

una Storia della cultura materiale, in «Quaderni Storici», 31, 1976, pp. 5-37; A. Palubicka, S. Tabaczynski, *Cultura, società, ambiente naturale e loro correlati archeologici*, in G. Donato, H. Hensel, S. Tabaczynski (a cura di), *Teoria e pratica della ricerca archeologica I. Premesse metodologiche*, Torino 1986, pp. 63-194; J. Pazdur, *Storia ed etnografia nell'esperienza di «Kwartalnik Historii Kultury Materialnej» 1953-1974*, in «Quaderni stori-

ci», 31, 1976, pp. 38-53; J.M. Pesez, *Storia della cultura materiale*, in J. Le Goff (a cura di), *La nuova storia*, Milano 1990, pp. 167-205; J.D. Prown, *Mind in Matter. An Introduction to Material Culture Theory and Method*, in «Winthertur Portfolio», 17, 1, 1982, pp. 1-19; S. Tabaczynski, *Cultura e culture nella problematica della ricerca archeologica*, in «Archeologia Medievale», III, 1976, pp. 27-52.

ENRICO GIANNICCHEDDA

**Datazione, metodi di** La datazione di siti e oggetti è fondamentale per l'archeologo. Analisi tipologiche e stratigrafiche consentono di ordinare i dati in sequenze e classificazioni cronologiche relative (⇒ CLASSIFICAZIONE E TIPOLOGIA; CRONOLOGIA, PERIODIZZAZIONE). Nel caso di impossibilità di datare, o in situazioni di incertezza, le datazioni possono essere stabilite o verificate con metodi di laboratorio, grazie ai quali è possibile situare un fatto archeologico o un oggetto nel tempo, arrivando in alcuni casi a datazioni «assolute».

Tali metodi si basano sul fatto che in natura esistono diversi «orologi» e che certi cambiamenti naturali (chimici e fisici) nei materiali sono misurabili e possono portare a una datazione. Se la velocità/frequenza del cambiamento è conosciuta, è possibile ricavare una *datazione assoluta*. Se invece non è conosciuto il suo decorso temporale preciso, sarà possibile stabilire *datazioni relative*.

Presupposto indispensabile per il funzionamento dei metodi di datazione in laboratorio è che i cambiamenti che si vogliono sfruttare siano messi in relazione con un'azione umana; inoltre che abbiano un'evoluzione nel corso del tempo. Tutte le tecniche di datazione si basano sulla misurazione degli effetti di un fenomeno fisico, chimico o biologico che è iniziato o finito in un tempo zero, che è poi la grandezza da valutare.

I metodi a disposizione sono molti ed esiste un'ampia bibliografia specializzata in materia, in continuo aggiornamento, cui si rimanda per i dati tecnici e per la metodica analitica. In questa sede si citeranno per sommi capi alcuni tra i metodi di datazione più richiesti e utilizzati dagli archeologi dell'età storica, tra cui la termoluminescenza, l'archeo-

magnetismo, il radiocarbonio e la dendrocronologia, con l'intento di dare una prima informazione generale a studenti e studiosi di formazione umanistica.

Nella scelta di un metodo vanno valutate caratteristiche e potenzialità: il tipo di materiale da datare, la quantità necessaria di campione, la portata temporale e la precisione delle datazioni. L'elencazione che segue raggruppa in modo schematico i metodi di datazione a disposizione.

Accanto ai principali metodi di datazione ne esistono molti altri con ambiti di applicazione circoscritti, adottati quando i metodi più diffusi – come per esempio il radiocarbonio – per vari motivi siano inutilizzabili.

Confrontando alcuni testi di riferimento si noterà che non sempre esiste unanimità a proposito della portata temporale e della stima dell'errore di ciascun metodo; ciò può dipendere dal fatto che si tratta di metodi in continuo perfezionamento o dal fatto che le ricerche sono state compiute in laboratori differenti.

Metodi di datazione attraverso la *radioattività naturale*.

Alcuni dei più importanti metodi di datazione sfruttano il decadimento radioattivo e la misurazione degli effetti della radioattività naturale. Ogni nucleo radioattivo ha una vita media precisa e la misura della variazione della concentrazione di un certo tipo di nuclei radioattivi permette di determinare il tempo trascorso. Sono compresi in questo gruppo quei metodi che consentono di misurare l'età di un campione, determinando la quantità di isotopi che si sono formati in seguito a reazioni nucleari causate da fenomeni naturali. Un elemento formato in uno stato nuclearmente in-

D

stabile (genitore) decade a elementi stabili (figli) con emissione di particelle. Per la determinazione radioisotopica nel campo della datazione si utilizzano tecniche radiometriche e spettrometria di massa mediante accelerazione di particelle (Ams). Misurando la radioattività (cioè il numero di particelle emesse) o la concentrazione di radionuclidi, si può determinare il tempo trascorso.

**Radiocarbonio.** È il metodo archeometrico di datazione più conosciuto, che ha ampliato in maniera fondamentale le possibilità degli archeologi di stabilire cronologie. È applicabile ai materiali contenenti carbonio (carbone di legna, legno, resti vegetali umani e animali, conchiglie, paglia, semi) e può essere impiegato in qualsiasi condizione climatica. È stato elaborato nel 1946 da W.F. Libby, che ha ottenuto il premio Nobel nel 1960.

La tecnica si basa sulla misura della concentrazione di  $C^{14}$  (radiocarbonio) in un reperto e il calcolo dell'età avviene confrontando questa concentrazione con quella del campione al momento della sua formazione, in rapporto al C esistente nella  $CO_2$  dell'atmosfera. Va naturalmente tenuto presente che le materie carboniose possono essere state inquinate da composti di carbonio di formazione secondaria, che vanno eliminati prima di procedere all'analisi.

La datazione possibile arriva oggi fino a 50.000/60.000 anni (con l'aiuto della spettrometria di massa con acceleratore). Le datazioni relative agli ultimi 300/400 anni sono però imprecise a causa di variazioni dovute alla debole concentrazione del  $C^{14}$ .

La datazione si basa sulla determinazione della quantità dell'isotopo del carbonio 14, in cui il numero 14 indica il numero di massa. In natura l'atomo carbonio è presente nell'atmosfera come anidride carbonica ( $CO_2$ ). Il  $C^{14}$  è un isotopo instabile radioattivo che si forma nello strato superiore dell'atmosfera in seguito alla reazione nucleare tra neutroni (provenienti da emissioni cosmiche) e gli atomi di azoto (N). Appena formato si disperde nell'atmosfera ed entra in equilibrio con il ciclo naturale, venendo in parte assorbito dagli

oceani, in parte dalla biosfera e dagli esseri viventi. Questi ultimi durante il loro ciclo di vita mantengono la quantità di  $C^{14}$  in rapporto fisso, ma appena sopraggiunge la morte si interrompe il ciclo di scambio e gli organismi rimangono con la quantità di  $C^{14}$  presente al momento della morte. Da quel momento la concentrazione di  $C^{14}$  comincia a diminuire per decadimento con progressione conosciuta. Quindi per determinare l'età deve essere misurata l'attuale concentrazione di  $C^{14}$ , poiché la concentrazione iniziale è conosciuta.

Il metodo ha avuto molto successo e un grande seguito. Sono state però registrate alcune imprecisioni dovute a variazioni del  $C^{14}$  nell'atmosfera; inizialmente si pensava, infatti, che la concentrazione di  $C^{14}$  fosse rimasta inalterata nell'atmosfera, mentre alcuni studi hanno dimostrato che essa ha subito variazioni nel corso del tempo. La correzione di tali errori è venuta dalla dendrocronologia, utilizzata, oltre che come metodo di datazione a se stante, anche per calibrare le datazioni ottenute con il  $C^{14}$  (gli alberi, infatti, grazie all'utilizzo di tale metodo, hanno rivelato periodiche oscillazioni della concentrazione di  $C^{14}$  nell'atmosfera).

Le potenzialità di questo metodo sono aumentate oltre che per effetto della calibrazione, anche grazie all'utilizzo di nuove tecniche di misurazione e, in particolare, della spettrometria di massa con acceleratore (Ams), che ha consentito un aumento della sensibilità. Tale tecnica, infatti, consente di eseguire misurazioni anche se si dispone solo di qualche milligrammo di carbonio, grazie all'utilizzo di un acceleratore di particelle.

**Potassio-argo (K-Ar).** Si tratta di un metodo basato sul decadimento radioattivo, utilizzato soprattutto in geologia e in antropologia più che in archeologia, a causa della portata temporale delle datazioni consentite. È spesso impiegato per datare rocce eruttive la cui età superi i 100.000 anni, ma i metodi attuali consentono misure precise anche per l'epoca romana e medievale, a condizione che ci si trovi in zone vulcaniche. La datazione riguarda in realtà alcuni minerali rocciosi, come la biotite

e l'orneblenda, e può essere utilizzata dagli archeologi solo quando i siti da datare sono in relazione a strati di roccia eruttiva, per esempio quando resti di ominidi vengono recuperati in strati geologici di origine vulcanica.

**Serie dell'uranio, torio, piombo.** Il metodo si basa sul decadimento radioattivo dell'uranio in piombo. L'uranio (U) ha due isotopi radioattivi,  $U^{235}$  e  $U^{238}$ ; la loro disintegrazione produce due isotopi radioattivi del torio dando luogo a «discendenti» instabili. In definitiva, per una catena di disintegrazione dell'uranio per radioattività, si ottiene del piombo. L'uranio presente nelle rocce e nei suoli entra in contatto con le acque che circolano nella terra e che contengono di conseguenza tracce di uranio, ma poco torio, meno solubile. Si trovano tracce di uranio anche nelle stalagmiti (formazioni di tipo calcareo) oppure nelle conchiglie o nelle ossa e nei denti di essere viventi (uomini e animali), i cui cadaveri sono rimasti per lunghi periodi di tempo sotto terra. Quando un minerale si forma (per esempio, nelle stalagmiti o nelle ossa), racchiude una quantità importante di uranio, mentre sono assenti inizialmente i suoi discendenti, che vanno via via accumulandosi nel tempo. La datazione del campione avviene confrontando la radioattività dell'uranio e quella dei suoi discendenti.

Il metodo copre il periodo che va da 500.000 a 50.000 anni fa, superando quindi la portata temporale del radiocarbonio. Sostituisce, inoltre, il metodo del potassio-argo, utilizzabile solo in presenza di rocce vulcaniche. È stato impiegato per datare siti archeologici partendo dai resti di conchiglie o da concrezioni e depositi calcarei; un utilizzo particolare riguarda le stalagmiti formatesi in caverne preistoriche. Ha dato talora problemi nella datazione delle ossa fossili, a causa della mobilità chimica dell'uranio in tali reperti.

**Tracce di fissione.** Il metodo, che sfrutta il principio della fissione naturale dell'isotopo dell'uranio, viene utilizzato per la datazione di campioni geologici molto antichi (in genere risalenti a oltre 300.000 anni fa, ma con i metodi attuali anche fino a 1.000 anni fa), vetro

di origine vulcanica (ossidiana), vetro lavorato e minerali, ma è stato usato per datare anche invetriature di ceramica molto più recenti. Può essere impiegato anche per la datazione della ceramica attraverso la misurazione delle tracce in minerali ricchi in uranio, come apatite, zirconio, titanite; in questo caso è però necessario avere a disposizione una certa quantità di materiale per recuperare i minerali necessari. Nel caso in cui si vogliano datare materiali recenti è consigliabile optare per altri metodi usati più comunemente e più rapidi (nel caso della ceramica, per esempio, la termoluminescenza).

**Termoluminescenza (TL).** È un metodo molto diffuso per la datazione della ceramica e di certi minerali sottoposti a riscaldamento prolungato (forni ceramici, ceramiche, selci bruciate, terre di fusione contenute nei bronzi). Un ulteriore utilizzo riguarda la verifica dell'autenticità di manufatti ceramici.

Ogni corpo che viene riscaldato comincia da una certa temperatura a emettere luce visibile. Certi minerali sottoposti al calore emettono una luce che viene definita termoluminescenza e che deriva dall'emissione di energia accumulata per effetto della radioattività naturale del materiale.

Le datazioni ottenute con la termoluminescenza – come quelle ottenute con le tracce di fissione e l'archeomagnetismo –, pur sfruttando misure differenti, misurano tutte e tre il tempo trascorso dopo che il manufatto è stato sottoposto a forte riscaldamento (500 °C ca.).

L'elemento centrale di tutto il processo è dunque il riscaldamento cui sono stati sottoposti i minerali che compongono l'oggetto durante la cottura o per l'esposizione al fuoco o a un incendio. L'orologio della termoluminescenza si azzerava quando il manufatto viene cotto la prima volta e da quel momento la termoluminescenza si accumula nuovamente, fino al momento in cui il campione viene nuovamente riscaldato in laboratorio.

Con questo riscaldamento a 400/500 °C si ristabiliscono le condizioni originarie, con l'emissione di una radiazione luminosa propor-

zionale al tempo trascorso dopo l'ultimo riscaldamento e alla quantità di radiazioni totali cui il campione è stato sottoposto. La quantità di termoluminescenza osservata è quindi un indicatore sia dell'età dell'oggetto che dell'irraggiamento cui esso è stato sottoposto.

Misurando la quantità di termoluminescenza emessa si può calcolare il tempo trascorso dalla prima cottura del pezzo, secondo l'equazione - in forma semplificata -

$$t = DA/Da$$

In tale equazione  $t$  indica il tempo trascorso dall'episodio marcatore, e cioè la prima cottura,  $DA$  indica la dose archeologica di energia globale accumulata dalla prima cottura,  $Da$  la dose annuale di energia.

Le datazioni tramite termoluminescenza si riferiscono all'ultima cottura dell'oggetto, circostanza che va tenuta presente, soprattutto se il sito o la struttura indagata ha subito incendi, in età antica o recente.

Poiché l'intensità dei minerali è piuttosto debole, sono necessari apparecchi di misurazione molto sensibili. La datazione con il metodo della termoluminescenza si presta particolarmente per ceramiche grossolane, soprattutto quelle che contengono quarzo.

La datazione consentita è compresa tra 300 e 50.000 anni; per quanto riguarda la ceramica, il periodo databile è compreso tra 100 e 30.000 anni. Il margine di errore si aggira tra il 5 e il 10 per cento.

*Risonanza di spin elettronico (Esr).* Con questo metodo recente, il cui principio è simile a quello della termoluminescenza, si datano ossa, denti, conchiglie e sedimenti calcarei. Come per la termoluminescenza, la dose naturale di radiazioni naturali viene messa in rapporto con una dose di radiazioni artificiali e da tale confronto è possibile ricavare la data. A differenza della termoluminescenza, la misura su ciascun campione può essere ripetuta più volte e si basa sulla misurazione degli elettroni contenuti nel campione, senza che se ne renda necessario il riscaldamento.

Un ulteriore vantaggio, oltre alla piccola quantità di campione necessario, è dato dal fatto che la misurazione non disturba la grandezza misurata.

Metodo di datazione *archeomagnetica*.

Le datazioni archeomagnetiche e i metodi chimici consentono una datazione relativa. Le misurazioni delle direzioni del campo magnetico delle epoche del passato consentono di arrivare a una datazione solo quando esistano già valori di riferimento, e in particolare quando si conosca la variazione del campo magnetico nella zona che si vuole studiare.

*Archeomagnetismo.* È un metodo di datazione che può essere applicato ad argilla cotta, quindi a ceramiche di varia natura, oppure a strutture pertinenti a forni o costruzioni che abbiano subito incendi o che siano state sottoposte a un calore molto forte. L'archeomagnetismo si basa sull'esistenza del campo magnetico terrestre (Cmt), che varia nel tempo (fenomeno geofisico), e sul fatto che i minerali magnetici presenti in argille riscaldate a più di 700 °C, raffreddandosi, acquistano una debole magnetizzazione permanente (fenomeno fisico-chimico), orientata nella stessa inclinazione del campo magnetico terrestre. La magnetizzazione acquisita implica cioè una memorizzazione del Cmt esistente nel momento della prima cottura. Forni e strutture, in modo particolare, non avendo subito spostamenti, sono quindi in grado di fornire indicazioni precise circa l'orientamento del Cmt quando vengono sottoposti a una temperatura superiore ai 700 °C. Se la variazione del Cmt nella zona di ritrovamento è ben conosciuta si può risalire all'epoca della struttura. Un problema è costituito dal fatto che il Cmt varia in modo non prevedibile (per intensità, direzione e verso). Nel corso del tempo si sono comunque verificati rovesciamenti geomagnetici che possono fornire appigli cronologici importanti. L'archeomagnetismo è in sostanza un metodo valido e preciso se si conosce bene la variazione del Cmt nella zona indagata.

Metodi di datazione basata sui *cicli annuali*.

*Dendrocronologia.* Il metodo, che si basa sullo studio del numero e della qualità degli

anelli di accrescimento annuale del legno, consente una datazione molto precisa di oggetti o elementi strutturali in legno pertinenti a un contesto. Per ragioni di sicurezza si datano spesso più oggetti o elementi strutturali, che si pensa siano più o meno contemporanei. Dal legno viene prelevata una carota di materiale e su di essa viene effettuata la misurazione in sequenza degli anelli, lungo un'asse radiale che parte dal centro verso la scorza. L'ultimo anello sotto la scorza è quello che si è formato nel periodo precedente la morte dell'albero ed è quindi quello che dà la data del suo abbattimento. La data che si ottiene con la dendrocronologia è di conseguenza una data *post quem*. Va però tenuto presente che la data di abbattimento non sempre coincide con quella di utilizzo del legname, poiché in alcuni casi il legno da falegnameria viene lasciato per un certo periodo a stagionare.

Un problema può insorgere nel caso di alberi consunti e rovinati, che hanno causato la sparizione degli strati esterni. Inoltre, il metodo può essere applicato solo agli alberi delle regioni non tropicali, poiché nelle regioni tropicali gli anelli non sempre sono definiti con chiarezza.

La datazione viene calcolata effettuando un confronto tra i legni da datare e alcuni campioni-tipo scelti e organizzati secondo settori geoclimatici. La datazione dei reperti comporta, infatti, una curva di taratura, i cui valori dipendono da zone climatiche diverse (Nord Europa, Mediterraneo) e specialmente da essenze diverse, poiché il confronto avviene tra legni della stessa specie, per molte delle quali disponiamo di una sequenza dendrocronologia precisa.

La dendrocronologia è utilizzata come metodo indipendente di datazione, ma - come si è detto - può essere anche usata per calibrare e correggere le date ottenute con il metodo del radiocarbonio.

Metodi di datazione basati su *cambiamenti chimici*.

In taluni oggetti si sono notate modificazioni chimiche, che avanzano lentamente nel

tempo; esse sono state quindi studiate per sapere se potessero essere datanti. I metodi chimici per lo studio delle datazioni prendono spunto dal fatto che la conoscenza di procedimenti chimici consente di prevedere i singoli cambiamenti e le reazioni quantitative nel loro decorso temporale, a condizione che tutti i parametri che prendono parte a tali reazioni chimiche siano conosciuti. Le reazioni chimiche, spesso piuttosto complesse, non sono state ancora sufficientemente indagate; impiegando tali metodi, esiste quindi il rischio di arrivare a datazioni sbagliate o poco precise. Volendo utilizzare i metodi chimici, va inoltre tenuto presente che la temperatura e l'acidità del terreno in cui l'oggetto è rimasto sono fattori determinanti.

*Fluoro, uranio e azoto (Fun-test).* Fino a qualche tempo fa una datazione assoluta delle ossa non era possibile con i metodi classici di datazione (serie dell'uranio,  $C^{14}$ , termoluminescenza), poiché erano necessarie quantità abbastanza ingenti di materiale, spesso difficilmente disponibili. L'introduzione di nuove tecniche di misurazione, come l'acceleratore di massa, che rende sufficiente una modesta quantità di materiale, sta modificando le potenzialità di tali metodi anche per la datazione delle ossa. Fino a ora per queste datazioni è stato adottato il metodo detto Fun-test, che consente la datazione di reperti rinvenuti in uno stesso deposito stratigrafico, per sapere se abbiano la stessa età. Poiché il metodo è strettamente collegato a fattori ambientali, come il tipo di terreno o la temperatura, non è possibile, infatti, comparare ossa rinvenute in siti diversi. La datazione avviene misurando la concentrazione di fluoro, uranio e azoto nei reperti. Le ossa «fresche» sono composte anche di materia organica; una parte di tale materia è costituita da azoto, che tende a diminuire dopo la deposizione. Di conseguenza, una quantità di azoto più bassa è indice di una datazione più antica. Anche il fluoro e l'uranio giocano un ruolo importante per la datazione dell'osso: essi si trovano, infatti, nelle acque che circolano nella terra e vengono assorbiti gradatamente dalle ossa.

Tanto più sono antiche, tanto maggiori saranno i valori di uranio e azoto, e la loro misurazione consentirà di risalire all'età. La datazione che si ottiene con il metodo fluoro, uranio, azoto è una datazione relativa, in quanto l'aumento e la diminuzione delle percentuali di tali elementi nell'ambiente possono essere influenzati in modo determinante da fattori locali. Per questo motivo è complesso confrontare le età di reperti di siti diversi. La datazione consentita è compresa tra 10.000 e un milione di anni fa.

*Racemizzazione degli amminoacidi.* Si tratta di un metodo di datazione messo a punto a metà degli anni Settanta, per datare ossa (umane e animali), denti, conchiglie fossili, fossili. Certi amminoacidi contenuti nelle ossa hanno due tipi simmetrici di struttura molecolare (forma L, levogira, e forma D, destrogira). Durante la vita organica esiste un equilibrio tra le due forme, mentre dal momento della morte le forme destrogire tendono a trasformarsi in levogire (racemizzazione) e il rapporto L/D cresce con il passare del tempo. Questo rapporto può essere determinato in laboratorio con misurazioni ottiche. Il metodo, la cui portata temporale è maggiore di quella del radiocarbonio, è utilizzato soprattutto per quei materiali la cui datazione arriva fino a 100.000 anni fa. Possono influire sulle datazioni la temperatura e le condizioni paleotermiche di un sito.

*Idratazione dell'ossidiana.* L'ossidiana è un vetro naturale formatosi durante le eruzioni vulcaniche, utilizzato per fabbricare utensili preistorici. Per la sua datazione si ricorre al metodo dell'idratazione, che consiste nel misurare lo strato idratato che si forma nelle fratture, in seguito all'interramento dell'oggetto. In questa fase, l'acqua dell'ambiente, in cui il manufatto in ossidiana è interrato, viene assorbita e forma uno strato misurabile al microscopio.

Alcuni problemi sono causati dal fatto che esistono diverse velocità di accrescimento dello strato di idratazione, a seconda dell'origine delle ossidiane (e quindi a seconda della loro composizione chimica) e a seconda della tem-

peratura dell'ambiente circostante. Il metodo può essere utilizzato come datazione assoluta solo in qualche caso particolare, se calibrato con una sequenza cronologica definita, in uno stesso ambito e con gli stessi materiali. Le datazioni consentite investono in modo particolare gli ultimi 10.000 anni.

*Varve.* Il termine svedese «varv» significa deposito e indica lo strato di sedimento che si forma annualmente per il ritiro dei ghiacciai nei laghi temporanei. Gli strati variano di anno in anno a seconda del clima e possono, tramite misurazioni e confronti, essere messi in sequenza, costituendo uno strumento di datazione.

AA.VV., *Dendrocronologia: principi e applicazioni*, Verona 1986; M.J. Aitken, *Thermoluminescence Dating*, London 1984; Id., *Science-based Dating in Archaeology*, London-New York 1990; C. Arias, *L'archeomagnetismo*, in *Archeologia e restauro dei monumenti* (Pontignano 1987), a cura di R. Francovich e R. Parenti, Firenze 1988, pp. 455-76; S.G.E. Bowman, *Radiocarbon Dating*, London 1990; L. Castelletti, *Dendrocronologia*, in *Archeologia e restauro dei monumenti*, cit., pp. 421-54; S. Fleming, *Dating in Archaeology: A Guide to Scientific Techniques*, London 1976; U. Leute, *Archeometria*, Roma 1993; M. Martini, E. Sibilica, G. Spinolo, *Fisica e archeologia: la datazione di ceramiche con la termoluminescenza*, in «Notiziario dell'Enea - Energia e Innovazione», 31, 1985, pp. 32-39; G.A. Wagner, M.J. Aitken, V. Mejdahl, *Thermoluminescence Dating*, Strasbourg 1983.

GLORIA OLCESE

**Degrado** Il termine viene usato per indicare il naturale e irreversibile processo di evoluzione continua della materia in sostanze più semplici e stabili. Per degrado dei materiali, siano essi di origine minerale, vegetale, animale o sintetica, si indica dunque il verificarsi di alterazioni e trasformazioni, intese come perdita di qualità o di proprietà fisico-chimiche, quale effetto delle interazioni spontanee

dei materiali con gli agenti caratterizzanti l'ambiente in cui essi si trovano.

*Degrado e beni archeologici.* Tutti gli indici materiali di una presenza umana sono, direttamente o indirettamente, testimonianze archeologiche; essi sono costituiti, nella loro realtà materica, dall'effetto delle numerose e complicate relazioni che si sono stabilite nel corso della loro «storia» fra materiali costitutivi e agenti presenti negli ambienti in cui quegli «oggetti» si sono venuti a trovare al momento della loro fabbricazione, durante il loro uso, al momento del loro abbandono, durante il periodo di abbandono, al momento del loro ritrovamento, durante lo scavo, nelle fasi di studio e documentazione e nelle fasi seguenti di musealizzazione. Si tratta dunque di un complesso sistema di interazioni in continua evoluzione fra materiali e agenti e si può almeno ipotizzare che un oggetto in uno stato di CONSERVAZIONE (⇒) del 100 per cento si potrebbe trasformare nel corso del tempo fino a scomparire quando il degrado avesse a sua volta raggiunto il 100 per cento.

Il degrado che si è verificato su di un bene archeologico fino al momento della sua scoperta testimonia quindi la somma delle vicende che hanno investito quel bene fino a quel momento. Si tratta, dunque, di un «documento» unico, portatore di numerose informazioni, che devono essere decifrate e che rischiano di essere irrimediabilmente alterate o perdute a causa di modificazioni dell'ambiente e/o di interventi umani inadeguati.

Gli indici materiali e i beni mobili presenti nei siti archeologici sono costituiti da tutti i materiali esistenti in natura: materiali inorganici di origine minerale (lapidei, ceramici, vetri, metallici, pigmenti, malte) e organici di origine vegetale e animale (legno, fibre vegetali, resine, cere, oli, osso, avorio, corno, cuoio, tessuti ecc.). I materiali inorganici sono, in genere, più resistenti al degrado di quelli organici.

Ciononostante, anche il degrado dei beni immobili (edifici, monumenti, tombe ecc.) può divenire catastrofico a causa di dissesti statici. Le murature sono costituite in genere

dalla sovrapposizione di elementi lapidei o laterizi di varia resistenza posti in opera con malte e rivestimenti la cui resistenza al degrado è assai inferiore. Ne risulta che il degrado delle murature è spesso legato alle caratteristiche delle malte, la cui disgregazione facilita crolli parziali o totali; nel caso dei muri a secco, il dissesto è legato alla distribuzione più o meno uniforme delle sollecitazioni meccaniche sui vari elementi; nel caso di murature in terra, il dissesto è accompagnato dal rapido e totale degrado del materiale costitutivo la struttura. Infine, nelle costruzioni in legno, come accade anche per altri materiali organici, si verificano in genere processi di degrado assai veloci che portano alla totale decomposizione del materiale; solo in situazioni molto particolari (per esempio, in terreni molto asciutti o saturi d'acqua o a temperature molto basse) il degrado del legno può risultare invece limitato fino alla preservazione della sua forma.

Alle strutture sono poi spesso associati elementi decorativi realizzati con gli stessi materiali del costruito o con altri materiali applicati quali intonaci, dipinti murali o stucchi, pavimentazioni di vario tipo o mosaici. Il degrado è quindi legato, oltre che alla natura dei materiali usati e alle tecniche di fabbricazione, anche al dissesto della struttura.

Lo studio dei beni archeologici e del loro degrado è oggi facilitato e arricchito sia dalle conoscenze apportate da numerose scienze sia dalle ulteriori informazioni acquisibili grazie all'uso di sofisticate tecnologie e alla realizzazione di indagini scientifiche dirette sui materiali costitutivi (⇒ ARCHEOMETRIA).

*Agenti e modi d'azione del degrado nell'ambiente aerobico, terrestre e acquatico.* Quando il bene viene abbandonato, esso si troverà spesso (subito o dopo un certo tempo) in nuovi ambienti, terrestri o acquatici. Questi sono caratterizzati dalla presenza di vari «agenti», in quantità e con andamento delle variazioni stagionali e quotidiane ben diverse da quelle dell'atmosfera.

Diverse sono le *condizioni fisiche*, meccaniche e termiche: pressioni generate dal terre-