

Capitolo 3

La Commissione Materiali e Tecniche e la sua evoluzione

- La nascita della Commissione Materiali e Tecniche (CMT)
- Il Mezzo Barcaiolo (MB)
- Le Commissioni UIAA dei primi tempi
- Le mezze corde
- La norma UIAA sui chiodi da roccia
- La norma UIAA sulle piccozze
- Il ruolo dell'ambiente triveneto nelle attività della CMT - Il primo Doderò italiano e la Torre di Padova
- L'assorbimento delle norme UIAA nelle norme europee EN
- Energia assorbita dal corpo umano all'arresto di una caduta
- L'assorbimento delle norme UIAA nelle norme europee EN
- Prove di confronto fra assicurazione col MB alla parete e in vita (1995 - 2003)
- Imbracature basse e combinate
- Il Congresso di Torino, 2002
- La misura delle prestazioni di una corda - Il numero di cadute su spigolo rotondo che simula il moschettone: l'apparecchio Doderò
- Effetti dell'umidità sulla resistenza delle corde
- Viti da ghiaccio. Analisi sperimentale delle prestazioni
- Lo studio sui freni
- Cresce l'uso della matematica per la descrizione e la comprensione dei fatti fisici
- I modelli "catena di sicurezza" e "soste"
- Gli studi teorico-sperimentali a supporto dell'UIAA per la formulazione di Norme sulle attrezzature usate durante l'autosoccorso in valanga (pale e sonde)

- Attività recenti del CSMT

Carlo Zanantoni

LA NASCITA DELLA COMMISSIONE MATERIALI E TECNICHE (CMT)

Nel 1968 la Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo costituì un Centro Studi, al cui coordinamento furono nominati Mario Bisaccia, Franco Chierago, Pino Dionisi, Pietro Gilardoni, Fabio Masciadri e Carlo Ramella, con l'incarico di iniziare prove sui materiali alpinistici e sulle tecniche di assicurazione. Per questo scopo si attrezzò una parete nella palestra di roccia di Campo dei Fiori (Varese).



Mario Bisaccia al Campo dei Fiori (foto Archivio Bisaccia).

In seguito, il Consiglio Centrale del CAI, valutato il notevole riscontro pratico delle prove e tenuto conto dell'importanza delle ricerche effettuate e dei risultati ottenuti, istituì nel 1970 un nuovo Organo Tecnico Centrale denominato "Commissione Materiali e Tecniche", di cui fecero parte gli stessi istruttori del Centro Studi, con Presidente Bisaccia, che fu delegato alla Commissione di Sicurezza della UIAA. La nuova Commissione avviò sperimentazioni sulla resistenza dei materiali, sulle tecniche di assicurazione e sull'uso dei nodi durante la progressione della cordata. Durante le prove effettuate a Campo dei Fiori, si costatarono i grandi vantaggi offerti dal nodo "mezzo barcaiolo", che funzionava da freno in caso di caduta del compagno di cordata.

¹ Il termine inglese per un mezzo nodo è "hitch". Italian Hitch = "a half of the knot which is used by the sailors to secure a boat to a bollard in a harbour". Le espressioni francesi e tedesca per il BM sono Demi Capestan e Halbmastwurf (HMW). Chi comprende il Tedesco vede che l'espressione si riferisce al gettare una cima da una barca sulla bitta del molo. Halb vuol dire mezzo.



Campo dei Fiori. La putrella installata nel 1968 (foto Archivio Bisaccia).

IL MEZZO BARCAIOLO (MB)¹

Questo "mezzo nodo", nacque verso la fine degli anni '60 da una collaborazione tra Franco Garda, guida di Courmayeur, Pietro Gilardoni e Mario Bisaccia, promotore di un centro studi italiano ispirato alla ENSA di Chamonix e ideatore della CMT.



Pietro Gilardoni (foto Archivio Bisaccia).

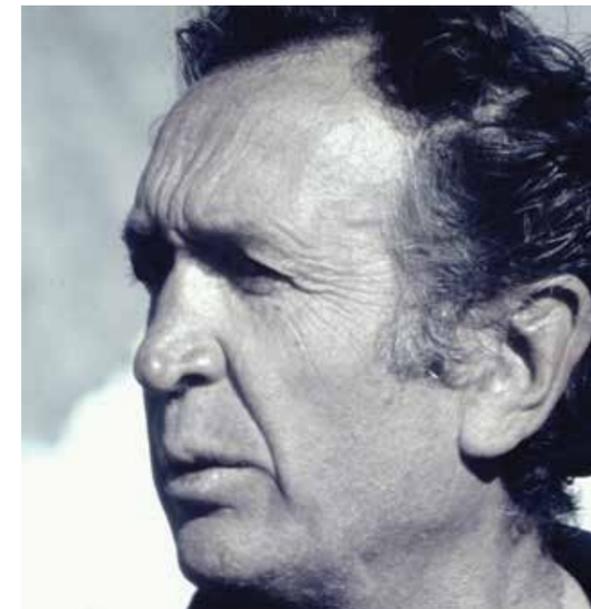
Garda aveva usato questo mezzo nodo come freno per discese durante il soccorso. Bisaccia e Gilardoni ne promossero l'uso e ne diffusero dimostrazioni, con la collaborazione di Adriano Castiglioni. Alla palestra di Campo dei Fiori di Varese si effettuarono innumerevoli prove di arresto di caduta di uno pneumatico zavorrato con fili di acciaio. Forse chi legge non si rende pienamente conto di quanto sia difficile trovare un posto per realizzare una caduta veramente libera e verticale, in cui oscillazioni della massa e urti contro la roccia non dissipino energia. Solo così si può spiegare che per anni non si sia visto che tale caduta non avrebbe potuto essere tenuta senza scorrimento, e con guanti per non bruciarsi le mani. Andrea Bafille lo aveva visto con chiarezza. Si era informato delle prove che nel 1972 Carlo Zanantoni, col supporto del Comandante Carlo Valentino e del noto

terzetto di istruttori delle fiamme Gialle di Predazzo Piero De Lazzer, Emilio Marmolada e Dino Fontanive, stava preparando nell'alta Val di Fiemme. Si presentò inaspettato, mentre i suddetti stavano costatando la difficoltà di tenere senza guanti cadute libere anche di modesta altezza; entusiasta di trovare conferme ai suoi calcoli, espose i risultati delle sue previsioni per cadute veramente libere.

Nel frattempo, si stava preparando l'importante riunione della UIAA che, come si è detto, si svolse ad Andermatt nel 1973. Castiglioni ricorda che al Ponte del Diavolo, Gilardoni stupì gli astanti arrestando a mani nude la caduta nel vuoto di una massa di acciaio. Ancora non si era diffusa la convinzione che senza attrito da qualche parte la cosa non sarebbe stata possibile; sugli attriti in quel caso non si hanno informazioni, ma non ci sono dubbi che abbiano avuto un ruolo nella tenuta.

Solo nel 1979, all'Assemblea UIAA di Venezia-Padova, si diede dimostrazione dell'arresto di una caduta veramente libera di 30 m, con grossi guanti e lungo scorrimento: questo avvenne a Rocca Pendice² (Colli Euganei), dove una parete verticale era stata attrezzata con un rinvio sporgente a metà parete e un punto di distacco sopra la parete. Il funzionamento del MB era chiarito.

La UIAA lo accettò l'anno successivo come "nodo UIAA", cosa di cui poco si è parlato perché in realtà i Britannici non lo hanno mai amato: troppo statico per la loro assicurazione in vita senza rinvio alla sosta. Restò il nome "Italian Hitch". Ancora diverso è il nome usato negli USA, ed è divertente ricordare perché. Nei primi anni '70



Franco Garda (foto Archivio Bisaccia).

si svolse a Plas y Brenin (Galles) una discussione sui freni. I Britannici sostennero che il MB rovina la corda e presentarono in proposito un film convincente solo per loro. La guida svizzera Werner Munter si presentò con un suo mastodontico freno, poi si convinse del MB. Andò negli USA e lo propose come una sua idea. Da qui il nome *Munter Hitch* usato oltre oceano.



Rocca Pendice - UIAA 1979. Da sinistra Georges Moisisis, Presidente greco UIAA Safety Commission, lo spagnolo Jorge Pons, l'austriaco Wolfgang Nairz, Bepi Grazian, Carlo Zanantoni, il Colonnello Carlo Valentino e ultimo a destra il tedesco Pit Schubert (foto Lorenzo Trento).

² La struttura fu installata con il coordinamento di G. Grazian da istruttori della Scuola F. Piovan di Padova, in collaborazione con la Commissione Materiali e Tecniche.



Rocca Pendice - UIAA '79 (foto Lorenzo Trento).

LE COMMISSIONI UIAA DEI PRIMI TEMPI

Conviene aprire una parentesi per ricordare come la UIAA funzionava a quei tempi.

La UIAA era stata fondata a Chamonix nel 1932. Nel 1951 il Prof. France F. Avčin propose la creazione di una Commission des Cordes con Presidente Maurice Doderò (nel 1959 venne ufficialmente approvato il suo apparecchio). Nei primi anni '70 c'erano due Commissioni: Sicurezza e Materiali. Presidente della Commissione Materiali era il Col. Baumgartner, severissimo Comandante della Gebirgskampfschule dell'Esercito Svizzero, con sede ad Andermatt. Presidente della Commissione Sicurezza era il prof. Jean Juge, fisico di Ginevra, che aveva compiuto molte ascensioni rilevanti nelle Alpi e in Himalaya (morì a 70 anni nel 1978 sul Cervino, dopo esser riuscito a completare il terzetto delle pareti Nord: Walker, Eiger, Cervino). Nel 1975 le due Commissioni si erano fuse col nome Commissione Sicurezza sotto la Presidenza di Baumgartner. La citata Assemblea di Andermatt 1973 si svolse sotto la presidenza Baumgartner. A quei tempi la discussione si svolgeva in tre lingue: Francese, Inglese e Tedesco. L'Italia era stata uno dei paesi fondatori della UIAA, ma la traduzione in Italiano non c'era. Baumgartner fu sempre accompa-

gnato dalla moglie, che gli faceva da segretaria e da traduttrice. La traduzione avveniva dopo ogni esposizione di qualche minuto; facile immaginare quali fossero i tempi. Così si continuò sotto la presidenza del greco Moissidis, dal 1977. Si passò all'uso del solo Inglese sotto la successiva presidenza (1980, Col. Martin Schori, anche lui Comandante della Scuola di Andermatt).

LE MEZZE CORDE

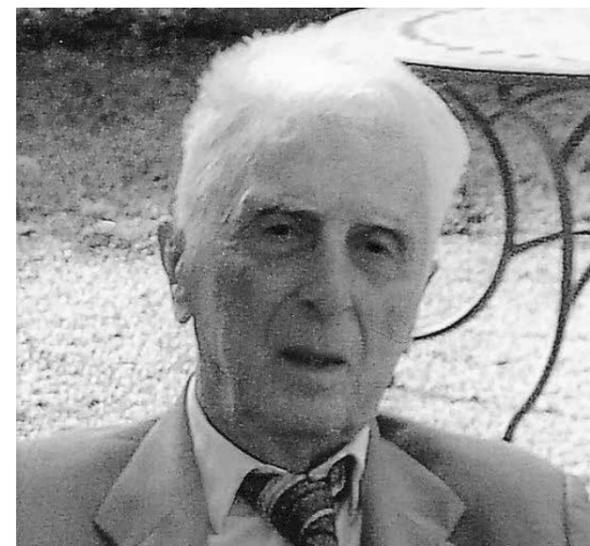
La prima proposta esplicita di introdurre le mezze corde fu fatta da Zanantoni nel 1968³; la prima discussione sull'uso delle corde "in doppio" risale⁴ però all'ingegnere sloveno France Avčin di Lubiana. Persona geniale, fece invenzioni in vari campi. Fu presidente della Associazione Alpinistica di Slovenia. La proposta di introdurre il concetto di mezza corda incontrò numerosi oppositori, soprattutto fra i costruttori di corde, ma anche in ambiente UIAA. Si pensi che (il numero minimo di cadute da sopportare al Doderò era 3) la UIAA richiedeva ai costruttori che volessero fregiarsi del suo "LABEL" di non dichiarare il numero (N) di cadute raggiunto, che di solito era già superiore a tre. La "malattia endemica" della UIAA, la spingeva a pensare che gli alpinisti avrebbero potuto sentirsi autorizzati a ritenere la corda sicura dopo N cadute col massimo dello sforzo di arresto. Per le mezze corde, definite come capaci di tenere UNA caduta da 80 kg (perché nell'arrampicata che Comici chiamava "a forbice", si cade su una sola corda), si temeva che gli alpinisti potessero ritenersi sicuri usando UNA sola "corda sottile" purché non avesse già sostenuto una caduta. Finalmente nell'Assemblea della *Safety Commission* UIAA del 1979 (importante per molti motivi) le mezze corde furono accettate. In quella occasione fu anche deciso di portare a 5 il numero minimo di cadute di 80 kg al Doderò per corde singole. La mezza corda doveva per definizione essere però provata in singolo, e difficilmente avrebbe potuto resistere a più di una caduta di 80 kg. Qui va spiegato come si giunse a decidere l'uso di una massa ridotta di 55 kg. Si partì richiedendo che la mezza corda resistesse a UNA caduta di 80 kg al Doderò. Questa prova però sarebbe stata del tipo passa/non passa, cioè incapace di dare una "misura" della performance che servisse a confrontare due corde. Si voleva una massa che portasse il numero minimo delle cadute con mezza corda a 5. La collaborazione di Zanantoni con l'ing. Lacoste del Laboratoire de l'Armée di Tolosa, dove esisteva il primo Doderò, portò a un grafico che mostrava, per molte corde "sottili" resistenti pressapoco a una sola caduta di 80 kg al Doderò, il numero di colpi sopportati per valori decrescenti della massa. Il grafico passava dunque all'incirca per l'ordinata 1 alla massa 80, fino a giungere a 5 cadute con massa 55 kg. Così le "mezze corde" furono formalmente accettate dall'Assemblea.

³ Carlo Zanantoni, *Rivista Mensile CAI*, Settembre 1968.

⁴ France Avčin. "De l'utilisation en escalade artificielle de la corde à double". *La Montagne et Alpinisme*, dec. 1966 pagg. 353-354.

LA NORMA UIAA SUI CHIODI DA ROCCIA

Un paziente lavoro per l'impostazione e successivamente il dettaglio delle prove sui chiodi venne svolto nel 1974 dal Prof. Lorenzo Contri, Ordinario di Scienza delle Costruzioni all'Università di Padova, nel laboratorio dell'Università. La norma UIAA (1990) fu totalmente basata su questo lavoro. Fu subito chiaro che si dovesse prescindere dalla tenuta del chiodo infisso nella roccia, non prevedibile. Si doveva dunque, stringere il chiodo in una morsa prima di sottoporlo a trazione, e prescrivere una resistenza alla rottura. Non si poteva però, trattenerlo il chiodo mediante la sola pressione della morsa; si dovette perciò prescrivere di effettuare due fori nella lama del chiodo, in cui inserire due aste per bloccarlo rispetto alla morsa. In questo modo si misura solo la resistenza della testa alla rottura. La forza viene applicata da una barra inserita nell'occhiello del chiodo. La trazione viene applicata (con forze diverse) in tre direzioni: direzione normale, inversa e laterale. Non sono state introdotte variazioni sostanziali nella norma EN (1997).



Lorenzo Contri.

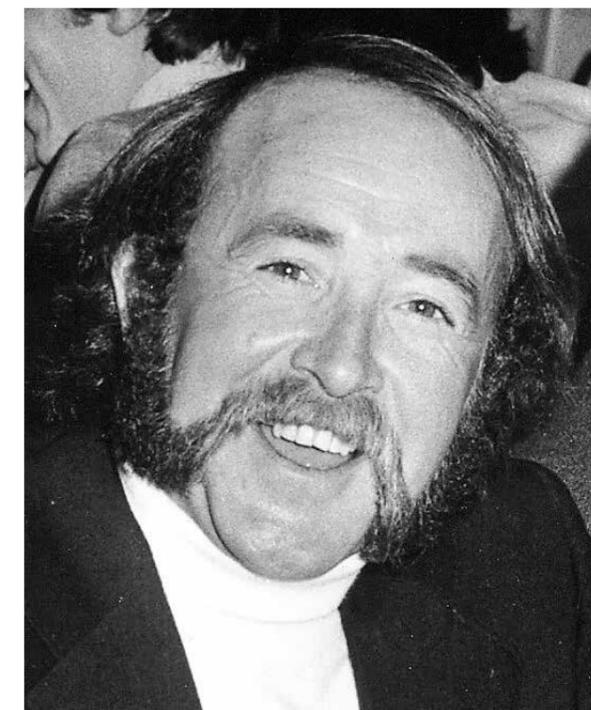


Apparecchiatura per prove rottura chiodi.

LA NORMA UIAA SULLE PICCOZZE

La CMT contribuì in modo sostanziale alla definizione delle norme sulle piccozze, per quanto riguarda un punto fondamentale: il manico. Esso era stato fino a quel punto in legno; in alcuni casi si era spezzato con serie conseguenze e comunque un manico in legno non poteva garantire uniformità di produzione. Si voleva bandire la costruzione dei manici in legno. Le prove definitive si svolsero in Marmolada nel 1976, ma è opportuno citare che Mario Bisaccia aveva già iniziato prove, prima della sua morte nel Caucaso (1975). In quell'anno Zanantoni iniziò valutazioni sull'attrito di scorrimento di slitte e di sacchi di plastica e concluse che cadute di sacchi di plastica pieni di sabbia su un pendio di pendenza non inferiore a 45 gradi potevano essere significative per valutare lo sforzo di un manico infisso orizzontalmente nella neve compatta (tecnica dell'uomo morto). Una infissione verticale avrebbe portato a estrazione della piccozza anziché alla rottura. Le prove, programmate con la collaborazione di Giorgio Bertone, furono realizzate in Marmolada, su un pendio di 50 gradi su un piccolo ghiacciaio prossimo all'uscita della teleferica di punta Rocca, ora scomparso.

Il Comandante delle Fiamme Gialle di Predazzo, Col. Carlo Valentino, concesse l'aiuto di una trentina di finanzieri. La (allora pesante!) strumentazione, di cui la CMT non disponeva, e la loro utilizzazione furono generosamente fornite da un laboratorio CNR di Milano. La caduta di sacchi di plastica zavorrati, frenata col Mezzo Barcaiolo, confermò forze di quasi 500 kg, adatte a escludere dalle norme i manici di legno.



Giorgio Bertone (foto Archivio Bisaccia).

**IL RUOLO DELL'AMBIENTE TRIVENETO NELLE ATTIVITÀ DELLA CMT
IL PRIMO DODERO ITALIANO E LA TORRE DI PADOVA**

Fin dall'inizio della vita della CMT Padova fu il centro della sua attività sperimentale, dopo gli inizi in ambiente varesino. Va ricordato il ruolo fondamentale di Mario Bisaccia, la nascita del mezzo barcaiole, le prove alla palestra di Campo dei Fiori e la macchina per usura delle corde costruita nel laboratorio di una scuola tecnica. Gradualmente però, l'attività si spostò a Padova, soprattutto grazie alla grande disponibilità degli alpinisti triveneti. In più occasioni i visitatori stranieri furono sorpresi dal numero di volontari che, rimanendo sconosciuti, si sacrificavano per collaborare, per esempio per effettuare cadute usando le proprie imbracature e sopportando spesso conseguenze non trascurabili. Bisogna però ricordare in modo particolare il ruolo importante che in questo sviluppo ebbe il padovano Giuseppe Secondo "Bepi" Grazian, presidente della C.N.S.A. dal 1968 al 1971 e segretario della commissione stessa fino al 1987. Presidente delle prime Commissioni venete-friulane-giuliane Scuole di Alpinismo e Scialpinismo, fu uno dei promotori della Commissione Interregionale VFG Materiali e Tecniche, istituita ufficialmente nel 1979.



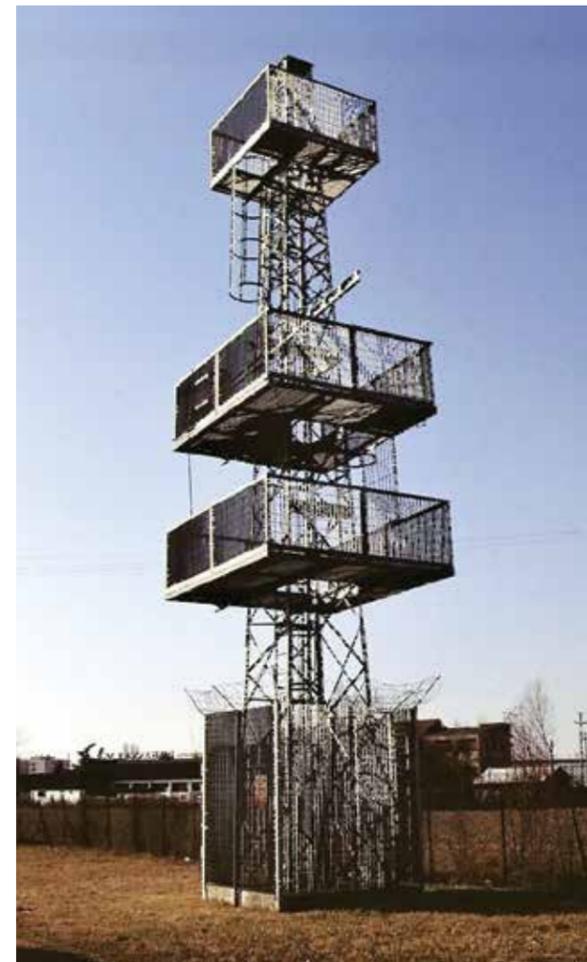
Bepi Grazian.

Bepi fece della sua casa il punto di incontro per tutte le riunioni della CMT, contribuendo ai lavori con la sua esperienza di alpinista accademico. Ottenne dal Prof. Contri la possibilità di ospitare all'Università, presso la Facoltà di Scienza e Tecnica delle Costruzioni, il nostro primo Dodero, che fu costruito nel 1986 su disegni forniti dall'Università di Vienna.



Il primo Dodero (1986).

Era però sempre più evidente che non si poteva continuare lo studio di molteplici situazioni senza avere la possibilità di realizzare cadute verticali libere di una massa. Nacque così la decisione di costruire una torre, da parte del "trio" Giuliano Bressan, "Bepi" Grazian e Carlo Zanantoni, all'epoca Presidente della Commissione Centrale Materiali e Tecniche. Giuliano e Bepi, Istruttori Nazionali della Scuola di Alpinismo "Franco Piovan" del CAI di Padova, erano invece entrambi membri della Commissione Materiali e Tecniche VFG. Il problema fu risolto nel 1990 trovando un traliccio dismesso dall'ENEL; questo, arricchito successivamente con strutture laterali per consentire cadute al di fuori del traliccio, costituisce oggi la ormai famosa Torre di Padova. Alto 16 metri, opportunamente rinforzato e modificato, consente la caduta di una massa di 80 kg in assenza di attriti, per un'altezza complessiva di circa 12 metri. La massa scorre mediante cuscinetti a sfere lungo due binari collocati al centro del traliccio, con attriti trascurabili. Sul traliccio originale sono state inserite due piattaforme a differenti altezze, per ospitare le persone che effettuano le prove o vi assistono.



La Torre di Padova (1990).

Sembra incredibile che, a distanza di circa trent'anni, strutture equivalenti non siano state ancora costruite dalle varie associazioni alpinistiche nel mondo. Non per nulla l'attività della nostra Commissione - ora Centro Studi - ha rilevanza internazionale. Ragione di più perché i suoi membri sperino in un ripensamento del CAI, che è recentemente uscito dalla UIAA.

L'ASSORBIMENTO DELLE NORME UIAA NELLE NORME EUROPEE EN

La creazione delle norme europee da parte del CEN (Comité Européen de Normalisation) ha portato nel 1995 all'assorbimento delle norme UIA, con poche modifiche, nelle norme EN. Si noti che "European Norms" è un bastardo linguistico, perché Norma in Inglese si dice Standard. Si sappia infine che la sigla CE che si applica ai prodotti conformi alle norme EN significa "Conforme aux Exigences" (des Directives Européennes). Le norme UIAA valgono in tutto il mondo e hanno solo valore commerciale, le norme europee sono invece cogenti, cioè non si possono vendere in Europa prodotti che non le rispettino.

**ENERGIA ASSORBITA DAL CORPO UMANO ALL'ARRESTO DI
UNA CADUTA**

Il significato delle cadute alla torre fu messo in dubbio in parecchie occasioni, specialmente dalle Guide. Una valutazione approssimativa dell'energia assorbita dal corpo umano fu fatta realizzando a Teolo



Rocca Pendice - confronto massa-uomo.

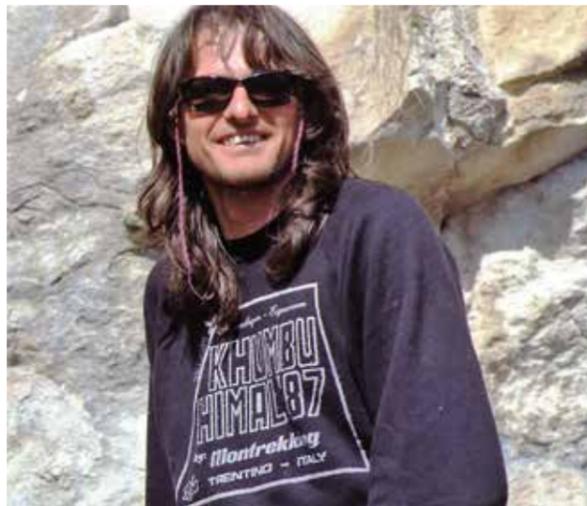
(dicembre 1993), cadute con fattore 1 sotto una parete a strapiombo. La corda era legata alle due estremità. Caduta sino a 4 metri di numerosi volontari. Molti di essi lamentarono dolorose conseguenze. Un modello abbastanza accurato suggerì un assorbimento medio di 30 kgm. Non si poteva, in un arresto così duro, provarlo in posizione non verticale del corpo. Cadute con corpo libero, in partenza non verticale, furono eseguite anni dopo (2006) alla Torre, con fattore di caduta variabile e frenatura col MB. Le differenze fra la forza di arresto di un uomo e della massa di 70 kg, variabili col tipo di corda e con l'altezza di caduta, furono valutate dell'ordine del 10-15%.



Torre di Padova - confronto massa-uomo.

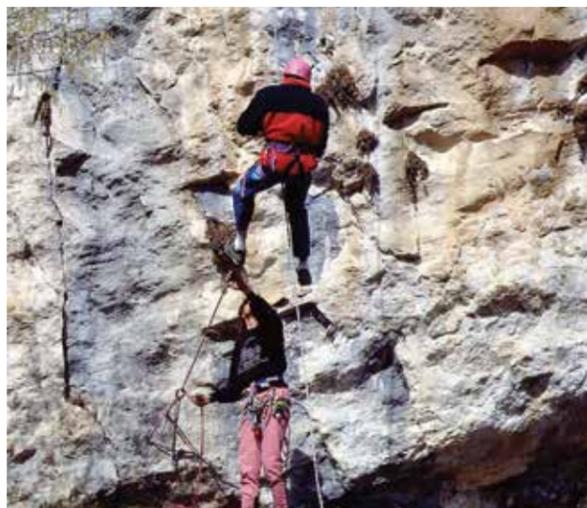
PROVE DI CONFRONTO FRA ASSICURAZIONE COL MB ALLA PARETE E IN VITA (1995 - 2003)

Con collaborazione del compianto Oskar Piazza, una parete leggermente strapiombante fu attrezzata al Passo della Bordala, presso Rovereto.



Oskar Piazza.

Con cadute libere di volontari, con fattore prossimo a 2 nel vuoto, si fece il confronto fra l'assicurazione col freno collegato alla sosta e col freno posto sull'imbracatura. La caduta, con maggior scorrimento, della tenuta in vita fu accolta con soddisfazione dai volontari, ma la tenuta alla parete non ne uscì sconsigliata.



Passo Bordala - confronto fra tecniche di assicurazione.

Lo studio è proseguito nel periodo 1999 - 2002 (Sottoguda - B; Passo Rolle; Torre di Padova), rivisitando il problema dal punto di vista dei carichi indotti nella catena di sicurezza con differenti metodi e freni.

Queste ricerche, e le relative dimostrazioni pratiche, hanno riscontrato un notevole successo nell'ambito del convegno "La sosta in parete - Metodi di assicurazione dinamica" (Padova - giugno 2002). Il convegno era inserito in un'Assemblea della UIAA.

Lo studio dei problemi legati all'assicurazione è proseguito nel 2003 e i progressi compiuti sono stati illustrati in un successivo incontro-convegno fra la CMT e la UIAA "Metodi di assicurazione dinamica" (Padova - ottobre 2003). I convegni si sono svolti in collaborazione con la Scuola Centrale di Alpinismo e con la Commissione Tecnica Nazionale dell'AGAI. La documentazione delle varie ricerche (raccolta in videotape e relativi testi) è stata numerose volte posta a disposizione delle Scuole di Alpinismo e della UIAA.

IMBRACATURE BASSE E COMBINATE

La presenza del traliccio esterno alla torre consentì nei primi anni '90 il confronto fra imbracatura bassa e combinata, in collaborazione con la Scuola Centrale di Alpinismo e con le Guide. Si confrontarono cadute di persone con i due tipi di imbracatura anche al Rock Master di Arco. Si misero in evidenza le differenze, senza però giungere alla condanna dell'imbracatura combinata. Diverse le conclusioni per quanto riguarda la tenuta della caduta in un crepaccio durante la progressione su un ghiacciaio orizzontale. Le prove si svolsero, con la collaborazione delle Fiamme Gialle, su neve al Passo Rolle e sul ghiacciaio del Bianco nel periodo 1996 - 97. Furono anche proseguite alla torre, dove chi assicurava si trovava su terreno coperto di sabbia e lo strappo del caduto era simulato con la caduta della massa alla torre, con rinvio orizzontale dello strappo. Risultò evidente che, per ridurre in modo sostanziale la probabilità di caduta in avanti di chi assicura, l'uso di un freno collegato al corpo nel punto più basso possibile è assolutamente consigliato; in altri termini, l'uso di una imbracatura bassa anziché di una combinata.

IL CONGRESSO DI TORINO, 2002

Organizzato congiuntamente dalla CMT e dalla Facoltà di Chimica dell'Università di Torino, il Congresso "Nylon and Ropes" 8/9 marzo 2002, raccolse interessanti contributi dall'Europa e dagli Stati Uniti su vari problemi riguardanti la costruzione delle corde, la loro resistenza all'usura e all'umidità, l'effetto delle radiazioni UV, le prospettive dello sharp edge testing. Si iniziò a discutere della descrizione con modelli matematici delle proprietà delle corde. Fu l'occasione di fare il punto delle attività della nostra CMT in questi campi (vedere programma dettagliato nel capitolo Convegni).

LA MISURA DELLE PRESTAZIONI DI UNA CORDA IL NUMERO DI CADUTE SU SPIGOLO ROTONDO CHE SIMULA IL MOSCHETTONE: L'APPARECCHIO DODERO

Come si è detto, Dodero propose la sua norma nel 1956. Ai tempi di Dodero la strumentazione non consentiva di fare una prova che permettesse una "misura" delle prestazioni di una corda in dinamica; Dodero sfruttò in maniera intelligente il fatto che in una corda elastica lo sforzo di arresto, con un dato fattore di caduta, non dipende con buona approssimazione dall'altezza di caduta. Il lettore si renderà però conto che il numero di cadute al Dodero non è una "misura" scientifica. Le successive cadute sono tutte diverse per le successive variazioni delle proprietà della corda. Le variazioni di questi parametri sono più forti all'inizio, sicché passare da 5 a 6 ha un significato ben maggiore che passare da 12 a 13 cadute. Una corda ad alto numero di cadute "perde" gli alti numeri facilmente, cioè dopo un breve uso in arrampicata e ancor più in doppie.

L'energia assorbita fino a rottura, su spigolo rotondo

Una vera misura può essere quella dell'energia assorbita dalla corda prima di rompersi; in questa direzione si mosse, verso la metà degli anni '70, Leonard McTernan, del National Engineering Laboratory, Glasgow. Portò la massa del Dodero a 190 kg, ottenendo così la rottura della corda al primo colpo. Non c'erano i laser; con un trasduttore elettromagnetico misurò la velocità della massa cadente, seguita mediante l'otturazione successiva di una serie di fori in una colonna verticale retro-illuminata. La sua proposta non ebbe fortuna, soprattutto perché l'uso di una massa così grande allontanava dalla realtà.

La rottura per caduta su spigolo

Nei primi anni '80 venne proposto di valutare la resistenza di una corda alla caduta su uno spigolo (anziché sull'orifizio arrotondato). Questo introduceva il concetto di rompere la corda in modo più simile a quello che può succedere in montagna (la corda non si rompe sul moschettone, ma a contatto con la roccia). La prima proposta venne da Erich Kurzböck della ditta Edelweiss (allora Teufelberger). L'orifizio veniva sostituito da uno spigolo in granito, ottenuto dall'incontro fra una faccia a profilo circolare e una faccia piatta verticale. Non si fecero molti progressi in questa direzione, e questo per due motivi: 1) non si era ancora in grado di proporre in modo semplice una misura dell'energia assorbita fino alla rottura, quindi ci si limitava a richiedere la resistenza a una caduta. 2) i produttori di corde, sempre sospettosi nei confronti delle innovazioni, non sostennero la proposta.

Numero di cadute sostenute su spigolo

Analogamente ebbe la proposta di Zanantoni, all'Assemblea UIAA di Cassis, nel 1999, di una misura delle prestazioni su spigolo mediante un numero di cadute ben superiore a 1, ottenuto riducendo il fattore di caduta al Dodero.

Norma UIAA con una singola caduta su spigolo

Poco dopo Pit Schubert riuscì ad ottenere l'introduzione della prova

su spigolo nella norma UIAA sulle corde: la stessa forma di spigolo della proposta Edelweiss, però in acciaio, e la definizione di "sharp edge resistant" per una corda che resistesse ad almeno una caduta. Anche questa proposta non ebbe molta fortuna; probabilmente perché una prova di questo tipo (passa/non passa) non è in grado di differenziare ragionevolmente le corde.

Misura dell'energia assorbita fino alla rottura su spigolo

Finalmente un progresso. Esistono ormai le strumentazioni per misurare l'energia assorbita da una corda fino alla rottura su spigolo. Iniziano le prove (Vittorio Bedogni e Carlo Zanantoni) per misurare in questo modo la prestazione di una corda. I primi risultati vengono presentati all'Assemblea UIAA di Abisko, 2004. Il 6 dicembre 2008 viene ufficialmente inaugurato dal Presidente Annibale Salsa il nuovo Laboratorio del Centro Studi. Nel nuovo ambiente hanno trovato adeguata collocazione le varie attrezzature, ora in parte rinnovate, trasferite dal laboratorio dell'Università di Padova che prima le ospitava e viene costruito un nuovo Dodero.



Il nuovo Dodero.

Si raffina il metodo per misurare l'energia assorbita dalla corda e vengono superate difficoltà legate alle vibrazioni, all'allungamento non continuo della corda, alla definizione del momento di rottura. Nei primi tempi il movimento della massa viene ricavato dalla misura di un laser, ma successivamente si vede che maggior precisione si ottiene integrando nel tempo i dati della cella che misura la tensione della corda. Questo significa non aver bisogno di altro che del Dodero, con sostituzione dello spigolo all'orifizio arrotondato. Bisogna però fissare con scorrimento trascurabile la corda alle sue due estremità.

La prova su spigolo fu introdotta nella norma UIAA sulle corde, come prova aggiuntiva. La sua accettazione nelle norme EN non è ancora avvenuta, perché i produttori di corde non l'hanno accettata in numero tale da poter giungere a un confronto (Round Robin Test). Uno dei motivi è la difficoltà di attrezzarsi a sviluppare il metodo di calcolo dell'energia assorbita. Peccato, perché il confronto col metodo Dodero offre spunti di notevole interesse, di cui un esempio è offerto dagli studi sugli effetti dell'umidità della corda. Il CSMT si propone di utilizzare il confronto fra i due metodi per poter suggerire miglioramenti dei criteri di produzione delle corde. Chiamiamo correntemente il nostro metodo "sharp edge testing". La UIAA, a causa della citata "malattia endemica", lo chiama "edge testing": qualcuno potrebbe pensare che una corda testata con questo metodo possa resistere a una caduta su una lama tagliente di roccia!

EFFETTI DELL'UMIDITÀ SULLA RESISTENZA DELLE CORDE

Il contenuto di acqua in una corda ne varia la resistenza in modo molto più notevole di quanto di solito si pensa. Questo è molto importante sia dal punto di vista della sicurezza che dal punto di vista di possibili discordanze nella misura delle prestazioni di una corda da parte di diversi laboratori.

Prima di affrontare la prova classica dodero, una corda deve essere tenuta per 72 ore in una cella a umidità atmosferica controllata. Basti pensare che si ha il massimo di colpi per una umidità relativa (rispetto alla saturazione) di 50 % dell'atmosfera nella cella e che il numero di colpi scende del 15 % se si passa a una umidità di 90% (valori non percepibili a mano)⁵. Se poi si considera una corda inzuppata (20 % di acqua in peso) il numero di colpi cala di circa il 70%.

Il CSMT ha dedicato un lungo lavoro a quest'analisi, sia per controllare l'informazione disponibile sugli effetti del contenuto d'acqua nella prova classica Dodero in vari tipi di corde, sia per valutare gli stessi effetti col metodo "sharp edge". Il risultato è stato sorprendente: la resistenza su spigolo si è rivelata molto meno sensibile al contenuto di acqua della corda di quanto lo è il numero di cadute al Dodero classico: calo di circa il 30% dell'energia assorbita passando dal massimo per corda quasi secca al minimo per corda inzuppata, con una

decrecita regolare, senza un picco. Questo porta a ridimensionare gli effetti dell'umidità, ma soprattutto ad aprire interessanti interrogativi sul fenomeno di rottura: riuscirà il CSMT a dire qualche cosa in questo campo?

VITI DA GHIACCIO: ANALISI SPERIMENTALE DELLE PRESTAZIONI

Si tratta di un lungo lavoro, durato due anni, sia sul campo che in laboratorio.

Le prove sul campo avevano lo scopo di fornire indicazioni per l'arrampicatore, per quanto riguarda sia la scelta della vite che il suo piazzamento (angolo di infissione negativo se inclinata verso l'alto, nullo se perpendicolare alla parete, positivo se verso il basso, cioè nella direzione di trazione). Si misurava l'effetto sul carico di estrazione. Si eseguirono sia prove a trazione lenta, sia prove dinamiche per caduta di una massa metallica in parete di ghiaccio. Nel secondo caso si attrezzò la parete in modo che le cadute fossero libere e con fattore 2 di caduta, altezza 4 m.



Val Varaita - prova a trazione lenta.

Il problema era complesso: si trattava di valutare il ruolo della lunghezza e del diametro del tubo, dell'altezza del filetto e della sua inclinazione, l'effetto che nella trazione lenta si verifica perché si dà al ghiaccio tempo di iniziare a sciogliersi, l'effetto dell'inclinazione di infissione nel ghiaccio, dell'inclinazione della trazione rispetto alla faccia della parete. È notevole l'importanza di ampie indagini parametriche come questa, che portano a escludere alternative a priori plausibili.

⁵ Contenuti di acqua rispettivamente 3.5% e 7% in peso.

In laboratorio si fecero prove a trazione lenta, intese soltanto a dare un contributo alla norma EN: ci si poneva il problema di sostituire il blocco di ghiaccio artificiale con un materiale che fosse più affidabile del ghiaccio artificiale e consentisse tempi più rapidi.

Non si può entrare nei dettagli in questa breve esposizione. Ricordiamo soltanto che il migliore angolo di infissione risultò 0, mentre da precedenti risultati internazionali era sembrato che si dovesse consigliare un angolo negativo. Il diametro e la lunghezza del tubo hanno importanza, così come l'altezza e la forma del filetto e il suo passo. In laboratorio, una tesi di laurea fu dedicata all'alternativa fra il ghiaccio e un calcestruzzo cellulare (YTONG) più affidabile e molto più economico del ghiaccio artificiale da laboratorio. La scelta dello YTONG risultò consigliabile. Invece la scelta - secondo noi errata - a livello europeo (CEN, 2013) fu a favore del ghiaccio.



Val Varaita - prova dinamica.



Acqua e corda.



Test di estrazione su YTONG.

LO STUDIO SUI FRENI

Essendo disponibile la torre, il CMT si sentì in dovere di approfondire la valutazione dei freni, sia dei manuali, sia dei bloccanti (denominati in ambiente EN rispettivamente *manual brakes* e *brakes with manually assisted locking*). Nel caso dei freni manuali si trattò di studiare la dipendenza del *force multiplication factor* dalle caratteristiche della corda usata; lo *fmf* rappresenta il rapporto fra la forza che agisce sulla massa che cade e la forza con cui la mano trattiene la caduta. Nel caso dei bloccanti si valutò invece l'influenza delle caratteristiche della corda sul rapporto fra altezza di caduta di una massa e lo scorrimento concesso dal bloccante. Compito arduo, non solo perché si tratta di forze variabili nel tempo ma anche perché questi rapporti sono influenzati in maniere determinante da varie caratteristiche della corda, non solo - come si sperava - dal suo diametro. Ne è seguito un lungo lavoro, durato in modo non continuo dal 2004 al 2008, che ha portato a chiarire molti aspetti del funzionamento dei freni, tanto da meritare l'encomio della UIAA e un contributo finanziario per compensare le spese sostenute. La complessità dei problemi ha però portato a ridurre all'essenziale le richieste della norma UIAA, ridotta a considerare prove di rottura dei freni e di massimo scorrimento nei bloccanti. Carichi di rottura di 7 o 8 kN, tali da consentire di non considerare la possibile rottura della corda (evidenziata dal CMT). Nessuna considerazione dello *fmf*. Nella prova di scorrimento dei bloccanti si riduce di molto la precisione,

considerando la caduta non guidata della massa. Giustificazione: la maggioranza dei produttori ha solo una "drop tower", in cui la massa cade non guidata. Si può concludere che molto del lavoro fatto dalla CMT resta inutilizzato, e potrebbe essere considerato se, per esempio, si volesse approfondire l'analisi dello *fmf*.



Apparecchiatura per prove freni.

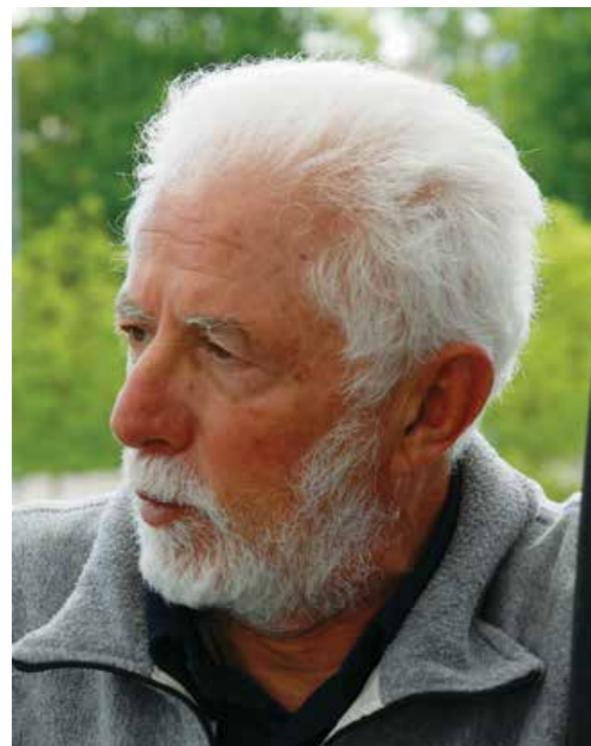
CRESCE L'USO DELLA MATEMATICA PER LA DESCRIZIONE E LA COMPRESIONE DEI FATTI FISICI

Già in occasione del citato congresso di Torino Vittorio Bedogni aveva presentato la bozza di un modello per la catena di sicurezza. L'uso dei modelli matematici dei fatti fisici mediante il programma MATLAB è diventato sempre più fondamentale, non solo per la descrizione dei fatti fisici come nel caso dello sharp edge testing, ma anche per la comprensione dei fatti, come si è clamorosamente evidenziato nel caso della valutazione delle soste, di cui si sta per dire.

Frequentemente, nell'analizzare i risultati di prove sperimentali, ci si è imbattuti in incomprensioni o in difficoltà di interpretazione, soprattutto nei casi in cui si voleva cogliere l'influenza di un parametro specifico all'interno di una prova. Altre volte certe curiosità non potevano essere appagate da sole misure di forze e, raramente,

di spostamenti. Da qui l'idea di sviluppare modelli matematici per la simulazione di particolari eventi ricorrendo alla fisica: il connubio modello-sperimentazione si è dimostrato utile (addirittura certe situazioni hanno avuto una interpretazione prima numerica e poi sperimentale). Questo ha permesso inoltre di guadagnare tempo e risorse per analisi parametriche affidabili una volta "tarato" il modello con dati sperimentali documentati su casi specifici.

Il modello della "Catena di Sicurezza" ha dato un contributo essenziale alla stesura (luglio 2001), di un testo e di una videocassetta "Le tecniche di assicurazione in parete"⁶ sul comportamento della catena di sicurezza al fine di valutare il carico massimo sull'ultimo rinvio; ha dato inoltre un contributo chiave, assieme a dati sperimentali, agli studi sulla "sosta" conclusi con la scrittura di un paper comparso nel 2015 sulla rivista "Sport Engineering" edita da Springer⁷. Va anche citata la stesura di un modello per la simulazione del comportamento dinamico della corda durante un ciclo di carico-scarico; questo ha permesso una trattazione realistica sia dei modelli della "catena di sicurezza" che delle "soste". Anche in questo caso si sono utilizzati dati sperimentali per la taratura delle "equazioni costitutive". Questo lavoro ha permesso la stesura di un paper pubblicato da Elsevier negli atti della conferenza ICM11⁸.



Vittorio Bedogni.

⁶ Vedere Capitolo 5 "Le tecniche di assicurazione in parete", CAI CMT luglio 2001.

⁷ Vedere Capitolo 5 "Stances in mountaineering and climbing activities: an analysis and a proposal for an improved equalized anchoring", Sports Eng (2015) 18:203-215 - 2015.

⁸ "A constitutive equation for the behaviour of a mountaineering rope under stretching during a climber's fall", Elsevier, Procedia of Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM11) - 2011.

I MODELLI "CATENA DI SICUREZZA" E "SOSTE"

Vediamo più in dettaglio i casi degli studi sulla "catena di sicurezza" e sulle "soste" per descrivere meglio come il modello matematico abbia fornito informazioni chiave sulla meccanica dei fenomeni fisici. I modelli hanno anche fornito dati non valutabili con le attrezzature di misura oggi presenti presso il CSMT.

Catena di sicurezza

Questo studio, di vasta portata sia per la mole di esperimenti che per l'ampiezza degli sviluppi numerici, fu intrapreso per valutare quale fosse la tecnica di assicurazione più adeguata per ridurre il carico sull'ultimo rinvio della catena di sicurezza.

Furono analizzate varie tecniche quali l'assicurazione classica con MB al vertice del triangolo di sosta, quella con assicuratore auto-assicurato a uno degli infissi e quella con assicuratore ancorato anch'egli al vertice (quindi coinvolto nella trattenuta). Per quest'ultimo caso si sono analizzati i due casi, di "assicurazione classica bilanciata" e "ventrale". Il primo caso (freno al vertice del triangolo) meriterebbe una denominazione più sensata (Zentral Punkt Sicherung in Germania). Il secondo corrisponde al collegamento del freno all'imbracatura.



Assicurazione classica con Mezzo Barcaiolo.

Il modello ha permesso di capire meglio l'azione d'inerzia generata dalla "mano" dell'assicuratore (amplificata dall'effetto del freno e di tutti i possibili punti di attrito, come rinvii, spigoli di roccia etc.) come elemento cardine per l'inizio della trattenuta; questo è stato a lungo poco comprensibile sulla base dei soli dati ricavati da prove speri-

mentali che, essendo poco ripetibili, non permettevano la completa comprensione del fenomeno.

È stato anche possibile confutare, prima numericamente e poi sperimentalmente, la motivazione dell'abbassamento del carico massimo all'ultimo rinvio usando l'"assicurazione ventrale"; questo era stato attribuito all'evidente sollevamento dell'assicuratore. In realtà la rapidità del raggiungimento del picco di forza (pochi decimi di secondo) permetterebbe solo piccoli sollevamenti dell'assicuratore; l'innalzamento più visibile dell'assicuratore avviene dunque soltanto a valle del picco di tensione.

Si è potuto inoltre eseguire con poca fatica (senza prove costose e lunghe) analisi parametriche quantitative a supporto del concetto, in parte intuitivo, che una "catena di sicurezza", contenente numerosi e/o importanti punti di attrito, tende a ridurre i carichi alla sosta mentre li accresce all'ultimo rinvio.

Soste: caduta diretta del capocordata

L'argomento è stato per lungo tempo (oltre 800 prove e innumerevoli calcoli col modello) un cavallo di battaglia per il CSMT e spazio ci sarebbe ancora per sistematizzare alcune idee sorte specialmente dai calcoli fatti. I risultati sono stati presentati a Trento durante il Film Festival 2013, a Predazzo nel corso di un convegno organizzato con la Guardia di Finanza nel 2014⁹ e ultimamente a Chamonix in occasione del "4th IRCRA" (International Rock Climbing Research Association Congress), tenutosi nel periodo 8-14 luglio 2018¹⁰.

L'attività, focalizzata sulle condizioni peggiori per la sosta (caduta prima del posizionamento di un punto di protezione) ha avuto un ampio supporto dalla modellizzazione; questa ha permesso di visualizzare il moto del vertice del triangolo di sosta e di concludere, quantificandone le differenze, la migliore ripartizione dei carichi nel caso di collegamento "mobile" degli infissi di sosta rispetto a quello "fisso". Un altro aspetto evidenziato dalle analisi numeriche è che lo sbilanciamento nel caso di "collegamento mobile" resta costante al crescere del disassamento tra centro della sosta e linea di caduta mentre tende a crescere nel caso di "collegamento fisso".

Altro punto rilevante, messo in evidenza dal modello (possibile anche con adeguati sistemi di misura non disponibili presso il CSMT), è che, in caso di cedimento di uno degli infissi della sosta, il contributo di carico sull'infisso restante dovuto al quasi istantaneo abbassamento dell'assicuratore (appeso o al vertice del triangolo di sosta o all'infisso collassato) è preponderante rispetto al contributo dovuto alla trattenuta della caduta del capocordata. Va rilevato che l'assicurazione dinamica con caduta diretta sulla "sosta" generalmente provoca lo scorrimento della corda nella mano dell'assicuratore per insufficiente capacità di trattenuta ("gripping" mano-corda): ciò limita il

⁹ Vedere Capitolo 4: Convegno "Evoluzione dei materiali e delle tecniche ed evoluzione dell'alpinismo". Predazzo - Scuola Alpina Guardia di Finanza - 20 settembre 2014.

¹⁰ <https://ircra2018.sciencesconf.org/resource/page/id/9> : BEDOGNI, Vittorio. Stances: is improving possible? Anchoring equalization of a stance in mountaineering and climbing activities.

carico qualunque siano le condizioni della caduta (ovviamente, per il bilancio energetico, l'abbassamento del caduto sarà più importante). Queste evidenze permettono di affermare non solo qualitativamente ma anche quantitativamente che il "collegamento mobile" consente una migliore ripartizione dei carichi (rendendoli così più bassi) mentre il "collegamento fisso" riduce il contributo di carico dovuto all'abbassamento dell'assicuratore. Si è vista l'importanza di questo elemento: esso è cospicuo per il "collegamento mobile" mentre risulta limitato nel caso di "collegamento fisso".

Il minor abbassamento del vertice nel caso di collegamento fisso, fatta salva la vitale tenuta dell'infisso restante, facilita successive azioni di auto-soccorso.

Le due caratteristiche, di per sé contraddittorie, suggeriscono soluzioni di compromesso migliorativo e oggetto di nuovi approfondimenti.



Test assicurazione (cedimento ancoraggio).

IL CONTRIBUTO DELL'AMBIENTE LOMBARDO ALLE ATTIVITÀ DEL CSMT

Nel 1998 viene costituito il distaccamento lombardo del Centro Studi Materiali e Tecniche. Il nuovo gruppo ha da subito avviato un'attività teorica e pratica appoggiandosi, per la parte sperimentale, all'ITIS Cardano di Pavia.

Si è iniziata così un'ampia campagna di prove statiche su cordini di vario materiale evidenziando la loro sensibilità all'intaglio e valutando l'influenza di vari nodi di giunzione^{11,12,13}. Col tempo il CSMTLOM si è arricchita di strumentazioni e sistemi di acquisizione dati per le misure di forze e, soprattutto, di un sistema idraulico progettato per l'estrazione lenta di infissi in ambiente. Questo ha permesso l'es-

ecuzione di diverse campagne di prova su infissi da roccia e viti da ghiaccio e la stesura di un paper ancora pubblicato da Elsevier negli atti della conferenza ICM15¹⁴.

Va infine menzionata l'attrezzatura della falesia di Bagnaria (Oltrepò Pavese) per l'esecuzione di cadute di una massa non guidata con la possibilità di registrazione delle forze sia al punto di sosta che all'ultimo rinvio; il sollevamento della massa avviene tramite un verricello con sistema di alimentazione portatile. La realizzazione ha permesso un'ampia attività di accrescimento per le Scuole Lombarde e, a volte, Piemontesi.

GLI STUDI TEORICO-SPERIMENTALI A SUPPORTO DELL'UIAA PER LA FORMULAZIONE DI NORME SULLE ATTREZZATURE USA-TE DURANTE L'AUTOSOCORSO IN VALANGA (PALE E SONDE)

Questa attività vede per la prima volta il CSMT, fin dalle origini indirizzato allo studio di materiali usati in alpinismo, cimentarsi con attrezzi legati alla neve e alle valanghe; la conduzione delle attività è assegnata al CSMTLOM.



Attrezzatura per test su pale da valanga.

Il lavoro svolto è il contributo determinante del CAI al gruppo di lavoro UIAA per la stesura delle norme relative agli attrezzi di auto-soccorso in valanga. L'aspetto più interessante dell'attività è stato di tipo metodologico, consistente nell'abbinamento di prestazioni ricavate da prove sul campo (condotte da Manuel Genswein, esperto per la sicurezza in ambiente innevato) con le caratteristiche meccaniche misurate in laboratorio. Quest'approccio ha permesso di individuare i tipi di prova che riproducono le differenti modalità di rottura evi-

¹¹ Gli articoli sono disponibili sul sito del CSMT: *Cordini per alpinismo: caratteristiche, problematiche e suggerimenti (1a parte)* - Bedogni, Guastalli, *La Rivista del Club Alpino Italiano*, maggio-giugno 2004

¹² *Cordini per alpinismo: caratteristiche, problematiche e suggerimenti (2a parte)* - Bedogni, Guastalli, *La Rivista del Club Alpino Italiano*, novembre-dicembre 2007

¹³ *Cordini per alpinismo: caratteristiche, problematiche e suggerimenti (3a parte)* - Bedogni, Guastalli, *La Rivista del Club Alpino Italiano*, gennaio-febbraio 2008

¹⁴ "An experimental methodology for the assessment of climbing devices actual strength" Elsevier, *Proceedings of Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM15)* - 2015

denziate dalle prove sul campo e di stabilire per ognuna di esse una "soglia" da raggiungere, cioè un valore minimo ragionevole suggerito dall'utilizzo. In altri termini, la soglia consente di separare le pale "buone" da quelle "cattive". Il metodo adottato è la risposta a un problema meccanico complesso, perché si è voluto verificare la resistenza a "fatica" dell'attrezzo per permetterne un utilizzo efficace, sia durante lo scavo in un caso reale, sia durante numerose esercitazioni su casi simulati. Va rilevato che un approccio analitico al problema ri-

chiederebbe, per valutare la resistenza a "fatica", la conoscenza delle forze applicate, difficilmente valutabili a causa della consistenza della neve e della foga degli operatori.

Il metodo, applicato con successo, ha permesso l'approvazione della Norma UIAA 156¹⁵ per le pale avvenuta nel 2017; l'equivalente approccio è applicato anche alle sonde per le quali l'attività è in avanzamento.



Test pale da valanga (2016).

¹⁵ *Avalanche Rescue Shovels UIAA 156*, <https://www.theuiaa.org/.../publication-of-uiaa-standard>

ATTIVITÀ RECENTI DEL CSMT

Massimo Polato

Le attività di studio su cui il CSMT è attualmente impegnato sono molteplici e riguardano alcuni aspetti, su cui il mondo alpinistico dei giorni nostri chiede delle accurate risposte ad alcuni quesiti.

Li elenchiamo brevemente per dare al lettore un'idea di massima su quali siano i lavori che si stanno portando avanti o che si sono conclusi di recente.

Soste utilizzate in alpinismo

Una prima parte dello studio si può considerare completato; con l'utilizzo di celle di carico tridimensionali si sono studiate in prima battuta le soste in parallelo, mobili e fisse. Questo confronto ha permesso di mettere in luce le differenze che esistono tra queste due grandi tipologie di sosta sia dal punto di vista della distribuzione dei carichi tra gli ancoraggi, sia dal punto di vista dell'influenza che ha la tipologia di materiale utilizzato nella realizzazione della sosta stessa, sempre in riferimento ai carichi che si generano sugli ancoraggi in caso di caduta. Si è capito, inoltre, che per studiare "l'elemento sosta" in un modo che si avvicinasse di più alla realtà, si doveva introdurre un parametro che tenesse conto del disassamento che c'è tra il vertice della sosta e la posizione di chi cade introducendo il concetto di "offset".

Dopo aver preso in considerazione le soste sopra menzionate, si dovrà proseguire con lo studio del comportamento delle soste semimobili e in serie.



Sosta semimobile.



Sosta semimobile (variante).

Cadute ripetute al Dodero

Un altro interessante lavoro che sta dando di risultati interessanti è quello delle "cadute ripetute" al Dodero. Lo studio nasce da una richiesta che arriva dal mondo dell'arrampicata libera e vuole cercare di capire come varia la resistenza dinamica di una corda quando viene provata con una configurazione diversa da quella standard data dalla normativa di riferimento (EN 892), e che si avvicina di più a una caduta tipica dell'arrampicata in falesia.

In pratica la corda non viene più provata a fattore di caduta vicino a 2 come richiesto dalla normativa, ma è montata sul Dodero in modo da simulare delle cadute ripetute su rinvio. Per le dimensioni fisiche del Dodero riusciamo a simulare cadute sopra il rinvio di 1 m e 1,8 m con fattori di caduta di circa 0,3 e 0,5 rispettivamente. In questa configurazione si vede come la corda sia in grado di reggere un gran numero di voli pur essendo sollecitata sempre nel medesimo tratto.



Test Dodero - cadute ripetute.

Studio sui connettori

Un terzo ambito di ricerca su cui si sta lavorando è lo studio dei connettori. In particolare, si vuole capire quali siano (se ci sono), le differenze tra connettori prodotti con due processi tecnologici differenti: lo stampaggio a freddo e la forgiatura a caldo.

Nello specifico si vogliono indagare diversi aspetti: la resistenza a trazione, la resistenza a flessione e la resistenza a usura per scorrimento della corda. Riguardo a quest'ultimo aspetto, infatti, si è avuta l'impressione che certi moschettoni si "consumassero" più velocemente di altri a causa del passaggio al loro interno della corda sotto tensione.



Connettori - test resistenza a flessione.

Molto importante è stato anche un lavoro, oggetto di una tesi di laurea magistrale in ingegneria dei materiali, che ha studiato l'influenza che hanno diversi cicli di fatica su differenti materiali. Nello specifico si sono confrontati sostanzialmente Nylon 6 e Kevlar, (cioè un materiale molto elastico con uno estremamente più rigido), valutando come la fatica meccanica incidesse nel carico di rottura del materiale e quindi nel suo grado di affidabilità residuo, dopo differenti cicli di affaticamento.



Torre - test confronto soste.

Ci sono altri campi d'indagine su cui il CSMT vorrebbe lavorare in un prossimo futuro. Uno riguarda un aspetto molto interessante sui test dei materiali in generale e cioè su quale sia la differenza che c'è nei test tra l'utilizzo di una massa di acciaio, che possiamo ragionevolmente ritenere in pratica indeformabile e un corpo umano che, invece, è in grado di assorbire parte dell'energia di caduta, con la propria deformazione. È un lavoro interessante che però non è così facile da rendere concreto. I manichini antropomorfi strumentati, tipo quelli utilizzati nei crash test per intenderci, hanno costi molto elevati ed è impensabile utilizzare degli stuntman viste le tipologie di prove che si dovrebbe andare a fare.

Un altro campo di indagine, in cui in letteratura si trovano pochissime informazioni, e che potrebbe risultare interessante approfondire, è quello inerente alla resistenza delle clessidre su ghiaccio. A volte questo tipo di ancoraggio risulta essere, infatti, l'unico sistema che un alpinista può adottare per scendere da una cascata di ghiaccio e la loro resistenza non è mai stata studiata in modo quantomeno critico e oggettivo vista la natura del materiale su cui vengono eseguite. Come si vede indicazioni e suggerimenti non mancano e non mancheranno nemmeno per il prossimo futuro. Speriamo di concretizzare quanti più obiettivi nel minor tempo possibile, ricordando che

il lavoro nel Centro Studi Materiali e Tecniche è prestatato da persone che operano in modo volontario dedicando a queste attività le loro competenze durante il loro tempo libero.



Attrezzatura per test affaticamento cordini.