PROBLEMATICHE TECNICHE

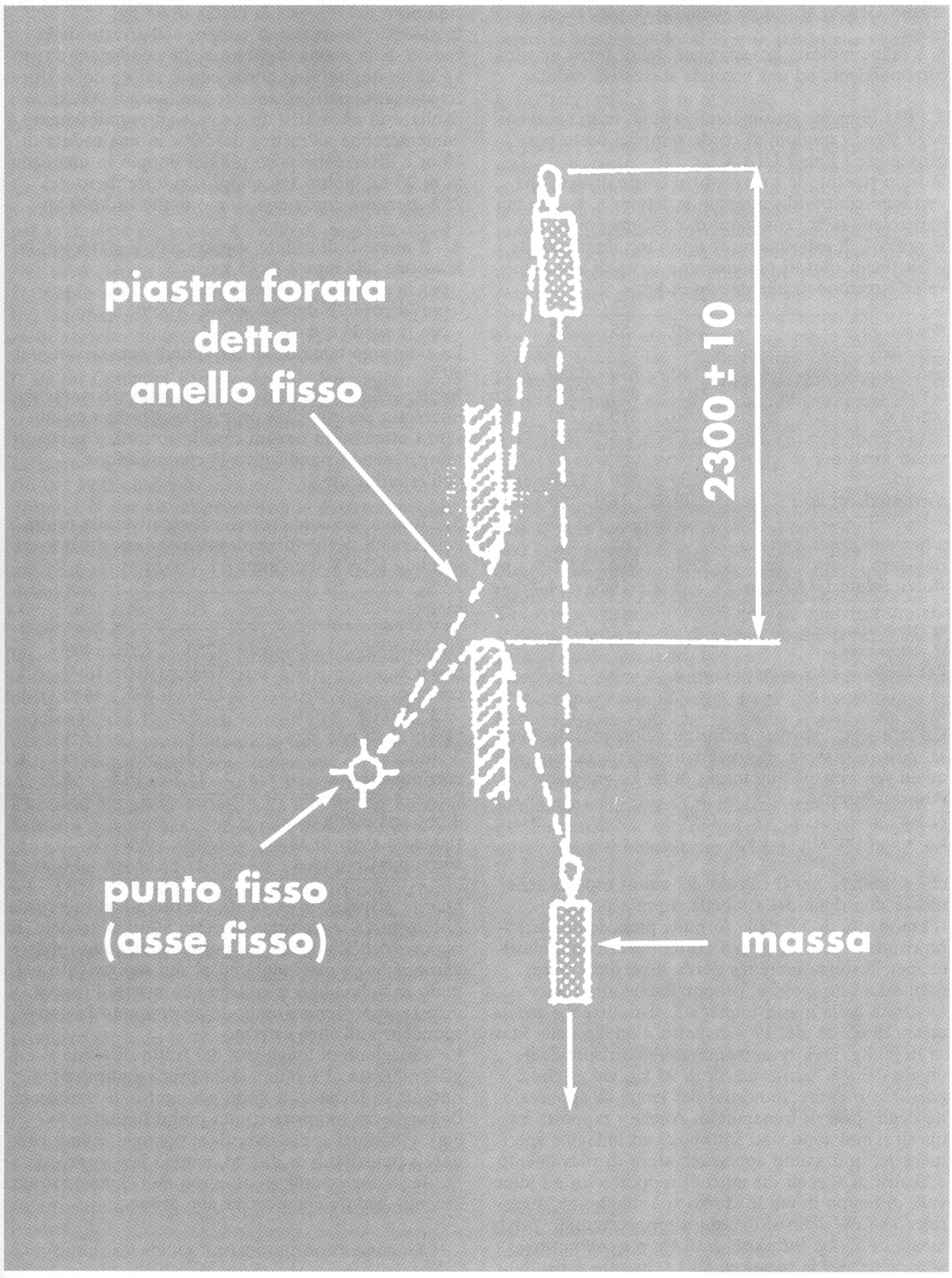
Lorenzo Contri
Commissione Interregionale Materiali e Tecniche

Proseguiamo la serie di articoli (v. L.A.V. primavera-estate 1988 e seguenti) che trattano in modo specifico il corretto impiego dei materiali per l'arrampicata prendendo in considerazione, in questo numero, alcune problematiche che spesso emergono da discussioni tecniche o che vengono poste, durante le lezioni teoriche e pratiche, nei corsi di alpinismo.
La prima problematica riguarda la variazione dello sforzo di arresto massimo, subito da un arrampicatore in caso di volo, al variare della massa (peso) dell'arrampicatore stesso.
La seconda si propone, esponendo le differenze esistenti fra le varie norme ed i corrispettivi Label (UIAA, EN, DIN, ecc.), sui materiali, di rendere chiara la situazione attualmente esistente nel mercato.

EFFETTI DI CADUTE TRATTENUTE DA CORDE PER ALPINISMO, SU ALPINISTI DI VARIO PESO

1. - È ormai ben noto che la scelta di una corda da arrampicata non avviene oggi in base allo sforzo massimo che essa può sopportare in una operazione di incremento graduale del carico; consapevolmente, o affidandosi al controllo assicurato del marchio UIAA, l'alpinista chiede anzitutto che la deformabilità della corda sia tale da assicurargli condizioni di sopravvivenza nel caso di brusco arresto di una caduta nel vuoto; tale deformabilità non deve compromettere d'altra parte la possibilità di svolgimento delle usuali manovre. Ulteriore elemento di scelta è il numero di cadute che la corda può trattenere.
Le condizioni peggiori per il brusco arresto si verificano quando la caduta del primo di cordata avviene, nel vuoto, dalla posizione corrispondente alla distensione della corda in verticale sopra al punto di ancoraggio, ancoraggio che può anche derivare dall'inceppamento di un dispositivo frenante o dal bloccaggio della corda in una fessura o su di uno spuntone. Si ricorda che è ininfluente la lunghezza della corda in gioco purché non sia così corta da far intervenire, in modo sensibile, i processi di assorbimento di energia relativi al serraggio dei nodi, all'attrito della cintura da arrampicata sul corpo e alla deformazione del corpo stesso dell'alpinista. Si deve infatti allora ritenere che tutta l'energia cinetica acquistata dal corpo in caduta venga assorbita nella deformazione della corda.
Le prove di sollecitazione dinamica, prossime alla suddetta condizione, standardizzate dall'UIAA, prevedono l'impiego di una massa di 80 kg e il contenimento del relativo sforzo di arresto in 1200 kp (kp peso), corrispondente all'assoggettamento del corpo ad una accelerazione di 15 g, cioè alla moltiplicazione per 15 del suo peso; inoltre il numero delle cadute trattenute prima della rottura, nell'apparecchio di prova, non deve essere inferiore a 5. Il dispositivo sperimentale colloca il punto fisso dopo un breve tratto di rinvio, di poco meno di 30 cm, su di una lama con smusso semicilindrico del diametro di 10 mm; il collegamento alla massa è effettuato con un nodo di bolina; la caduta ha inizio 2,30 m sopra al bordo della lama suddetta (cfr. fig. 1).

2. - La scelta del valore di 80 kg per la massa del corpo umano, comune nelle verifiche strutturali dell'ingegneria civile, ci induce a porre qualche domanda, circa le corrispondenti sollecitazioni dinamiche applicate a corpi di massa diversa, e inoltre circa le variazioni del numero di cadute sopportabili e le condizioni di sollecitazione nelle cadute successive alla prima.
Tali risposte certamente possedute dai primi sperimentatori, non sono reperibili, almeno nelle pubblicazioni di divulgazione della tecnica di arrampicata.
Si riportano anzitutto i risultati degli esperimenti svolti nel Laboratorio dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni dell'Università degli Studi di Padova, a mezzo dell'apparecchiatura, del tipo normalizzato dall'UIAA per le prove dinamiche sopra descritte, fornita dalla Commissione Centrale Materiali e Tecniche del Club Alpino Italiano.
Si sono scelti a tale scopo altri due valori di riferimento della massa da considerare prossimi ai limiti pratici del suo campo di variazione, sfruttando la massa di 55 kg, già disponibile in laboratorio perché prevista dalle norme UIAA per le prove sulle mezze corde, e disponendo all'altro estremo una massa di 95 kg.
Ai risultati sperimentali così ottenuti si è ancorata una formula empirica che permette l'estensione dei risultati delle prove eseguite sulle corde secondo le


piastra forata
detta
anello fisso
2300 ± 10
punto fisso
(asse fisso)
massa

norme UIAA, al campo suddetto di variazione delle masse.
Si è infine indicata la variazione dello sforzo massimo corrispondente ad una seconda successiva caduta.

3. - Per le prove sperimentali si sono usati spezzoni degli stessi campioni di corde semplici usate per conseguire i Label UIAA.
Si sono ripetute le prove su tre corde diverse che verranno contraddistinte con le lettere a, b, c, e in particolare su tre campioni di ciascuna corda; per semplicità di esposizione si riportano direttamente i valori medi rilevati per ciascuna terna di spezzoni, valori arrotondati alle decine di kp:

masse	80	55	95	kg
corda a	1140	830	1250	kp
corda b	1100	820	1250	kp
corda c	1050	810	1240	kp
valori medi per le 3 corde:	1100	820	1250	kp
corripondenti a:	13,7	14,9	13,1	g
e per una corda con rigidezza corrisp. allo sforzo limite UIAA:	1200	910	1370	kp
	15	16,5	14,4	g

kg chilogrammi massa
kp chilogrammi peso
g accelerazione gravitazionale

Gli sforzi, s_m, corrispondenti ai valori m della massa, possono essere approssimativamente ricavati da quelli s_{80}, relativi alla massa di 80 kg, mediante l'espressione:

$$s_m = s_{80} \, (m/80)^{3/4}$$

che si utilizza per il calcolo dei valori esposti nelle ultime due righe della tabella sopra esposta.
L'esponente di 3/4 della formula precedente, sarebbe risultato di 1/2 per una corda linearmente elastica; per la stessa ipotetica corda il periodo delle oscillazioni armoniche, proporzionale alla radice quadrata della massa impiegata, si ridurrebbe per la massa di 55 kg, del 17% rispetto a quello della massa di 80 kg, mentre aumenterebbe corrispondentemente del 9% per la massa di 95 kg, valori che è possibile ritenere, indicativi dei tempi di applicazione degli spazi di frenamento. Anche i rapporti fra questi tempi sono stati sottoposti ad indagine sperimentale, utilizzando apparecchiature di rilevamento e analisi di segnali dinamici. Il rapporto fra gli intervalli di tempo in cui lo sforzo si è mantenuto superiore al 75% dello sforzo massimo, è risultato per la massa di 55 kg, inferiore del 14% a quello corrispondente per la massa di 80 kg, mentre è risultato superiore del 9% per la massa di 95 kg.
Il suddetto intervallo di tempo, nell'arresto della caduta della massa di 80 kg, nelle condizioni di prova illustrate, per una corda con il valore dello sforzo massimo, particolarmente limitato, di 900 kp, è risultato di circa 1/10 di secondo. Presumibilmente aumenterebbe all'incirca del 50% in una caduta di 10 m e diverrebbe poco più del doppio in una caduta di 20 m; inoltre tali tempi si ridurrebbero del 25% per una corda con sforzo limite di 1200 kp.

4. - Il numero di cadute sopportabili si è ridotto, in relazione alla massa di 95 kg:
- per la corda a da 8÷9 a 4÷5,
- per la corda b da 5÷6 a 3÷4,
- per la corda c da 7 a 3÷4.

La riduzione temibile si può quindi considerare del 50%.
Impiegando la massa di 55 kg, la prova è stata interrotta per tutte le corde all'undicesima caduta senza ottenere in nessun caso la rottura, e pertanto non ritenendo significativa la continuazione dell'esperimento.

5. - In una seconda caduta, consecutiva alla prima, i valori medi degli sforzi rilevati nel dispositivo sperimentale UIAA sono stati:

masse	80	55	95	kg
corda a	1250	920	1490	kp
corda b	1290	910	1490	kp
corda c	1250	895	1480	kp
valori medi per le 3 corde:	1260	910	1490	kp
corripondenti a:	15,7	16,5	15,7	g
e per una corda con rigidezza corrisp. allo sforzo limite UIAA:	1370	990	1625	kp
	17,1	18	17,1	g

Queste prove sono in realtà riferite a tratti di corda di lunghezza maggiorata rispetto a quella iniziale, in ragione dell'allungamento permanente subito dalla corda nella prima caduta ed al suo scorrimento nel nodo di bolina che la collega alla massa di prova, mentre può ritenersi nullo lo scorrimento in corrispondenza all'altro estremo.
La variazione di lunghezza del tratto di corda si era già realizzata al termine della prima caduta, e durante la seconda, a nodo già stretto, la variazione di lunghezza ulteriore risulta molto limitata (4÷7 cm). Gli sforzi sopra indicati si possono quindi ritenere valutazioni per difetto, ma già ben approssimate, degli sforzi applicati al corpo dell'alpinista in una seconda caduta consecutiva alla prima.