vengano applicati su un ancoraggio flessibile lineare orizzontale.

Nell'ambito della sperimentazione effettuata e descritta nel capitolo 7 state realizzate solo le prove sull'ancoraggio puntuale in quanto più conservative. Da questi dati potranno essere derivati quelli riguardanti l'ancoraggio flessibile lineare orizzontale.

### 6.6.1 Uso del sistema di trattenuta

L'utilizzo del sistema di trattenuta deforma la linea flessibile e produce una freccia con conseguente riduzione della zona di sicurezza.

È necessario dunque prevedere tale comportamento e stabilire la lunghezza del sistema di collegamento pretensionando la linea di ancoraggio per stabilire la freccia potenziale.

La regolazione della lunghezza in un sistema di trattenuta dovrà tener conto della freccia potenziale rilevata.

Un sistema di trattenuta che preveda l'utilizzo di un ancoraggio puntuale indeformabile o un ancoraggio rigido lineare orizzontale non necessita di questa azione preventiva.

### 6.6.2 Uso del sistema di posizionamento sul lavoro

Il sistema di posizionamento sul lavoro, quando viene usato in modo diretto, ovvero con una estremità collegata all'ancoraggio ed il regolatore posto all'anello ventrale dell'imbracatura, si comporta come il sistema di trattenuta di cui al punto 6.6.1.

L'utilizzo del sistema di posizionamento sul lavoro su una superficie inclinata deve consentire all'utilizzatore di trovarsi nella condizione di equilibrio stabile. Ciò implica che la regolazione della lunghezza debba essere effettuata soltanto in prossimità della zona oltre la quale vi è il rischio di caduta.

È necessario dunque prevedere tale comportamento e stabilire la lunghezza del sistema di collegamento pretensionando la linea di ancoraggio per identificare la freccia potenziale. Essa va determinata con l'utilizzatore disposto ortogonalmente rispetto al piano di calpestio.

Nel caso in cui l'ancoraggio puntuale o l'ancoraggio lineare siano dotati di supporti deformabili deve essere eseguita un'ulteriore verifica del carico statico massimo applicabile sugli stessi, al fine di determinarne la possibilità di utilizzo.

Un sistema di posizionamento sul lavoro che preveda l'utilizzo di un ancoraggio puntuale indeformabile o un ancoraggio rigido lineare orizzontale non necessita di questa azione preventiva.

### 6.6.3 Uso del sistema di accesso su corda

Il sistema di accesso su corda prevede la presenza di una corda di lavoro e di una corda di sicurezza.

La corda di lavoro deve essere mantenuta in tensione durante tutte le fasi d'uso; ciò è ottenuto mediante l'azione massa dell'utilizzatore durante lo stazionamento e lo spostamento.

Lo spostamento dell'utilizzatore nelle due direzioni, alto/basso, induce delle azioni che, trasmesse all'ancoraggio, ne provocano la deformazione. Il pretensionamento dell'ancoraggio, di cui ai punti 6.6.1 e 6.6.2, non permette di evitare tale accadimento.

L'azione preventiva necessaria è dunque l'applicazione della corda di lavoro su un ancoraggio puntuale indeformabile o un ancoraggio rigido lineare orizzontale.

#### **6.6.4 Uso del sistema di salvataggio**

Qualora il sistema di ancoraggio abbia già arrestato una caduta il pretensionamento di cui al punto 6.6.1 va predeterminato in funzione della freccia massima dell'ancoraggio flessibile lineare.

Le forze applicate all'ancoraggio lineare, derivanti dalla trazione per il sollevamento dell'utilizzatore da soccorrere, non sono maggiori di quelle esercitate dalla massa sospesa, anche in caso di eventuale attrito sul bordo della copertura.

L'applicazione del sistema di salvataggio su ancoraggi di tipo fisso puntuale indeformabile è la misura preventiva preferibile da adottare.

### **7. Prove sperimentali**

#### **7.1 Obiettivi**

L'obiettivo della sperimentazione è di determinare le azioni sugli ancoraggi derivanti dall'utilizzo del:

- sistema di trattenuta;
- sistema di posizionamento sul lavoro;
- sistema di accesso su corda;
- sistema di salvataggio.

Per quel che riguarda il sistema di arresto caduta la letteratura internazionale fissa in 6 kN il valore massimo dell'azione che lo stesso può esercitare sull'ancoraggio.

La tipologia di ancoraggio sulla quale sono state effettuate le prove è l'ancoraggio puntuale rappresentato nella figura 5.2-1 in cui viene utilizzato un supporto indeformabile di cui in figura 5.4.1.2-1 è riportato un esempio.

#### **7.2 Disposizione e procedimento di prova**

##### **7.2.1 Descrizione delle prove**

Le prove consistono nel simulare le condizioni d'uso reale, stabilite in 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5, riguardanti i sistemi di:

- trattenuta;
- posizionamento sul lavoro;
- accesso su corda;
- salvataggio.

Le prove sono state effettuate con utilizzatori di massa pari a 100 kg utilizzando discensori UNI EN 12841 tipo C, corde UNI EN 1891 di tipo A e di tipo B.

In riferimento al sistema di accesso su corda sono state realizzate le prove di:

- discesa regolare con arresto regolare (serie 1);
- salita regolare (serie 2);
- discesa con arresto rapido volontario (serie 3);
- discesa con arresto rapido involontario (serie 4);
- caduta dinamica (serie 5).



Figura 7.2.1-1 - Sistema di accesso su corda

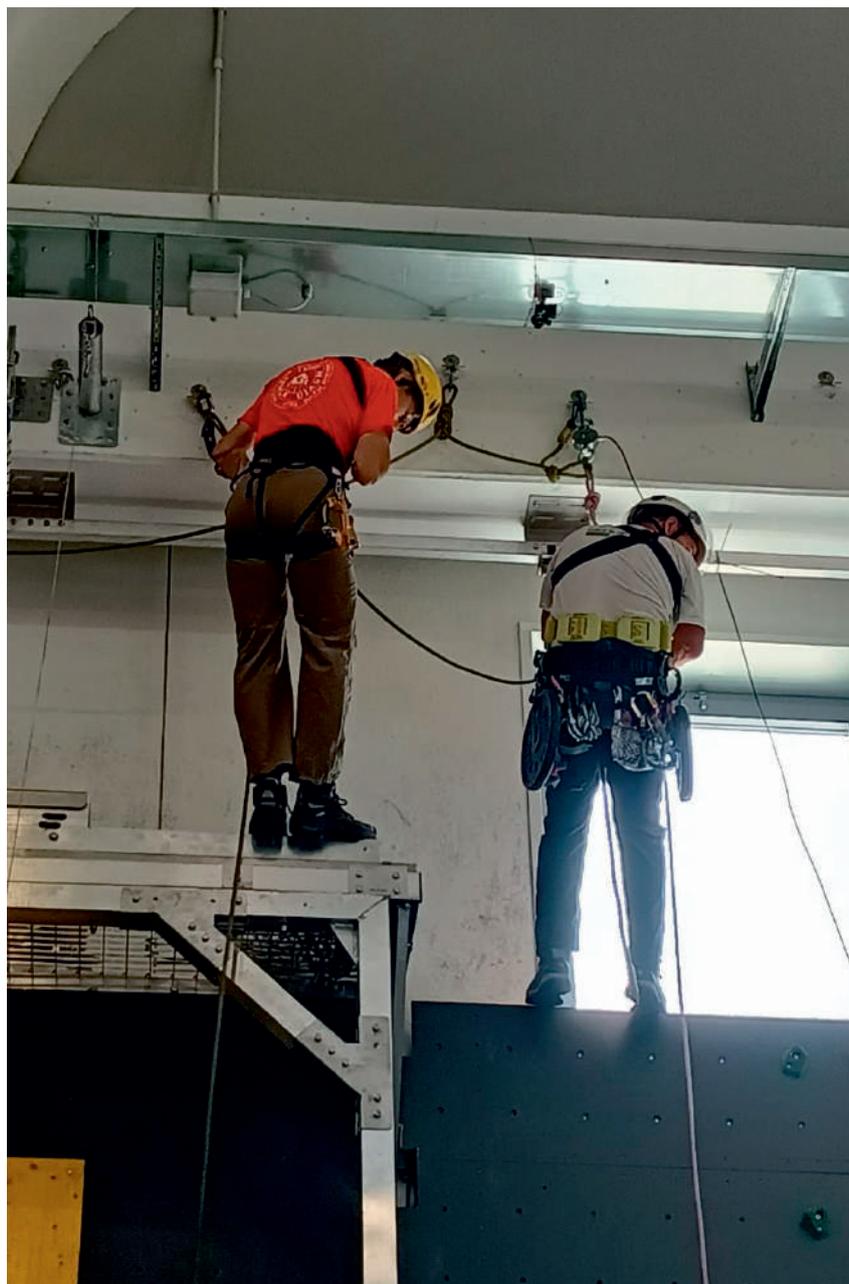


Figura 7.2.1-2 - Sistema di accesso su corda

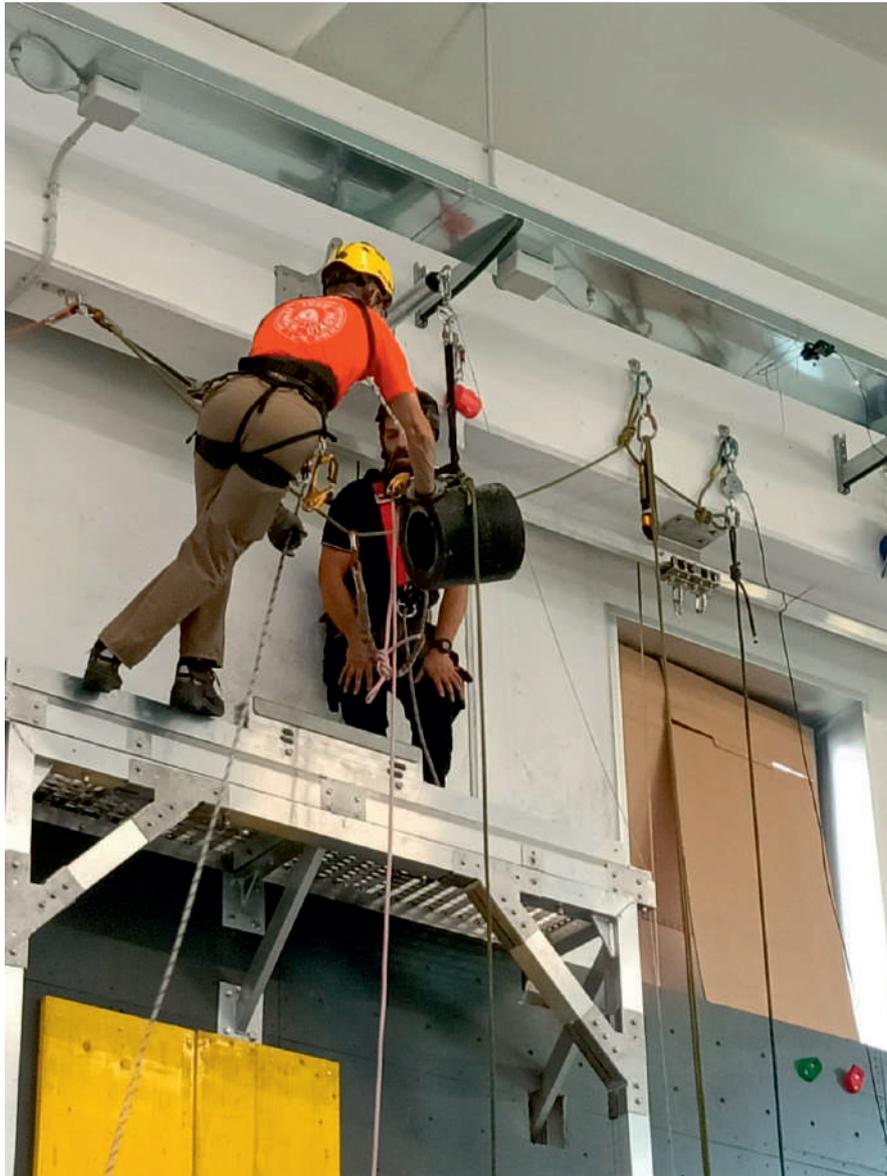


Figura 7.2.1-3 - Sistema di accesso su corda – Caduta dinamica – Innalzamento massa rigida



Figura 7.2.1-4 - Sistema di accesso su corda – Caduta dinamica – Inizio prova



Figura 7.2.1-5 - Sistema di accesso su corda – Caduta dinamica – Fine prova

Sono state inoltre effettuate una prova di salita regolare e una di discesa con arresto rapido involontario con utilizzatore di massa pari a 70 kg.

In riferimento al sistema di salvataggio 'statico' sono state realizzate le prove di:

- salvataggio verso l'alto (serie 6);
- salvataggio verso il basso (serie 7).



Figura 7.2.1-6 - Sistema di salvataggio - Salvataggio verso l'alto

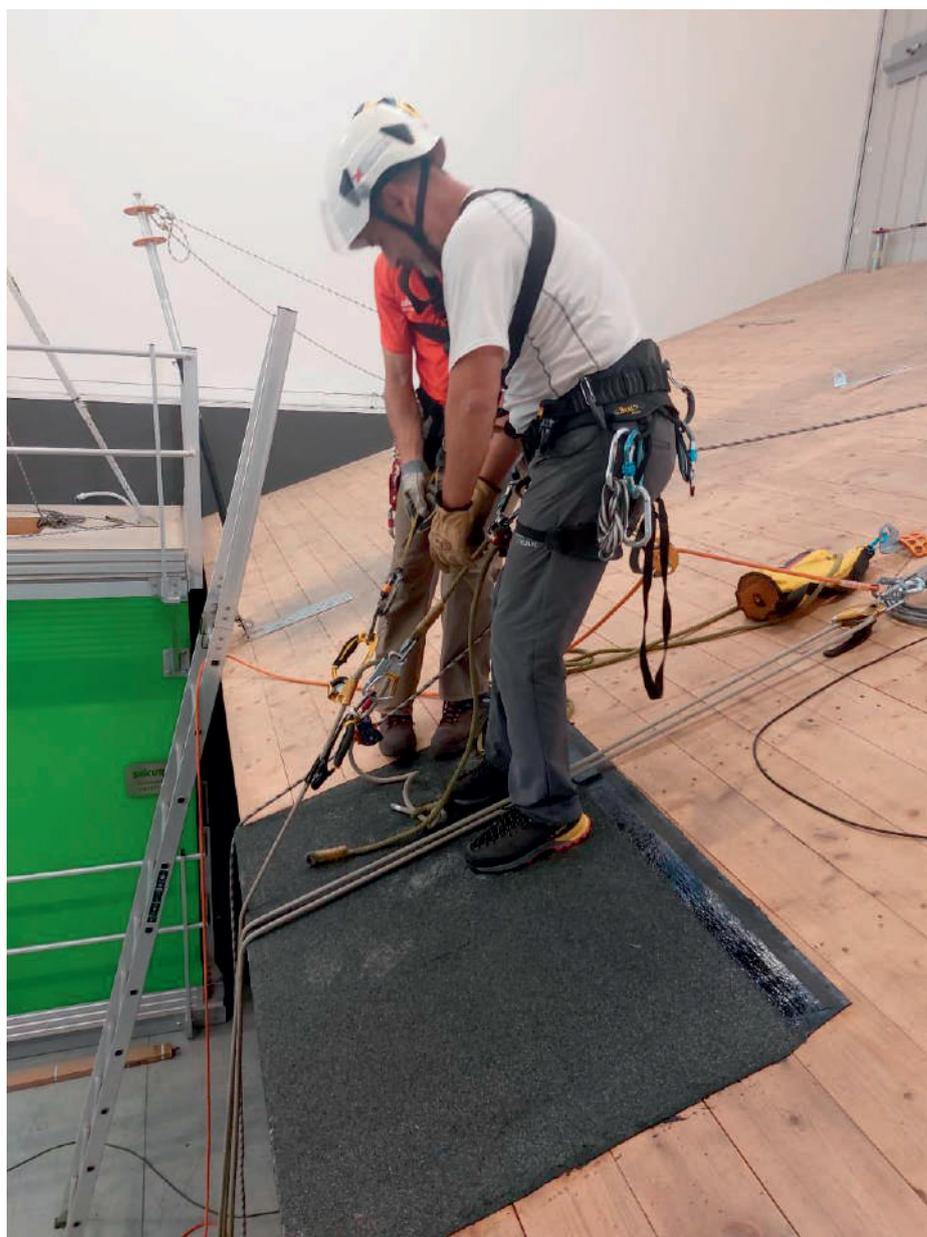


Figura 7.2.1-7 - Sistema di salvataggio - Salvataggio verso l'alto  
 Condizione di 'attrito tre corde' - (Prova 6A.1)

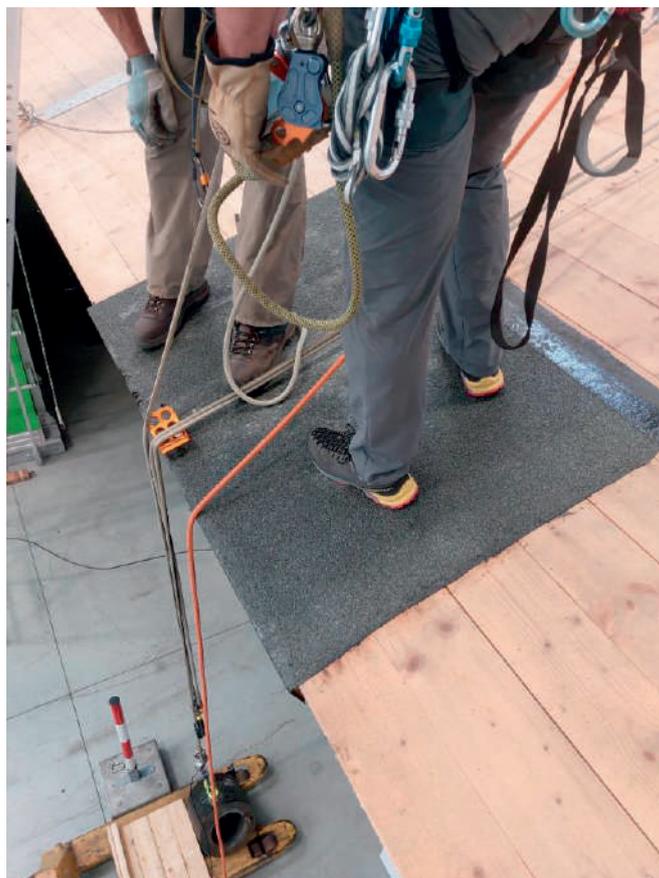


Figura 7.2.1-8 - Sistema di salvataggio - Salvataggio verso l'alto  
Condizione di 'attrito tre corde' - (Prova 6A.9)

Nelle prove sono stati utilizzati un sistema di recupero mediante paranco e pulegge, discensori a camma e a ruota, corde UNI EN 1891 di tipo A e di tipo B e massa rigida di 100 kg.

Le prove di salvataggio verso l'alto sono state effettuate simulando due scenari con rispettive due situazioni:

- con bloccante posto sotto il bordo della copertura e conseguente attrito di tre segmenti di corda sullo spigolo, senza e con riduzione di attrito mediante rulliera;
- con bloccante posto sopra il bordo della copertura e conseguente attrito di un segmento di corda sullo spigolo senza e con riduzione di attrito mediante rulliera.

Sono state inoltre effettuate delle prove per la determinazione del carico statico che agisce sull'ancoraggio durante l'utilizzo del:

- sistema di posizionamento sul lavoro (serie 8);
- sistema di trattenuta (serie 9).

Le prove sono state effettuate con utilizzatori con massa pari a 70 e 100 kg.



Figura 7.2.1-9 - Sistema di posizionamento sul lavoro

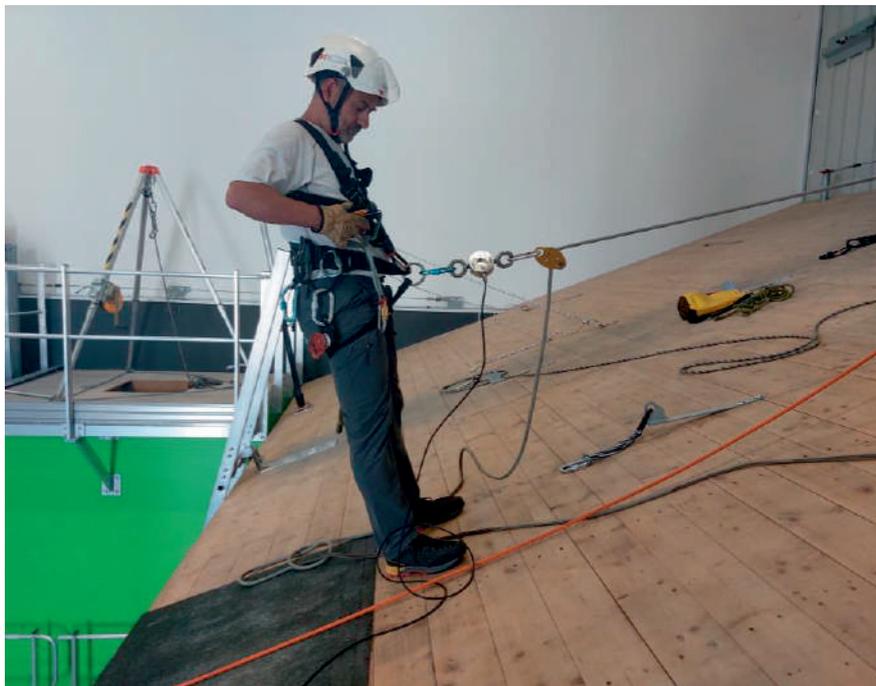


Figura 7.2.1-10 - Sistema di posizionamento sul lavoro  
Condizione di posizionamento in tensione (Prova 8A.1)



Figura 7.2.1-11 - Sistema di trattenuta - Condizione di quiete



Figura 7.2.1-12 - Sistema di trattenuta - Condizione di utilizzo

## 7.2.2 Descrizione delle attrezzature e delle apparecchiature di prova

Per la esecuzione delle prove di caduta sono state utilizzate le seguenti attrezzature e apparecchiature:

- due utilizzatori con massa di 100/70 kg;
- una massa rigida di 100 kg;
- due sistemi di trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio;
- due discensori UNI EN 12841 tipo C a camma e a ruota;
- una linea flessibile tessile con corda UNI EN 1891 di tipo A di sezione 11 mm e dispositivo anticaduta mobile UNI EN 353-2;
- un cordino di trattenuta UNI EN 354;
- una corda UNI EN 1891 di tipo A di sezione 11 mm, forza di arresto 5,60 kN con fattore 0,3, coefficiente di allungamento 2,1%;
- una corda UNI EN 1891 di tipo B con guaina aramidica di sezione 11 mm, forza di arresto 5,00 kN, coefficiente di allungamento 2,7%;

- il nodo di collegamento della corda all'ancoraggio: nodo delle guide con frizione altrimenti detto a "otto";
- un sistema di misura, di acquisizione, registrazione e analisi dei dati;
- tre strutture di prova.



Figura 7.2.2-1 - Massa rigida di 100 kg

#### 7.2.2.1 Utilizzatori

Gli utilizzatori sono stati equipaggiati con una cintura di posizionamento con cosciali UNI EN 813.



Figura 7.2.2.1-1 - Utilizzatori

#### 7.2.2.2 Sistema di misura, acquisizione, registrazione e analisi dei dati

Per l'esecuzione dei test sono stati utilizzati:

- una cella di carico AEP Trasducer modello TS CTS82500KC25 da 500 kg applicata in corrispondenza dell'utilizzatore;
- una cella di carico AEP Trasducer modello TS CTS822TC25 da 2 t applicata in corrispondenza dell'ancoraggio.

Il sistema è dotato di un acquisitore modello MP6 Plus a 4 canali, idoneo a ricevere segnali provenienti da sensori estensimetrici, trasmettitori con uscita in tensione o in corrente, da termoresistenze PT100 ed encoder a cui sono collegati le due celle di carico sopra elencate.

Lo strumento ha frequenza di acquisizione compresa tra 2,5 Hz e 4,8 kHz ed è provvisto di una porta USB posteriore per collegarsi a direttamente al personal computer dotato del programma MP Supervisor. Il programma visualizza i file delle curve ricavate dall'acquisitore, ne effettua l'analisi e realizza i report.



Figura 7.2.2.2-1 Cella di carico da 500 kg



Figura 7.2.2.2-2 Cella di carico da 2 t

### 7.2.2.3 Strutture di prova

Le strutture di prova permettono l'ancoraggio e la sospensione degli utilizzatori e sono di altezza e dimensioni laterali tali da consentire agli stessi di non impattare contro il suolo o altro.

La tipologia di ancoraggio sulla quale sono state effettuate le prove è l'ancoraggio puntuale rappresentato nella figura 5.2-1 in cui viene utilizzato un supporto indeformabile di cui in figura 5.4.1.2-1 è riportato un esempio.

Per le prove sul sistema di accesso su corda è stata realizzata apposita struttura (vedasi figura 7.2.2.3-1). Gli ancoraggi sono stati installati sulle travi dell'edificio in calcestruzzo prefabbricato.

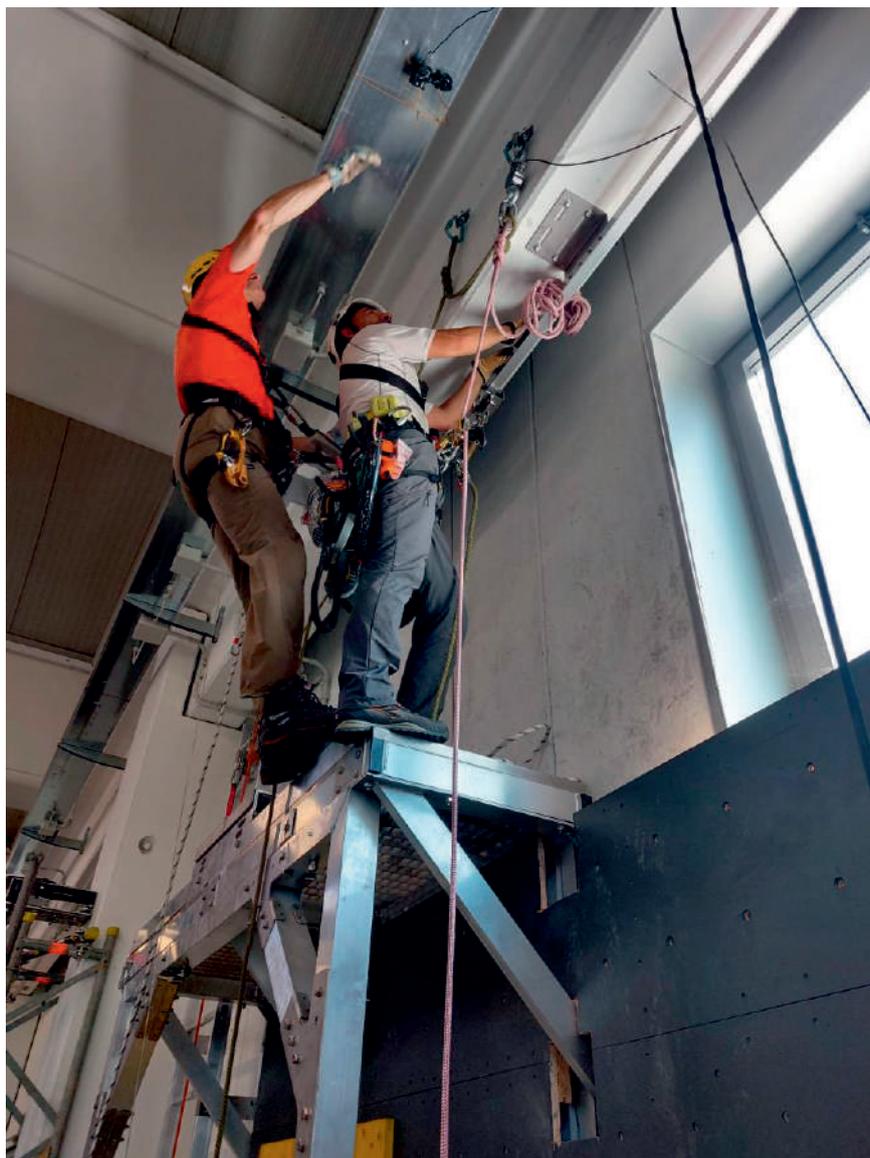


Figura 7.2.2.3-1 - Sistema di accesso su corda - Struttura di prova

Per le prove sul sistema di posizionamento sul lavoro e di salvataggio 'statico' è stata utilizzata apposita struttura in legno con inclinazione di 21° (vedasi figura 7.2.2.3-2).



Figura 7.2.2.3-2 - Sistema di posizionamento sul lavoro e di salvataggio - Struttura di prova

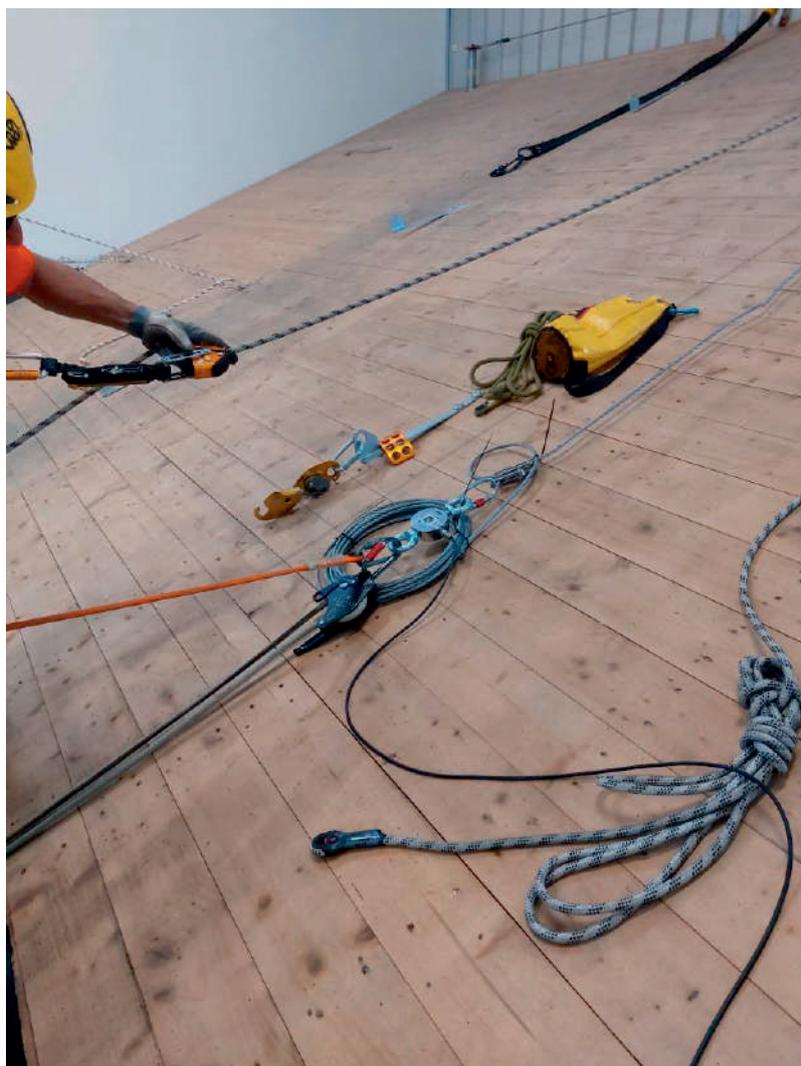


Figura 7.2.2.3-3 - Sistema di di salvataggio - Struttura di prova e particolare della cella di carico sull'ancoraggio

Per le prove sul sistema di trattenuta è stata utilizzata la struttura dell'edificio portante in calcestruzzo prefabbricato dell'edificio sulla quale è stato installato l'ancoraggio (vedasi figura 7.2.2.3-4)



Figura 7.2.2.4-4 - Sistema di trattenuta - Struttura di prova

### 7.3 Acquisizione dei dati

#### 7.3.1 Sistema di acquisizione

Il sistema è dotato di un acquisitore modello MP6 Plus a 4 canali, a cui sono collegati a cui sono collegati le due celle di carico, ed ha frequenza di acquisizione compresa tra 2,5 Hz e 4,8 kHz.

Lo strumento dispone di tasti F1, F2, F3 e F4 e può essere configurato e personalizzato in modo da presentare direttamente le funzioni operative di maggior interesse quali: picco, hold, stampa, tx data, datalog, scarico, zoom.

Lo strumento permette di abilitare e disabilitare in visualizzazione ogni singolo canale e tramite la funzione di zoom di visualizzare la misura di maggior interesse a schermo intero.

Lo strumento lavora con una risoluzione di  $\pm 100.000$  divisioni e una accuratezza migliore di 0.005% grazie a un convertitore AD interno Sigma-Delta a 24 bit e ad un controllo della misura che avviene per commutazione ad una frequenza uguale a quella di campionamento, questo sistema garantisce una migliore soppressione di disturbi dovuti a deriva dell'offset e ai cavi di collegamento.



Figura 7.3.1-1 Acquisitore

### 7.3.2 Convenzioni

Le convenzioni utilizzate per descrivere le forze sono evidenziate nella tabella seguente:

Tabella 7.3.2-1 Descrizione convenzioni

sistema	convenzione	direzione
accesso su corda	+ $F_a$	asse z, verso l'utilizzatore
accesso su corda	+ $F_{sc}$	asse z, verso l'ancoraggio
posizionamento su lavoro	+ $F_a$	asse inclinato di 21° rispetto all'asse y, verso l'utilizzatore
posizionamento su lavoro	+ $F_{sc}$	asse inclinato di 21° rispetto all'asse y, verso l'ancoraggio
salvataggio	+ $F_a$	asse inclinato di 21° rispetto all'asse y, verso l'utilizzatore
salvataggio	+ $F_{sc}$	asse inclinato di 21° rispetto all'asse y, verso l'ancoraggio
trattenuta	+ $F_a$	asse x, verso l'utilizzatore
trattenuta	+ $F_{sc}$	asse x, verso l'ancoraggio



Figura 7.3.2-1 - Sistema di posizionamento su lavoro - Asse inclinato di 21° rispetto all'asse y

## 7.4 Risultati sperimentali

### 7.4.1 Generalità

Per ogni sistema di protezione individuale sono state realizzate le prove previste in 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5. Ogni prova è stata ripetuta 4 volte.

Le prove consistono nel simulare le condizioni d'uso reale dei sistemi di:

- trattenuta;
- posizionamento sul lavoro;
- accesso su corda;
- salvataggio.

Ogni test è stato identificato con un numero che rappresenta la serie, una lettera (A o B che rappresenta il tipo di corda) ed un ulteriore numero che identifica la prova, ad esempio 1A.5, 5B.4, ecc. La frequenza di acquisizione è stata posta pari a 1,2 kHz.

I grafici relativi alle forze frenanti sono stati realizzati tramite il sistema di acquisizione precedentemente descritto applicando un filtro 3 passa basso delle frequenze pari a 20 Hz in post analisi.

I grafici della forza lungo il sistema di collegamento, misurata dalla cella di carico, riportano il valore di  $F$  (kN) misurata nel tempo  $t$  in corrispondenza dell'attacco ventrale della cintura di posizionamento con cosciali. La forza frenante  $F_{max}$  (kN) è il picco della curva ( $F-t$ ).

I grafici della forza all'ancoraggio, misurata dalla cella di carico, riportano il valore di  $F$  (kN) misurata nel tempo  $t$ . La forza frenante  $F_{max}$  (kN) è il picco della curva ( $F-t$ ).

I dati relativi a tutti i test effettuati vengono riportati nelle tabelle del paragrafo 7.4.6.

## 7.4.2 Sistemi di accesso su corda

In riferimento ai sistemi di accesso su corda sono state realizzate le prove di:

- discesa regolare con arresto regolare (serie 1);
- salita regolare (serie 2);
- discesa con arresto rapido volontario (serie 3),
- discesa con arresto rapido involontario (serie 4),
- caduta dinamica (serie 5).

Nelle prove sono stati utilizzati un discensore UNI EN 12841 tipo C, corde UNI EN 1891 di tipo A e di tipo B e utilizzatore avente massa pari a 100 kg,

Nella caduta dinamica è stata impiegata una massa di prova rigida di 100 kg in luogo dell'utilizzatore.

Per ogni test effettuato è disponibile:

- il grafico della forza all'ancoraggio, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante all'ancoraggio, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{\max}$  (kN).

### 7.4.2.1 Discesa regolare con arresto regolare

Nel grafico della forza (figura 7.4.2.1-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio della discesa;
- $P_2$ , punto che individua una frenata;
- $P_3$ , punto che individua la fine della discesa;
- $P_4$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.1-1) può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ed appeso al sistema di collegamento (tratto  $P_0 P_1$ ).  $F$  risulta uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore ( $F = P = mg$ , con  $m$  massa dell'utilizzatore);
- l'utilizzatore sblocca il discensore e inizia la discesa appeso al sistema di collegamento ( $P_1$ ).  $F$  è uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore (tratto  $P_0 P_1$ );
- l'utilizzatore blocca il discensore e continua la discesa (frenata). Esso si muove di moto decelerato con  $F$  che passa da  $P$  ( $P_1$ ) a  $F_f$  ( $P_2$ );
- l'utilizzatore sblocca il discensore e continua la discesa. Esso si muove di moto decelerato con  $F$  che passa da  $F_f$  ( $P_2$ ) a  $0$  ( $P_3$ );
- l'utilizzatore è fermo con i piedi al suolo ed il sistema di collegamento non è teso ( $P_3$ ).

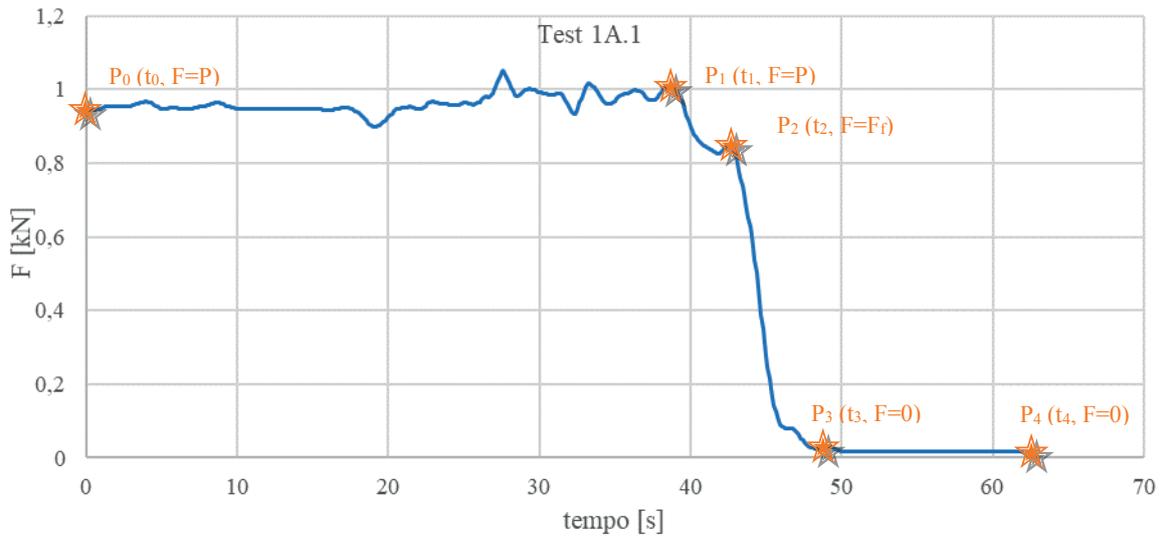


Figura 7.4.2.1-1: Andamento di F (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

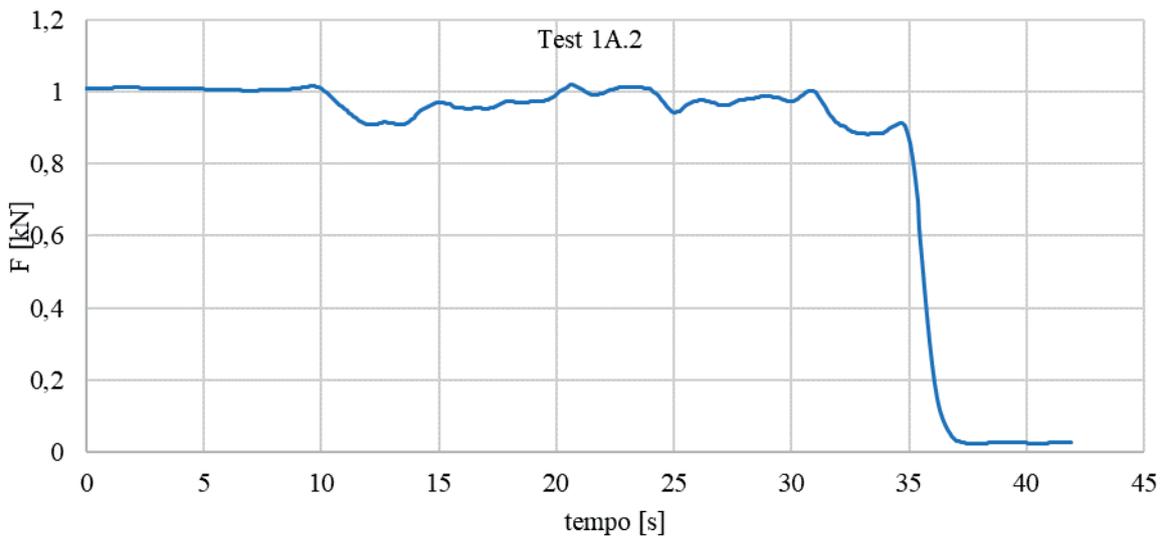


Figura 7.4.2.1-2: Prova 1A.2 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

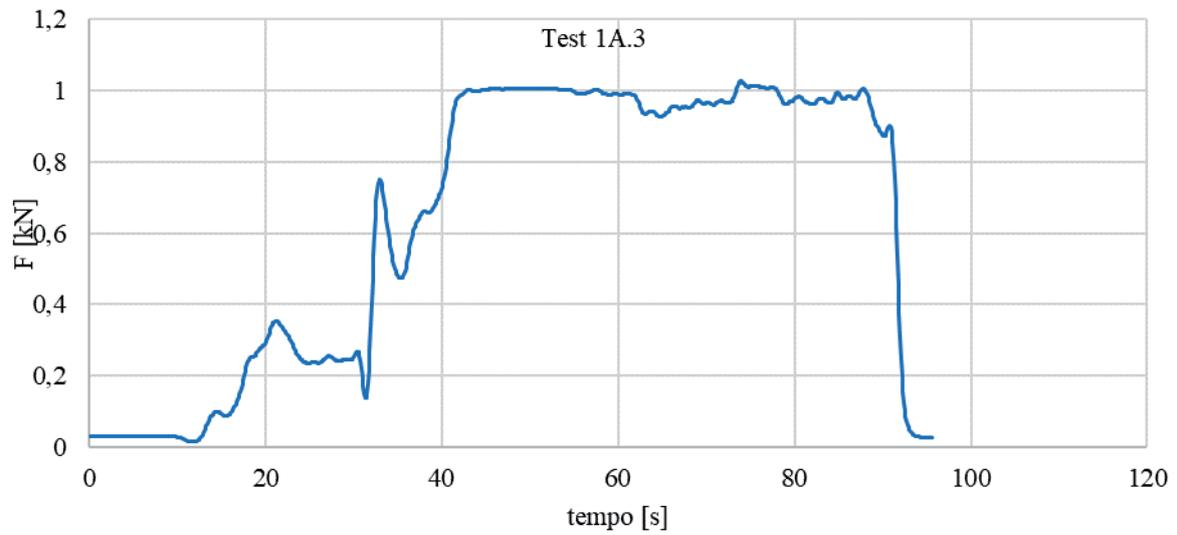


Figura 7.4.2.1-3: Prova 1A.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

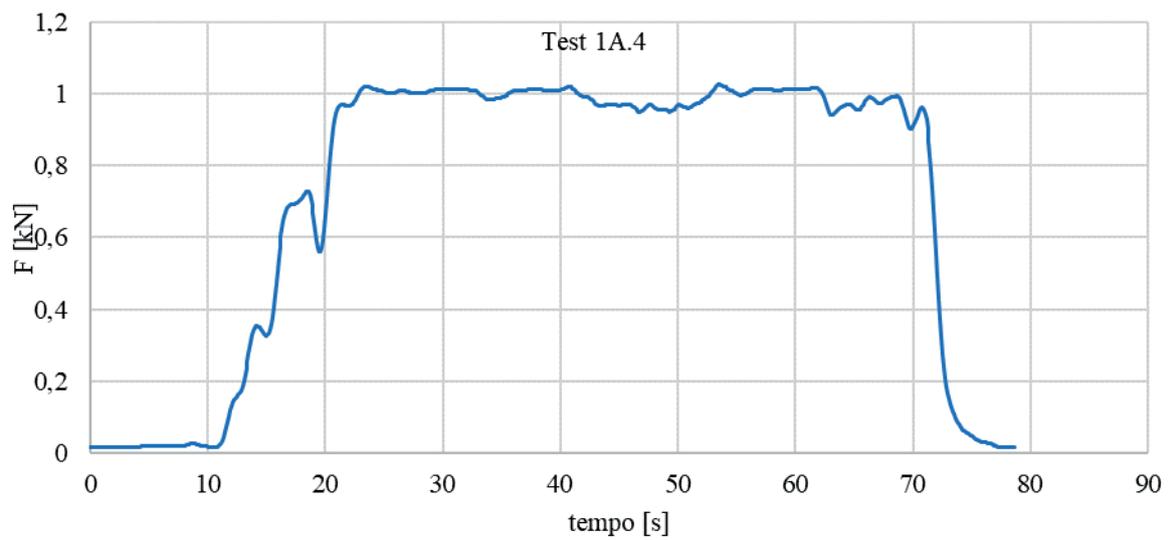


Figura 7.4.2.1-4: Prova 1A.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

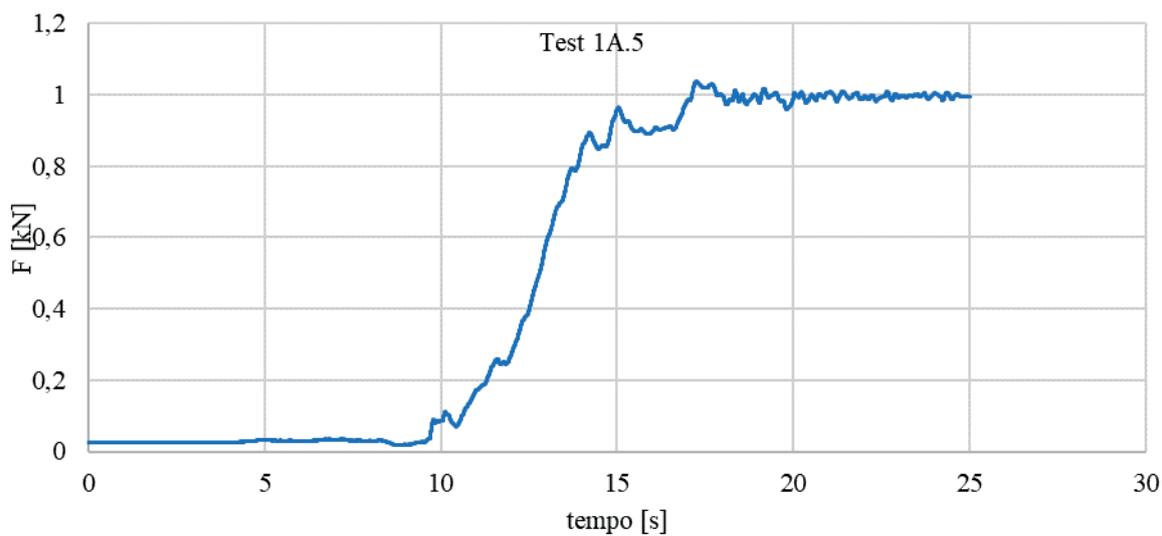


Figura 7.4.2.1-5: Prova 1A.5 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

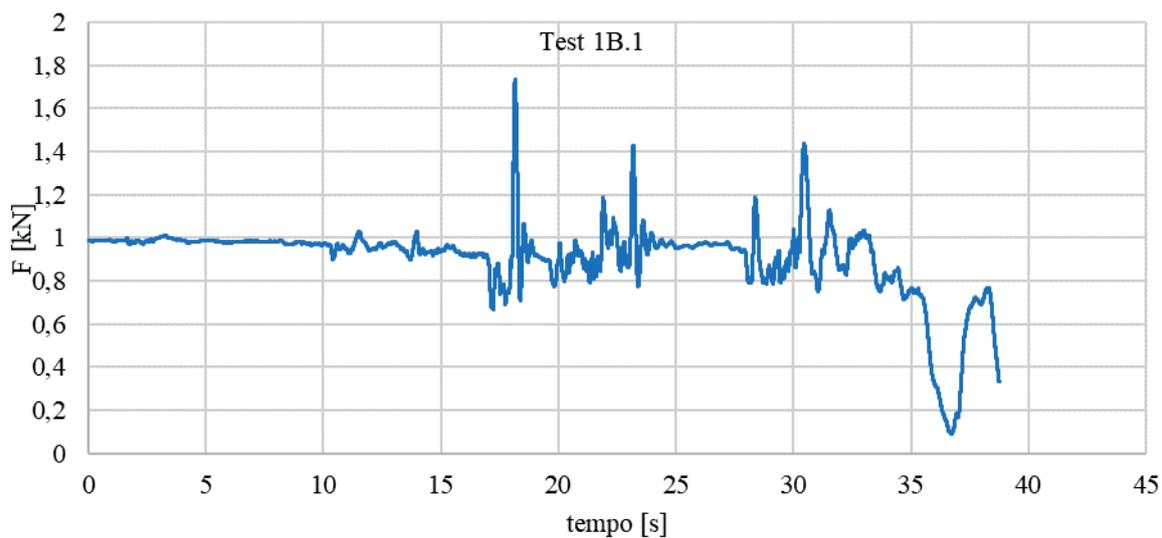
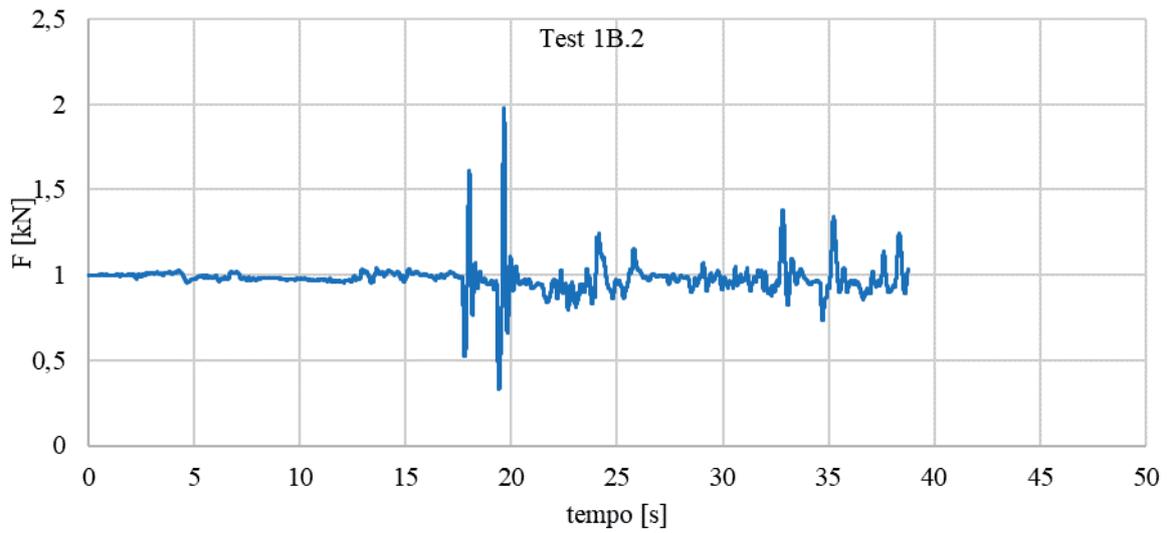
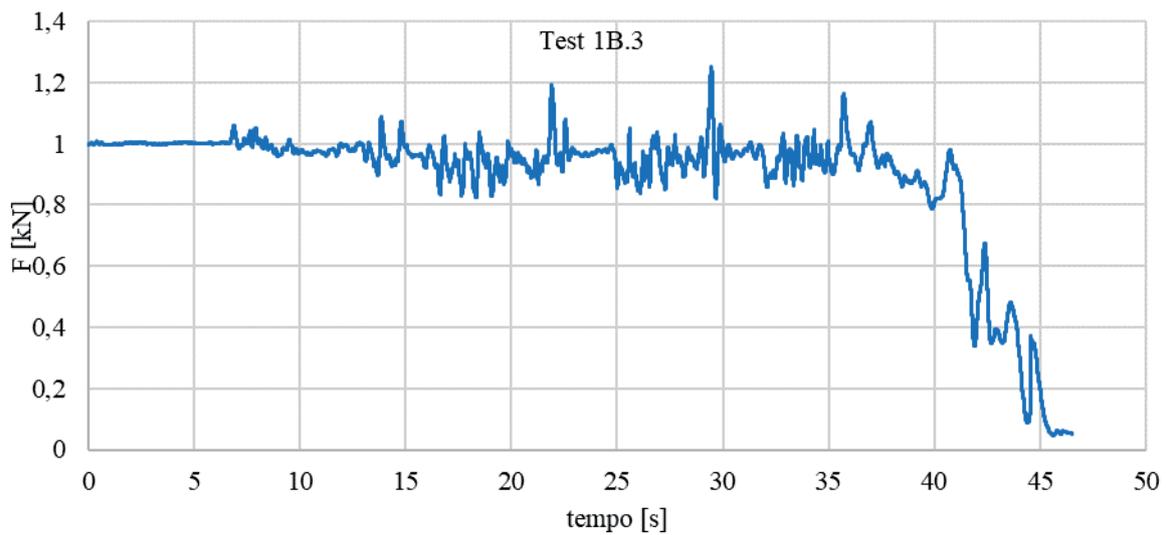


Figura 7.4.2.1-6: Prova 1B.1 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

Figura 7.4.2.1-7: Prova 1B.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempoFigura 7.4.2.1-8: Prova 1B.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

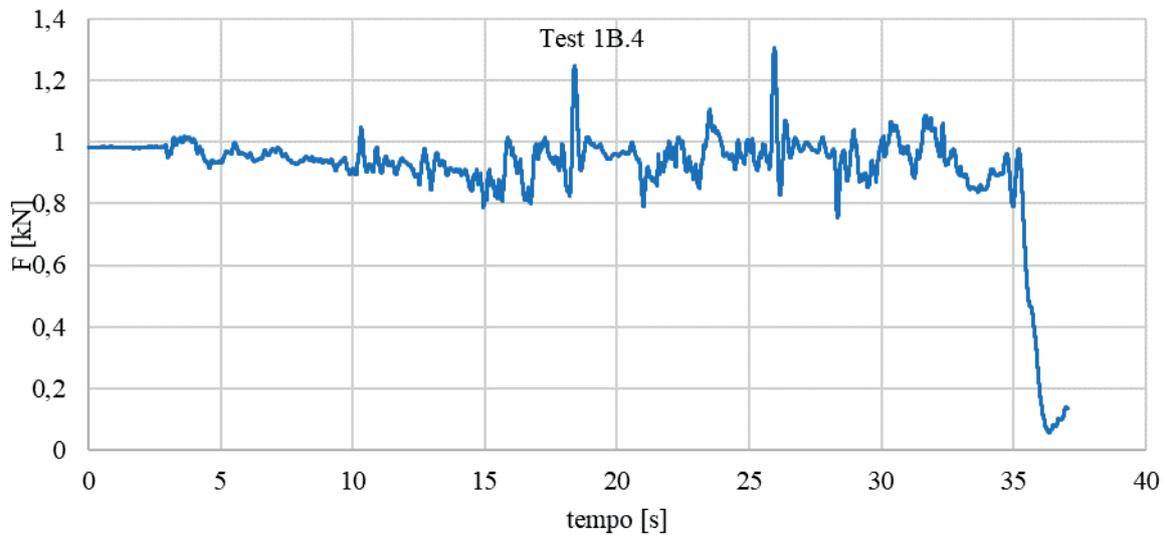


Figura 7.4.2.1-9: Prova 1B.4 - Andamento di F(kN) rispetto al tempo

#### 7.4.2.2 Salita regolare con arresto regolare

Nel grafico della forza (figura 7.4.2.2-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua il pretensionamento del sistema di collegamento (allungamento parziale della corda);
- $P_2$ , punto che individua l'inizio della salita (allungamento totale della corda);
- $P_3$ , punto che individua la continuazione della salita (oscillazione del corpo dell'utilizzatore durante l'innalzamento del punto di vincolo);
- $P_4$ , punto che individua la fine della salita (fine della prova).

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.2-1) può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ( $P_0$ );
- l'utilizzatore inizia a pretensionare il sistema di collegamento. La forza  $F$  passa da 0 ( $P_0$ ) a  $F_s$  ( $P_1$ ).
- l'utilizzatore inizia la salita appeso al sistema di collegamento. Esso si muove di moto accelerato con la forza  $F$  che passa da  $F_t$  ( $P_1$ ) a  $P$  ( $P_2$ ).  $F$  risulta uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore ( $F = P = mg$ , con  $m$  massa dell'utilizzatore).
- l'utilizzatore continua la salita appeso al sistema di collegamento (tratto  $P_2$   $P_3$ ) e così a seguire. L'oscillazione della forza  $F$  nel tratto  $P_2$   $P_3$  è determinata dall'allungamento della corda;
- l'utilizzatore termina la salita appeso al sistema di collegamento. La forza  $F$  risulta uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore ( $P_4$ ).

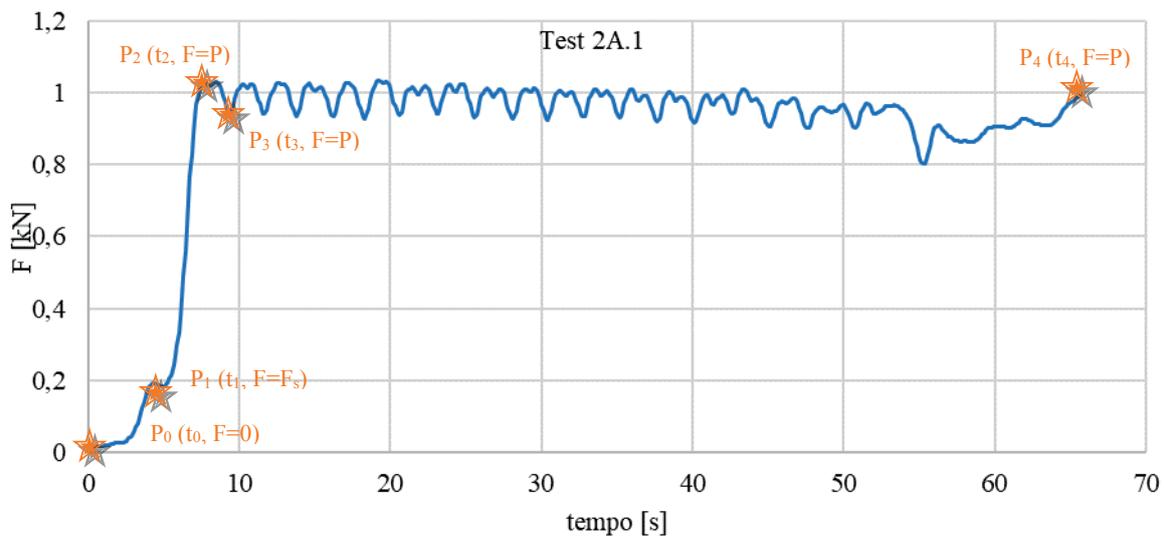


Figura 7.4.2.2-1: Andamento di F (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

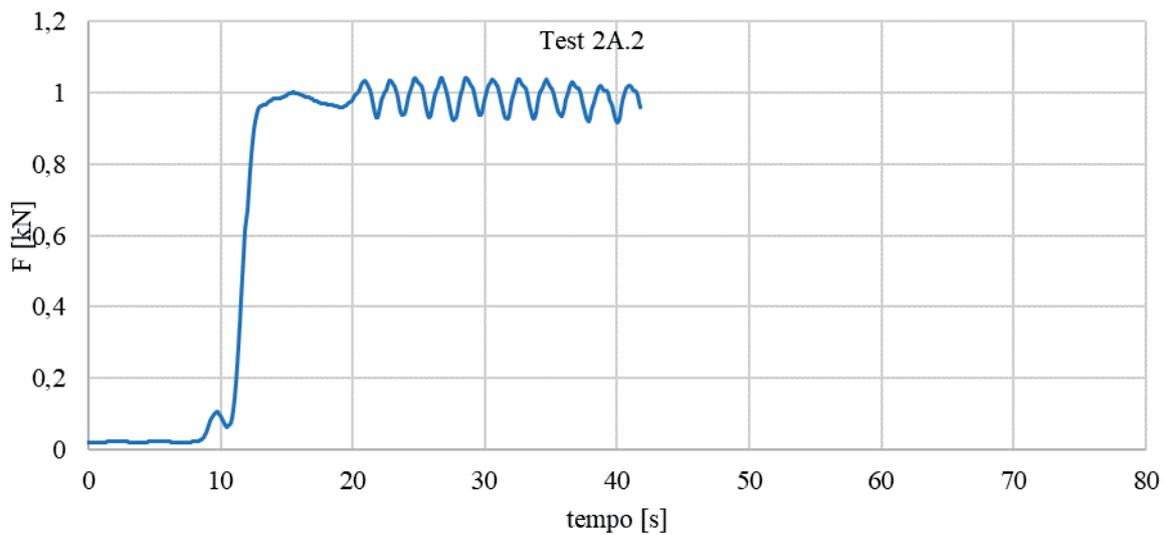


Figura 7.4.2.2-2: Prova 2A.2 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

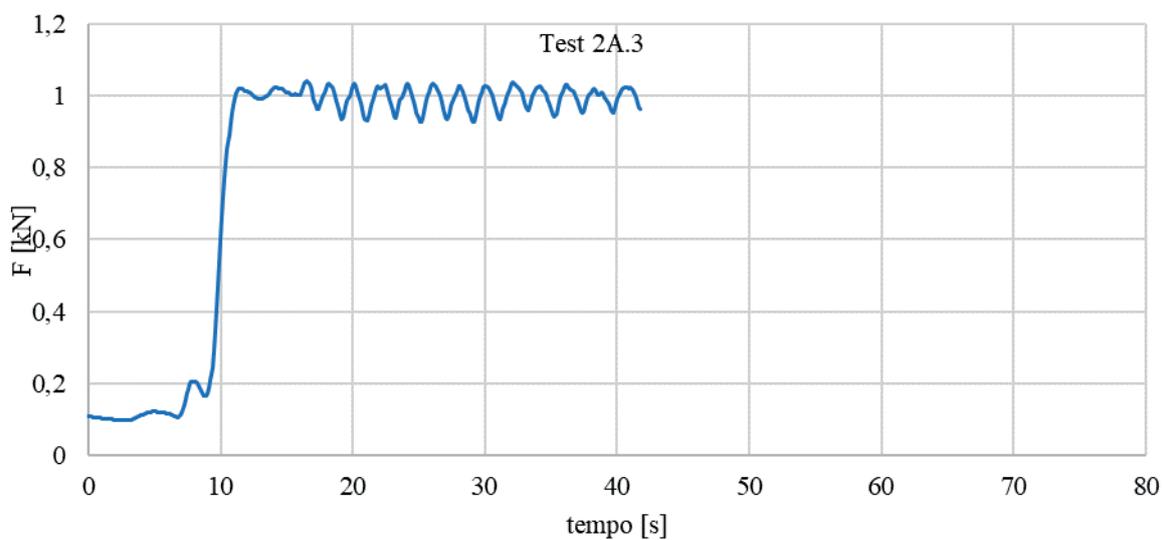


Figura 7.4.2.2-3: Prova 2A.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

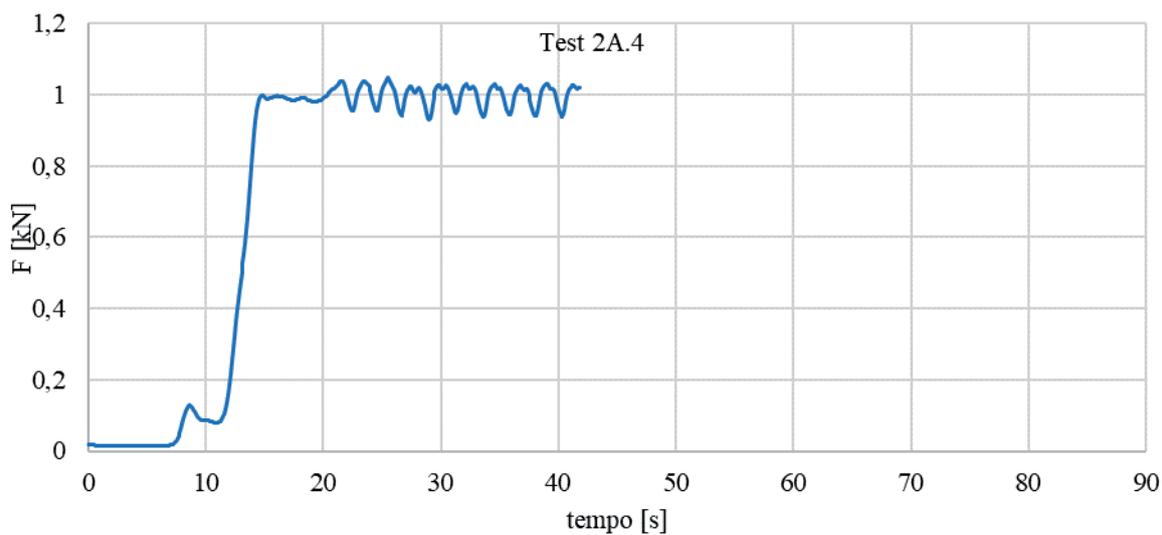


Figura 7.4.2.2-4: Prova 2A.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

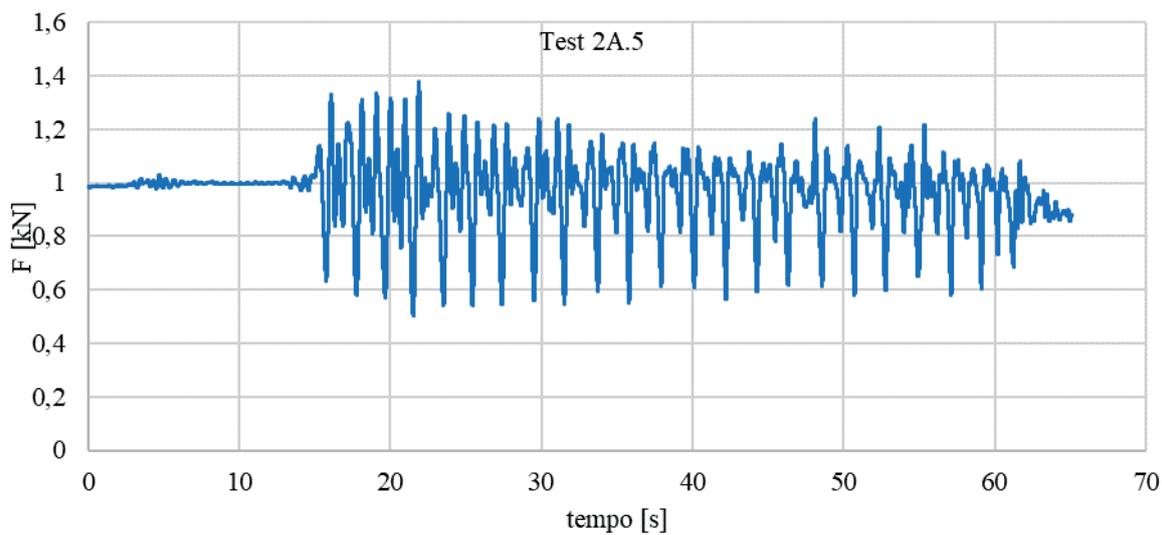


Figura 7.4.2.2-5: Prova 2A.5 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

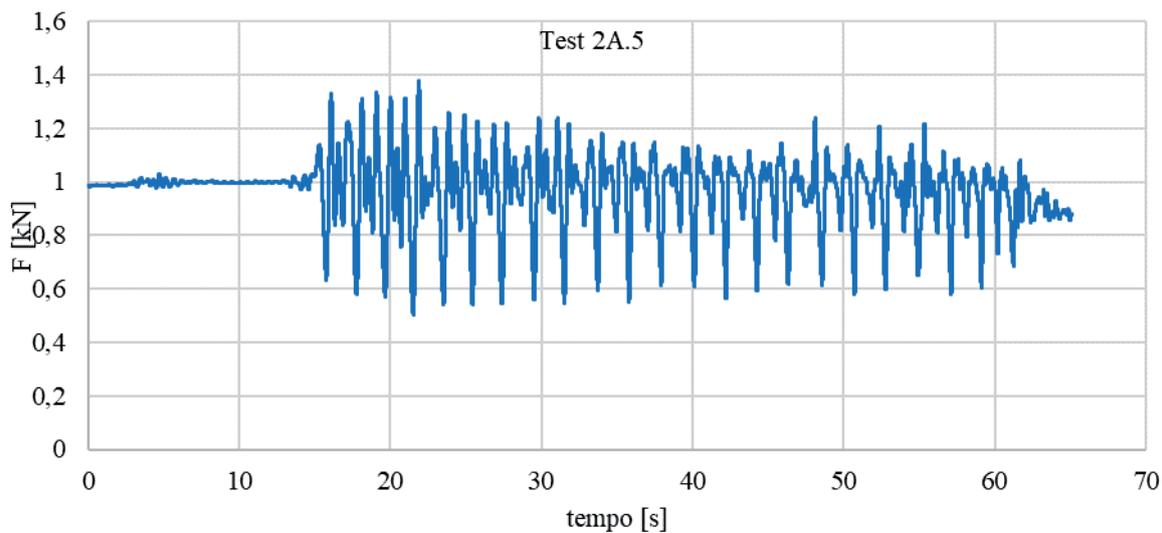


Figura 7.4.2.2-6: Prova 2B.1 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

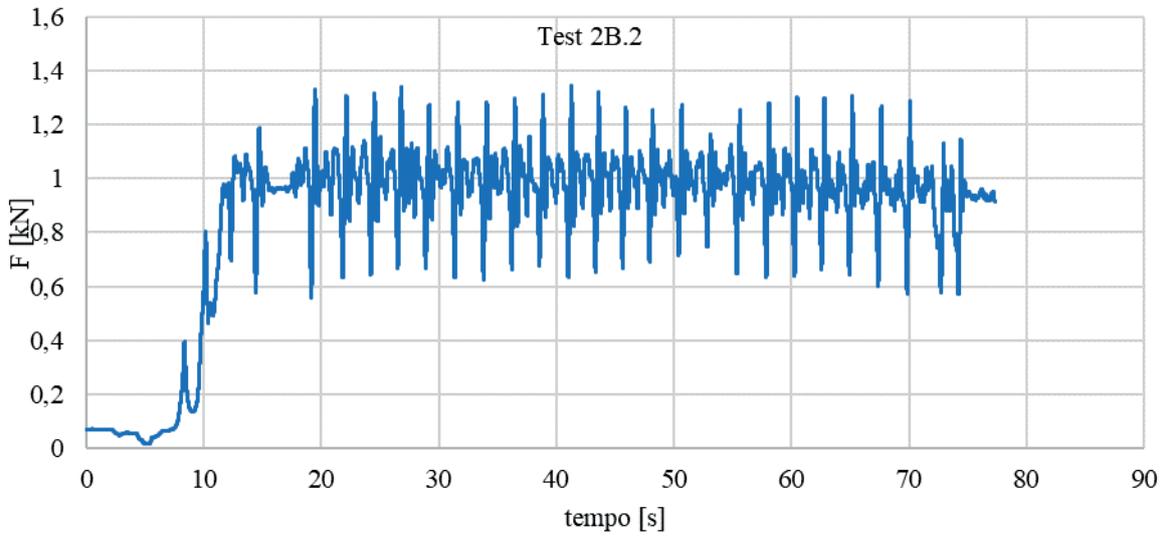


Figura 7.4.2.2-7: Prova 2B.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

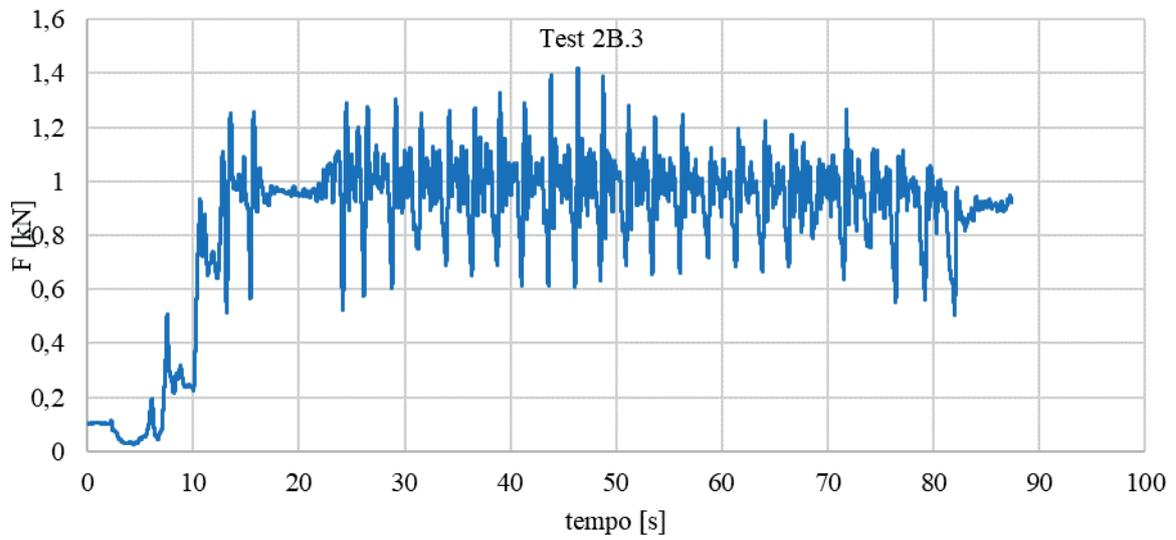


Figura 7.4.2.2-8: Prova 2B.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

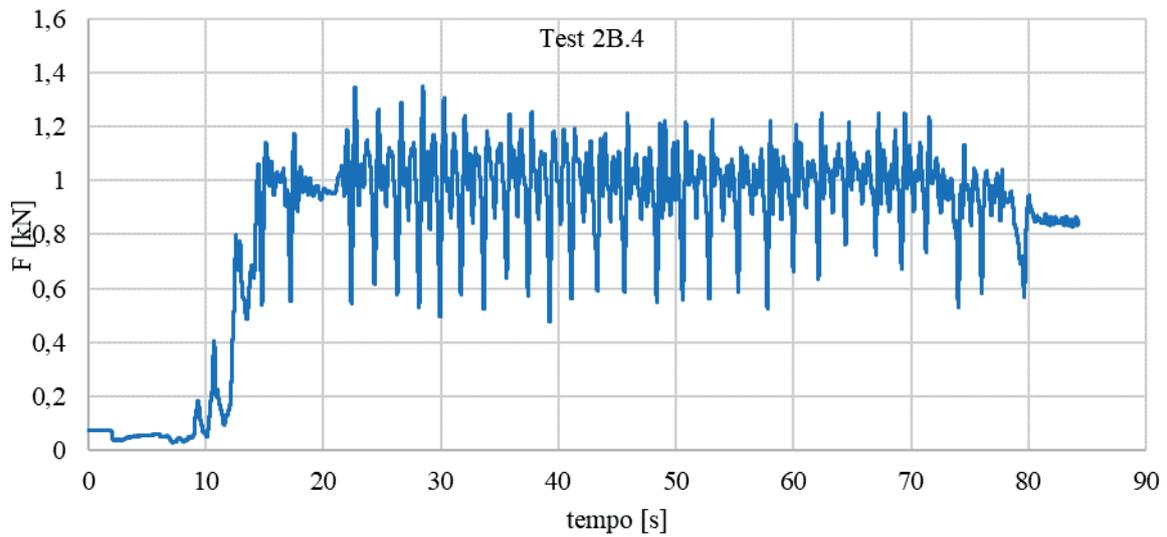


Figura 7.4.2.2-9: Prova 2B.4 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

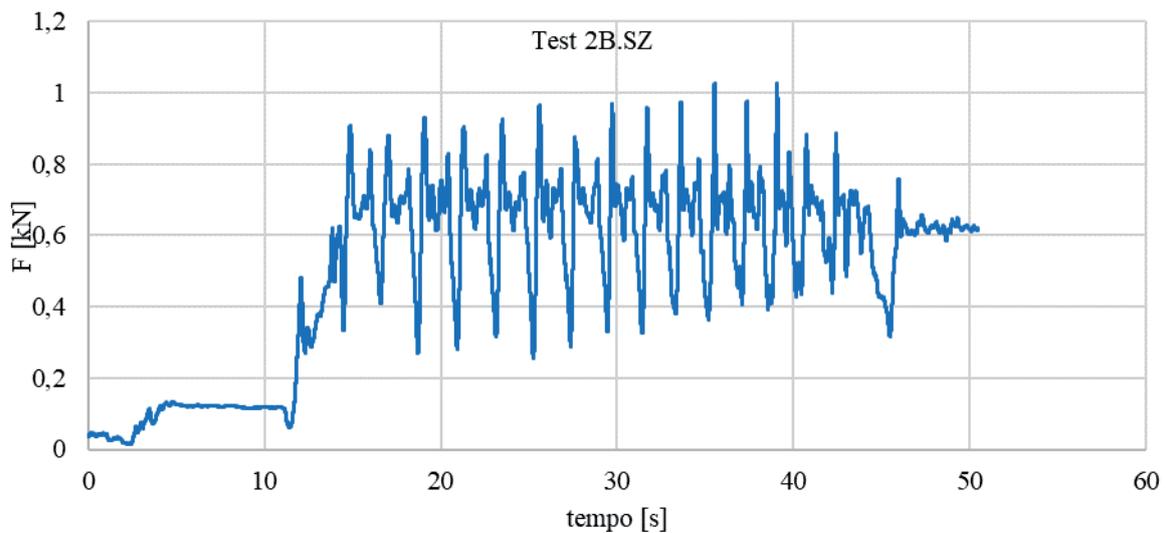


Figura 7.4.2.2-10: Prova 2B.SZ - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

### 7.4.2.3 Discesa con arresto rapido volontario

Nel grafico della forza (figura 7.4.2.3-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio della sospensione dell'utilizzatore;
- $P_2$ , punto che individua l'inizio della discesa;
- $P_3$ , punto che individua il primo arresto;
- $P_4$ , punto che individua la continuazione della discesa;
- $P_5$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.2-1) può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ed il sistema di collegamento non è teso.  $F$  è pari a 0 kN (tratto  $P_0$   $P_1$ );
- l'utilizzatore pretensiona il sistema di collegamento (tratto  $P_1$   $P_2$ ). Il sistema di collegamento prende il carico dell'utilizzatore e si tende;
- l'utilizzatore inizia la discesa ( $P_2$ ). La forza  $F$  è uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore ( $F = P = mg$ , con  $m$  massa dell'utilizzatore);
- l'utilizzatore blocca il discensore e continua la discesa (frenata)\*. Esso si muove di moto accelerato con  $F$  che passa da  $P$  ( $P_2$ ) a  $F_{max}$  ( $P_3$ );
- l'utilizzatore continua la discesa. Esso si muove di moto decelerato con la forza  $F$  che passa da  $P$  ( $P_4$ ) a 0 ( $P_5$ );
- l'utilizzatore termina la discesa ( $P_5$ ).

\*Nei grafici successivi, da 3A.2 in poi, l'utilizzatore ha effettuato più di una frenata.

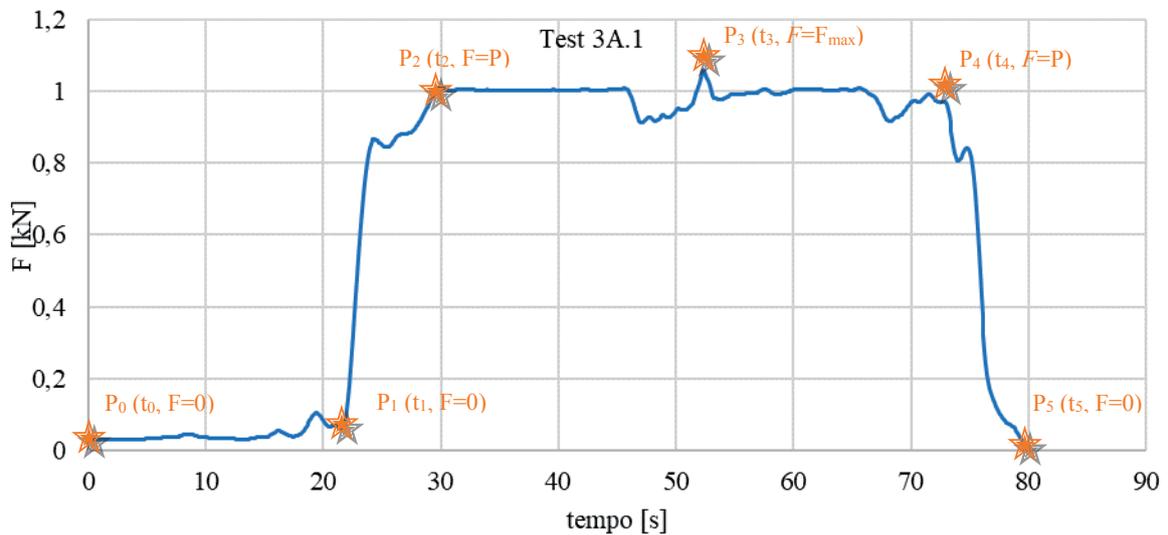


Figura 7.4.2.3-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

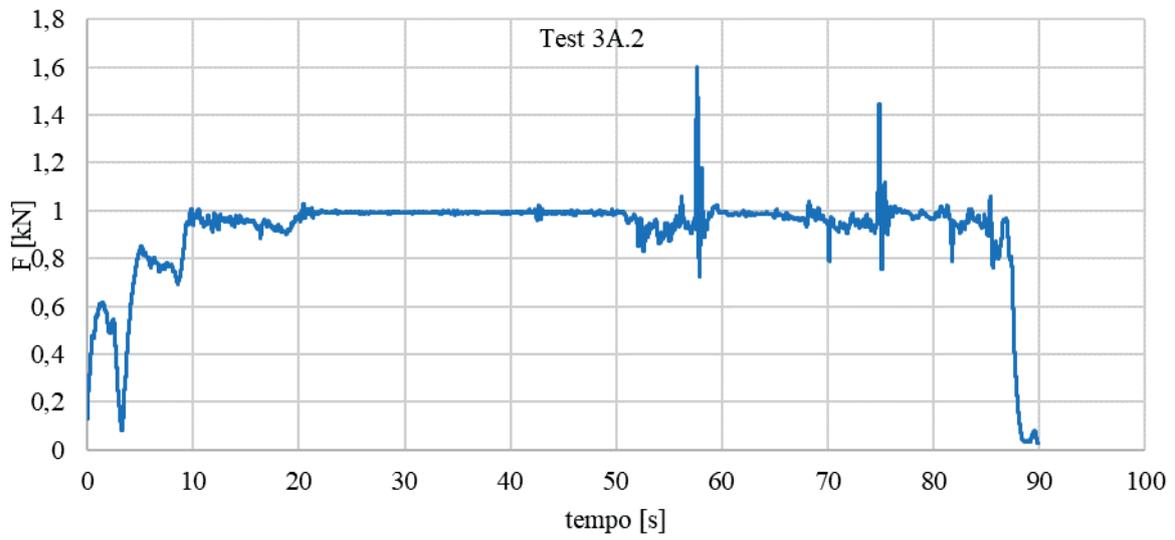


Figura 7.4.2.3-2: Prova 3A.2 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

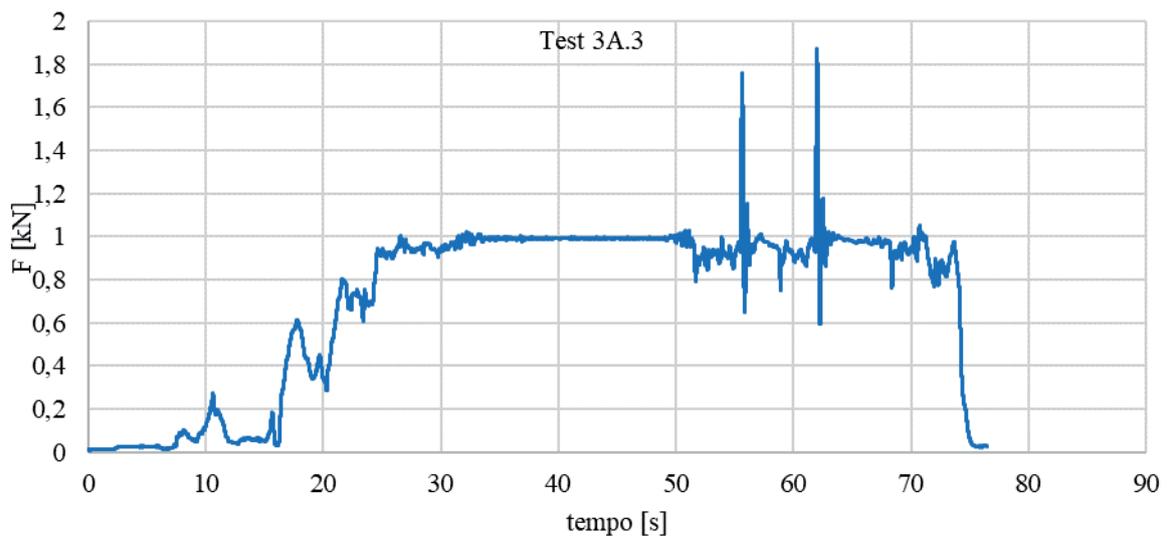


Figura 7.4.2.3-3: Prova 3A.3 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

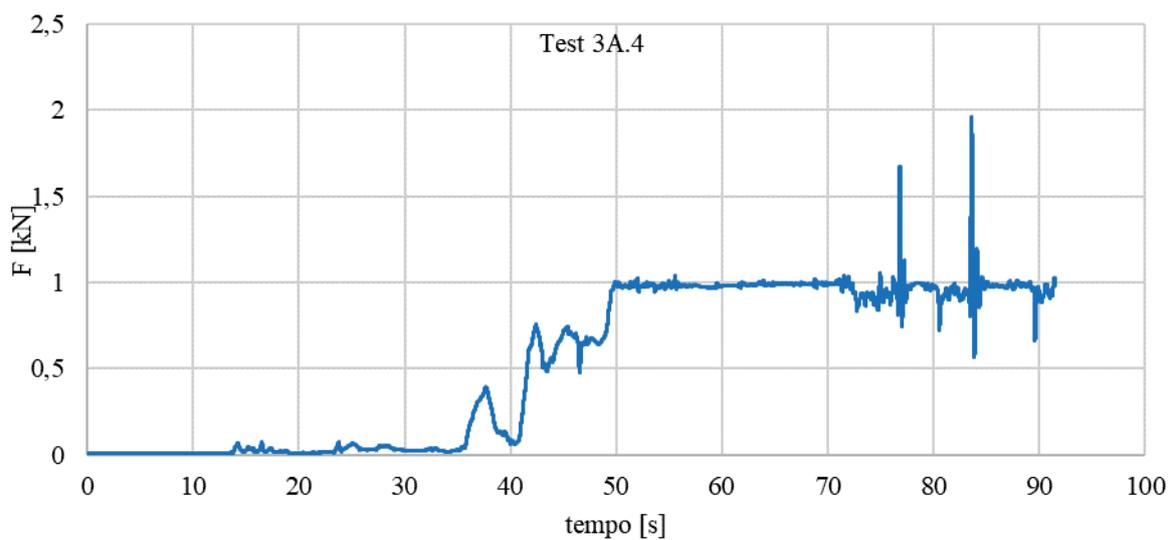


Figura 7.4.2.3-4: Prova 3A.4 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

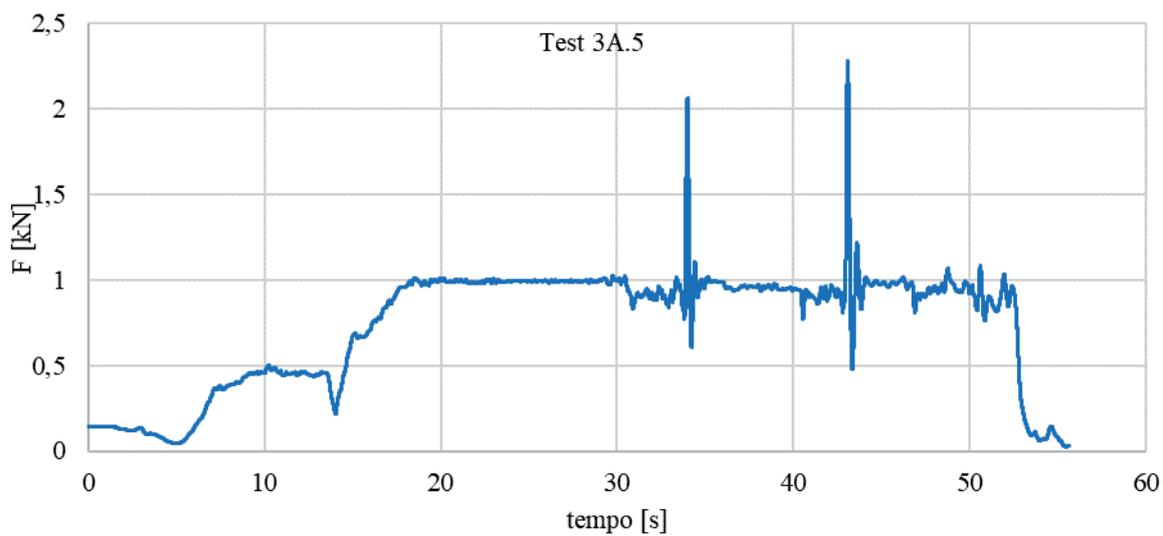


Figura 7.4.2.3-5: Prova 3A.5 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

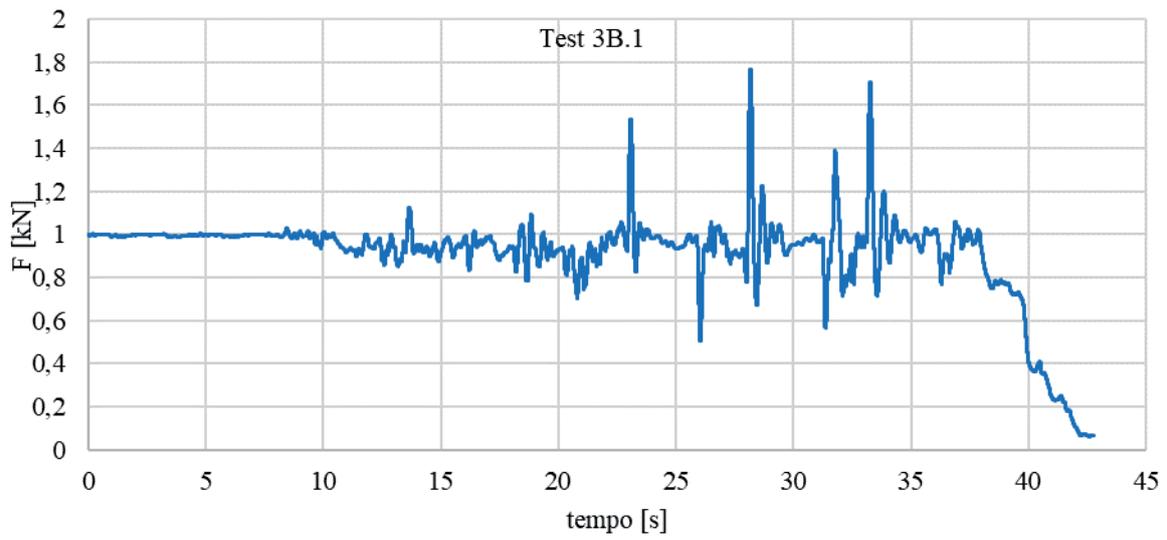


Figura 7.4.2.3-6: Prova 3B.1 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

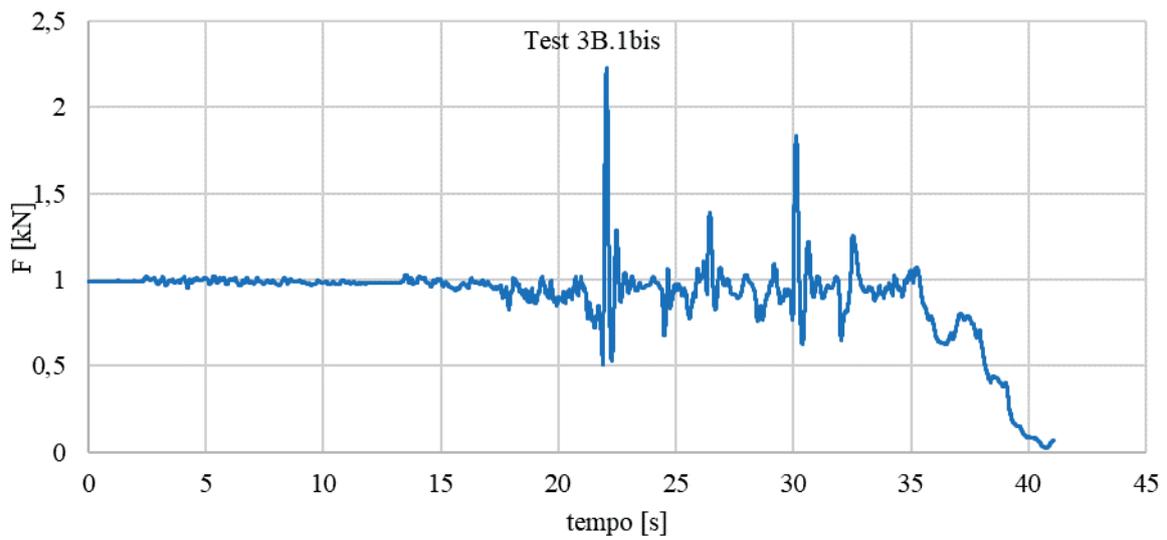


Figura 7.4.2.3-7: Prova 3B.1bis - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

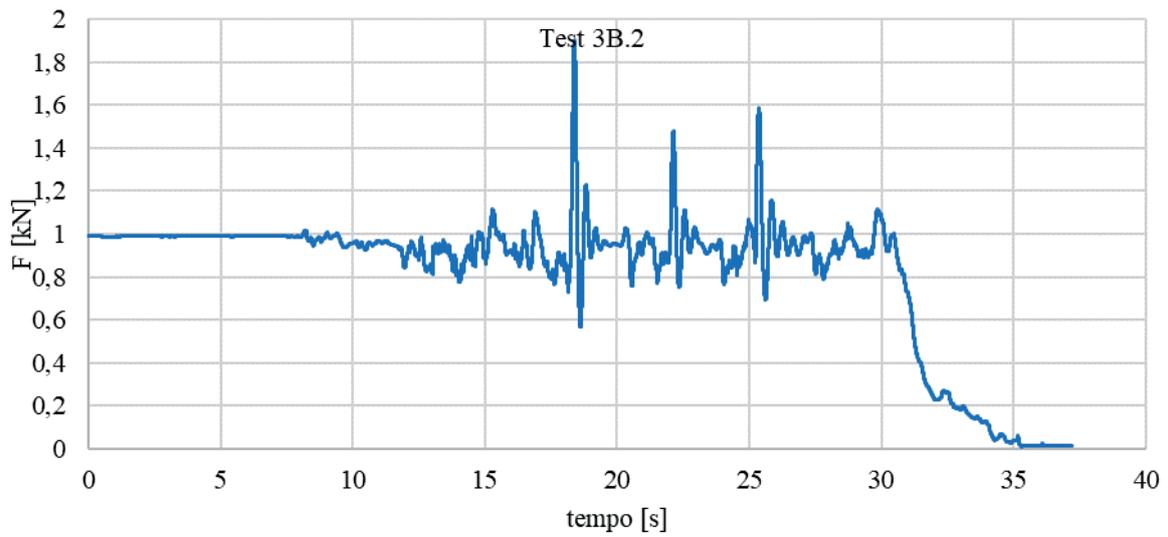


Figura 7.4.2.3-8: Prova 3B.2 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

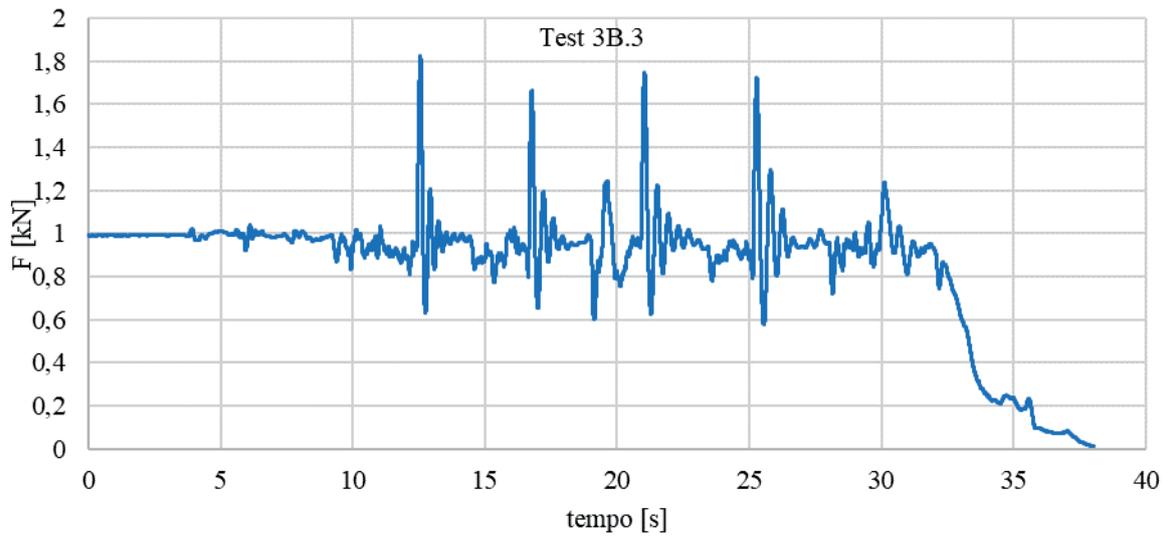


Figura 7.4.2.3-9: Prova 3B.3 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

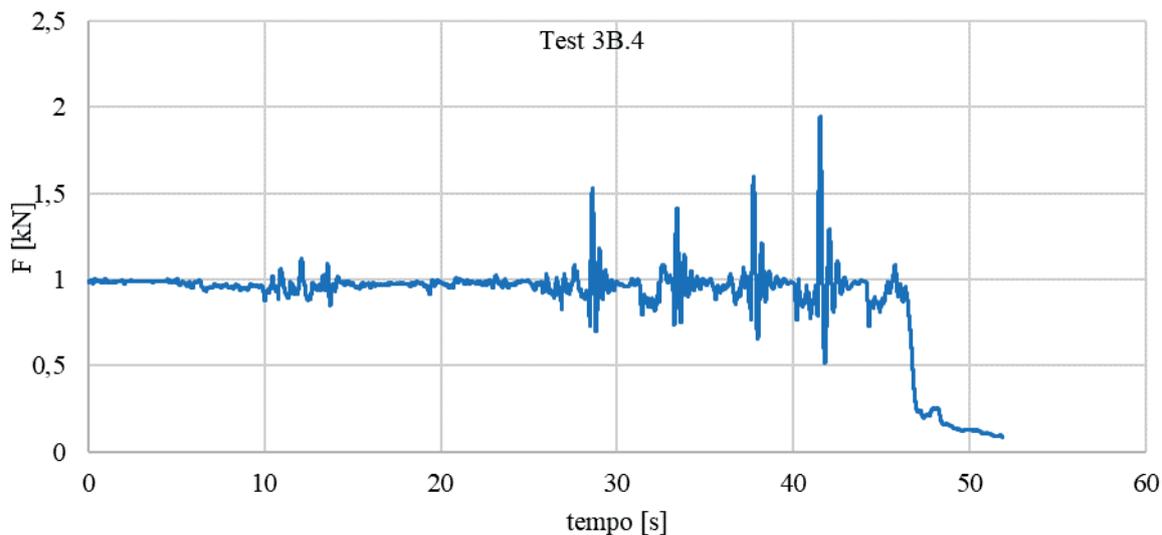


Figura 7.4.2.3-10: Prova 3B.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

#### 7.4.2.4 Discesa con arresto rapido involontario

Nel grafico della forza (figura 7.4.2.4-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio della sospensione dell'utilizzatore;
- $P_2$ , punto che individua l'inizio della discesa;
- $P_3$ , punto che individua il terzo arresto;
- $P_4$ , punto che individua la continuazione della discesa;
- $P_5$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.4-1) può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ed il sistema di collegamento non è teso. La forza  $F$  è pari a 0 (tratto  $P_0$   $P_1$ );
- l'utilizzatore pretensiona il sistema di collegamento (tratto  $P_1$   $P_2$ ). Il sistema di collegamento prende il carico dell'utilizzatore e si tende;
- l'utilizzatore inizia la discesa ( $P_2$ ). La forza  $F$  risulta uguale al peso  $P$  dell'utilizzatore ( $F = P = mg$ , con  $m$  massa dell'utilizzatore);
- l'utilizzatore attiva l'antipánico (arresto) e continua la discesa (frenata). Tale operazione viene ripetuta quattro volte con picco massimo in  $P_3$ . Esso si muove di moto accelerato con la forza  $F$  che passa da  $P$  ( $P_2$ ) a  $F_{max}$  ( $P_3$ );
- l'utilizzatore continua la discesa. Esso si muove di moto decelerato con la forza  $F$  che passa da  $P$  ( $P_4$ ) a 0 ( $P_5$ );
- l'utilizzatore termina la discesa ( $P_5$ ).

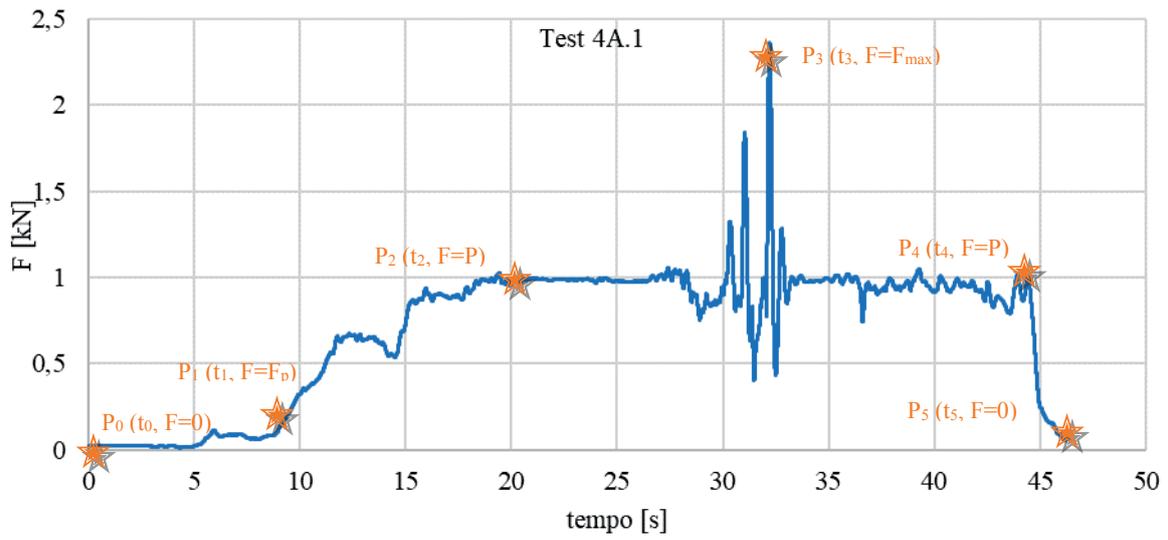


Figura 7.4.2.4-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

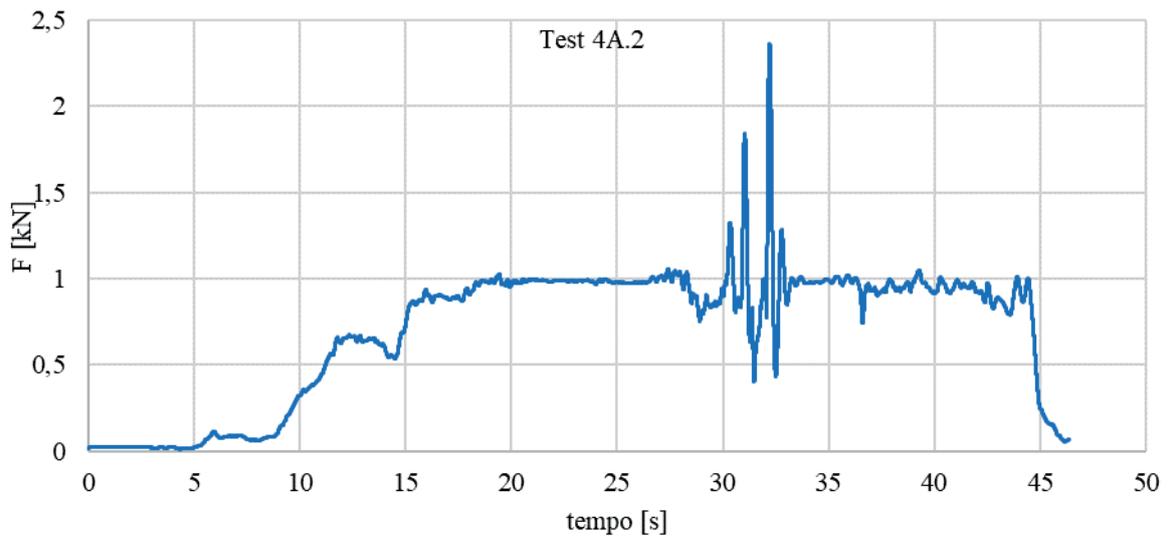


Figura 7.4.2.4-2: Prova 4A.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

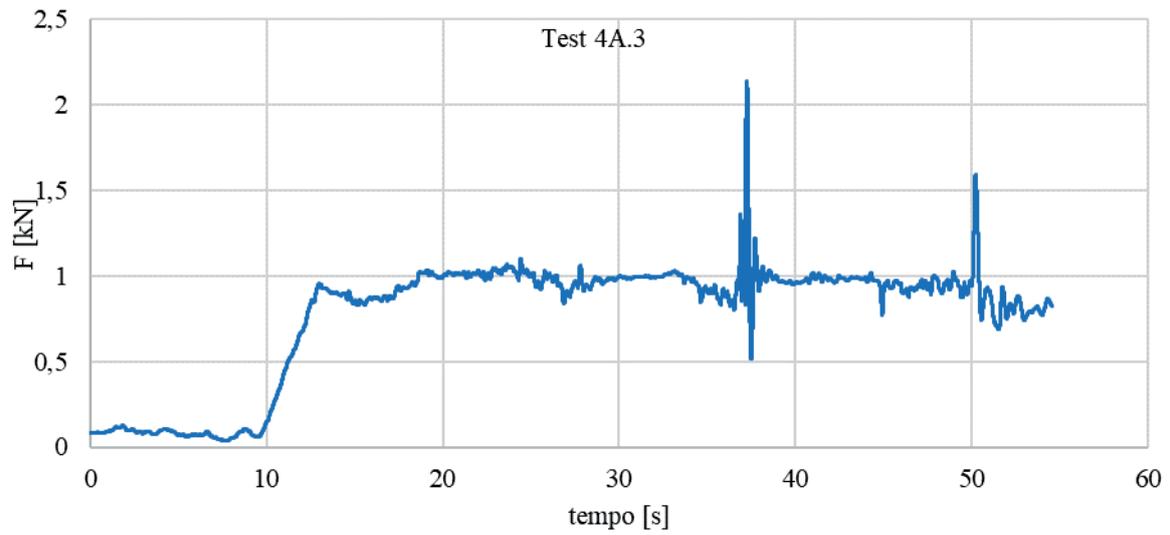


Figura 7.4.2.4-3: Prova 4A.3 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

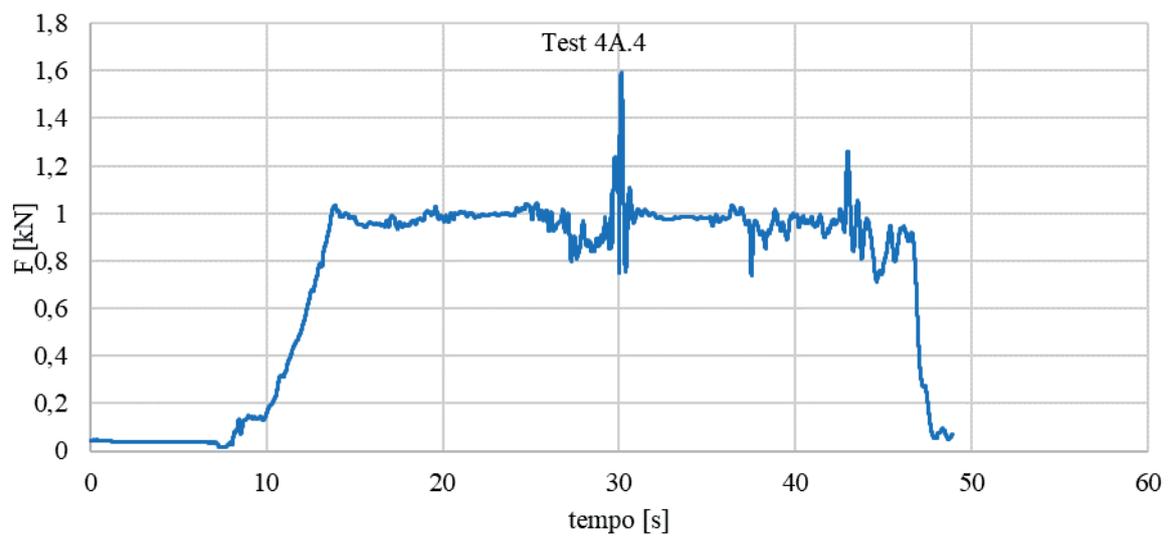


Figura 7.4.2.4-4: Prova 4A.4 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

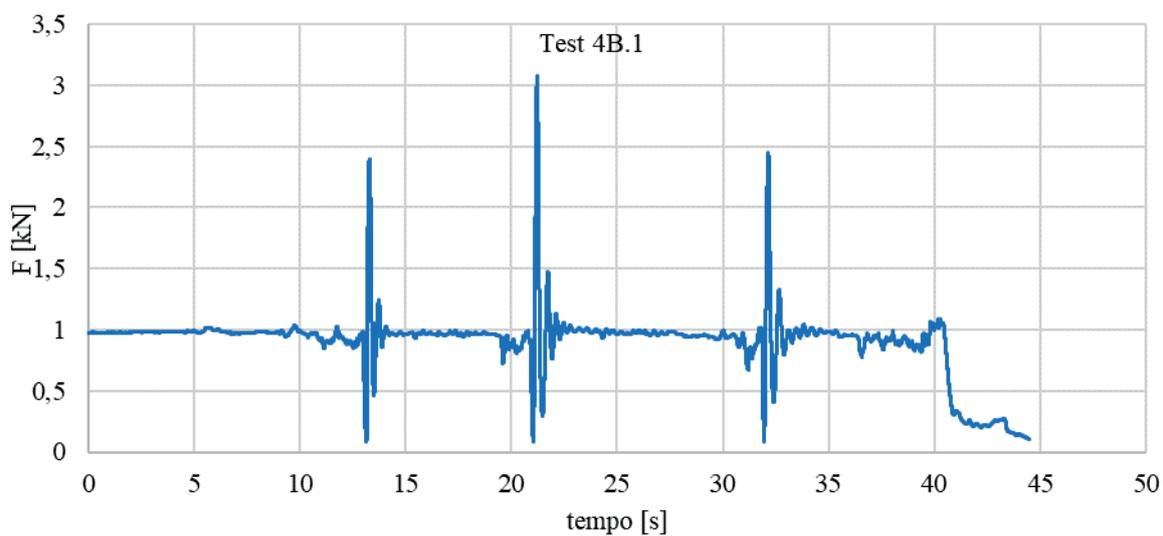


Figura 7.4.2.4-5: Prova 4B.1 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

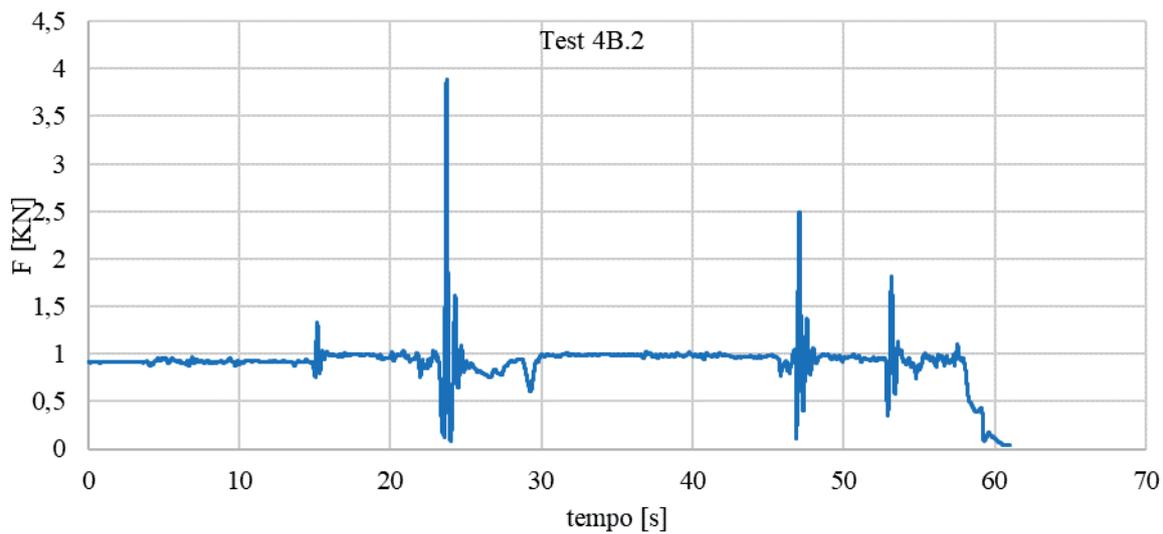


Figura 7.4.2.4-6: Prova 4B.2 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

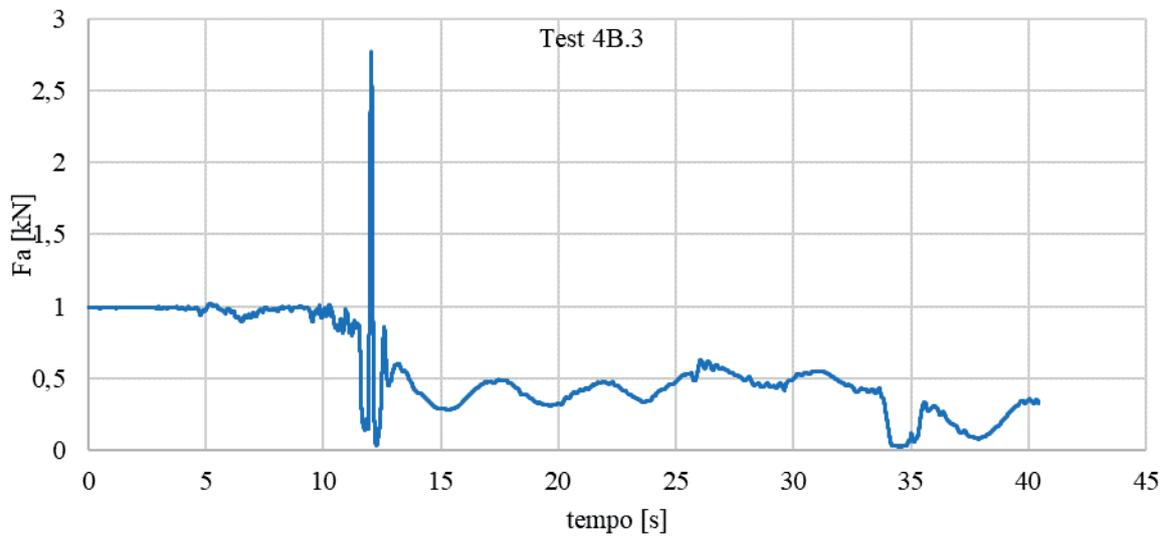


Figura 7.4.2.4-7: Prova 4B.3 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

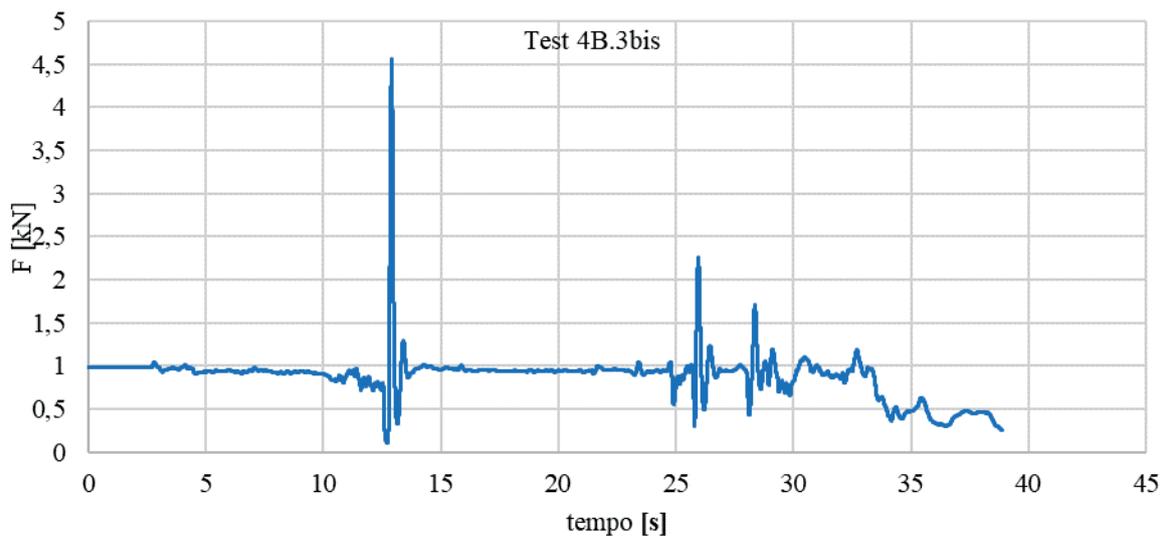


Figura 7.4.2.4-8: Prova 4B.3bis - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

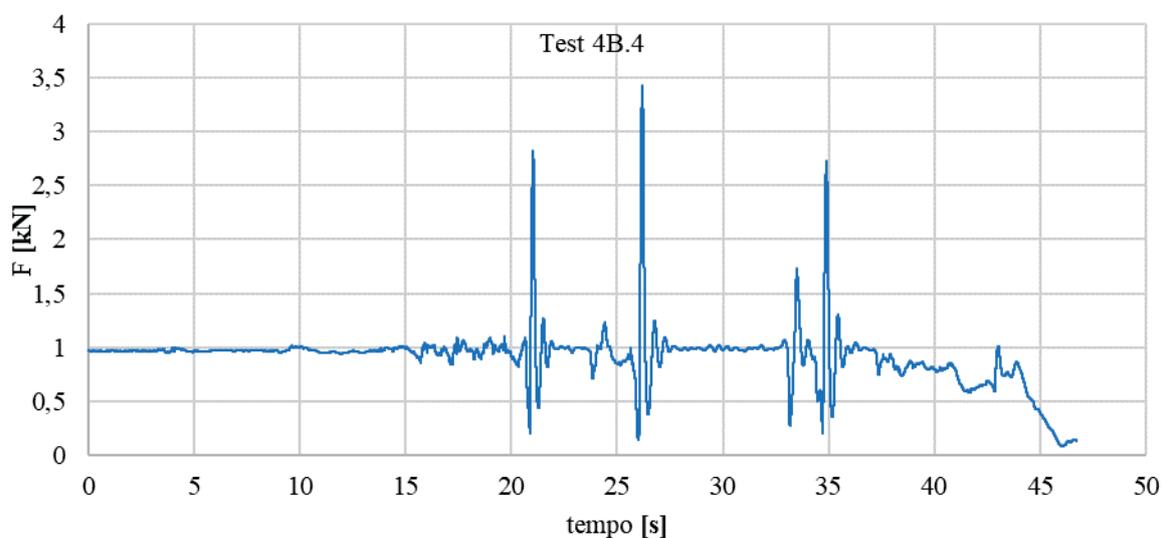


Figura 7.4.2.4-9: Prova 4B.4 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

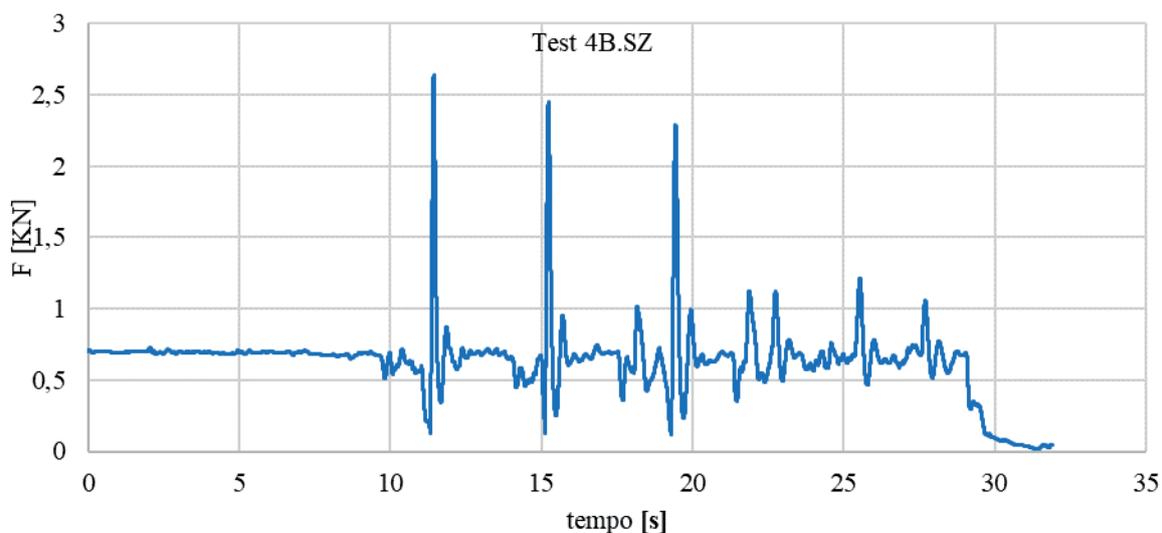


Figura 7.4.2.4-10: Prova 4B.SZ - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

### 7.4.2.5 Caduta dinamica

Nel grafico della forza (figura 7.4.2.5-2) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio della caduta;
- $P_2$ , punto che individua l'arresto della caduta;
- $P_3$ , punto che individua la fine dell'oscillazione della massa rigida successiva all'arresto della caduta;
- $P_5$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.5-2) può essere così rappresentato:

- la massa rigida è in quiete ed il sistema di collegamento è teso verso il basso. La forza  $F$  è pari a 0 kN (tratto  $P_0$   $P_1$ );
- la massa rigida inizia la caduta ( $P_1$ ). Essa si muove di moto accelerato con la forza  $F$  che passa da 0 ( $P_1$ ) a  $F_{max}$  ( $P_2$ );
- la massa rigida termina la caduta e oscilla ( $P_3$ ).
- la massa rigida torna in quiete ed il sistema di collegamento è teso ( $P_5$ ).

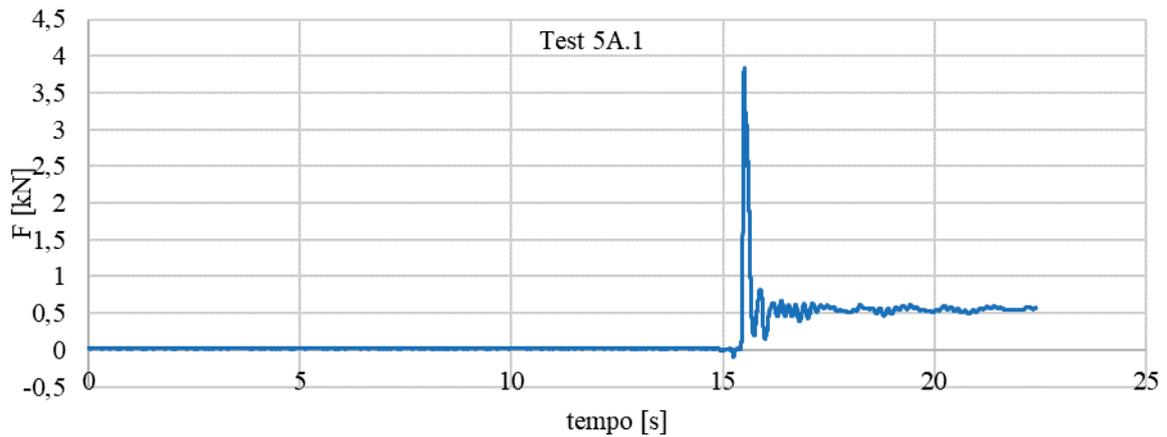


Figura 7.4.2.5-1: Prova 5A.1 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

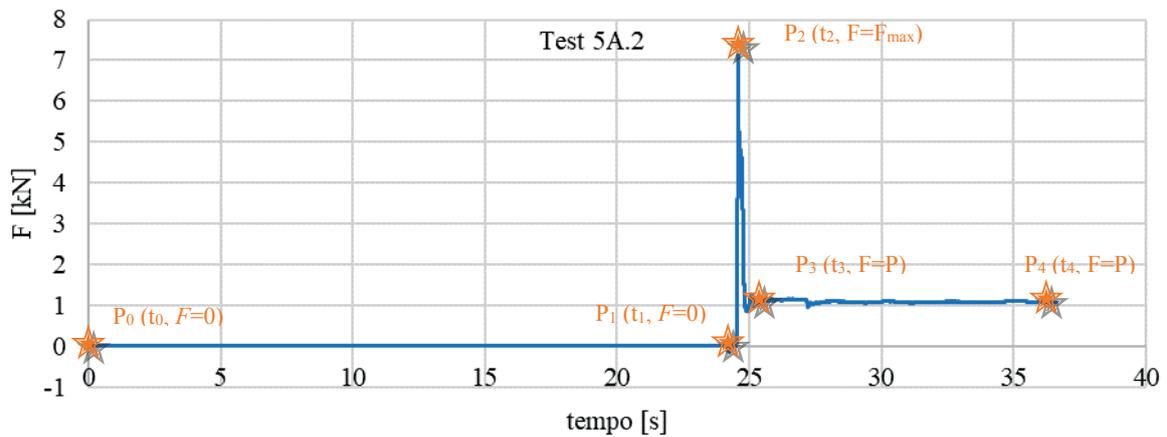


Figura 7.4.2.5-2: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

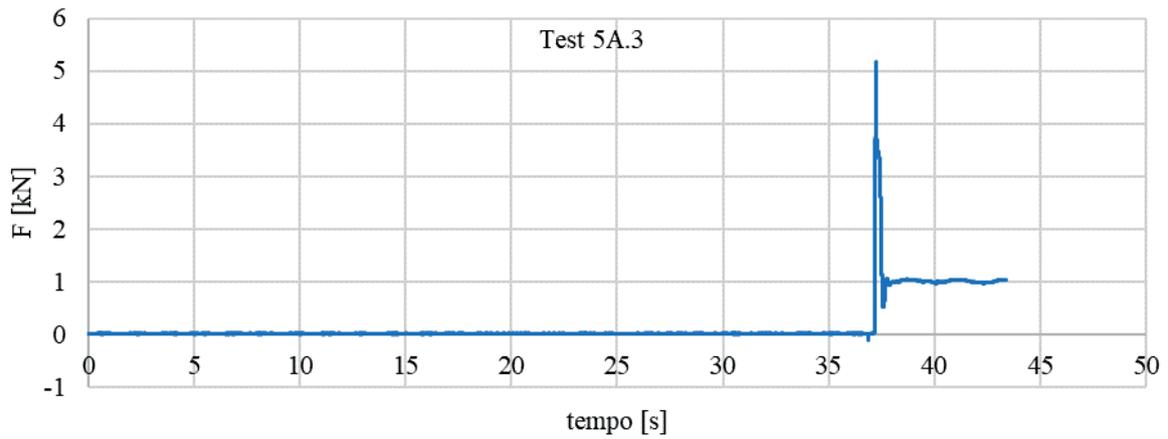


Figura 7.4.2.5-3: Prova 5A.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

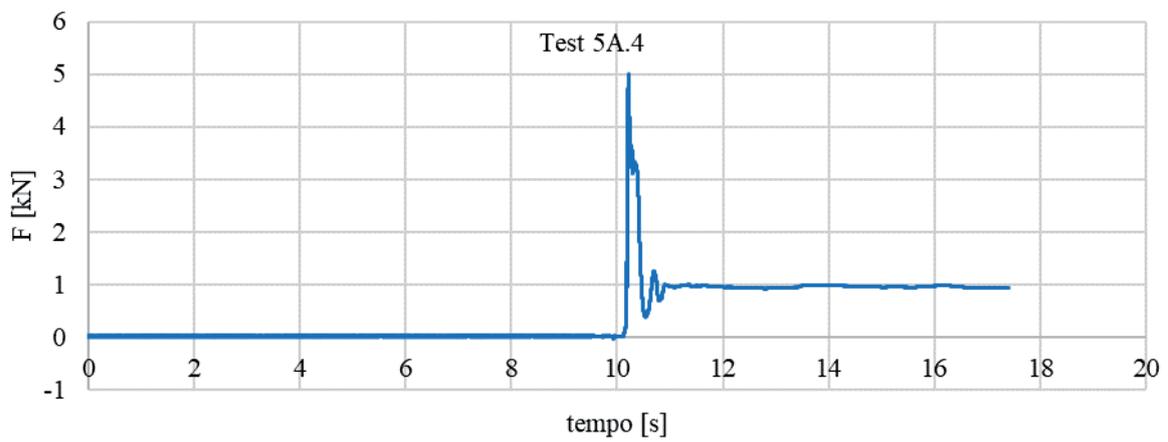


Figura 7.4.2.5-4: Prova 5A.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

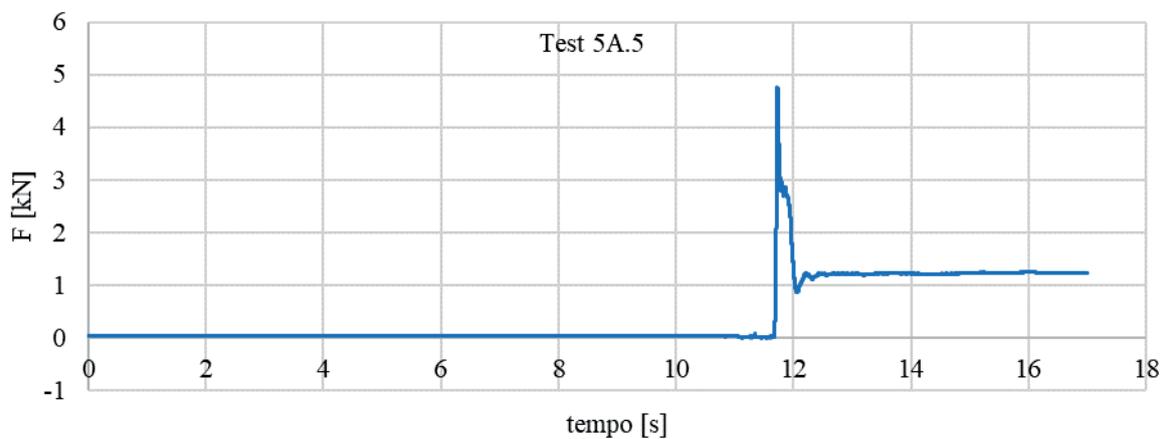


Figura 7.4.2.5-5: Prova 5A.5 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

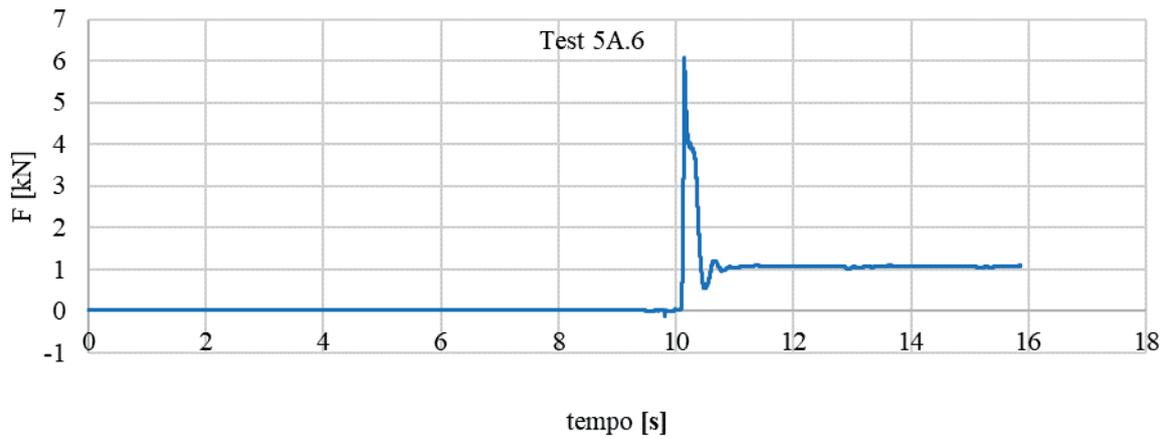


Figura 7.4.2.5-6: Prova 5A.6 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

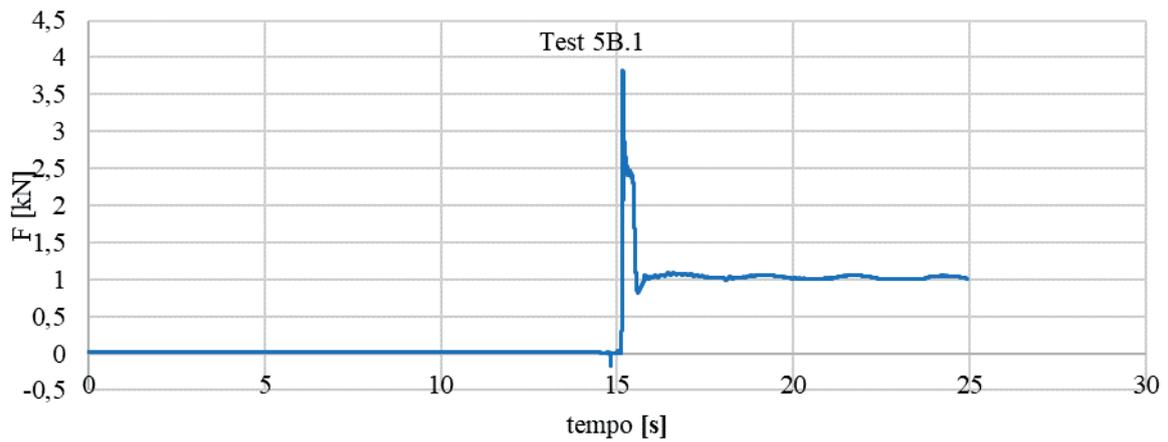


Figura 7.4.2.5-7: Prova 5A.CU - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

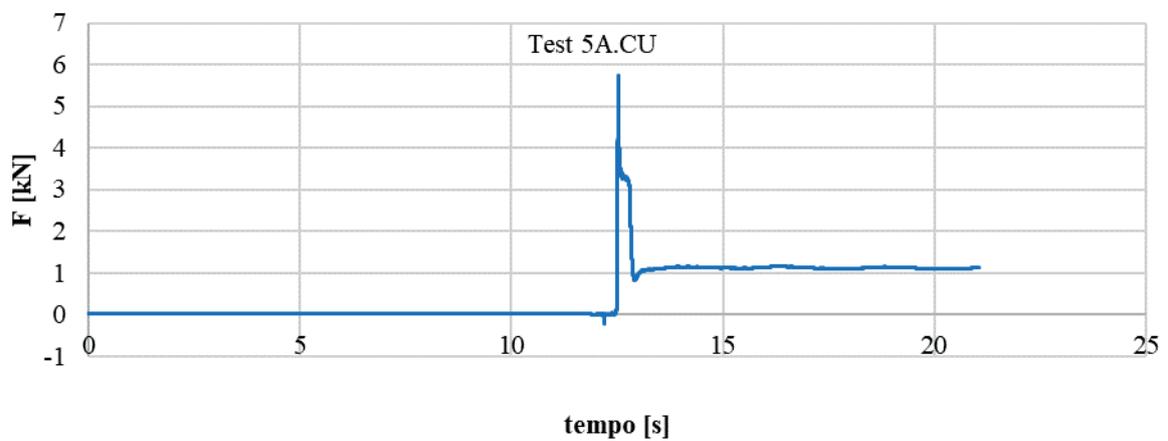


Figura 7.4.2.5-8: Prova 5B.1 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

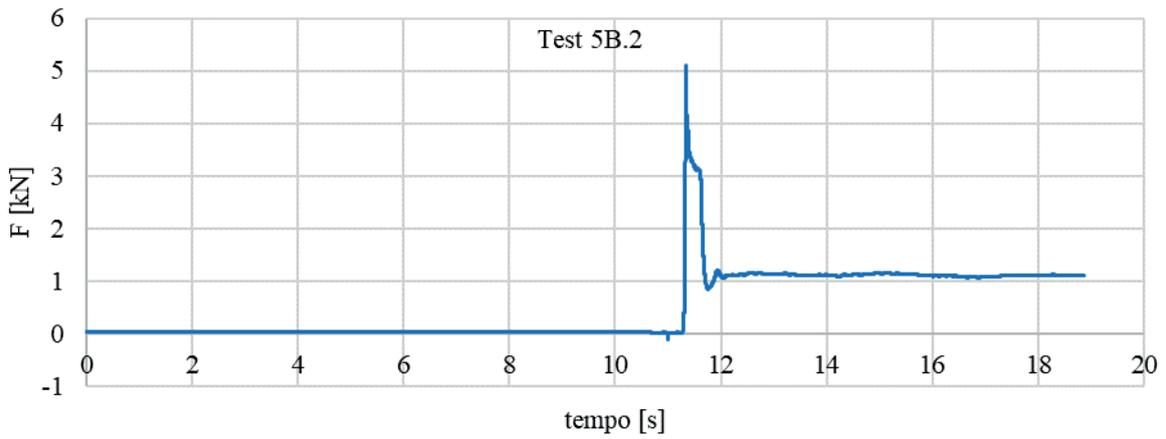


Figura 7.4.2.5-9: Prova 5B.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

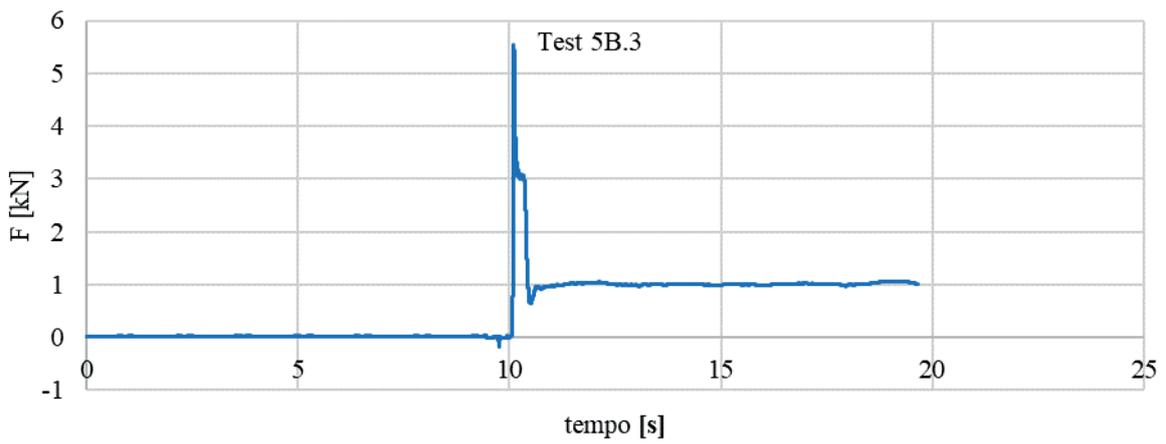


Figura 7.4.2.5-10: Prova 5B.3 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

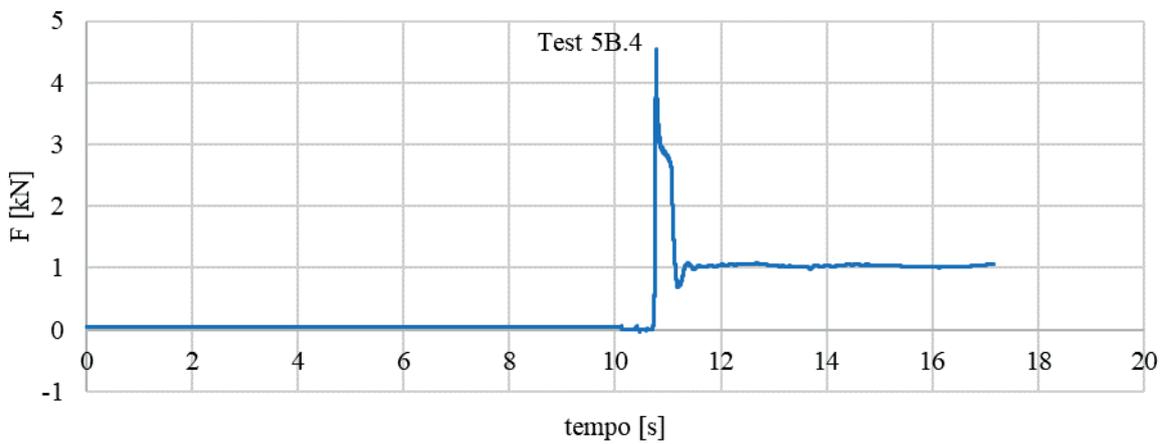


Figura 7.4.2.5-11: Prova 5B.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

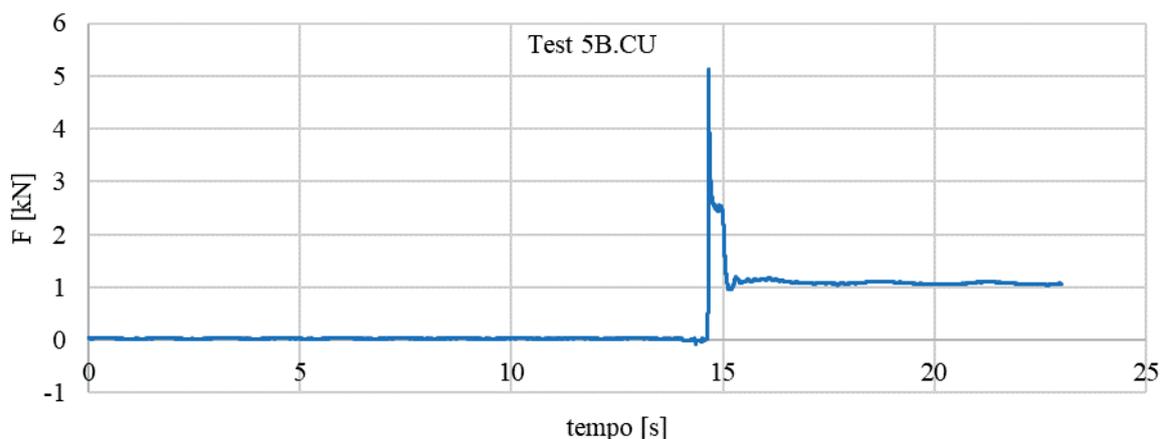


Figura 7.4.2.5-12: Prova 5B.CU - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

### 7.4.3 Sistemi di salvataggio

In riferimento ai sistemi di salvataggio sono state realizzate le prove di:

- salvataggio verso l'alto (serie 6),
- salvataggio verso il basso (serie 7).

Nelle prove sono stati utilizzati un sistema di recupero mediante paranco e pulegge, corde di tipo A e di tipo B e massa rigida di 100 kg.

Le prove di salvataggio verso l'alto sono state effettuate simulando due scenari con rispettive due situazioni:

- con bloccante posto sotto il bordo della copertura e conseguente attrito di tre segmenti di corda sullo spigolo, senza e con riduzione di attrito mediante rulliera;
- con bloccante posto sopra il bordo della copertura e conseguente attrito di un segmento di corda sullo spigolo senza e con riduzione di attrito mediante rulliera.

Per ogni test effettuato è disponibile:

- il grafico della forza all'ancoraggio, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante all'ancoraggio, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{\max, a}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo viene riportato 'ancoraggio'.
- il grafico della forza lungo il sistema di collegamento, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante lungo il sistema di collegamento, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{\max, sc}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo invece di 'sc' viene riportato 'pers. soccorsa'.

#### 7.4.3.1 Salvataggio verso l'alto

Nel grafico della forza (figura 7.4.3.1-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua la fine del pretensionamento del sistema di collegamento e l'inizio del

sollevamento;

- $P_2$ , punto che individua l'oscillazione della persona soccorsa;
- $P_3$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.3.1-1) lungo il sistema di collegamento (persona soccorsa) può essere così rappresentato:

- la persona soccorsa è sospesa al sistema che ha arrestato la caduta. La forza  $F$  è pari a  $F_s(P_0)$ ;
- l'utilizzatore inizia il pretensionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento prende il carico e la forza  $F$  passa da  $F_s(P_0)$  a  $P(P_1)$ . La forza  $F$  risulta uguale al peso  $P$  della persona soccorsa ( $F = P = mg$ , con  $m$  della persona soccorsa);
- l'utilizzatore inizia il sollevamento tirando e allentando il sistema di collegamento e la persona soccorsa oscilla attorno alla posizione  $P_2$ . La forza  $F$  passa da  $P(P_1)$  a  $F_{max}(P_2)$ ;
- l'utilizzatore termina il salvataggio e la forza  $F$  passa da  $F_{max}(P_2)$  a  $P(P_3)$ .

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.3.1-1) all'ancoraggio può essere così rappresentato:

- la persona soccorsa è sospesa al sistema che ha arrestato la caduta. La forza  $F$  è pari a  $F_s(P_0)$ ;
- l'utilizzatore inizia il pretensionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento prende il carico e la forza  $F$  passa da  $F_s(P_0)$  a  $F_a(P_1)$ . La forza  $F$  risulta uguale al peso  $F_a$  della persona soccorsa ridotto a causa dell'attrito;
- l'utilizzatore inizia il sollevamento tirando e allentando il sistema di collegamento e la persona soccorsa oscilla attorno alla posizione  $P_2$ . La forza  $F$  passa da  $F_a(P_1)$  a  $F_{max}(P_2)$  che risulta aumentata a causa dell'attrito;
- l'utilizzatore termina il salvataggio e la forza  $F$  passa da  $F_{max}(P_2)$  a  $P(P_3)$ .

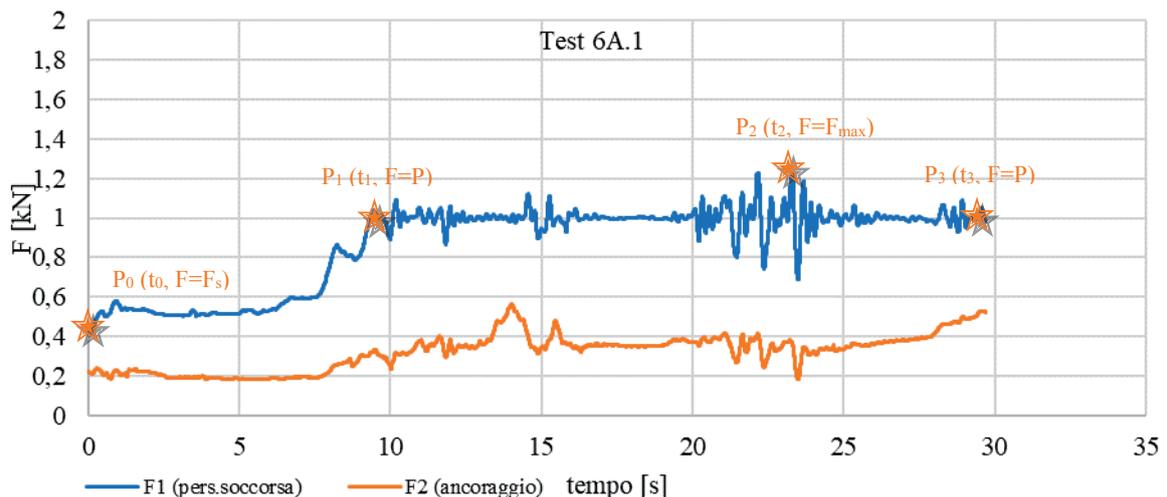
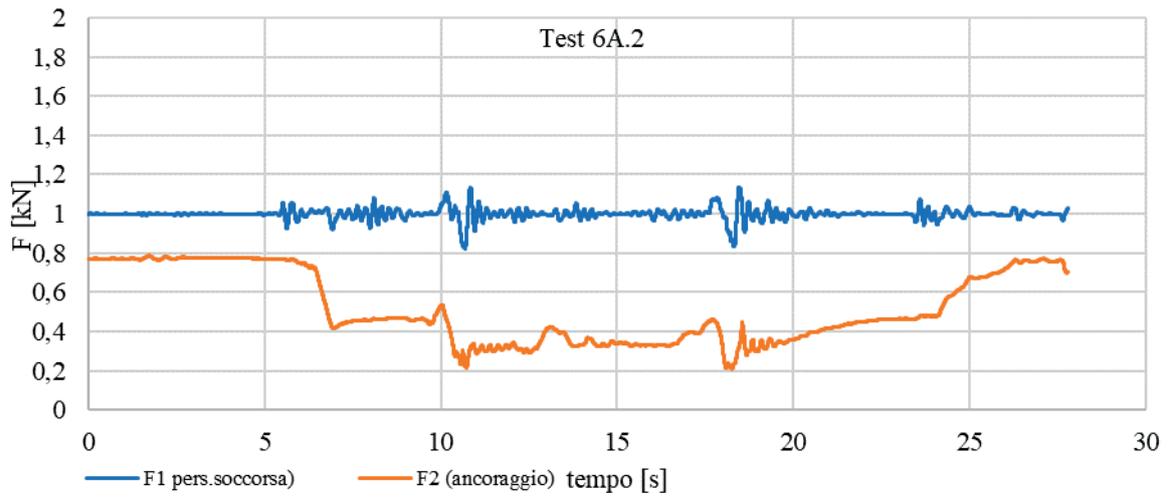
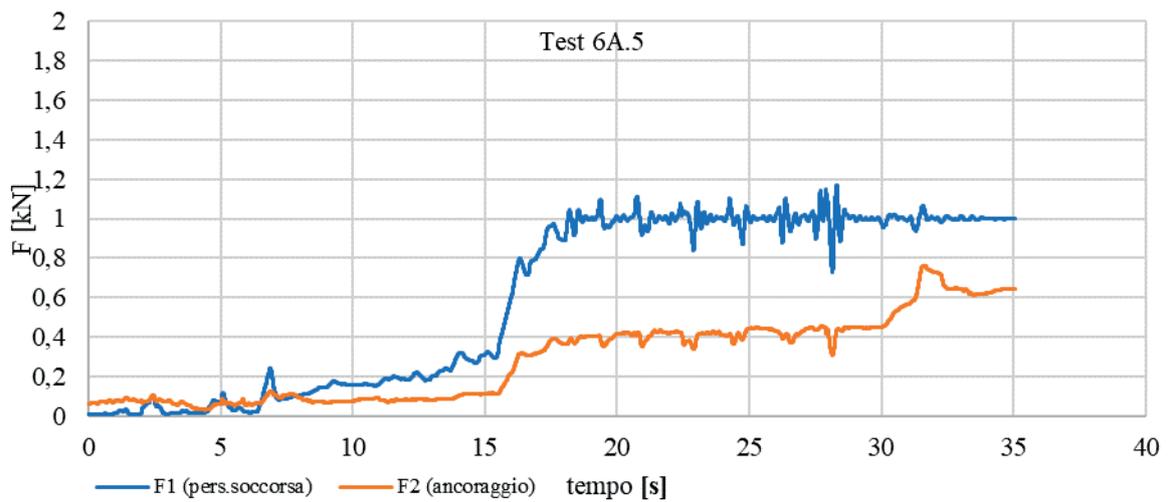


Figura 7.4.3.1-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

Figura 7.4.3.1-2: Prova 6A.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempoFigura 7.4.3.1-3: Prova 6A.5 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

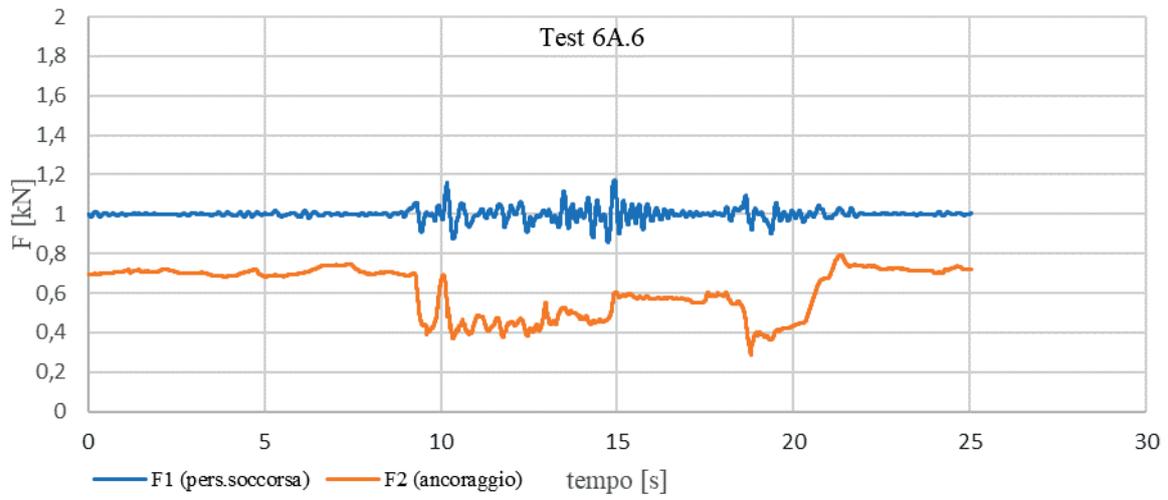


Figura 7.4.3.1-4: Prova 6A.6 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

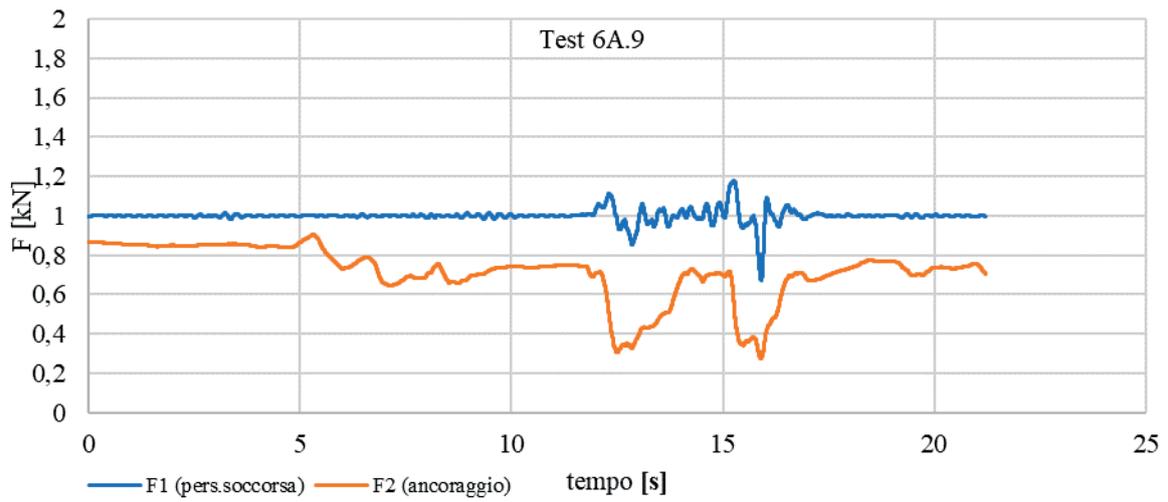
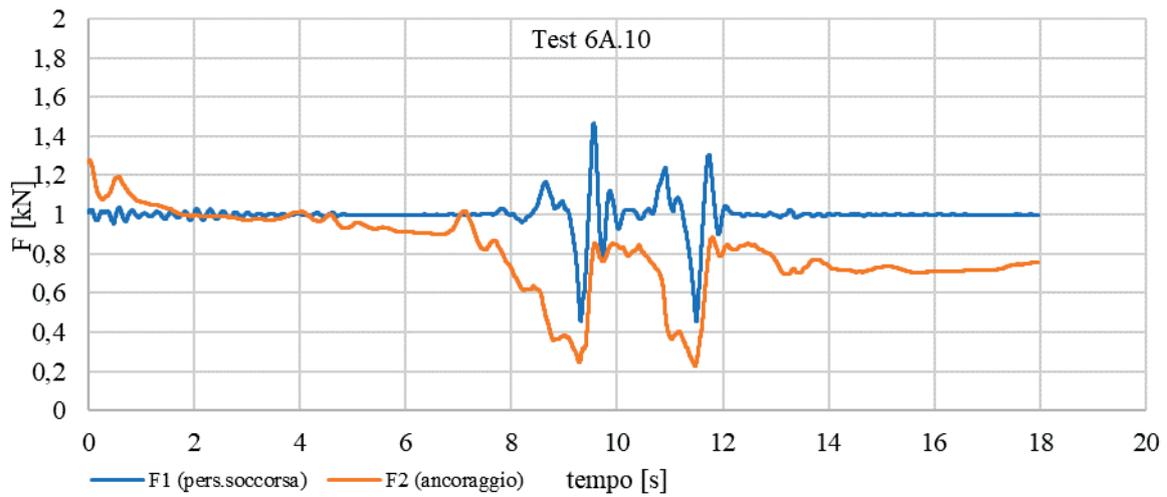
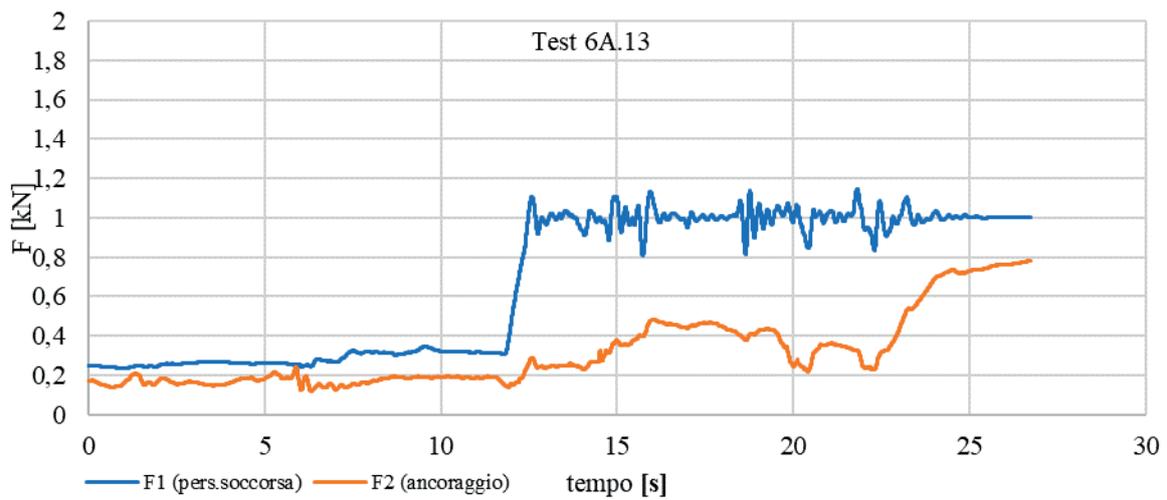


Figura 7.4.3.1-5: Prova 6A.9 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

Figura 7.4.3.1-6: Prova 6A.10 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempoFigura 7.4.3.1-7: Prova 6A.13 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

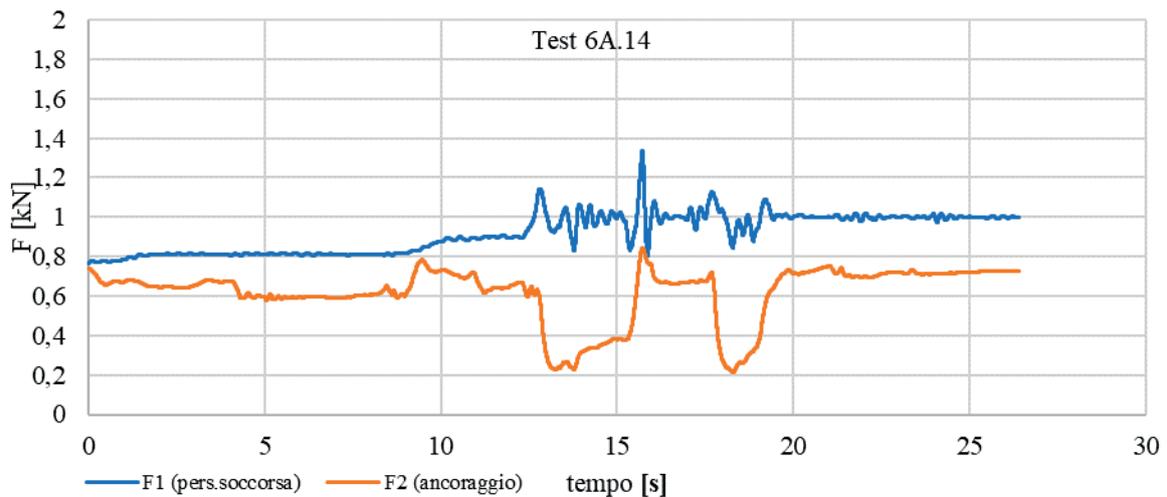


Figura 7.4.3.1-8: Prova 6A.14 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

### 7.4.3.2 Salvataggio verso il basso

Nel grafico della forza (figura 7.4.3.2-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua la fine del pretensionamento del sistema di collegamento e l'inizio del sollevamento;
- $P_2$ , punto che individua l'oscillazione della persona soccorsa;
- $P_3$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.3.2-1) lungo il sistema di collegamento (persona soccorsa) può essere così rappresentato:

- la persona soccorsa è sospesa al sistema che ha arrestato la caduta. La forza  $F$  è pari a  $F_s(P_0)$ ;
- l'utilizzatore inizia il pretensionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento prende il carico e la forza  $F$  passa da  $F_s(P_0)$  a  $P(P_1)$ . La forza  $F$  risulta uguale al peso  $P$  della persona soccorsa ( $F = P = mg$ , con  $m$  della persona soccorsa);
- l'utilizzatore inizia il sollevamento tirando e allentando il sistema di collegamento e la persona soccorsa oscilla attorno alla posizione  $P_2$ . La forza  $F$  passa da  $P(P_1)$  a  $F_{max}(P_2)$ ;
- l'utilizzatore termina il salvataggio e la forza  $F$  passa da  $F_{max}(P_2)$  a  $P(P_3)$ .

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.3.2-1) all'ancoraggio può essere così rappresentato:

- la persona soccorsa è sospesa al sistema che ha arrestato la caduta. La forza  $F$  è pari a  $F_s(P_0)$ ;
- l'utilizzatore inizia il pretensionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento prende il carico e la forza  $F$  passa da  $F_s(P_0)$  a  $F_a(P_1)$ . La forza  $F$  risulta uguale al peso  $F_a$  della persona soccorsa ridotto a causa dell'attrito;
- l'utilizzatore inizia il sollevamento tirando e allentando il sistema di collegamento e la persona soccorsa oscilla attorno alla posizione  $P_2$ . La forza  $F$  passa da  $F_a(P_1)$  a  $F_{max}(P_2)$  che risulta aumentata a causa dell'attrito;
- l'utilizzatore termina il salvataggio e la forza  $F$  passa da  $F_{max}(P_2)$  a  $P(P_3)$ .

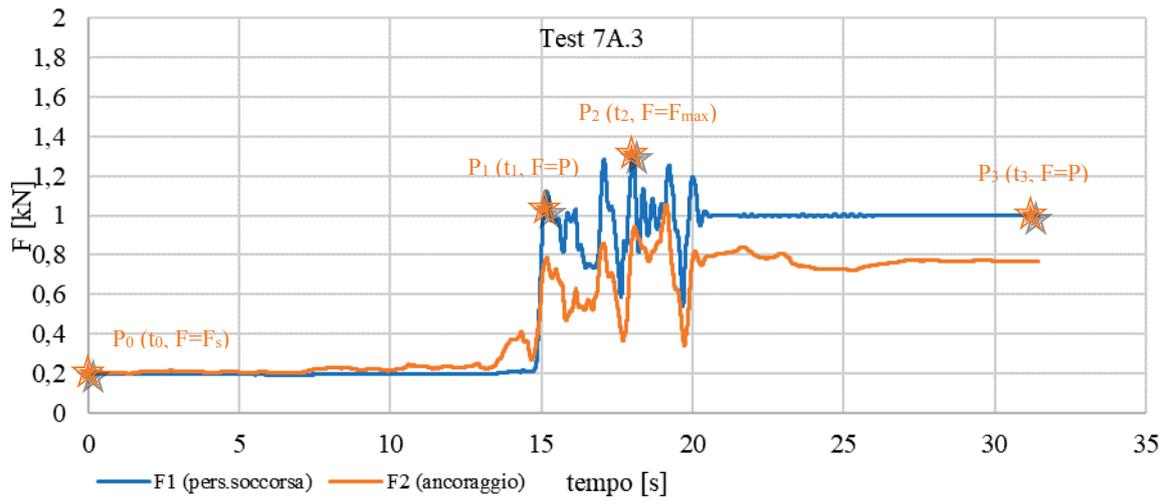


Figura 7.4.3.2-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

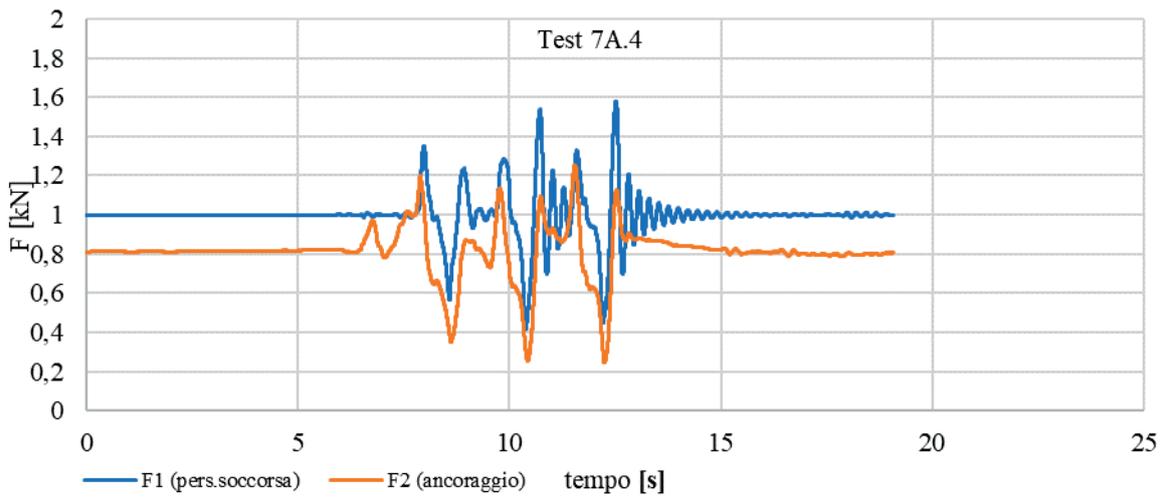


Figura 7.4.3.2-2: Prova 7A.4 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

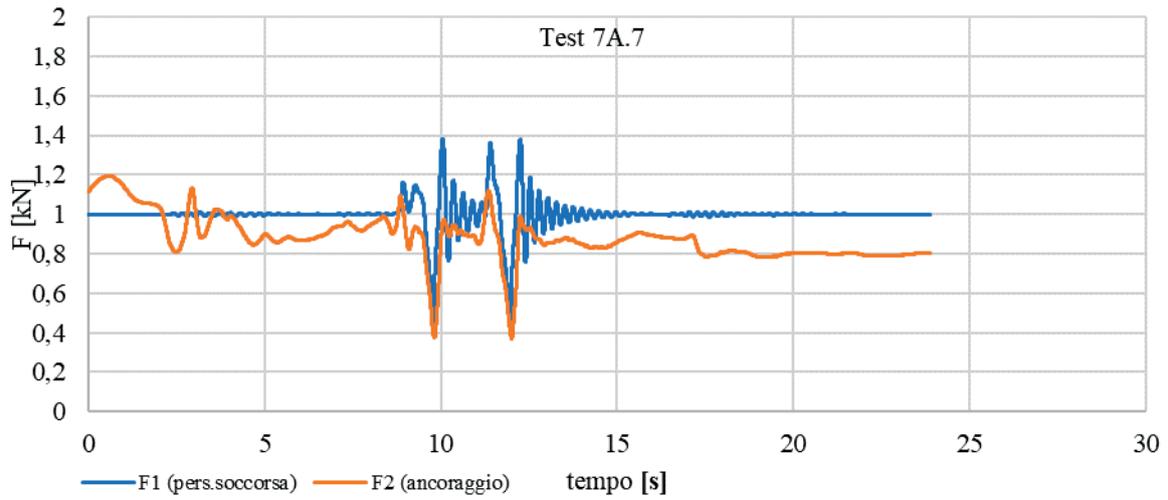


Figura 7.4.3.2-3: Prova 7A.7 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

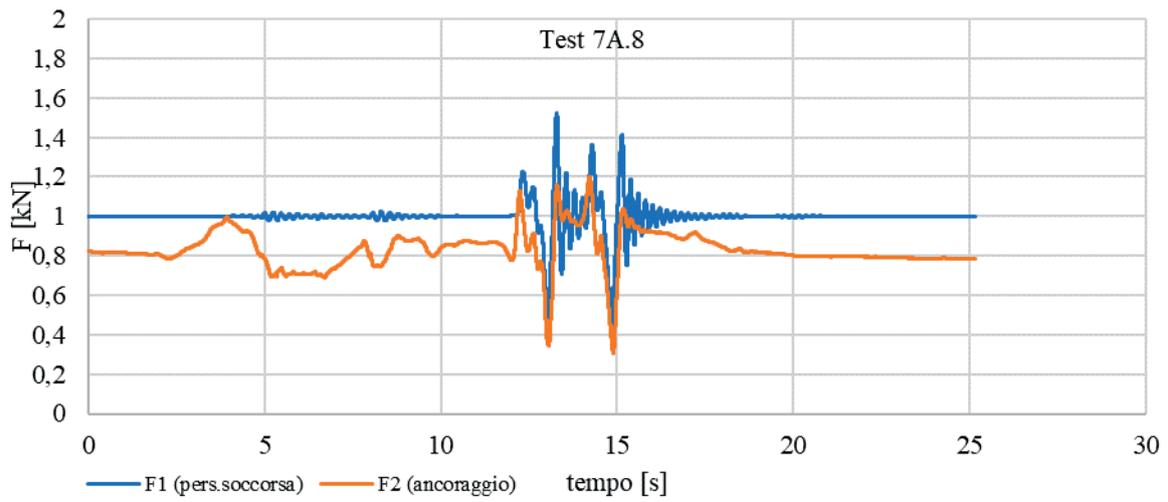
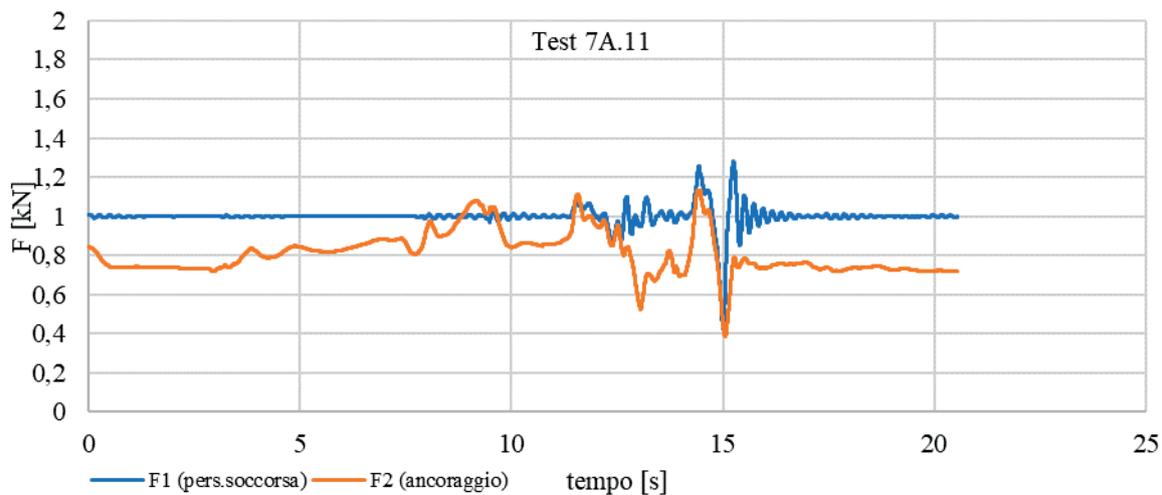
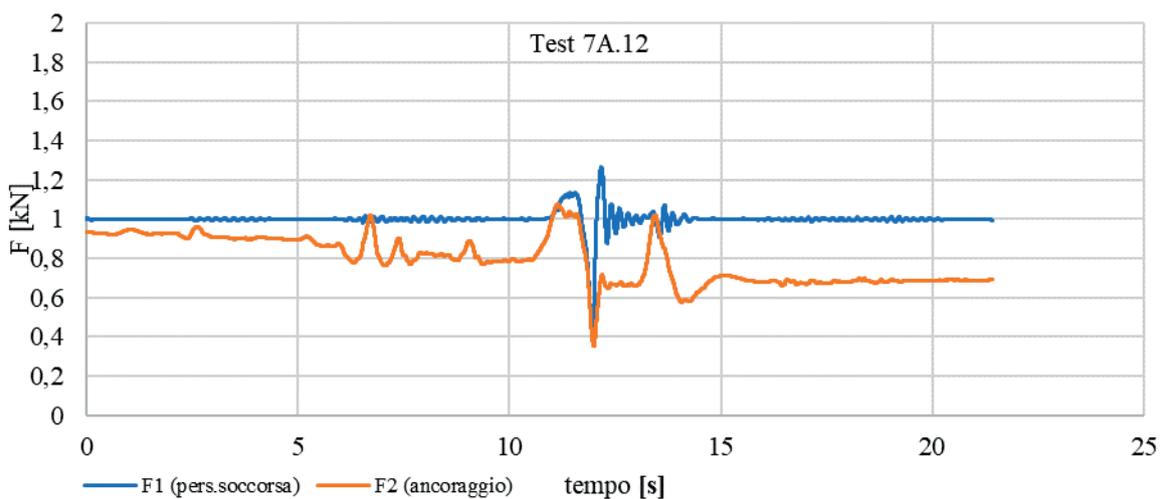


Figura 7.4.3.2-4: Prova 7A.8 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

Figura 7.4.3.2-5: Prova 7A.11 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempoFigura 7.4.3.2-6: Prova 7A.12 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

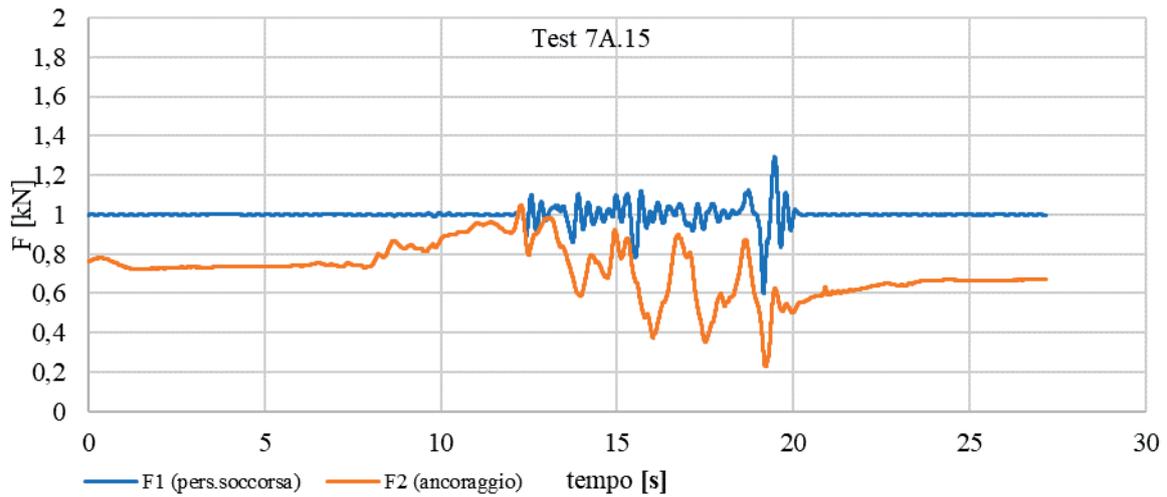


Figura 7.4.3.2-7: Prova 7A.15 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

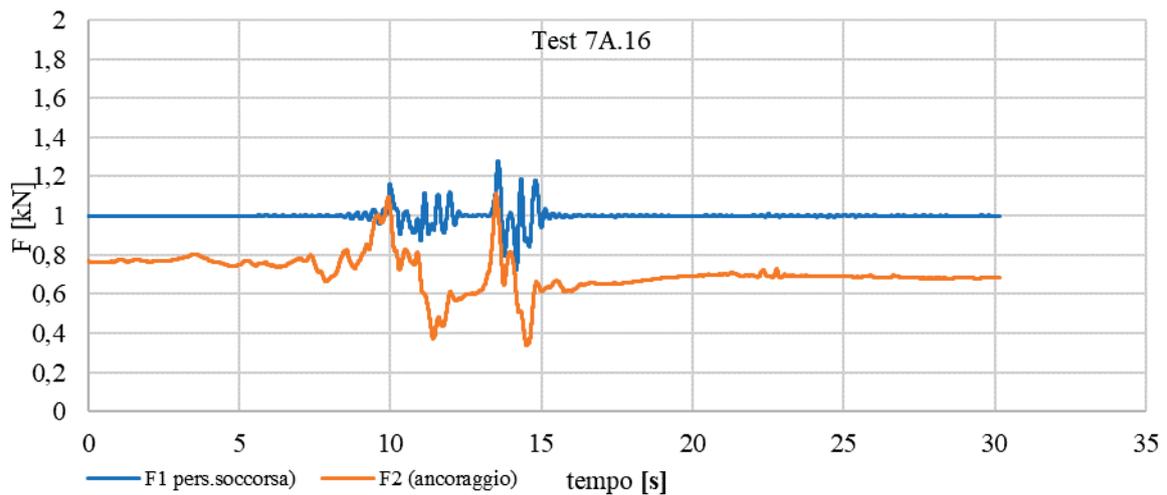


Figura 7.4.3.2-8: Prova 7A.16 - Andamento di F (kN) rispetto al tempo

#### 7.4.4 Sistemi di posizionamento sul lavoro

Sono state effettuate delle prove per la determinazione del carico statico che agisce sull'ancoraggio durante l'utilizzo dei sistemi di posizionamento sul lavoro (serie 8).

Per ogni test effettuato è disponibile:

- il grafico della forza all'ancoraggio, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante all'ancoraggio, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{max,a}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo viene riportato 'ancoraggio'.
- il grafico della forza lungo il sistema di collegamento, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante lungo il sistema di collegamento, espressa in kN, quale picco del

grafico della forza misurata:  $F_{\max, sc}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo invece di 'sc' viene riportato 'utilizzatore'.

Le tipologie di posizionamento prese in esame sono:

- posizionamento in configurazione diretta (figura 7.4.4-1);
- posizionamento in configurazione diretta con deviazione cioè il sistema di collegamento è deviato su un ulteriore ancoraggio puntuale (figura 7.4.4-2).

Nel grafico della forza relativa al posizionamento in configurazione diretta (figura 7.4.4-1) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio del posizionamento con l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_2$ , punto che individua la continuazione del posizionamento con il sistema di collegamento teso (e a seguire cicli come  $P_1 P_2$ );
- $P_3$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  relativa al posizionamento in configurazione diretta (figura 7.4.2.4-1) all'ancoraggio può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ed il sistema di collegamento non è teso.  $F$  è pari a  $F_p (P_0)$ .
- l'utilizzatore inizia il posizionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento perde il carico e la forza  $F$  (kN) passa da  $F_p (P_0)$  a  $0 (P_1)$ . Oltre  $P_1$  l'utilizzatore continua il posizionamento tirando e allentando il sistema di collegamento da  $P_1$  a  $P_2$  dove  $F = F_{\max}$ .
- l'utilizzatore continua il posizionamento tirando e allentando il sistema di collegamento fino a  $P_3$  dove  $F$  è pari a  $F_p$ .
- l'utilizzatore termina il posizionamento ed il sistema di collegamento è teso ( $P_3$ ).

L'andamento della forza  $F$  all'ancoraggio è sovrapponibile a quello lungo il sistema di collegamento (utilizzatore).

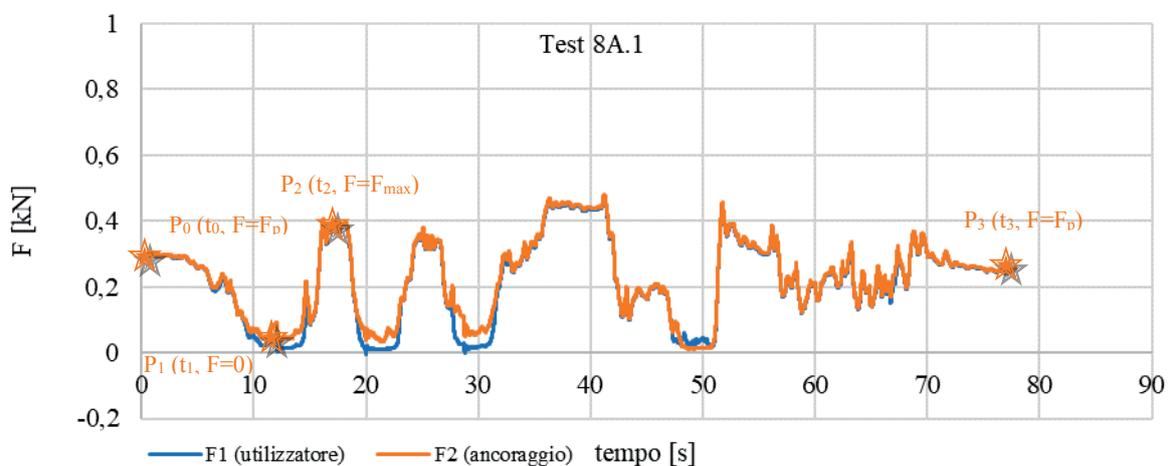


Figura 7.4.4.1-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

Nel grafico della forza relativa al posizionamento in configurazione diretta con deviazione (figura 7.4.4-2) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio del posizionamento con l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_2$ , punto che individua la deviazione del posizionamento con il sistema di collegamento teso;
- $P_3$ , punto che individua l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_4$ , punto che individua la deviazione del posizionamento con il sistema di collegamento teso;
- $P_5$ , punto che individua l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_6$ , punto che individua la deviazione del posizionamento con il sistema di collegamento teso;
- $P_7$ , punto che individua l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_8$ , punto che individua la simulazione dello scivolamento durante lo spostamento sulla normale all'ancoraggio con il sistema di collegamento teso;
- $P_9$ , punto che individua l'allentamento del sistema di collegamento;
- $P_{10}$ , punto che individua la simulazione dello scivolamento con il sistema di collegamento non teso;
- $P_{11}$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  relativa al posizionamento in configurazione diretta con deviazione (figura 7.4.2.4-2) all'ancoraggio può essere così rappresentato:

- l'utente è in quiete ed il sistema di collegamento non è teso.  $F$  è pari a  $F_{op}(P_0)$ .
- l'utente inizia il posizionamento (tratto  $P_0 P_1$ ). Il sistema di collegamento perde il carico e la forza  $F$  passa da  $F_{op}(P_0)$  a  $0(P_1)$ . Dopo  $P_1$  l'utente continua il posizionamento iniziando la deviazione del sistema di collegamento da  $P_1$  a  $P_2$  dove  $F = F_{2max}$ .
- l'utente continua il posizionamento allentando il sistema di collegamento con la forza  $F$  che passa da  $F_{2max}(P_2)$  a  $0(P_3)$ . Dopo  $P_3$  l'utente continua il posizionamento continuando la deviazione del sistema di collegamento da  $P_3$  a  $P_4$  dove  $F = F_{4max}$ .
- l'utente continua il posizionamento allentando il sistema di collegamento con la forza  $F$  che passa da  $F_{4max}(P_4)$  a  $0(P_5)$ . Dopo  $P_5$  l'utente continua il posizionamento continuando la deviazione del sistema di collegamento da  $P_5$  a  $P_6$  dove  $F = F_{6max}$ .
- l'utente continua il posizionamento allentando il sistema di collegamento con la forza  $F$  che passa da  $F_{6max}(P_6)$  a  $0(P_7)$ . Dopo  $P_7$  l'utente simula lo scivolamento durante la traslazione sulla normale all'ancoraggio con il sistema di collegamento teso da  $P_7$  a  $P_8$  dove  $F = F_{8max}$ .
- l'utente continua il posizionamento allentando il sistema di collegamento con la forza  $F$  che passa da  $F_{8max}(P_8)$  a  $0(P_9)$ . Dopo  $P_9$  l'utente simula lo scivolamento con il sistema di collegamento teso da  $P_9$  a  $P_{10}$  dove  $F = F_{10max}$ .
- l'utente termina il posizionamento ed il sistema di collegamento è teso ( $P_{11}$ ).

L'andamento della forza  $F$  all'ancoraggio è simile a quello lungo il sistema di collegamento (utente) durante la deviazione ed è sovrapponibile durante lo scivolamento.

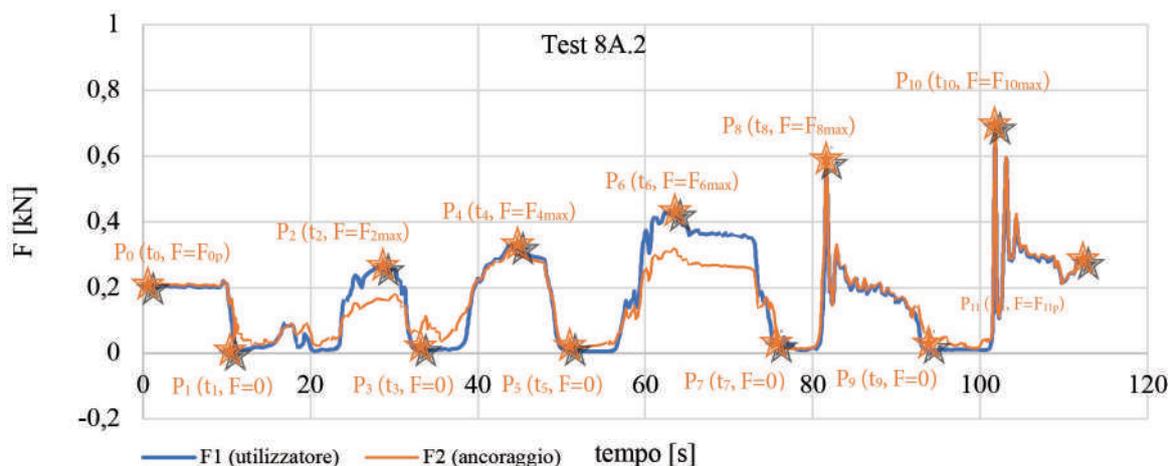


Figura 7.4.4.2-2: Prova 8A.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

#### 7.4.5 Sistemi di trattenuta

Sono state effettuate delle prove per la determinazione del carico statico che agisce sull'ancoraggio durante l'utilizzo dei sistemi di trattenuta (serie 9).

Per ogni test effettuato è disponibile:

- il grafico della forza all'ancoraggio, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante all'ancoraggio, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{\max, a}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo viene riportato 'ancoraggio'.
- il grafico della forza lungo il sistema di collegamento, misurata dalla cella di carico;
- il valore della forza frenante lungo il sistema di collegamento, espressa in kN, quale picco del grafico della forza misurata:  $F_{\max, sc}$  (kN). Nelle etichette dei grafici del paragrafo invece di 'sc' viene riportato 'utilizzatore'.

Nel grafico della forza (figura 7.4.4-1) all'ancoraggio e lungo il sistema di collegamento (utilizzatore) sono stati evidenziati i punti significativi:

- $P_0$ , punto che individua l'inizio della prova;
- $P_1$ , punto che individua l'inizio della trattenuta;
- $P_2$ , punto che individua la fine della trattenuta;
- $P_3$ , punto che individua la continuazione della trattenuta e a seguire;
- $P_4$ , punto che individua la fine della trattenuta con il sistema di collegamento teso;
- $P_5$ , punto che individua la fine della trattenuta con il sistema di collegamento non teso;
- $P_6$ , punto che individua la fine della prova.

L'andamento della forza  $F$  (figura 7.4.2.4-1) all'ancoraggio e lungo il sistema di collegamento (utilizzatore) può essere così rappresentato:

- l'utilizzatore è in quiete ed il sistema di collegamento non è teso.  $F$  è pari a 0 ( $P_0$ ).
- l'utilizzatore inizia la trattenuta (tratto  $P_1$   $P_2$ ). Il sistema di collegamento prende il carico e la forza  $F$  passa da 0 ( $P_1$ ) a  $F_{\max}$  ( $P_2$ ). Oltre  $P_2$  l'utilizzatore continua la trattenuta tirando e allen-

- tando il sistema di collegamento attorno alla posizione di equilibrio (tratto  $P_2 P_3$ ) dove  $F = F_t$ .
- l'utilizzatore continua la trattenuta (tratto  $P_3 P_4$ ). Il sistema di collegamento mantiene il carico e la forza  $F$  rimane costante e pari a  $F_t$ .
- l'utilizzatore finisce la trattenuta (tratto  $P_4 P_5$ ). Il sistema di collegamento perde il carico e la forza  $F$  passa da  $F_t$  ( $P_4$ ) a  $0$  ( $P_5$ ).
- l'utilizzatore termina la trattenuta, in quiete, ed il sistema di collegamento non è teso.  $F$  è pari a  $0$  ( $P_6$ ).

L'andamento della forza  $F$  all'ancoraggio è sovrapponibile a quella lungo il sistema di collegamento (utilizzatore).

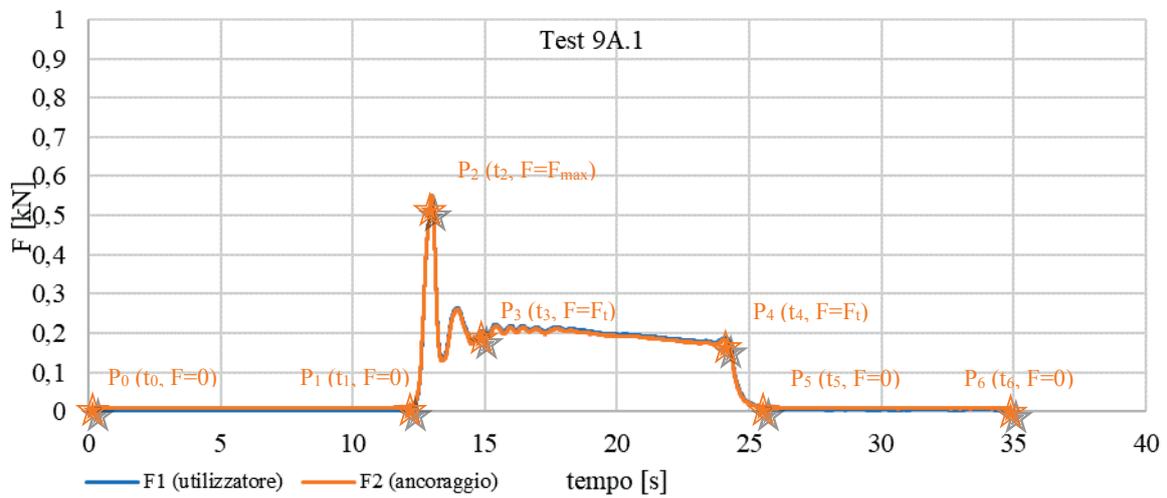


Figura 7.4.5-1: Andamento di  $F$  (kN) - Indicazione dei punti significativi del fenomeno

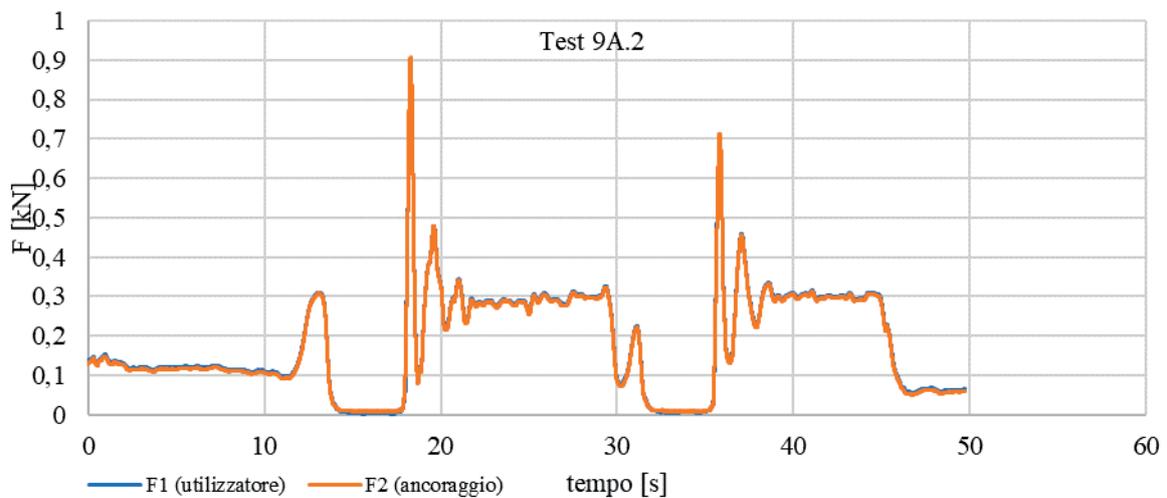


Figura 7.4.5-2: Prova 9A.2 - Andamento di  $F$  (kN) rispetto al tempo

### 7.4.3 Sintesi dei risultati

I risultati delle prove effettuate vengono sintetizzati nelle seguenti tabelle riepilogative e sono stati raggruppati nella maniera che segue.

- a) Sistema di accesso su corda
  - discesa regolare con arresto regolare (serie 1);
  - salita regolare (serie 2);
  - discesa con arresto rapido volontario (serie 3);
  - discesa con arresto rapido involontario (serie 4);
  - caduta dinamica (serie 5).
- b) Sistema di salvataggio
  - verso l'alto (serie 6);
  - verso il basso (serie 7);
- c) Sistema di posizionamento sul lavoro (serie 8).
- d) Sistema di trattenuta (serie 9).

Le tabelle riportano:

- la massa  $m$  dell'utilizzatore;
- la corda tipo  $A$  o tipo  $B$ ;
- la forza all'ancoraggio  $F_a$ ; in relazione ai sistemi di trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda e salvataggio;
- la forza lungo il sistema di collegamento  $F_{sc}$  in relazione al sistema di salvataggio.

Per quanto riguarda la caduta dinamica, in relazione al sistema di accesso su corda, esse riportano inoltre:

- la caduta;
- lo scorrimento;
- l'allungamento;
- lo scorrimento del nodo.

La frequenza di acquisizione è stata posta pari a 1,2 kHz.

Tabella 7.4.6-1 – Sistema di accesso su corda - Discesa regolare con arresto regolare – Forza all’ancoraggio

		identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	note
Sistema di accesso su corda	Discesa regolare con arresto regolare	1A.1	A	100	105,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		1A.2	A	100	103,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		1A.3	A	100	104,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		1A.4	A	100	104,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		1A.5	A	100	118,9	Frequenza acquisizione 1,2 kHz
		1B.1	B	100	176,9	
		1B.2	B	100	202,2	
		1B.3	B	100	127,7	
		1B.4	B	100	133,5	

Tabella 7.4.6-2 – Sistema di accesso su corda - Salita regolare – Forza all’ancoraggio

		identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	note
Sistema di accesso su corda	Salita regolare	2A.1	A	100	105,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		2A.2	A	100	106,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		2A.3	A	100	105,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		2A.4	A	100	104,0	Frequenza acquisizione 10 Hz
		2A.5	A	100	140,3	Frequenza acquisizione 1,2 kHz
		2B.1	B	100	137,2	
		2B.2	B	100	134,7	
		2B.3	B	100	144,7	
		2B.4	B	100	137,9	
		2B.5	B	70	104,7	

Tabella 7.4.6-3 – Sistema di accesso su corda - Discesa con arresto rapido volontario – Forza all’ancoraggio

		identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	note
Sistema di accesso su corda	Discesa con arresto rapido volontario	3A.1	A	100	108,2	Frequenza acquisizione 10 Hz
		3A.2	A	100	163,1	Frequenza acquisizione 1,2 kHz
		3A.3	A	100	191,2	
		3A.4	A	100	200,5	
		3A.5	A	100	232,6	
		3B.1	B	100	180,4	
		3B.1bis	B	100	227,3	Cambiato cordino
		3B.2	B	100	194,0	
		3B.3	B	100	186,2	
		3B.4	B	100	198,5	

Tabella 7.4.6-4 – Sistema di accesso su corda - Discesa con arresto rapido involontario – Forza all'ancoraggio

		identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all'ancoraggio (kN)	note
Sistema di accesso su corda	Discesa con arresto rapido involontario	4A.1	A	100	241,2	
		4A.2	A	100	241,2	La prova ha dato errore
		4A.3	A	100	217,7	
		4A.4	A	100	162,5	
		4B.1	B	100	314,0	
		4B.2	B	100	396,5	
		4B.3	B	100	283,3	
		4B.3bis	B	100	465,6	
		4B.4	B	100	350,5	
		4B.SZ	B	70	268,8	

Tabella 7.4.6-5 – Sistema di accesso su corda - Caduta dinamica – Forza all'ancoraggio, caduta, scorrimento, allungamento e scorrimento nodo

		identificat ivo prova	cordi no	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all'ancorag gio (kN)	caduta (cm)	scorri mento (cm)	allunga mento (cm)	scorrimento nodo (cm)	note
Sistema di accesso su corda	Caduta dinamica	5A.1	A	100	391,7	80+86	30	non rilevato	non rilevato	
		5A.2	A	100	726,9	100+113	35	non rilevato	non rilevato	
		5A.3	A	100	526,3	101+128	non rilevato	60	non rilevato	
		5A.4	A	100	510,7	101+111	30	78	non rilevato	
		5A.5	A	100	485,8	100+114	39	50	8	
		5A.7	A	100	620,4	99+117	39,5	50	8	corda usata
		5A.CU	A	100	584,5	127	60	60	non rilevato	terminazione cucita
		5B.1	B	100	390,5	99,5+145	70	78	9	
		5B.2	B	100	518,9	99,5+141,5	63	72,5	10	
		5B.3	B	100	564,9	99,5+133	55	66	non rilevato	
		5B.4	B	100	463,1	98+136	60	73,5	11	
		5B.CU	B	100	524,0	142	77	151,5	non rilevato	terminazione cucita

Tabella 7.4.6-6 – Sistema di salvataggio – Verso l’alto - Forza all’ancoraggio e lungo il sistema di collegamento

	identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	forza lungo il sistema di collegamento (kN)	tipo discensore A	attrito	note
Sistema di salvataggio Verso l’alto	6A.1	A	100	57,5	125,8	camma	tre corde	
	6A.2	A	100	80,1	116,0	camma	tre corde	
	6A.5	A	100	77,8	119,0	ruota	tre corde	
	6A.6	A	100	81,0	119,5	ruota	tre corde	
	6A.9	A	100	92,1	120,4	ruota	ridotto tre corde	
	6A.10	A	100	130,3	149,4	ruota	ridotto tre corde	
	6A.13	A	100	79,6	116,9	ruota	ridotto tre corde	
	6A.14	A	100	86,2	136,3	camma	ridotto tre corde	

Tabella 7.4.6-6 – Sistema di salvataggio – Verso il basso - Forza all’ancoraggio e lungo il sistema di collegamento

	identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	forza lungo il sistema di collegamento (kN)	tipo discensore A	attrito	note
Sistema di salvataggio Verso il basso	7A.3	A	100	107,5	134,4	camma	una corda	
	7A.4	A	100	127,7	161,0	camma	una corda	
	7A.7	A	100	121,9	140,8	ruota	una corda	
	7A.8	A	100	122,1	155,2	ruota	una corda	
	7A.11	A	100	115,7	130,7	ruota	ridotto una corda	
	7A.12	A	100	109,9	129,2	ruota	ridotto una corda	
	7A.15	A	100	106,9	131,8	camma	una corda	
	7A.16	A	100	113,4	130,2	camma	una corda	

Tabella 7.4.6-7 – Sistema di posizionamento sul lavoro – Forza all’ancoraggio e lungo il sistema di collegamento

	identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all’ancoraggio (kN)	forza lungo il sistema di collegamento (kN)	note
Sistema di posizionamento sul lavoro	8A.1	A	100	49,1	48,6	Posizionamento in tensione
	8A.2	A	100	32,6	34,1	Posizionamento con deviazione caduta

Tabella 7.4.6-8 – Sistema di trattenuta – Forza all'ancoraggio e lungo il sistema di collegamento

Sistema di trattenuta	identificativo prova	cordino	massa (kg <sub>m</sub> )	forza all'ancoraggio (kN)	forza lungo il sistema di collegamento (kN)	note
	9A.1	A	70	56,1	56,2	
	9A.2	A	100	92,4	91,7	

#### 7.4.7 Considerazioni sui risultati

La tipologia di ancoraggio sulla quale sono state effettuate le prove è l'ancoraggio puntuale rappresentato nella figura 5.2-1 in cui viene utilizzato un supporto indeformabile di cui in figura 5.4.1.2-1 è riportato un esempio.

La sperimentazione ha avuto inizio con le prove sul sistema di accesso su corda, e nello specifico, i test di discesa regolare con arresto regolare (serie 1). Durante la loro effettuazione la frequenza di acquisizione è stata incrementata fino a 1,2 kHz: ciò ha determinato l'aumento del valore del picco massimo della forza all'ancoraggio di circa il 20%. I valori della forza all'ancoraggio ottenuti utilizzando una corda di tipo B sono, ovviamente, superiori di molto a quelli ottenuti utilizzando una corda di tipo A.

La sperimentazione è continuata con le prove di salita regolare con arresto regolare (serie 2). Durante l'effettuazione dei test la frequenza di acquisizione è stata incrementata fino a 1,2 kHz che ha determinato l'aumento del valore del picco massimo della forza all'ancoraggio di circa il 40%. I valori della forza all'ancoraggio ottenuti utilizzando una corda di tipo B sono, ovviamente, superiori di circa il 40% a quelli ottenuti utilizzando una corda di tipo A. Il valore della forza all'ancoraggio ottenuto utilizzando un utilizzatore con massa di 70 kg è inferiore del 30% circa a quello in cui lo stesso ha massa di 100 kg.

Riguardo le prove di discesa con arresto rapido volontario (serie 3), dopo un primo test effettuato con frequenza di 10 Hz, esse sono continuate con frequenza di acquisizione posta a 1,2 kHz che ha determinato l'aumento notevole del valore del picco massimo della forza all'ancoraggio. I valori della forza all'ancoraggio ottenuti utilizzando una corda di tipo B sono confrontabili con quelli ottenuti utilizzando un una corda di tipo A. Ciò può essere determinato dallo scorrimento maggiore del discensore sulla corda, con guaina aramidica, di tipo B rispetto alla corda di tipo A.

La sperimentazione è continuata con le prove di discesa con arresto rapido involontario (serie 4). I valori della forza all'ancoraggio ottenuti utilizzando un cordino di tipo B sono superiori di molto a quelli ottenuti utilizzando un cordino di tipo A. Ciò può essere determinato dallo scorrimento minore del discensore sulla corda, con guaina aramidica, di tipo B rispetto alla corda di tipo A. Il valore della forza all'ancoraggio ottenuto utilizzando un utilizzatore con massa di 70 kg è inferiore a quello in cui lo stesso ha massa di 100 kg.

I test sul sistema di accesso su corda sono terminati con quelli relativi alla caduta dinamica (serie 5). I valori della forza all'ancoraggio ottenuti utilizzando un cordino di tipo B sono confrontabili con quelli ottenuti utilizzando un cordino di tipo A. Ciò può essere determinato dallo scorrimento maggiore del discensore sulla corda, con guaina aramidica, di tipo B rispetto alla corda di tipo A.

In relazione al sistema di accesso su corda i valori della forza all'ancoraggio ottenuti durante la

caduta dinamica sono superiori, di circa cinque volte, a quelli relativi alla discesa regolare con arresto regolare.

In riferimento al sistema di salvataggio sono state realizzate le prove di salvataggio verso l'alto (serie 6) e verso il basso (serie 7).

Nel salvataggio verso il basso, durante la fase di sollevamento della massa rigida, i valori della forza all'ancoraggio ottenuti sono superiori a quelli esercitati a causa del peso della massa rigida e dipendono dall'attrito, che si esercita in corrispondenza del bordo della superficie di prova, sull'unico ramo di corda presente. Tale effetto è compensato dal minor sollevamento della massa rigida previsto nella procedura di salvataggio descritta.

Nel salvataggio verso il basso durante la fase di calata della massa rigida i valori della forza all'ancoraggio ottenuti sono confrontabili con quelli relativi alla discesa regolare con arresto regolare.

Nel salvataggio verso l'alto i valori della forza all'ancoraggio ottenuti sono paragonabili a quelli esercitati a causa del peso della massa rigida e dipendono dall'attrito, che si esercita in corrispondenza del bordo della superficie di prova, sui tre rami di corda presenti. Tale effetto è dovuto all'utilizzo del paranco triplo previsto nella procedura di salvataggio descritta.

Nel salvataggio verso l'alto e verso il basso i valori della forza lungo il sistema di collegamento, cioè sulla massa rigida, sono superiori di circa il 30% a quelli sull'ancoraggio. Tale effetto è dovuto all'oscillazione prodotta dalla trazione mediante i paranchi utilizzati ed alla riduzione della lunghezza della corda che separa la massa rigida rispetto al bordo della superficie di prova.

La sperimentazione è terminata con le prove sul sistema di posizionamento sul lavoro (serie 8) e sul sistema di trattenuta (serie 9) effettuate utilizzando solamente la corda di tipo A. La simulazione dei movimenti non prevedibili che l'utilizzatore effettua sul sistema di trattenuta determina valori della forza all'ancoraggio superiori a quelli che si ottengono impiegando il sistema di posizionamento sul lavoro nelle condizioni più sfavorevoli.

## 8. Conclusioni

L'assenza di dati condivisi a livello europeo riguardanti le azioni esercitate sulla struttura di ancoraggio da quattro dei cinque sistemi previsti dalla UNI EN 363 (trattenuta, posizionamento sul lavoro, accesso su corda, salvataggio) ha determinato la necessità di una sperimentazione specifica che potrà fungere da supporto tecnico anche in funzione del possibile sviluppo della parte 2 del prEN 17235.

I risultati dei test, eseguiti secondo le condizioni di prova di cui al capitolo 7, hanno mostrato che la forza frenante massima all'ancoraggio  $F_a$ :

- nel sistema di accesso su corda è di 4650 N circa nella discesa con arresto rapido involontario e 7400 N circa nella caduta dinamica;
- nel sistema di salvataggio è di 1600 N circa;
- nel sistema di trattenuta è di 900 N circa;
- nel sistema di posizionamento sul lavoro è di 500 N circa.

Al fine della determinazione delle azioni tali forze andranno moltiplicate per opportuni  $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza sui materiali) e  $\gamma_F$  (fattore parziale di sicurezza sui carichi).

La tipologia di ancoraggio utilizzata nella sperimentazione è stata di tipo puntuale indeformabile.

## Riferimenti bibliografici

[CGRRV-005] L. Cortis, E. Gori, C. Ratti, L. Rossi, C. Vitale – *Studio degli effetti dinamici indotti sul corpo umano dall'intervento dei sistemi di arresto caduta*. ISPESL, 2005.

[AAVV-008] *Studio sulle cadute da ponteggio: esempi d'uso dei sistemi protezione* – Servizio P.S.A.L. ASUR Marche - Z.T. n. 11 – Fermo, 2008.

[CFRRSV-012] L. Cortis, F. M. Fabiani, C. Ratti, L. Rossi, D. G. Svampa, C. Vitale – *Analisi e valutazione del comportamento dell'assorbitore di energia nei sistemi di arresto caduta con differenti masse di prova*. INAIL, 2012.

[Cor, Ros-014] L. Cortis, L. Rossi – *Dispositivi di ancoraggio sui tetti: permanenti o rimovibili?*, Ambiente & Sicurezza n.13, New Business Media Srl, 8 luglio 2014, ISSN: 2035-5149

[Cor, Ros-015] L. Cortis, L. Rossi – *Ancoraggi permanenti e non permanenti: una circolare interministeriale mette chiarezza*, Ambiente & Sicurezza n.5, New Business Media Srl, 18 marzo 2015, ISSN: 2035-5149.

[CRG-015] L. Cortis, L. Rossi, S. Galimberti – *Ancoraggi permanenti pubblicata la nuova norma UNI*, Ambiente & Sicurezza n.8, New Business Media Srl, 6 maggio 2015, ISSN: 2035-5149.

[Cor, Ros-016] L. Cortis, L. Rossi – *Ancoraggi permanenti, l'Unione europea conferma la correttezza del percorso italiano*, Ambiente & Sicurezza n.2, New Business Media Srl, 3 febbraio 2016, ISSN: 2035-5149.

[Ros-016] L. Rossi – *In copertura, analisi dei rischi ancora più accurata*, Ambiente & Sicurezza n.21, New Business Media Srl, 16 novembre 2016, ISSN: 2035-5149.

[RCFS-016] L. Rossi, L. Cortis, F. M. Fabiani, D. G. Svampa – *Idoneità dell'assorbitore di energia in relazione al peso del lavoratore* INAIL, 2016.

[CFRS-016] L. Cortis, F. M. Fabiani, L. Rossi, D. G. Svampa – *Light workers e criticità dell'assorbitore di energia nei sistemi di arresto caduta*, INAIL, 2016.

[Ros, 017] L. Rossi – *Esecuzione in sicurezza dei lavori in copertura. Misure di prevenzione e protezione*, INAIL, 2017.

[Seg, Val-021] D. Segato, M. Vallesi – *Sistemi di accesso e posizionamento mediante funi - Campi di applicazione alberi* – Manuale d'uso. Edizioni Xwork, 2021 ISBN: 978-88-906607-0-2.

[Seg, Val-023] D. Segato, M. Vallesi – *Sistemi di accesso e posizionamento mediante funi - Campi di applicazione siti naturali e artificiali* – Manuale d'uso. Edizioni Xwork, 2023 ISBN: 978-88-906607-1-9.

### *Legislazione*

Regolamento (UE) del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

Regolamento (UE) del Parlamento europeo e del Consiglio 9 marzo 2016, n. 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio.

D.lgs 9 aprile 2008 , n. 81 e s.m.i.

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### *Norme tecniche italiane ed europee*

UNI EN 341: 2011 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di discesa per salvataggio.

UNI EN 353/1: 2018 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio - Parte 1: Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio rigida.

UNI EN 353/2: 2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti un'alinea di ancoraggio flessibile.

UNI EN 354: 2010 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Cordini.

UNI EN 355: 2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Assorbitori di energia.

UNI EN 358: 2019 - Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto – Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro.

UNI EN 360: 2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.

UNI EN 361: 2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Imbracature per il corpo.

UNI EN 362: 2005 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Connettori.

UNI EN 363: 2019 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi individuali per la protezione contro le cadute.

UNI EN 364: 1993 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Metodi di prova.

UNI EN 365: 2005 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Requisiti generale per le istruzioni per l'uso, la manutenzione, l'ispezione periodica, la riparazione, la marcatura e l'imballaggio.

UNI EN 516:2006 - Accessori prefabbricati per coperture - Installazioni per l'accesso al tetto. Passerelle, piani di camminamento e scalini posapiede.

UNI EN 517:2006 - Accessori prefabbricati per coperture - Ganci di sicurezza da tetto.

UNI EN 795: 2012 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Dispositivi di ancoraggio.

UNI EN 813: 2008 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Cinture con cosciali.

UNI EN 1496: 2017 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Dispositivi di sollevamento per salvataggio.

UNI EN 1497: 2008 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Imbracature di salvataggio.

UNI EN 1498: 2007 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Cinghie di salvataggio.

UNI EN 1868: 2000 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Lista dei termini equivalenti.

UNI EN 1891: 2001 - Dispositivi di protezione individuale per la prevenzione delle cadute dall'alto – Corde con guaina a basso coefficiente di allungamento.

UNI EN 12278:2007 - Attrezzatura per alpinismo - Pulegge - Requisiti di sicurezza e metodi di prova.

UNI EN 12841: 2024 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi di accesso con fune - Dispositivi di regolazione della fune.

UNI CEN/TS 16415:2013 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio - Raccomandazioni per dispositivi di ancoraggio per l'uso da parte di più persone contemporaneamente.+

UNI EN ISO 12944-2: 2018 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 2: Classificazione degli ambienti.

UNI ISO 22846-1:2017 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi di accesso su fune - Parte 1: Principi fondamentali per il sistema di lavoro.

UNI ISO 22846-2:2017 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi di accesso su fune - Parte 2: Codice di buona pratica.

UNI 11158: 2015 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Sistemi di protezione individuale dalle cadute - Guida per la selezione e l'uso.

UNI 11560: 2022 - Sistemi di ancoraggio permanenti in copertura - Guida per l'individuazione, la configurazione, l'installazione, l'uso e la manutenzione.

UNI 11578: 2015 "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova".

## I Quaderni di ricerca

- 1 - G. Ciriello, M. De Felice, R. Mosca, M. Veltroni, *Infortuni sul lavoro. Un modello di lettura (della numerosità) su "open data" dell'Inail*
- 2 - L. Cortis, F. M. Fabiani, C. Ratti, L. Rossi, D. G. Svampa, C. Vitale, *Analisi e valutazione del comportamento dell'assorbitore di energia nei sistemi di arresto caduta con differenti masse di prova*
- 3 - P. Rossi, *Danno biologico: monitoraggio, criticità e prospettive d'interesse medico-legale a dieci anni dall'introduzione della nuova disciplina*
- 4 - M. De Felice, A. Goggiamani, R. Mosca, M. Veltroni, *Malattie professionali. Un modello di lettura (della numerosità) su "open data" dell'Inail*
- 5 - L. Cortis, F. M. Fabiani, L. Rossi, D. G. Svampa, *Nuovi strumenti per la valutazione dello scivolamento e ribaltamento delle scale portatili*
- 6 - L. Cortis, F. M. Fabiani, L. Rossi, D. G. Svampa, *Determinazione della resistenza caratteristica dei dispositivi di collegamento montante-traverso nei ponteggi metallici fissi di facciata*
- 7 - S. Carruba, R. Grimaldi, M. Sparro, S. Tomasini, *Vendor Rating: il modello di valutazione delle forniture IT dell'Inail*
- 8 - P. Agnello, S. M. Ansaldi, *Una proposta di ontologia per gli Open Data Inail sugli infortuni: dalla numerosità dei dati alla gestione della conoscenza*
- 9 - A. Alvino, A. Antonini, C. Delle Site, A. Di Loreto, F. Giacobbe, D. Lega, E. Pichini, M.A. Pierdominici, L. Ricciardi, A. Tonti, *Analisi delle cause di rottura di materiali metallici: esempi di Applicazione*
- 10 - L. Cortis, F. M. Fabiani, L. Rossi, D. G. Svampa, *Light workers e criticità dell'assorbitore di energia nei sistemi di arresto caduta*
- 11 - S. Carruba, R. Grimaldi, M. Sparro, S. Tomasini, *Vendor Rating: la valutazione delle forniture IT dell'Inail per il 2015*
- 12 - L. Cortis, F. M. Fabiani, L. Rossi, D. G. Svampa, *Metodologia per prove di rigidità e resistenza per i dispositivi di collegamento montante-traverso nei ponteggi metallici fissi di facciata*
- 13 - R. Giovinazzo, E. Guerrera, M. Mameli, D. Sarto, M. Veltroni, *Analisi della contaminazione microbiologica degli ambienti di lavoro. Valutazione della qualità del dato analitico nel conteggio microbico su piastra e nelle prestazioni dell'operatore*
- 14 - P. Agnello, F. Bracco, C. Brunel, M. Masini, T. F. Piccinno, A. Sedaoui, D. Tazi, *Promuovere la sicurezza nelle organizzazioni attraverso manager resilienti*

- 15 - L. Rossi, *Esecuzione in sicurezza dei lavori in copertura. Misure di prevenzione e protezione*
- 16 - F. Antonello, P. Bragatto, F. Di Maio, S. M. Hoseyni, E. Zio, *Stima adattiva del rischio di rottura di attrezzature in pressione, sulla base dei dati di monitoraggio*
- 17 - J. Cecca, N. L'Episcopo, L. Mainero Rocca, *Nuove tecniche analitiche al servizio della sicurezza dei lavoratori: sviluppo di un metodo di analisi diretta di fungicidi e insetticidi sulla superficie delle foglie*
- 18 - A. Di Francesco, P. Iacono, A. Nebbioso, A. Pirone, G. Saputi, C. Simeoni, M.R. Vallerotonda, *Settore Seveso: contesto normativo e caratterizzazione statistica degli infortuni*
- 19 - F. M. Fabiani, L. Rossi, *Criticità delle reti di sicurezza di piccole dimensioni*
- 20 - Bragatto, C. Mennuti, M. F. Milazzo, E. Proverbio, *Tecniche avanzate per la gestione dei serbatoi di stoccaggio atmosferico*
- 21 - E. Badellino, T. P. Baccolo, M. R. Marchetti, A. Papale, I. Rossi, E. Rotoli, S. Signorini *Il progetto Inail: La prevenzione alimentare al lavoro in ottica bio-psico-sociale - I risultati della ricerca-intervento*
- 22 - A. Abrardo, P. Agnello, S. M. Ansaldi, L. Belli, P. Bragatto, L. Davoli, F. M. Fabiani, G. Ferrari, L. Parri, *CP-SEC: Sistema Cyber-Fisico per la sicurezza dei lavoratori in presenza di sostanze pericolose*
- 23 - D. Accordini, P. Agnello, S. M. Ansaldi, S. Arrigoni, F. Braghin, E. Cagno, C. Frasccheri, E. Lenzi, D. Piantella, M. Roveri, L. Tanca, G. Viscardi, *RECKON: Tecnologie abilitanti per il monitoraggio degli elementi di contesto (Operatore-Macchina-Ambiente) per la prevenzione di incidenti sul lavoro*
- 24 - P. Agnello, G. Ancione, V. Bartolozzi, P. Bragatto, B. Fabiano, M. F. Milazzo, M. Pettinato, T. Vairo, *Valutazione dinamica del rischio nel contesto Seveso*

