

INAIL

Quaderni di ricerca

Le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti

Francesca Maria Fabiani, Luca Rossi

26

dicembre 2025

INAIL
Quaderni di ricerca

Le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti

Francesca Maria Fabiani, Luca Rossi

numero **26** - dicembre 2025

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.

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 978-88-7484-964-2

Stampato presso la Tipografia Inail - Milano, dicembre 2025

Le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti

Francesca Maria Fabiani, Luca Rossi¹

Sommario - La necessità di proteggere i lavoratori e le persone che sostano e/o transitano sotto una zona pericolosa, dalla caduta dall'alto di oggetti, è assai frequente. Tali oggetti quali detriti, mattoni, utensili e simili hanno forma, dimensioni e peso variabili per cui è necessario che le reti siano progettate, sottoposte a prove sperimentali ed installate per assicurare tale funzione di protezione. Il loro comportamento a seguito della caduta di oggetti non è molto conosciuto a livello scientifico internazionale; non risulta, dalla documentazione attualmente disponibile sulle reti di sicurezza, che siano stati effettuati studi specifici sulle reti contro la caduta di oggetti.

Le prove, in particolare, devono dimostrare che le reti resistono ai carichi dinamici significativi derivanti dalla caduta dall'alto di oggetti che impattano sulla rete o che potrebbero perforarla.

Sul mercato nazionale ed internazionale sono presenti dei prodotti che vengono commercializzati con la specifica funzione di trattenere 'calcinacci' o 'detriti' che cadano dall'alto. Per essi, generalmente denominati 'debris nets', 'containment nets' e 'redes para escombros', 'reti antidetriti', 'reti anticalcinacci' non esistevano, prima della entrata in vigore delle UNI 11808-3 e UNI 11808-4 successivamente riportate, norme europee (EN) o nazionali (UNI) di riferimento, che ne specificavano i requisiti e stabilivano dei criteri per la valutazione delle prestazioni.

Il presente documento riporta, nella prima parte, alcuni di questi prodotti, desumibili dai siti e/o dai cataloghi di fabbricanti italiani ed esteri, con l'indicazione delle caratteristiche dichiarate dai rispettivi fabbricanti. Tali prodotti sono comunemente utilizzati nei cantieri per la protezione dei lavoratori e dei passanti dalla caduta dall'alto di detriti. In alcuni casi, nei lavori in quota, le reti 'antidetriti' sono combinate con le reti di sicurezza per la protezione dei lavoratori dalla caduta dall'alto. Nessun fabbricante dichiara di aver eseguito prove sperimentali che permettano di verificare i requisiti dichiarati. Nella seconda parte, il testo illustra l'assetto sperimentale e i risultati di una serie di prove, basate su test dinamici di simulazione della caduta, che hanno permesso di stabilire i requisiti e le caratteristiche delle reti contro la caduta di oggetti per permetterne l'utilizzo in sicurezza.

I risultati di tale sperimentazione sono stati utilizzati a supporto della stesura delle seguenti norme UNI pubblicate ad aprile 2025 [RF-025]:

- a. UNI 11808-3:2025 - Attrezzature provvisoriale - Reti di sicurezza - Parte 3: Reti contro la caduta di piccoli oggetti - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.
- b. UNI 11808-4:2025 - Attrezzature provvisoriale - Reti di sicurezza - Parte 4: Reti contro la caduta di oggetti - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

¹ Gli autori svolgono la propria attività presso l'Inail nel Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici. Questo Quaderno fa riferimento ai risultati relativi al Piano della Ricerca Scientifica Inail, Triennio 2022/2024, Programma di Ricerca 'Misure innovative di prevenzione e protezione nei settori ad alto rischio infortunistico: costruzioni e agricoltura' nel quale è inserito il progetto 'Il "modello distribuito" applicato alle attrezzature provvisoriale nelle costruzioni (P1 O2)' (Responsabile scientifico Luca Rossi) del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici dell'Inail. Le attività sperimentali sono state eseguite in collaborazione con l'Associazione Nazionale Cantiere Sicuro, membro del Gruppo di Lavoro UNI GL15 'Attrezzature provvisoriale', presso la sede di Palazzago (BG)

Indice degli argomenti

Premessa	7
1. Definizioni	9
2. Legislazione	10
3. Normativa tecnica	11
3.1 UNI EN 1263-1:2015	11
3.2 UNI EN 1263-2:2015	12
3.3 BS 7955	13
3.4 BS 8411	14
3.5 UNI 11808-1 e UNI 11808-2	14
4. Reti contro la caduta di oggetti presenti sul mercato	16
4.1 Generalità	16
4.2 Brescia reti	16
4.3 Combisafe	17
4.4 Doka	17
4.5 Far	20
4.6 Filet Nova	21
4.7 Hablemos de Seguridad Industrial	21
4.8 Haverford	23
4.9 Huck	24
4.10 Incord	24
4.11 La Rete	25
4.12 Leon de Oro	25
4.13 Nets4you	26
4.14 Pearlweave	27
4.15 Peri	27
4.16 Reti Archetti	30
4.17 Reti Brembo	30
4.18 Retificio Ribola	32
4.19 Rombull	34
4.20 Safeline-FP	34
4.21 Seguridad en Obras	35
4.22 Tammet	35
4.23 Tecnoled	36
4.24 Visornets	36
4.25 Altri fabbricanti	37
5. Cenni sulla caduta degli oggetti	37
6. Prove sperimentali	38
6.1 Obiettivi	38
6.2 Disposizione e procedimento di prova	38

6.2.1	Descrizione delle prove	38
6.2.2	Descrizione delle attrezzature e delle apparecchiature di prova	40
6.2.2.1	Masse di prova utilizzate	40
6.2.2.2	Reti di sicurezza utilizzate	41
6.2.2.3	Sistema di misura, acquisizione, registrazione e analisi dei dati	43
6.2.2.4	Struttura metallica rigida	43
6.2.2.5	Sistema di sollevamento e sgancio	44
6.3	Acquisizione dei dati	45
6.3.1	Sistema di acquisizione	45
6.3.2	Convenzioni	45
6.4	Risultati sperimentali	46
6.4.1	Generalità	46
6.4.2	Grafici relativi alle azioni agli ancoraggi	49
6.4.2.1	Prove di caduta con la sfera	49
6.4.2.2	Prove di caduta con il cilindrocono	67
6.4.3	Sintesi dei risultati	72
6.4.4	Analisi dei risultati	80
6.5	Nuove norme UNI 11808-3 e UNI 11808-4	94
6.5.1	Scopo e campo di applicazione	94
6.5.2	Requisiti	95
6.5.3	Verifiche e prove	95
6.5.4	Ispezione e manutenzione	96
6.5.5	Documentazione	96
7.	Conclusioni	97
	Riferimenti bibliografici	99
	i Quaderni di Ricerca	103

Premessa

Il distacco di oggetti dai soffitti degli edifici di vario genere, specialmente quelli di culto e scolastici, è sempre più frequente. Ciò comporta spesso l'interdizione degli spazi per impedire l'accesso delle persone ai locali ed il divieto di utilizzo degli stessi.

Le problematiche derivano normalmente dalle coperture nelle quali possono verificarsi pesanti infiltrazioni d'acqua che, pur non compromettendo generalmente la solidità strutturale dell'edificio e dei suoi componenti, impediscono l'utilizzo dei locali sottostanti [RF-023].

Il rischio di caduta di oggetti dall'alto è presente anche nei cantieri edili e può essere determinato dalle attività in quota dei lavoratori che possono causare la caduta di utensili con possibili danni ai lavoratori sottostanti.

Sul mercato nazionale ed internazionale sono presenti dei prodotti che vengono commercializzati con la specifica funzione di trattenere 'calcinacci' o 'detriti' che cadano dall'alto. Per essi, generalmente denominati 'debris nets', 'containment nets' e 'redes para escombros', non esistono norme europee (EN) o nazionali (UNI) di riferimento, che ne specifichino i requisiti e stabiliscano dei criteri per la valutazione delle prestazioni. Sono dunque i fabbricanti che li devono stabilire.

Il presente documento riporta le caratteristiche principali di reti antidetriti orizzontali (o prodotti simili), desumibili dai siti e/o dai cataloghi di fabbricanti italiani ed esteri.

Le reti antidetriti, note anche come reti di contenimento dei detriti, sono comunemente utilizzate nei cantieri per la protezione dei lavoratori e dei passanti dalla caduta dall'alto di detriti.

Le reti antidetriti sono in alcuni casi combinate con le reti di sicurezza per la protezione dei lavoratori dalla caduta dall'alto.

Per la definizione di alcuni concetti contenuti nel presente documento è necessario riferirsi ad una norma tecnica specifica sulle reti di sicurezza: la UNI EN 1263-1:2015 "Attrezzature provvisorie di lavoro - Reti di sicurezza - Requisiti di sicurezza, metodi di prova" che si applica alle reti di sicurezza per la protezione dei lavoratori che effettuano attività in quota. La norma classifica le reti di sicurezza in base a due parametri, la classe ed il sistema. La classe definisce le dimensioni della maglia e la capacità di assorbimento di energia della rete mentre il sistema indica la tipologia del supporto della rete e la diversa modalità d'impiego. I sistemi sono quattro e sono denominati S, T, U e V.

Il sistema S, in particolare, è la rete di sicurezza con fune sul bordo che incornicia e rinforza la zona perimetrale della rete alla quale vengono collegate le corde di sollevamento e ancoraggio. Essa viene messa in opera per proteggere il lavoratore da cadute in una zona ampia generalmente interna alla struttura da proteggere.

Per il sistema S, la UNI EN 1263-1: 2015 esclude dal campo di applicazione le reti di sicurezza di piccole dimensioni che non abbiano contemporaneamente superficie maggiore di 35 m² e lato corto maggiore di 5 m, come per esempio reti con dimensioni 8,00 m x 4,90 m (39,20 m²) oppure 7,00 m x 4,90 m (34,30 m²).

Utile riferimento è costituito dalla BS 7955:1999 "Containment nets and sheets on construction works. Specification for performance and test methods" che specifica i requisiti e i metodi di prova per le reti e i teli di contenimento destinati all'utilizzo in lavori di costruzione. La norma tratta reti e teli resistenti al fuoco e non, e specifica inoltre i metodi di prova e le specifiche di prestazione delle legature utilizzate nelle reti e nei teli. La norma non tratta le reti di sicurezza, reti a barriera o coperture temporanee, né le problematiche di installazione ed uso.

Nel Regno Unito, l'Health and Safety Executive (HSE) [McCann-011], ha effettuato una ricerca per

valutare l'efficacia delle reti di sicurezza di tipo S conforme alla BS EN 1263 nelle reali condizioni di utilizzo, per identificare la eventuale presenza di situazioni che potrebbero determinarne il danneggiamento prematuro. A tal fine sono state individuate alcune variabili, tra le quali la forma degli oggetti in caduta.

La scelta di una rete di sicurezza [RFS-020] [Osa-007] dipende da tanti fattori, fra cui figurano: l'altezza di caduta, lo spazio libero disponibile sotto la rete di sicurezza [Fas-SN23] [RF-021-2], le caratteristiche della struttura alla quale viene ancorata la rete, gli ancoraggi e loro tipologia, il posizionamento della rete di sicurezza che non deve ostacolare il movimento dei lavoratori e delle macchine per permettere lo svolgimento delle attività lavorative senza l'introduzione di rischi aggiuntivi.

Le reti di sicurezza proteggono i lavoratori dal rischio di caduta di oggetti dall'alto e devono essere montate, smontate ed ispezionate da personale competente [Ros-024] [Ros-023].

L'installatore delle reti di sicurezza deve essere in possesso, dunque, delle conoscenze specifiche per effettuare il montaggio e lo smontaggio mediante uno dei metodi di accesso previsti e per eseguire le ispezioni al fine di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche prestazionali iniziali [Ros-021-1].

Il presente documento include una metodologia per effettuare i test dinamici di simulazione della caduta di oggetti che prende spunto da prove analoghe contenute nelle seguenti norme tecniche:

- UNI EN 12811-4:2014 Attrezzature provvisorie di lavoro - Parte 4: Parasassi per ponteggi - Requisiti prestazionali e progettazione del prodotto
- UNI EN 13087-3:2003 Caschi/elmetti di protezione - Metodi di prova - Resistenza alla penetrazione
- UNI EN 397:2013 Elmetti di protezione per l'industria
- UNI EN 443:2008 Elmi per la lotta contro l'incendio in edifici e in altre strutture

Il presente documento, basato su test dinamici di simulazione della caduta, ha permesso di stabilire i requisiti e le caratteristiche delle reti contro la caduta di oggetti per permetterne l'utilizzo in sicurezza.

1. Definizioni

Ancoraggio

Insieme comprendente la struttura di supporto, l'ancorante e l'elemento da fissare

Nota: Esempi di strutture di supporto sono: edifici, ponti, viadotti

Nota: All'elemento da fissare (ad esempio un gancio a riccio) viene collegato l'oggetto da ancorare costituito dalla rete di sicurezza

Classe

Classificazione della rete rispetto alla capacità di assorbimento dell'energia e alle dimensioni della maglia

Connettore

Elemento di collegamento o componente della rete di sicurezza dotato di sistema di chiusura automatico e sistema di bloccaggio automatico o manuale.

Nota: Il connettore può essere utilizzato per collegare la fune sul bordo all'elemento da fissare

Datore di lavoro

Soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva, in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa.

Dimensione della maglia

Distanza fra due nodi o punti di connessione di funi per maglia misurata dal centro al centro di tali connessioni.

Fune per maglia

Fune con la quale vengono costruite le maglie della rete.

Fune sul bordo

Fune che congiunge ogni maglia nel perimetro della rete e ne determina la dimensione.

Fune tirante

Fune utilizzata per fissare la fune sul bordo ad un supporto appropriato.

Fune di accoppiamento

Fune che unisce insieme più reti di sicurezza.

Installatore

Persona qualificata che effettua il montaggio e lo smontaggio della rete di sicurezza.

Lavoratore

Persona alla quale è destinata la rete di sicurezza.

Lavoro in quota

Attività lavorativa che espone il lavoratore al rischio di caduta da una quota posta ad altezza maggiore di 2 m rispetto ad un piano stabile.

Maglia

Serie di funi disposte con un motivo geometrico (quadri o losanghe) con quattro nodi o punti di connessione, che formano una rete.

Maglia di prova

Sezione di maglia che fa parte della rete di sicurezza e che può essere rimossa per determinare qualsiasi deterioramento dovuto all'invecchiamento, senza pregiudicare la prestazione della rete.

Nota: La maglia di prova dovrebbe consistere di almeno 10 x 10 maglie (vedi punto 7 della UNI EN ISO 1806:2004).

Rete

Connessione di maglie.

Rete di sicurezza

Rete sostenuta da una fune sul bordo, da altri elementi di supporto o da una combinazione di questi, progettata per fermare la caduta dall'alto delle persone.

Sistema

Insieme di componenti di una rete di sicurezza, che costituisce una attrezzatura da utilizzare in conformità al manuale di istruzioni.

Struttura di supporto

Struttura su cui ancorare la rete di sicurezza, cioè l'edificio.

2 Legislazione

Le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti non vengono menzionate all'interno del d. lgs 81/08. Per esse si può fare riferimento all'art.122 (Ponteggi ed opere provvisorie) *“Nei lavori che sono eseguiti ad un'altezza superiore ai m 2, devono essere adottate, seguendo lo sviluppo dei lavori stessi, adeguate impalcature o ponteggi o idonee opere provvisorie o comunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose.....”*. La rete di sicurezza è certamente una *“precauzione atta ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose”*.

Le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti sono dunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose ma anche dispositivi di protezione collettiva. Essi sono più volte citati nel d. lgs 81/08.

Il d. lgs 81/08 antepone le misure tecniche di prevenzione, i dispositivi di protezione collettiva, le misure, i metodi o i procedimenti di riorganizzazione del lavoro ai dispositivi individuali.

Tale concetto è stabilito negli articoli 15 *“Le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro sono: i) la prioritaria delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale”*, 75 *“I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi*

di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro” e 111 “Il datore di lavoro, nei casi in cui i lavori temporanei in quota non possono essere eseguiti in condizioni di sicurezza e in condizioni ergonomiche adeguate a partire da un luogo adatto allo scopo, sceglie le attrezzature di lavoro più idonee a garantire e mantenere condizioni di lavoro sicure, in conformita’ ai seguenti criteri: a) priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale”.

Per la individuazione dei dispositivi di protezione collettiva idonei è dunque indispensabile la determinazione preliminare della natura e dell’entità dei rischi residui ineliminabili sul luogo di lavoro, con particolare riguardo ai seguenti elementi: tipologia dei possibili pericoli per i lavoratori, durata e probabilità del rischio, condizioni lavorative.

Adottare dispositivi di protezione collettiva capaci di proteggere dalla totalità o almeno dalla maggior parte dei rischi lavorativi è il presupposto fondamentale per stabilire le necessarie politiche di sicurezza da parte di tutti i soggetti interessati.

Il d. lgs 81/08 non definisce che cosa siano i dispositivi di protezione collettiva; essi possono essere intesi come prodotti che hanno la funzione di salvaguardare le persone da rischi per la salute e la sicurezza. Non essendo coperti da direttiva specifica, non possono essere marcati CE ma sono soggetti al d. lgs 6 settembre 2005, n. 206 (Codice del consumo) parte IV, titolo I - Sicurezza dei prodotti.

Il fabbricante può dimostrare che i dispositivi di protezione collettiva da lui prodotti soddisfino i requisiti essenziali di sicurezza previsti dal d. lgs 206/05 redigendo, ad esempio, una propria specifica tecnica di prodotto o facendo riferimento alle norme tecniche applicabili.

L’assenza nel d. lgs 81/08 di contenuti specifici riguardo le reti di sicurezza ha di fatto agevolato l’utilizzo delle norme tecniche, strumento certamente non cogente, ma paradossalmente ancora più importante in assenza di disposizioni legislative specifiche in quanto condiviso dagli stakeholder che hanno contribuito alla loro scrittura

3 Normativa tecnica

3.1 UNI EN 1263-1:2015

La norma UNI EN 1263-1: 2015 si applica alle reti e agli accessori di sicurezza per l’uso nei lavori di costruzione e di montaggio per proteggere i lavoratori dalle cadute dall’alto. Essa specifica i requisiti di sicurezza e i metodi di prova e si basa sulle caratteristiche prestazionali di fibre di polipropilene e poliammide. I materiali utilizzati nelle reti non dovrebbero avere alcuna riduzione significativa delle proprietà meccaniche tra - 10 ° C e + 40 ° C.

La norma UNI EN 1263-1: 2015 non riguarda reti di sicurezza contro la caduta di oggetti ma può fornire utili indicazioni sui requisiti che esse dovrebbero possedere.

La norma UNI EN 1263-1 non riguarda l’installazione delle reti oggetto della UNI EN 1263-2.

Le reti di sicurezza sono particolarmente sensibili all’invecchiamento dovuto all’esposizione ai raggi UV; ciò impone di tenerle all’esterno solo per un periodo di tempo limitato dopo il quale devono essere riposte. Per tale motivo la UNI EN 1263-1 prevede per le reti dei test di invecchiamento [Ros-021-1] [Fas-SN02].

La UNI EN 1263-1 classifica le reti di sicurezza in base a due parametri, la classe ed il sistema. La classe definisce le dimensioni della maglia e la capacità di assorbimento di energia della rete men-

tre il sistema indica la tipologia del supporto della rete e la diversa modalità d'impiego [Fas-GPG]. Le reti vengono divise in quattro classi (A1, A2, B1, B2) che si distinguono per la massima dimensione delle maglie (l_M) e per i valori caratteristici dell'energia (E) che può agire su di esse.

Tabella 3.1-1 - Tipologie delle reti in base alla classe, alla dimensione delle maglie e alla capacità di assorbimento di energia

Classe	l_M (mm)	E (kJ)	
A1	60	E_A	2,3
A2	100		
B1	60	E_B	4,4
B2	100		

I sistemi sono quattro e sono denominati S, T, U e V.

Il sistema S in particolare è la rete di sicurezza con fune sul bordo che incornicia e rinforza la zona perimetrale della rete alla quale vengono collegate le corde di sollevamento e ancoraggio. Essa viene messa in opera per proteggere il lavoratore da cadute in una zona ampia, generalmente interna alla struttura da proteggere. Le caratteristiche di sicurezza del sistema S sono state riscontrate anche in attività di ricerca effettuate nel settore dello sci alpino [AEMPCG-014].

Il sistema S è costituito normalmente da reti di grande superficie nell'ordine di decine di metri quadri. Molto spesso si passa dalle decine alle centinaia di metri quadri. Non è raro vedere reti di sicurezza di migliaia di metri quadri installate ad esempio per la protezione di lavoratori che effettuano attività in grandi strutture prefabbricate.

Per il sistema S, la UNI EN 1263-1: 2015 esclude dal campo di applicazione le reti di sicurezza di piccole dimensioni che non abbiano contemporaneamente superficie maggiore di 35 m² e lato corto maggiore di 5 m.

Le motivazioni di tale esclusione risiedono nel fatto che i requisiti e le prove che la norma UNI EN 1263-1 prevede per il sistema S sono stati concepiti per reti di grande superficie; esse hanno comportamenti diversi rispetto alle piccole in merito alla capacità di assorbire energia derivante dalla caduta del lavoratore. Le reti di piccole dimensioni sono evidentemente molto più rigide e tale aspetto ne influenza le prestazioni e la sicurezza [CHHZ-019] coinvolgendo anche le modalità con cui viene effettuato l'ancoraggio [Fas-SN12] [Fas-SN13].

3.2 UNI EN 1263-2:2015

La norma UNI EN 1263-2: 2015 specifica i requisiti di sicurezza per il posizionamento delle reti in conformità al manuale di istruzioni del fabbricante, alle specifiche del prodotto e alle prove delle reti di sicurezza di cui al sistema S, al sistema T, al sistema U e al sistema V secondo la UNI EN 1263-1.

La UNI EN 1263-2 è dunque particolarmente importante in quanto specifica i requisiti di sicurezza per il posizionamento di una rete di sicurezza.

La norma UNI EN 1263-2 non riguarda le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti ma può fornire utili indicazioni per il loro posizionamento.

La UNI EN 1263-2 afferma che la scelta di una rete di sicurezza, oltre che dall'inclinazione del piano di lavoro, dipende dalla altezza di caduta. La norma definisce tre tipologie di altezza di caduta denominate H_e , H_i e H_r :

- altezza di caduta H_e : distanza verticale fra la rete di sicurezza ed il punto di lavoro localizzato lungo il bordo interno della superficie da proteggere,
- altezza di caduta H_i : distanza verticale fra la rete di sicurezza ed il punto di lavoro localizzato all'interno della superficie da proteggere,
- altezza di caduta ridotta H_r : distanza verticale tra la rete di sicurezza ed il punto di lavoro localizzato all'interno della superficie da proteggere a distanza non superiore a 2 m dai punti di ancoraggio.

I concetti esplicitati dalla UNI EN 1263-2 e riguardanti fra l'altro le altezze di caduta denominate H_e , H_i e H_r sono applicabili concettualmente anche alle reti di sicurezza contro la caduta di oggetti anche se hanno un minore impatto sulle prestazioni delle stesse.

3.3 BS 7955

La norma BS 7955:1999 'Containment nets and sheets on construction works. Specification for performance and test methods' specifica i requisiti e i metodi di prova per le reti e i teli di contenimento destinati all'utilizzo in lavori di costruzione.

La norma tratta reti e teli resistenti al fuoco e non.

Specifica inoltre i metodi di prova e le specifiche di prestazione delle legature utilizzate nelle reti e nei teli. La norma non tratta le reti di sicurezza, reti a barriera o coperture temporanee. La norma non tratta l'installazione e l'uso.

La norma non specifica i requisiti per l'invecchiamento.

La norma distingue la rete di contenimento dal telo di contenimento.

La rete di contenimento (3.1) è la rete destinata a trattenere piccoli oggetti o attrezzi e detriti, per limitare la polvere, per ridurre gli effetti del tempo (atmosferico), per fornire protezione alle persone dagli oggetti in caduta e per ridurre il rischio di caduta delle persone dagli impalcati ponteggi.

Il telo di contenimento (3.2) è il telo impermeabile destinato a proteggere una struttura dal maltempo, a contenere polvere e altri inquinanti, a prevenire la caduta di piccoli oggetti, attrezzi e detriti e per ridurre il rischio di caduta delle persone dagli impalcati ponteggi. Ai fini del presente documento il prodotto che fornisce protezione alle persone dagli oggetti in caduta è dunque la rete di contenimento (3.1).

Per comprendere il significato di 'fornire protezione alle persone dagli oggetti in caduta' è necessario far riferimento ai paragrafi 4.1 (Test di impatto) e 4.2 (Test di puntura) e rispettivamente agli allegati A e B.

L'allegato A (normativo) denominato 'Test di impatto' prevede che la rete o il telo siano soggetti all'impatto con un corpo morbido, fatto dondolare per determinare la resistenza all'impatto.

Il campione in prova, installato su un telaio di prova verticale (A.4.1), viene colpito al centro tramite un sacco di (50 ± 5) kg lasciato cadere con altezza di caduta di 0,306 m. Al campione viene così impartita una energia di 150 Nm (0,15 kJ) circa.

L'allegato B (normativo) denominato 'Test di puntura' prevede che la rete o il telo siano soggetti all'impatto con una sfera rigida lasciata cadere in verticale.

Il campione in prova, installato su un telaio di prova orizzontale (B.3.1), viene colpito al centro tramite una sfera in acciaio Ø 63 mm e massa 1 kg lasciata cadere con altezza di caduta a di 2 m. Al campione viene così impartita una energia di 20 Nm (0,02 kJ) circa.

3.4 BS 8411

La norma BS 8411:2019 'Code of practice for safety nets on construction sites and other works' fornisce una guida e le raccomandazioni sull'uso sicuro, l'installazione e la manutenzione efficace delle reti di sicurezza utilizzate sui cantieri e in altri lavori in cui vi è un rischio di caduta. E' generalmente applicabile alle reti di sicurezza conformi alla BS EN 1263-1 e che vengono installate entro i limiti di posizionamento previsti nella BS EN 1263-2. In ogni caso, siccome queste norme sono molto specifiche, la BS 8411 dà anche consigli su come valutare l'affidabilità di una rete, oltre i limiti specificati nelle due norme suddette.

Nota: Queste raccomandazioni vengono fornite nell'allegato B

La norma BS 8411 tratta i sistemi di reti di sicurezza "S", "T" e "U", come classificati nella BS EN 1263-2. Non tratta il sistema "V".

Essa non tratta le reti di supporto temporaneo, intese per permettere alle persone di stare in piedi, per l'accesso, l'uscita o le lavorazioni.

3.5 UNI 11808-1 e UNI 11808-2

Le reti di sicurezza di piccole dimensioni sono attrezzature provvisorie di lavoro particolarmente diffuse nel nostro paese in situazioni di lavoro ove gli spazi sono limitati e le altezze di caduta ridotte e nelle quali è assai difficoltoso l'utilizzo di reti di sicurezza 'normali' (UNI EN 1263-1: 2015). La UNI EN 1263-1, riguardo il sistema S, esclude dal campo di applicazione le reti di sicurezza di piccole dimensioni con superficie inferiore a 35 m² e quelle che, seppur con superficie superiore ai 35 m², abbiano il lato corto minore di 5 m.

Ad esempio risultano escluse dalla UNI EN 1263-1 le reti quadrate di dimensioni 5,00 m x 5,00 m (25,00 m²) o più piccole e le reti rettangolari con dimensioni 4,90 m x 8,00 m (39,20 m²) oppure 4,90 m x 7,00 m (34,30 m²).

L'assenza di uno standard specifico e la previsione contenuta nel punto 5.1 della UNI EN 1263-2: 2015 '*Le reti di sicurezza orizzontali di piccole dimensioni...dovrebbero essere determinate da legislazioni nazionali ove applicabili*' indusse l'UNI ad avviare l'iter normativo conclusosi a marzo 2021 con la pubblicazione delle due norme UNI 11808-1:2021 'Attrezzature provvisorie - Reti di sicurezza di piccole dimensioni con fune sul bordo - Parte 1: Reti con lato corto da 3 m a 5 m - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo' e la UNI 11808-2:2021 'Attrezzature provvisorie - Reti di sicurezza di piccole dimensioni con fune sul bordo - Parte 2: Reti rettangolari con lato corto da 2 m a 3 m - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo' [RF-021-3].

La UNI 11808-1 si riferisce alle reti XS ('Rete di sicurezza con fune sul bordo, avente la lunghezza del lato più corto compresa tra 3,0 m e 5,0 m' - definizione 3.1) mentre la UNI 11808-2 alle reti YS ('Rete di sicurezza rettangolare con fune sul bordo, avente la lunghezza del lato più corto compresa tra 2,0 m e 3,0 m e lato lungo non minore di 4 m' - definizione 3.1).

La UNI 11808-1 prevede una sola classe di rete (Classe A1) con la dimensione massima di maglia

(l_M) pari a $l_M = 60$ mm e il valore di energia che può agire sulla rete (E_A) pari a $E_A = 2,3$ kJ.

La UNI 11808-2 specifica due classi di rete:

- Classe A1, con la dimensione massima di maglia (l_M) pari a $l_M = 60$ mm e il valore di energia che può agire sulla rete (E_A) pari a $E_A = 2,3$ kJ;
- Classe A2, con la dimensione massima di maglia (l_M) pari a $l_M = 100$ mm e il valore di energia che può agire sulla rete (E_A) pari a $E_A = 2,3$ kJ.

La designazione delle reti di sicurezza XS (UNI 11808-1) e YS (UNI 11808-2) è identica nella struttura a quella prevista per le reti di sicurezza UNI EN 1263-1.

I requisiti sono stabiliti al capitolo 6 e riguardano:

- i materiali (punto 6.1);
- le dimensioni e la costruzione (punto 6.2);
- la resistenza (punto 6.3);
- i limiti di posizionamento (punto 6.4);
- il montaggio (punto 6.5);
- il mantenimento nel tempo della resistenza (punto 6.6).

In relazione ai requisiti di mantenimento nel tempo della resistenza, le norme specificano che la rete deve mantenere le prestazioni minime per un periodo di almeno un anno. La resistenza della rete deve essere verificata periodicamente durante l'uso, per tener conto dell'invecchiamento e deve essere determinata utilizzando una maglia di prova di cui al punto 6.2.5. Si deve dimostrare che la maglia di prova abbia capacità di assorbimento di energia uguale o maggiore del valore dichiarato nella marcatura, quando sottoposta a prova in conformità al punto 7.9 [Ros-021-1] [Fas-SN02].

Le norme UNI 11808-1 e UNI 11808-2 richiedono al fabbricante di reti di indicare nel manuale di istruzioni la distanza fra gli ancoraggi, le forze di ancoraggio necessarie e la deformazione massima della rete, nelle condizioni di utilizzo previste, specificando che i valori appropriati dovrebbero essere ricavati esclusivamente da prove di caduta che simulino le condizioni di utilizzo previste dal fabbricante stesso.

Le norme UNI 11808-1 e UNI 11808-2 riportano nell'appendice A 'Informazioni relative alla deformazione massima della rete e alle forze trasferite agli ancoraggi', a titolo informativo, alcuni risultati sperimentali di prove di caduta effettuate durante l'elaborazione delle stesse ed in particolare:

- la massima forza che la rete ha trasferito all'ancoraggio (singolo ancoraggio più sollecitato),
- l'angolo che la forza di ancoraggio ha formato, rispetto alla verticale,
- la deformazione massima della rete in funzione delle dimensioni della stessa e dell'altezza di caduta della massa di prova.

I risultati indicati si riferiscono a determinate condizioni di prova, in termini di dimensioni della rete, numero e tipologia di ancoraggio, tipologia della struttura di ancoraggio, altezza di caduta della massa di prova.

4. Reti contro la caduta di oggetti presenti sul mercato

4.1 Generalità

Attualmente esistono sul mercato reti denominate comunemente “antidetriti” o “anticalcinacci”. Nel presente capitolo vengono riportati alcuni di questi prodotti con l’indicazione delle caratteristiche dichiarate dai rispettivi fabbricanti.

Non esistendo norme tecniche ISO o EN di riferimento per le reti di sicurezza contro la caduta di oggetti, ogni fabbricante riporta informazioni generali, che differiscono da fabbricante a fabbricante. Il rilevamento dei prodotti presenti sul mercato è stato fatto prima dell’entrata in vigore delle UNI 11808-3 e UNI 11808-4.

Nessun fabbricante dichiara di aver eseguito prove sperimentali per la verifica dei requisiti dichiarati.

4.2 Brescia Reti

Nome del prodotto: Reti anticaduta calcinacci

<https://www.bresciareti.it/product/reti-anticaduta-calcinacci-mod-an-05/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti anticalcinacci, prodotte utilizzando filato di polietilene alta tenacità, resistenti ai raggi UV, vengono fabbricate con filo da 2,2 e 3,0 mm e maglia da 25 mm.

Vengono tessute senza nodo, sono di colore bianco o verde e comprensive di bordatura perimetrale realizzata con corda in nylon ad alta tenacità diametro Ø 7 mm e cuciture rinforzate.

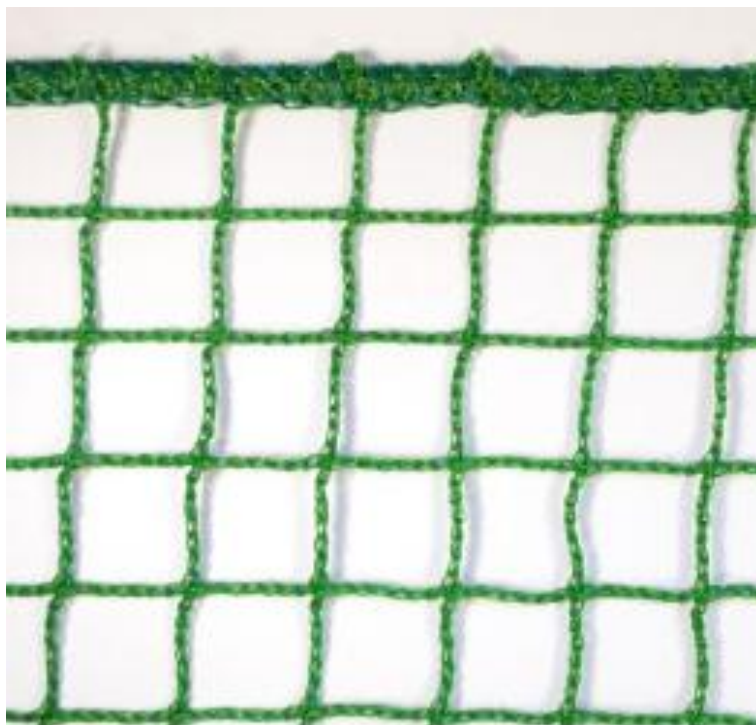


Figura 4.2 - 1 - Reti anticalcinacci (Brescia reti)

4.3 Combisafe

Nome del prodotto: Safety net fan

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema è composto da due reti sovrapposte, con maglia da 60x60 e 20x20 mm, ed è idoneo per raccogliere oggetti che possono cadere su lavoratori o pedoni durante la costruzione delle strutture.

Il sistema riduce tali rischi assorbendo l'energia della caduta e contenendo l'oggetto o la persona che potrebbe cadere all'interno.

Le reti sono conformi alla UNI EN 1263-1.



Figura 4.3-1 - Safety net fan (Combisafe)

4.4 Doka

Nome del prodotto: Safety net fan

<https://www.doka.com/en/system-groups/doka-safety-systems/safety-net-fan>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema, a tre strati, è il risultato di uno studio sui problemi associati alla caduta di oggetti e detriti nonché i rischi di caduta di oggetti sui lavoratori o sui pedoni durante la costruzione delle strutture.

Il sistema riduce tali rischi assorbendo l'energia della caduta e contenendo l'oggetto o la persona che potrebbe cadere all'interno.

Le reti sono conformi alla UNI EN 1263-1.



Figura 4.4-1 - Safety net fan (Doka)



Figura 4.4-2 - Safety net fan (Doka)



Figura 4.4-3 - Safety net fan (Doka)



Figura 4.4-4 - Safety net fan (Doka)

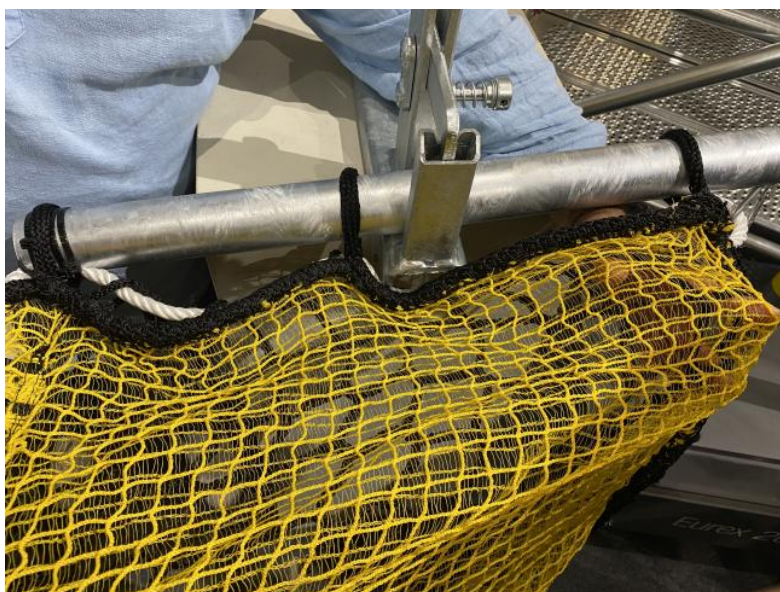


Figura 4.4-5 - Safety net fan (Doka)

4.5 FAR

Nome del prodotto: Reti di protezione anticalcinacci

<https://www.far-reti.it/it/reti-anticaduta/reti-anticaduta-e-reti-di-sicurezza>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti in poliammide ad alta tenacità, resistenti ai raggi UV, vengono fabbricate con filo da 1,5, e 2 mm e maglia da 11, 14 e 20 mm per prevenire la caduta di calcinacci.

Vengono tessute senza nodo, sono di colore bianco e comprensive di bordatura perimetrale realizzata con corda ad alta resistenza e cuciture rinforzate.

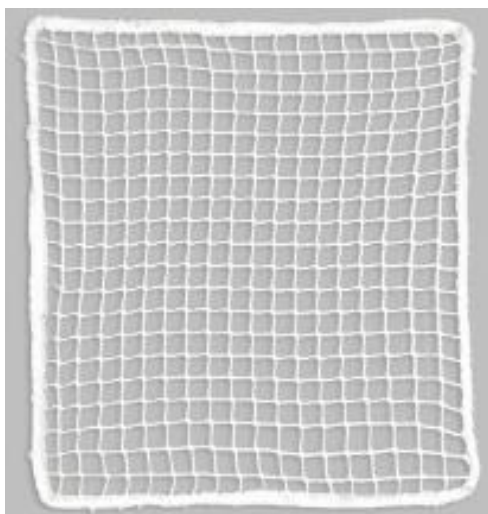


Figura 4.5-1 - Reti di protezione anticalcinacci (FAR)

4.6 Filet Nova

Nome del prodotto: Reti antiscivolo e anticaduta oggetti

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti antiscivolo e anticaduta oggetti sono prodotte utilizzando filato di poliammide termoidurente ad alta tenacità con stabilizzante UV. Vengono fabbricate con maglia da 25 mm e di colore bianco. Viene aggiunto il tessuto antipolvere che permetterà di raccogliere sia i piccoli oggetti che la polvere.



Figura 4.6-1 - Reti antiscivolo e anticaduta oggetti (Filet Nova)

4.7 Hablemos de seguridad industrial

Nome del prodotto: Reti antidetriti

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti impediscono che piccole scorie, detriti, particelle e oggetti possano cadere su lavoratori o pedoni.

Si adattano facilmente ai sistemi S, T, U e V previsti nella UNI EN 1263-1:2015 e presentano le seguenti caratteristiche generali:

- *materiale: polietilene ad alta densità*
- *trama a rombo*
- *resistente ai raggi UV*
- *bordi rinforzati e occhielli ogni 50 cm*
- *durata: 3/4 anni*



Figura 4.7-1 - Rete antidetriti (Hablemos de seguridad industrial)

Nome del prodotto: Rete ibrida

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema è costituito dall'unione di una rete antidetriti con una rete di protezione anticaduta. Esso evita la caduta di lavoratori ed oggetti.

Lo scopo è di ridurre al minimo gli effetti della caduta su una persona e/o evitare che oggetti cadano nelle aree di transito ubicate all'interno dell'area di lavoro o su strade pubbliche.

Il sistema presenta le seguenti caratteristiche generali:

- elevata resistenza ai carichi e al vento
- ancoraggio progettato per evitare una torsione eccessiva
- gamma completa di accessori per consentire l'ancoraggio e di varie tipologie e forme strutturali che si adattano ad ogni progetto.
- rete anticaduta certificata classe A2/HIB con resistenza di 1500 kg/f
- certificato secondo la norma EN 074.
- durata: 3/4 anni



Figura 4.7-2 - Rete ibrida (Hablemos de seguridad industrial)

4.8 Haverford

Nome del prodotto: Reti antidetriti

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti antidetriti sono prodotte utilizzando filato di polietilene alta tenacità con stabilizzante UV. Vengono fabbricate con maglia da 5 mm e di colore nero.

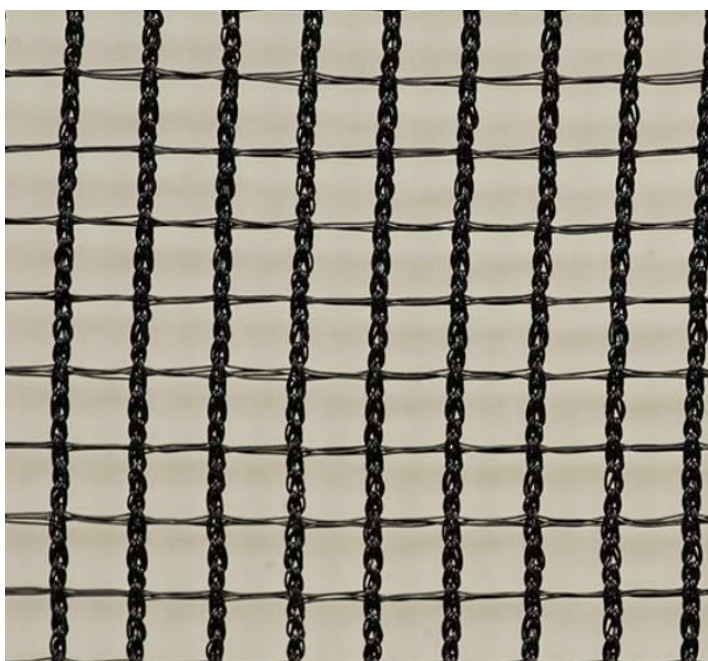


Figura 4.8-1 - Reti antidetriti (Haverford)

4.9 Huck

Nome del prodotto: Reti di copertura

https://www.huck.net/en/safety/overlay-nets_16537/overlay-net-per-m2-approx-18mm-mesh-20mm_2007-020

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti di copertura vengono utilizzate per prevenire la caduta di piccoli oggetti in combinazione con le reti di sicurezza.

Vengono fabbricate in polietilene ad alta tenacità, senza nodo, con filo da 1,8 mm e maglia da 20 mm. Esse sono atossiche e, grazie alla loro resistenza agli agenti atmosferici e alla stabilizzazione ai raggi UV, perfettamente adatte sia per l'uso esterno che interno.



Figura 4.9-1 - Reti di copertura (Huck)

4.10 InCord

Nome del prodotto: Rete di contenimento detriti (RocBloc)

<https://incord.com/construction-division/rocbloc-debris-containment/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti di contenimento detriti vengono installate vicino o contro la sorgente dei detriti tramite un sistema di cavi tesi. Le reti trattengono le schegge di legno, acciaio o cemento invece di fermarle quando cadono da una quota superiore.

Sono disponibili in tre livelli di resistenza appositamente testati.

Le reti sono a doppio strato e dotate di occhielli per garantire un facile ancoraggio.



Figura 4.10-1 - Reti di contenimento detriti (InCord)

4.11 La Rete

Nome del prodotto: Reti anticalcinacci

<https://www.laretessrl.it/reti-per-ledilizia/reti-anticalcinacci-e-antidetriti/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti anti calcinacci sono prodotte utilizzando filato di polipropilene alta tenacità con stabilizzante UV e vengono fornite con la relativa scheda tecnica che riporta anche il carico di rottura.

Sono destinate alla protezione da calcinacci e detriti e possono essere utilizzate durante i lavori nei cantieri edili, nelle chiese, scuole e in fase di ristrutturazione, per proteggere dalle cadute di intonaco e materiale vario.

Vengono fabbricate con filo da 2 e 3 mm e maglia da 20 e 25 mm per prevenire la caduta di calcinacci e tessute senza nodo. Sono di colore bianco e comprensive di bordatura perimetrale realizzata con corda ad alta resistenza diametro Ø 6 mm e cuciture rinforzate.

Esiste anche la variante ignifuga flame retardant.



Figura 4.11-1 - Reti anticalcinacci (La Rete)

4.12 Leon De Oro

Nome del prodotto: Reti di protezione contro la caduta di oggetti

<https://leondeoro.com/en/product/protection-nets-for-falling-objects/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti vengono utilizzate per prevenire la caduta di detriti o materiali da costruzione e ridurre al minimo il rischio per i pedoni durante la costruzione e la ristrutturazione di edifici o altre strutture.

Possono essere completate con altre reti sovrapposte per una maggiore protezione contro la caduta di piccoli detriti.

Le reti sono in polietilene ad alta densità e vengono fabbricate con filo da 2, 2.3, 3, 4 e 5 mm e maglia da 20, 22, 25, 35, 45, 60 e 100 mm. I colori sono bianco, rosso, nero, blu, verde, verde scuro, beige ecc.



Figura 4.12-1 - Reti di protezione contro la caduta di oggetti (Leon De Oro)

4.13 Nets4you

Nome del prodotto: Reti antidetriti

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince che quanto segue.

Le reti antidetriti sono prodotte utilizzando filato di polietilene alta tenacità con stabilizzante UV.

Sono disponibili con trattamento che conferisce resistenza al fuoco che le rende adatte per uso interno e esterno. Il tessuto è permeabile all'aria e questo impedisce che piccole particelle come ghiaia, sabbia e altri piccoli oggetti vengano sospinti nell'aria.

Le reti hanno i bordi rinforzati per una maggiore resistenza e occhielli ogni 0,5 m. Esse sono disponibili con o senza fune perimetrale.



Figura 4.13-1 - Reti antidetriti (Nets4you)

4.14 PearlWeave

Nome del prodotto: Reti antidetriti

<https://www.pearlweave.com/safety-and-construction/debris-netting>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti antidetriti sono realizzate in poliammide annodato di colore nero ad alta resistenza con struttura a maglia quadrata o diamantata. Sono disponibili con maglie di dimensioni da ½, 1, 2 e 4 pollici. Sono dotate di un rivestimento in lattice, trattamento che migliora la resistenza delle reti all'abrasione consentendo una protezione ottimale per interni ed esterni a lungo termine. Le reti possono essere trattate con un rivestimento in lattice aggiuntivo flame retardant.

Le reti sono prodotte con fune perimetrale in polipropilene o altre lavorazioni personalizzate.

I criteri di selezione per determinare la struttura della rete e la capacità nominale si basano sui pesi/descrizioni del prodotto e sulla distanza/traiettoria di caduta.

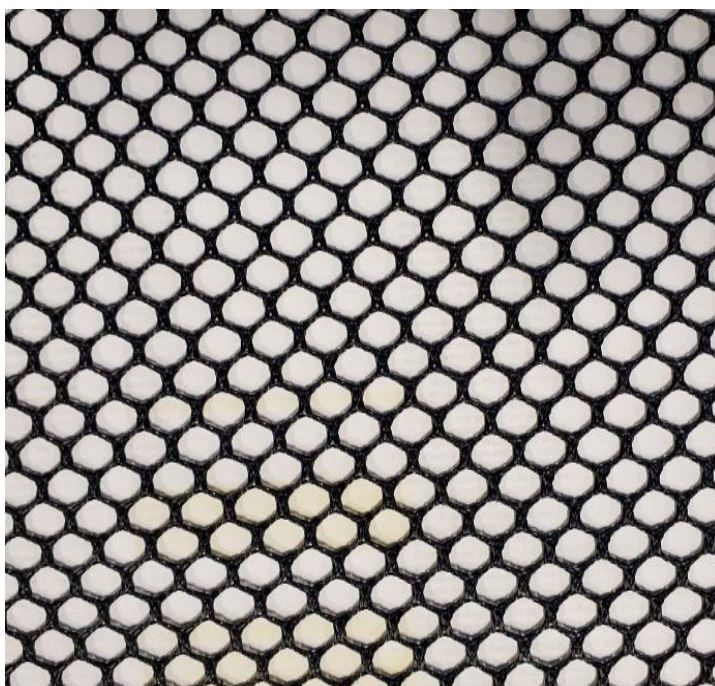


Figura 4.14-1 - Reti antidetriti a maglia diamantata (PearlWeave)

4.15 Peri

Nome del prodotto: Catch fan

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema è composto da due reti sovrapposte, con maglia da 60x60 e 20x20 mm, idoneo per raccogliere oggetti che possono cadere su lavoratori o pedoni durante la costruzione delle strutture.

Il sistema riduce tali rischi assorbendo l'energia della caduta e contenendo l'oggetto o la persona che potrebbe cadere all'interno.

Le reti sono conformi alla UNI EN 1263-1.



Figura 4.15-1 - Catch fan (Peri)



Figura 4.15-2 - Catch fan (Peri)



Figura 4.15-3 - Catch fan (Peri)



Figura 4.15-4 - Catch fan (Peri)

4.16 Reti Archetti

Nome del prodotto: Reti anticaduta calcinacci

<https://www.retiarchetti.it/negozio/reti-antinfortunistiche/reti-di-sicurezza/rete-anticaduta-calcinacci-art-an4-a/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti anticaduta calcinacci sono prodotte con poliammide o altre fibre sintetiche di alta qualità e rappresentano la soluzione migliore per proteggere dalla caduta accidentale di oggetti da lavoro e calcinacci il personale che transita al di sotto del cantiere di lavoro.

Sono stabilizzate contro i raggi UV, molto resistenti all'uso e vengono prodotte su misura complete di rinforzo perimetrale con corda cucita. Sono certificate Classe 1 di reazione al fuoco e vengono fornite con la relativa scheda tecnica che riporta anche il carico di rottura.

Le reti vengono fabbricate con filo da 2,5 e 5 mm, maglia da 25, 80 e 100 mm e colori bianco, rosso, e blu. La formazione è a nodo intrecciato irremovibile, assorbimento umidità 30%, con garanzia quinquennale sul materiale esposto a temperature tra - 10 + 20 °C.

Il metodo di lavorazione è a estrusione continua.

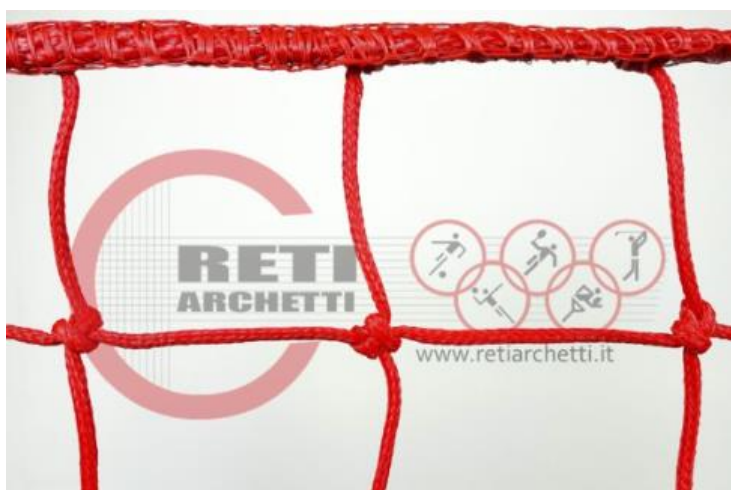


Figura 4.16-1 - Reti anticaduta calcinacci (Reti Archetti)

4.17 Reti Brembo

Nome del prodotto: Reti anticalcinacci

<https://www.retibrembo.com/reti-anticalcinacci/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti anticaduta calcinacci, prodotte utilizzando polipropilene o poliammide, vengono utilizzate come barriera protettiva nei lavori di costruzione e di manutenzione per arrestare la caduta di detriti e piccoli oggetti.

Vengono fabbricate con filo da 3 mm e maglia da 25 mm, con o senza nodi, e maglia da 100 mm con nodi. Le reti, di colore bianco o nero, sono ad uno o a due strati.



Figura 4.17-1 - Reti anticalcinacci (Reti Brembo)

Nome del prodotto: Rete di sicurezza di tipo T

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema è idoneo per minimizzare gli effetti derivanti dalla caduta di persone e/o impedire la caduta di oggetti in zone di transito all'interno dell'opera o sulla via pubblica.

Esso è stato progettato in conformità ai parametri richiesti dalla UNI EN 1263-1 relativi al sistema tipo T. E' composto da supporti tipo ganascia e dalla rete inserita in tubi di supporto.

Le reti, in polipropilene, hanno dimensione di maglia 60x60 mm e possono essere combinate con una rete anticalcinacci con maglia 25x25 mm.



Figura 4.17-2 - Rete di sicurezza di tipo T (Reti Brembo)



Figura 4.17-3 - Rete di sicurezza di tipo T (Reti Brembo)

4.18 Retificio Ribola

Nome del prodotto: Reti di protezione per la caduta di calcinacci e oggetti instabili

<https://www.retificioribola.com/reti/anticaduta-ed-edilizia/reti-anticalcinacci-6/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti realizzate in poliammide ad alta tenacità, resistenti ai raggi UV, vengono fabbricate con filo da 1,5, 2, 2,5 e 3 mm e maglia da 10, 15 e 25 mm per prevenire la caduta di calcinacci instabili o di oggetti. Vengono tessute con poliammide di colore bianco, ad intreccio irremovibile senza nodo, e sono complete di una bordura con corda ad alta resistenza diametro Ø 8mm su tutto il perimetro e cuciture rinforzate.

Sono certificate classe 1 di reazione al fuoco.



Figura 4.18-1 - Reti di protezione per la caduta di calcinacci e oggetti instabili (Retificio Ribola)

Alcune tipologie sono in poliestere alta tenacità ad intreccio irremovibile, trattate contro i raggi UV e sottoposte a processo di termofissaggio della maglia.

Sono adatte sia all'uso interno che esterno ed il colore beige-sabbia è stato studiato per interventi da effettuare in edifici di pregio storico e artistico.



Figura 4.18-2 - Reti di protezione per la caduta di calcinacci e oggetti instabili (Retificio Ribola)



Figura 4.18-3 - Reti di protezione per la caduta di calcinacci e oggetti instabili (Retificio Ribola)

4.19 Rombull

Nome del prodotto: Reti antidetriti

<https://rombull.es/gb/36-nets-to-prevent-debris-falling-from-crumbling-fronts-closure?order=product.position.asc&productListView=grid>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti vengono utilizzate per prevenire la caduta di detriti o materiali da costruzione e ridurre al minimo il rischio per i pedoni durante la costruzione e la ristrutturazione di edifici o altre strutture.

Le reti sono in polietilene ad alta densità e vengono fabbricate con filo da 2,5 mm e maglia da 25 mm di colore nero.



Figura 4.19-1 - Reti antidetriti (Rombull)

4.20 Safeline-FP

Nome del prodotto: DS 320 Debris system

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema DS-1320 fornisce la protezione necessaria per gli addetti che operano in quota e per quelli sottostanti. Il sistema è progettato per soddisfare le ANSI A10.37 quando esso è esposto alla caduta di detriti da un livello superiore.

Il sistema DS-1320 non fornisce protezione anticaduta per le persone.

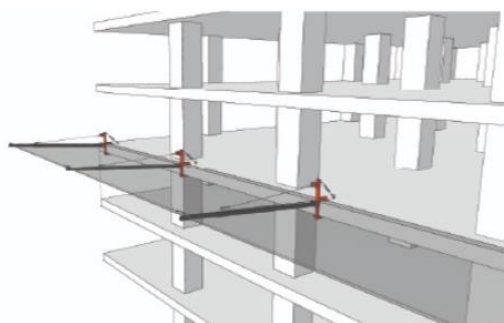


Figura 4.20-1 - DS 320Debris system (Safeline FP)

4.21 Seguridad en obras

Nome del prodotto: Reti antidetriti

<https://seguridadenobras.com.ar/wp-content/uploads/2021/12/Catalogo-REDES-SEO.pdf>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti antidetriti sono prodotte utilizzando filato di polipropilene ad alta tenacità con stabilizzante UV. Vengono fabbricate con filo da 1,5 e da 2,5 mm e maglia da 20 e 25 mm.

Sono conformi alla UNI EN 1263-1 ed alla IRAM 3752.



Figura 4.21-1 - Reti antidetriti (Seguridad en obras)

4.22 Tammet

Nome del prodotto: Catch fan

<https://tammet.fi/en/products/catch-fan/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Il sistema è composto da due reti sovrapposte in polipropilene, con maglia da 60x60 e 20x20 mm, ed è idoneo per raccogliere oggetti di piccole e grandi dimensioni che possono cadere su lavoratori o pedoni durante la costruzione delle strutture.

I moduli hanno dimensioni standard 6x3 m e 4x3 m.

Le reti sono conformi alla UNI EN 1263-1, sistema T.

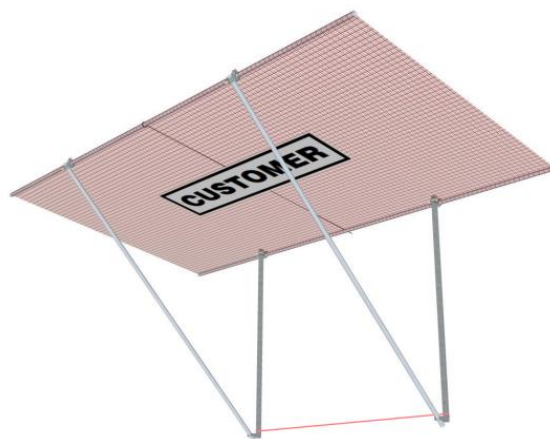


Figura 4.22-1 - Catch fan (Tammet)

4.23 Tecnored

Nome del prodotto: Reti antidetriti

<http://www.tecnored.es/en/seguridad-forjado-unico.html>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti vengono utilizzate per prevenire la caduta di detriti o materiali da costruzione e ridurre al minimo il rischio per i pedoni durante la costruzione e la ristrutturazione di edifici o altre strutture.

Le reti sono in polietilene ad alta densità di colore nero, blu, verde e grigio.



Figura 4.23-1 - Reti antidetriti (Tecnored)

4.24 Visornets

Nome del prodotto: Rete antidetriti

<https://www.visornets.co.uk/protective-nets/debris-net/>

Dalle informazioni fornite dal fabbricante si evince quanto segue.

Le reti antidetriti vengono utilizzate nei cantieri per evitare che gli stessi cadano a livelli inferiori e causino gravi incidenti.

Questo tipo di reti ha il compito di proteggere zone particolarmente pericolose per le persone al di fuori del luogo di lavoro come, ad esempio, i pedoni in transito. Oltre ai detriti e ad altri materiali pesanti che potrebbero cadere, le reti raccolgono anche tutti i tipi di particelle, compresa la polvere che può causare disagio o lesioni agli occhi.

L'installazione di reti antidetriti presenta i seguenti vantaggi:

- *garantisce un contenimento sicuro dei detriti in modo da proteggere efficacemente non solo i lavoratori, ma anche le persone al di fuori del luogo di lavoro come, ad esempio, i pedoni in transito ed i veicoli,*
- *è molto versatile poiché è facile da installare e può essere posizionata verticalmente o orizzontalmente,*
- *i bordi sono rinforzati per un fissaggio facile e veloce alle strutture, ad esempio mediante fascette,*
- *permette la circolazione dell'aria in modo da ridurre anche l'azione del vento,*
- *protegge i lavoratori dalla luce solare,*
- *fornisce protezione dalle intemperie per i lavoratori e le aree di lavoro.*

Le reti antidetriti possono essere realizzate con una gamma di materiali come poliestere.

polietilene ad alta densità, polipropilene, poliestere rivestito in PVC. I colori sono solitamente blu e verde.

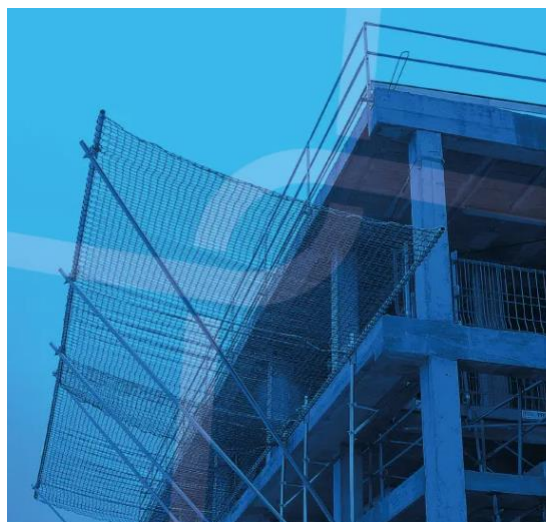


Figura 4.24-1 - Rete antidetriti (Visornets)

4.25 Altri fabbricanti

Sul mercato internazionale sono presenti fabbricanti che propongono, sul sito internet o sui cataloghi, ‘reti antidetriti’ ma che non ne forniscono le caratteristiche. Tra essi figurano:

<https://cordelieriamediterraneo.com/categorias-productos/>

<https://staneknetting.com/products1/>

<https://france-filets.fr/securisation-anti-chute/>

<https://wjknnox.co.uk/our-nets/specialist/>

https://www.boris-nets.co.uk/safety_net.html

<https://diamondnets.com/product-lines/industrial/>

5. Cenni sulla caduta degli oggetti

Gli oggetti che possono cadere hanno dimensioni, forma e peso molto diversi tra loro.

Non è possibile estendere l'analisi della caduta a tutti gli oggetti ma solo ad alcuni riferibili alle due masse di prova descritte nelle norme tecniche UNI EN.

Nella UNI EN 12811-4:2014 “Attrezzature provvisorie di lavoro - Parte 4: Parasassi per ponteggi - Requisiti prestazionali e progettazione del prodotto” l'oggetto è di forma sferica e massa pari a 12 kg ed in caso di caduta può replicare sulla rete gli effetti causati da un oggetto generico. La rete deve resistere alla caduta dell'oggetto.

Nelle UNI EN 13087-3:2003 “Caschi/elmetti di protezione - Metodi di prova - Resistenza alla penetrazione”, “UNI EN 397:2013 Elmetti di protezione per l'industria” e “UNI EN 443:2008 Elmi per la lotta contro l'incendio in edifici e in altre strutture” l'oggetto è di forma cilindroconica e massa pari a 3 kg ed in caso di caduta può replicare sulla rete gli effetti prodotti da un oggetto appuntito. La rete deve resistere alla penetrazione dell'oggetto.

6. Prove sperimentali

6.1 Obiettivi

L'obiettivo della sperimentazione è di approfondire la conoscenza del comportamento dinamico di reti di sicurezza di dimensioni 4 x 2 m realizzate in differenti materiali, quando sottoposte a prove di caduta con masse di differente massa, forma (appuntita o arrotondata) e dimensione. La sperimentazione ha inoltre l'obiettivo di valutare l'influenza dello stato di degrado delle reti, quando sottoposte ad un invecchiamento naturale, ottenuto dall'esposizione di campioni di rete a condizioni climatiche/ambientali, come in condizioni di utilizzo ricorrenti.

6.2 Disposizione e procedimento di prova

6.2.1 Descrizione delle prove

Le prove consistono nella caduta della massa da una certa quota h su un campione di rete (campione di prova). Le masse utilizzate sono di forma sferica o cilindroconica, analoghe, rispettivamente, a quelle previste nelle norme UNI EN 12811-4 (sfera) e UNI EN 397:2013 o UNI EN 443:2008 (cilindrocono).

La sfera è rigida, di acciaio con diametro di (150 ± 3) mm e massa pari a $(12 \pm 0,1)$ kg.

Il cilindrocono, rigido, in acciaio, ha le seguenti caratteristiche:

- massa (3000 ± 25) g
- angolo della punta $(60 \pm 1)^\circ$
- raggio della punta $(0,5 \pm 0,1)$ mm
- altezza minima del cono 40 mm
- durezza della punta da 50 HRC a 40 HRC
- lunghezza minima del cilindro 140 mm

Le prove sono state eseguite tenendo conto del procedimento indicato al punto 7.9.3 della UNI EN 1263-1, apportando alcune modifiche per tener conto degli obiettivi del presente documento. I campioni di rete sono stati sospesi ad una struttura di ancoraggio, collegandoli mediante la fune di bordo:

- in alcune prove, nei suoi quattro angoli, come previsto nel punto 7.9.3 della UNI EN 1263-1,
- in altre prove, in otto punti, quattro per ogni lato maggiore della rete.

Le reti utilizzate sono rettangolari con dimensioni pari a 2 m x 4 m e realizzate in poliammide o in polipropilene. Sono state utilizzate reti nuove e invecchiate.

Le prove sono state eseguite per differenti altezze di caduta ($h = 12, 10, 8, 6, 4, 2$ m), scegliendo l'altezza di caduta, di volta in volta, in base all'esito delle prove precedenti. Campioni di rete, differenti per materiale e stato di invecchiamento, non sono stati sottoposti a prova per le stesse altezze di caduta, anche in base alla massa di prova utilizzata.

Le prove con la sfera e il cilindrocono sulle reti nuove a singolo strato con telino (sia in poliammide che in polipropilene) ancorate in 4 punti sono state eseguite per l'altezza di caduta pari a 12 m.

Le prove con la sfera sulle reti nuove a singolo strato (sia in poliammide che in polipropilene) an-

corate in 8 punti sono state eseguite per le altezze di caduta pari a 12, 6, 4, 2 m.

Le prove con il cilindrocono sulle reti nuove a singolo strato (sia in poliammide che in polipropilene) ancorate in 8 punti sono state eseguite solo per l'altezza di caduta pari a 6 m.

Le prove sulle reti invecchiate a singolo strato sono state eseguite dopo 15 mesi rispetto alle prove sulle reti nuove.

Le prove con la sfera sulle reti invecchiate a singolo strato senza telino (sia in poliammide che in polipropilene) ancorate in 8 punti sono state eseguite per le altezze di caduta pari a 6, 4 m. Sulle reti invecchiate in polipropilene anche per un'altezza di 12 m.

Le prove con la sfera sulle reti invecchiate a singolo strato con telino (sia in poliammide che in polipropilene) ancorate in 8 punti sono state eseguite per l'altezza di caduta pari a 4 m. Sulle reti invecchiate in polipropilene anche per un'altezza di 10 m.

Le prove con la sfera sono state eseguite anche su reti a doppio strato in polipropilene, sia nuove che invecchiate.

Le prove con la sfera sulle reti nuove e invecchiate a doppio strato in polipropilene ancorate in 8 punti sono state eseguite per l'altezza di caduta pari a 10, 4, 2 m.

Le masse di prova sono state lasciate cadere al centro della rete. Per ogni campione di prova, fissata una altezza di caduta, le masse di prova sono state fatte cadere due o tre volte, senza la sostituzione della rete dopo ogni caduta.

Le altezze di caduta scelte nelle prove con la sfera hanno determinato una energia cinetica della massa di prova compresa fra 240 J e 1440 J.

Le altezze di caduta scelte nelle prove con il cilindrocono hanno determinato una energia cinetica della massa di prova compresa fra 120 J e 360 J.

Prima di ogni prova, alla massa è stata fissata una fettuccia di lunghezza pari all'altezza di caduta scelta per la prova, quale ausilio per posizionare correttamente in quota la massa rispetto alla rete. Durante la prova è stata registrata in continuo la forza F agli ancoraggi per tutta la durata del fenomeno. La deformazione f della rete (freccia) è stata misurata alla fine della prova con la massa in quiete.

La massa di prova è stata sollevata e portata alla quota stabilita manualmente. Con la massa ferma in quota, è stato attivato il sistema di registrazione e quindi effettuata la caduta.

Il sistema di acquisizione è stato configurato per attivarsi manualmente allo sgancio della massa.

Dopo ogni caduta, è stato valutato:

- se la massa è stata contenuta dalla rete
- se la massa non è stata contenuta dalla rete (sfondamento o rimbalzo)
- la presenza o meno di danni sulla rete.

Ogni prova è stata eseguita senza applicare il precarico di 500 N con un'accuratezza di $\pm 10\%$ in ciascun punto di ancoraggio, come previsto al punto 7.9.3 della UNI EN 1263-1. Inoltre le prove sono state eseguite una di seguito all'altra, senza rispettare il tempo di attesa fra due prove consecutive di (30 ± 15) min, di cui allo stesso punto della norma.

6.2.2 Descrizione delle attrezzature e delle apparecchiature di prova

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

- una massa di 12 kg (sfera);
- una massa di 3 kg (cilindrocono);
- reti di sicurezza di dimensioni 4 m x 2 m;
- un sistema di misura, di acquisizione, registrazione e analisi dei dati;
- una struttura metallica rigida;
- una PLE per il posizionamento in quota dell'operatore addetto allo sgancio della massa;
- un sistema di sollevamento e sgancio manuale.

6.2.2.1 Masse di prova utilizzate

Le masse di prova sono state realizzate tenendo conto delle seguenti norme tecniche:

- UNI EN 12811-4:2014 Attrezzature provvisorie di lavoro - Parte 4: Parasassi per ponteggi - Requisiti prestazionali e progettazione del prodotto
- UNI EN 13087-3:2003 Caschi/elmetti di protezione - Metodi di prova - Resistenza alla penetrazione
- UNI EN 397:2013 Elmetti di protezione per l'industria
- UNI EN 443:2008 Elmi per la lotta contro l'incendio in edifici e in altre strutture

Come base di partenza per successive considerazioni, per la sfera sono stati esaminati i punti 9.3 e 9.4 della UNI EN 12811-4:2014 mentre per la massa cilindroconica il punto 5.3.3 della UNI EN 13087-3:2003 ed il punto 6.7.3 della UNI EN 397:2013.

La sfera ha superficie liscia con diametro (150 ± 3) mm e massa di $(12 \pm 0,1)$ kg, il cilindrocono ha superficie liscia, con lunghezza (144 ± 3) mm e massa di $(3,000 \pm 0,025)$ kg. Le masse di prova sono in acciaio.



Figura 6.2.2.1-1 Massa di prova - Sfera



Figura 6.2.2.1-2 Massa di prova - Cilindrocono

6.2.2.2 Reti di sicurezza utilizzate

Le dimensioni delle reti utilizzate sono pari a 2 m x 4 m, prodotte da due diversi fabbricanti.

Le reti utilizzate sono a strato singolo (maglia 20 mm x 20 mm) o doppio (strato inferiore con maglia da 100 mm x 100 mm – strato superiore con maglia da 20 mm x 20 mm).

Alcune reti a singolo strato sono accoppiate, superiormente, ad un telino che ha le caratteristiche indicate in Tabella 6.2.2.2-1.

Tabella 6.2.2.2-1 Caratteristiche del telino

Dimensione massima della maglia (mm x mm)	Ordito (fili/cm ²)	Trama (fili/cm ²)	Resistenza a trazione (N/ml)	Allungamento a rottura (%)	Controvento (%)	Copertura alla luce (%)	Peso (g/m ²)	Trattamento anti UV
2x2	≥ 6 monofilamento	≥ 6 monofilamento	≥ 180	≥ 22	≥ 60	≥ 40	≥ 85	SI

Le reti utilizzate nella sperimentazione sono state identificate mediante i seguenti parametri:

- tipologia e dimensioni (in mm) della maglia
- valore caratteristico dell'energia (E),
- materiale,
- invecchiamento.

La tipologia della maglia è del tipo quadrata con dimensioni:

- 20 mm x 20 mm senza nodi;
- 100 mm x 100 mm senza nodi.

Le reti 100 mm x 100 mm senza nodi hanno le caratteristiche riportate in Tabella 6.2.2.2-2.

Tabella 6.2.2.2-2 Caratteristiche della rete 100 mm x 100 mm

Rete con maglia di dimensioni (mm x mm)	Tipo di rete	Diametro della corda di maglia (mm)	Forza minima di rottura della corda di maglia (kN)	Energia di rottura della rete (kJ)	Diametro della fune di bordo (mm)	Resistenza a trazione della fune di bordo (kN)	Peso (g/m ²)	Trattamento anti UV
100x100	senza nodi	5	2,2	4,9	13	30	210	SI

Le reti 20 mm x 20 mm senza nodi hanno le caratteristiche riportate in Tabella 6.2.2.2-3.

Tabella 6.2.2.2-3 Caratteristiche della rete 20 mm x 20 mm

Rete con maglia di dimensioni (mm x mm)	Tipo di rete	Diametro del filo di maglia (mm)	Filo	Trama (%)	Ordito (%)	Diametro del filo per bordatura (mm)	Resistenza a trazione del filo per bordatura (kN)	Peso minimo (g/m ²)	Peso massimo (g/m ²)	Trattamento anti UV
20x20	senza nodi	2	TIT 1500 derari	21,5	78,5	6	7,5	≥230	≤287	SI

Il valore caratteristico dell'energia (E) è stato determinato mediante prova di resistenza di cui al punto 7.4 della UNI EN 1263-1. I valori di E sono risultati pari a:

- 1,1 kJ per le reti con maglia 20 mm x 20 mm (singolo strato o strato superiore delle reti con doppio strato),
- 2,3 kJ per le reti con maglia 100 mm x 100 mm (strato inferiore delle reti con doppio strato).

Il materiale di cui sono costituite le reti utilizzate è poliammide o polipropilene.

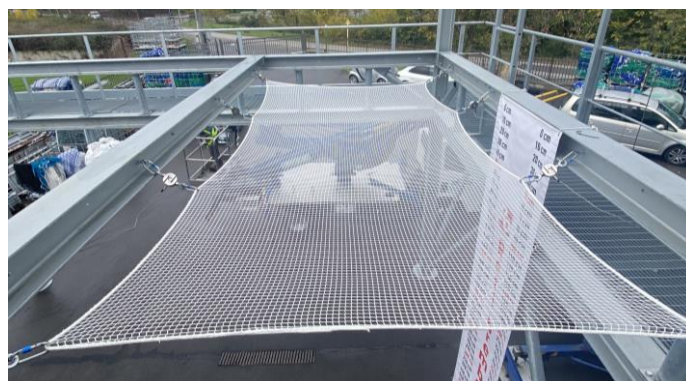


Figura 6.2.2.2-1 Esempio di rete in poliammide con maglia 20x20



Figura 6.2.2.2-2 Esempio di rete in polipropilene con maglia 20x20



Figura 6.2.2.2-3 Esempio di rete in polipropilene doppio strato maglia 100x100 mm più maglia 20x20

6.2.2.3 Sistema di misura, acquisizione, registrazione e analisi dei dati

Per l'esecuzione dei test è stato utilizzato un sistema composto da:

- celle di carico da 25 kN applicate in corrispondenza degli ancoraggi lungo i lati lunghi delle reti;
- sistema di misura della deformazione della rete costituito da un nastro graduato.

Il sistema è dotato di un acquisitore a 10 canali a cui sono collegati i trasduttori - sensore di posizione a filo e celle di carico - sopra elencati; l'acquisitore ha frequenza di acquisizione pari a 2 kHz per gli ingressi relativi alle celle di carico.

Lo strumento è dotato di un pulsante che permette lo start sincronizzato della lettura dei 10 canali consentendone quindi una sovrapposizione temporale. I dati vengono memorizzati in file su formato idoneo e sono visualizzabili da un apposito software. I grafici F-t delle azioni agli ancoraggi nel tempo, sono ricavati manualmente in excel.



Figura 6.2.2.3-1 Cella di carico

6.2.2.4 Struttura metallica rigida

La struttura metallica rigida in carpenteria metallica è dimensionata in modo da permettere l'ancoraggio e la deformazione della rete durante il contenimento della caduta delle masse, senza che esse impattino al suolo.



Figura 6.2.2.4-1 Attrezzatura di prova, celle di carico e nastro graduato

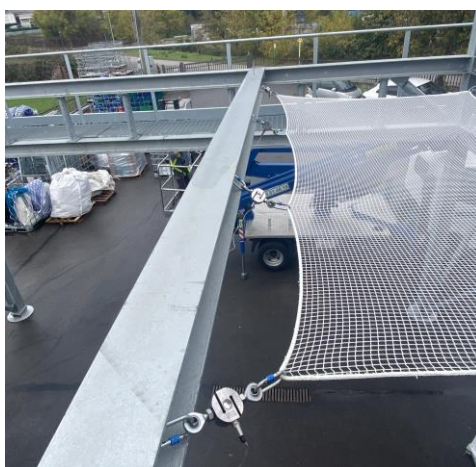


Figura 6.2.2.4-2 Attrezzatura di prova e celle di carico

6.2.2.5 Sistema di sollevamento e sgancio

Il sollevamento e lo sgancio delle masse di prova sono stati effettuati manualmente dall'operatore posizionato in quota su una PLE.

Il sollevamento è stato effettuato attraverso una fune tessile legata alle masse.

Lo sgancio del cilindrocono è stato effettuato facendo cadere lo stesso all'interno di un tubo d'acciaio, di lunghezza pari a 2 m, per garantire una caduta verticale.

6.3 Acquisizione dei dati

6.3.1 Sistema di acquisizione

Il sistema è dotato di un acquisitore a 10 canali a cui sono collegate le celle di carico; l'acquisitore ha frequenza di acquisizione pari a 1 kHz.

Lo strumento è dotato di un pulsante che permette lo start sincronizzato della lettura dei 10 canali consentendone quindi una sovrapposizione temporale. I dati vengono memorizzati in file formato csv visualizzabili da un apposito software denominato PWIN63 installato su personal computer.

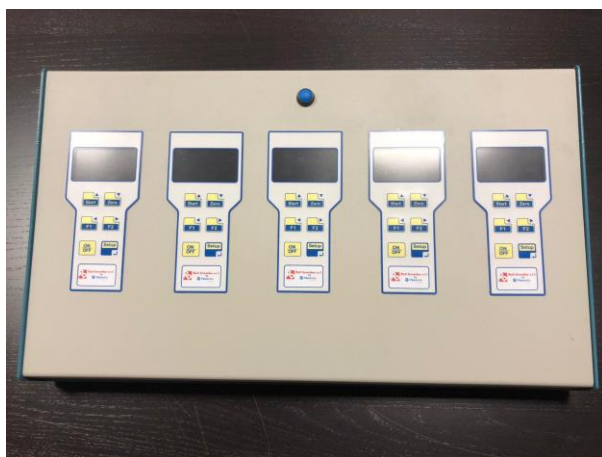


Figura 6.3.1-1 Sistema di acquisizione



Figura 6.3.1-2 Sistema di acquisizione – Vista posteriore

6.3.2 Convenzioni

La convenzione utilizzata per descrivere la forza F è quella per cui essa è positiva se genera trazione all'ancoraggio.

La convenzione utilizzata per descrivere la deformazione f è quella per cui essa è positiva quando è diretta verso il centro della terra.

6.4 Risultati sperimentali

6.4.1 Generalità

Le tabelle da 6.4.1-1 a 6.4.1-6 riassumono la cronologia delle prove eseguite, indicando per ogni prova, il tipo (materiale, dimensione della maglia e diametro del filo) della rete utilizzata, la massa di prova utilizzata (sfera o cilindrocono), il numero di ancoraggi della rete alla struttura di supporto, l'altezza di caduta dalla quale è stata fatta cadere la masse di prova.

Per ogni test effettuato sono stati determinati:

- i grafici delle azioni F istantanee agli ancoraggi, espresse in kN, misurate dalle celle di carico durante il fenomeno;
- i valori delle azioni massime $F_{\max}$ agli ancoraggi, espresse in kN, quale picco dei grafici (valore massimo istantaneo);
- il valore della deformazione massima (freccia) $f_{\max}$, espressa in cm.

Al paragrafo 6.4.2 sono riportati alcuni grafici relativi alle azioni agli ancoraggi.

I risultati relativi a tutti i test effettuati, suddivisi per massa di prova utilizzata, per ogni tipo di rete, sia nuova che invecchiata, per numero di ancoraggi della rete, vengono riportati nelle tabelle dalla 6.4.3.1-1 alla 6.4.3.1-12 per la sfera e dalla 6.4.3.2-1 alla 6.4.3.2-10 per il cilindrocono, con indicazione dell'altezza di caduta, della forza massima $F_{\max}$ e della deformazione massima (freccia) $f_{\max}$.

Tabella 6.4.1-1 – Prove sperimentali eseguite – Reti nuove senza telino

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)
		Dimensione maglia ϕ filo (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)		
1	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
2	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
3	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
4	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
5	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
6	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
7	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
8	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
9	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
10	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
11	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
12	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
13	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
14	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
15	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
16	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
17	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
18	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
19	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
20	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
21	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
22	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2
23	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2
24	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2

Tabella 6.4.1-2 – Prove sperimentali eseguite – Reti nuove con telino

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)
		Dimensione maglia φ filo (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)		
25	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
26	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
27	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6
28	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
29	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
30	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	6
31	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
32	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
33	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4
34	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
35	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
36	Poliammide	20x20 - 2	S	8	2
37	Poliammide	20x20 - 2	CC	4	12
38	Poliammide	20x20 - 2	S	4	12
39	Poliammide	20x20 - 2	CC	4	12
40	Poliammide	20x20 - 2	S	4	12
41	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
42	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
43	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6
44	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
45	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
46	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	6
47	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
48	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
49	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4
50	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2
51	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2
52	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	2
53	Polipropilene	20x20 - 2	S	4	12
54	Polipropilene	20x20 - 2	CC	4	12
55	Polipropilene	20x20 - 2	CC	4	12
56	Polipropilene	20x20 - 2	S	4	12

Tabella 6.4.1-3 – Prove sperimentali eseguite – Reti invecchiate senza telino

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)	Invecchiamento
		Dimensione maglia ϕ filo (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)			Periodo - Posizione
1	Poliammide	20x20 - 2	S	8	12	12 mesi - tetto
2	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	12	12 mesi - tetto
3	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6	12 mesi - tetto
3A	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	6	12 mesi - tetto
4	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - parapetto
4A	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - parapetto
4B	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - parapetto
4C	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - parapetto
5	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - parapetto
5A	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - parapetto
5B	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - parapetto
5C	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - parapetto
6	Poliammide	20x20 - 2	S	8	6	12 mesi - tetto
7	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	12	12 mesi - tetto
7A	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	7	12 mesi - tetto
7B	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	8	12 mesi - tetto
7C	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	8	12 mesi - tetto
7D	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	10	12 mesi - tetto
7E	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	10	12 mesi - tetto
7F	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	12	12 mesi - tetto
7G	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	12	12 mesi - tetto
8	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	10	12 mesi - tetto

Tabella 6.4.1-4 – Prove sperimentali eseguite – Reti invecchiate con telino

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)	Invecchiamento
		Dimensione maglia ϕ filo (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)			Periodo - Posizione
5D	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - tetto
5E	Poliammide	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - tetto
5F	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - tetto
5G	Poliammide	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - tetto
4D	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - tetto
4E	Polipropilene	20x20 - 2	S	8	4	12 mesi - tetto
4F	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - tetto
4G	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	4	12 mesi - tetto
9	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	10	12 mesi - tetto
9A	Polipropilene	20x20 - 2	CC	8	10	12 mesi - tetto

Tabella 6.4.1-5 – Prove sperimentali eseguite – Reti nuove doppio strato

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)
		Dimensione maglia strato s strato i (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)		
1	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	10
2	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	10
3	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	4
4	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	4
5	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	2
6	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	2

Tabella 6.4.1-6 – Prove sperimentali eseguite – Reti invecchiate doppio strato

Id prova	Materiale	Tipo di rete	Massa di prova	Numero di ancoraggi	Altezza di caduta (m)
		Dimensione maglia strato s strato i (mm)	Sfera 12 kg (S) Cilindrocono 3 kg (CC)		
7	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	10
8	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	10
9	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	4
10	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	4
11	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	2
12	Polipropilene	20x20 - 100x100	S	8	2

6.4.2 Grafici relativi alle azioni agli ancoraggi

In questo paragrafo vengono riportati i grafici relativi alle azioni agli ancoraggi per alcune delle prove effettuate.

Per ogni massa di prova (sfera o cilindrocono) è stato realizzato un grafico per ogni tipo di rete, sia nuova che invecchiata, con differente numero di ancoraggi (4 o 8) e diversa altezza di caduta. In ogni grafico è riportato lo schema della prova eseguita con il numero e la posizione degli ancoraggi e il punto di impatto della massa di prova (vedi figura 6.4.2.-1).

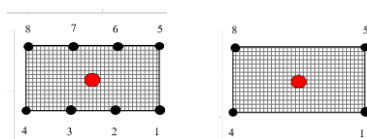


Figura 6.4.2.-1 Schema della posizione degli ancoraggi e punto di impatto della massa di prova.

A sinistra, rete con otto ancoraggi. A destra, rete con quattro ancoraggi

6.4.2.1 Prove di caduta con la sfera

6.4.2.2.1 Reti nuove

I grafici che seguono riportano le azioni agli ancoraggi durante la caduta della massa di prova, rilevate dalle celle di carico.

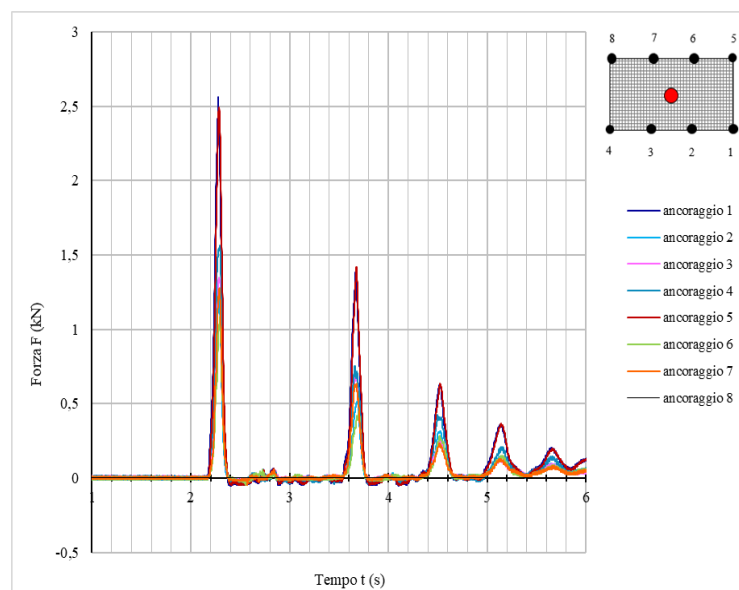


Figura 6.4.2.1.1-1 Azioni agli ancoraggi – Prova 1 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, sfera, $h = 6$ m

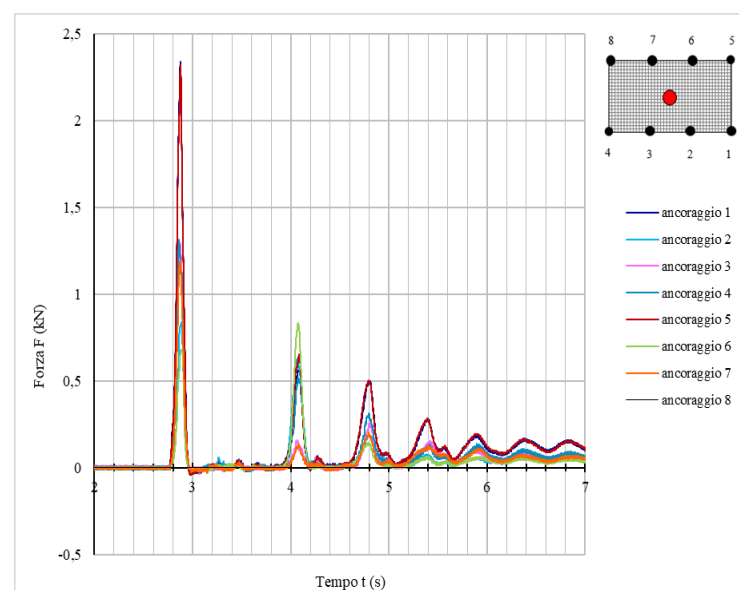


Figura 6.4.2.1.1-2 Azioni agli ancoraggi – Prova 8 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, sfera, $h = 4$ m

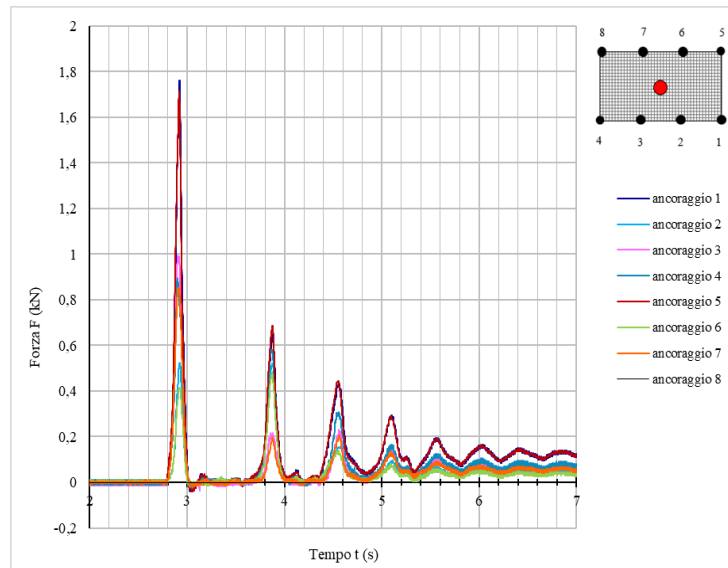


Figura 6.4.2.1.1-3 Azioni agli ancoraggi – Prova 11 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, sfera, h = 2 m

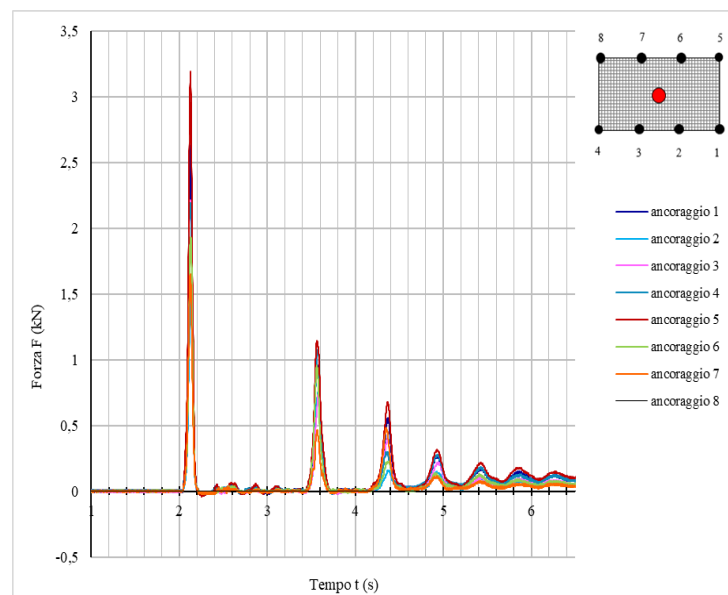


Figura 6.4.2.1.1-3 Azioni agli ancoraggi – Prova 14 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - polipropilene, sfera, h = 6 m

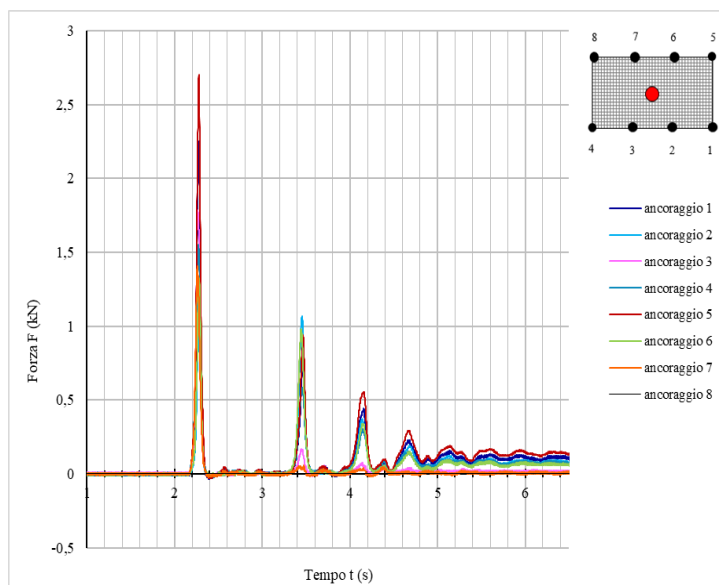


Figura 6.4.2.1.1-4 Azioni agli ancoraggi – Prova 20 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - polipropilene, sfera, $h = 4$ m

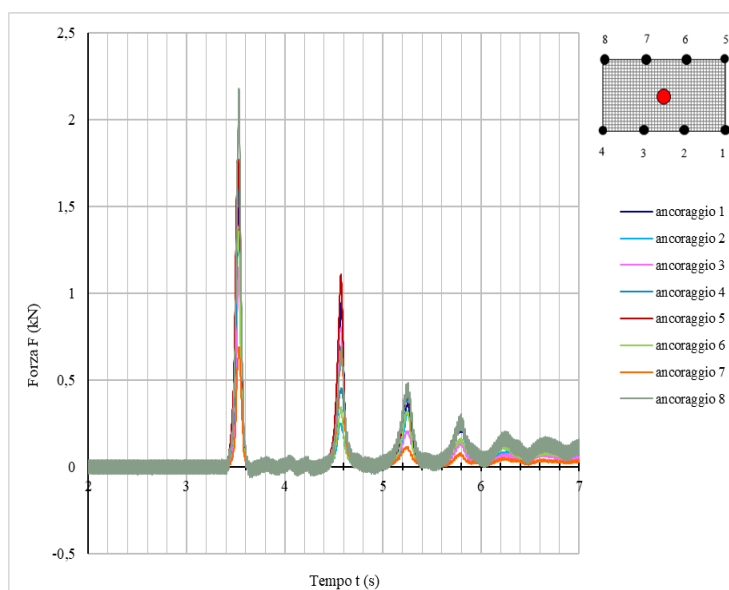


Figura 6.4.2.1.1-5 Azioni agli ancoraggi – Prova 23 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - polipropilene, sfera, $h = 2$ m

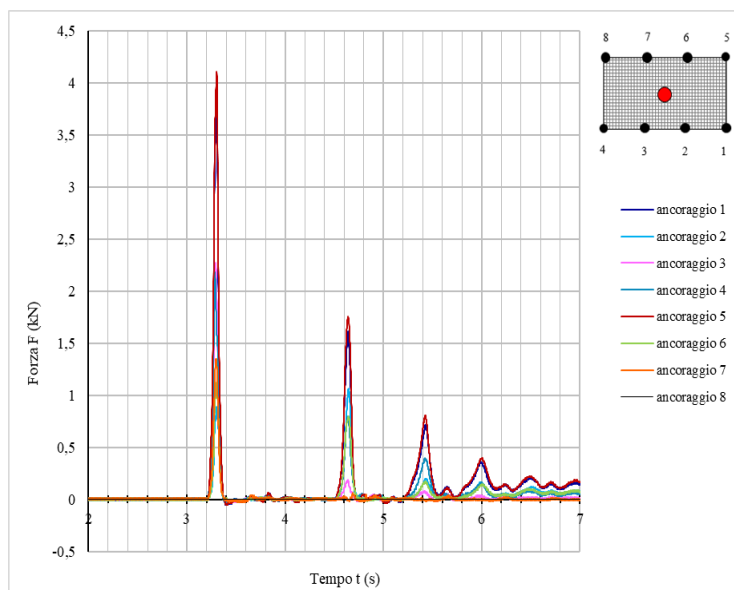


Figura 6.4.2.1.1-6 Azioni agli ancoraggi – Prova 26 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, sfera, $h = 6$ m

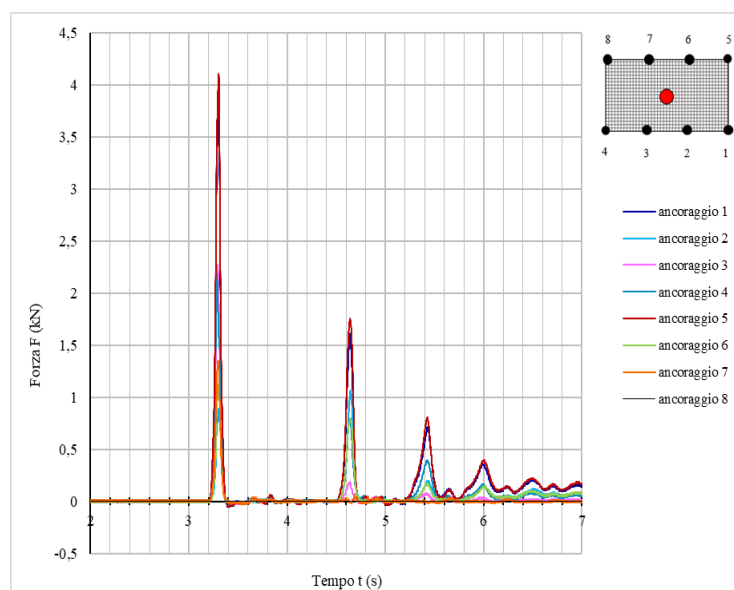


Figura 6.4.2.1.1-7 Azioni agli ancoraggi – Prova 32 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, sfera, $h = 4$ m

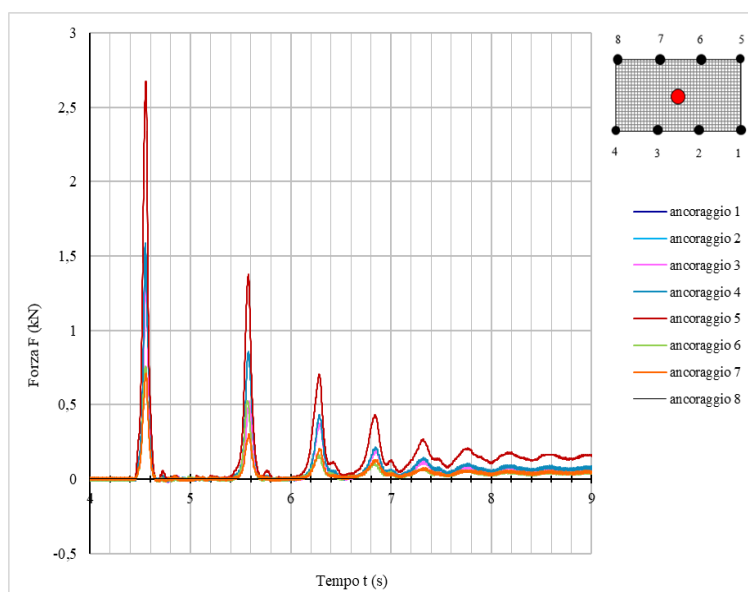


Figura 6.4.2.1.1-8 Azioni agli ancoraggi – Prova 35 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, sfera, $h = 2$ m

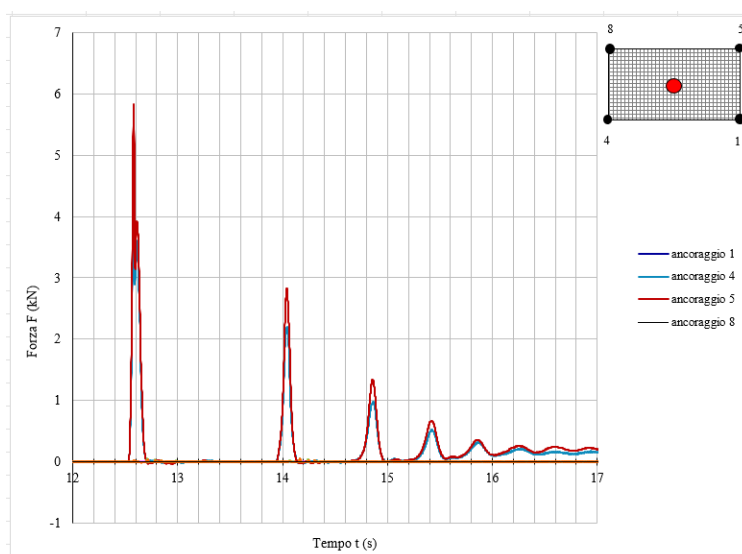


Figura 6.4.2.1.1-9 Azioni agli ancoraggi – Prova 38 - 4 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, sfera, $h = 12$ m

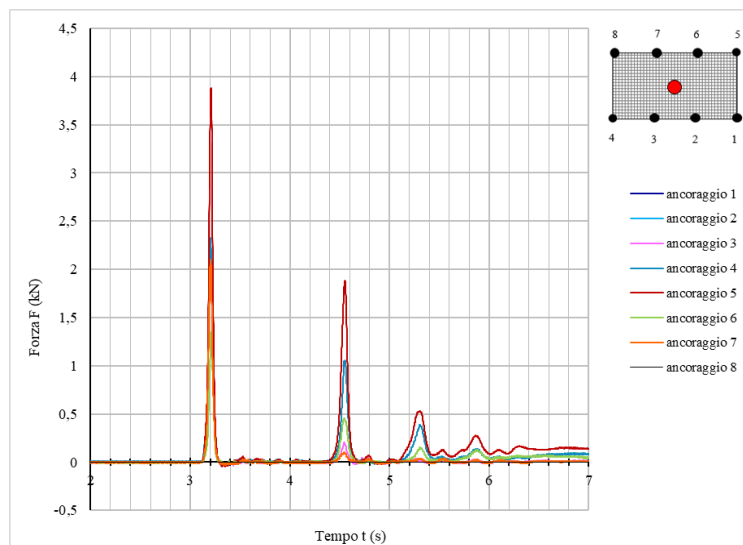


Figura 6.4.2.1.1-10 Azioni agli ancoraggi – Prova 42 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, sfera, $h = 6$ m

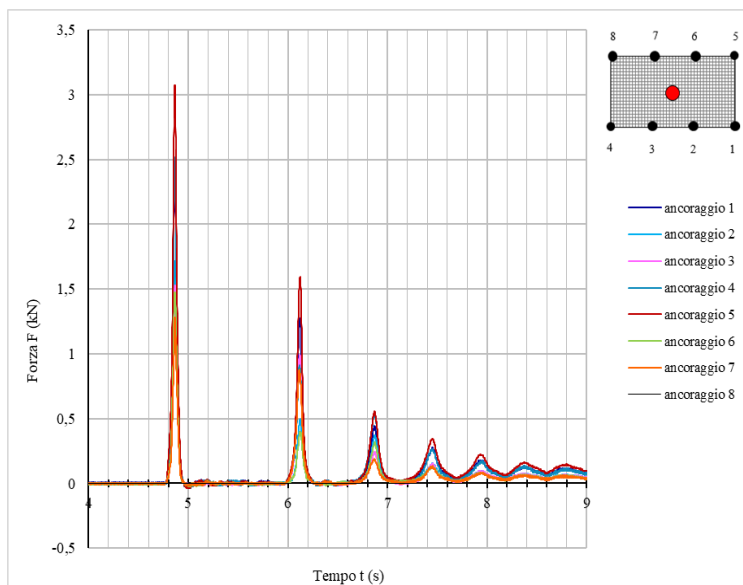


Figura 6.4.2.1.1-11 Azioni agli ancoraggi – Prova 48 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, sfera, $h = 4$ m

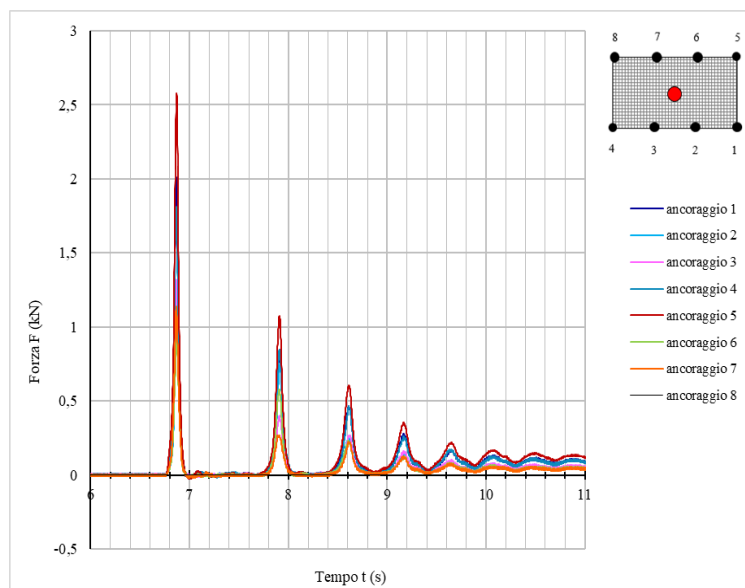


Figura 6.4.2.1.1-12 Azioni agli ancoraggi – Prova 51 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, sfera, $h = 2$ m

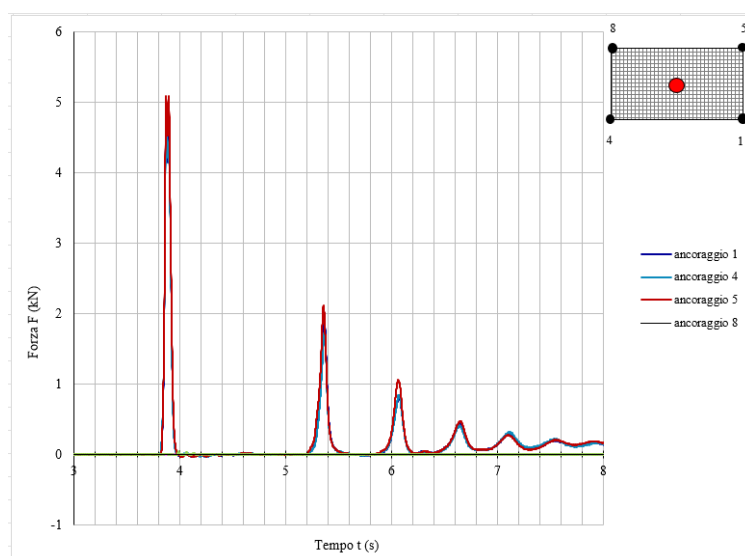


Figura 6.4.2.1.1-13 Azioni agli ancoraggi – Prova 53 - 4 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, sfera, $h = 12$ m

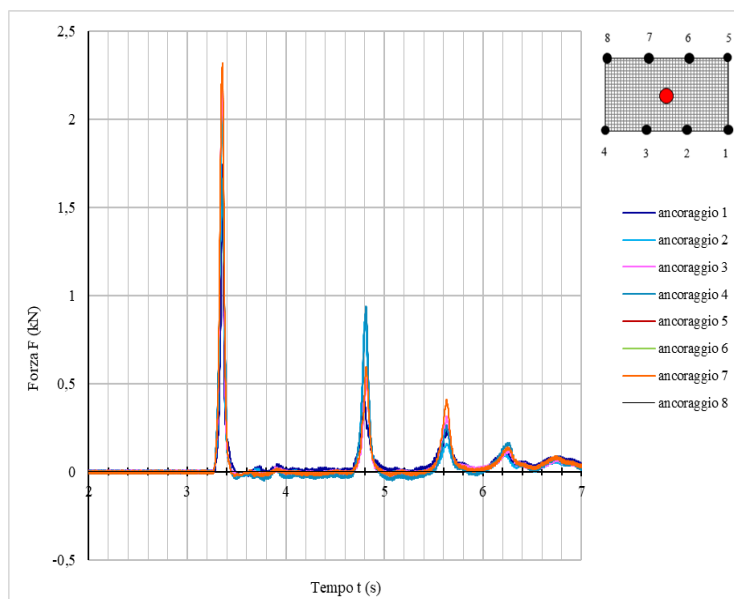


Figura 6.4.2.1.1-14 Azioni agli ancoraggi – Prova 1 - 8 ancoraggi
Rete nuova doppio strato - polipropilene, sfera, $h = 10$ m

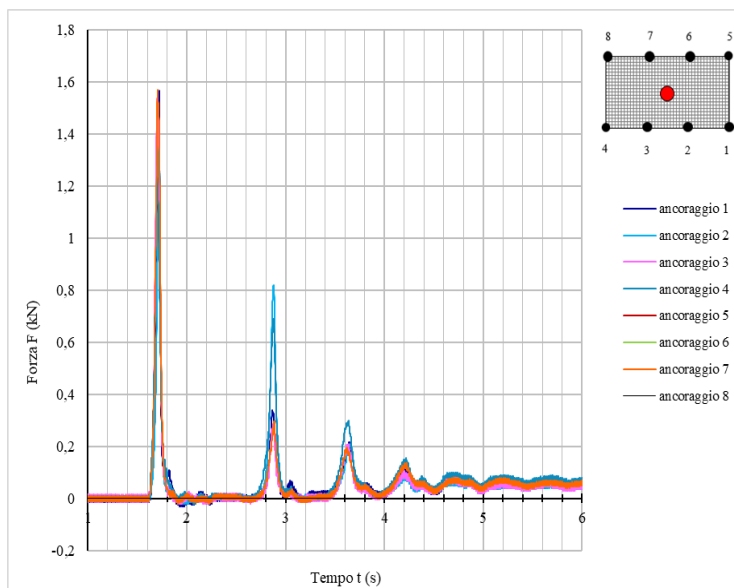


Figura 6.4.2.1.1-15 Azioni agli ancoraggi – Prova 3 - 8 ancoraggi
Rete nuova doppio strato - polipropilene, sfera, $h = 4$ m

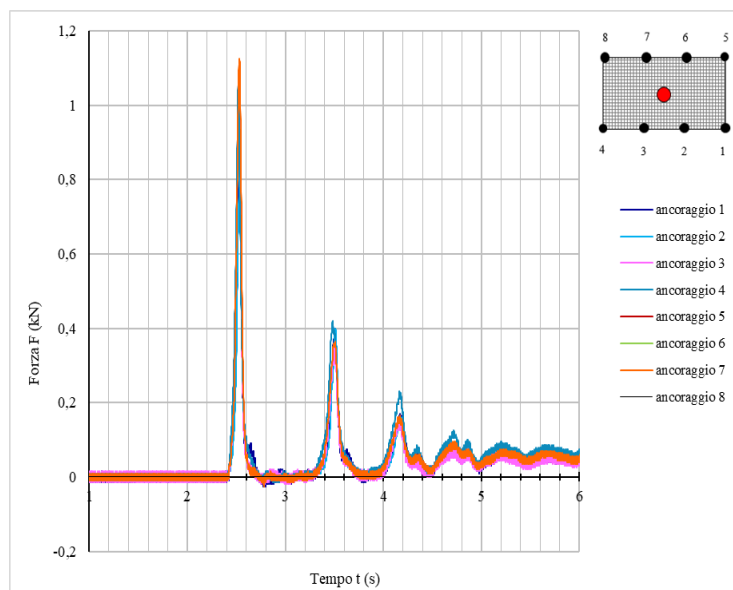


Figura 6.4.2.1.1-15 Azioni agli ancoraggi – Prova 3 - 8 ancoraggi
Rete nuova doppio strato - polipropilene, sfera, $h = 4$ m

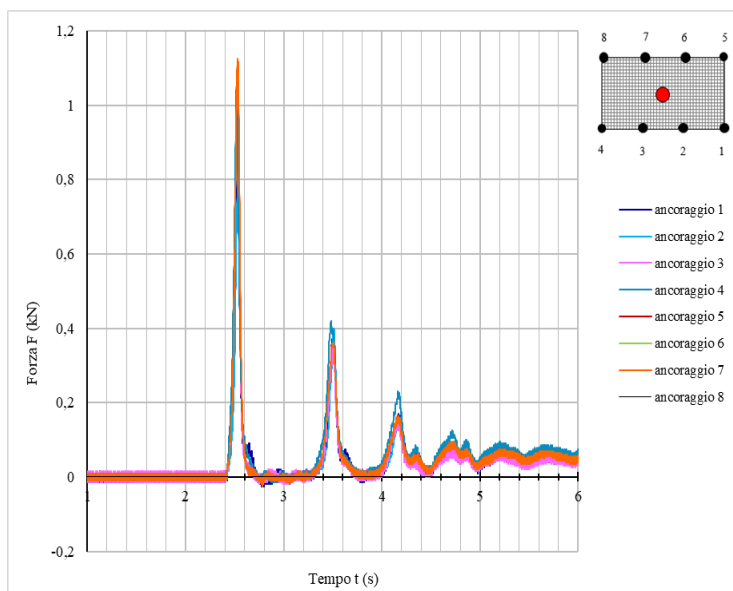


Figura 6.4.2.1.1-16 Azioni agli ancoraggi – Prova 5 - 8 ancoraggi
Rete nuova doppio strato - polipropilene, sfera, $h = 2$ m

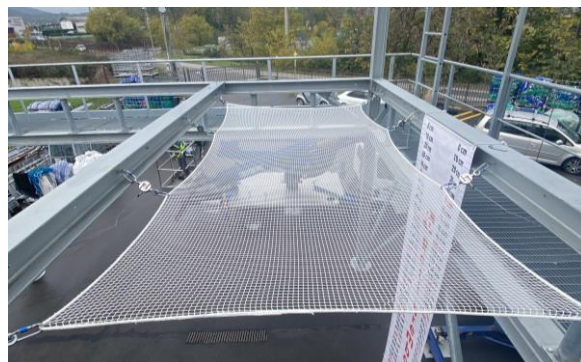


Figura 6.4.2.1.1-17 Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – Inizio prova



Figura 6.4.2.1.1-18 Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – Fine prova

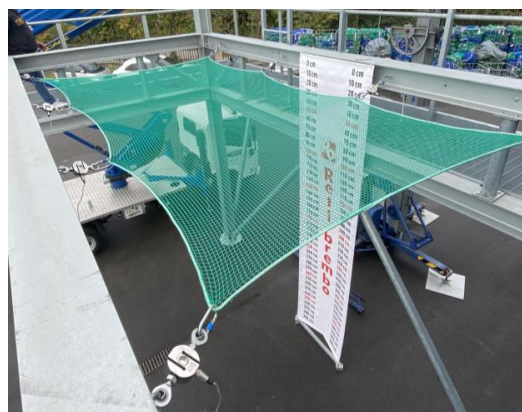


Figura 6.4.2.1.1-19 Rete nuova singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - Inizio prova



Figura 6.4.2.1.1-20 Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – Inizio prova



Figura 6.4.2.1.1-21 Rete in polipropilene nuova doppio strato maglia 100x100 mm
più maglia 20x20 – Inizio prova



Figura 6.4.2.1.1-22 Rete in polipropilene nuova doppio strato maglia 100x100 mm
più maglia 20x20 – Fine prova

6.4.2.1.2 Reti invecchiate

I grafici che seguono riportano le azioni agli ancoraggi durante la caduta della massa di prova, rilevate dalle celle di carico.

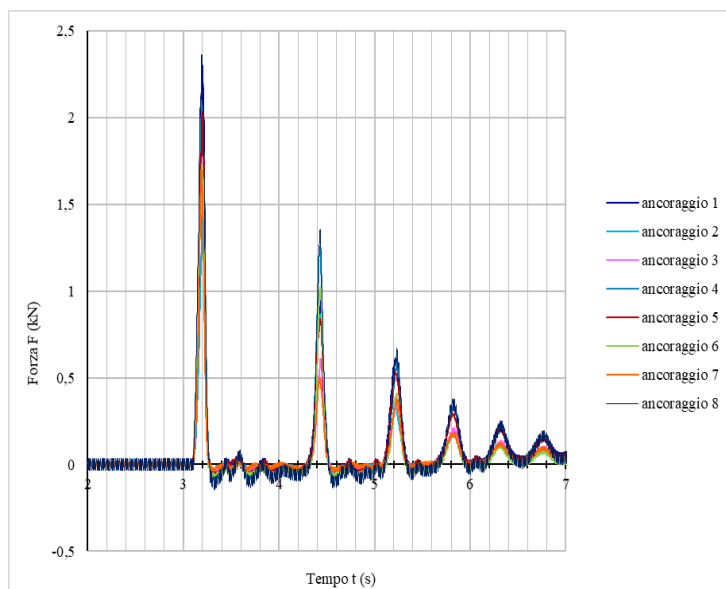


Figura 6.4.2.1.2-1 Azioni agli ancoraggi – Prova 3 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato senza telino – polipropilene, sfera, $h = 6$ m

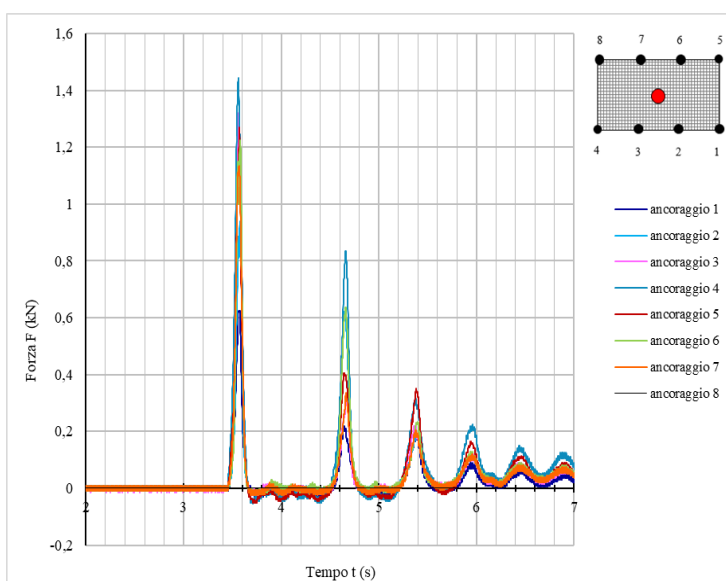


Figura 6.4.2.1.2-2 Azioni agli ancoraggi – Prova 4 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato senza telino – polipropilene, sfera, $h = 4$ m

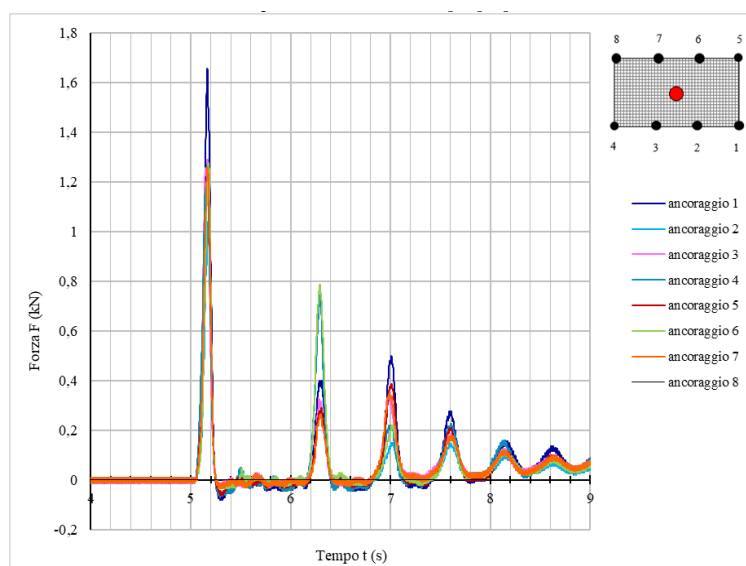


Figura 6.4.2.1.2-3 Azioni agli ancoraggi – Prova 5 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato senza telino – poliammide, sfera, $h = 4$ m

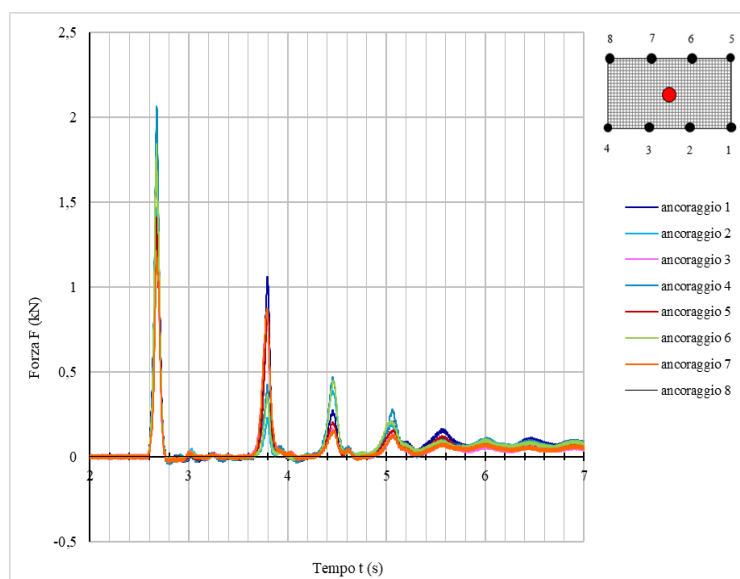


Figura 6.4.2.1.2-4 Azioni agli ancoraggi – Prova 5D - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato con telino – poliammide, sfera, $h = 4$ m

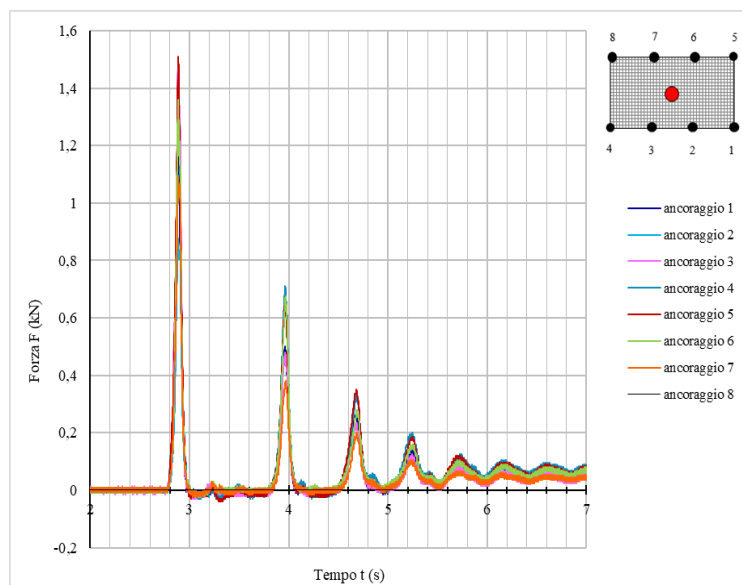


Figura 6.4.2.1.2-5 Azioni agli ancoraggi – Prova 4D - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato con telino – polipropilene, sfera, $h = 4$ m

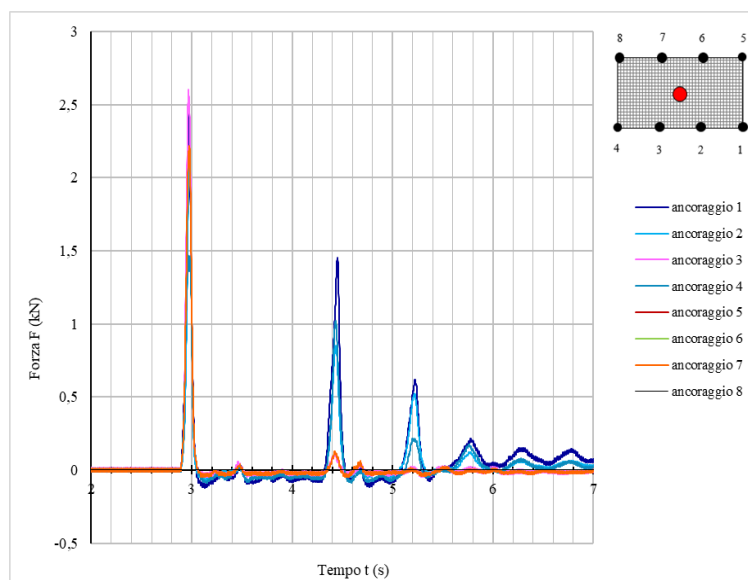


Figura 6.4.2.1.2-6 Azioni agli ancoraggi – Prova 7 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata doppio strato – polipropilene, sfera, $h = 10$ m

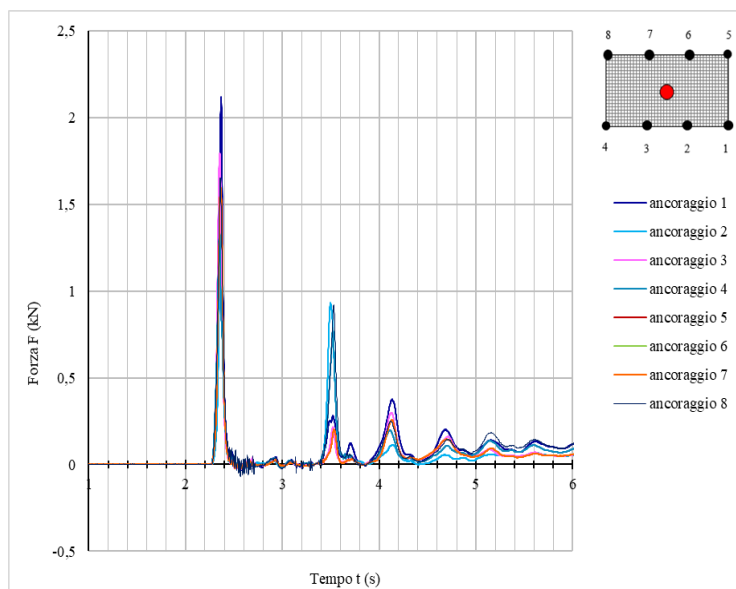


Figura 6.4.2.1.2-7 Azioni agli ancoraggi – Prova 9 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata doppio strato – polipropilene, sfera, $h = 4$ m

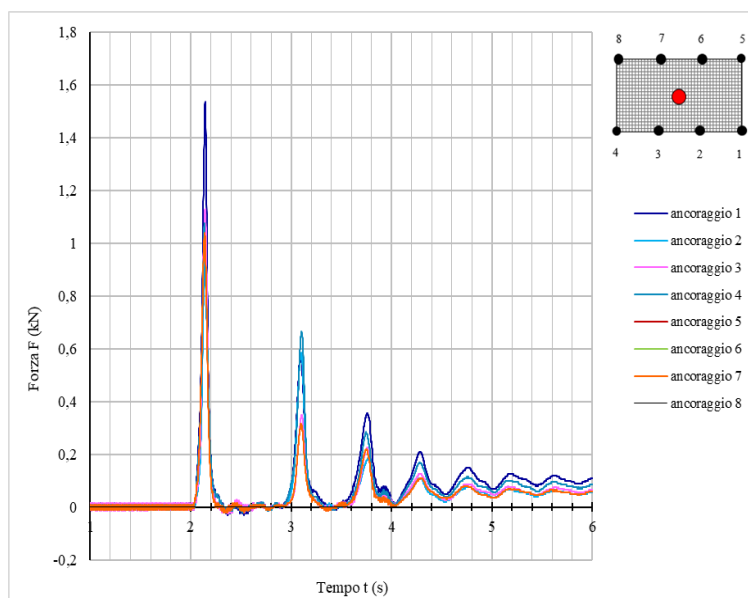


Figura 6.4.2.1.2-8 Azioni agli ancoraggi – Prova 11 - 8 ancoraggi
Rete invecchiata doppio strato – polipropilene, sfera, $h = 2$ m



Figura 6.4.2.1.2-9 Rete invecchiata singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – Fine prova
Rottura mediante sfera



Figura 6.4.2.1.2-10 Rete invecchiata singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – Fine prova
Rottura mediante sfera – Particolare



Figura 6.4.2.1.2-11 Rete in polipropilene invecchiata doppio strato maglia 100x100 mm più maglia 20x20 – Fine prova

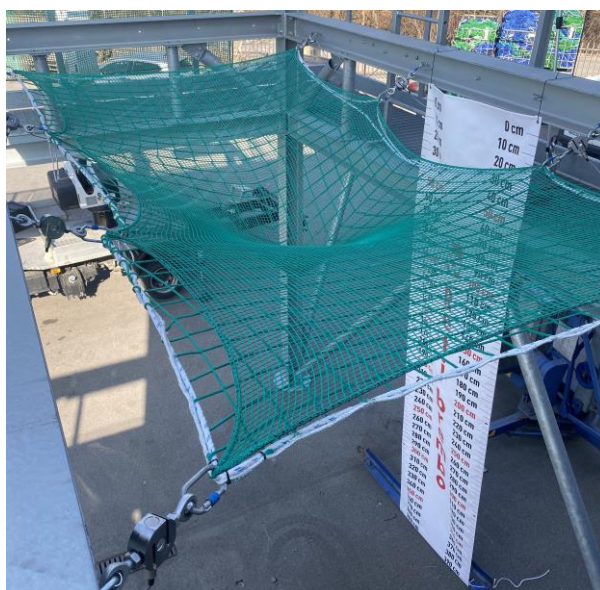


Figura 6.4.2.1.2-12 Rete in polipropilene invecchiata doppio strato maglia 100x100 mm più maglia 20x20 - Fine prova
Particolare



Figura 6.4.2.1.2-13 Rete in polipropilene invecchiata doppio strato maglia 100x100 mm
più maglia 20x20 – Fine prova
Particolare

6.4.2.2 Prove di caduta con il cilindrocono

6.4.2.2.1 Reti nuove

I grafici che seguono riportano le azioni agli ancoraggi durante la caduta della massa di prova, rilevate dalle celle di carico.

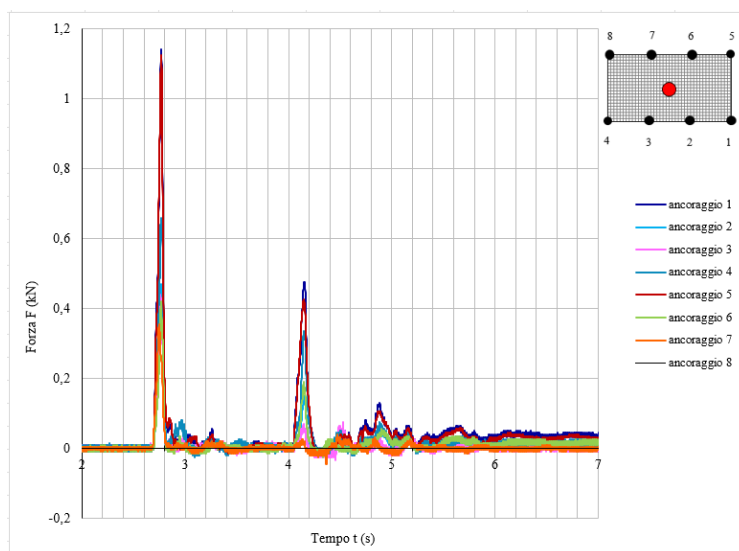


Figura 6.4.2.2.1-1 Azioni agli ancoraggi – Prova 5 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - poliammide, cilindrocono, $h = 6$ m

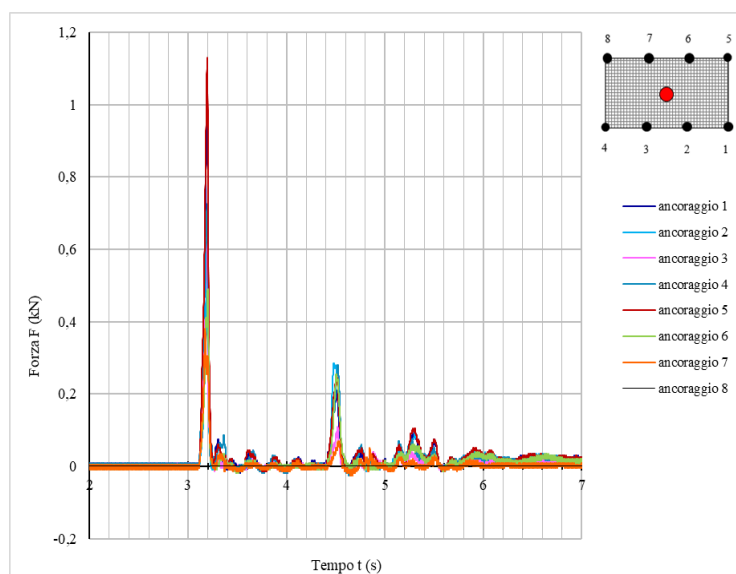


Figura 6.4.2.2.1-2 Azioni agli ancoraggi – Prova 18 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato senza telino - polipropilene, cilindrocono, $h = 6$ m

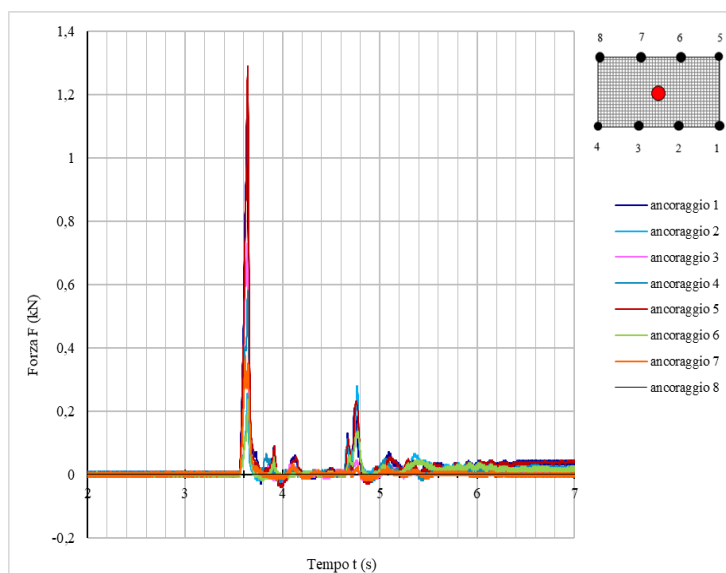


Figura 6.4.2.2.1-3 Azioni agli ancoraggi – Prova 29 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, cilindrocono, $h = 6$ m

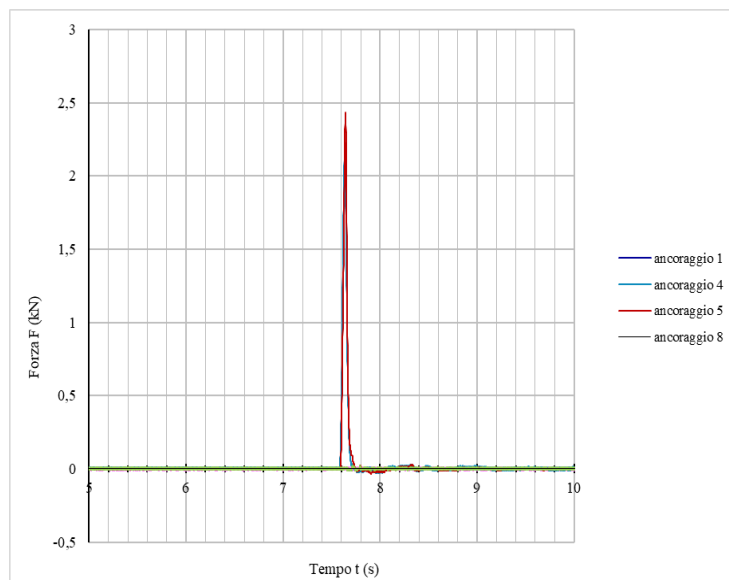


Figura 6.4.2.2.1-4 Azioni agli ancoraggi – Prova 37 - 4 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - poliammide, cilindrocono, $h = 12$ m

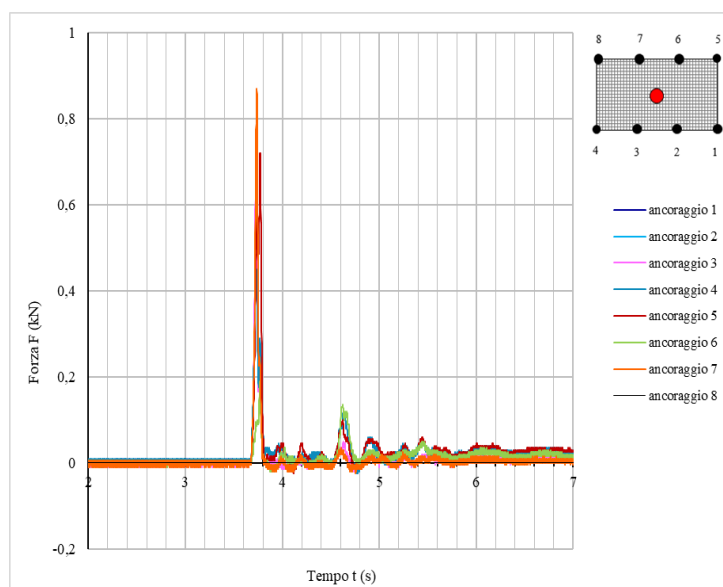


Figura 6.4.2.2.1-5 Azioni agli ancoraggi – Prova 44 - 8 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, cilindrocono, $h = 6$ m

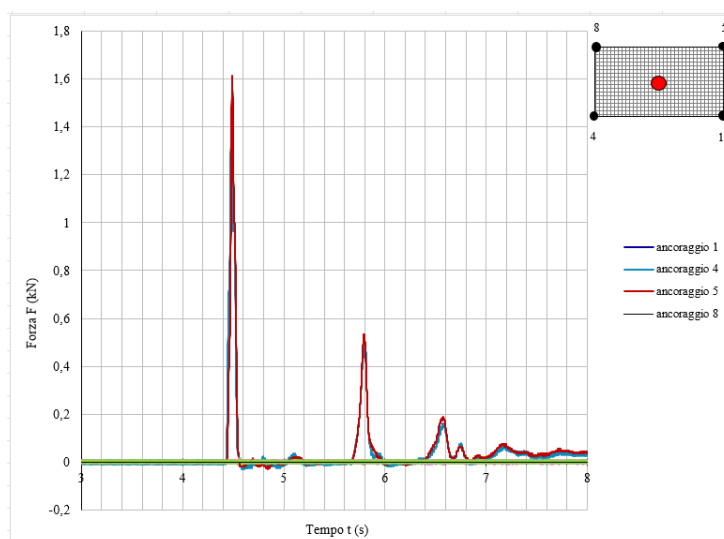


Figura 6.4.2.2.1-6 Azioni agli ancoraggi – Prova 55 - 4 ancoraggi
Rete nuova singolo strato con telino - polipropilene, cilindrocono, $h = 12$ m

6.4.2.2.2 Reti invecchiate

I grafici che seguono riportano le azioni agli ancoraggi durante la caduta della massa di prova, rilevate dalle celle di carico.

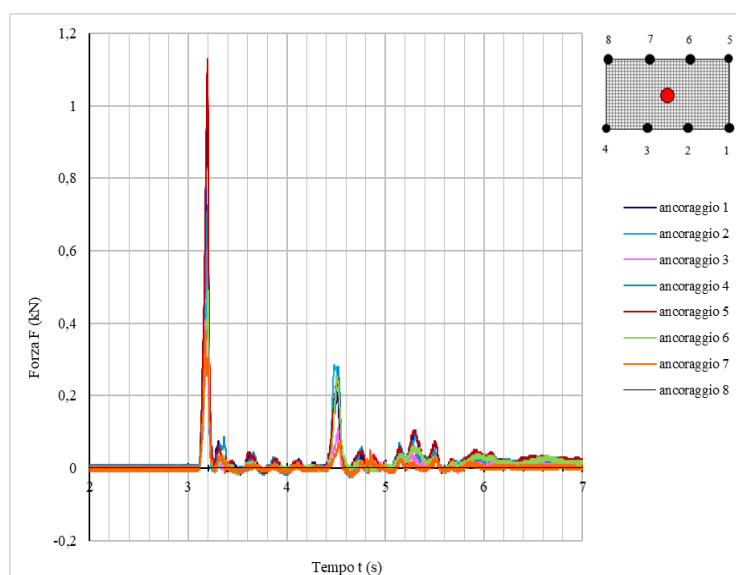


Figura 6.4.2.2.2-1 Azioni agli ancoraggi – Prova 4B - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato senza telino - polipropilene, cilindrocono, $h = 4$ m

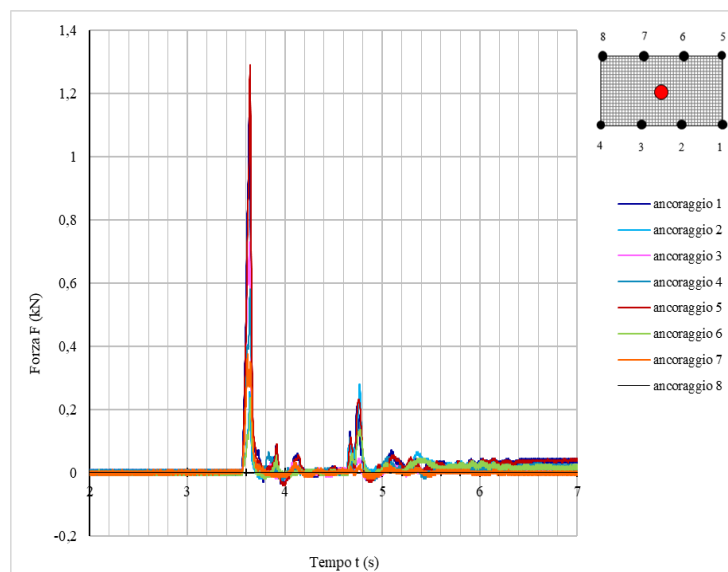


Figura 6.4.2.2.2-2 Azioni agli ancoraggi – Prova 5B - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato senza telino - poliammide, cilindrocono, $h = 4$ m

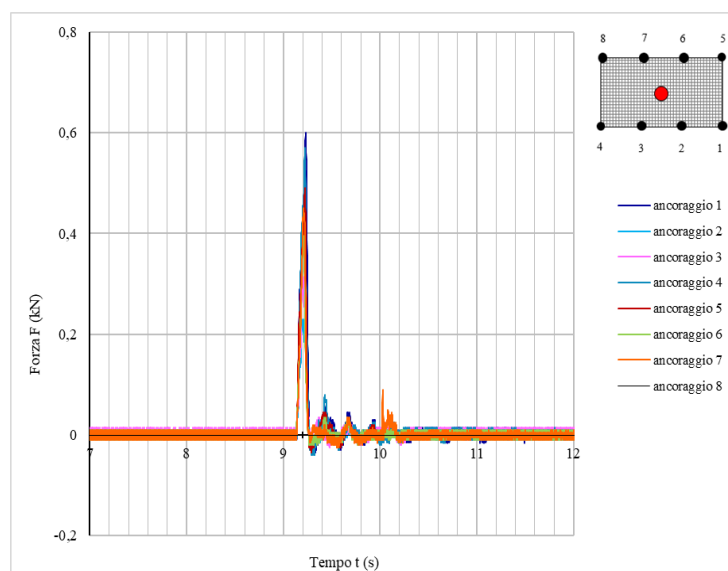


Figura 6.4.2.2.2-3 Azioni agli ancoraggi – Prova 5F - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato con telino - poliammide, cilindrocono, $h = 4$ m

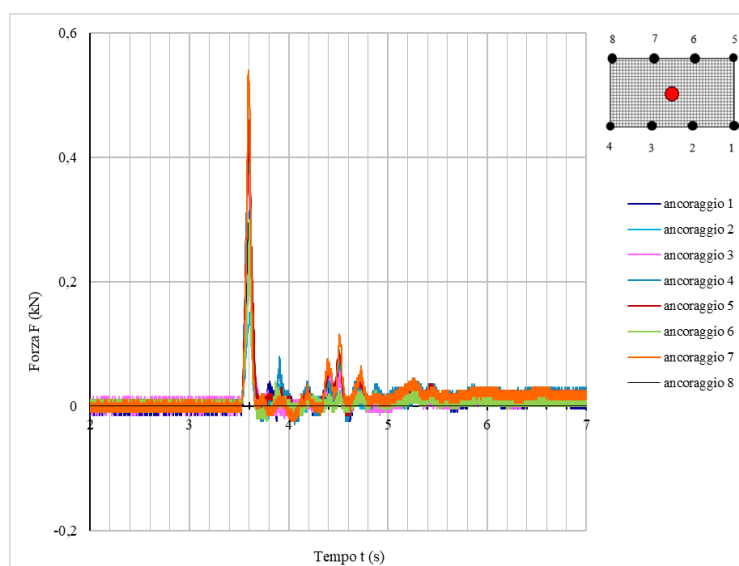


Figura 6.4.2.2.2-4 Azioni agli ancoraggi – Prova 4F - 8 ancoraggi
Rete invecchiata singolo strato con telino – polipropilene, cilindrocono, $h = 4$ m

6.4.3 Sintesi dei risultati

I risultati delle prove effettuate vengono sintetizzati nelle seguenti tabelle riepilogative, raggruppati in base alla massa di prova (sfera o cilindrocono), alla tipologia/grado di invecchiamento della rete e al numero di ancoraggi.

Le tabelle riportano:

- l'altezza di caduta h ;
- la forza massima agli ancoraggi $F_{\max}$;
- la deformazione massima $f_{\max}$.

Nelle tabelle sono indicati anche i casi nei quali la massa di prova ha rimbalzato sulla rete cadendo successivamente a terra oppure i casi nei quali ha sfondato la rete. In quest'ultimo caso, nelle tabelle, non sono riportati i dati registrati dai sensori perché non significativi. In alcuni casi si è verificato un malfunzionamento di alcune celle di carico per la misura delle forze agli ancoraggi durante il fenomeno, che pertanto non sono disponibili.

6.4.3.1 Prove di caduta con la sfera

Le tabelle che seguono riportano i risultati relativi ai test effettuati con la sfera, per ogni tipo di rete, sia nuova che invecchiata, per numero di ancoraggi della rete, con indicazione dell'altezza di caduta, della forza massima $F_{\max}$ e della deformazione massima (freccia) $f_{\max}$.

Tabella 6.4.3.1-1 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
Reti nuove senza telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	1	6	2,56	1,21	1,35	1,57	2,49	1,09	1,28	2,35	75
	2	6	2,83	1,36	1,30	1,61	2,82	1,13	1,19	2,30	50
	3	6	2,74	1,23	1,41	1,70	2,78	1,05	1,34	2,53	60
	7	4	2,29	0,78	1,34	1,25	2,22	0,83	1,19	1,78	40
	8	4	2,34	0,84	1,30	1,32	2,32	0,84	1,20	1,90	60
	9	4	2,38	0,80	1,36	1,31	2,33	0,77	1,23	1,91	45
	10	2	1,66	0,50	0,97	0,89	1,68	0,44	0,86	1,34	50
	11	2	1,76	0,53	1,00	0,90	1,72	0,49	0,86	1,30	45
	12	2	1,82	0,58	1,00	0,98	1,77	0,60	0,88	1,39	55

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-2 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}	
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
Reti nuove senza telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	13	6	2,28	1,50	2,01	1,98	2,76	1,81	1,42	2,59	70
	14	6	2,63	1,54	2,22	2,20	3,19	1,94	1,65	2,95	65
	15	6	2,71	1,60	2,35	2,33	3,28	1,97	1,68	3,05	55
	19	4	2,22	1,06	1,80	1,54	2,68	1,29	1,39	2,07	55
	20	4	2,25	1,07	1,79	1,55	2,70	1,33	1,41	2,04	40
	21	4	2,32	1,03	1,80	1,68	2,77	1,37	1,43	2,25	60
	22	2	1,39	1,35	1,08	1,75	1,67	1,38	0,75	2,11	65
	23	2	1,50	1,32	1,15	1,77	1,79	1,37	0,69	2,18	60
	24	2	1,36	1,34	1,08	1,75	1,63	1,34	0,82	2,09	60

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-3 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}	
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
Reti nuove con telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	25	6	3,66	0,92	1,97	1,75	3,90	1,13	1,25	3,37	50
	26	6	3,90	1,06	2,28	2,18	4,11	1,12	1,35	3,76	40
	27	6	4,15	1,19	2,26	2,29	4,34	1,35	1,32	4,03	40
	31	4	3,43	0,92	1,80	2,06	3,59	1,12	1,05	3,52	55
	32	4	3,37	0,90	1,88	2,22	3,50	1,10	1,06	3,60	60
	33	4	3,54	0,88	1,92	2,16	3,66	1,10	1,10	3,60	50
	34	2	0,75	0,27	1,26	1,59	2,73	0,81	0,72	2,59	50
	35	2	-	-	1,32	1,59	2,68	0,76	0,71	2,58	50
	36	2	-	-	1,24	1,59	2,73	0,82	0,67	2,66	55

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-4 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 4 ancoraggi

Reti nuove con telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
	38	12	-	-	-	4,79	5,84	-	-	5,83	70
	40	12	-	-	-	4,41	5,15	-	-	5,29	40

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-5 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}	
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
Reti nuove con telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	41	6	-	-	1,95	1,79	3,28	1,09	1,82	2,02	55
	42	6	-	-	2,31	2,33	3,89	1,35	2,10	2,69	(**)
	43	6	-	-	2,32	2,35	3,92	1,40	2,33	2,77	30
	47	4	2,41	1,52	1,51	2,41	3,01	1,38	1,31	2,74	(**)
	48	4	2,44	1,72	1,53	2,52	3,07	1,48	1,28	2,95	(**)
	49	4	2,59	1,54	1,66	2,60	3,22	1,44	1,44	2,87	(**)
	50	2	1,97	0,94	1,29	1,76	2,47	0,88	1,20	1,91	(**)
	51	2	2,01	1,08	1,32	1,81	2,58	0,95	1,14	2,14	60
	52	2	2,07	1,06	1,32	1,79	2,63	0,99	1,22	2,08	60

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-6 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 4 ancoraggi

Reti nuove con telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	53	12	4,91	-	-	4,86	5,09	-	-	5,02	60
	56	12	5,28	-	-	5,09	5,78	-	-	5,42	50

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-7 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi – invecchiamento 12 mesi su tetto

Reti invecchiate senza telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	1	12	2,73	0,95	1,24	2,91	2,93	0,78	2,18	1,86	(*)
	5	4	1,66	1,04	1,29	1,27	1,21	1,28	1,26	1,42	70
	5A	4	1,82	1,04	1,45	1,39	1,34	1,27	1,29	1,48	75
	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	(*)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-8 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi – invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Reti invecchiate senza telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	2	12	2,95	2,60	1,96	3,44	3,69	2,38	1,46	2,57	(*)
	3	6	2,30	1,47	2,08	2,10	2,04	1,73	1,70	2,36	55
	3A	6	2,85	1,50	2,12	2,18	2,50	2,02	1,84	2,47	(*)
	4	4	0,63	0,94	1,32	1,45	1,27	1,23	1,14	0,96	75
	4A	4	0,75	1,16	1,47	1,66	1,39	1,35	1,16	1,07	80

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-9 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
5D	4	1,89	1,47	1,36	2,07	1,41	1,85	1,22	2,09	70
5E	4	2,26	1,65	1,52	2,37	1,74	2,02	1,40	2,37	75

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-10 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
4D	4	1,18	0,88	1,48	1,23	1,51	1,36	1,10	0,82	85
4E	4	1,34	1,17	1,68	1,51	1,65	1,55	1,22	1,06	80

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-11 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) - 8 ancoraggi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
Reti nuove doppio strato - polipropilene Maglia 20x20 - 100x100 (mm)	1	10	1,75	2,20	2,31	1,67	-	-	2,32	1,57	90
	2	10	1,90	2,82	2,31	2,43	-	-	2,23	2,24	90
	3	4	1,57	1,41	1,54	1,23	-	-	1,57	1,14	60
	4	4	1,51	1,15	1,59	1,23	-	-	1,76	1,17	60
	5	2	1,06	0,89	1,09	1,07	-	-	1,13	0,95	60
	6	2	0,97	1,06	1,03	1,16	-	-	1,02	1,00	60

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.1-12 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 15 mesi

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}	
Reti nuove doppio strato - polipropilene Maglia 20x20 - 100x100 (mm)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
	7	10	2,44	2,19	2,60	1,47	-	-	2,22	1,93	60
	8	10	2,19	2,77	1,90	2,29	-	-	1,93	2,61	60
	9	4	2,12	1,38	1,80	1,36	-	-	1,60	1,65	50
	10	4	2,20	1,42	1,81	1,35	-	-	1,61	1,63	50
	11	2	1,54	1,00	1,13	1,08	-	-	1,04	1,33	50
	12	2	1,55	1,02	1,13	1,11	-	-	1,07	1,38	50

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

6.4.3.2 Prove di caduta con il cilindrocono

Le tabelle che seguono riportano i risultati relativi a i test effettuati con il cilindrocono, per ogni tipo di rete, sia nuova che invecchiata, per numero di ancoraggi della rete, con indicazione dell'altezza di caduta, della forza massima F_{max} e della deformazione massima (freccia) f_{max} .

Tabella 6.4.3.2-1 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Reti nuove senza telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	4	6	1,03	0,34	0,39	0,73	1,10	0,45	0,46	1,03	(**)
	5	6	1,14	0,47	0,44	0,66	1,13	0,42	0,36	0,88	20
	6	6	0,93	0,41	0,54	0,82	0,87	0,30	0,39	0,99	(**)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-2 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Reti nuove senza telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	16	6	1,03	0,56	0,74	0,92	1,19	0,50	0,38	0,98	(**)
	17	6	0,84	0,39	0,58	0,71	1,05	0,54	0,59	0,96	(**)
	18	6	0,98	0,51	0,63	0,73	1,13	0,49	0,38	-	30

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-3 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Reti nuove con telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	28	6	1,16	0,24	0,69	0,54	1,18	0,23	0,40	0,85	(**)
	29	6	1,23	0,28	0,73	0,58	1,29	0,24	0,38	0,90	20
	30	6	1.28	0.26	0.57	0.63	1.38	0.32	0.46	1.04	20

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-4 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 4 ancoraggi

Reti nuove con telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	37	12	-	-	-	2,22	2,44	-	-	2,19	(**)
	39	12	2.01	1.08	-	1.65	-	-	-	-	(**)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-5 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi

Reti nuove con telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	44	6	-	-	0,71	0,46	0,72	0,19	0,87	0,58	20
	45	6	-	-	0,82	0,51	0,76	0,19	0,58	0,58	(**)
	46	6	2.41	1.52	0.78	0.49	0.92	0.22	0.50	0.50	20

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-6 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 4 ancoraggi

Reti nuove con telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	54	12	2,35	-	-	1,70	2,58	-	-	1,95	(**)
	55	12	1.58	-	-	1.35	1.62	-	-	1.43	50

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-7 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto

Reti invecchiate senza telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	5B	4	0,77	0,37	0,42	0,43	0,64	0,44	0,37	0,47	10
	5C	4	0,77	0,32	0,37	0,49	0,65	0,43	0,44	0,53	20
	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	(*)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-8 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
	h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}	
	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	
Rete invecchiate senza telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	4B	4	0,34	0,45	0,35	0,51	0,53	0,34	0,25	0,37	10
	4C	4	0,29	0,31	0,27	0,45	0,53	0,39	0,31	0,39	10
	7	12	-	-	-	-	-	-	-	-	(*)
	7A	7	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	7B	8	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	7C	8	-	-	-	-	-	-	-	-	30
	7D	10	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	7E	10	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	7F	12	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	7G	12	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-9 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Rete invecchiata con telino - poliammide Maglia 20 x 20 (mm)	Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$	$F_{max, a8}$	f_{max}
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)
	5F	4	0,60	0,23	0,33	0,57	0,49	0,40	0,45	0,69	(**)
	5G	4	0,48	0,29	0,33	0,56	0,39	0,41	0,41	0,67	(**)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.3.2-10 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi e deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) - 8 ancoraggi - invecchiamento 12 mesi su tetto/parapetto

Id prova	Altezza di caduta	Forza massima agli ancoraggi								Deformazione massima	
		h	$F_{max, a1}$	$F_{max, a2}$	$F_{max, a3}$	$F_{max, a4}$	$F_{max, a5}$	$F_{max, a6}$	$F_{max, a7}$		$F_{max, a8}$
		(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		(kN)
Rete invecchiata con telino - polipropilene Maglia 20 x 20 (mm)	4F	4	0,32	0,15	0,45	0,42	0,46	0,30	0,54	0,37	20
	4G	4	0,49	0,33	0,34	0,37	0,59	0,35	0,23	0,29	20
	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)
	9A	10	-	-	-	-	-	-	-	-	(**)

(*) La massa di prova sfonda la rete

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

6.4.4 Analisi dei risultati

L'analisi dei grafici delle azioni agli ancoraggi, che riportano il valore di F (kN) misurata nel tempo t (s), permette di descrivere il fenomeno della caduta della massa di prova (sfera o cilindrocono). Il fenomeno può essere così rappresentato (vedi figure 6.4.4-1 e 6.4.4-2) :

- Con la massa di prova sospesa in quota (in quiete) viene attivato il sistema di acquisizione dei dati. Gli ancoraggi sostengono il peso della rete, che costituisce l'origine delle misurazioni.
- Ogni cella di carico ad ogni ancoraggio misura $F=0$ (P_0).
- La massa viene sganciata e fatta cadere in caduta libera (P_1)
- La massa tocca la rete che si deforma e gli ancoraggi si tendono con F (kN) che passa da 0 (P_2) a F_{max} (P_3) per poi tornare nuovamente a 0 (P_4). Oltre P_4 la massa rimbalza sulla rete smorzando ad ogni rimbalzo le azioni agli ancoraggi.
- Oltre P_5 (t_5 , F_5), la massa è in equilibrio sulla rete deformata. Gli ancoraggi sostengono il peso della massa dopo la caduta.

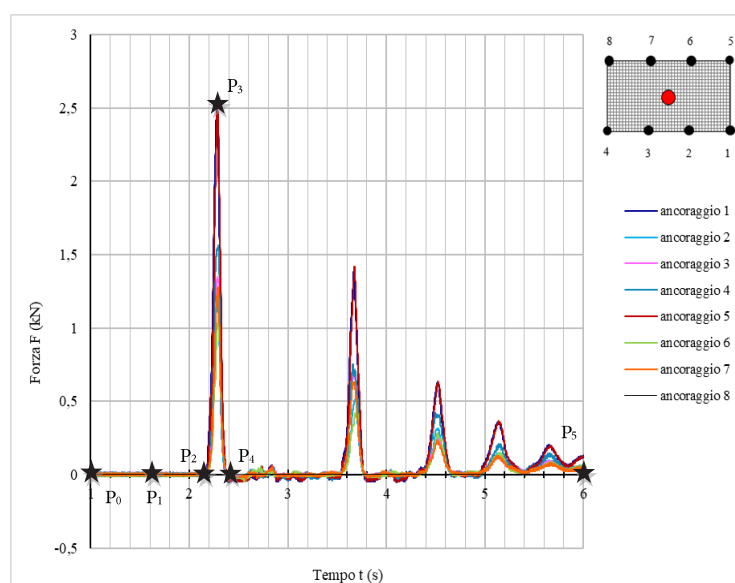


Figura 6.4.4-1 Grafico delle azioni agli ancoraggi - Indicazione dei punti significativi del fenomeno - Sfera

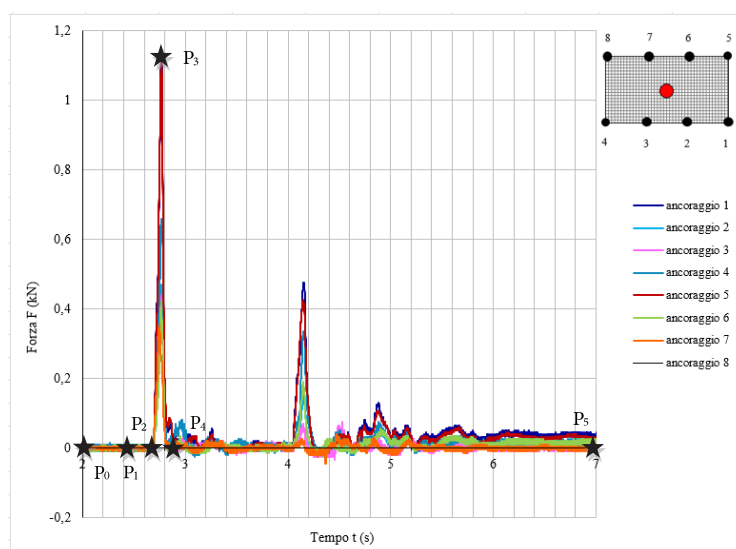


Figura 6.4.4-2 Grafico delle azioni agli ancoraggi - Indicazione dei punti significativi del fenomeno - Cilindrocono

Le prove sperimentali condotte con la sfera (massa pari a 12 kg, diametro pari a 150 mm), su reti di dimensioni 4 m x 2 m e maglia 20 mm x 20 mm, a singolo strato, in poliammide o polipropilene, hanno dimostrato che:

1. le reti nuove senza telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) e per tutte le altezze di caduta considerate ($h = 6, 4, 2$ m);
2. le reti nuove con telino:
 - ancorate in 4 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) e per l'altezza di caduta considerata ($h = 12$ m);
 - ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, in tutte le prove con reti in poliammide, per tutte le altezze di caduta considerate ($h = 6, 4, 2$ m) e in alcune prove con reti in polipropilene per le altezze di caduta 6 m e 2 m;
 - ancorate in 8 punti, non superano il test di caduta, con la massa che rimbalza sulla rete e cade a terra, in alcune prove con reti in polipropilene per le altezze di caduta 6 m e 2 m e in tutte le prove con altezza di caduta di 4 m.
 - non vengono sfondate dalla massa di prova in nessun test, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) e per tutte le altezze di caduta considerate ($h = 6, 4, 2$ m);
3. le reti invecchiate senza telino, ancorate in 8 punti, non superano il test di caduta, con la massa che sfonda la rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), per le altezze di caduta $h = 12$ m e 6 m; le stesse reti superano il test per altezza di caduta pari a 4 m.

4. le reti invecchiate con telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), per altezza di caduta pari a 4 m.

Riassumendo i risultati tenendo conto dell'invecchiamento, le reti a singolo strato, con o senza telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la sfera che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), per una altezza massima di caduta pari a 4 m (Tabella 6.4.4-1 e Tabella 6.4.4-2).

Tabella 6.4.4-1 – Esito prove sfera – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi

Esito prove sfera - Reti singolo strato senza telino	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
poliammide		12	-	ko
		6	ok	ko
		4	ok	ok
		2	ok	-
polipropilene		12	-	ko
		6	ok	ko
		4	ok	ok
		2	ok	-

Tabella 6.4.4-2 – Esito prove sfera – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi

Esito prove sfera - Reti singolo strato con telino	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
poliammide		6	ok	-
		4	ok	ok
		2	ok	-
polipropilene		6	rimb. (1 su 3)	-
		4	rimb. (3 su 3)	ok
		2	rimb. (1 su 3)	-

Le prove sperimentali condotte con la sfera (massa pari a 12 kg, diametro pari a 150 mm), su reti di dimensioni 4 m x 2 m, a doppio strato (strato superiore maglia 20 mm x 20 mm, strato inferiore maglia 100 mm x 100 mm) in polipropilene, hanno dimostrato che (Tabella 6.4.4-3):

- le reti nuove e quelle invecchiate, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, per tutte le altezze di caduta considerate (h = 10, 4, 2 m).

Tabella 6.4.4-3 – Esito prove sfera – Confronto reti nuove e invecchiate – polipropilene – Reti a doppio strato – 8 ancoraggi

*Esito prove sfera - Reti doppio strato	Materiale	Altezza di caduta h (m)	Stato della rete	
			nuova	invecchiata
	polipropilene	10	ok	ok
		4	ok	ok
		2	ok	ok

La sperimentazione eseguita con la caduta della sfera, evidenzia che le reti a doppio strato utilizzate hanno una resistenza dinamica maggiore rispetto alle reti a singolo strato, con o senza telino. Le prove sperimentali condotte con il cilindrocono (massa pari a 3 kg, lunghezza cilindrocono pari a 180 mm), su reti di dimensioni 4 m x 2 m e maglia 20 mm x 20 mm, a singolo strato, in poliammide o polipropilene, hanno dimostrato che:

- le reti nuove senza telino, ancorate in 8 punti:
 - in nessun caso vengono sfondate dal cilindrocono, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
 - non superano il test di caduta, con la massa che rimbalza sulla rete e cade a terra, in alcune prove (2 su 3), a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
 - superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) in una sola prova (1 su 3) per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
- le reti nuove con telino:
 - in nessun caso vengono sfondate dal cilindrocono, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene) per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
 - ancorate in 4 punti, non superano il test di caduta, con la massa che rimbalza sulla rete e cade a terra, in tutte le prove (2 su 2) con reti in poliammide e in una prova (1 su 2) con reti in polipropilene, per l'altezza di caduta considerata ($h = 12$ m);
 - ancorate in 8 punti, non superano il test di caduta, con la massa che rimbalza sulla rete e cade a terra, in una prova (1 su 3), con reti in poliammide e con reti in polipropilene, per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
 - ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, nella maggior parte delle prove (2 su 3) con reti in poliammide e con reti in polipropilene, per l'altezza di caduta considerata ($h = 6$ m);
- le reti invecchiate senza telino, ancorate in 8 punti, non superano il test di caduta:
 - con il cilindrocono che sfonda la rete, in una prova per le reti in poliammide per l'altezza di caduta $h = 10$ m e per le reti in polipropilene per l'altezza di caduta $h = 12$ m;
 - con la massa che rimbalza sulla rete e cade a terra, per le reti in polipropilene per le altezze di caduta h pari a 7, 8, 10 e 12 m;
- le reti invecchiate senza telino, ancorate in 8 punti, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), superano il test per altezza di caduta pari a 4 m;
- le reti invecchiate con telino, ancorate in 8 punti, non superano il test di caduta, con la massa

che rimbalza sulla rete e cade a terra, per le reti in poliammide per altezza di caduta considerata pari a 4 m e per le reti in polipropilene per le altezze di caduta $h = 10$ m;

6. le reti invecchiate, con telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, solo nel caso di reti in polipropilene, per altezza di caduta pari a 4 m.

Riassumendo i risultati tenendo conto dell'invecchiamento, le reti a singolo strato, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta del cilindrocono, con la massa che viene contenuta dalla rete:

- senza telino, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), solo per una altezza massima di caduta pari a 4 m (Tabella 6.4.4-4);
- con telino, solo per reti in polipropilene e per una altezza massima di caduta pari a 4 m (Tabella 6.4.4-5).

Nella maggior parte dei casi ($h = 6$ m reti nuove in poliammide o polipropilene; reti invecchiate in poliammide) la massa di prova non sfonda la rete, ma rimbalza a terra fuori da essa.

Nei casi di reti invecchiate in poliammide ($h = 10$ m) o polipropilene ($h = 12$ m), la massa di prova sfonda la rete.

Tabella 6.4.4-4 – Esito prove cilindrocono – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi

Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
	h	nuova	invecchiata
	(m)		
poliammide	10	-	ko
	6	rimb. (2 su 3)	-
	4	-	ok
polipropilene	12	-	ko
	10	-	rimb. (2 su 2)
	8	-	rimb. (1 su 2)
	6	rimb. (2 su 3)	-
	4	-	ok

Esito prove
cilindrocono -
Reti singolo strato
senza telino

Tabella 6.4.4-5 – Esito prove cilindrocono – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi

Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
	h	nuova	invecchiata
	(m)		
poliammide	10	-	-
	6	rimb. (1 su 3)	-
	4	-	rimb. (2 su 2)
polipropilene	10	-	rimb. (2 su 2)
	6	rimb. (1 su 3)	-
	4	-	ok

Esito prove
cilindrocono -
Reti singolo strato
con telino

La sperimentazione eseguita con la caduta del cilindrocono, evidenzia che le reti in polipropilene con o senza telino, invecchiate, sono in grado di contenere la caduta della massa di prova per una altezza pari a 4 m.

Le tabelle dalla 6.4.4-6 alla 6.4.4-25 riportano, per i test effettuati con la sfera, la forza massima F_{max} agli ancoraggi e la deformazione massima f_{max} , per altezze di caduta minori o uguali a 4 m (condizione per cui le reti contengono la caduta della sfera), per le seguenti tipologie di rete:

- reti nuove singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti nuove singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm),
- reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm),
- reti nuove doppio strato - polipropilene, maglia 20x20,
- reti invecchiate doppio strato - polipropilene, maglia 20x20.

Tabella 6.4.4-6 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	11	2	1,76
	12	2	1,82
	8	4	2,34
	9	4	2,38

Tabella 6.4.4-7 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	22	2	2,11
	23	2	2,18
	20	4	2,70
	21	4	2,77

Tabella 6.4.4-8 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	5	4	1,66
	5A	4	1,82

Tabella 6.4.4-9 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
	4	4	1,45
	4A	4	1,66

Tabella 6.4.4-10 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino – poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
	34	2	2,73
	36	2	2,73
	32	4	3,60
	33	4	3,66

Tabella 6.4.4-11 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino – polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
	51	2	2,58
	52	2	2,63
	48	4	3,07
	49	4	3,22

Tabella 6.4.4-12 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino – poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
	5D	4	2,09
	5E	4	2,37

Tabella 6.4.4-13 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino – polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
	4D	4	1,51
	4E	4	1,68

Tabella 6.4.4-14 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti nuove doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	5	2	1,13
	6	2	1,16
	3	4	1,57
	4	4	1,76

Tabella 6.4.4-15 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	11	2	1,54
	12	2	1,55
	9	4	2,12
	10	4	2,20

Tabella 6.4.4-16 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm) Test con sfera	10	2	50
	12	2	55
	8	4	60
	9	4	45

Tabella 6.4.4-17 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm) Test con sfera	22	2	65
	23	2	60
	19	4	55
	21	4	60

Tabella 6.4.4-18 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm) Test con sfera	5	4	70
	5A	4	75

Tabella 6.4.4-19 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm)	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Test con sfera	4	4	75
	4A	4	80

Tabella 6.4.4-20 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm)	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Test con sfera	35	2	50
	36	2	55
	31	4	55
	32	4	60

Tabella 6.4.4-21 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm)	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Test con sfera	51	2	60
	52	2	60

Tabella 6.4.4-22 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm)	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Test con sfera	5D	4	70
	5E	4	75

Tabella 6.4.4-23 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm)	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Test con sfera	4D	4	85
	4E	4	80

Tabella 6.4.4-24 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti nuove doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)	5	2	60
	6	2	60
Test con sfera	3	4	60
	4	4	60

Tabella 6.4.4-25 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)	11	2	50
	12	2	50
Test con sfera	9	4	50
	10	4	50

Nei test effettuati con la sfera, dal confronto delle massime azioni agli ancoraggi nelle prove con reti nuove e invecchiate a singolo strato (Tabelle 6.4.4-26 e 6.4.4-28), si evince che in generale le azioni agli ancoraggi sono maggiori nelle prove con le reti nuove rispetto a quelle con le reti invecchiate. Maggiori deformazioni si hanno invece per le reti invecchiate rispetto a quelle relative alle reti nuove (Tabelle 6.4.4-27 e 6.4.4-29).

Nei test effettuati con la sfera, dal confronto delle massime azioni agli ancoraggi nelle prove con reti nuove e invecchiate a doppio strato (Tabella 6.4.4-30), si evince che in generale le azioni agli ancoraggi sono maggiori nelle prove con le reti invecchiate rispetto a quelle con le reti nuove. Maggiori deformazioni si hanno invece per le reti nuove rispetto a quelle relative alle reti invecchiate (Tabella 6.4.4-31).

Tabella 6.4.4-26 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
poliammide		4	2,38	1,82
		2	1,82	-
polipropilene		4	2,77	1,66
		2	2,18	-

Tabella 6.4.4-27 – Deformazione massima $f_{\max}$ per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi – sfera

Deformazione massima (cm) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	60	75
		2	55	-
	polipropilene	4	60	80
		2	65	-

Tabella 6.4.4-28 – Forza massima $F_{\max}$ agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	3,66	2,37
		2	2,73	-
	polipropilene	4	3,22	1,68
		2	2,63	-

Tabella 6.4.4-29 – Deformazione massima $f_{\max}$ per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	60	75
		2	55	-
	polipropilene	4	(**)	85
		2	60	-

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.4-30 – Forza massima $F_{\max}$ agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – doppio strato – polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	polipropilene	4	1,76	2,20
		2	1,16	1,55

Tabella 6.4.4-31 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Confronto reti nuove e invecchiate – doppio strato - polipropilene, maglia 20x20 - 100x100 (mm) – 8 ancoraggi – Sfera

Deformazione massima (cm) Test con sfera	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	polipropilene	4	60	50
		2	60	50

Le tabelle dalla 6.4.4-32 alla 6.4.4-38 riportano, per i test effettuati con il cilindrocono, la forza massima F_{max} agli ancoraggi e la deformazione massima f_{max} , per l'altezza di caduta pari a 4 m (condizione per cui le reti invecchiate contengono la caduta del cilindrocono), per le seguenti tipologie di rete:

- reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm),
- reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm).

Tabella 6.4.4-32 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con cilindrocono	Id prova	Altezza di caduta h	F_{max}
		(m)	
	5B	4	0,77
	5C	4	0,77

Tabella 6.4.4-33 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con cilindrocono	Id prova	Altezza di caduta h	F_{max}
		(m)	
	4B	4	0,53
	4C	4	0,53

Tabella 6.4.4-34 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con cilindrocono	Id prova	Altezza di caduta h	F_{max}
		(m)	
	5F	4	0,69
	5G	4	0,67

Tabella 6.4.4-35 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	F_{max}
Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN)			
Test con cilindrocono	4F	4	0,54
	4G	4	0,59

Tabella 6.4.4-36 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)			
Test con cilindrocono	5B	4	10
	5C	4	20

Tabella 6.4.4-37 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - poliammide, maglia 20 x 20 (mm) – Cilindrocono

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)			
Test con cilindrocono	5F	4	(**)
	5G	4	(**)

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

Tabella 6.4.4-38 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato senza telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)			
Test con cilindrocono	4B	4	10
	4C	4	10

Tabella 6.4.4-39 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Reti invecchiate singolo strato con telino - polipropilene, maglia 20 x 20 (mm) – 8 ancoraggi – Cilindrocono

	Id prova	Altezza di caduta h (m)	f_{max}
Deformazione massima (cm)			
Test con cilindrocono	4F	4	20
	4G	4	20

Nei test effettuati con il cilindrocono, dal confronto delle massime azioni agli ancoraggi nelle prove con reti invecchiate in base al materiale (poliammide/polipropilene, Tabelle 6.4.4-40 e 6.4.4-42)

si evince che in generale le azioni agli ancoraggi sono maggiori nelle prove con le reti in poliammide. In merito alle deformazioni, nelle prove con le reti in poliammide il cilindrocono rimbalza sulla rete e cade a terra (Tabella 6.4.4-43).

In generale, si può concludere che le reti con singolo strato in polipropilene sembrano contenere meglio, rispetto alle reti in poliammide, la caduta del cilindrocono.

Tabella 6.4.4-40 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Confronto reti invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con cilindrocono	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	-	0,77
	polipropilene	4	-	0,53

Tabella 6.4.4-41 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Confronto reti invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato senza telino – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Deformazione massima (cm) Test con cilindrocono	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	-	20
	polipropilene	4	-	10

Tabella 6.4.4-42 – Forza massima F_{max} agli ancoraggi per differenti altezze di caduta – Confronto reti invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Massima forza trasferita all'ancoraggio (kN) Test con cilindrocono	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	-	0,69
	polipropilene	4	-	0,59

Tabella 6.4.4-43 – Deformazione massima f_{max} per differenti altezze di caduta – Confronto reti invecchiate – poliammide e polipropilene – Reti singolo strato con telino – 8 ancoraggi – Cilindrocono

Deformazione massima (cm) Test con cilindrocono	Materiale	Altezza di caduta	Stato della rete	
		h	nuova	invecchiata
		(m)		
	poliammide	4	-	(**)
	polipropilene	4	-	20

(**) La massa di prova rimbalza sulla rete e cade a terra

6.5 Nuove norme UNI 11808-3 e UNI 11808-4

Il settore delle reti di sicurezza non disponeva, prima di aprile 2025, di norme riguardanti le reti contro la caduta di oggetti [RF-025]. Per esse non esistono norme europee (EN) di riferimento, che ne specifichino i requisiti e stabiliscano dei criteri per la valutazione delle prestazioni. La pubblicazione delle UNI 11808-3 e 11808-4 colma tali lacune.

La necessità di proteggere i lavoratori e le persone che sostano e/o transitano sotto una zona pericolosa, dalla caduta dall'alto di oggetti, è infatti assai frequente. Tali oggetti quali detriti, mattoni, utensili e simili hanno forma, dimensioni e peso variabili per cui è necessario che le reti siano progettate, sottoposte a prove sperimentali ed installate per assicurare tale funzione di protezione. Le prove, in particolare, devono dimostrare che le reti resistono ai carichi dinamici significativi derivanti dalla caduta dall'alto di oggetti che impattano sulla rete o che potrebbero perforarla.

Le UNI 11808-3 e UNI 11808-4 riguardano le reti di sicurezza, e i loro accessori, destinate a raccogliere e contenere oggetti che possono cadere dall'alto, per fornire protezione a lavoratori e persone che sostano e/o transitano sotto una zona pericolosa.

La UNI 11808-3 specifica i requisiti minimi per proteggere i lavoratori e le persone dai possibili effetti derivanti dalla penetrazione degli oggetti. La UNI 11808-4 riguarda i requisiti minimi per proteggere i lavoratori e le persone dai possibili effetti derivanti dall'impatto degli oggetti.

Le norme stabiliscono la classificazione, la designazione, i requisiti che devono possedere le reti, le istruzioni per l'ispezione e la manutenzione, e la descrizione della documentazione che devono accompagnare la rete. Le due norme sono articolate in 10 capitoli, oltre la introduzione e una Appendice informativa, secondo la seguente struttura:

Introduzione

- 1 Scopo e campo di applicazione
- 2 Riferimenti normativi
- 3 Termini e definizioni
- 4 Classificazione
- 5 Designazione
- 6 Requisiti
- 7 Verifiche e prove
- 8 Ispezione e manutenzione
- 9 Documentazione
- 10 Valutazione di conformità

Appendice A (informativa)

Per ciascuna norma, l'Appendice A fornisce "Informazioni relative alla deformazione massima della rete e alle forze trasferite agli ancoraggi", relative alla rete O1 nella UNI 11808-3, relative alla rete O2 nella UNI 11808-4.

6.5.1 Scopo e campo di applicazione

La UNI 11808-3 si applica alle reti di sicurezza, e ai loro accessori, destinate a raccogliere e contenere oggetti che possono cadere dall'alto, per fornire protezione a lavoratori e persone che sostano e/o transitano sotto una zona pericolosa.

La norma specifica i requisiti minimi per proteggere i lavoratori e le persone dai possibili effetti derivanti dalla penetrazione degli oggetti.

Tali reti di sicurezza, con lato corto non minore di 2 m e lato lungo non minore di 4 m, sono progettate per essere posizionate ad una distanza verticale dall'oggetto che può cadere, non maggiore di 4 m. Essa specifica i requisiti di sicurezza, i metodi di prova e le condizioni di utilizzo ed è basata sulle caratteristiche prestazionali delle fibre di polipropilene.

La norma specifica due sistemi di rete (O1_A e O1_B). Il sistema O1_A è costituito dalla rete in combinazione con un telo, il sistema O1_B è costituito dalla sola rete. Le proprietà e i requisiti del telo sono indicati nel prospetto 1 della norma.

La norma si applica solo alle reti di sicurezza sulle quali possono cadere oggetti con un'energia di perforazione non maggiore di 120 J. Gli oggetti sono quelli comparabili con la massa di prova (cilindrocono) descritta al paragrafo 6.2.2.1 (Figura 6.2.2.1-2).

La UNI 11808-4 si applica alle reti di sicurezza, e ai loro accessori, destinate a raccogliere e contenere oggetti che possono cadere dall'alto, per fornire protezione a lavoratori e persone che sostano e/o transitano sotto una zona pericolosa.

La norma specifica i requisiti minimi per proteggere i lavoratori e le persone dai possibili effetti derivanti dall'impatto degli oggetti.

Tali reti di sicurezza, con lato corto non minore di 2 m e lato lungo non minore di 4 m, sono progettate per essere posizionate ad una distanza verticale dall'oggetto che può cadere, non maggiore di 4 m. Essa specifica i requisiti di sicurezza, i metodi di prova e le condizioni di utilizzo ed è basata sulle caratteristiche prestazionali delle fibre di polipropilene.

La UNI 11808-4 specifica un sistema di rete (O2) costituito, nella parte inferiore, da una rete conforme alla UNI EN 1263-1:2015 (sistema S) o alla UNI 11808-1:2021 o alla UNI 11808-2:2021 e, nella parte superiore, da una rete conforme alla UNI 11808-3:2024, accoppiate solidariamente tra loro.

La norma si applica solo alle reti di sicurezza sulle quali possono cadere oggetti con un'energia cinetica di impatto non maggiore di 480 J. Gli oggetti sono quelli comparabili con la massa di prova (sfera) descritta al paragrafo 6.2.2.1 (Figura 6.2.2.1-1).

6.5.2 Requisiti

Le UNI 11808-3 e UNI 11808-4 prevedono che i materiali da utilizzare per la fabbricazione delle reti siano le fibre di polipropilene. Inoltre stabiliscono determinati requisiti, quali:

- requisiti dimensionali e costruttivi;
- requisiti di resistenza;
- requisiti per i limiti di posizionamento;
- requisiti di montaggio;
- requisiti di mantenimento nel tempo della resistenza.

6.5.3 Verifiche e prove

Le prove previste nelle UNI 11808-3 e UNI 11808-4 sono per la maggior parte quelle indicate nella UNI EN 1263-1:2015 e nelle UNI 11808-1 e UNI 11808-2, ad eccezione della prova di resistenza dinamica della rete. La UNI 11808-3 prevede una prova dinamica specifica che è la prova di resistenza alla penetrazione.

Essa consiste nella caduta di una massa cilindroconica di acciaio con:

- massa (3000 ± 25) g
- angolo della punta (60 ± 1) °
- raggio della punta ($0,5 \pm 0,1$) mm
- altezza minima del cono 40 mm
- durezza della punta da 50 HRC a 40 HRC
- lunghezza minima del cilindro 140 mm

da un'altezza scelta in modo che l'energia cinetica della massa di prova sia di 120 J.

La prova dinamica specifica prevista nella UNI 11808-4 consiste nella caduta di una sfera rigida di acciaio con diametro di (150 ± 3) mm e massa pari a ($12 \pm 0,1$) kg da un'altezza scelta in modo che l'energia cinetica della massa di prova sia di 480 J.

6.5.4 Ispezione e manutenzione

L'ispezione e la manutenzione delle reti, permettono di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche prestazionali delle stesse.

La UNI 11808-3 e la UNI 11808-4 prevedono che le ispezioni si distinguono in:

- ispezione prima del montaggio e dopo lo smontaggio;
- ispezione d'uso;
- ispezione periodica;
- ispezione straordinaria.

Le norme forniscono indicazioni sulle modalità con cui effettuare la manutenzione, le riparazioni, il ritiro dal servizio e le registrazioni delle ispezioni e degli interventi effettuati.

6.5.5 Documentazione

Il paragrafo comprende i punti relativi a:

- requisito generale, riguardante la lingua nella quale devono essere fornite tutte le informazioni sul prodotto, che deve essere quella ufficiale del Paese in cui è venduto il prodotto stesso;
- informazioni all'ordine, che il fabbricante deve ricevere quando viene ordinato il prodotto;
- manuale di istruzioni;
- marcatura
- sigilli.

Le UNI 11808-3 e UNI 11808-4 prevedono che il manuale di istruzioni deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- nome o marchio del fabbricante, distributore, importatore o rivenditore;
- designazione del prodotto;
- forze di ancoraggio necessarie;
- altezza massima di caduta;
- collegamento della rete alla struttura di ancoraggio;
- deformazione massima della rete;

- distanza minima sotto la rete;
- informazioni sul corretto montaggio, uso e smontaggio;
- informazioni sul corretto stoccaggio;
- informazioni sui controlli;
- periodicità delle prove sulle maglie per il controllo periodico;
- condizioni per il ritiro dal servizio;
- eventuali avvertimenti di pericolo (per esempio, temperatura estrema, influenze chimiche);
- informazioni sull'uso scorretto ragionevolmente prevedibile;
- un'avvertenza che una rete di sicurezza che abbia raccolto e contenuto oggetti caduti dall'alto debba essere ritirata.

Le UNI 11808-3 e UNI 11808-4 stabiliscono che la marcatura deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- nome o marchio del fabbricante;
- designazione del prodotto (vedere punto 5.1);
- numero di identificazione (relativo alla rete di sicurezza e alla maglia di prova),
- anno e mese di fabbricazione;
- capacità minima di assorbimento dell'energia e forza minima di rottura delle maglie di prova;
- simbolo dell'organismo indipendente (terza parte), nel caso in cui sia applicato il livello di controllo M previsto dall'Appendice B della UNI EN 1263-1:2015.

La marcatura deve essere riportata su un'etichetta in modo chiaro e indelebile che deve essere permanentemente fissata sulla rete e non deve essere rimossa.

Le UNI 11808-3 e UNI 11808-4 prevedono che devono essere applicati dei sigilli su ciascuna maglia di prova, sulla rete e sull'etichetta.

I sigilli devono contenere il numero di identificazione, relativo alla rete e alla maglia di prova, al fine di garantire che l'origine delle maglie di prova possa essere identificata correttamente con la relativa rete.

Il fabbricante, inoltre, nel manuale di istruzioni, dovrà specificare:

- le dimensioni della rete;
- le dimensioni delle maglie;
- il numero e la tipologia degli ancoraggi alla struttura di supporto;
- la tipologia di collegamento della rete agli ancoraggi, ad esempio connettori lungo i lati della rete e connettori e/o fune in doppia agli angoli;
- la massima altezza di caduta consentita.

7. Conclusioni

La campagna di sperimentazione effettuata su reti di dimensioni 4 x 2 m realizzate in differenti materiali, utilizzando masse di prova di differente massa, forma e dimensione, ha permesso di approfondire la conoscenza del loro comportamento dinamico.

L'esecuzione dei test utilizzando reti analoghe alle precedenti, ma sottoposte ad un invecchiamento naturale, come in condizioni di utilizzo ricorrenti, ha permesso di valutare anche l'influenza dello stato di degrado delle reti.

Nelle prove effettuate è stata simulata la caduta di oggetti dall'alto ed è stata valutata la efficacia delle reti a contenere la caduta della massa utilizzata, senza che esse fossero sfondate.

Le prove con la sfera (oggetto di massa 12 kg, diametro pari a 150 mm) hanno dimostrato che le reti a singolo strato, con o senza telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la sfera che viene contenuta dalla rete, a prescindere dal materiale costituente la rete (poliammide o polipropilene), anche tenendo conto dell'invecchiamento, per una altezza massima di caduta pari a 4 m. Tale altezza di caduta, per la massa considerata, genera una energia cinetica pari a $E_c = 480$ J.

Le prove con la sfera hanno dimostrato che le reti a doppio strato (strato superiore maglia 20 mm x 20 mm, strato inferiore maglia 100 mm x 100 mm) in polipropilene, sia nuove che invecchiate, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, per tutte le altezze di caduta considerate ($h = 10, 4, 2$ m). Tali altezze di caduta, per la massa considerata, generano una energia cinetica pari a $E_c = 1200, 480, 240$ J.

La sperimentazione eseguita con la caduta della sfera evidenzia, quindi, che le reti a doppio strato utilizzate hanno una resistenza dinamica maggiore rispetto alle reti a singolo strato, con o senza telino.

Le prove con il cilindrocono (oggetto appuntito di massa 3 kg, lunghezza pari a 180 mm) hanno dimostrato che le reti a singolo strato, con o senza telino, ancorate in 8 punti, superano il test di caduta, con la massa che viene contenuta dalla rete, anche tenendo conto dell'invecchiamento, per una altezza massima di caduta pari a 4 m, sicuramente per le reti in polipropilene. Tale altezza di caduta, per la massa considerata, genera una energia cinetica pari a $E_c = 120$ J.

Le prove eseguite con la sfera o con il cilindrocono, il cui esito è stato il rimbalzo della massa di prova sulla rete con conseguente caduta a terra, suggeriscono di valutare, per le masse e per le altezze di caduta considerate, la possibilità di utilizzare delle reti di dimensioni maggiori rispetto alle 4 x 2 m. La sperimentazione dovrebbe indagare la idoneità delle reti di dimensioni maggiori a contenere la caduta della massa di prova, senza che essa possa rimbalzare e cadere a terra.

I risultati della sperimentazione sono stati presi in considerazione per la definizione dei requisiti delle reti di sicurezza contro la caduta di oggetti nelle norme UNI 11808-3 e UNI 11808-4, pubblicate ad aprile 2025 [RF-025]:

- a. UNI 11808-3:2025 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza – Parte 3: Reti contro la caduta di piccoli oggetti – Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.
- b. UNI 11808-4:2025 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza – Parte 3: Reti contro la caduta di oggetti – Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

In particolare, per la UNI 11808-3 sono stati presi in considerazione i risultati della sperimentazione condotta con il cilindrocono e per la UNI 11808-4 i risultati della sperimentazione condotta con la sfera.

Riferimenti bibliografici

[RF-025] Rossi L, Fabiani FM, 'La caduta degli oggetti si previene così' Ambiente & Sicurezza n. 7, New Business Media Srl, luglio 2025, ISSN: 2035-5149

[RF-023] Rossi L, Fabiani FM, 'Una protezione a prova di caduta' Ambiente & Sicurezza n. 6, New Business Media Srl, giugno 2023, ISSN: 2035-5149

[McCann-011] McCann P, 'Evaluation of safety nets by experiment', Research Report 835, Health and Safety Executive, Buxton, Derbyshire, United Kingdom, 2011

[RFS-020] Rossi L, Fabiani FM, Svampa DG, 'Reti di sicurezza – Guida tecnica per la scelta, l'uso e la manutenzione', Inail, febbraio 2020.

[Osa-007] Redes de seguridad, Osalan (Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea/ Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales), 2007, Cruces-Barakaldo (Bizkaia), Espana.

[Fas-SN23] Technical Bulletin no 23 'Clearance Distances Beneath Safety Nets', Faset (Fall Arrest Safety Equipment Training), Whitchurch, Shropshire, United Kingdom.

[RF-021-2] Rossi L, Fabiani FM, 'Il tirante d'aria nelle reti di sicurezza', Ambiente & Sicurezza n. 6, New Business Media Srl, giugno 2021, ISSN: 2035-5149.

[Ros-024] Rossi L, 'Per essere «Pro»', Ambiente & Sicurezza n. 5, New Business Media Srl, maggio 2024, ISSN: 2035-5149

[Ros-023] Rossi L, 'Installatore di reti - Un profilo ancora tutto da definire' Ambiente & Sicurezza n. 7, New Business Media Srl, luglio-agosto 2023, ISSN: 2035-5149

[Ros-021-1] Rossi L, 'Tutto sotto controllo?', Ambiente & Sicurezza n. 5, New Business Media Srl, maggio 2021, ISSN: 2035-5149.

[Fas-SN02] Technical Bulletin no 2 'The Testing of Safety Nets for UV Degradation', Faset (Fall Arrest Safety Equipment Training), Whitchurch, Shropshire, United Kingdom.

[Fas-GPG] Good Practice Guide 'The Selection of Access Methods to Install and Dismantle Safety Netting', Faset (Fall Arrest Safety Equipment Training), Whitchurch, Shropshire, United Kingdom.

[AEMPCG-014] Anghileri M, Eralti D, Milanese A, Prato A, Castelletti L, Giorla M, (2014) Nonlinear finite element analysis applied to the development of alpine ski safety net, International Journal of Crashworthiness, 19:2, 161-171, DOI: 10.1080/13588265.2014.880210

[CHHZ-019] Chang Z, He J, Hao P, Zheng Z, 'Research on Human Falling Protection Performance Based on Safety Net' Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Qingdao),

Qingdao, China, 2019, pp. 1-8.

[Fas-SN12] Technical Bulletin no 12 'Testing Requirements for Safety Net Attachment Devices', Faset (Fall Arrest Safety Equipment Training), Whitchurch, Shropshire, United Kingdom.

[Fas-SN13] Technical Bulletin no 13 'Drilled Fixings', Faset (Fall Arrest Safety Equipment Training), Whitchurch, Shropshire, United Kingdom.

[RF-021-3] Rossi L, Fabiani FM, 'Piccole dimensioni grande affidabilità', Ambiente & Sicurezza n. 8, New Business Media Srl, settembre 2021, ISSN: 2035-5149

Legislazione

D.lgs 19 febbraio 2019, n. 17

Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 2016/425 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2016, sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio.

DM 17 Gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni

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

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

D.lgs 27 gennaio 2010, n. 17

Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.

D.lgs 9 aprile 2008, n. 81 e smi

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

D.lgs 6 settembre 2005, n. 206 e smi

Codice del consumo, a norma dell'articolo 7 della legge 29 luglio 2003, n. 229.

Circolare del Ministero del lavoro e della Previdenza Sociale n.13 del 20 Gennaio 1982

Mezzi anticaduta e montaggio prefabbricati: Parte II.

Norme tecniche italiane

UNI EN 1263-1:2015 - Attrezzature provvisionali di lavoro - Reti di sicurezza – Requisiti di sicurezza, metodi di prova.

UNI EN 1263-2:2015 - Attrezzature provvisionali di lavoro - Reti di sicurezza – Requisiti di sicurezza per i limiti di posizionamento.

UNI EN ISO 1806:2004 - Reti da pesca - Determinazione del carico di rottura delle maglie.

UNI EN ISO 2307:2010 - Corde di fibra - Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

UNI EN 13374:2019 - Sistemi temporanei di protezione dei bordi - Specifiche di prodotto, metodi di prova.

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

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

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

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

UNI 11808-1:2021 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza di piccole dimensioni con fune sul bordo - Parte 1: Reti con lato corto da 3 m a 5 m - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

UNI 11808-2:2021 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza di piccole dimensioni con fune sul bordo - Parte 2: Reti rettangolari con lato corto da 2 m a 3 m - Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

UNI 11808-3:2025 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza – Parte 3: Reti contro la caduta di piccoli oggetti – Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

UNI 11808-4:2025 - Attrezzature provvisionali - Reti di sicurezza – Parte 3: Reti contro la caduta di oggetti – Requisiti di sicurezza, metodi di prova e condizioni di utilizzo.

Norme tecniche estere

BS 8411:2019 - Code of practice for safety nets on construction sites and other works.

BS 7955:1999 - Containment nets and sheets on construction works. Specification for performance and test methods.

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. Accordin, P. Agnello, S. M. Ansaldi, S. Arrigoni, F. Braghin, E. Cagno, C. Frascheri, 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*
- 25 - L. Rossi, M. Vallesi, *Azioni sugli ancoraggi permanenti esercitate dai sistemi di protezione individuale dalle cadute.*

