

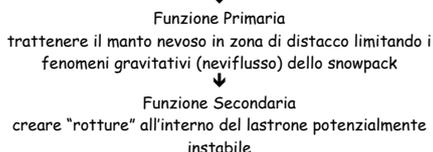
## OPERE ATTIVE IN ZONA DI DISTACCO: SORVEGLIANZA, MANUTENZIONE E RIPRISTINO FUNZIONALE ANALISI DI CASI REALI DI INTERVENTO

Author: Massimo Raviglione<sup>1</sup> - Flavio Papetti<sup>2</sup> - Co-Autor: Michela Barberis<sup>3</sup>

Le opere attive in zona di distacco sono interventi realizzati con strutture ingegneristiche più o meno complesse (generalmente, reti da neve, ponti da neve, rastrelliere, cavalletti treppiede, ecc. ...) progettate e realizzate per trattenere il manto nevoso in zona di distacco limitando i fenomeni gravitativi (neviflusso) dello snowpack.

La loro funzione secondaria, ma non di minor importanza, è quella di creare "rotture" all'interno del lastrone potenzialmente instabile così da diminuire le forze destabilizzanti e quindi limitare l'innescò della valanga.

**OPERE ATTIVE IN ZONA DI DISTACCO**  
reti da neve, ponti da neve, cavalletti treppiede, ecc. ...



In molti casi, le opere o i singoli manufatti, sono esposti oltre che alle sollecitazioni legate alla funzione di trattenimento del manto nevoso in zona di distacco, anche a sollecitazioni "esterne" non coerenti con la funzione per cui le opere attive sono state concepite, progettate ed installate.

L'installazione in sito, prevede la realizzazione di linee continue o in alcuni casi linee interrotte di strutture ferme che in grado di contrastare sia i fenomeni di neviflusso che di interrompere la continuità del lastrone. Il posizionamento in sito sia in termini di distanza fra le file che in termini di copertura della potenziale area di distacco, deve considerare in dettaglio oltre che la morfologia del versante (in particolare: l'inclinazione del pendio  $\Psi$ , il coefficiente di attrito neve-terreno  $\phi$ , l'altezza delle opere di protezione  $H_k$  e il coefficiente di slittamento  $N$ ) anche le potenziali criticità, non legate direttamente all'accumulo naturale del manto nevoso (ad esempio neve riportata dal vento), che possono generare ulteriori sollecitazioni sulle opere di premunizione.

**OPERE ATTIVE IN ZONA DI DISTACCO**



### NEVIFLUSSO

La sollecitazione di slittamento lungo la direzione parallela al pendio, dipende generalmente dall'inclinazione del versante  $[\Psi]$ , dalla densità del manto nevoso  $[\rho]$ , dall'altezza del manto nevoso  $[H]$ , dall'esposizione e dalla rugosità del piano di contatto fra lo snowpack e il terreno  $[N]$ .

Le direttive svizzere e francesi, normano le sollecitazioni input da applicare al calcolo delle strutture in termini di azione legata allo slittamento del manto nevoso ed esprimono tale sollecitazione con le seguenti relazioni.

UFAMW - SNV  
Defence structure in avalanche starting zones

$$S_N = \rho \cdot \frac{H^2}{2} \cdot K \cdot N \cdot f_c$$

in cui:

- $S_N$  → pressione di slittamento e di scorrimento parallela al pendio  $[\text{N/m}^2]$
- $\rho$  → densità della neve  $[\text{t/m}^3]$
- $g$  → accelerazione di gravità  $[\text{m/s}^2]$
- $H$  → altezza del manto  $[\text{m}]$
- $K$  → coefficiente di scorrimento  $[-]$
- $N$  → coefficiente di slittamento  $[-]$
- $f_c$  → coefficiente di altitudine  $[-]$

AFNOR NF 95-304

Equipements de protection contre les avalanches - Filet paravalanches

In tabella 1 si riassume la variazione del carico  $F_n$  ortogonale all'opera di difesa. I valori caratteristici variano da 9,90 kN/m a 75,2 kN/m in funzione del fattore di slittamento  $N$   $[-]$  e dell'altezza del manto nevoso  $H_n$   $[\text{m}]$ .

Tab. 1: carico totale (art. 3.2 del DMF P.95-30)

N	2 m	3 m	4 m	5 m
2,0	9,9	22,3	39,6	61,8
2,5	12,0	27,1	48,2	75,2

**SOVRACCARICHI DA NEVE TRASPORTATA DAL VENTO**  
L'azione del trasporto eolico sul versante sopravvento al versante sottovento, determina generalmente la creazione di lastroni lungo il versante sottovento. Tale fenomeno, può creare per opere di difesa attiva, due principali problematiche: la prima relativa al potenziale seppellimento dell'opera e la seconda relativa all'aumento del carico sull'opera. Secondo la relazione empirica proposta da Föhn (1980), il valore dell'accumulo eolico vale:

$$H_{sd(19g)} = k \cdot V^3 \text{ per } V \leq 20 \text{ m/s}$$

in cui:

- $H_{sd(19g)}$  → accumulo di neve trasportata dal vento in 24 ore  $[\text{m/d}]$
- $k$  → coefficiente di riduzione pari a 0,00008  $[\text{s}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}]$
- $V$  → valore medio giornaliero della velocità del vento  $[\text{m/s}]$



Fig. 1: esempio di fermamento a rete parzialmente coperto dall'accumulo eolico

Da letteratura, i valori estremi degli accumuli da vento per un'azione eolica di 24 ore possono raggiungere i valori indicati nella tabella 2

Tab. 2: accumuli da vento in 24 ore

V [m/s]	Hs [cm/d]
5 - 10	5 - 10
10 - 15	10 - 35
15 - 20	35 - 75
20 - 25	75 - 200
> 25	> 200

### SCARICAMENTI FRA LE FILE

Condizioni particolari di innevamento legate ad elevati incrementi termici diurni e allo scarso rigelo notturno, creano condizioni favorevoli per l'umidificazione del manto sino allo strato basale e un aumento della densità. Tali condizioni, che si verificano generalmente ad inizio stagione o in primavera, permettono l'innescò di fenomeni di reptazione e la formazione di valanghe di fondo di neve umida e bagnata.



Fig. 2: esempio di distacco di valanga di fondo fra le file

### CADUTA MASSI

In molte zone di distacco, la presenza di affioramenti rocciosi o pareti rocciose, generano in particolare nei periodi a maggior gradiente termico fra giorno e notte, fenomeni di crollo con eventi di caduta massi.



Fig. 3: esempio di impatto di blocchi rocciosi su reti ferme

### FRANAMENTI E COLATE DETRITICHE

Nelle zone di distacco in cui è presente una modesta copertura detritica (ad esempio terreno di classe 4 tipo detrito di falda liscio, mescolato con terra) è frequente rilevare, in particolare nei periodi in cui è assente il manto, fenomeni franosi localizzati o piccole colate detritiche.

Le sollecitazioni, in relazione alla deformabilità delle strutture, possono provocare nelle opere ferme, alterazioni alla geometria o danni tali da comprometterne le prestazioni o la funzionalità.

Le sollecitazioni dovute al neviflusso, generano condizioni standard di carico sia in strutture ferme di tipo rigido che in quelle di tipo flessibile, mentre le sollecitazioni derivanti da carichi dinamici distribuiti o concentrati possono generare maggiori problematiche sulle strutture rigide e sulle strutture semi-rigide, mentre sulle strutture flessibili la maggior deformabilità permette una maggior ripartizione delle sollecitazioni.

**OPERE ATTIVE IN ZONA DI DISTACCO**



**OPERE ATTIVE IN ZONA DI DISTACCO: Sorveglianza, Manutenzione e Ripristino Funzionale**  
**ANALISI DI CASI REALI DI INTERVENTO**

Author: Massimo Raviglione<sup>1</sup> - Flavio Papetti<sup>2</sup> - Co-Autor: Michela Barberis<sup>3</sup>

**PROBLEMATICHE ALLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**  
Le problematiche alle strutture di fondazione delle opere attive, derivano principalmente da condizioni di carico asimmetrico (ad es. sovraccarico da vento) o da sollecitazioni dinamiche puntuali (ad es. caduta massi) o sollecitazioni distribuite (ad es. scaricamento tra le file, franamenti o colate detritiche).



Fig. 4: esempio di completa estrazione dell'ancoraggio di monte di una rete fermaneve



Fig. 5: esempio di completa estrazione dell'ancoraggio di monte di una rete fermaneve



Fig. 6: esempio di cedimento del plinto di fondazione sul puntone di un ponte da neve



Fig. 7: esempio di rotazione e traslazione verso valle della fondazione del montante di reti fermaneve

**PROBLEMATICHE ALLA SOVRASTRUTTURA**  
Le problematiche alla sovrastruttura delle opere attive, derivano principalmente da condizioni di carico dinamico puntuale (ad es. caduta massi) o distribuito (ad es. scaricamento tra le file, franamenti o colate detritiche).



Fig. 8: esempio di danneggiamento della sovrastruttura di reti fermaneve



Fig. 9: esempio di danneggiamento dei traversi di ponte da neve

In riferimento alle analisi dello stato di manutenzione delle opere di sostegno nella direttiva elvetica, in tabella 3, si schematizza l'entità del grado di manutenzione in riferimento alla necessità di intervento, alla tempistica dell'insorgenza della problematica e alle conseguenze che potrebbero insorgere per il mancato intervento.

Tab. 3: grado di manutenzione

Urgenza	Perdita di sicurezza	Insorgenza del danno	Conseguenza del danno
<b>Grado 1 «buono»</b>			
nessuna	limitata	> 5 anni	nessuna perdita
<b>Grado 2 «difettoso»</b>			
1-3 anni	media	2-5 anni	nessuna perdita
<b>Grado 3 «insufficiente»</b>			
grande	elevata	1 anno	perdita funzionale

**AUMENTO DEL GRADO DI MANUTENZIONE**

↓  
aumento dell'urgenza della manutenzione  
aumento della perdita di sicurezza  
diminuzione del tempo per l'insorgenza del danno  
aumento della conseguenza del danno

Parallelamente, all'aumentare del grado, diminuisce il periodo temporale per l'insorgenza del possibile danno com'è schematizzato nella tabella 4.

Tab. 4: possibili danni

Grado di manutenzione	Principali tipologie di danno
Grado 1 «buono»	<ul style="list-style-type: none"> <li>traverse delle griglie piegate</li> <li>erosione attorno al plinto di fondazione &lt; 10-20 cm</li> <li>deposito di materiali sulla griglia con spessore &lt; 50 cm</li> <li>corrosione regolare</li> </ul>
Grado 2 «difettoso»	<ul style="list-style-type: none"> <li>puntone leggermente ricurvi</li> <li>morsetti serracavo spostati</li> <li>micropali sfondati</li> <li>ancoraggi sporgenti dal terreno su una lunghezza superiore a 20-40 cm</li> </ul>
Grado 3 «insufficiente»	<ul style="list-style-type: none"> <li>puntone piegati</li> <li>montanti molto deformati o rotti</li> <li>tiranti rotti o strappati</li> <li>micropali deformati</li> <li>funi metalliche rotte</li> </ul>

**AUMENTO DEL GRADO DI MANUTENZIONE**

↓  
aumento della gravità del danno  
aumento della manutenzione

In tabella 5, si schematizza in funzione del grado di manutenzione, la tipologia di intervento e la relativa tempistica entro cui realizzarlo.

Tab. 5: iter manutentivo

Grado di manutenzione	Tipologia degli interventi
Grado 1 «buono»	ispezione e controllo dopo ogni evento importante o ogni 3-5 anni
Grado 2 «difettoso»	ripristino entro 1-3 anni
Grado 3 «insufficiente»	ripristino immediate, o rifacimento delle opere entro il successivo inverno

**AUMENTO DEL GRADO DI MANUTENZIONE**

↓  
aumento della manutenzione  
diminuzione del tempo per l'esecuzione della manutenzione

**C**onclusioni ... la manutenzione delle opere attive in zona di distacco, indipendentemente dalla tipologia di opera, comporta vista l'ubicazione delle opere stesse, problematiche cantieristiche e logistiche particolari. A tal fine, la fase preliminare di sorveglianza rappresenta uno step fondamentale per valutare la tempistica di intervento e definire le attività manutentive o di ripristino.

Parallelamente alle attività di manutenzione, dovranno essere previste una serie di attività preliminari atte a bonificare le aree di intervento a fronte di potenziali criticità ambientali (ad esempio cadute massi, franamenti, ecc. ...).

<sup>1</sup> RocK and SnoW Engineering - Tollegno ITALY - info@studioraviglione.com



<sup>3</sup> MountainS Working sas - Tollegno ITALY - info@mountainsworking.com



<sup>2</sup> PAPETTI Pianificazione, Sviluppo e Difesa del Territorio - Piazza Brembana ITALY - info@studiopapetti.com