

SISTEMI DI CARRUCOLE PER L'AUTOSOCCORSO DELLA CORDATA

4. PARTE

Antonio Carboni
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Padova*
Michele Lopez
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Ponte di
Piave - Salgareda*
Stefano Caravelli
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Pordenone*

1. INTRODUZIONE

Proseguiamo la serie di articoli nei quali analizziamo le caratteristiche dei vari sistemi di recupero di un compagno di cordata infortunato o in difficoltà.

Nei numeri del 2003 di "Le Alpi Venete" (cfr. [1] e [2]), abbiamo trattato i "vecchi sistemi di recupero" utilizzati fino a poco tempo fa e descritti negli attuali manuali ufficiali del CAI di Tecnica di Roccia e di Tecnica di Ghiaccio (cfr. [3] e [4]):

- la "carrucola doppia";
- una sua variante denominata "carrucola doppia modificata" (non riportata nei manuali);
- la "carrucola doppia con spezzone ausiliario".

Nello scorso numero di "Le Alpi Venete" (cfr. [3]), abbiamo trattato il primo dei "nuovi sistemi di recupero" non ancora descritti nei manuali ufficiali del C.A.I.:

1) il "mezzo Poldo".

In quest'articolo esamineremo il secondo dei "nuovi sistemi di recupero":

2) il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario"

e confronteremo i risultati ottenuti con i precedenti.

Le prove sono state svolte presso la Torre di Padova (cfr. Fig. 1), quindi presuppongono il recupero di una massa di 77 Kg nel vuoto e non tengono conto dell'eventuale presenza di attriti dovuti allo scorrimento della corda contro la parete rocciosa.

Anche per queste prove, come per le precedenti, abbiamo utilizzato la stessa corda piuttosto usurata con diametro 11 mm e tre modelli di pulegge tra le più diffuse in commercio.

2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

I "nuovi sistemi di recupero" consentono di introdurre un collegamento, tra l'alpinista da sollevare e la sosta, indipendente dalla corda di cordata, in quanto si affianca ad essa: ciò costituisce un vantaggio enorme rispetto ai "vecchi sistemi" perché elimina la necessità di sciogliere il freno di assicurazione dinamica preesistente (ad esempio il mezzo barcaiole), cosa che costituiva un momento particolarmente delicato nella manovra con i vecchi sistemi. Consente inoltre di utilizzare la corda di cordata, mediante l'introduzione di una "piastrina d'assicurazione (es. G1-GI)", come sicurezza, per evitare che la corda possa scorrere indietro quando il soccorritore allenta la presa.



Figura 1: Sessione di prove sulle carrucole svolte alla Torre di Padova (foto A. Carboni)

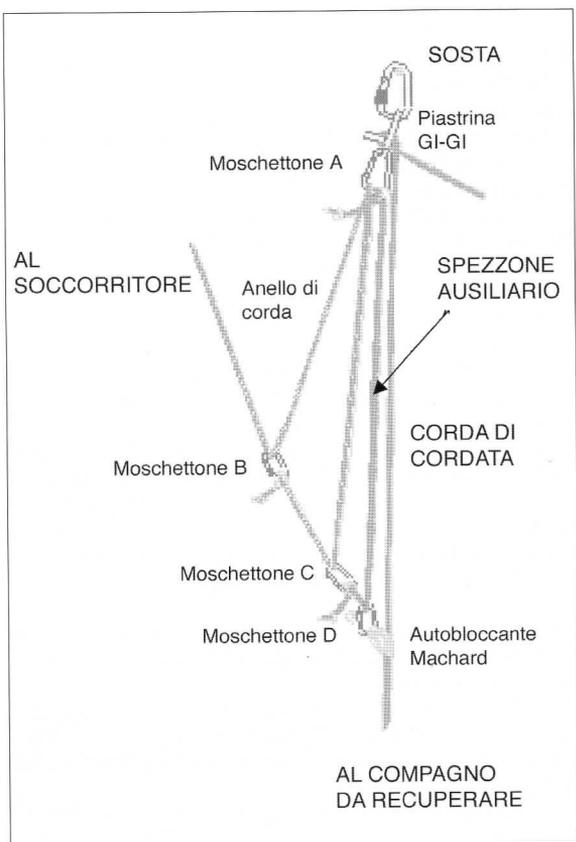


Figura 2: Esecuzione del "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" (disegno S. Caravelli)

3. MEZZO POLDO CON SPEZZONE AUSILIARIO

Nella Figura 2 viene riportata l'esecuzione del "mezzo Poldo con spezzone ausiliario", mentre nella Scheda Tecnica 8 viene svolto il calcolo degli sforzi teorici con le ipotesi di forze "parallele" e attrito nelle pulegge trascurabile. Si ottengono i seguenti valori:

- 1) il valore teorico della forza che deve essere praticata nel recupero, è un ottavo del peso del compagno (cioè il 12,5% di P, con P peso del compagno: ad esempio se il compagno pesa 77 kg, corrisponderà uno sforzo per il soccorritore di circa 9,5 kg). Rispetto al "mezzo Poldo" il valore teorico della forza richiesta per il recupero è pertanto la metà;
- 2) la quantità di corda da recuperare è ben otto volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno (ad esempio se è necessario sollevare il compagno di 5 metri, bisognerà recuperare 40 metri di corda). Rispetto al "mezzo Poldo" è necessario recuperare una quantità di corda doppia, a parità di sollevamento del compagno;
- 3) il valore teorico della forza sulla sosta è sette ottavi del peso del compagno (cioè l'87,5% di P, con P peso del compagno: ad esempio se il compagno pesa 77 kg, corrisponderà una forza in sosta di circa 67,5 kg). Rispetto al "mezzo Poldo" si ottiene un valore maggiore di un ottavo del peso del compagno.

In realtà intervengono diversi attriti poiché al posto di pulegge "ideali", che ne sono prive per definizione, noi utilizziamo i moschettoni oppure le pulegge "reali" che introducono valori propri di attrito.

Questi influenzano sia lo sforzo che la mano deve applicare, sia il carico sulla sosta: quest'ultimo viene ridotto dall'attrito, poiché equivale al peso da sollevare meno la forza applicata dalla mano.

Il sistema di carrucole che costituisce il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" introduce un anello di corda che scorre all'interno di tre moschettoni: uno lato sosta in posizione più elevata (moschettone A), uno centrale in posizione mediana - dal quale il soccorritore recupera la corda (moschettone B) - ed uno basso collegato allo spezzone ausiliario (moschettone C); un quarto moschettone in posizione ancora più bassa, lato massa da recuperare, è collegato alla corda di cordata mediante un autobloccante "Machard" (moschettone D). Lo spezzone "ausiliario" di corda è collegato da un lato alla sosta, dall'altro al moschettone C e scorre all'interno del moschettone D. In corrispondenza a ciascuno di tali moschettoni può es-

sera introdotta una puleggia al fine di diminuire l'attrito. Secondo la loro posizione chiameremo le pulegge rispettivamente PA (puleggia in corrispondenza del moschettone A, vicino alla sosta), PB (puleggia in corrispondenza del moschettone B, in posizione centrale), PC (Puleggia in corrispondenza del moschettone C, collegato allo spezzone ausiliario), PD (puleggia in corrispondenza del moschettone più basso collegato alla corda di cordata mediante autobloccante "Machard").

Per una migliore comprensione della geometria del sistema si faccia riferimento alle Figure 2 e 3.

3.1 L'EFFETTO DEGLI ATTRITI: UN ASPETTO MOLTO IMPORTANTE

Con i nuovi sistemi di recupero "mezzo Poldo" e "mezzo Poldo con spezzone ausiliario", l'effetto degli attriti nei moschettoni A, B e C è importantissimo per il buon esito della manovra.

Con il sistema di recupero "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" valgono considerazioni analoghe a quelle svolte per il "mezzo Poldo" (cfr. [3]): anche in questo caso, infatti, perché il sistema funzioni è necessario che non vi sia scorrimento di corda nel moschettone A.

Se vi fosse, infatti, scorrimento di corda nel moschettone A, il recupero effettuato dal soccorritore si limiterebbe all'innalzamento del moschettone B dovuto alla rotazione dell'anello di corda all'interno dei moschettoni A e C: ciò determinerebbe un innalzamento nullo dei moschettoni C e D e di conseguenza un innalzamento nullo della massa. Data la geometria del sistema, infatti, l'innalzamento della massa è pari all'innalzamento del moschettone D e alla metà dell'innalzamento del moschettone C.

Per avere innalzamento della massa è necessario che l'anello di corda non scorra nel moschettone A e che quindi il recupero di corda da parte del soccorritore determini uno scorrimento di quest'ultima all'interno del moschettone B: ciò causa un accorciamento dell'anello di corda stesso e di conseguenza un innalzamento del moschettone C e quindi del moschettone D e della massa. Per questo motivo è necessario che nel moschettone A sia presente un attrito tale da impedire lo scorrimento dell'anello di corda al suo interno. Non bisogna pertanto assolutamente introdurre pulegge in corrispondenza del moschettone A, pena il fallimento della manovra di recupero.

L'anello di corda di cui parliamo tende a scorrere in assenza di un valore sufficiente di attrito in quanto i valori di forza presenti sui due rami di corda che fuoriescono dal moschettone A sono diversi: un ottavo del peso della massa su un ramo ed un quarto del peso della massa sull'altro ramo (cfr. Scheda Tecnica 8, componenti di forza F1 e F2).

Nelle prove effettuate alla Torre abbiamo riscontrato che anche un abbassamento eccessivo dell'attrito nel moschettone C, mediante introduzione di una puleggia sufficientemente dinamica, può determinare una rotazione dell'anello di corda, se non accompagnato da una riduzione contemporanea dell'attrito anche in corrispondenza del moschettone B, analogamente a quanto già visto nel caso del "mezzo Poldo" (cfr. [3]).

L'introduzione quindi di una puleggia in corrispondenza del moschettone C deve sempre essere accompagnata dal posizionamento di una seconda puleggia in corrispondenza del moschettone B, altrimenti il sistema di recupero può non funzionare (cfr. prove 3, 4, 6 Tabella 1 - Scheda tecnica 9).

3.2 CENNI SULLA MANOVRA DI RECUPERO

Per l'esecuzione della manovra si rimanda alla descrizione apparsa nello scorso numero di "Le Alpi Venete" (cfr. [3]). Rispetto alla manovra descritta questa presenta in più l'inserimento di uno spezzone ausiliario di lunghezza opportuna (cfr. Fig. 2).

3.3 MISURE E CONSIDERAZIONI SUL "MEZZO POLDO CON SPEZZONE AUSILIARIO"

Nella Tabella 1 della Scheda Tecnica 9, abbiamo raggruppati le misure relative alle prove sul "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" svolte alla Torre, che analizziamo in questo paragrafo.

- La forza che deve essere praticata dal soccorritore per il recupero varia dal 33% (prova 1) al 19% (prova 9) del peso da sollevare, rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge (cioè la corda viene passata direttamente nei moschettoni), e di utilizzo di tre pulegge, rispetto al 12,5% teorico (caso n. 10 della stessa tabella).

- La quantità di corda da recuperare ovviamente non varia rispetto al caso teorico: è otto volte maggiore di quanto viene sollevata la massa.

- Lo sforzo sulla sosta varia dal 67% (prova 1) all'83% (prova 9), del peso della massa, rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge e di utilizzo di tre pulegge: il valore sulla sosta ha cioè un andamento opposto rispetto alla forza praticata dal soccorritore. Infatti, la forza sulla sosta e la forza traente del soccorritore hanno lo stesso verso, pertanto, per il bilancio delle forze, al diminuire della forza di trazione da parte del soccorritore ottenuta mediante l'introduzione delle pulegge, aumenta la porzione di peso che si scarica sulla sosta.

- In caso di inserimento di una puleggia in corrispondenza del moschettone A (puleggia PA) il sistema non funziona, qualsiasi sia la configurazione delle altre pulegge (cfr. paragrafo precedente).

- Il posizionamento di una puleggia in corrispondenza del moschettone C (puleggia PC), senza l'applicazione contemporanea di una puleggia in corrispondenza del moschettone B, può indurre una rotazione dell'anello di corda che costituisce il sistema di recupero, quando la puleggia PC sia sufficientemente dinamica (cfr. paragrafo precedente e prove 3, 4, 6). In tal caso il recupero diventa molto difficoltoso se non addirittura impossibile. Tali configurazioni sono pertanto da evitare.

- Nelle prove effettuate abbiamo rilevato un comportamento regolare del sistema di recupero se oltre all'utilizzo di una puleggia in corrispondenza del moschettone C (puleggia PC), viene inserita un'altra puleggia anche in corrispondenza del moschettone B (puleggia PB). Per sicurezza, se si dispone di due pulegge diverse, è consigliabile prudenzialmente utilizzare la più dinamica in corrispondenza del moschettone B (puleggia PB; cfr. para-

grafo precedente). Nelle prove effettuate alla Torre abbiamo fatto l'inverso, abbiamo cioè posizionato la più dinamica in corrispondenza del moschettone C (puleggia PC), per verificare che il sistema funzioni ugualmente (cfr. prove 7 e 9 della Tabella 1).

- Disponendo di **una sola puleggia** vi sono due possibilità di inserimento che assicurano il funzionamento del sistema: o in corrispondenza del moschettone B (moschettone centrale, puleggia PB - cfr. prova 2) oppure in corrispondenza del moschettone D (moschettone connesso al "Machard", puleggia PD - cfr. prova 5). Le due soluzioni sono in sostanza equivalenti, essendo la differenza di sforzo per il soccorritore veramente minima. In corrispondenza del moschettone B si ha maggiore scorrimento di corda con carico minore, mentre in corrispondenza del moschettone D, viceversa, si ha minore scorrimento di corda con carico maggiore (cfr. Scheda tecnica 8): i due elementi si compensano determinando una diminuzione degli attriti quasi equivalente. Dal punto di vista della facilità d'esecuzione della manovra è consigliabile, a nostro avviso, l'inserimento della puleggia nel moschettone D in quanto durante la fase iniziale del recupero è necessario comporre un'asola di bloccaggio sul ramo di corda che fuoriesce dal moschettone B, operazione meno agevole se vi è anche la presenza di una puleggia (cfr. Paragrafo 4.2).

- Disponendo di **due pulegge** vi sono due possibilità di inserimento che assicurano il funzionamento del sistema: in corrispondenza dei moschettoni B e C (cfr. prova 7 Tabella 1) oppure in corrispondenza dei moschettoni B e D (cfr. prova 8 Tabella 1). Le due soluzioni sono in pratica equivalenti, essendo la differenza di sforzo per il soccorritore veramente minima. Anche in questo caso si può dire che le componenti di attrito dovute al carico ed allo scorrimento della corda si compensano. Personalmente diamo la preferenza alla seconda alternativa (pulegge nei moschettoni B e D) in modo da prendere l'abitudine di evitare l'inserimento di pulegge nel moschettone C, particolarmente "critico", per ridurre la probabilità di commettere errori.

- L'unica possibilità di inserimento di **tre pulegge** è in corrispondenza dei moschettoni B, C, D (cfr. prova 9 Tabella 1).

- La somma delle forze sulla sosta e praticata dal soccorritore risulta variabile dal 104% al 101% rispetto al peso del compagno da recuperare: lo scostamento rispetto al 100% teorico risulta d'entità limitata e dipende soprattutto dal fatto che le forze nel caso reale non sono parallele (come già visto negli articoli precedenti).

- Già dallo scorso articolo (cfr. I31) abbiamo introdotto un parametro chiamato coefficiente d'attrito, che è un indice dello scostamento rispetto al caso teorico (nel quale s'ipotizza assenza di attriti). Esso dà un'indicazione complessiva dell'entità degli attriti presenti, indicando "quanta forza in più" deve praticare il soccorritore per vincere gli attriti del sistema, rispetto al caso teorico:

Coeff. d'Attrito (CA) = Forza di recupero misurata / Forza di recupero nel caso teorico

Nelle prove effettuate il suo valore varia da 2,65 nella prova 1, dove non sono state utilizzate pulegge, a 1,5 nella prova 9, con utilizzo di tre pulegge. Significa in altre parole che nella prova 1 lo sforzo per il soccorritore è circa due volte e mezza rispetto al caso teorico (25,5 kg contro 9,6), mentre nella prova 9 risulta circa una volta e mezza maggiore rispetto al caso teorico (14,5 kg contro 9,6). Rispetto al sistema di recupero "mezzo Poldo" abbiamo valori di coefficiente d'attrito sicuramente più elevati: significa che l'attrito totale del sistema è maggiore, com'era facilmente prevedibile, dato il numero maggiore di elementi ciascuno dei quali introduce attrito.

- Possiamo ipotizzare che quando svolgeremo le prove in ambiente, a parità di configurazione di moschettoni e pulegge, registreremo un aumento del coefficiente d'attrito poiché agli attriti presenti in Torre (es. sfregamento della corda nei moschettoni e nelle pulegge, attrito di scorrimento della massa, sfregamento dei vari tratti di corda tra loro, etc.) si aggiungeranno quelli dovuti allo scorrimento della corda contro spigoli e pareti rocciose. Si deve però considerare che l'entità dell'attrito dipende anche dal tipo di corda e dal tipo di moschettoni che vengono utilizzati.

4. CONSIDERAZIONI FINALI

4.1 CONSIDERAZIONI SULLE PULEGGE

Le considerazioni sulle pulegge svolte per il "mezzo Poldo" nel numero precedente di "Le Alpi Venete" rimangono valide anche per il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" (cfr. I31).

Una foto delle pulegge utilizzate è stata pubblicata su I21, pagina 232.

4.2 CONFRONTO TRA I DUE "NUOVI" SISTEMI DI RECUPERO

Per semplificare il confronto tra i due "nuovi" sistemi di recupero è conveniente operare alcune scelte. Innanzitutto non verrà considerato il caso d'utilizzo di tre pulegge in quanto:

- è applicabile solo al caso del "mezzo Poldo con spezzone ausiliario";

- nel caso di cordata singola (massimo due soccorritori) è molto improbabile che se ne possa disporre;

- nel caso siano presenti più cordate, (e quindi più soccorritori concorrano all'esecuzione della manovra), il loro utilizzo è in pratica ininfluenza;

- riduce solo lievemente lo sforzo per il soccorritore rispetto all'utilizzo di due pulegge (cfr. prove 8 e 9 Tabella 1).

Inoltre il confronto verrà svolto utilizzando pulegge di tipo 2. Con il "mezzo Poldo" si passa da 40 kg se non vengono utilizzate pulegge a 30 kg utilizzando una puleggia (PB=tipo 2), a 24 kg utilizzando due pulegge (PB=tipo 2, PC=tipo 2).

Con il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" si passa da 25,5 kg se non vengono utilizzate pulegge a 20,5 kg utilizzando una puleggia (PD=tipo 2), a 16,5 kg utilizzando due pulegge (PB=tipo 2, PD=tipo 2).

Il "mezzo Poldo" risulta alquanto faticoso se non vengono utilizzate pulegge, ma con l'utilizzo di una o due pulegge lo sforzo necessario viene ridotto in misura notevole.

Il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" risulta sempre molto dinamico anche se non si dispone di pulegge. L'inserimento di una o due pulegge riduce lo sforzo in misura meno marcata rispetto al "mezzo Poldo".

Il "mezzo Poldo" permette di mantenere "sufficientemente" contenuta la quantità di corda da recuperare che risulta, lo ricordiamo, quattro volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno.

Il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" ha come svantaggio la necessità di dover recuperare una notevole quantità di corda: ben otto volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno.

Con entrambi i sistemi, ma soprattutto con l'utilizzo dello spezzone ausiliario, è conveniente poter disporre l'autobloccante Machard che collega la corda di cordata al sistema di recupero, "abbastanza" distante dalla sosta, per evitare di dover spostare continuamente l'autobloccante stesso durante l'esecuzione del recupero, con conseguente dilatazione dei tempi e aumento della fatica; questo risulta utile anche per evitare difficoltà nell'utilizzo dell'autobloccante di sicurezza, predisposto mediante l'inserimento della corda di cordata all'interno di una piastrina d'assicurazione opportunamente predisposta (es. GI-GI) già descritta nel paragrafo 2 (cfr. Fig. 2). Abbastanza distante significa almeno un paio di metri; anche oltre, se possibile, nel "mezzo Poldo con spezzone ausiliario".

Con entrambi i sistemi per approntare l'autobloccante di sicurezza mediante la piastrina di assicurazione è necessario bloccare provvisoriamente l'anello di corda del sistema di recupero mediante un'asola di bloccaggio. L'esecuzione di questa manovra è leggermente ostacolata (ma non impossibilitata) dalla presenza di una puleggia in corrispondenza del moschettone B.

4.3 CONFRONTO TRA I "NUOVI" ED I VECCHI SISTEMI DI RECUPERO

Da quanto emerso nelle prove riteniamo che il "mezzo Poldo" ed il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario", oltre ad una maggior facilità d'esecuzione ed al gran vantaggio in termini di sicurezza esposto nel Paragrafo 2, abbiano fornito anche risultati migliori in termini di sforzo per il soccorritore rispetto ai "vecchi sistemi di recupero", e siano pertanto da preferire.

Nella Tabella 2 e nel grafico relativo (fig. 4) si può osservare quanto segue:

- Il "mezzo Poldo" senza pulegge richiede uno sforzo per il soccorritore quasi equivalente a quello della "carrucola doppia" con l'utilizzo di due pulegge;
- Il "mezzo Poldo" e la "carrucola doppia con spezzone ausiliario", con una puleggia richiedono sforzi molto simili; utilizzando due pulegge risulta più dinamico il "mezzo Poldo";
- Il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" senza pulegge richiede una forza per il soccorritore circa analoga a quella del "mezzo Poldo" con due pulegge.

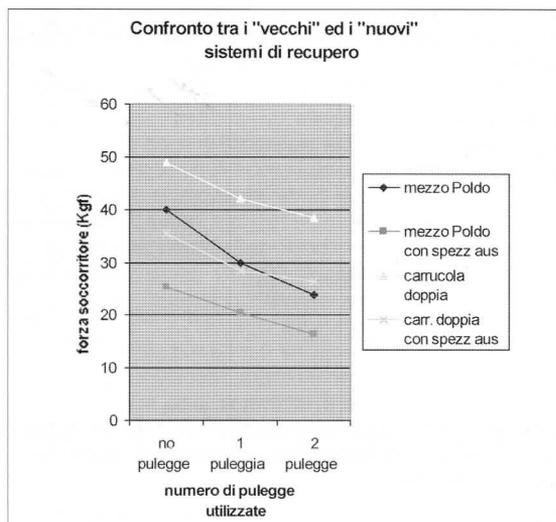


Figura 4: Grafico della forza richiesta al soccorritore nei vari sistemi di recupero esaminati

5. CONCLUSIONI

Le prove effettuate chiariscono alcune importanti caratteristiche dei sistemi di recupero e forniscono utili indicazioni sul corretto impiego delle pulegge e sul sistema più idoneo da utilizzare in base alla situazione che si presenta, con l'obiettivo di aumentare i margini sicurezza ed evitare errori che renderebbero difficoltosa o pericolosa l'esecuzione della manovra.

Ricordiamo che innanzitutto il soccorritore dovrà valutare attentamente la situazione e prendere tutte le precauzioni indispensabili per compiere la manovra in assoluta sicurezza sia per se stesso che per l'infortunato: ad esempio curerà con la massima attenzione la propria autoassicurazione, valuterà attentamente la presenza di eventuali pericoli soggettivi ed oggettivi, si accerterà delle condizioni dell'infortunato, valuterà il tipo di manovra più adatta alla situazione ed il modo migliore per portarla a termine. Il soccorritore deve naturalmente conoscere alla perfezione l'esecuzione della manovra per averla provata ripetutamente e deve saperla effettuare con rapidità.

Dalle prove svolte emergono molti vantaggi nell'utilizzo dei "nuovi" sistemi di recupero rispetto ai "vecchi".

- Le considerazioni fondamentali che possono facilitare la manovra a nostro parere, possono essere così riassunte:
- 1) il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" richiede maggiore spazio a disposizione del soccorritore: l'autobloccante Machard eseguito sulla corda di cordata deve essere disposto più distante dalla sosta (minimo 2-3 metri), rispetto al "mezzo Poldo", per permettere l'utilizzo dell'autobloccante di sicurezza (piastrina di assicurazione);
 - 2) il "mezzo Poldo" può essere utilizzato anche quando lo spazio a disposizione del soccorritore per approntare la manovra è più ristretto;
 - 3) disporre in ogni caso l'autobloccante "Machard" più distante possibile, compatibilmente con le esigenze di ma-

MATERIALI E TECNICHE

TABELLA 2: CONFRONTO TRA I "NUOVI" ED I "VECCHI SISTEMI DI RECUPERO"

| Sistema di recupero | no pulegge | | 1 puleggia | | 2 pulegge | | Forza teorica kg _f | scorr.to corda |
|---|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------------------------|----------------|
| | forza kg _f | coef. attr. | forza kg _f | coef. attr. | forza kg _f | coef. attr. | | |
| Mezzo Poldo | 40 | 2,08 | 30 | 1,56 | 24 | 1,25 | P/4 = 19,25 | 4 H |
| Mezzo Poldo con spez. ausiliario | 25,5 | 2,65 | 20,5 | 2,13 | 16,5 | 1,7 | P/8 = 9,6 | 8 H |
| Car. doppia | 49 | 1,9 | 42 | 1,64 | 38,5 | 1,5 | P/3 = 25,67 | 3 H |
| Car. doppia con spez. ausiliario | 35,5 | 2,3 | 28,5 | 1,85 | 26,5 | 1,7 | P/5 = 15,4 | 5 H |

P=peso della massa da sollevare=77 kg_f; H=altezza di sollevamento della massa; Coefficiente d'attrito: cfr. Par. 3.3;
per le misure riguardanti la Carrucola doppia e la Carrucola doppia con spezzone ausiliario, si faccia riferimento rispettivamente a [1] e [2].

TABELLA 3: CONFIGURAZIONI COMPATIBILI PER IL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI RECUPERO

| Sistema utilizzato | una puleggia | due pulegge |
|---|-------------------------------------|--|
| Mezzo Poldo | in corrispondenza del moschettone B | in corrispondenza dei moschettoni B e C |
| Mezzo Poldo con spez. ausiliario | in corrispondenza del moschettone D | in corrispondenza dei moschettoni B e D oppure B e C |

nualità, rende la manovra più veloce per entrambi i sistemi (cfr. Paragrafo 3.1 e 4.2);

4) il "mezzo Poldo" richiede maggiore forza da parte del soccorritore ma permette di compiere la manovra più rapidamente: a parità di innalzamento dell'infortunato necessita il recupero di una quantità di corda che è metà rispetto a quanto richiesto dal "mezzo Poldo con spezzone ausiliario";

5) si consiglia di valutare lo sforzo considerando anche il numero di pulegge di cui si dispone (cfr. Tabella 2) ed il numero di soccorritori;

6) indicazioni utili nella disposizione delle pulegge:

- non bisogna mai introdurre pulegge in corrispondenza del moschettone A, altrimenti il sistema non funziona;
- non bisogna introdurre una puleggia singola in corrispondenza del moschettone C (se la s'introduce è consigliabile utilizzarne una seconda in corrispondenza del moschettone B), altrimenti il sistema può non funzionare;
- altre indicazioni: si faccia riferimento alla Tabella 3. Configurazioni diverse possono rendere il sistema non funzionante.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano quanti hanno contribuito all'esecuzione delle prove e al miglioramento dell'articolo con utili suggerimenti: l'ing. Carlo Zanantoni (Commissione Centrale Materiali e Tecniche e Rappresentante del CAI presso l'UIAA); Giuliano Bressan (Presidente Commissione Centrale Materiali e Tecniche); Adriano Lamacchia (Commissione VFG Materiali e Tecniche); Sandro Bavarese (CAI Padova).

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata - 1a Parte", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Primavera-Estate 2003
- [2] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata - 2a Parte", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Autunno-Inverno 2003
- [3] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata - 3a Parte", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Primavera-Estate 2004
- [4] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Roccia", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - edizione 1994
- [5] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Ghiaccio", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - 1ª edizione 1995

NOTE

Quando nel testo vengono usati i termini "peso" o "forza", come unità di misura s'intende venga utilizzato sempre il Chilogrammo forza (kg_f) anche quando per semplicità si scrive Chilogrammi (kg).

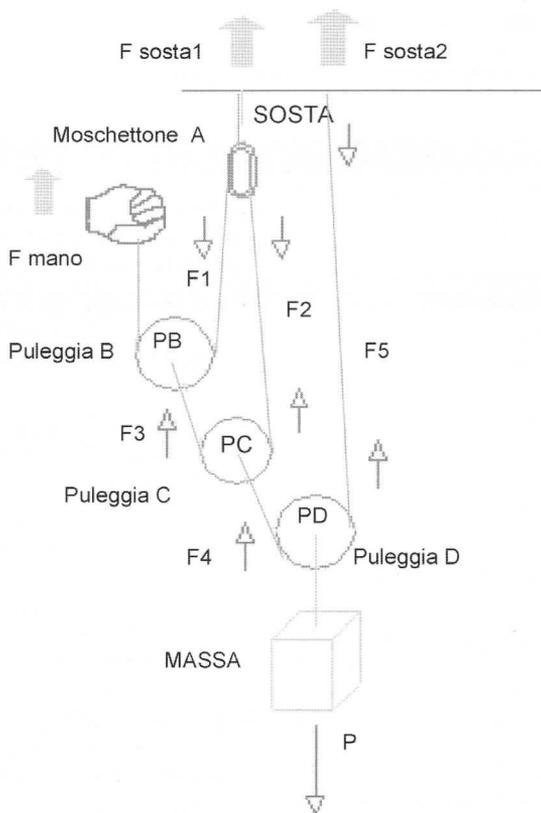


Figura 3: disegno schematico "Mezzo Poldo con spezzone ausiliario" (disegno S. Caravelli, A. Carboni);

Calcolo teorico delle forze nel "mezzo Poldo con spezzone ausiliario"

con le ipotesi di attriti nelle pulegge trascurabili e forze parallele.

Per il funzionamento del sistema è necessario che in posizione A sia presente un moschettone in quanto è necessaria la presenza di attrito (cfr. Par. 3.2).

Moschettone A:

$$1) F_{sosta1} = F_1 + F_2$$

Puleggia B:

$$2) F_{mano} + F_1 = F_3$$

$$3) F_{mano} = F_1$$

Puleggia C:

$$4) F_3 + F_2 = F_4$$

$$5) F_3 = F_2$$

Puleggia D:

$$6) F_4 + F_5 = P$$

$$7) F_4 = F_5$$

$$8) F_{sosta2} = F_5$$

Sistema di carrucole:

$$9) F_{sosta1} + F_{sosta2} + F_{mano} = P$$

$$10) F_{sosta1} + F_{sosta2} = F_{sosta}$$

Tenendo conto delle relazioni da 1 a 10 risolvendo si ottiene:

$$F_{mano} = F_1 = P / 8$$

$$F_2 = F_3 = P / 4$$

$$F_4 = F_5 = P / 2$$

$$F_{sosta1} = P / 8 + P / 4$$

$$F_{sosta2} = P / 2$$

$$F_{sosta} = P 7 / 8$$

Pertanto, nelle ipotesi indicate si ottiene che lo sforzo della mano (sforzo di recupero) è 1/8 del peso da recuperare.

Per valutare lo scorrimento della corda, cioè quanto si recupera con la mano e quanto si solleva il carico P, basta fare una semplice considerazione "energetica": il lavoro fatto dalla mano è dato dallo sforzo di recupero moltiplicato per lo spostamento della mano, cioè la quantità di corda recuperata. Tale lavoro deve essere uguale al lavoro fatto dal carico P recuperato che è dato da carico P per il suo sollevamento:

In pratica:

$$F_{mano} \times \text{Scorrimento Corda} = P \times \text{Sollevamento}$$

Sostituendo a F_{mano} il suo valore $P/8$ si ottiene:

$$P/8 \times \text{Scorrimento Corda} = P \times \text{Sollevamento}$$

da cui si ricava:

$$\text{Sollevamento} = \text{Scorrimento Corda} / 8$$

Per cui per sollevare di un metro il carico è necessario recuperare 8 metri di corda.

MATERIALE UTILIZZATO

- Corda usurata diametro mm 11
- Puleggia tipo 1 (leggera, apribile, Petzl modello "P02" rotella plastica)
- Puleggia tipo 2 (fissa, Petzl modello "Fixe P05" rotella alluminio)
- Puleggia tipo 3 (molto leggera, Petzl modello "ultraleggera P00" rotella plastica)

Condizione di prova: valori misurati con velocità di recupero uniforme (scorrimento continuo della corda)

TABELLA 1: MEZZO POLDO CON SPEZZIONE AUSILIARIO Massa: peso di 77 Kg_f indicato con "P"

| tipo di prova | Forza sulla sosta (Kg _f) | Forza soccorritore (Kg _f) | Valori percentuali delle forze rispetto al peso della massa (F); coefficiente d'attrito; note |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1. Senza utilizzo di pulegge la corda passa direttamente nei moschettoni (P _A =NO, P _B =NO, P _C =NO, P _D =NO) | 53,5 | 25,5 | sosta: 67% di P; soccorritore: 33% di P; somma forze: 103% coefficiente d'attrito = 2,65 |
| 2. Utilizzo di una puleggia di tipo 1 su moschettone centrale (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =NO, P _D =NO) | 56 | 22 | sosta: 73% di P; soccorritore: 29% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 2,29 |
| 3. 4. Utilizzo di una puleggia tipo 1 e 2 su moschettone connesso a spezzione: (P _A =NO, P _B =NO, P _C =tipo 1, P _D =NO) | 56 | 22 | sosta: 73% di P; soccorritore: 29% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 2,29 |
| (P _A =NO, P _B =NO, P _C =tipo 2, P _D =NO) attenzione: riducendo l'attrito solo P _C il sistema può non funzionare | — | — | il sistema non funziona scorrimento dell'anello di corda |
| 5. Utilizzo di una puleggia di tipo 1 su moschettone connesso a "Machard" (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =NO) | 58,5 | 21 | sosta: 77% di P; soccorritore: 27% di P; somma forze: 104% coefficiente d'attrito = 2,19 |
| 6. Utilizzo di due pulegge di tipo 2 su moschettone connesso a spezzione e moschettone connesso a "Machard" (P _A =NO, P _B =NO, P _C =tipo 2, P _D =tipo 2) | — | — | il sistema non funziona scorrimento dell'anello di corda |
| 7. Utilizzo di due pulegge di tipo 1 su moschettone centrale, tipo 2 su moschettone connesso a spezzione (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =tipo 2, P _D =NO) | 60 | 18 | sosta: 78% di P; soccorritore: 23% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 1,9 |
| 8. Utilizzo di due pulegge di tipo 1 su moschettone centrale, di tipo 2 su moschettone connesso a "Machard" (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =NO, P _D =tipo 2) | 62 | 17 | sosta: 78% di P; soccorritore: 23% di P; somma forze: 103% coefficiente d'attrito = 1,8 |
| 9. Utilizzo di tre pulegge di tipo 1 su moschettone centrale, di tipo 2 su connesso a spezzione, di tipo 2 su moschettone connesso a "Machard" (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =tipo 2, P _D =tipo 2) | 64 | 14,5 | sosta: 83% di P; soccorritore: 19% di P; somma forze: 102% coefficiente d'attrito = 1,5 |
| 10. Valori teorici (ipotesi di assenza di attriti e forze parallele) | 67,4 | 9,6 | sosta: 87,5% di P; soccorritore: 12,5% di P; somma forze: 100% coefficiente d'attrito = 1 |