

**Direttiva per
l'omologazione
delle reti paramassi**

Autore: Werner Gerber

**Publicato a cura dell'Ufficio
federale dell'ambiente, delle
foreste e del paesaggio (UF AFP) e
dell'Istituto federale di ricerca WSL
Berna, 2001**

Valenza giuridica della presente pubblicazione

La presente pubblicazione è uno strumento d'aiuto all'esecuzione proposto dall'UFAFP in veste di autorità di vigilanza e destinato in primo luogo alle autorità esecutive. Nel testo viene data concretezza a concetti giuridici indeterminati, inclusi in leggi e ordinanze, nell'intento di uniformarne l'esecuzione nella prassi. L'UFAFP pubblica i testi d'aiuto all'esecuzione, spesso designati con il nome di direttive, istruzioni, raccomandazioni, manuali, aiuti pratici, ecc., nella sua collana «Ambiente-Esecuzione».

Da un lato dette pubblicazioni assicurano in notevole misura l'uguaglianza giuridica e la certezza del diritto; dall'altro permettono l'adozione, se del caso, di soluzioni flessibili e adeguate. Quando le autorità esecutive tengono conto di un simile testo, si può partire dal presupposto che esse applicano la legislazione in modo conforme al diritto federale. Soluzioni alternative non sono escluse, purché – in ossequio alla prassi giudiziaria – ne venga dimostrata la conformità al diritto federale.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), Istituto federale di ricerca WSL

Committente

Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta di pietre (CEVCP)

Autore

Werner Gerber, Istituto federale di ricerca WSL, Birmensdorf

Indicazione bibliografica

GERBER, W. 2001: Direttiva per l'omologazione delle reti paramassi. Ambiente - Esecuzione. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), Istituto federale di ricerca WSL. Berna, 39 pagine.

Accompagnamento UFAFP

Reto Baumann, Direzione federale delle foreste, Berna

Membri del gruppo di lavoro

R. Baumann, presidente CEVCP, Direzione federale delle foreste, UFAFP, 3003 Berna
H. Buri, membro CEVCP, Amt für Wald des Kantons Bern (KAWA), Schloss 5, 3800 Interlaken
W. Gerber, membro CEVCP, div. Movimenti delle acque, delle terre e delle rocce, WSL, 8903 Birmensdorf
B. Haller, GEOBRUGG Fatzer AG, Salmsacherstr. 9, 8590 Romanshorn
R. Honegger, membro CEVCP, sezione FFS, Ufficio federale dei trasporti (UFT), 3003 Berna
R. Kaufmann, membro CEVCP, Strasseninspektorat OW, 6061 Sarnen
R. Testi, Isofer AG, Industriequartier, 8934 Knonau
M. Toniolo, Isofer AG, Industriequartier, 8934 Knonau
S. Wartmann, GEOBRUGG Fatzer AG, Salmsacherstr. 9, 8590 Romanshorn

Traduzione

Servizio linguistico italiano, UFAFP, Berna, in collaborazione con Vito Rossi, Dipartimento del territorio, Bellinzona

Grafica e impaginazione

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Copertina

Campo di collaudo di Walenstadt con gru e reti di protezione

Distribuzione

UFAFP
Documentazione
CH-3003 Berna
Fax: +41 (0) 31 324 02 16
E-mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

Numero di ordinazione

VU-7509-I

© UFAFP 2001

Tabela

Abstracts	5	6 Prova d'omologazione	23
Prefazione	7	6.1 Procedura amministrativa	23
1 Introduzione	9	6.2 Esigenze poste alle reti di protezione	24
2 Scopo della direttiva	10	6.2.1 Principi	24
3 Definizione	11	6.3 Campo di collaudo di Walenstadt	25
3.1 Validità	11	6.3.1 Posizione geografica	25
3.2 Altre misure di protezione	11	6.3.2 Montaggio delle reti di protezione	25
3.3 Altre norme e direttive	12	6.4 Le singole prove di omologazione	26
4 Compiti degli specialisti coinvolti	13	6.4.1 Prova preliminare con piccole energie (campo di rete marginale)	27
4.1 Osservazioni generali	13	6.4.2 Prova preliminare b) con energia al 50% (campo di rete intermedio)	27
4.2 Committente	13	6.4.3 Prova principale c) con energia al 100% (campo di rete intermedio)	28
4.3 Perito	13	6.4.4 Valutazione d) della rete di protezione secondo criteri speciali	28
4.4 Progettista	14	6.5 Rapporto di prova	31
4.5 Fornitore	14	6.6 Costi delle prove	31
4.6 Imprenditore	14	7 Fondazioni	32
4.7 Autorità	15	7.1 Criteri	32
4.8 Commissione e Istituto di ricerca	15	7.2 Tipi di fondazioni e di ancoraggi	32
5 Definizioni e indicazioni	16	7.2.1 Fondazioni dei montanti	32
5.1 Le organizzazioni	16	7.2.2 Ancoraggio delle funi	32
5.2 Definizioni generali relative al fenomeno della caduta massi	16	7.3 Dimensionamento delle fondazioni e degli ancoraggi	33
5.3 Definizioni relative alle reti di protezione	17	7.3.1 Fattore di sicurezza	33
5.4 Definizioni relative alla procedura di omologazione	20	7.3.2 Sicurezza della struttura portante ed efficienza funzionale	33
5.5 Definizione dei simboli	22	7.4 Malte cementizie	34
		7.4.1 Principio	34
		7.4.2 Prova d'idoneità	34
		7.4.3 Il controllo di conformità	34
		8 Entrata in vigore	36
		9 Disposizioni transitorie	37
		Indice figure e tabelle	39
		Elenco delle figure	39
		Elenco delle tabelle	39

Abstracts

Keywords:
approval, rockfall, protective nets, guideline, natural hazard, rockfall protection kit

For protective nets against rockfall to be compared objectively, they must be subjected to the crash test. The present guideline specifies the procedure for the approval and describes the test criteria, the testing methods and requirements which must be met by the nets. It is an aid to clients, authors of projects, suppliers and producers of protective nets, building contractors and authorities.

Stichwörter:
Typenprüfung, Steinschlag, Schutznetze, Richtlinie, Naturgefahr

Um Schutznetze gegen Steinschlag objektiv vergleichen zu können, müssen sie im Crash-Test überprüft werden. Die vorliegende Richtlinie regelt den Ablauf der Typenprüfung und beschreibt die Prüfkriterien, die Prüfmethoden sowie die Anforderungen an die Netze, welche erfüllt sein müssen. Sie ist eine Hilfe für Bauherren, Projektverfasser, Lieferanten bzw. Hersteller von Schutznetzen, Bauunternehmer und Behörden.

Mots-clés:
Homologation, chute de pierres, filets de protection, directive, danger naturel

Pour que les filets de protection contre les chutes de pierres puissent être comparés de manière objective, il faut qu'ils soient soumis au crash test. La présente directive règle le déroulement de l'homologation et décrit les critères et les méthodes d'examen ainsi que les exigences auxquelles doivent satisfaire les filets. Elle constitue une aide pour les maîtres d'œuvre, les auteurs de projets, les fournisseurs et les fabricants de filets de protection, les entrepreneurs et les autorités.

Parole chiave:
Procedura di omologazione, caduta di sassi, reti di protezione paramassi, direttiva, pericolo naturale

Per dare una valutazione oggettiva delle reti di protezione paramassi è necessario collaudarle. La presente direttiva regola la procedura di omologazione e descrive i criteri e i metodi di valutazione, nonché le esigenze che tali reti devono soddisfare. La direttiva è destinata ai committenti, ai progettisti, ai fornitori o ai fabbricanti delle reti, alle imprese edilizie e alle autorità.

Prefazione

Laddove la funzione di protezione esercitata dal bosco non riesce (più) a soddisfare le esigenze di sicurezza delle società moderne deve subentrare la tecnologia. Per questa ragione le reti paramassi sono da anni ormai complementari al bosco di protezione o lo sostituiscono nei luoghi che ne sono privi.

Nell'ultimo decennio la ricerca e lo sviluppo di tali reti hanno conosciuto un'evoluzione alquanto notevole. L'intensa collaborazione fra l'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio FNP e le aziende del settore ha permesso di sviluppare nuove reti paramassi. Con l'andar del tempo la capacità di assorbimento dell'energia, che è la loro caratteristica più importante, ha potuto essere decuplicata. Di conseguenza gli acquirenti hanno spesso dovuto confrontarsi con l'uscita sul mercato di prodotti nuovi o modificati. Valutare l'efficacia di una rete soltanto in base ai piani del progetto è impossibile, in quanto non si è ancora in grado di riprodurli con dei modelli matematici. Nonostante i risultati di test fatti eseguire da alcuni produttori, un confronto fra i diversi prodotti rimaneva improponibile. Ciò ha causato una certa insicurezza presso gli acquirenti. Alcuni sondaggi condotti presso gli addetti ai lavori nel 1997 e 1998 hanno evidenziato quanto fosse urgente porre fine a tale situazione. È quindi stata proposta l'introduzione di un'omologazione neutrale e oggettiva delle reti di protezione paramassi.

In seguito a una serie di esami di fattibilità, all'inizio del 1999 si è potuto avviare una procedura di omologazione. La collaborazione fra le industrie del settore, la ricerca e diversi enti pubblici ha permesso la creazione di una procedura di omologazione severa ma equa, i cui due elementi principali sono l'impianto di collaudo «Lochezen» a Walenstadt/SG e la presente direttiva federale. Il 31 maggio 2001, data dell'inaugurazione ufficiale di questo primo impianto di collaudo in Europa, sono iniziate anche le procedure di omologazione delle reti paramassi.

I tecnici responsabili della sicurezza dei Comuni e dei Cantoni, delle ferrovie e delle strade dispongono così di uno strumento decisionale prezioso, che li aiuterà a trovare la soluzione migliore per venire a capo dei problemi legati alla caduta di sassi.

Lo sviluppo della procedura di omologazione ha visto ditte concorrenti e numerosi enti cantonali e federali collaborare strettamente, un'impresa tutt'altro che facile. Ne è scaturito un prodotto che rappresenta un elemento importante nella prevenzione dei pericoli naturali e che può completare in maniera ottimale la funzione di protezione svolta dal bosco. Ringraziamo il gruppo di lavoro che ha redatto la presente direttiva per l'impegno e la perseveranza profusi.

UFAFP
Ufficio federale
dell'ambiente, delle
foreste e del paesaggio

*Il direttore federale
delle foreste:
W. Schärer*

WSL
Istituto federale di
ricerca dipartimento
pericoli naturali

*Il responsabile del
dipartimento:
W. Ammann*

CEVCP
Commissione federale
di esperti in materia di
valanghe e caduta di pietre

*Il Presidente:
R. Baumann*

1 Introduzione

Attualmente, in Svizzera, l'importanza della protezione contro la caduta di sassi è in costante aumento. In questi ultimi anni è infatti stato installato un crescente numero di reti contro la caduta di sassi e blocchi a protezione di insediamenti e di assi stradali. Allo stesso tempo questo tipo di protezione ha conosciuto un'evoluzione tecnica notevole: la sua capacità di assorbimento di energia è stata infatti più che decuplicata. È però difficile valutare e confrontare la qualità e le prestazioni dei diversi prodotti offerti sul mercato. Oggigiorno non è infatti possibile calcolare il loro dimensionamento, come ad esempio avviene per le opere di premunizione valangaria. Finora le autorità e i periti competenti hanno dovuto decidere sull'utilizzo di reti di protezione senza conoscere bene il prodotto che stavano per acquistare. Grazie all'introduzione di una procedura d'omologazione, in cui è possibile sottoporre i diversi prodotti a una severa prova sul campo, viene messo a disposizione dei responsabili un importante strumento decisionale. È infatti possibile confrontare i diversi prodotti. Le istituzioni incaricate delle prove danno inoltre garanzia di una valutazione oggettiva e indipendente.

La presente direttiva definisce una procedura di prova standardizzata. Essa stabilisce anche i valori limite che i prodotti esaminati devono rispettare. La direttiva non si limita agli aspetti essenziali dell'omologazione ma contiene diverse spiegazioni ad essa collegate, le quali dovrebbero facilitare la comprensione dell'intera tematica.

Le direttive vengono emanate giusta l'articolo 39 cpv. 3 dell'ordinanza sulle foreste (OFo) e servono all'applicazione e all'interpretazione uniforme dell'articolo 39 OFo. Le autorità esecutive che osservano questo strumento ausiliario hanno la certezza di agire secondo le prescrizioni. Non rispettando i contenuti di queste ultime, esse corrono il rischio di non essere in grado di provare alle autorità federali che la soluzione proposta è conforme alle prescrizioni legali in materia.

L'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio gestisce un elenco delle reti di protezione autorizzate. Detto elenco viene continuamente aggiornato e pubblicato sul sito Internet seguente: <http://www.buwal.ch/forst/sn/d/typenliste.htm>.

2 Scopo della direttiva

Le conseguenze della caduta di elementi lapidei sulle reti di protezione sono molteplici. Spesso si manifestano fattori sconosciuti che, nonostante i molti controlli e le misurazioni effettuate, non possono essere eliminati: l'applicazione della direttiva richiede quindi grandi competenze.

La direttiva intende raggiungere gli obiettivi seguenti:

- regolamentare le procedure d'esecuzione delle prove,
- fornire le basi per un confronto oggettivo dei diversi tipi di reti di protezione appartenenti alla stessa classe d'energia,
- migliorare l'efficacia delle reti di protezione,
- essere d'aiuto ai responsabili della progettazione, della costruzione e della manutenzione delle strutture di protezione,
- creare le premesse per il sovvenzionamento delle reti di protezione.

La direttiva completa in particolare la norma SIA 160 «Azioni sulle strutture portanti» e la direttiva «Einwirkungen auf Steinschlagschutzgalerien» («Azioni sulle gallerie paramassi»), pubblicata nel 1998 dall'USTRA/FFS.

3 Definizione

3.1 Validità

La presente direttiva riguarda unicamente le misure di protezione composte da reti elastiche. Esse sono da annoverare fra le protezioni attive contro la caduta di sassi e massi.

Fra i beni da proteggere possono essere incluse strade, linee ferroviarie, percorsi, immobili, infrastrutture, ecc. Da questo si evidenzia che la direttiva interessa in primo luogo gli enti pubblici. In secondo luogo può interessare anche i proprietari o gli utenti d'impianti ubicati in zone di pericolo.

L'omologazione è prevista per le reti di protezione messe in opera in Svizzera e sovvenzionate dall'erario.

3.2 Altre misure di protezione

A dipendenza delle condizioni locali, del grado di pericolo e dei potenziali eventi, la caduta di elementi lapidei può essere fronteggiata anche ricorrendo ad altre misure di protezione attive.

Queste potrebbero per esempio essere:

- barriere in rete metallica,
- palizzate in legno o acciaio,
- muri in sasso,
- valli in terra,
- gallerie in calcestruzzo,
- tunnel.

Esiste inoltre un'ampia gamma di sistemi di allarme che offrono la possibilità di proteggersi dalla caduta di massi. Queste misure esulano però dalla procedura di omologazione.

3.3 Altre norme e direttive

- Norma SIA 118 Condizioni generali per i lavori di costruzione.
- Norma SIA 160 Azioni sulle strutture portanti
- Norma SIA 161 Costruzioni in acciaio
- Norma SIA 162 Costruzioni in calcestruzzo
- Norma SIA 191 Ancoraggi precompressi in terreno sciolto e roccia
- Norma SIA 191/1 Ancoraggi passivi in terreno sciolto e roccia
- USTRA Richtlinie Boden- und Felsanker
(*Direttiva ancoraggi in terreno sciolto e roccia*)
- Direttiva per la costruzione di opere di premunizione valangaria nella zona di distacco, edizione 1990 e integrazioni 2000, UFAFP e FNP
- Direttiva per l'impiego di malta d'ancoraggio nella costruzione di opere di premunizione valangaria, edizione 1993, UFAFP e FNP
- Direttiva «Einwirkungen auf Steinschlagschutzgalerien» (*«Azioni sulle gallerie paramassi»*), edizione 1998, USTRA e FFS
- Documentazione «Progettazione, costruzione e manutenzione delle gallerie di protezione contro la caduta di massi o valanghe», edizione 1998, USTRA e FFS
- AFNOR, norma francese, «Dispositivi di sicurezza contro la caduta di massi, reti in aderenza» dicembre 1996
- GEAM, «Linea guida per la classificazione e la certificazione tecnica delle barriere paramassi in rete» (progetto)

Inoltre sono valide le norme relative ai materiali impiegati e al loro trattamento, nonché quelle relative alle diverse fasi d'esecuzione (soprattutto per quanto riguarda gli ancoraggi).

SIA, V104 / 2-5, raccomandazione edita in lingua tedesca nel 1999 (documento di lavoro in procedura di consultazione prorogata): *Hilfsmittel für Ausschreibungen und Offertstellungen in den Bereichen Wald und Naturgefahren (Aiuto per la messa in appalto e l'allestimento delle offerte nei settori forestali e dei pericoli naturali)*.

4 Compiti degli specialisti coinvolti

4.1 Osservazioni generali

In generale, la caduta di elementi lapidei può essere il risultato di un processo di disgregazione naturale (cicli di gelo/disgelo, umidità, azione delle radici, ecc.), o di scosse (terremoti, esplosioni). In molti casi, il fenomeno è caratterizzato dall'imprevedibilità del momento, del luogo e della gravità delle conseguenze. Le parti coinvolte hanno il compito di determinare, fra le misure di prevenzione applicabili, quelle più opportune: dai monitoraggi sporadici a quelli continui, ai sistemi d'allarme, alle reti di protezione, alle palizzate, ai valli o alle gallerie. I concetti di premunizione devono permettere di trovare una soluzione ampia e integrale ai problemi. In genere è opportuno un procedimento a più fasi.

A livello di studio preliminare è necessario valutare la gamma di misure (varianti) possibili. In sede di progetto di massima e di dettaglio devono poi seguire l'approfondimento e la concretizzazione di un concetto di intervento.

4.2 Committente

Il committente pone gli obiettivi di protezione e di utilizzazione, ovvero fornisce le basi per il piano d'utilizzazione. Egli si adatta in tutti i casi ai concetti tecnici ed economici che il progettista e l'autorità di controllo hanno stabilito. Ha il compito di raccogliere la documentazione necessaria.

4.3 Perito

Il perito informa il committente sui rischi derivanti dalla caduta di elementi lapidei. Valuta i possibili processi e le loro conseguenze, definisce il perimetro interessato, identifica il punto d'arresto, la massa, le velocità, le energie, le altezze e le lunghezze dei possibili rimbalzi. Valuta, inoltre, la probabilità, rispettivamente il periodo di ritorno, degli eventi di diversa intensità, nella misura in cui possono essere determinati. Quindi definisce la potenzialità dei danni a persone e a beni materiali e le lacune in materia di protezione. Egli consiglia il committente sulle opere di protezione possibili e, a seconda delle circostanze, indica il rischio residuo e i limiti dell'efficacia delle reti di protezione, ovvero fornisce le basi per un piano di sicurezza.

4.4 Progettista

Il progettista:

- stabilisce il concetto d'intervento e, con l'ausilio del perito, consiglia il committente;
- orienta sugli interventi necessari in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e del rischio residuo tollerato;
- redige il piano di sicurezza e d'utilizzazione;
- giustifica la scelta di impiegare reti paramassi piuttosto che altre misure;
- determina il tipo di rete definitivo;
- calcola i carichi statici sostitutivi sulla base della prova d'omologazione;
- è responsabile dei calcoli relativi alla sicurezza degli ancoraggi e delle fondazioni e ne verifica la fattibilità;
- completa il progetto con tutte le misure d'accompagnamento, quali il rimboschimento, la creazione di valli, il brillamento di blocchi, ecc.;
- descrive gli accessi al cantiere;
- consiglia il committente nell'elaborazione di un piano di sorveglianza e di manutenzione delle opere;
- determina i costi del progetto e della manutenzione;
- allestisce una relazione completa con la documentazione necessaria.

4.5 Fornitore

Con l'offerta, il fornitore mette a disposizione tutti i documenti necessari per la costruzione e la manutenzione dell'opera di protezione. Deve in particolare fornire:

- la certificazione dell'avvenuta omologazione, rispettivamente l'autorizzazione all'impiego della struttura;
- le indicazioni sulle forze agenti sulle fondazioni e sugli ancoraggi;
- l'attestato delle prove eseguite sui singoli elementi quali la protezione contro la corrosione, le prove di trazione, ecc.

4.6 Imprenditore

L'imprenditore è responsabile ai sensi della norma SIA 118.

4.7 Autorità

Le autorità federali emanano, nell'ambito delle competenze loro assegnate, le direttive e le raccomandazioni necessarie. Esse rilasciano l'autorizzazione per l'impiego delle reti di protezione esaminate.

Le autorità cantonali sono responsabili dell'applicazione delle direttive, delle raccomandazioni, nonché dell'impiego di strutture omologate.

Le autorità cantonali e federali possono consigliare il committente e sostenere l'autore del progetto e rappresentano gli interessi dell'erario, soprattutto nel definire gli obiettivi di protezione e le misure da adottare. Decidono sul sovvenzionamento degli interventi e rilasciano le necessarie autorizzazioni.

4.8 Commissione e Istituto di ricerca

La Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta pietre (CEVCP) e l'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve ed il paesaggio (FNP) consigliano le autorità sulle diverse problematiche, siano esse di principio o di dettaglio. Procedono insieme all'omologazione delle strutture di protezione contro la caduta di massi (vedi «Procedura amministrativa»).

5 Definizioni e indicazioni

5.1 Le organizzazioni

ATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni, Berna
CEVCP	Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta pietre
D+F	Direzione federale delle foreste, Berna
FNP	Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio, Birmensdorf
SNV	Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe, Davos (l'SNV appartiene all'Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio FNP, Birmensdorf)
UFAFP	Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna
UFT	Ufficio federale dei trasporti, Berna
USTRA	Ufficio federale delle strade, Berna

5.2 Definizioni generali relative al fenomeno della caduta massi

Caduta massi, caduta di blocchi	Caduta, rimbalzi e rotolamento di sassi isolati ($\varnothing < 50$ cm) e blocchi ($\varnothing > 50$ cm) per un volume complessivo inferiore a 100 m^3
Crollo di roccia	Caduta di una massa rocciosa che durante il percorso o al momento dell'impatto si frantuma in blocchi o sassi; le interazioni fra gli elementi non hanno un influsso determinante sulla dinamica del processo
Crollo di versante	Caduta di masse di roccia di dimensioni notevoli, all'origine più o meno coerenti, in grado di raggiungere velocità elevate; il meccanismo del crollo è caratterizzato da una pronunciata interazione fra gli elementi
Misure attive	Intervento di protezione atto a contrastare attivamente l'evento riducendone gli effetti o la possibilità che esso si verifichi (per esempio: reti di protezione, copertura di zone rocciose con reti)
Misure passive	Misure di protezione mirate alla riduzione dei danni senza influenzare attivamente gli eventi naturali (per esempio misure di pianificazione del territorio)

Evento normale	È considerato normale un evento la cui intensità ha un periodo di ritorno di circa 30 anni. L'evento normale viene generalmente definito in funzione dell'osservazione dei blocchi e delle tracce rilevate sul terreno
Evento straordinario	È considerato straordinario un evento di forte intensità estremamente raro e statisticamente poco rappresentativo

5.3 Definizioni relative alle reti di protezione

Le presenti definizioni sono riferite alle figure 1, 2 e 3.

Rete di protezione	Sistema composto da pannelli di rete, montanti e funi
Pannelli di rete	Superficie (parete) portante. Tipi di rete: a maglia diagonale o ortogonale, flessibili, ad anelli
Funi portanti	Elementi portanti che trasmettono le forze ai montanti, alle piastre di fondazione e ai controventi di monte
Montanti	Parte della struttura che regge le funi portanti ed i pannelli di rete. Tipi di montante: montanti intermedi, montanti marginali, montanti secondari. Materiali: acciaio HEA, HEB, ROR. Legno tondo
Controventi di monte	Funi che trasmettono le forze dalla sommità dei montanti ai rispettivi ancoraggi
Controventi laterali	Funi per la stabilizzazione laterale dei montanti marginali
Elementi frenanti	Elementi inseriti lungo le funi in grado di dissipare energia
Piastre di base	Parte della costruzione che collega i montanti ed eventualmente le funi portanti inferiori alle fondazioni
Rivestimento di rete metallica	Rete metallica fissata sui pannelli di rete
Ancoraggi	Elemento portante atto alla trasmissione delle forze delle funi e dei montanti al suolo. Tipi di ancoraggio: ancoraggio a barra rigida, ancoraggio a fune
Interasse	Distanza tra due montanti

Fig. 1:
 Schema di una rete di protezione ancorata a monte,
 con descrizione degli elementi portanti.

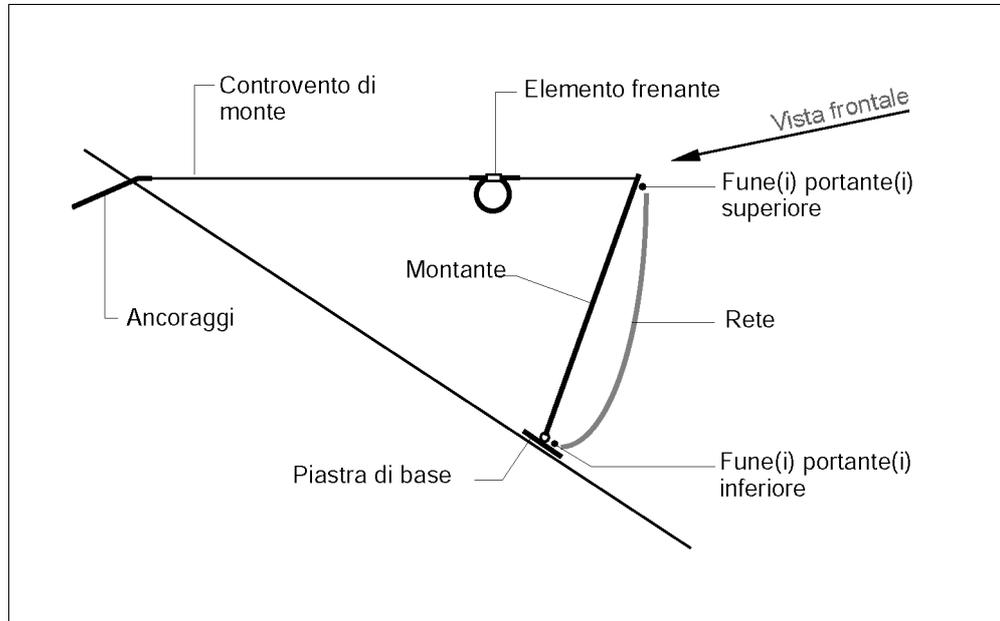
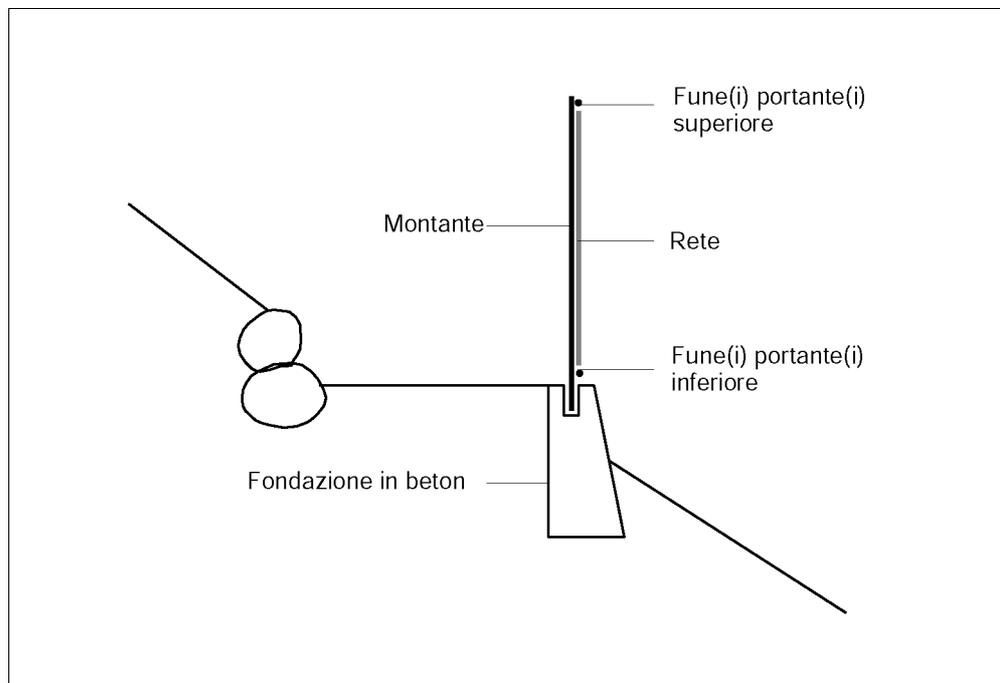


Fig. 2:
 Schema di una rete di protezione con montanti incastrati.



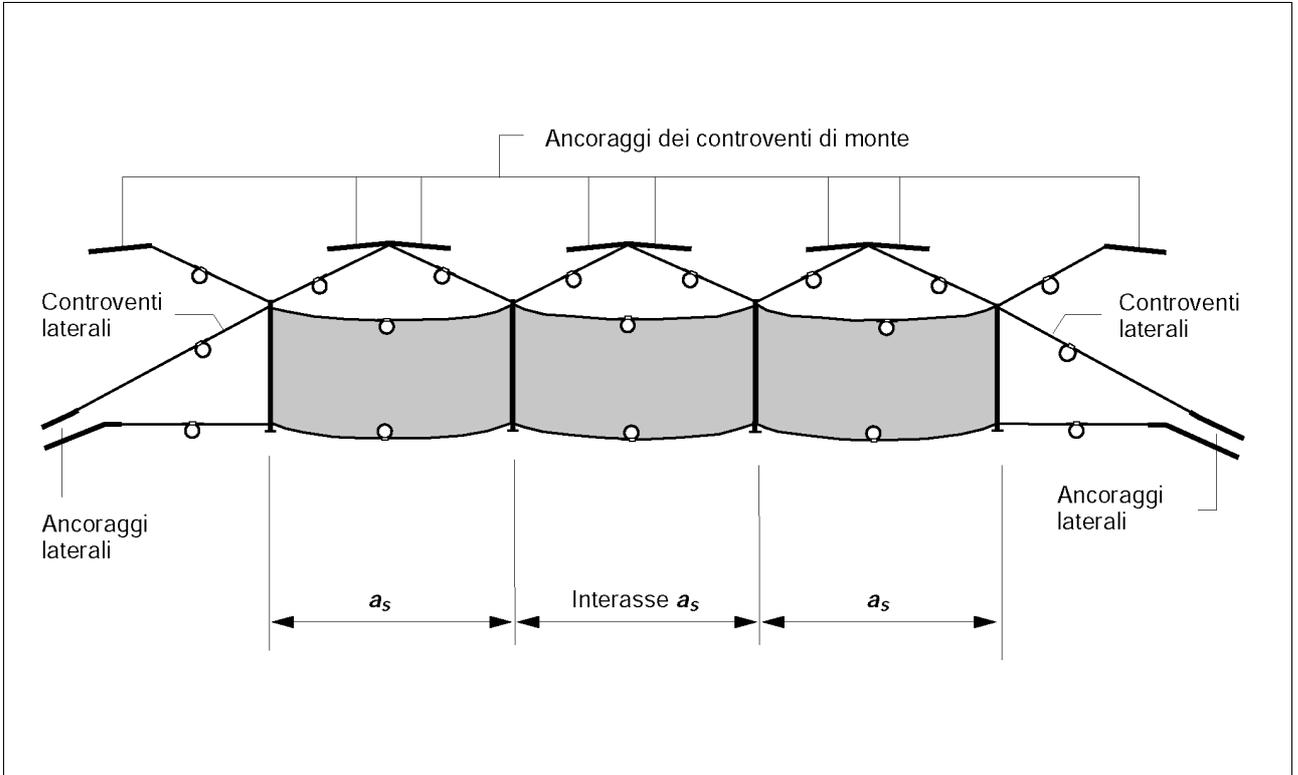


Fig. 3: Vista frontale di una rete di protezione ancorata a monte con descrizione degli elementi portanti.

5.4 Definizioni relative alla procedura di omologazione

Deformazione	La deformazione della rete di protezione corrisponde allo spazio di frenata b_s del corpo di lancio fino al punto di ritorno della traiettoria (fig. 9)
Classe d'energia	È la suddivisione delle reti di protezione in una delle nove classi d'energia di prova (tab. 2)
Energia di prova	È l'energia cinetica del corpo di lancio misurata al suo primo contatto con la rete (per la prova di tipo c) 100%)
Metà energia di prova	È l'energia cinetica del corpo di lancio misurata al suo primo contatto con la rete (per la prova di tipo b) 50%)
Altezza della rete	È l'altezza $[h_v]$ della rete misurata perpendicolarmente al terreno, a metà struttura, prima del carico
Altezza residua	È l'altezza $[h_n]$ della rete misurata a metà struttura perpendicolarmente al terreno dopo il carico
Corpo di lancio	Corpo in calcestruzzo cubico con spigoli smussati per un terzo della lunghezza del lato $[s]$ (fig. 10)

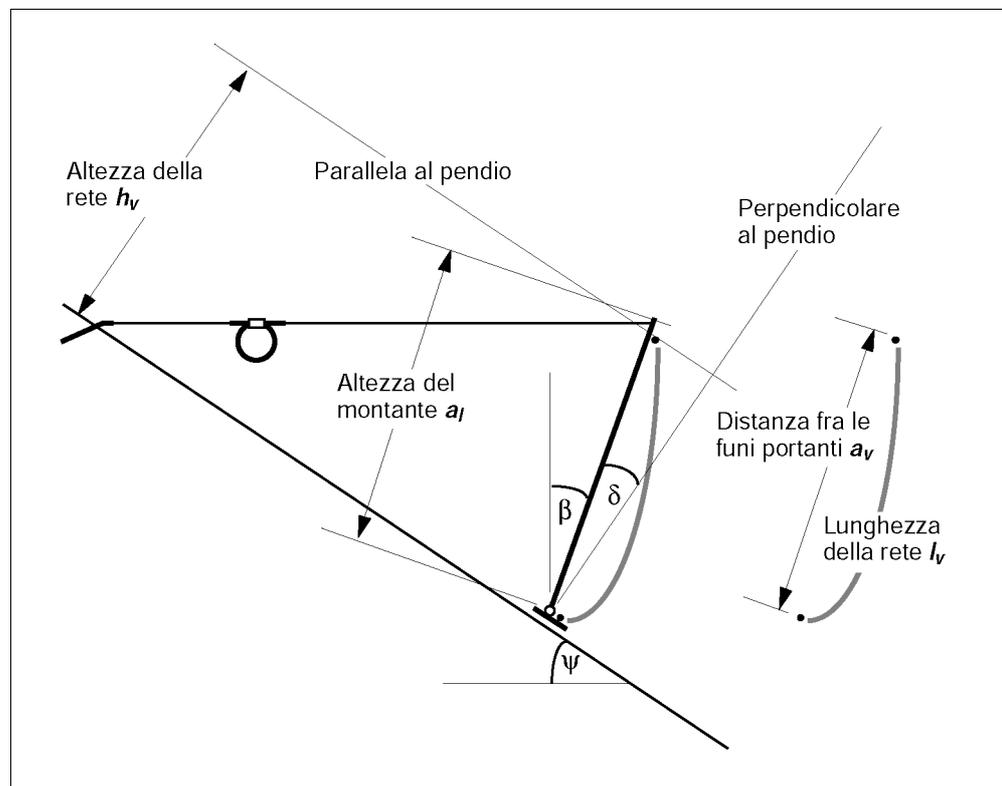


Fig. 4:
Definizione degli angoli e delle misure.

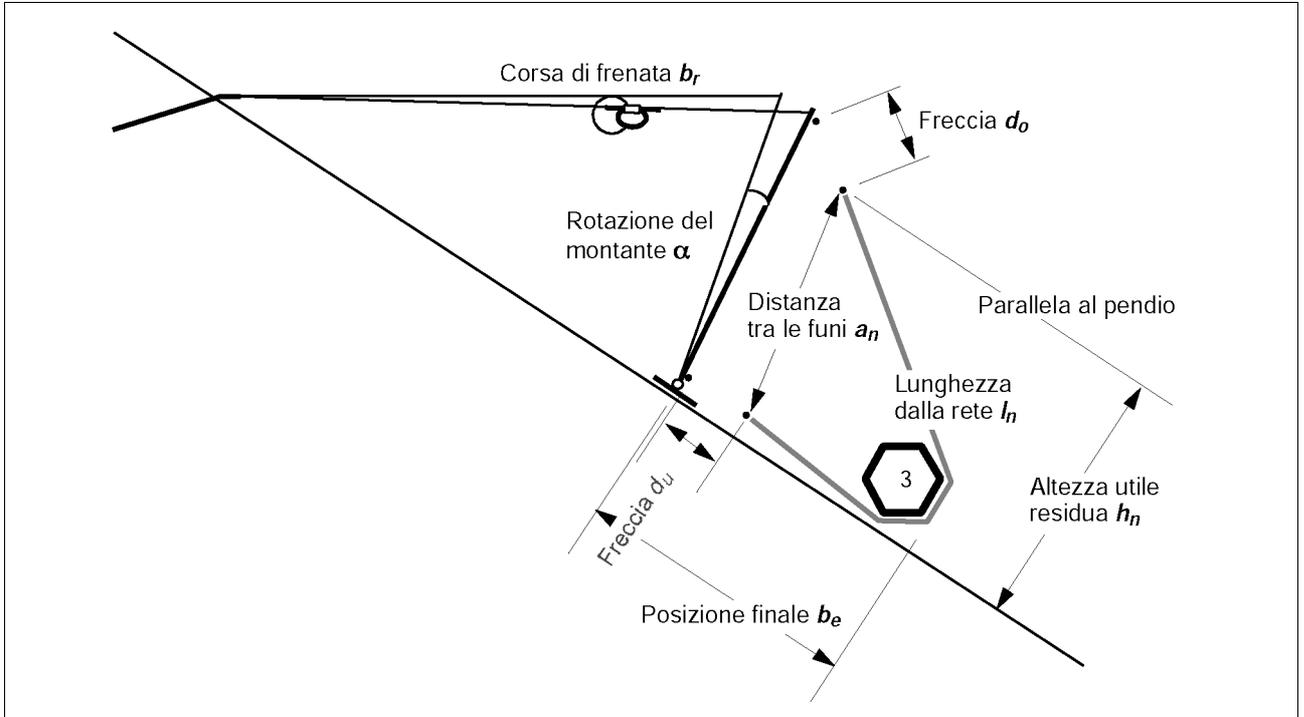


Fig. 5: Posizione delle funi portanti dopo l'impatto di un sasso.

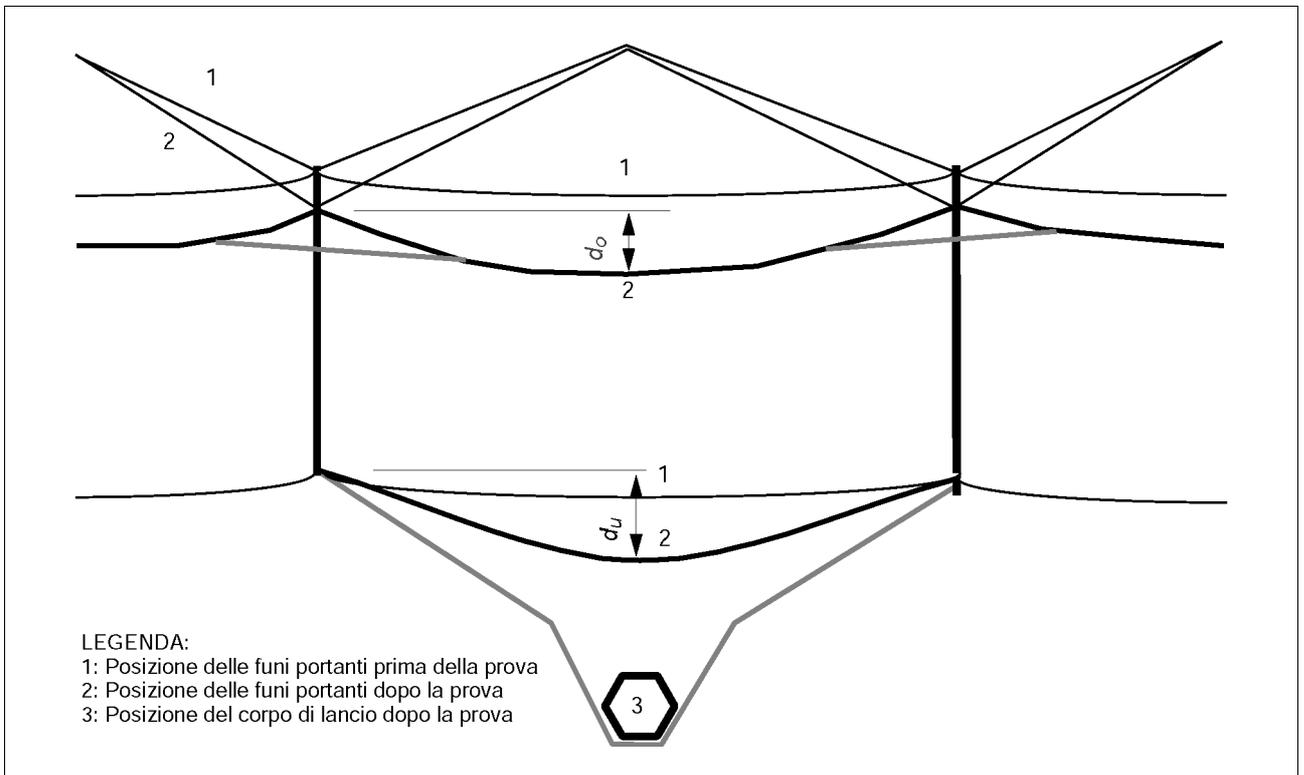


Fig. 6: Vista frontale delle funi portanti a metà struttura dopo l'impatto di un carico.

5.5 Definizione dei simboli

I simboli sono raffigurati prevalentemente nelle figure 4, 5 e 6.

α	$\Psi(^{\circ})$	Rotazione del montante = differenza, rispetto alla posizione normale, dell'inclinazione del montante dopo il carico
β	$\Psi(^{\circ})$	Angolo tra il montante e la verticale
δ	$\Psi(^{\circ})$	Angolo tra il montante e la perpendicolare al terreno
ψ	$\Psi(^{\circ})$	Pendenza del terreno
a_l	(m)	Lunghezza del montante
a_n	(m)	Distanza tra le funi = distanza minima misurata dopo il carico tra le funi portanti superiore ed inferiore
a_s	(m)	Interasse dei montanti
a_v	(m)	Distanza delle funi = distanza minima misurata prima del carico tra le funi portanti superiore ed inferiore
b_e	(m)	Posizione finale del corpo di lancio dopo il carico
b_r	(m)	Corsa di frenata = variazione della lunghezza degli elementi frenanti
b_s	(m)	Lunghezza dello spazio di frenata del corpo di lancio (come misurata nell'immagine video)
d_o	(m)	Freccia, a metà struttura, della fune portante superiore
d_u	(m)	Freccia, a metà struttura, della fune portante inferiore
h_n	(m)	Altezza utile residua = altezza della rete dopo il carico
h_v	(m)	Altezza della rete misurata perpendicolarmente al terreno prima del carico
l_n	(m)	Lunghezza della rete misurata tra le funi portanti superiore ed inferiore dopo il carico (nella posizione finale)
l_v	(m)	Lunghezza della rete misurata tra le funi portanti superiore ed inferiore prima del carico
s	(m)	Lunghezza dello spigolo del corpo di lancio
t_s	(s)	Tempo di frenata = tempo impiegato per percorrere lo spazio di frenata b_s

6 Prova d'omologazione

6.1 Procedura amministrativa

La pratica amministrativa relativa all'omologazione viene sbrigata dall'UFAFP. L'Ufficio federale riceve le richieste dei produttori di reti di protezione, istruisce la prova e allestisce il certificato per le singole strutture di protezione. L'omologazione viene condotta dalla Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta pietre e dall'FNP. La prova viene eseguita sull'apposito campo di collaudo «Steinbruch Lochezen» di Walenstadt (SG). L'FNP mette a verbale le misurazioni e le osservazioni fatte durante le singole prove e allestisce un rapporto.

Le singole procedure sono elencate nella tabella 1 e successivamente descritte in dettaglio.

Tabella 1:
Procedura amministrativa
nelle singole fasi di lavoro

	Responsabile / Interessato	Procedura
1	Produttore; fornitore	Richiesta all'UFAFP con documentazione
2	UFAFP / D+F	Registrazione, conferma, orientamento relativo ai costi
3	FNP	Esame della documentazione e organizzazione della prova
4	Produttore; fornitore	Pagamento del deposito
5	FNP, produttore, delegazione CEVCP	Esecuzione delle prove
6	FNP, delegazione CEVCP	Rapporti della prova all'indirizzo della CEVCP
7	CEVCP	Valutazione generale sì/no, proposta all'UFAFP, breve comunicazione al produttore al più tardi 6 settimane dopo la prova
8	UFAFP / D+F; produttore; fornitore	Fattura finale con produttore e fornitore
9	UFAFP / D+F	Consegna del certificato e del rapporto della prova (inizio giugno o fine ottobre)

- Pto 1: il costruttore, rispettivamente il fornitore, della rete di protezione invia una richiesta d'omologazione all'UFAFP. Allo stesso tempo egli fornisce una documentazione con tutti i piani di costruzione necessari, completi dei disegni esecutivi dettagliati e con tutte le indicazioni e le specificità dei materiali usati, in particolare i diagrammi forza / spostamento degli elementi frenanti.
- Pto 2: l'UFAFP registra l'iscrizione e la documentazione e, in accordo con l'FNP, orienta il produttore sulla procedura, i termini e i costi presumibili. Nello stesso momento l'Ufficio federale chiede il pagamento del deposito.
- Pto 3: l'FNP controlla la documentazione, esamina le possibilità d'installare le reti di protezione sul campo di prova e organizza le prove.
- Pto 4: il costruttore paga il deposito e viene chiamato al montaggio della struttura da omologare.
- Pto 5: l'FNP e una delegazione della CEVCP eseguono le prove e le misurazioni, mettono a verbale le singole prove e i risultati.
- Pto 6: l'FNP redige un rapporto sulle prove a), b) e c), che richiedono delle misurazioni; la delegazione della CEVCP redige una perizia sulla prova d).
- Pto 7: la CEVCP valuta i risultati. Consegna i documenti relativi all'autorizzazione della rete di protezione all'UFAFP e informa il costruttore.
- Pto 8: l'UFAFP allestisce la fattura finale.
- Pto 9: l'UFAFP decide sull'omologazione della rete di protezione e invia il rapporto della prova con il certificato al produttore.

6.2 Esigenze poste alle reti di protezione

6.2.1 Principi

Fondamentalmente una rete di protezione ha il compito di fermare dei massi o blocchi in movimento. Nelle situazioni reali succede spesso che il contatto con il terreno aiuti il processo di frenata dei massi. Questo significa che la struttura di protezione arresta solo una parte dell'energia cinetica del masso, mentre la parte rimanente viene assorbita dal suolo.

Le reti di protezione che vengono testate secondo la presente direttiva devono poter dissipare tutta l'energia cinetica di un corpo di lancio in caduta verticale. In questo caso l'energia cinetica corrisponde a quella della rispettiva classe d'energia. La deformazione elastica e plastica massima della struttura non deve superare il valore prestabilito.

L'efficacia della superficie di intercettazione della rete di protezione deve rimanere alta anche dopo il carico e deve essere ridotta possibilmente soltanto in altezza. L'altezza residua utile della struttura deve ancora soddisfare le condizioni prestabilite.

La larghezza utile dopo l'evento non può essere interrotta.

6.3 Campo di collaudo di Walenstadt

6.3.1 Posizione geografica

Il campo di collaudo è situato in un cava di pietre, circa 200 m sopra il Walensee. Vi si accede con una funicolare ubicata a circa 2 km a est di Walenstadt, la cui stazione inferiore può essere raggiunta con un camion. Il montaggio delle reti di protezione sul terreno di prova avviene con una gru montata in pianta stabile (fig. 7).

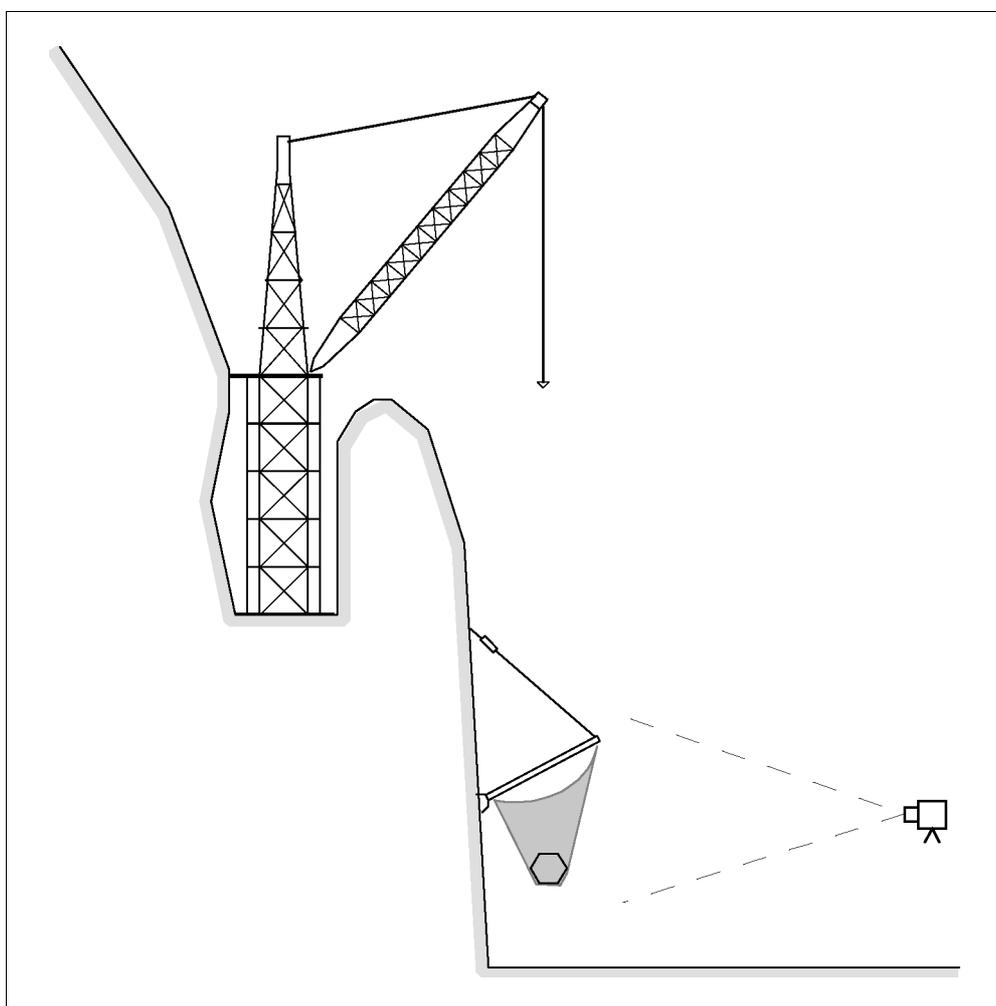


Fig. 7:
Raffigurazione del campo di prova di Walenstadt con la gru, la rete di protezione e la videocamera. Deformazione della rete di protezione dopo una prova.

6.3.2 Montaggio delle reti di protezione

Le reti di protezione sono montate a 15 m d'altezza e i montanti sono fissati a 4 punti di fondazione; le reti sono controventate a monte con delle funi. L'inclinazione dei montanti è di 30° rispetto all'orizzontale; quella dei controventi di monte è di circa 40° (fig. 8).

Normalmente la rete di protezione è costituita da 3 campi di rete con 10 m di interasse. Vengono così installati 4 montanti e 3 reti (fig. 3).

La lunghezza del montante è determinata dalla rispettiva classe d'energia (tab. 2). La prova avviene con il montante più corto. I costruttori, superata la prova, possono però offrire montanti sino a una volta e mezza più lunghi certificandone la sicurezza strutturale.

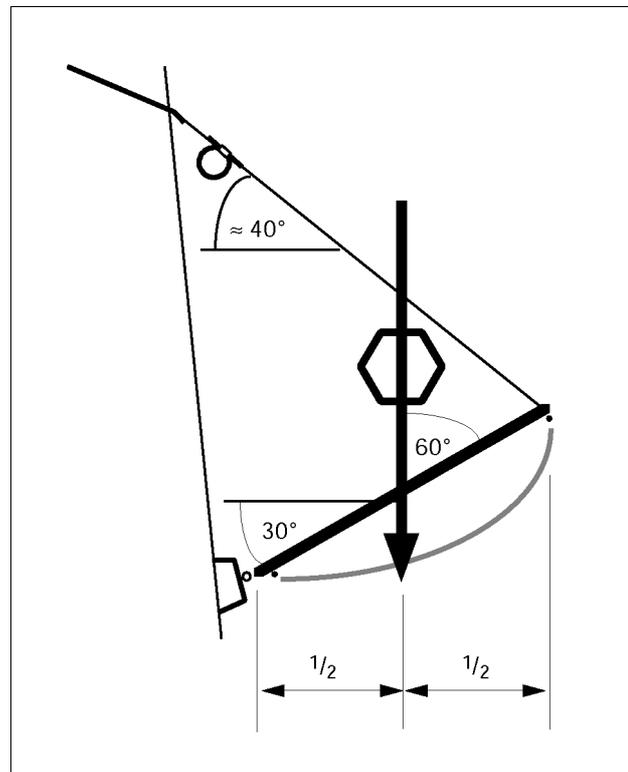


Fig. 8:
Disposizione delle reti di protezione sul campo di collaudo. Angolo dei singoli elementi portanti.

6.4 Le singole prove di omologazione

Le reti di protezione contro la caduta di massi vengono classificate in 9 classi di energia da 100 kJ a 5000 kJ. Queste energie vengono anche definite energie di prova. Una rete di protezione, nella sua classe d'energia, deve superare le diverse prove dalla a) alla d), corrispondenti a specifiche richieste. Le prove a) – c) esaminano la rete mediante corpi di lancio e la prova d) consiste in una perizia qualitativa della rete di protezione e della relativa documentazione.

Nei capitoli seguenti vengono descritte tutte le prove, dalla a) alla d).

6.4.1 Prova preliminare con piccole energie (campo di rete marginale)

Obiettivi principali della prova:	Questa prova preliminare dovrebbe da un lato esaminare le deformazioni della copertura di rete metallica e dall'altro, con corpi di lancio di piccole dimensioni, sollecitare un numero limitato di funi o anelli del pannello di rete.
Procedimento:	<p>In un campo di rete marginale vengono fatti cadere assieme per classe e grandezza ad una velocità d'impatto di 25 m/s, i seguenti corpi di lancio.</p> <ul style="list-style-type: none">• 5 piccoli corpi di lancio 10/10/10 massa totale 12 kg energia 3,8 kJ• 3 piccoli corpi di lancio 20/20/20 massa totale 59 kg energia 18 kJ• 1 corpo di lancio 50/50/50 massa totale 300 kg energia 94 kJ <p>* Le reti di protezione della classe d'energia 1 e 2 non vengono provate con questi corpi di lancio.</p>
Misurazione e metodo d'osservazione:	<p>Le deformazioni della rete metallica di copertura e delle parti di rete colpite vengono misurate e descritte a seconda della grandezza del corpo di lancio.</p> <p>I danni subiti dalle diverse componenti (fili della rete metallica, funi, ecc.) vengono messi a verbale.</p> <p>Le sollecitazioni non vengono misurate.</p>
Esigenze poste alla rete di protezione:	<p>La rete di protezione deve frenare i corpi di lancio.</p> <p>La rete di protezione non deve essere perforata dai corpi di lancio.</p> <p>Tra i singoli lanci non sono ammesse riparazioni.</p>

6.4.2 Prova preliminare b) con energia al 50% (campo di rete intermedio)

Obiettivi principali della prova:	Con questa prova si vogliono essenzialmente individuare i costi di riparazione e le possibilità di manutenzione della rete di protezione, nonché valutare lo spazio di frenata con metà energia.
Procedimento:	Il corpo di lancio previsto a seconda dell'energia voluta (tab. 2) viene fatto cadere con una velocità d'impatto di 25 m/s nel centro del campo di rete intermedio.
Misurazione e metodo d'osservazione:	<p>Durante la prova, in circa 10 punti d'ancoraggio vengono misurate e rilevate le forze di trazione che agiscono sulle funi.</p> <p>La prova viene filmata da due diverse angolazioni.</p> <p>Dopo la prova vengono messi a verbale i seguenti dati:</p> <ul style="list-style-type: none">• deformazioni delle funi, degli elementi frenanti, dei montanti e dei pannelli di rete,• l'altezza dei corpi di lancio,• danni ai singoli elementi portanti. <p>Durante la rimessa a punto della rete di protezione vengono registrate le ore ed i materiali impiegati.</p>

Prima della prova, viene misurata e messa a verbale la posizione dei singoli elementi portanti.

Dalle immagini video vengono rilevati il tempo di frenata t_s e la corsa massima di frenata [bs] fino al punto di ritorno più basso raggiunto dal corpo di lancio (fig 9).

Esigenze poste alla rete di protezione:

La rete di protezione deve frenare il corpo di lancio.

La rete di protezione non deve essere perforata dal corpo di lancio.

Gli oneri causati dal lavoro di ripristino devono essere possibilmente minimi.

6.4.3 Prova principale c) con energia al 100% (campo di rete intermedio)

Obiettivi principali della prova:

In questa prova, l'energia cinetica totale del corpo di lancio deve essere trasformata in lavoro di deformazione della rete di protezione. Ciò dovrebbe permettere di testare sia la portata (resistenza ultima) che la deformazione.

Procedimento:

Il corpo di lancio previsto a seconda dell'energia voluta (tab. 2) viene fatto cadere con una velocità d'impatto di 25 m/s nel centro del campo di rete intermedio.

Misurazione e metodo d'osservazione:

Prima della prova, viene misurata e messa a verbale la posizione dei singoli elementi portanti.

Durante la prova, in circa 10 punti d'ancoraggio vengono misurate e rilevate le forze di trazione che agiscono sulle funi.

La prova viene filmata da due diverse angolazioni.

Dopo la prova vengono messi a verbale i seguenti dati:

- le deformazioni delle funi, degli elementi frenanti, dei montanti e dei pannelli di rete,
- l'altezza del corpo di lancio,
- i danni ai singoli elementi portanti.

Dalle immagini video vengono rilevati il tempo di frenata t_s e la corsa massima di frenata bs fino al punto di ritorno più basso raggiunto dal corpo di lancio (fig. 9).

Esigenze poste alla rete di protezione:

La rete di protezione deve frenare il corpo di lancio.

La rete di protezione non deve essere perforata dal corpo di lancio.

La corsa massima di frenata [bs] deve essere inferiore a quella stabilita nella tabella 2.

L'altezza h_n della rete nel campo intermedio deve almeno corrispondere ai valori riportati nella tabella 2 (misura prima della rimozione del corpo di lancio).

6.4.4 Valutazione d) della rete di protezione secondo criteri speciali

Obiettivi principali della prova:

Questa prova serve soprattutto a valutare i criteri (gli aspetti) non misurabili e le possibilità di impiego pratico della struttura.

Procedimento:

Valutazione della documentazione:

- Paragone tra le misure riportate sui piani di progetto e quelle rilevate sulle reti di protezione. Deve essere verificato che la documentazione fornita sia conforme alle strutture posate.
- Deve pure essere certificato quali norme vigenti vengono considerate, soprattutto quelle che riguardano la protezione contro la corrosione, la costruzione delle funi d'acciaio e le borchie per la congiunzione degli incroci delle funi d'acciaio.

Valutazione della costruzione:

- Verifica del montaggio effettivo e paragone con quello riportato nei documenti.
- Verifica della semplicità della costruzione e dell'idoneità ad adattarsi al terreno.
- Sulla base della durata di funzionamento delle singole componenti, che il fornitore deve certificare, viene stimata la durata di funzionamento della rete di protezione.

Criteri:

I progetti e le strutture devono essere conformi in tutti i particolari.

Le norme vigenti devono essere rispettate.

Le fasi di montaggio devono essere descritte in modo pratico e corrispondere alla realtà.

Costruzioni semplici dovrebbero tradursi in prezzi di vendita favorevoli.

Si dovrebbe tendere ad assicurare una lunga durata di funzionamento.

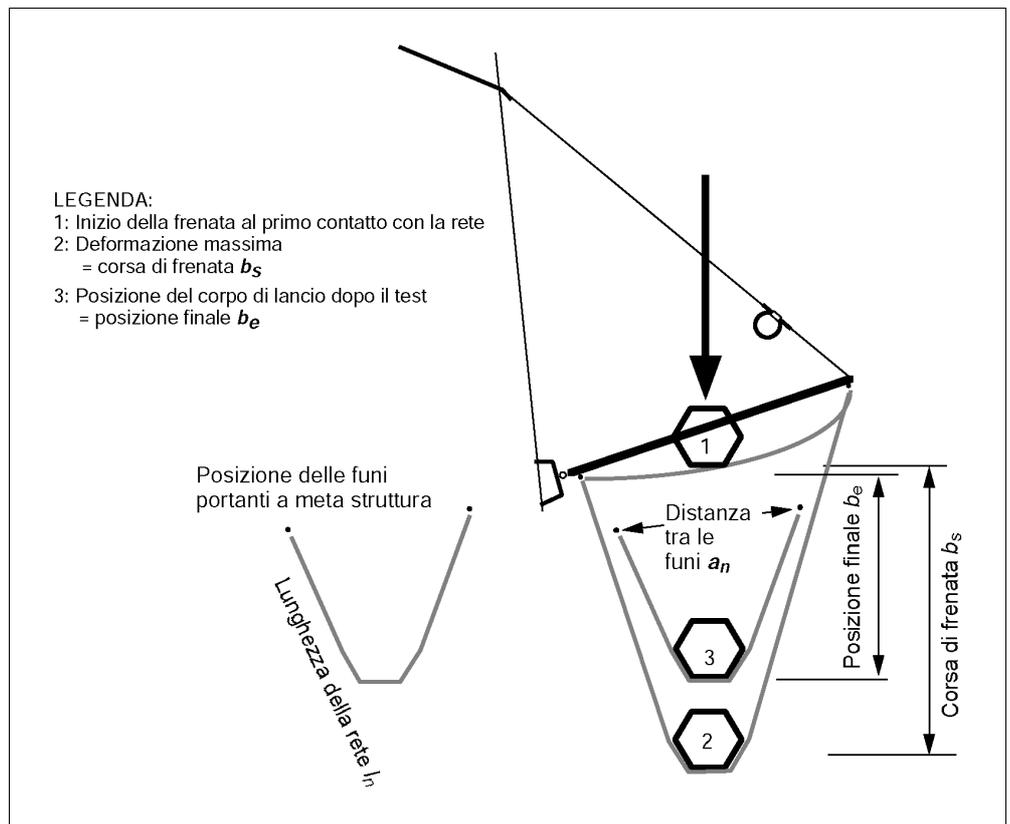


Fig. 9:
Posizioni del corpo di lancio durante il processo di frenata delle prove b) e c).

Tab. 2:
Indicazioni sui parametri
delle prove b) e c).

Classe	Altezza montante (m)	Tipo di prova b) (50%)			Tipo di prova c) (100%)				
		Energia (kJ)	Massa del corpo di lancio (kg)	Lunghezza dello spigolo (m)	Energia (kJ)	Massa del corpo di lancio (kg)	Lun ghezza dello spigolo (m)	Spazio massimo frenata (m)	Altezza minima rete (m)
1	1,5	50	160	0,41	100	320	0,52	4,0	0,90
2	2,0	125	400	0,56	250	800	0,70	5,0	1,20
3	3,0	250	800	0,70	500	1'600	0,88	6,0	1,80
4	3,0	375	1'200	0,80	750	2'400	1,01	7,0	1,80
5	4,0	500	1'600	0,88	1'000	3'200	1,11	8,0	2,40
6	4,0	750	2'400	1,01	1'500	4'800	1,27	9,0	2,40
7	5,0	1'000	3'200	1,11	2'000	6'400	1,40	10,0	3,00
8	6,0	1'500	4'800	1,27	3'000	9'600	1,60	12,0	3,60
9	7,0	2'500	8'000	1,51	5'000	16'000	1,90	15,0	4,20

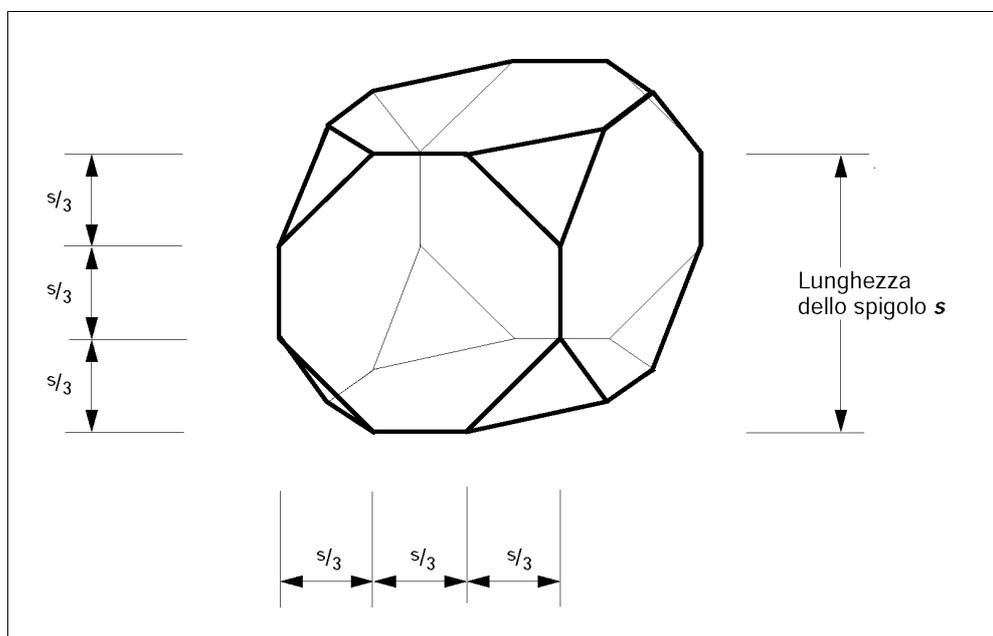


Fig. 10:
Forma e geometria del
corpo di lancio in calce-
struzzo armato.

6.5 Rapporto di prova

Il rapporto di prova include tutti i dati più importanti nonché i verbali delle prove da a) a d) che contribuiscono al rilascio del certificato. Elenchiamo qui di seguito i singoli verbali.

- Misure e dimensioni della rete di protezione e raffigurazione schematica della disposizione dei singoli elementi portanti.
- Il verbale della prova a) è una descrizione delle prove.
- I verbali della prova b) contengono i dati sulla modifica della geometria, la misurazione delle forze, l'interpretazione dei filmati e un elenco degli oneri causati dalle riparazioni.
- I verbali delle prove c) contengono i dati sulla modifica della geometria, la misurazione delle forze, la valutazione dei filmati e un elenco dei danni subiti.
- I verbali delle prove d): descrizione dei criteri non misurabili.

6.6 Costi delle prove

I costi della prova di una rete di protezione sono valutati, in un documento separato, dall'UF AFP, con importi forfettari complessivi e giornalieri. Sono inclusi i costi dell'uso del sollevatore, della gru per il montaggio e lo smontaggio della costruzione, l'ammortamento delle apparecchiature di misurazione, l'allestimento del verbale di prova.

Sono compresi anche tutti gli oneri della CEVCP e dell'UF AFP.

7 Fondazioni

7.1 Criteri

Con questa direttiva vengono verificati soltanto gli elementi portanti fuori terra delle reti di protezione. Ne risultano forze che attraverso le fondazioni e gli ancoraggi devono essere trasmesse al suolo. Per un buon funzionamento delle strutture collaudate sul campo sono necessari fondazioni sufficientemente dimensionate e ancoraggi resistenti alle sollecitazioni. Pertanto, la progettazione, il dimensionamento e l'esecuzione delle fondazioni e degli ancoraggi richiedono una grande attenzione, trattandosi di elementi portanti fundamentalmente essenziali della struttura di protezione.

7.2 Tipi di fondazioni e di ancoraggi

Le caratteristiche delle fondazioni e degli ancoraggi delle reti di protezione dipendono dal tipo di struttura impiegato, per cui in questo ambito ci si può occupare solo dei principi generali. Il suolo e il concetto della struttura di protezione determinano la tipologia delle fondazioni e degli ancoraggi. Generalmente è però possibile differenziare tra gli ancoraggi, rispettivamente le fondazioni, dei montanti e gli ancoraggi delle funi. Qui di seguito vengono descritti i tipi di ancoraggio e di fondazione più importanti.

7.2.1 Fondazioni dei montanti

Al piede del montante deve essere garantito che le forze di compressione e le forze tangenziali possano essere trasmesse al suolo. Se nelle strutture non controventate a monte si constata un carico supplementare sul montante, dovuto a momenti di rotazione, le fondazioni devono garantire anche la trasmissione di questo carico al sottosuolo.

7.2.2 Ancoraggio delle funi

Per l'ancoraggio delle funi vengono impiegati solitamente ancoraggi a fune o a barra rigida. Siccome solo raramente la direzione della forza trasmessa dalla fune corrisponde a quella dell'ancoraggio, si assiste spesso, nella parte superiore dell'ancoraggio e nella corrispondente porzione di terreno, all'insorgere di forze risultanti. A dipendenza della grandezza dell'angolo di deviazione e della resistenza del terreno, gli ancoraggi sono sollecitati da forze risultanti di diversa intensità.

7.3 Dimensionamento delle fondazioni e degli ancoraggi

Non è possibile calcolare con esattezza ed in modo sicuro le forze che agiscono sulle fondazioni e sugli ancoraggi a seguito della trasformazione dell'energia cinetica in energia di deformazione della struttura. Per questa ragione il dimensionamento degli ancoraggi e delle fondazioni avviene in funzione delle sollecitazioni misurate durante le prove. Nel caso di una caduta verticale di un corpo di lancio, con tempi di frenata compresi tra 0,3–0,9 s si ha un aumento della forza di frenata di circa il 10–25% rispetto alla forza di frenata orizzontale. A dipendenza del tempo di frenata, le differenze possono essere anche maggiori.

7.3.1 Fattore di sicurezza

Le forze misurate durante le prove sono superiori a quelle che le strutture sono normalmente chiamate ad assorbire poiché generate dal lancio verticale. Ciò è tuttavia compensato dal fatto (positivo) che l'impatto del corpo di lancio avviene nel centro della rete. Carichi eccentrici, più vicino ai montanti o alle funi portanti, generano forze supplementari ancora sconosciute sulle singole funi.

Per questi motivi viene proposto di aumentare, generalmente del 30%, i valori massimi delle forze misurate con un'energia del 100%, come previsto dalla prova c). I valori aumentati verranno usati come carichi statici sostitutivi nei calcoli successivi.

$$\text{Carico statico sostitutivo } Q_e = \text{forza misurata } F_{max} * 1,3$$

7.3.2 Sicurezza della struttura portante ed efficienza funzionale

L'azione generata dal carico sostitutivo Q_e corrisponde al valore Q_r ai sensi della norma SIA 160 cifra 3 23 2. Essa viene considerata quale azione preponderante e il valore di dimensionamento Q_d viene determinato come segue:

$$Q_d = y_Q \cdot Q_r$$

y_Q : fattore di carico dell'azione preponderante $y_Q = 1.3$

Q_r : valore caratteristico dell'azione $Q_r = Q_e$

Le esigenze per quanto riguarda l'efficienza funzionale e le sollecitazioni per il relativo controllo sono comunemente stabilite dal progettista e dal committente. In molti casi, i risultati ottenuti dal collaudo della sicurezza della struttura portante soddisfano adeguatamente le esigenze poste.

7.4 Malte cementizie

La qualità della malta per gli ancoraggi ha un ruolo importante per l'ancoraggio delle strutture di protezione contro la caduta di massi. Nelle opere di premunizione valangaria l'assicurazione della qualità è stabilita nelle «Direttive per la costruzione di opere di premunizione valangaria nella zona di distacco» edizione 1990 e integrazioni 2000, (editore: UFAFP, Direzione federale delle foreste, 3003 Berna, e FNP, Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio FNP, 7260 Davos-Dorf). Tali direttive vengono definite vincolanti anche per quanto concerne l'uso della malta nella costruzione delle fondazioni e degli ancoraggi delle reti di protezione paramassi. Qui di seguito, vengono riepilogati gli aspetti più importanti della direttiva summenzionata.

7.4.1 Principio

L'idoneità della malta deve essere dimostrata mediante una prova eseguita presso un laboratorio neutrale. La validità della prova d'idoneità e il relativo rapporto scadono dopo tre anni.

Durante i lavori di iniezione in cantiere è necessario un controllo continuo della conformità del prodotto impiegato. La periodicità delle prove dev'essere stabilita in funzione del quantitativo di malta impiegato e determinata in modo tale da poter evidenziare l'effettiva dispersione delle proprietà della malta. Anche in questo caso occorre che la prova venga eseguita in un laboratorio neutrale.

7.4.2 Prova d'idoneità

La malta da sottoporre alla prova dell'idoneità deve possedere una consistenza tale da permettere un regolare pompaggio. La prova deve esaminare:

- Le caratteristiche della malta fresca: misura della sedimentazione e dell'espansione, contenuto di pori d'aria e massa volumica.
- Le caratteristiche della malta indurita: massa volumica, resistenza alla flessotrazione e alla compressione, modulo d'elasticità, resistenza al gelo, variazione di lunghezza (ritiro).

Le esigenze dettagliate poste alla malta sono elencate quali valori limite nella direttiva citata sopra.

7.4.3 Il controllo di conformità

Il prelievo della malta e la confezione dei provini avvengono sul cantiere. La malta da esaminare, che deve provenire da un impasto normalmente preparato, viene prelevata durante i lavori sul luogo d'impiego, alla fine del tubo di iniezione.

Per le prove i provini devono avere le forme seguenti:

- 9 prismi 40/40/160 mm,
- oppure 2 cilindri $\varnothing = h = 200$ mm,
- oppure 2 cubi 200/200mm o provini con volume analogo.

I provini devono essere contrassegnati in modo chiaro e persistente. Bisogna prestare attenzione affinché venga impedita la perdita di umidità e garantita una temperatura di almeno 10°C. Essi devono essere trasportati e testati nel laboratorio al più tardi entro due giorni.

Per garantire una sicura interpretazione dei risultati, al laboratorio, unitamente ai provini, sono necessarie le seguenti indicazioni:

- la generalità del committente,
- il rapporto di preparazione dell'impasto,
- le modalità e la data della preparazione dei provini,
- la temperatura dell'aria e della malta al momento dell'impasto,
- la data della scasseratura,
- le condizioni di conservazione.

Il controllo di conformità deve esaminare:

- la massa volumica, la resistenza alla flessione e alla compressione dopo 7 e 28 giorni;
- la determinazione della resistenza al gelo.

I requisiti minimi della malta sono specificati sotto forma di valori limite nella direttiva citata sopra.

8 Entrata in vigore

La presente direttiva entra in vigore il 1° giugno 2001.

9 Disposizioni transitorie

Durante il periodo di transizione dal 1° giugno 2001 al 1° giugno 2003, nei progetti sovvenzionati dalla Confederazione è ammessa anche l'utilizzazione di reti di protezione non autorizzate dall'UFAFP.

La sicurezza della struttura portante e l'efficienza funzionale devono però essere provate dal fornitore e confermate da un'istanza neutrale.

Si raccomandano reti di protezione testate sinora sotto la supervisione dell'FNP.

Terminato il periodo di transizione, i sussidi federali vanno a beneficio esclusivamente delle misurazioni e dei progetti realizzati con reti di protezione testate e autorizzate.

Indice figure e tabelle

Elenco delle figure

Figura 1: Schema di una rete di protezione ancorata a monte, con descrizione degli elementi portanti	18
Figura 2: Schema di una rete di protezione con montanti incastrati	18
Figura 3: Vista frontale di una rete di protezione ancorata a monte con descrizione degli elementi portanti	19
Figura 4: Definizione degli angoli e delle misure	20
Figura 5: Posizione delle funi portanti dopo l'impatto di un sasso	21
Figura 6: Vista frontale delle funi portanti a metà struttura dopo l'impatto di un carico	21
Figura 7: Raffigurazione del campo di prova di Walenstadt con la gru, la rete di protezione e la videocamera. Deformazione della rete di protezione dopo una prova	25
Figura 8: Disposizione delle reti di protezione sul campo di collaudo. Angolo dei singoli elementi portanti	26
Figura 9: Posizioni del corpo di lancio durante il processo di frenata delle prove b) e c). La lunghezza della rete l_n viene misurata alla pos. 3	29
Figura 10: Forma e geometria del corpo di lancio in calcestruzzo armato	30

Elenco delle tabelle

Tabella 1: Procedura amministrativa nelle singole fasi di lavoro	23
Tabella 2: Indicazioni sui parametri delle prove b) e c)	30