

GIORNALE DI BORDO



UN VOTO PIÙ GIUSTO

La matematica dei sistemi elettorali

p. 2



IL SIGNORE DEI GHIACCI

Storie dell'orso polare

p. 5



VALVOLE INFATICABILI

La tecnologia che ripara il cuore

p. 8



TBM

L'avanzata delle talpe meccaniche

p. 10



CENTO ANNI DI EINSTEIN

Non solo relatività, non solo fisica

p. 14



IL VENTO CHE SPAZZA VIA I FUMI

Lo sviluppo dell'energia eolica

p. 17



FRANE DI NEVE

Come difendersi dalle valanghe

p. 19



BIRRA

Istruzioni per l'uso

p. 24

Un voto più giusto

La matematica dei sistemi elettorali

Il voto è il simbolo stesso della democrazia. Ma siamo certi che i sistemi elettorali rispecchino fedelmente la volontà degli elettori? Esistono metodi scientifici per decidere quale sia il sistema migliore?

In Italia, il dibattito si infiammò al passaggio dalla prima alla seconda Repubblica. Proporzionale o maggioritario? L'uno non è migliore dell'altro: il primo garantisce rappresentanza a tutti i partiti e alle diverse realtà locali, rendendo però difficile la formazione di un governo stabile; il secondo assicura più stabilità ai governi, ma esclude alcune voci dal coro. L'ingegneria elettorale ha messo a punto un'infinità di correttivi a entrambi i sistemi: in Italia c'è un metodo diverso per ogni livello di governo. La tendenza però è verso il maggioritario, che è un tipo di elezione diretta. In ogni collegio, gli elettori possono scegliere fra un certo numero di candidati: viene eletto quello che prende più voti.

Concentriamoci allora sui sistemi di elezione diretta, e diamo la parola ai matematici. Nel 1951 Kenneth J. Arrow, della Stanford University, propose un approccio secondo il quale un meccanismo elettorale dovrebbe soddisfare alcuni principi fondamentali. Si tratta di principi largamente condivisi (vedi Box). Può sembrare incredibile, ma Arrow dimostrò in un famoso teorema che quando il numero di candidati è maggiore di due, non esiste

nessun metodo elettorale che soddisfi tutti i principi. Vale a dire che il sistema perfetto non esiste e non può esistere!

Pur sapendo che un sistema perfetto non esisterà mai, i matematici continuano a discutere su quale sia il migliore fra tutti quelli proposti finora. Nel 2000, in un forum online dell'Associazione Matematica Americana (MAA), è stata fatta una votazione per decidere quale di quattro possibili sistemi elettorali fosse il migliore. Risultò che il sistema vincitore cambiava a seconda del metodo usato per contare i voti, ma non solo: nessun sistema proposto risultava vincitore usando il sistema stesso!

Tuttavia, secondo Partha Dasgupta, dell'Università di Cambridge, e Eric Maskin, dell'Institute for Advanced Studies di Princeton, «esiste un metodo migliore di tutti gli altri». Lo affermano in un articolo apparso su "Scientific American" nel marzo del 2004. «È il metodo delle graduatorie, detto anche "della vera maggioranza"». Per spiegare come funziona e verificare se davvero si tratta del miglior metodo possibile, lo si può mettere a confronto con altri metodi largamente usati. Quello più semplice prevede l'indicazione di una sola preferenza: ogni elettore vota un solo candidato. In Italia è adottato fra l'altro per l'elezione di 475 deputati in altrettanti collegi elettorali. Se al suo posto venisse adottato il metodo delle graduatorie, gli

Kenneth Arrow e la fine di una chimera



Kenneth J. Arrow

Nel 1951 Kenneth J. Arrow, un giovane economista newyorkese che aveva studiato logica matematica, dimostrò che il sistema elettorale perfetto non può esistere. Scoprì infatti che nessun sistema può soddisfare contemporaneamente tutti i seguenti principi fondamentali:

1. se tutti sono d'accordo che il candidato A è meglio del can-

didato B, allora B non sarà eletto (unanimità);

2. tutti gli elettori devono contare allo stesso modo: una testa, un voto (trattamento egualitario);

3. le regole elettorali non devono favorire un candidato piuttosto che un altro (simmetria);

4. la scelta degli elettori tra due candidati A e B non deve essere influenzata dalla loro opinione su un terzo candidato C (indipendenza dalle alternative irrilevanti);

5. se il candidato A è preferito a B, e se B è preferito a C, allora A deve essere preferito a C (transitività).

Il teorema di Arrow fu oggetto di studi approfonditi, che ora formano la cosiddetta teoria delle scelte sociali. E nel 1972 il comita-

to di Stoccolma (con una votazione!) assegnò ad Arrow il premio Nobel per l'economia. Le conseguenze filosofiche del teorema di Arrow sono spiazzanti. Paul Samuelson, premio Nobel per l'economia nel 1970, ammette che «la ricerca della democrazia perfetta da parte delle grandi menti della storia si è rivelata la ricerca di una chimera, di un'autocontraddizione logica». Per la sua natura astratta, il teorema di Arrow si applica a qualunque situazione in cui sia necessaria una scelta collettiva fra un insieme limitato di alternative. Ad esempio: di prodotti in un mercato, di politiche aziendali in un consiglio di amministrazione, o di rappresentanti in un'assemblea di azionisti.

Raniero Della Peruta

elettori potrebbero stilare una “classifica” personale, ed il risultato sarebbe più aderente alla loro volontà. Ci si può rendere conto di questo ponendo i metodi a confronto (vedi Box). «Un problema simile si ebbe nella sfida per la Casa Bianca del 2000, tra George W. Bush e Al Gore» ricordano Dasgupta e Maskin. In realtà c’erano altri due candidati, Nader e Buchanan, che non ottennero più del 2% dei voti. «Se gli elettori di Nader e quelli di



Buchanan avessero potuto esprimere la loro preferenza riguardo a Bush e Gore, probabilmente Gore avrebbe ottenuto la maggioranza delle preferenze.»

Consideriamo adesso il metodo del doppio turno con ballottaggio, usato in Italia per l’elezione del sindaco nei comuni con più di 15000 abitanti. Al primo turno si vota il candidato preferito: i due candidati che prendono più voti passano al secondo turno e si scontrano direttamente. Secondo i suoi sostenitori, consente di esprimere liberamente il proprio voto senza paura che vada “disperso”.

Ma attenzione: questo meccanismo è insidioso e può riservare sorprese. «È quello che accadde in Francia nel 2002, durante le elezioni del presidente della Repubblica» spiegano Dasgupta e Maskin. «In lizza c’erano nove candidati, ma i più importanti erano Jacques Chirac, Lionel Jospin e Jean-Marie Le Pen. Il maggior numero di voti lo prese Chirac (19,9%). Con grande sorpresa di tutti, il secondo risultò Le Pen (16,9%). Jospin, con il 16,2% dei voti, fu terzo e quindi escluso dal ballottaggio. Al secondo turno, Chirac sconfisse facilmente Le Pen. I voti a Le Pen erano chiaramente di protesta, ma ebbero l’effetto di togliere di scena Jospin, il quale al secondo turno avrebbe avuto qualche possibilità di battere Chirac.»

C’è un altro famoso metodo, che viene spesso invocato per risolvere i problemi delle votazioni democratiche. È stato inventato da Jean-Charles Borda, ingegnere e matematico francese del XVIII secolo. Secondo questo criterio, gli elettori stilano una graduatoria dei candidati, e poi a ciascun candidato si assegna un punteggio basato sulla sua posizione. Supponendo che ci siano tre candidati, il primo riceverebbe 3 punti, il secondo 2 punti ed il terzo 1 punto. Purtroppo usando questo metodo può succedere che la scelta degli elettori tra due candidati A e B sia influenzata dalla loro opinione su un terzo candidato C, violando il principio dell’indipendenza dalle alternative irrilevanti.

Così, sembrerebbe che il metodo delle graduatorie sia da preferire, anche se nessun Paese lo ha mai adottato. Ma anch’esso non è perfetto. Infatti ha il suo tallone d’Achille: in alcuni casi, può violare uno dei principi fondamentali di Arrow, quello della transitività. Questo succede se si instaura un “ciclo di Condorcet” (vedi Box). Il paradosso prende il nome dal marchese che lo descrisse nel 1785,

Metodi a confronto

Supponiamo di avere tre candidati, espressi da Unione, Casa delle Libertà (CdL) e Lega Nord. Chiediamo a ciascun elettore di stilare una classifica personale. Ci sono sei possibili graduatorie, come si può vedere nella tabella: ognuna viene scelta da una certa percentuale dei votanti (ultima colonna). Se gli elettori avessero potuto indicare solo un candidato (colonna A), avrebbe vinto quello dell’Unione col 45% (prime due righe). Il candidato della CdL avrebbe ottenuto il 40% (riga 3 e 4) e quello della Lega il 15% (ultime due righe). Adesso consideriamo invece tutta la tabella e proviamo a verificare quante persone preferiscono il candidato dell’Unione a quello della CdL. Le graduatorie dove questo accade sono la prima, la seconda e la sesta: sommando le percentuali otteniamo il 47% dei voti. Ora verifichiamo quante persone preferiscono il candidato della CdL a quello dell’Unione. Per farlo,

sommiamo le percentuali della terza, della quarta e della quinta riga: otteniamo il 53%. Sorpresa: utilizzando la regola della vera maggioranza, il candidato eletto sarebbe quello della CdL e non quello dell’Unione.

Raniero Della Peruta

	Prima scelta	Seconda scelta	Terza scelta	% di elettori che scelgono ciascuna graduatoria
1	Unione	CdL	Lega	35%
2	Unione	Lega	CdL	10%
3	CdL	Lega	Unione	25%
4	CdL	Unione	Lega	15%
5	Lega	CdL	Unione	13%
6	Lega	Unione	CdL	2%

pochi anni prima che la rivoluzione francese pretendesse di instaurare un sistema democratico con la ghigliottina. Il ciclo di Condorcet, fortunatamente, ha poche probabilità di avverarsi.

Alla luce di queste complicazioni è comprensibile

che i matematici continuino a dibattere. Su una cosa però sono tutti d'accordo: il sistema più diffuso, quello della preferenza singola, è sicuramente il peggiore possibile.

Raniero Della Peruta

Il paradosso di Condorcet

Consideriamo la scelta fra tre candidati, e immaginiamo che gli elettori esprimano solo tre graduatorie diverse, come mostrato in tabella. Facendo un po' di conti, vediamo che il 67% dei votanti pone la CdL davanti alla Lega (prima e terza riga) e il 68% preferisce la Lega all'Unione (prima e seconda riga). Poiché la CdL è preferita alla Lega, e la Lega è preferita all'Unione, per il principio di transitività la CdL dovrebbe essere preferita all'Unione. Ma, in realtà, nel nostro esempio il 65% degli elettori mette l'Unione davanti alla CdL (seconda e terza riga). Conclusione: il principio della transitività è violato e il sistema delle graduatorie va in tilt. Va detto però che questo paradosso ha scarse possibilità di avverarsi. Infatti la seconda graduatoria è im-

probabile: gli elettori della Lega non metterebbero l'Unione davanti alla CdL. In altre parole, le graduatorie sono in genere il frutto di un'impostazione ideologica. E questo basta a scongiurare l'avverarsi di un paradosso di Condorcet.

Raniero Della Peruta

	Prima scelta	Seconda scelta	Terza scelta	% di elettori che scelgono ciascuna graduatoria
1	CdL	Lega	Unione	35%
2	Lega	Unione	CdL	33%
3	Unione	CdL	Lega	32%

Il signore dei ghiacci

Storie dell'orso polare

Bianco su bianco nell'irrealità del silenzio. Poi un muso scuro a pelo d'acqua, e la massa bianca d'improvviso prende vita: una zampa, un artiglio proteso, acqua e ghiaccio, ghiaccio e acqua, un cacciatore e la sua preda. Ed è di nuovo silenzio. Sullo spesso strato di ghiaccio e neve, la vittima designata – una foca – e il suo predatore, l'orso polare.

È un esponente della specie più grande di orsi attualmente esistente: fino a 600 chili di peso per una lunghezza massima di due metri e mezzo, dalla punta del naso all'estremità della coda. Per prevenire spiacevoli incontri con questo grosso mammifero, l'Istituto norvegese per le ricerche sull'Artico ha pubblicato a gennaio 2005 un documento sulle abitudini dell'orso polare. Nel rapporto sono raccolti preziosi consigli su come comportarsi quando se ne avvista uno, ma la raccomandazione principale è “tenere le distanze”. Di solito, infatti, il bestione non è interessato all'uomo, ma è irrefrenabilmente curioso, e può avventurarsi vicino alle



tende o alle basi artiche attirato dall'odore del cibo o della spazzatura. In genere però il suo pasto è a base di foche, che caccia con pazienza e perseveranza: si accuccia vicino a uno dei fori nel ghiaccio che le foche usano per uscire dall'acqua e aspetta. Può attendere immobile per molte ore, finché una foca si affaccia a respirare e l'orso l'afferra con i suoi grossi artigli. Il suo pelo bianco lo aiuta a mimetizzarsi sulla neve, e lo protegge dal freddo quando deve aspettare la preda così a lungo.

In realtà l'orso bianco non è affatto bianco, è nero. Lo si può notare dagli unici punti non coperti dalla pelliccia: il naso, le labbra e i cuscinetti delle zampe. I peli che lo ricoprono, chiari e cavi, per-



mettono ai raggi ultravioletti del sole di raggiungere e scaldare la pelle nera. Così l'orso non soffre il freddo. Anzi, il suo problema più serio è il surriscaldamento. Spesso, dopo una lunga camminata, deve fermarsi e sdraiarsi sul pack a rinfrescare la pancia: alla folta pelliccia infatti si aggiunge anche uno strato di grasso spesso fino a 10 cm, che lo aiuta a stare caldo e a galleggiare quando si tuffa nel mare gelido. L'orso polare è un nuotatore provetto. Le sue zampe enormi e la pelliccia impermeabile gli permettono di nuotare, e cacciare sott'acqua, a lungo. Per questo il suo habitat preferito sono le isole artiche e le rive ghiacciate dei continenti: tra Canada, Alaska e Groenlandia si contano circa 20 mila individui, e secondo l'Istituto Norvegese più di 3000 vivono sulle Isole Svalbard (protettorato della Norvegia) e sulle coste della Siberia.

E quando d'estate la neve si scioglie? Allora il grosso carnivoro migra più a nord per seguire le sue prede. Oppure si adatta e mangia quello che trova, piccoli roditori, uova di uccelli, vegetali. In Canada gli orsi polari della Baia di Hudson rimangono anche d'estate, spostandosi sulla terraferma quando i ghiacci si ritirano, anche se qui il cibo scarseggia e spesso devono digiunare. Per evitare pericoli il governo canadese ha dovuto limitare il numero di veicoli che possono raggiungere il litorale: ogni anno, infatti, frotte di turisti accorrono per vedere gli orsi, perché questo è uno dei pochi casi in cui si possono vedere gruppi di più esemplari.

È molto raro osservare due o più orsi insieme. Può capitare che più individui si spartiscano una grossa preda, come una piccola balena spiaggiata. Tra aprile e maggio, poi, si può assistere alle lotte tra maschi: il vincitore avrà il diritto di accoppiarsi con più femmine. La coppia novella però dura ben poco, solo un paio di settimane, poi il maschio torna a vagabondare solitario, mentre la femmina deve impegnarsi a trovare la tana per l'inverno e a in-

grassare quanto basta, di solito 200 chili, per mantenere anche i piccoli nel periodo invernale. I cuccioli nascono verso dicembre, quando la mamma è ancora in letargo. Di solito sono due e pesano solo 600 grammi, circa 750 volte meno della loro mamma (per fare un confronto si pensi che nell'uomo un neonato pesa 20 volte meno dell'adulto). La prima uscita dalla tana è verso aprile, e da quel momento la famigliola rimane unita per quasi tre anni.

Così piccoli e rotondetti, i cuccioli assomigliano proprio all'orsacchiotto di peluche che è esposto nelle vetrine dei negozi di giocattoli. Però guai ad avvicinarsi a loro! Mamma orsa, infatti, non li lascia mai soli a lungo, e l'incontro con una mamma arrabbiata e gigantesca è decisamente sconsigliabile.

Giorgia Givone e Chiara Manfredotti



S.O.S. per il gigante bianco

Due gradi sono troppi. È il titolo del rapporto pubblicato a gennaio 2005 dal Programma Internazionale per l'Artico del WWF. In questi studi si evidenzia un aumento della temperatura globale

agli altri pericoli: la caccia, legale o di frodo, e l'inquinamento causato dai prodotti chimici industriali e dalle perdite di greggio delle piattaforme petrolifere della zona.



di circa 2°C. E per l'orso polare potrebbero significare l'estinzione. Sembra eccessivo? Forse. Però nel documento si legge che il riscaldamento nell'Artico è due o tre volte superiore alla media, e il permafrost (lo strato di ghiaccio perenne) continua a sciogliersi a un ritmo impressionante: l'orso polare, che vive, caccia e si riproduce sul pack ghiacciato, potrebbe ben presto non trovare più il suo habitat ideale. Così i cambiamenti climatici si aggiungono

E pensare che finora molto è stato fatto per proteggere questo grosso mammifero: il primo atto ufficiale è l'Accordo Internazionale per la Salvaguardia dell'Orso Polare, che risale al 1973. Siglato da tutti gli stati affacciati sull'Artico - il Canada, gli Stati Uniti, la Russia, la Norvegia e la Danimarca (all'epoca responsabile della Groenlandia) - l'Accordo indicava per la prima volta le aree da proteggere per assicurare l'habitat degli orsi. L'Accordo è

tuttora valido, e obbliga i paesi firmatari a condurre ricerche e stabilire programmi di conservazione per l'orso polare. Dal 1968 opera il Polar Bear Specialist Group, un insieme di esperti biologi che si incontrano ogni 3-4 anni per discutere i risultati delle ricerche e suggerire progetti per la tutela dell'orso bianco. È stato questo gruppo a inserire nel 1996 l'orso polare nella Lista Rossa delle specie in pericolo come categoria vulnerabile.

Per quanto riguarda la caccia, il Canada, la Groenlandia e gli Stati Uniti hanno stabilito delle quote limite per le popolazioni residenti. La Norvegia, che è responsabile della tutela delle Isole Svalbard, ha vietato la caccia all'orso polare dal 1973. In Russia la caccia è vietata già dal 1956, ma un grave problema è il bracconaggio, per il quale i controlli sono pochi e inefficaci. Ma ecco finalmente una buona notizia: nella Lista Rossa del 2003 l'orso polare è passato da specie vulnerabile a specie a basso rischio, anche se continua a rimanere un sorvegliato speciale.

Giorgia Givone

Vagabondo, solitario e leggendario

The great lonely roamer, il grande vagabondo solitario: così gli Inuit, i nativi dell'artico, chiamano l'orso polare, allo stesso tempo trofeo di caccia, animale da rispettare e semidivinità.

È per questo che a Nanuq (un altro nome, ma è sempre lui) vengono attribuiti comportamenti poco animaleschi, ad esempio che nasconda il naso, l'unica parte del suo corpo non ricoperta dalla folta pelliccia bianca, durante la caccia. Nessun biologo esperto di comportamento degli orsi polari, però, ha mai riferito di fatti simili, come non risulta che per la cattura e l'uccisione delle foche usi blocchi di ghiaccio come arnesi, a differenza di quanto riferiscono alcuni nativi. E quando il grande cacciatore di-

venta preda? L'esploratore artico Knud Rasmussen riporta quanto dicono gli Inuit: "Tutte le creature che dobbiamo uccidere e mangiare, tutte quelle che dobbiamo abbattere e distruggere per farne vestiti, hanno un'anima esattamente come l'abbiamo noi, e quest'anima non muore con il corpo, e quindi deve essere propiziata perché non si vendichi su di noi per averle sottratto il corpo". Lo spirito dell'orso polare è il più potente, pericoloso e potenzialmente vendicativo dopo quello di Sedna, madre degli animali e signora della terra e del mare. L'anima dell'orso resta alcuni giorni in cima all'arpione che lo ha ucciso, ed è molto pericolosa perché, se offesa, può trasformarsi in uno spirito maligno.

In attesa che torni alla sua famiglia deve essere onorata secondo un rituale preciso, anche per incoraggiarla a reincarnarsi in un altro orso disposto a farsi uccidere, in segno di gratitudine, dallo stesso cacciatore.

L'orso polare e i suoi cacciatori, gli Inuit ("eschimesi" è una parola indiana, significa "mangiatori di carne cruda", e per i nativi è dispregiativo), popolano anche il cielo. È da lì che splende Nanurjuk ("l'orso polare", Aldebaran nella cartografia stellare) inseguito dai cacciatori che si persero durante la caccia e furono trasferiti in cielo, e che brillano nella cintura della costellazione di Orione.

Chiara Manfredotti

Bianco o bruno, è l'habitat che fa l'orso

Molti scienziati suppongono che l'orso polare si sia evoluto da un antenato dell'orso bruno circa 200.000 anni fa, dunque l'origine sarebbe comune: è stata poi la diversità dell'habitat a rendere orso polare e orso bruno due specie diverse.

Il "parente" più scuro vive in foreste, regioni subalpine e tundre del Nord America e del continente eurasiatico, mentre l'orso bianco vive sulle coste dell'estremo Nord, cioè Alaska (USA), Russia, Canada,

Groenlandia e Norvegia, e ha dovuto abituarsi al mare e a climi polari, ghiaccio e neve. Ha una pelliccia molto più fitta degli orsi bruni e uno spesso strato di grasso sotto pelle per resistere al freddo e galleggiare meglio quando nuota, e ha anche affinato moltissimo vista, udito e fiuto, sensi indispensabili per cacciare nelle zone artiche. Mangia principalmente carne: le sue prede preferite sono le foche e, più di rado, le otarie. L'orso bruno invece mangia

un po' di tutto ed è prevalentemente vegetariano. La dieta dell'orso bianco lo aiuta a raggiungere un peso medio di 400-600 kg, che supera di 200-250 kg quello dell'orso bruno e ne fa il più grande carnivoro terrestre vivente. Oltre al collo più lungo, con cui può tenere la testa fuori dall'acqua quando nuota, l'orso polare ha artigli, denti e zampe adatti per cacciare, mangiare le prede e correre sul ghiaccio evitando i ruzzoloni.

La vita sociale è simile: sono entrambi animali solitari, a eccezione delle femmine con i cuccioli – di solito non più di due o tre – e del periodo dell'accoppiamento. Le mamme di entrambe le specie partoriscono i cuccioli in inverno e li curano per almeno due anni e mezzo. E il sonno invernale? L'orso bruno va in letargo, anche se quasi mai totalmente, mentre il suo parente polare cerca solo un riparo, visto che le prede d'inverno non mancano. In qualsiasi periodo dell'anno però, se il cibo scarseggia, è in grado di utilizzare le proprie scorte come se fosse in letargo.

Chiara Manfredotti



Valvole infaticabili

La tecnologia che ripara il cuore

Cuore: un organo complesso, geniale. Frutto di milioni di anni di evoluzione. Piccole correzioni da un organismo al successivo, fino a noi. Pulsa 100.000 volte al giorno, miliardi di volte nel corso della vita di un uomo. Al suo interno un sistema di valvole che si aprono e si chiudono in modo coordinato per far scorrere il sangue in un unico verso e che, a un certo punto, possono aver bisogno di essere sostituite. Ecco perciò la necessità di mettere a punto valvole artificiali sempre più efficaci e resistenti.

L'evoluzione delle valvole artificiali ha seguito due strade parallele: quella delle valvole biologiche realizzate con tessuti animali e quella delle valvole meccaniche costruite in materiali sintetici molto resistenti. La cardiocirurgia valvolare ha mosso i primi passi nel 1953, ma soltanto nel 1960, negli Stati Uniti, fu impiantata con successo la prima valvola meccanica. Era di tipo *ball-cage* formata da una pallina centrale mobile rinchiusa in una gabbietta. Un flusso sanguigno non ottimale causato dall'ingombro di questa struttura troppo complessa portò alla progettazione di un nuovo modello a metà degli anni '60: la valvola di tipo *tilting disk*. È formata da un anello metallico sul quale si aggancia un disco oscillante in grado di aprirsi e chiudersi ad ogni battito cardiaco spinto dalla pressione sanguigna; l'anello è circondato a sua volta da un altro anello in tessuto sintetico per permettere la sutura della valvola. Studiate per ottimizzare il flusso sanguigno, all'inizio degli anni '70 nacquero le valvole *bileaflets*, nelle quali il monodisco venne sostituito da due semidischi. Nel corso degli anni successivi furono progettati vari modelli di



Valvola *bileaflets* aortica

queste valvole che differivano per la geometria dei dischi o per il meccanismo di aggancio dei dischi all'anello, il punto meccanicamente più sollecitato e di conseguenza più critico poiché soggetto a rottura. Gli obiettivi erano ottimizzare le caratteristiche emodinamiche migliorando l'adattamento del movimento dei dischi alle variazioni del flusso sanguigno e diminuire l'incidenza di trombi che possono causare il blocco dei dischi stessi. Le *bileaflets* sono le valvole meccaniche più utilizzate

dagli anni '80 ad oggi. Importanti passi avanti sono stati fatti anche nel campo dei materiali con l'utilizzo di leghe metalliche speciali sempre più resistenti all'usura, come titanio e stellite, fino a giungere nel 1971 al brevetto italiano del carbonio pirolitico, materiale molto affidabile poiché a un'eccellente durata affianca un alto grado di biocompatibilità. Oggi la quasi totalità delle valvole meccaniche è rivestita da carbonio pirolitico.

Il primo impianto di valvola biologica fu effettuato invece in Francia nel 1969 utilizzando una valvola di maiale naturale cucita su un supporto anulare di plastica, chiamato *stent*, ricoperto con tessuto sintetico di sutura. Successivamente si svilupparono altri modelli con prestazioni emodinamiche migliori realizzati sovrapponendo lembi di valvole suine oppure utilizzando fogli di pericardio bovino pretrattati chimicamente per ridurne il rischio di rigetto. Nel 1986 in Francia e in Svizzera si uti-



Valvola biologica

lizzarono i primi *stents* rivestiti da carbonio pirolitico. Invece, per aumentare il flusso sanguigno sono nate le valvole *stentless* ossia senza l'anello di supporto, quindi con un diametro maggiore; queste valvole vengono suture direttamente ai tessuti del paziente con un'operazione chirurgica molto complessa. Tra le bioprotesi di nuova generazione, nel 2000 in Brasile è stato creato uno *stent* rivestito da un principio attivo che aiuta a proteggere il vaso sanguigno al quale è suturato. Nel 2002, grazie ad una collaborazione italo-brasiliana, è stata realizzata una valvola con la cornea del tonno. L'anno successivo è stata impiantata per la prima volta in Italia una protesi realizzata grazie all'ingegneria dei tessuti. Si tratta di una valvola suina naturale ricoperta con un tessuto di cellule umane coltivate in provetta a partire da poche cellule prelevate dallo stesso paziente, in modo da escludere qualsiasi problema di incompatibilità e rischio di rigetto che porta alla degenerazione della protesi.

Negli ultimi 40 anni sono stati lanciati sul mercato più di cento differenti modelli di protesi valvolari, ma la ricerca della "valvola ideale" continua.

Paola Beccaro, Paola Giachello e Giovanni Mosso

Piemonte: dalla ricerca nucleare valvole più affidabili

Le valvole cardiache al carbonio pirolitico sono un brevetto tutto italiano: sono state progettate a partire dal 1971 alla Sorin Biomedica, gruppo SNIA, con sede a Salluggia in provincia di Vercelli. Negli anni '60, quando la Sorin era un centro di ricerche nucleari, il pirocarbonio era già noto ed era considerato il materiale del futuro per una nuova generazione di reattori nucleari. Era usato per rivestire con un guscio molto resistente le sfere di ossido di uranio che avrebbero poi costituito il nocciolo del reattore. Il pirolitico infatti ha una struttura che è una via di mezzo tra quelle delle altre due forme cristalline di carbonio, il diamante e la grafite, con gli atomi organizzati in piani orientati in direzioni diver-

se e legati tra loro da legami forti. È proprio questa struttura che conferisce al materiale un'elevata durezza ed una notevole resistenza all'usura. Il processo messo a punto dalla Sorin si svolge in un forno dove vengono introdotte le sfere da rivestire e un gas inerte che le fa fluttuare come fossero chicchi di mais in una macchina per pop-corn. Successivamente viene fatto fluire un idrocarburo gassoso; la temperatura del forno superiore ai 1200° provoca la scissione, detta pirolisi, dei legami chimici dell'idrocarburo liberando gli atomi di carbonio che vanno a colpire le sfere e si depositano sulla superficie formando il guscio.

Quando nel 1970 il reattore nucleare fu chiuso, tutte le ricerche

e le relative applicazioni sviluppate furono riconvertite nel settore delle biotecnologie. Si pensò subito alle protesi valvolari: fu progettata una valvola in grafite e fu sottoposta al processo di pirolisi. Le prime valvole cardiache in grafite e carbonio pirolitico furono impiantate nel 1978 a Milano e dimostrarono subito un alto grado di affidabilità. Basta un rivestimento di carbonio pirolitico inferiore al mezzo millimetro per far sì che la protesi possa sopportare condizioni di forte stress prolungate nel tempo senza subire rotture e contemporaneamente riducendo il rischio di rigetto e di formazione di coaguli del sangue, grazie alla biocompatibilità del carbonio.

Paola Giachello

L'avanzata delle talpe meccaniche

Un tunnel sottomarino tra Sicilia e Tunisia: sembra impossibile, e invece l'Enea (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) ne sta studiando la fattibilità. A marzo 2005 una cordata di imprenditori coreani ha fatto sapere di essere pronta a investire nel progetto. Ma come realizzare una simile opera? Grazie a un mastodontico "essere" che scava e riempie, distrugge e costruisce, lavora sottoterra e lascia dietro di sé una galleria a cui mancano solo i dettagli. Questa macchina scavatrice è figlia della più innovativa tecnologia per la realizzazione di metropolitane, acquedotti, metanodotti, strade, tunnel soprattutto in ambienti urbani densamente abitati, dove occorre il più possibile limitare i disturbi e i disagi, inevitabili con l'uso di esplosivi. È la *Tunnel Boring Machine* (TBM), in italiano fresa meccanica a piena sezione. Ma "talpa" rende meglio l'idea.

Il muso della talpa meccanica è una testa fresante circolare, che ruota a una velocità di qualche giro al minuto. Sulla testa sono presenti dei dischi (*cutters*) che frantumano la roccia. Il diametro della testa varia in base alle dimensioni che la galleria finita dovrà avere, e può superare i 15 metri. La parte anteriore è di solito protetta da uno scudo, un cilindro di acciaio lungo qualche metro che sostiene il materiale nel quale la talpa si fa strada. Lo scudo racchiude i potenti motori idraulici che assicurano il movimento circolare della testa. In coda allo scudo si trova un braccio meccanico, che ha il compito di montare il rivestimento definitivo costituito da conci, cioè elementi prefabbricati di calcestruzzo sagomati ad arco, che vengono assemblati in anelli capaci di sostenere la galleria.

La talpa si spinge in avanti grazie a dei martinetti idraulici che fanno forza proprio sul rivestimento appena realizzato. Quando è avanzata di un tratto pari alla larghezza dei conci, fa rientrare i

martinetti e il braccio meccanico può mettere in posa un nuovo anello di rivestimento.

Allo scudo è agganciato il *backup*: diversi carri che ospitano il nastro per il trasporto del materiale scavato (smarino), i gruppi elettrici e idraulici e tutte le apparecchiature di supporto. La macchina può avere una lunghezza complessiva di più di 100 metri e un peso di centinaia di tonnellate. A seguito del passaggio della talpa la galleria è praticamente già pronta. La TBM può lavorare 24 ore al giorno per sette giorni alla settimana e richiede la presenza continua di operai altamente specializzati. Sostituiti sistemi computerizzati controllano tutte le fasi di scavo. In media una talpa riesce ad avanzare di 10-20 metri ogni giorno, contro i 2-8 metri dei metodi tradizionali. Le TBM, del valore di decine di milioni di euro, vengono trasportate in pezzi e assemblate sul luogo dello scavo. Devono, poi, essere calate nel sottosuolo attraverso pozzi verticali appositamente realizzati, che in seguito serviranno anche per evacuare lo smarino.

In realtà ci sono vari tipi di TBM, a seconda del materiale da scavare. Una categoria viene usata per aprire cavità solamente nella roccia, che offre resistenza, coerenza e autosostegno; in gergo questo tipo di lavoro si definisce "in sistema aperto": la macchina scava a diretto contatto con il materiale roccioso e può anche lavorare senza particolari protezioni (scudi).

Esistono poi TBM capaci di scavare tunnel all'interno di materiali sciolti, come sabbie e fanghi, o in presenza di significative pressioni idrauliche (per esempio in ambienti sottomarini o falde acquifere). In questi casi, per evitare che la galleria appena scavata crolli, si procede in due modi diversi. Nel caso di materiali sciolti, una malta stabilizzante, creata amalgamando lo smarino con schiume apposite, permette di creare un manicotto resistente intorno alla



galleria. In questo modo non si introduce materiale esterno allo scavo. Un secondo metodo prevede l'impiego di "fanghi", miscele di acqua e argilla, che vengono pompate sul fronte di scavo per contrastare la pressione e hanno inoltre la funzione, nel percorso inverso, di trasportare con sé il materiale scavato in coda alla talpa. A questo punto un filtro separa lo smarino dal "fango", che viene quindi rimesso in circolo. Le TBM in grado di svolgere questi tipi di interventi sono le EPB (*Earth Pressure Balanced*) e lavorano "in sistema chiuso", cioè isolate dal substrato che stanno scavando.

Una terza categoria è rappresentata dalle macchine *mixshield*, che hanno i vantaggi di entrambe

le tipologie appena descritte, possono cioè scavare in qualsiasi situazione, potendo alternare i due metodi di scavo senza apportare modifiche alla TBM. Nell'unità di guida, infatti, c'è una camera iperbarica, che è in grado di rilevare la presenza di falde acquifere o di materiale incoerente.

Sempre più spesso l'adozione delle TBM sostituisce i tradizionali sistemi di scavo, perché presenta molti vantaggi. Grazie allo scudo, le misure di sicurezza sono semplificate; inoltre il numero di addetti alla manovra è piuttosto ridotto. Ma soprattutto i tempi di scavo sono molto inferiori a parità di investimento economico.

Raniero Della Peruta ed Eleonora Veneri

TVB TBM: Torino Vuole Bene alle TBM

Dal 9 ottobre 2002 il sottosuolo torinese gode della rumorosa compagnia di tre "signore" d'eccezione: Valentina, Madama Cristina e Valeria. Questi sono i soprannomi delle tre TBM (Tunnel Boring Machine), chiamate anche "talpe", utilizzate negli scavi delle gallerie per la linea 1 della nuova metropolitana di Torino.

La prima possente talpa a giungere nel capoluogo piemontese è stata Valentina, realizzata in Canada dalla Lovat e trasportata a Collegno (TO) nell'estate del 2002, per scavare da lì fino a Pozzo Strada. La seconda arrivata, Madama Cristina, è stata realizzata dalla stessa azienda che ha costruito Valentina e con le stesse caratteristiche della sua gemella, ma è stata trasportata nel cantiere della stazione Principi d'Acaja

nell'autunno del 2002 per scavare un altro lungo tunnel verso Pozzo Strada. L'ultima TBM, Valeria, a differenza delle due cugine, è stata realizzata in Francia e a gennaio 2004 ha iniziato a scavare il tratto tra Porta Susa e Principi d'Acaja. Il 13 novembre 2004, tornando a Porta Susa e invertendo senso di marcia, la talpa ha aperto il tratto fra la futura stazione Vinzaglio e quella Re Umberto. In tre mesi ha percorso 613 m di galleria terminando il suo lavoro giovedì 3 febbraio 2005. Secondo gli addetti ai lavori, fra qualche mese e 380 metri di roccia, la grande TBM Val terminerà



il suo lavoro raggiungendo la stazione Porta nuova per completare finalmente la linea 1.

Silvano Santoro

Dal piccone alle talpe: scavare nel tempo

Dalle prime gallerie scavate a forza di braccia fino ai moderni tunnel sottomarini, la storia del *tunnelling* è ricca di piccole e grandi storie, umane e tecnologiche.

Si sa di cunicoli e ambienti ipogeici scavati già da popolazioni neolitiche, per lo più con scopi religiosi, funerari o di culto, ma fu per esigenze pratiche, civili e militari che le antiche civiltà del Mediterraneo elaborarono metodi di calcolo e tecnologie specifiche per l'escavazione sotterranea. Così, per necessità idriche, furono realizzate le prime opere del genere a noi note, la galleria di re Ezechia a Gerusalemme del VII sec. a.C. (lunga 550

m) e quella progettata da Eupalino di Megara nel VI sec. a.C. per Samo (1000 m).

Gli ingegneri romani svilupparono invece in campo militare strumenti e tecniche che poi applicarono anche in ambito civile: circa 16 km contava l'*Aqua Appia*, del 312 a.C., mentre una duplice opera, di irrigazione e di bonifica, svolgeva l'emissario artificiale del Lago di Nemi (pure del IV sec. a.C. e lungo 1653 m). Qualche secolo più tardi, tra il 41 e il 52 d.C., l'imperatore Claudio patrocinava un'opera ingegneristica davvero imponente, l'emissario del Fucino, che teneva sotto controllo il livello del lago collegandolo al Liri con un articolato si-

stema di gallerie, vasche di raccolta e saracinesche per regolare il deflusso delle acque e lo smaltimento dei detriti. La galleria principale, di 5630 m, per oltre 18 secoli è rimasta la più lunga scavata dall'uomo: la lunghezza totale, tra cunicoli e altre opere accessorie, era di 17 km. Dell'inizio del II secolo è poi la galleria stradale del Furlo (*Forulum*), sulla via Flaminia, lunga 38 m, larga circa 5,50 e alta quasi 6, sostituita da un moderno tunnel solo nel



L'emissario del Fucino

1991.

Roma disponeva di manodopera schiavile (quasi a costo zero) e militare, capace di realizzare grandi opere scavando a mano. Questo metodo è rimasto l'unico possibile fino all'età moderna. A colpi di scalpello fu realizzato, tra il 1476 e il 1484 anche il primo traforo alpino, il Buco di Viso, una galleria lunga 75 metri per 2 di altezza e 2,50 di larghezza, a una quota di quasi 3.000 metri, che collegava il Piemonte alla Provenza: lo volle il marchese di Saluzzo, Ludovico II, che poteva così garantirsi il rifornimento di sale anche in inverno. Ancora a mano, per esigenze idriche, il solitario Colombano Romain aprì, tra il 1526 e il 1533, i 450 metri del Pertuso di Touilles (alto m 1,80), in Valle di Susa: morì, casualmente, a opera finita e prima di essere pagato.

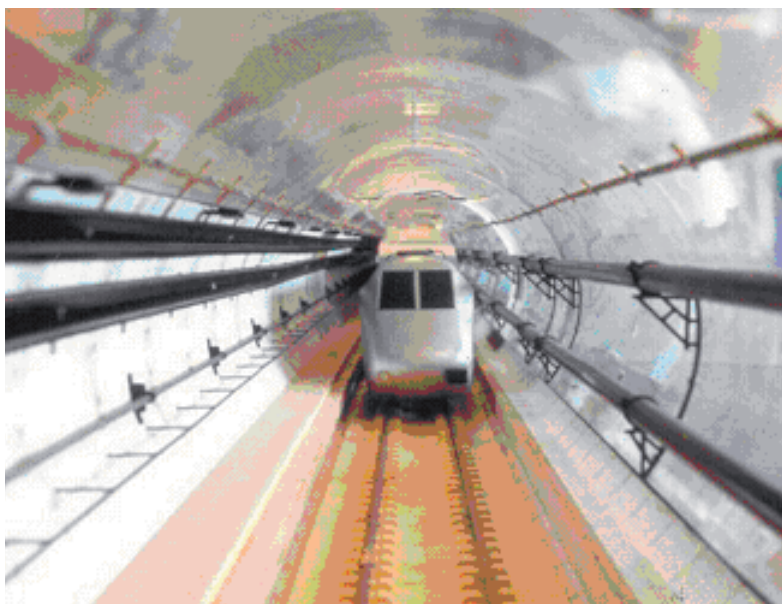
L'arte del *tunnelling* inaugura una nuova via di sviluppo dalla metà del XVII secolo con l'uso della polvere da sparo, la prima volta nel 1679 per il canale navigabile di Languedoc; i "fori da mina" per il posizionamento dell'esplosivo, però, erano ancora da scavare a mano. L'avvento del trasporto fer-

roviario, all'inizio del XVIII secolo, che richiedeva percorsi più brevi e rettilinei, diede lo stimolo decisivo alla ricerca di sistemi e metodi di scavo più efficaci.

Nel 1846 il chimico piemontese Ascanio Sobrero inventa la nitroglicerina, ma il suo impiego sistematico sarà reso sicuro solo venti anni dopo, quando Alfred Nobel riuscì a stabilizzarla nella dinamite. Da questo momento le operazioni di scavo diventano più veloci, grazie anche all'introduzione, nel 1861 per il Fréjus, della perforatrice meccanica ad aria compressa, ideata da Germano Sommeiller e destinata a essere sostituita circa cento anni dopo da quella a pressione idraulica. Il Fréjus fu il primo grande traforo alpino ferroviario, capostipite della prima generazione di tunnel sotto le Alpi. Fatta eccezione per la tormentata storia del Col di Tenda, realizzato nel 1883 dopo circa tre secoli di progetti e tentativi, i primi trafori stradali sono invece stati aperti solo a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, sulla spinta del *boom* economico.

Gli ultimi trent'anni rappresentano l'epoca delle TBM, capaci di aprire autostrade anche sotto i fondali marini o di scavare, non viste né sentite, gallerie nei sottosuoli urbani. Così, in questi decenni è stato possibile realizzare trafori come quello del Monte Bianco e del Fréjus, linee metropolitane come quella di Torino, tunnel sottomarini, come l'*Euro-tunnel* sotto la Manica o la *Tokyo-bay Aqualine*, cioè un'autostrada composta da 5 km su ponte e altri 10 sottomarini che consentono di attraversare in auto la baia della metropoli giapponese.

Isabella Ferro e Silvano Santoro



L'Eurotunnel sotto la Manica

Trafori e gallerie

Dal semplice scalpello alle sofisticate "talpe", l'arte del *tunnelling* costituisce un ampio capitolo della storia delle tecnologie. Canali sotterranei, di bonifica o approvvigionamento idrico, vie di collegamento e di scambi commerciali sono spesso le grandi opere di un passato neanche molto remoto: alcune di esse sono rimaste in uso fino a tempi recenti.

L'attraversamento della corona alpina, una sfida da Annibale a noi, ha costituito il campo di prova anche degli ingegneri moderni, prima per obbedire alle esigenze della neonata linea ferrata, poi per soddisfare le esigenze del popolo sempre crescente degli automobilisti. Gli ultimi trent'anni rappresentano infine l'epoca delle TBM,

capaci di aprire autostrade anche sotto i fondali marini o, non viste né sentite, di scavare gallerie nei sottosuoli urbani.

La tabella seguente dà un quadro generale delle principali opere di scavo sotterraneo realizzate dall'antichità ad oggi, con particolare riguardo per i trafori alpini.

Denominazione / Località	Tipologia	Apertura	Lunghezza (metri)
Galleria di Ezechia / Gerusalemme	I	VII sec. a.C.	550
Galleria di Eupalino di Megara / Samo	I	VI sec. a.C.	1.000
Emissario del Lago di Nemi / Lazio	I	IV sec. a.C. (?)	1.653
Emissario del Lago di Albano / Lazio	I	IV sec. a.C.	1.800
<i>Crypta Neapolitana</i> / Posillipo (Na)	S	I sec. a.C.	700
Emissario del Lago del Fucino / Abruzzo	I	52 d.C.	5.500 ca
Buco di Viso / Alta Valle Po (detto anche Pertus 'd Viso o Pertus 'dla Traversetta)	C	1484	75
Pertuso di Touilles / Valle di Susa	I	1533	450
Buco di Uri / Svizzera	C	1708	60
Semmering / Austria	F	1852	1.200
Grande galleria dei Giovi / Torino-Genova	F	1853	3.260
Fréjus-Moncenisio / Modane (Francia) - Bardonecchia (Italia)	F	1871	13.636
Arlberg / Svizzera	F	1884	10.249
Tenda / Provincia di Cuneo (Italia) - Valle del Roia (Francia)	S	1883	3.183
San Gottardo / Svizzera	F	1882	14.920
Tauern / Austria	F	1909	8.550
Sempione / Svizzera-Italia	F	1906; 1922	19.800
Lötschberg / Svizzera	F	1913	14.612
Tunnel degli Appennini / Firenze - Bologna	F	1934	18.500
Gran San Bernardo / Aosta (Italia) - Martigny (Svizzera)	S	1964	5.854
Monte Bianco / Chamonix (Francia) - Courmayeur (Italia)	S	1965	11.660
San Bernardino / Svizzera	S	1967	6.600
Ena-san / Giappone	S	1975	8.400
Shin Kanmon (sottomarino) / Giappone	F	1975	18.700
Sainte-Marie-aux-Mines / Saint-Dié - Sélestat (Francia)	S	1976	6.950
Aragnonet-Bielsa / Saint-Lary (Francia) - provincia di Huesca (Spagna)	S	1976	3.000
Arlberg/ Austria	S	1978	13.972
San Gottardo / cantoni Ticino - Uri (Svizzera)	S	1980	16.918
Seelisberg / Svizzera	S	1980	18.000
Fréjus / Modane (Francia) - Bardonecchia (Italia)	S	1980	12.895
Dai Shimizu / Giappone	F	1980	22.230
Kan-etsu / Giappone	S	1990	10.880
Seikan / Giappone	F	1988	53.850
Eurotunnel (sottomarino) / Beussinge (Francia) - Cheriton (Inghilterra)	F	1994	50.500
Tokyo Bay-Aqualine (Giappone)	S	2003	10.000

Legenda: C = galleria di collegamento (pedonale, mulattiera etc.) - F = ferrovia
I = canale / condotto idrico (emissario artificiale, etc.) - S = strada/autostrada

Isabella Ferro

Cento anni di Einstein

Non solo relatività

Un archivio universitario. Il nostro occhio scorre veloce volumi uguali affiancati su decine di scaffali dedicati alla fisica. Si ferma all'anno 1905, rivista in lingua tedesca "Annalen der Physik", volume 17. Un autore all'epoca ventiseienne scrisse in quel volume tre articoli che hanno cambiato il corso della fisica (e non solo). L'autore in questione è un "esperto tecnico di III classe" dell'ufficio brevetti di Berna di nome Albert Einstein.

Dal 1901 egli pubblicava sulla stessa rivista articoli di termodinamica, campo nel quale si inseriscono due memorie comparse nel 1905. La prima di queste, datata 17 marzo e intitolato *La trasmissione e l'emissione di luce da un punto di vista euristico*, è un lavoro in cui si rivoluziona la concezione della luce fino ad allora universalmente accettata, poiché "la consueta concezione, per la quale l'energia della luce si distribuisce in modo continuo nello spazio irradiato, incontra, nel tentativo di spiegare i fenomeni fotoelettrici, notevoli difficoltà". Con *fenomeno* (o *effetto*) *fotoelettrico* si intende l'emissione di corrente da parte di metalli quando sono colpiti da una certa radiazione luminosa. Per la spiegazione dell'effetto fotoelettrico Einstein fu insignito del premio Nobel per la fisica nel 1921 (annunciato nel '22 e consegnato nel '23).

Fino ad allora qualsiasi radiazione, tra cui la luce visibile, era stata efficacemente descritta come un'onda, ossia una superficie continua di energia che si propaga in una certa direzione (il raggio). Questo modello era ampiamente confermato sia dagli esperimenti di ottica (lenti, microscopi, figure di interferenza ecc.), sia dalle allora nascenti applicazioni sulle onde radio ed aveva una formidabile base teorica nelle equazioni di Maxwell (che continuano a rimanere valide anche dopo Einstein).

Ma verso l'inizio del XX secolo, tale descrizio-

ne è in disaccordo con i dati ottenuti da alcuni esperimenti: nel suo articolo Einstein accenna ai risultati di Planck sulla radiazione di corpo nero (vedi Box) e conclude con la spiegazione dell'effetto fotoelettrico.

Egli sostiene che alcuni fenomeni relativi all'emissione e alla trasformazione della luce, sono meglio spiegabili se si considera l'energia della luce "distribuita nello spazio in modo discontinuo" cioè se si considera la luce avente un'energia che viaggia confinata in pacchetti localizzati e non divisibili. In altre parole ogni onda elettromagnetica, (luminosa e non) si comporta come se fosse composta da tanti pacchetti detti quanti di energia o fotoni, che si spostano alla velocità della luce con energie proporzionali alla frequenza dell'onda.

In questo modo, l'incontro tra una radiazione elettromagnetica e la materia può essere schematizzata come un biliardo su scala atomica dove le interazioni tra fotoni e atomi sono urti tra particelle. Secondo tale modello la corrente emessa dai metalli quando sono colpiti da una certa radiazione luminosa è l'insieme degli elettroni che vengono buttati fuori dalla superficie del metallo come conseguenza dell'urto con i fotoni.

La luce dunque si può comportare non solo come un'onda, ma anche come una particella; ciò contribuirà alla nascita della meccanica quantistica portando ad infinite applicazioni nella vita di tutti i giorni, dalle fotocellule ai lettori CD.

Scorrendo le pagine del volume 17 (forse mai il numero 17 ha avuto più fortuna), scopriamo a pagina 549 una seconda memoria edita all'inizio di maggio riguardante il *moto browniano* (vedi Box) di particelle immerse (cioè in sospensione) in un fluido. In queste 12 pagine si spiega come "particelle in sospensione in una soluzione compiano, in

Il corpo nero

Tutti i corpi solidi o liquidi ad una data temperatura emettono radiazione elettromagnetica. A basse temperature la radiazione emessa è invisibile (infrarosso), mentre a temperature di alcune centinaia di gradi diviene visibile (incandescenza).

Un corpo è anche in grado di assorbire la radiazione incidente che viene prodotta da altre sorgenti. In particolare un corpo nero non riflette, quindi assorbe,

tutta la radiazione elettromagnetica che riceve (per questo viene detto nero). Eventualmente poi, se è sufficientemente caldo, può emettere radiazione e quindi risultare visibile.

Dunque, ciò che brilla di luce propria (non riflessa) è un corpo nero: ad esempio il Sole.

La teoria ondulatoria della luce, non era in grado di spiegare le misurazioni sulla radiazione emessa dal corpo nero.

Fu nel 1901 che il fisico tedesco Max Planck ipotizzò che lo scambio di energia tra gli atomi del corpo e la radiazione incidente avvenisse non in modo continuo, ma in modo discreto; in pratica l'energia è scambiata in quantità minime e limitate che Planck chiamò quanti di energia. Negli anni successivi si dimostrerà che questi quanti sono esattamente quelli introdotti da Einstein nel suo articolo del 1905.

Antonio Aliano



bilità (cioè casualmente) in tutte le direzioni. Inoltre Einstein, oltre a dare una spiegazione qualitativa sulla natura corpuscolare dei corpi, indicò di quanto una particella browniana potesse muoversi in un secondo (circa un millesimo di millimetro con uno spostamento che è proporzionale alla radice quadrata del tempo: in quattro secondi dunque si sposterebbe di due millesimi di millimetro e così via). Questi aspetti quantitativi furono poi confermati successivamente dagli esperimenti del fisico Jean-Louis-Per-

consequenza del moto termico delle molecole [della soluzione liquida], movimenti di ampiezza tale che li si può agevolmente osservare al microscopio” e che “può darsi che i moti [delle particelle in sospensione] che qui saranno considerati coincidano con il cosiddetto moto molecolare browniano”.

Con moto termico si intende un movimento continuo e oscillante (intorno ad un punto fisso) delle molecole formanti il liquido, mentre per il moto più propriamente browniano intendiamo quello delle particelle immerse.

Einstein spiegava quest'ultimo movimento come conseguenza dei continui ed innumerevoli urti casuali che le particelle immerse subiscono da parte delle molecole sempre in movimento del liquido. Questo comportamento si può schematizzare nel seguente modo: immaginiamo un campo di calcio invaso da centinaia di giocatori che si passano un pallone grande come una mongolfiera. Se noi osservassimo questa scena dall'alto non vedremmo i calciatori, ma solo un puntino (il pallone) muoversi in modo irregolare sul campo. Se i calciatori fossero bendati e quindi non si vedessero tra di loro, allora il pallone verrebbe colpito con ugual proba-

rin nel 1908 e portarono alla universale accettazione dell'ipotesi di una materia composta da atomi. Tale tipo di fenomeno è alla base dei comportamenti detti diffusivi, vale a dire del modo in cui le molecole del vino si mischiano all'acqua, quelle di profumo si diffondono nell'aria e così via.

Riponiamo il libro nello scaffale senza leggere la terza delle memorie pubblicate da Einstein nel 1905, che riguarda l'“elettrodinamica dei corpi in movimento” e che, insieme all'articolo pubblicato lo stesso anno nel volume 18 della rivista, costituisce la pietra angolare della teoria della relatività ristretta. Questi ultimi due scritti, sia per le loro implicazioni scientifiche sia per quelle filosofiche, hanno quasi oscurato, per i non addetti ai lavori, i contenuti fondamentali degli altri due articoli.

In tutto quattro articoli: uno ha portato al premio Nobel, uno ha consacrato la struttura atomica della materia, due hanno fatto nascere la teoria della relatività. Tutto questo accadeva esattamente un secolo fa, nell'anno concordemente considerato l'*annus mirabilis* della fisica.

Antonio Aliano

Il moto browniano

Questo fenomeno deve il suo nome al botanico scozzese Robert Brown, che nel 1827 osservò spostarsi con traiettorie irregolari granelli di polline in una soluzione acquosa (i risultati furono pubblicati ufficialmente un anno

dopo). Negli anni successivi Brown constatò che i corpuscoli di qualsiasi sostanza (resina, catrame, grafite ecc.), immersi in acqua compiono movimenti costanti, casuali e turbolenti senza alcuna relazione con le correnti

presenti nel liquido. Fino al 1905 si diedero varie interpretazioni a questo fenomeno, ma fu l'articolo di Einstein che diede una spiegazione ancor oggi accettata.

Antonio Aliano

Non solo fisica

Einstein si è trovato spettatore impotente degli avvenimenti più drammatici del '900. L'opera di Einstein non si esaurisce nelle sue rivoluzionarie scoperte fisiche, ma si completa di originali riflessioni sul suo tempo. Nelle pagine iniziali del libro *Come io vedo il mondo*, egli svolge un'analisi lucida e appassionata del mondo in generale, della scienza e dell'umanità, nelle quali ripone una fiducia incondizionata. In particolare un paragrafo è dedicato alla guerra; Einstein la critica duramente assieme al regime militare: "disprezzo profondamente chi è felice di marciare nei ranghi e nelle formazioni al seguito di una musica [...] L'eroismo comandato, gli stupidi corpo a corpo, il nefasto spirito nazionalista, come odio tutto questo!".

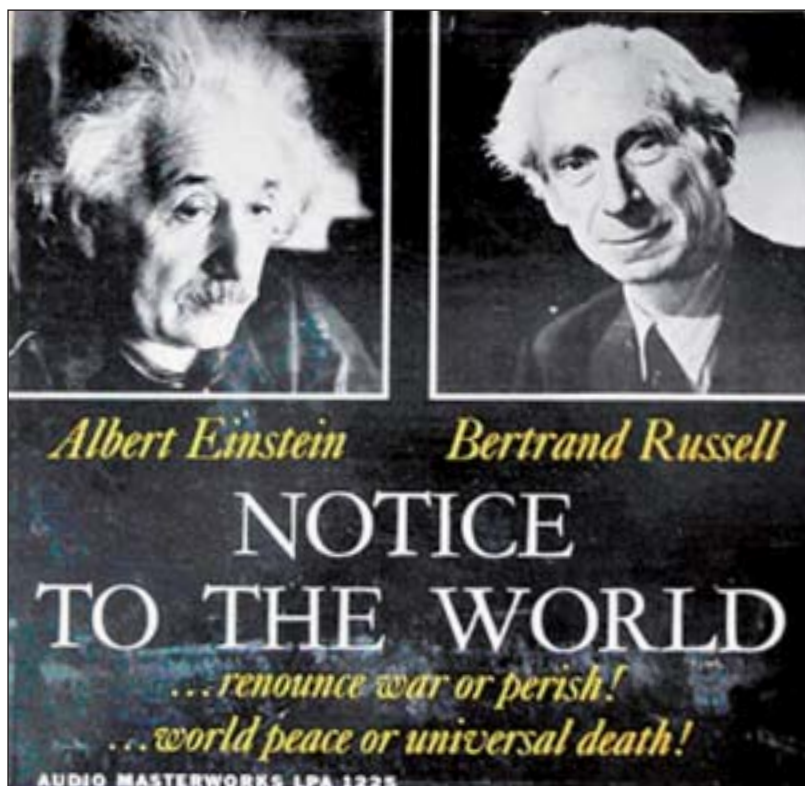
Einstein però non attribuisce all'umanità la colpa di questo istinto distruttore e sanguinario ma afferma che "questo fantasma malefico [la guerra] sarebbe da lungo tempo scomparso se il buonsenso dei popoli non fosse sistematicamente corrotto, per mezzo della scuola e della stampa, dagli speculatori del mondo politico e del mondo degli affari." I pochi al potere, grazie al monopolio dell'informazione, possono "organizzare e sviare i sentimenti delle masse rendendoli strumenti della propria politica". In questo modo vengono giustificate guerre inutili e il popolo viene trasformato in una vera e propria macchina da guerra. La posizione pacifista del fisico è una diretta conseguenza del suo amore per l'umanità: "Il mio pacifismo è un sentimento istintivo, un sentimento che mi domina perché l'assassinio dell'uomo mi ispira disgusto. Il mio atteggiamento non deriva da qualche teoria intellettuale, ma si fonda sulla mia profonda avversione per ogni specie di crudeltà e di odio."

giamento non deriva da qualche teoria intellettuale, ma si fonda sulla mia profonda avversione per ogni specie di crudeltà e di odio."

Un altro documento della posizione di Einstein nei confronti della situazione storica del momento è il *Manifesto* preparato pochi giorni prima di morire, e che reca anche la firma di Bertrand Russell e di altri sette studiosi di fama internazionale. Si tratta di un messaggio contro l'uso delle armi atomiche che esorta i governi di tutto il mondo a risolvere le loro controversie con mezzi pacifici e non con una guerra mondiale.

Gli scienziati insistono sul destino di morte a cui l'umanità andrebbe incontro: una guerra combattuta con le potentissime bombe a idrogeno sarebbe devastante per l'intero globo. Al danno provocato dall'esplosione andrebbe infatti aggiunto quello causato dalle particelle radioattive che restano libere nell'aria, difficilmente quantificabile ma sicuramente devastante. La bomba a idrogeno costruita in quel periodo aveva già un potenziale 2500 volte maggiore di quello responsabile della distruzione di Hiroshima. Un'arma di quella portata porrebbe fine alla razza umana e con l'ultima frase del testamento gli studiosi mettono in guardia proprio da questo pericolo: "Noi rivolgiamo un appello da esseri umani a esseri umani: ricordate la vostra umanità e dimenticate il resto. Se sarete capaci di farlo vi è aperta la via di un nuovo paradiso, altrimenti è davanti a voi il rischio di una morte universale."

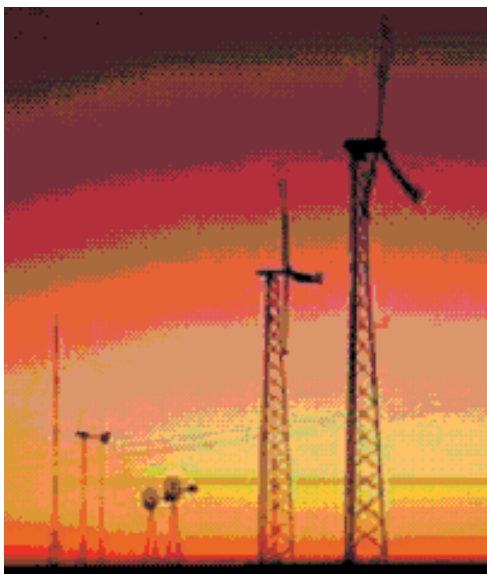
Marta Arboletti



La copertina del disco con la versione sonora del *Manifesto* di Einstein e Russell del 1955

Il vento che spazza via i fumi

Lo sviluppo dell'energia eolica



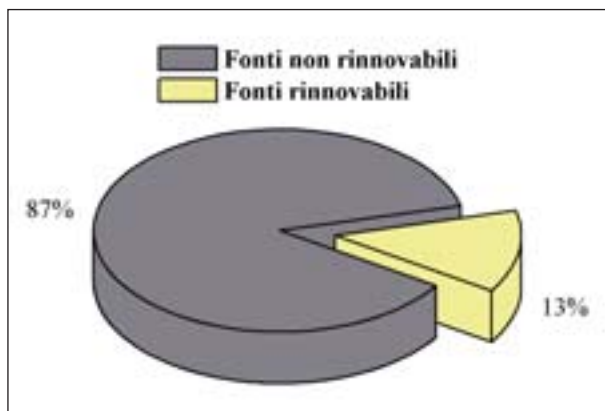
Oggi, bruciando carbone, petrolio o gas naturale, si produce circa l'80% dell'energia mondiale. Ma i combustibili fossili presenti sulla Terra stanno per finire... in fumo, un fumo che si diffonde nell'atmosfera e causa molti danni ambientali tra cui il famigerato "effetto serra". Per risolvere questo soffocante problema i Paesi industrializzati hanno definito un protocollo che stabilisce una riduzione del 5,2% della produzione mondiale di gas serra entro il 2012, rispetto ai livelli del 1990. Si tratta del protocollo di Kyoto che, entrato in vigore nel febbraio 2005, individua anche le politiche da adottare, tra cui la riduzione dei consumi energetici e la ricerca, lo sviluppo e l'uso di fonti di energia rinnovabili. Queste fonti sono sempre disponibili dato che si rinnovano in tempi brevi, e sono "pulite" poiché l'inquinamento ambientale da loro prodotto è trascurabile. Il vento è una di queste.

L'energia eolica è stata sfruttata per la prima volta dall'uomo per far muovere le barche a vela. Dai primi anni '80 è utilizzata per far girare le pa-

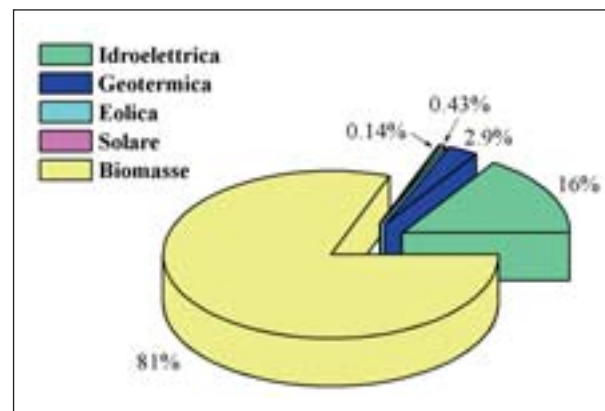
le degli aerogeneratori che la trasformano in energia elettrica. L'Europa è il leader mondiale della produzione di energia eolica. Alla fine del 2004 la potenza degli impianti installati sul continente europeo ha superato i 34 mila MW, mentre quella mondiale ha raggiunto il valore di circa 47 mila MW. Inoltre il 74% delle fattorie del vento nate nello scorso anno sono state europee. Gli Stati Uniti producono meno di 1/5 della energia eolica prodotta dal nostro continente: una delle cause è l'intermittenza e l'incertezza dei piani operativi del governo americano volti a favorire l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia. La situazione europea è fortunatamente più fertile. I singoli Stati e la Commissione Europea hanno messo a disposizione incentivi economici a chi voleva investire nell'eolico. Nel 2004, grazie allo sfruttamento dell'energia del vento, sono finiti nell'atmosfera circa 50 milioni di tonnellate di CO₂ in meno. E, secondo l'EWEA (l'Associazione dei produttori di energia eolica), nel 2010 questo valore raddoppierà.

La Germania è lo Stato che ha saputo apprezzare di più questa fonte rinnovabile di energia. Nonostante il suo territorio poco ventoso, la potenza erogata dai suoi impianti nell'anno passato è stata di più di 16 mila MW. Seguono la Spagna (circa 8 mila MW), la Danimarca (circa 3 mila MW) e infine l'Italia, l'Olanda e il Regno Unito (circa 1000 MW ciascuno). Notevole è il caso della Spagna che negli ultimi 4 anni ha incrementato di 6 volte la sua capacità produttiva, scavalcando addirittura quella che è stata sempre considerata "la madre della tecnologia eolica", la Danimarca. Fin dalla crisi petrolifera del 1973, il governo danese ha infatti saputo incentivare lo sviluppo di aerogeneratori. Oggi, le industrie di riferimento sul mercato mondiale sono danesi. La loro carta vincente è stata l'affidabilità e la semplicità degli aerogeneratori.

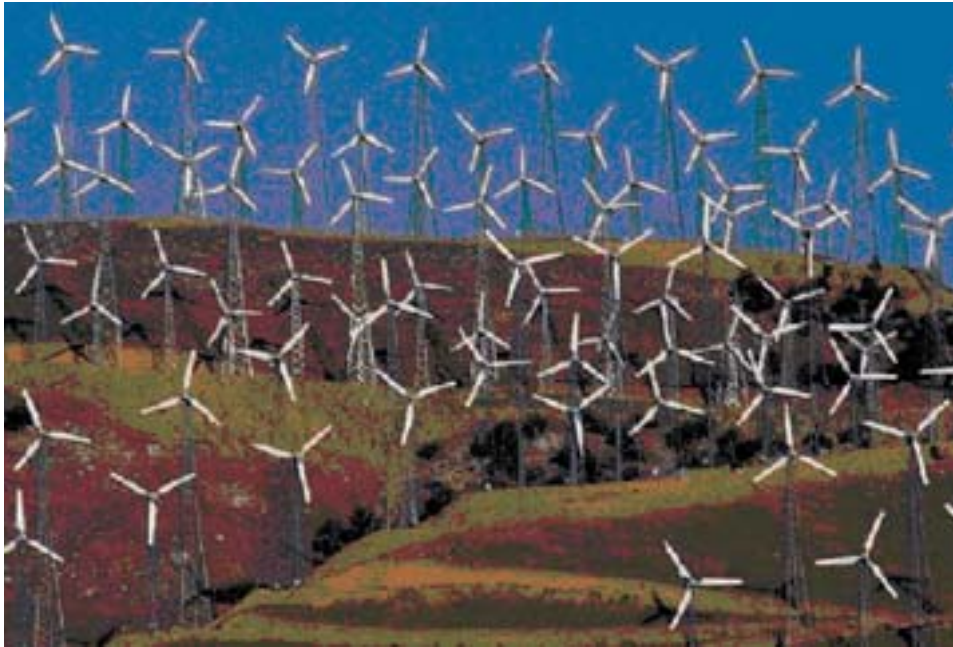
Per il futuro l'attenzione è rivolta agli impianti off-shore dato che in mare aperto l'efficienza è



Produzione mondiale di energia suddivisa per fonti



Energia da fonti rinnovabili nel mondo



maggiore. I problemi derivano dall'allacciamento alla rete elettrica: esistono ostacoli fisici dovuti alla lontananza dalla costa, e, in alcuni casi, ostacoli dovuti alla mancanza di cooperazione internazionale o alla non trasparenza del mercato dell'energia elettrica.

Si sta inoltre assistendo alla potenziale nascita di

una nuova terra di conquista dell'eolico, la Grecia. Le nuove politiche adottate dal governo ellenico per la promozione delle fonti rinnovabili di energia fanno pensare ad un terreno fertile per la crescita dei mulini a vento. Non a caso il prossimo congresso EWEA nel 2006 si terrà nella patria del dio Eolo.

Vincenzo Guarnieri

Ho perduto la tramontana... la storia dell'eolico in Italia

In Italia i siti più idonei allo sfruttamento dell'eolico si trovano lungo il crinale appenninico, al di sopra dei 600 m di altitudine e, in misura minore, nelle zone costiere. Le regioni più ventose sono quelle del Sud, in particolare Campania, Puglia, Molise, Sicilia e Sardegna.

A fine 2004 la potenza installata in Italia ha superato 1,1 GW con una stima per fine 2005 di ulteriori 700 MW che porterebbero la potenza installata a superare 1,8 GW, ovvero poco meno del 3% di tutta l'energia prodotta nel Paese. Dopo un boom iniziale dovuto all'entusiasmo e all'audacia di qualche avventuroso produttore, l'industria dell'eolico in Italia sembra avviata al declino.

L'ENEA attribuisce questo declino al sistema di provvedimenti e incentivi che sono stati emanati a partire dagli anni '90, che invece

di promuovere lo sviluppo di centrali energetiche da fonti alternative lo hanno di fatto bloccato. Negli ultimi anni, a complicare le cose si sono aggiunte le voci degli ambientalisti. Se da una parte Legambiente sostiene fortemente la scelta del vento come energia rinnovabile sottolineando i bassi costi di produzione e le potenzialità del nostro territorio, il Comitato Nazionale del Paesaggio, guidato dall'ex ministro dell'Ambiente Carlo Ripa di Meana, denuncia la sproporzione tra il danno visivo che le centrali eoliche recano ai nostri territori e i reali vantaggi energetici.

In molte regioni è oggi sostanzialmente ferma qualsiasi iniziativa che riguardi l'eolico, per scelta del governo regionale (come in Sardegna) o delle soprintendenze (come nelle Marche), e in altre è tale il livello di confusione amministrativa che malgrado le

grandi prospettive nessun impianto è stato realizzato (come in Calabria). Alcune regioni, come la Toscana e l'Umbria, hanno individuato approfondite linee guida per l'inserimento nel paesaggio, ma sono pochi i progetti in discussione proprio per la delicatezza del territorio.

Se da una parte ci sono le preoccupazioni per la tutela del paesaggio soprattutto nei luoghi di interesse turistico, dall'altra c'è il Protocollo di Kyoto, che ci obbliga a diminuire entro il 2012 la nostra quota di emissioni di CO₂ del 14%.

Come fare? Per molti la soluzione potrebbe essere anche qua in Italia l'eolico off-shore, con gli impianti in mare aperto, abbastanza lontani da non deturpare il panorama del Bel Paese e comunque molto efficienti dal punto di vista energetico.

Beatrice Mautino

Frane di neve

Come difendersi dalle valanghe



Valanga di neve polverosa

Marzo 2005: primo caso in Italia di condanna per “valanga colposa”. Una sentenza storica che stabilisce un precedente nel campo delle norme che regolano la pratica dello sci alpinismo. Il Tribunale di Sondrio dichiara colpevole di “valanga colposa” Fabio Fanoni, 25 anni, condannato con rito abbreviato alla reclusione a un anno e sei mesi e al risarcimento delle parti civili. Il 26 gennaio 2003, in Alta Val Gerola (Lombardia), procedendo a zigzag lungo la cresta del monte, provocò una valanga che travolse una comitiva di dodici sci alpinisti, tre dei quali persero la vita.

Nel periodo dal 1967 al 2003 sono decedute in Italia 723 persone travolte da valanga, con una media di circa 20 all'anno. In numerosi casi i distacchi sono provocati accidentalmente dalle vittime stesse o dai loro compagni.

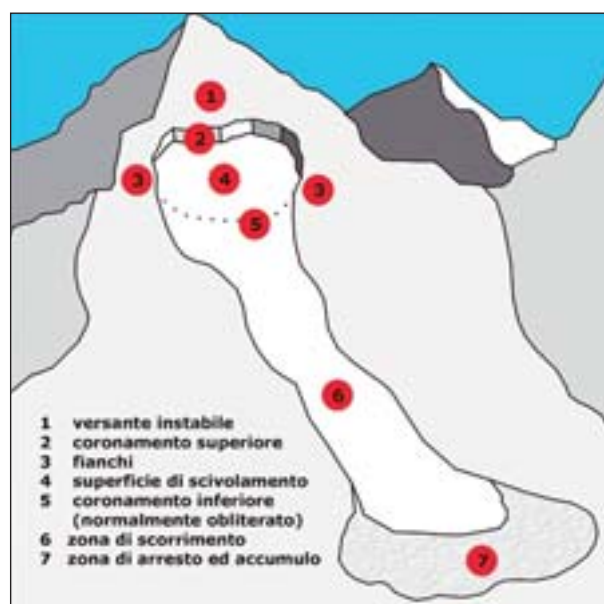
Come vivere una forte passione per la montagna in condizioni di relativa sicurezza? È un corretto atteggiamento sulla neve che salva la vita: la prudenza, la conoscenza del territorio, la capacità di riconoscere i momenti o i punti critici, la padronanza delle procedure di autosoccorso sono caratteristiche fondamentali degli escursionisti consapevoli ma non assicurano la stabilità reale del manto nevoso e purtroppo parecchi incidenti sono causati da un distorto senso dell'avventura o da pressapochismo.

Le probabilità di sopravvivenza, nel caso di seppellimento totale ed in assenza di traumi importanti, non è legata alla profondità di seppellimento, ma al tempo di permanenza sotto la massa nevosa. Entro i primi 15 minuti la probabilità di sopravvivenza è del 93%, ma cala drasticamente tra i 15 ed i 35 minuti (dal 93% al 26%) a causa dell'asfissia.

Cosa fa uno sci alpinista travolto da una valanga? Se ancora cosciente, cerca di nuotare all'interno della massa di neve per cercare di stare il più possibile “a galla”. La gravità della situazione dipende molto anche dal tipo di neve: una neve farinosa è facilmente inalabile e causa soffocamento; una neve bagnata e con lastre di ghiaccio provoca traumi (come la frattura degli arti).

L'autosoccorso realizzato dai compagni del travolto consente una maggiore probabilità di sopravvivenza della vittima purché quest'ultima abbia avuto la disponibilità di uno spazio libero davanti alla bocca, una sacca d'aria respirabile.

Per ridurre al minimo il rischio di valanga bisogna pianificare con cura l'escursione informandosi sulle condizioni meteo-nivologiche dell'area meta della gita e studiando l'itinerario meno pericoloso, per esempio un pendio con grado di inclinazione omogeneo. Nella scelta dell'itinerario è sempre opportuno seguire le dorsali e le creste, evitando le cornici, i pendii sottocosta e i canaloni. Se si devono attraversare dei pendii è bene farlo il più in alto possibile allo scopo di restare a monte di eventuali zone di distacco; infatti il passaggio di uno sciatore turba l'equilibrio precario della neve e ne sollecita il movimento. Inoltre prima di partire è bene



Zone caratteristiche delle valanghe

SCALA DEL PERICOLO	PROBABILITÀ DI DISTACCO VALANGHE	INDICAZIONI PER SCI ALPINISTI ESCURSIONISTI E SCIATORI FUORI PISTA
1 - DEBOLE	Il distacco è generalmente possibile solo con un forte sovraccarico su pochissimi pendii estremi. Sono possibili solo piccole valanghe spontanee.	Condizioni generalmente sicure per gite sciistiche
2 - MODERATO	Il distacco è possibile soprattutto con un forte sovraccarico sui pendii ripidi indicati. Non sono da aspettarsi grandi valanghe spontanee.	Condizioni favorevoli per gite sciistiche, ma occorre considerare adeguatamente locali zone pericolose.
3 - MARCATO	Il distacco è possibile con un debole sovraccarico sui pendii ripidi indicati. In alcune situazioni sono possibili valanghe spontanee di media grandezza e, in singoli casi, anche grandi valanghe.	Le possibilità per gite sciistiche sono limitate ed è richiesta una buona capacità di valutazione locale.
4 - FORTE	Il distacco è probabile già con un debole sovraccarico su molti pendii ripidi. In alcune situazioni sono da aspettarsi molte valanghe spontanee di media grandezza e, talvolta, anche grandi valanghe.	Le possibilità per gite sciistiche sono fortemente limitate ed è richiesta una grande capacità di valutazione locale.
5 - MOLTO FORTE	Sono da aspettarsi numerose grandi valanghe spontanee, anche su terreno moderatamente ripido.	Le gite sciistiche non sono generalmente possibili.

vestirsi con un abbigliamento adeguato e sufficientemente termico, indossare l'ARVA, previa verifica della corretta funzionalità, e munirsi di almeno un corredo di pronto soccorso, di sonda e di una pala da neve, strumenti indispensabili per l'autosoccorso. Una volta in cammino è importante rispettare le distanze di sicurezza tra i compagni per non appesantire il manto nevoso e saper osservare i segnali della natura: caratteristiche della neve, temperatura, direzione dei venti, tipo di bosco.

Che cos'è una valanga? La valanga è una massa di neve che istantaneamente si mette in moto per effetto della rottura delle condizioni di equilibrio del manto nevoso e precipita verso valle.

Il manto nevoso, composto da una serie di strati, è in continuo, seppure lentissimo, movimento: è deformabile in tempi lunghi, ma fragile rispetto a sollecitazioni brevi ed intense. Esso può essere paragonato a una pila di lastre di vetro in equilibrio su un piano inclinato: se viene applicata una forza, le diverse lastre tenderanno a scorrere l'una sopra l'altra fino alla rottura.

Il distacco della massa nevosa instabile, la valanga, avviene quando la componente tangenziale di gravità supera la resistenza interna della neve. La valanga si muove lungo il pendio su una super-



Valanga a lastroni

ficie di scorrimento, con inclinazione compresa tra 27° e 50°. A causare il distacco concorrono il grado di inclinazione del pendio, la sua orientazione al sole, la sua esposizione al vento, lo stato dello strato erboso sottostante il manto nevoso, una successiva nevicata o il peso di uno sciatore. Al momento del distacco tutta l'energia potenziale della massa nevosa in equilibrio instabile viene immediatamente convertita in energia cinetica: la valanga raggiunge subito velocità elevate comprese tra 50 e 200 km/h.

La potenza di una valanga dipende principalmente dall'ampiezza dell'originaria superficie instabile e dalla natura della neve, ma non per questo le piccole valanghe sono meno pericolose. Una lastra di neve di un metro cubo (del peso di 400-500 kg) può sfondare una cassa toracica per semplice appoggio, e poche decine di metri cubi di neve sono sufficienti a seppellire una persona o a buttar fuori strada un'auto.

I tipi di valanga sono numerosi:

- *valanghe puntiformi o di neve incoerente*: si verificano durante le neviccate o nei giorni immediatamente successivi; la zona di distacco, difficilmente individuabile, è puntiforme; scendendo, la valanga aumenta di dimensioni e assume la tipica forma a goccia;
- *valanghe a lastroni*: sono più comuni in primavera; si producono quando una larga area di neve comincia a scivolare sopra un altro strato o su un suolo lubrificato dall'acqua; si identificano facilmente per la tipica frattura di coronamento; si distinguono valanghe a lastroni di neve soffice e a lastroni di neve dura; queste ultime sono più pericolose per gli sciatori fuori pista, in quanto non è sempre possibile riconoscere per tempo un lastrone instabile;
- *valanghe di neve polverosa*: si formano sui versanti esposti a nord e si distaccano ad alte quote

(2500–3000 m); scendendo, la neve perde coesione e ingloba aria, diventando turbolenta e viaggiando a velocità molto elevate e con pressioni di impatto anche superiori a 30 kPa – pressioni in grado di rasare al suolo boschi di alberi adulti e di demolire edifici; queste valanghe sono le più devastanti e pericolose per i centri abitati;

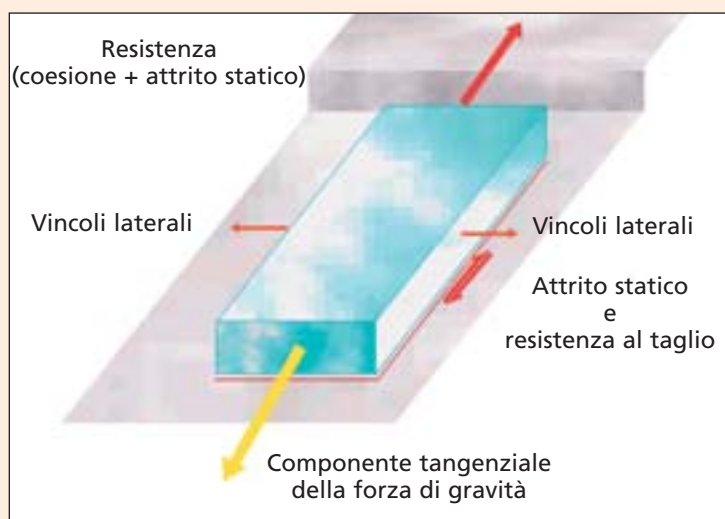
- *valanghe di neve umida*: sono tipiche del periodo primaverile e di solito si verificano nelle ore più calde, specie sui pendii esposti a sud, est e ovest; si tratta di neve lubrificata da acqua di fusione o da piogge; pur essendo lente, possiedono elevatissima forza di impatto.

Paola Beccaro e Giuditta Musso

Le forze a cui è soggetto il manto nevoso

Le forze in gioco nella determinazione dell'equilibrio del manto nevoso sono:

- *componente verticale di gravità*: aumenta la resistenza meccanica del manto; è responsabile della compattezza degli strati, ovvero dell'assestamento dei cristalli;
- *componente tangenziale di gravità e/o di taglio*: componente di forza parallela al versante in pendenza che favorisce lo scorrimento reciproco tra i diversi strati;
- *resistenza di base al taglio e/o primaria*: resistenza interna dovuta all'attrito tra gli strati che contrasta la componente tangenziale di gravità e impedisce lo slittamento.



I cani da soccorso

Grazie a straordinarie capacità olfattive e a un forte istinto predatorio, alcune razze hanno sviluppato attitudini al soccorso a terra e in acqua. Le unità cinofile da soccorso sono tra i primi volontari a giungere sul luogo della disgrazia per il ritrovamento

delle persone intrappolate sotto le macerie o la neve. Il fiuto del cane addestrato rimane ancor oggi lo strumento più efficace per la salvezza delle vite umane: un esito fatale può dipendere anche da un solo minuto di ritardo o da un'esitazione nella ricer-

ca. La rapidità e l'efficacia di un intervento sono assicurate dall'ottimo affiatamento tra il cane e il suo conducente, e dalla sinergia tra i gruppi di soccorso. Per diventare un cane da valanga è più importante l'educazione della razza: i cani da soccorso vanno istruiti in modo che amino le persone e l'educazione deve essere sempre "gentile". Addestrare un cane da valanga richiede un grande impegno: oltre all'istruzione del cane, il conducente deve conoscere le tecniche di primo soccorso, saper definire le zone primarie di ricerca e saper valutare il rischio di ulteriori valanghe. Per ottenere il brevetto di cane da valanga è necessario seguire il corso di addestramento presso l'UCIS (Unità Cinofile Italiane da Soccorso) e sostenere gli esami all'ENCI (Ente Nazionale Cinofilia Italiana).

Paola Beccaro



Protezione del territorio



Rappresentazione cartografica di un sito

Le valanghe possono essere un pericolo anche per i centri abitati: il 23/02/1999 una valanga travolse la frazione Dailley di Morgex, in provincia di Aosta (AO), provocando cinque feriti e un morto.

Il concetto di esposizione al pericolo valanghivo e di zonizzazione del territorio è stato definito dalla Svizzera nel 1961 e in Italia è stato recepito nelle diverse legislazioni regionali: prevede la realizzazione di specifica cartografia (Carte di Localizzazione delle Valanghe e Piani delle Zone esposte alle Valanghe) che perimetra e classifica le aree soggette al pericolo valanghe in funzione delle pressioni di impatto delle valanghe: elevata (zona rossa - con pressioni di impatto attese superiori a 30 kPa), media (zona blu - con pressioni di impatto attese comprese tra 30 e 5 kPa), bassa (zona gialla - con pressioni di impatto attese inferiori a 5 kPa). Per ognuna di queste zone vengono stabilite regole per l'urbanizzazione, piani di emergenza e progetti di protezione con opere di difesa.

Le opere di difesa mirano alla stabilizzazione del manto nevoso nella zona di distacco (*difesa attiva*) o alla modifica della dinamica di un'eventuale valanga, agendo sulle sue zone di scorrimento e di accumulo (*difesa passiva*).



Galleria



Deflettori del vento



Ponti da neve

Le opere di *difesa attiva*:

- modificano il suolo tramite rimboschimento e terrazzamenti che aumentano la rugosità del terreno e frenano lo slittamento della neve;
- trattengono il manto nevoso nella zona di distacco con opere paravalanghe quali ponti da neve, rastrelliere, reti, strutture in legno o acciaio disposte su più linee parallele;
- controllano il deposito della neve trasportata dal vento tramite barriere frangivento e deflettori che, modificando il flusso del vento, limitano la formazione di cornici in punti particolarmente critici.

Le opere di *difesa passiva* consistono in:

- opere di deviazione o di protezione diretta: sono ubicate nelle immediate vicinanze o sono parte integrante delle infra-

strutture che intendono proteggere; si tratta generalmente di gallerie in cemento armato e di tetti spartivalanga posizionati nel lato esposto dell'edificio;

- opere di distacco preventivo: sono speciali impianti fissi che fanno detonare miscele di gas

ed aria causando il distacco di masse di neve quando il rischio è ancora ridotto;

- opere di arresto: bloccano una valanga o ne rallentano la velocità riducendo la distanza di arresto.

Giuditta Musso



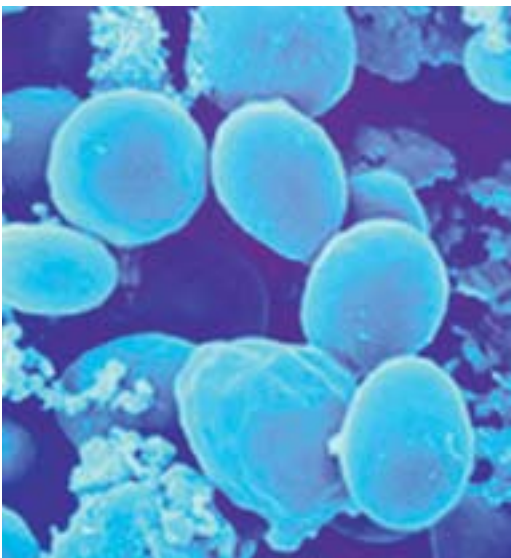
Cuneo spartivalanga

Birra

Istruzioni per l'uso

È legata agli stereotipi della trasgressione o ai palati più raffinati. Personaggi come John Belushi o il commissario Maigret la conoscevano bene. Obelix la beveva per mandare giù il cinghiale. Qualcuno la accompagna addirittura alle ostriche. La birra fa spesso parte della nostra alimentazione, ma fa bene o fa male?

Possiamo immaginare questa bevanda come un'enorme zuppa di orzo o di grano che è stata divorata da miliardi di ingorde cellule di lievito. Mentre mangiano, i lieviti producono diverse sostanze di scarto, tra cui l'alcol. Chi beve una birra si "mangia" gli avanzi della zuppa, i rifiuti dei lieviti e i lieviti stessi. Queste cellule sono una fonte di vitamine del gruppo B, tra cui l'acido folico, che è un coenzima utile per il metabolismo: una sua carenza provoca anemia e debolezza. Le birre "artigianali" prodotte nei microbirrifici, non filtrate o pastorizzate, contengono sicuramente queste vitamine. Quelle industriali, di norma, per esigenze di conservazione e di mercato, sono senza lievito perché viene filtrato, e subiscono la pastorizzazione: alle temperature raggiunte da questo processo le vitamine si degradano.



Cellule di lievito

Tra gli avanzi della zuppa ci sono le maltodestrine. Questi zuccheri hanno proprietà energetiche particolari perché vengono metabolizzati lentamente dall'organismo. Sono utilizzati ad esempio nelle bevande energetiche per gli sportivi. Un boccale di birra contiene inoltre fibre solubili (utili per la digestione), polifenoli (antiossidanti che prevengono l'invecchiamento cellulare), sali minerali e alcol.

Quest'ultima è senz'altro la sostanza che può incidere di più sulla salute. Un suo consumo mode-

rato riduce la frequenza di malattie cardiovascolari, perché non permette la formazione dei depositi di grasso che impediscono al sangue di circolare liberamente nelle arterie e nelle vene. Questo effetto anti-aterosclerotico è dovuto all'aumento di colesterolo "buono" nel sangue. Ma non solo: uno studio del 2004 pubblicato sulla rivista "Alcoholism: Clinical and Experimental Research" ha dimostrato che un consumo moderato di birra da parte di uomini di mezza età e donne in menopausa aumenta la concentrazione di un ormone anti-aterosclerosi e anti-invecchiamento, il DHEAS. Questo aumento sembra essere provocato dall'alcol presente nella bevanda. Come spiega Henk Hendriks del Department of Nutritional Physiology di Zeist in Olanda: «Abbiamo condotto lo studio su persone di questa età perché presentano il più alto rischio di attacchi cardiaci»; il DHEAS è infatti presente in grandi quantità nei giovani.

Un'altro studio pubblicato a gennaio 2005 sul "New England Journal of Medicine" ha rivelato che un regolare ma moderato consumo di alcol provoca benefici sulle facoltà cognitive delle donne. Le bevitrici scelte per la ricerca, di età compresa tra 70 e 81 anni, dovevano avere consumato regolarmente un bicchiere di birra o vino negli ultimi venti anni. I ricercatori hanno osservato che queste donne mostrano una probabilità di andare incontro a declino cognitivo ridotta del 20% rispetto alle astemie. Una birra al giorno può quindi mantenere lucida la mente. Una possibile spiegazione è data da Francine Grodstein che ha partecipato allo studio: «L'alcol riduce l'aterosclerosi dei vasi sanguigni, anche di quelli che riforniscono il cervello, riducendo la frequenza di piccoli ictus». «Io non credo che si possa ragionevolmente estrapolare questo risultato a donne più giovani senza ulteriori studi», spiega Meir Stampfer del Brigham and Women's Hospital e dell'Harvard Medical School di Boston, che ha guidato la ricerca, «è possibile però che bere moderatamente da tanto tempo possa dare maggiori benefici che farlo solo in età avanzata».

Una quantità limitata di alcol può quindi fare bene mentre un suo eccesso, oltre ai problemi sociali legati all'alcolismo, è dannoso per la salute... e anche per la linea. Da un grammo di zucchero si liberano quattro calorie, da un grammo di alcol se ne liberano sette. La rivista "Pharmacology, Biochemistry and Behavior" ha pubblicato a gennaio 2005 una ricerca condotta da un gruppo di psicologi della University of Florida, in cui si prova che i topi, a differenza dell'uomo, sono in grado di compensare le calorie introdotte bevendo birra alcolica, semplicemente mangiando meno cibo. «Una delle

ragioni per cui abbiamo condotto questo studio è stata la domanda “cosa succede alle calorie dell’alcol?”», racconta Neil Rowland, autore dello studio; «alcuni bevitori abituali non prendono peso in eccesso, si comportano come i topi appunto, mentre altri sì». Come si spiega questa differenza? «Alcune persone, quelle che non ingrassano, prestano più attenzione ai segnali “interni” provenienti dall’organismo, altre, invece, si lasciano prendere da stimoli esterni (pubblicità, gusti saporiti o facile disponibilità di cibo); questo è alla base della “epidemia dell’obesità” che sta dilagando nella società moderna». Curiosamente, i topi dell’esperimento

avevano a disposizione tutta la birra che volevano, ma non ne hanno mai bevuta abbastanza da sembrare scoordinati o incoscienti, ubriachi insomma.

Qualche millennio fa gli antichi Sumeri chiamavano la birra *sicaru* che significava “pane liquido”. Per questo popolo la bevanda rappresentava una fonte nutritiva dalle proprietà divine. Oggi viene utilizzata quasi esclusivamente come una bevanda dissetante o una fonte alcolica. Una conoscenza più profonda della sua storia e delle ricerche scientifiche che la riguardano permetterà forse di assaporarne con più consapevolezza un boccale.

Vincenzo Guarnieri

Birra o vino, quanto si beve in Italia?

Per ragioni culturali nel nostro Paese si consuma più vino che birra. Secondo i dati dell’agenzia Ismea-AcNielsen, nel primo semestre del 2004 le famiglie hanno speso il 2,6% in più per il vino contro il 4% in meno per la birra.

Uno studio effettuato dall’Istituto Superiore di Sanità (I.S.S.) sul periodo che va dal 1993 al 2000 rivela tuttavia che mentre il numero di consumatori di vino è rimasto stabile, quello dei consumatori di birra è aumentato del

2,6% per gli uomini e del 9,5% per le donne.

Se consideriamo il numero di chi beve “un po’ troppo” (più di mezzo litro al giorno) l’aumento è ancora maggiore: 7,3% per gli uomini, 13,5% per le donne. Altra tendenza che vede tristemente prevalere il genere femminile: sempre secondo l’I.S.S. il numero di donne che beve fuori pasto è aumentato del 22% (quello degli uomini è rimasto invariato).

Secondo stime dell’Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2002 ogni italiano ha bevuto in media 7,93 litri di alcol; questo valore è in calo dagli anni Ottanta e, secondo un programma europeo, entro il 2015 dovrà essere ridotto a 6 litri. Per l’Organizzazione Mondiale di Sanità gli uomini non dovrebbero bere più di 40 g di alcol (3 bicchieri di vino) al giorno; la metà per le donne.

Vincenzo Guarnieri



Bionde, rosse, alte o basse?

Come per le persone, l’aspetto è la prima cosa che si nota di una birra. Chiara, ambrata, rossa, scura: dipende tutto dal grado di tostatura dei cereali utilizzati. Conoscendola meglio emerge poi se è stata prodotta con il classico orzo o con il grano delle torbide *weiss*.

Il grado alcolico le fa chiamare *export*, *premium*, *speciali* o *analcoliche*.

Ma la personalità di una birra dipende soprattutto dal tipo di lievito: morbida se prodotta con *Saccharomyces cerevisiae* (birra a alta fermentazione, i lieviti lavorano a 18-22 °C), più secca quella ottenuta con *Saccharomyces carlsbergensis* (birra a bassa fermentazione, i lieviti lavorano a 4-10 °C). All’interno di queste due famiglie i membri vengono classificati in base al grado di amaro (di-

pende dal luppolo impiegato) e al colore.

Un caso a parte è rappresentato dalle *lambic*, ottenute dalla fermentazione di lieviti e batteri spontanei, spesso aromatizzate alla frutta. Altri ingredienti con cui le birre si possono “decorare” sono spezie come lo zenzero (*ginger ale*) o il coriandolo.

Vincenzo Guarnieri

Dai sumeri al pub

“Pagana e plebea” per gli antichi romani, la birra accompagna la storia dell’uomo da quando ha iniziato a coltivare i cereali, l’orzo per primo. Nei recipienti pieni d’acqua dove si conservavano i chicchi nasceva per “intervento divino” un brodo rinvigorente. La prima prova dell’esistenza della birra è di circa 6 mila anni fa e risale ai Sumeri.

La prima legge che ne parla è il Codice di Hammurabi. Per gli Egizi la birra era legata all’immortalità; salari e tasse venivano calcolati in anfore di birra.

Fino al Medioevo le donne hanno conservato il controllo sulla produ-



zione birraia per poi cederlo alla Chiesa e ai nobili.

Nel silenzio delle abbazie i monaci hanno affinato le tecniche di birrificazione. Alcuni “padri trappisti” sono attivi ancora oggi, sopravvissuti all’appiattimento provocato dalla grande industria birraia del XX secolo. La birra da alimento diventa solo una bevanda dissetante. Negli ultimi anni però, si sta assistendo a una rinascita della “cultura birraia”, causa o conseguenza del crescente numero di microbirrifici artigianali.

Vincenzo Guarnieri

Monaco birraio

Hanno collaborato: Francesca Frari, Giovanna Garzelli, Marco Ghirardi, Andrea Mai, Riccardo Ucheddu, Marta Zunino

il rasoio di Occam formazione avanzata
corso Dante 11, 10134 Torino
tel. 011.3190131, 348.1554427, 338.2462487
e-mail info@ilrasoiiodioccam.it; web www.ilrasoiiodioccam.it