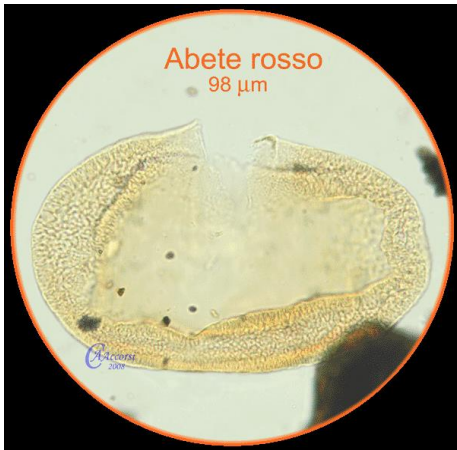


IL REGISTRO DEI POLLINI (PALINOLOGIA)

L'abbondanza di pollini indica (a grandi latitudini) un periodo più caldo. L'abbondanza relativa di specie differenti dà informazioni ancora più dettagliate sul clima. Il polline risulta ben conservato nei substrati a pH acido come le torbiere e i laghi (acidità e condizioni anaerobiche contrastano lo sviluppo microbico). Pollini e spore e possono essere riconosciuti in una sequenza stratigrafica ottenuta da un carotaggio. Hanno permesso, per esempio, di risalire a quando una zona è emersa dall'ultimo periodo glaciale. Le datazioni col C14 hanno fornito la scala temporale per sincronizzare eventi di posti diversi.

La maggior parte dei pollini e delle spore hanno dimensioni da circa 20 μm fino a circa 200 μm . È la parte esterna della cellula che si conserva bene e che viene analizzata per assegnarla ad una data pianta. I campioni vengono ripuliti con processi chimici e osservati al microscopio ottico (fattore di ingrandimento 1:100 -1:400) dopo essere stati opportunamente colorati.



Polline di pino al microscopio

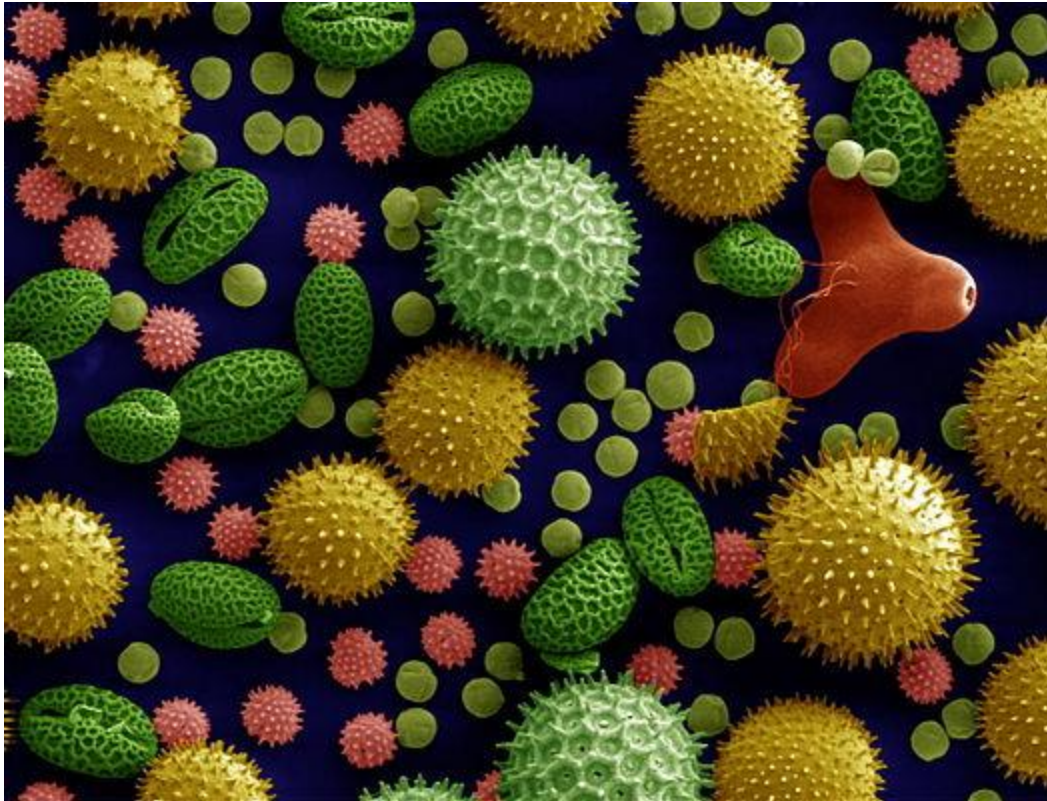


Immagine al microscopio elettronico: visibili pollini di girasole ([Helianthus annuus](#), in colore rosa), campanelle ([Ipomoea purpurea](#), in verde chiaro, grandi), [Sidalcea malviflora](#) (in giallo), giglio ([Lilium auratum](#), in verde scuro), primarosa ([Oenothera fruticosa](#), in rosso) e ricino ([Ricinus communis](#), in verde chiaro, piccoli). (Wikipedia)

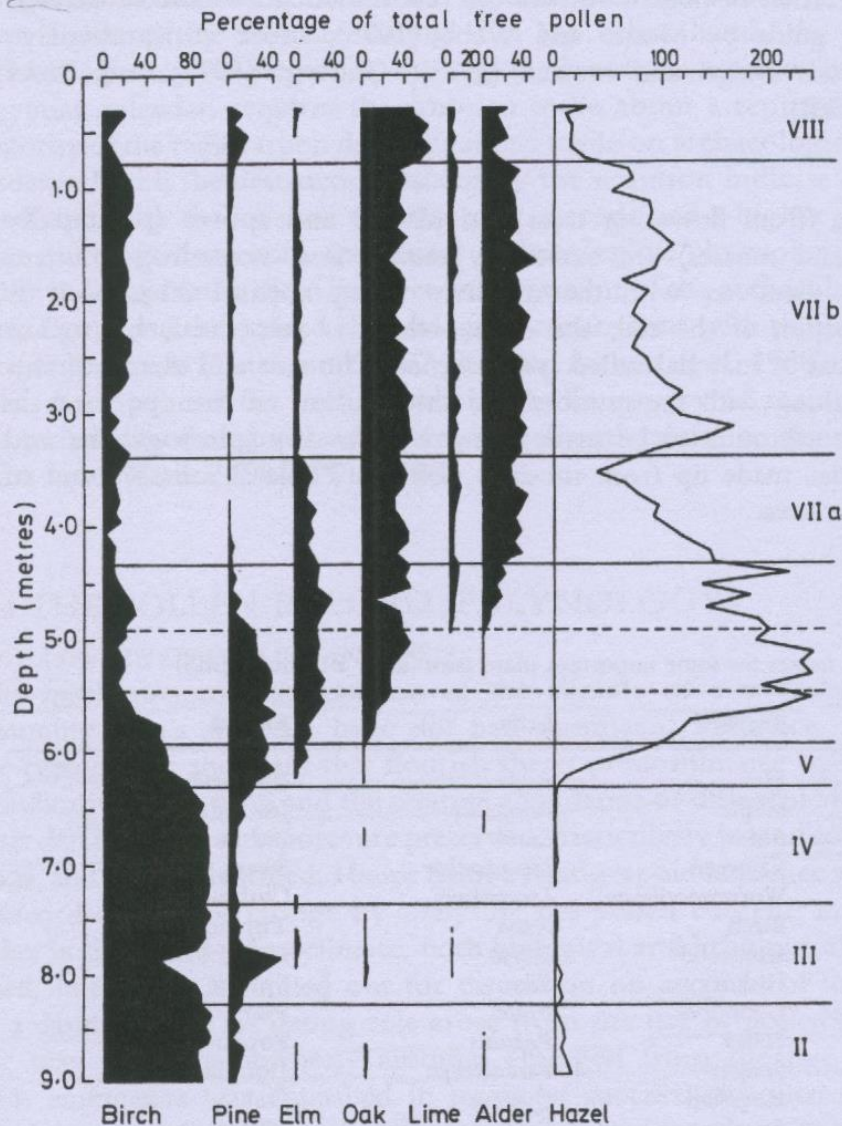


Fig. 2.11 Pollen diagram from Hockham Mere, East Anglia (after Godwin 1975). The Roman numerals indicate the pollen zones defined by Godwin. Zone II corresponds to the Allerød interstadial, III to the Younger Dryas, IV to the Pre-Boreal, VI to the Boreal, VIIa to the Atlantic, VIIb to the Sub-Boreal and VIII to the Sub-Atlantic. Subsequent work at the site has led to some reassessment.

Le due quantità importanti misurabili sono:

- 1) La quantità totale di pollini misurata in numero di grani per unità di volume e poi possibilmente corretta per la velocità di sedimentazione, ossia il numero di grani per anno e per unità d'area.
- 2) La percentuale di ogni specie.

Table 2.5 Latin names for some important plant taxa (after Bradley, 1985)

Latin	English	Latin	English
<i>Abies</i>	Fir	<i>Juglans</i>	Walnut
<i>Acer</i>	Maple	<i>Juniperus</i>	Juniper
<i>Alnus</i>	Alder	<i>Larix</i>	Larch
<i>Ambrosia</i>	Ragweed	<i>Liquidambar</i>	Sweet gum
<i>Artemisia</i>	Wormwood/sage	<i>Lycopodium</i>	Clubmoss
<i>Betula</i>	Birch	<i>Nyssa</i>	Tupelo
<i>Carpinus</i>	Ironwood	<i>Ostrya</i>	Hornbeam
<i>Carya</i>	Hickory	<i>Picea</i>	Spruce
Chenopodiaceae	Goosefoot	<i>Pinus</i>	Pine
<i>Corylus</i>	Hazel	<i>Populus</i>	Poplar
Cyperaceae	Sedges	<i>Pseudotsuga</i>	Douglas fir
<i>Ephedra</i>	Horsetail	<i>Quercus</i>	Oak
<i>Eucalyptus</i>	Eucalyptus	<i>Salix</i>	Willow
<i>Fagus</i>	Beech	<i>Taxodium</i>	Bald cypress
<i>Fraxinus</i>	Ash	<i>Tilia</i>	Basswood/lime
Gramineae	Grasses	<i>Tsuga</i>	Hemlock
		<i>Ulmus</i>	Elm

Naturalmente si deve sapere che alcune piante producono molto polline, altre meno se la probabilità di successo dell'impollinazione è più alta, che i pollini possono essere dispersi su un'area più o meno vasta a seconda che usino gli insetti o il vento.

La trasformazione in tempo della scala di profondità di carotaggio necessita di una serie di misure di datazione indipendenti ottenute con metodo del C14.

Questo tipo di analisi ha permesso di ricostruire le variazioni climatiche di diverse zone ed il grado di sincronismo.

Un risultato importante di questi studi è la possibilità di correlare le variazioni locali del clima con quelle globali ottenute dai depositi oceanici col metodo degli isotopi dell'ossigeno. Questa correlazione permette poi di trasferire la scala temporale globale a quella locale, cosa essenziale per periodi più lontani, visto che il metodo del C14 non fornisce dati attendibili per epoche più lontane di qualche decina di millenni.

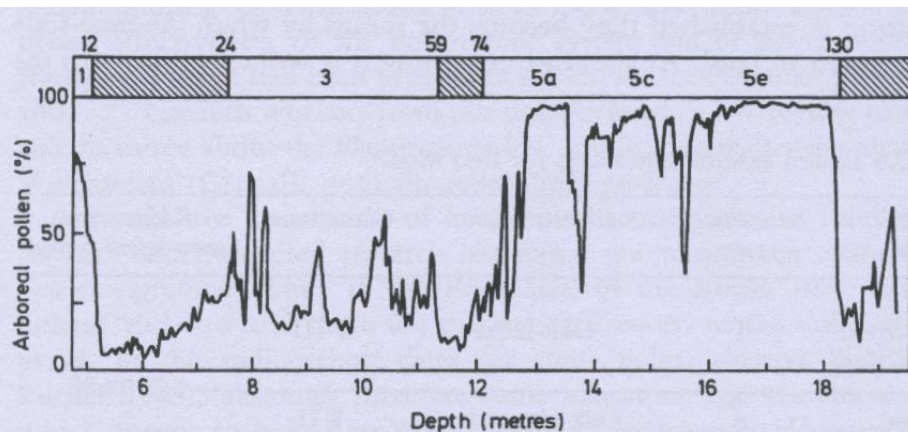


Fig. 2.12 Extract from the pollen analysis of a peat bog, La Grande Pile, in north-eastern France (redrawn from Woillard and Mook 1982). The curve indicates the tree (and shrub) pollen expressed as a percentage of total tree, shrub and herb pollen; also shown are the deep-sea isotope stages to which correspondence of warm periods was made; this was tentative for the early stages and on the basis of radiocarbon dating for the later ones. The ages shown (in kiloyears) for stage boundaries are from Martinson *et al.* (1987). The earliest warm period (high percentage) was interpreted by Woillard (1978) as the Eemian interglacial and the succeeding ones also as interglacials – Saint-Germain Ia, Ic and II – though by others these were regarded as corresponding to the first three interstadials of the Weichselian glacial period (see Table 2.2). The depth scale is not uniform with age, there having been rapid sedimentation (loess deposition) during cold periods and compaction during warmer ones according to G. Seret (pers. comm.); the latter also notes that organic carbon content parallels arboreal pollen, sometimes giving more detail.

Qui, ad esempio, viene riportata la percentuale di pollini di alberi e cespugli, in una torbiera francese, rispetto al totale che contiene anche i pollini di erbe.

In alto sono riportate i periodi interglaciali 1,3,5 colle date in kiloyears forniti dal metodo degli isotopi di ossigeno nel profondo oceano. Nei periodi più caldi la foresta domina sulla prateria. Si nota anche una struttura fine con periodi più caldi in una fase glaciale (interstadiali) e periodi più freddi in una interglaciale (stadiali)

Notare che la scala in basso che misura lo spessore del deposito non è proporzionale a quella temporale (in alto).

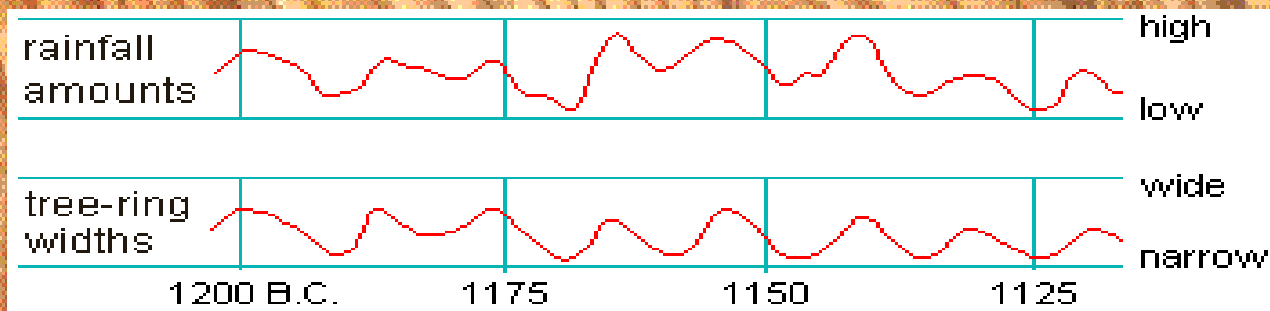
DENDROCRONOLOGIA: DATAZIONE ATTRAVERSO LA MISURA DELLO SPESSORE DEGLI ANELLI DEGLI ALBERI

Le variazioni annuali nel clima determinano una "sequenza" di spessore degli anelli che permette di:

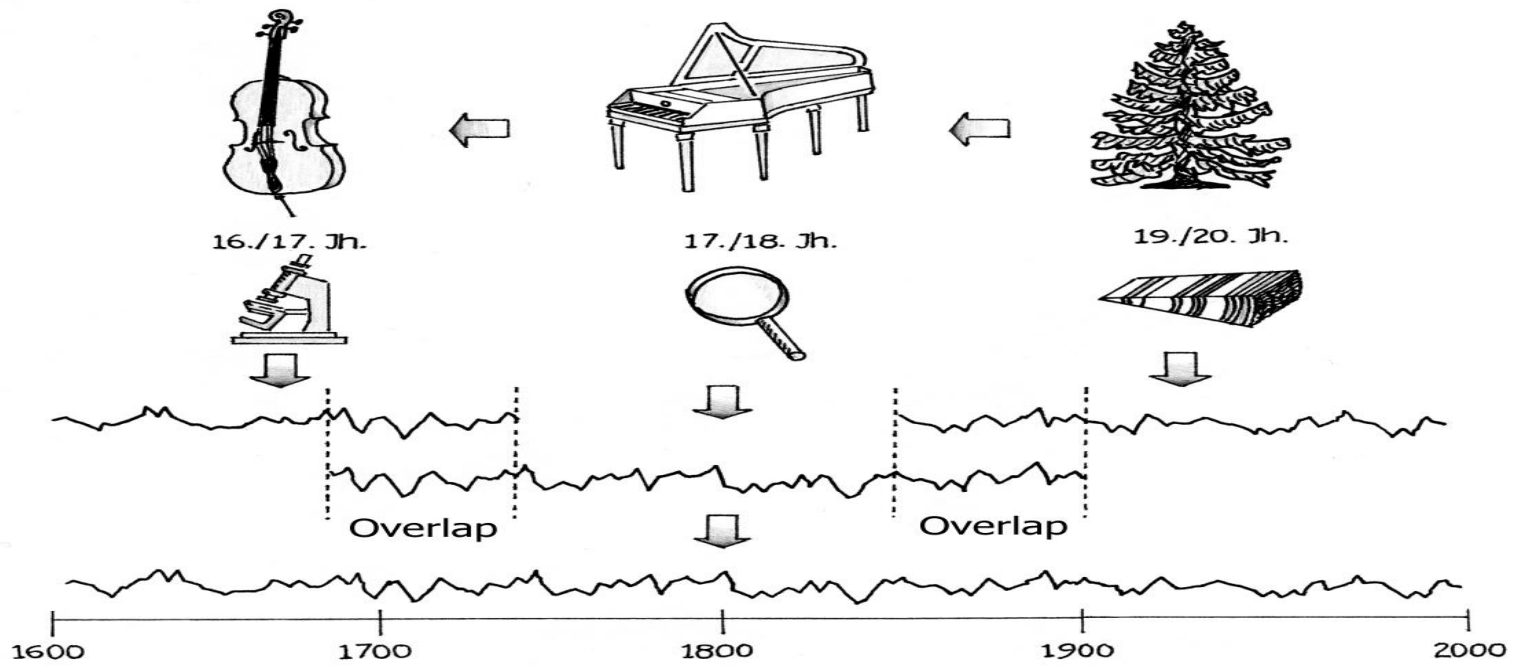
Ricostruire il clima nel passato

Stimare frequenze ed intensità degli incendi

Datare il legno



Per ogni specie, lo spessore relativo dei singoli anelli annuali è uguale per tutti quelli vissuti nella stessa macrozona climatica.



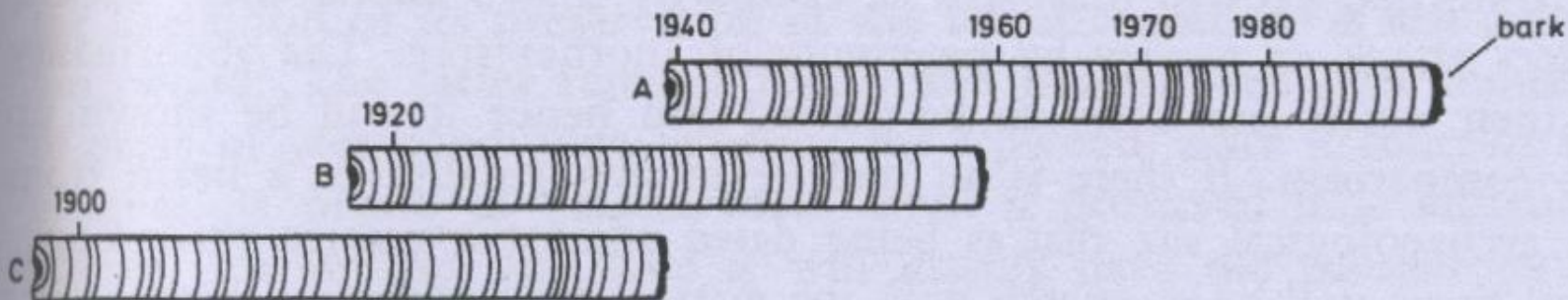


Fig. 2.14 Chronology building (after Bannister 1969). Here A is a radial sample from a living tree cut after the 1989 growing season; B and C are samples from trees felled at earlier dates. Fortunately the life spans of the trees used for sequences reaching into prehistoric times are hundreds (oak) and thousands (bristlecone pine) of years; even so many now-dead trees are needed.

E' necessario che le sequenze si sovrappongano per almeno 80 anelli.

M. J. Aitken, Science-based
 Dating in Archaeology, Longman,
 London and New York.

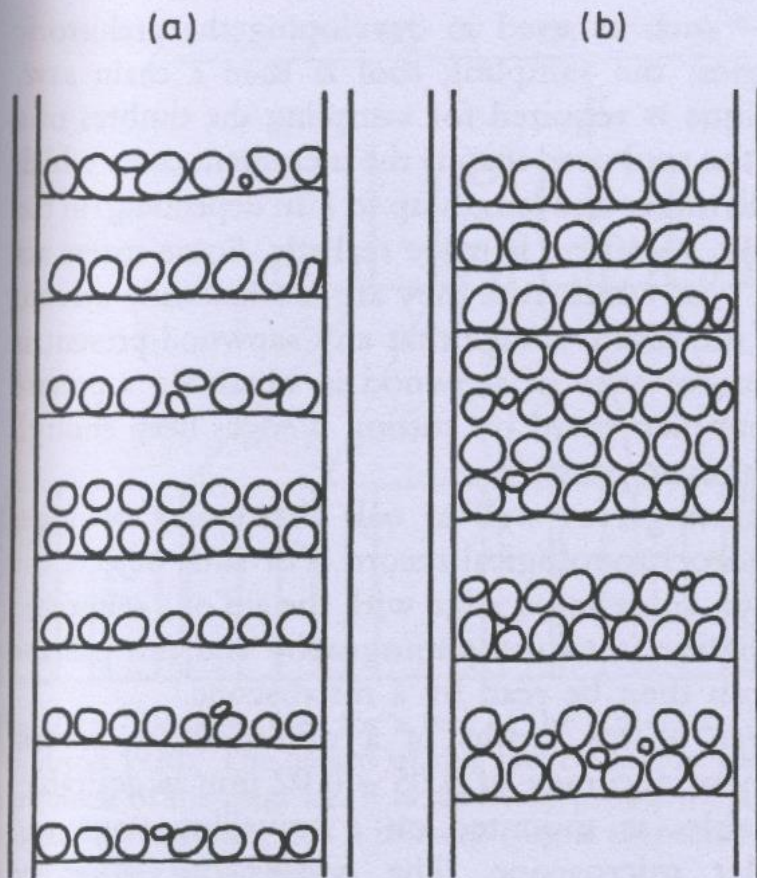


Fig. 2.15 Some examples of counting uncertainties in oak (redrawn from Baillie 1982). The tree in (a) has been regularly producing a single row of large vessels each year, so in the middle of the sequence shown it is not clear whether the double row represents 2 years or an abnormal single year. The tree in (b) has suffered a severe set-back causing it to change from double rows each year to very closely spaced single rows, which gradually separate (at the top of the diagram). Because of such irregularities experience and understanding on the part of the operator are essential, backed up with inter-tree checks for consistent behaviour (see text).

La quercia è meno sensibile del pino alle avversità climatiche e la sequenza è più regolare.

La cronologia americana è basata su conifere (bristlecone pine) delle Montagne Bianche della California che vivono a grandi altezze, oltre i 3000 m. Ce ne sono attualmente di vivi con più di 4000 anni!

Le sequenze sono molto più lunghe di quelle europee, basate sulla quercia, ma il problema degli anelli mancanti è più critico (2-3 %) e gli anelli molto sottili, dell'ordine del decimo di millimetro, sono meno comodi per prelevare materia per l'analisi al C14.

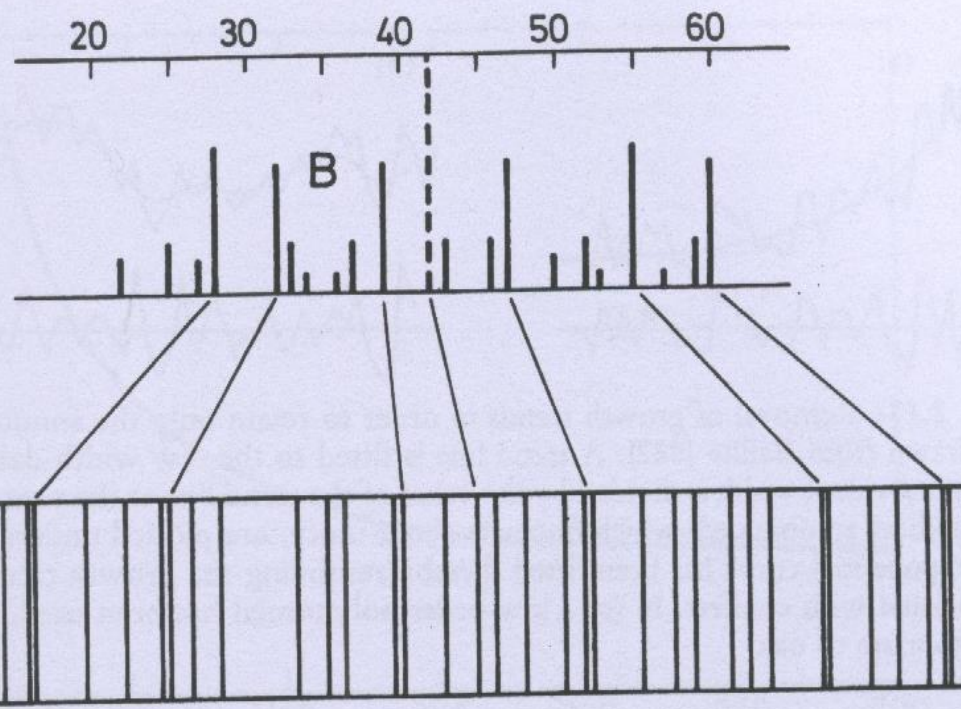


Fig. 2.16 Skeleton plot for a tree of the American South-west (redrawn from Ferguson 1970). The height of the vertical line in the skeleton plot represents the narrowness of the ring, i.e. it is inversely proportional to the width of the ring; the dashed line indicates that a missing ring is suspected. The letter 'B' indicates an exceptionally broad ring.

Dopo aver costruito sequenze in varie zone, Germania, Irlanda, America, e con diversi tipi d'alberi cresciuti in condizioni climatiche ed ecologiche molto diverse, si è riusciti a correlare le sequenze. Ciò da una parte ha evidenziato come le sequenze siano determinate da condizioni locali, ma sensibili alle variazioni globali del clima, d'altra parte ha fornito un controllo della precisione del metodo.



**Coolham Barn, W. Sussex, England.
Datazione di 10 fascioni in legno di
quercia associati alla prima fase
edilizia.**

**Taglio del legno:
Primavera-estate del 1549**

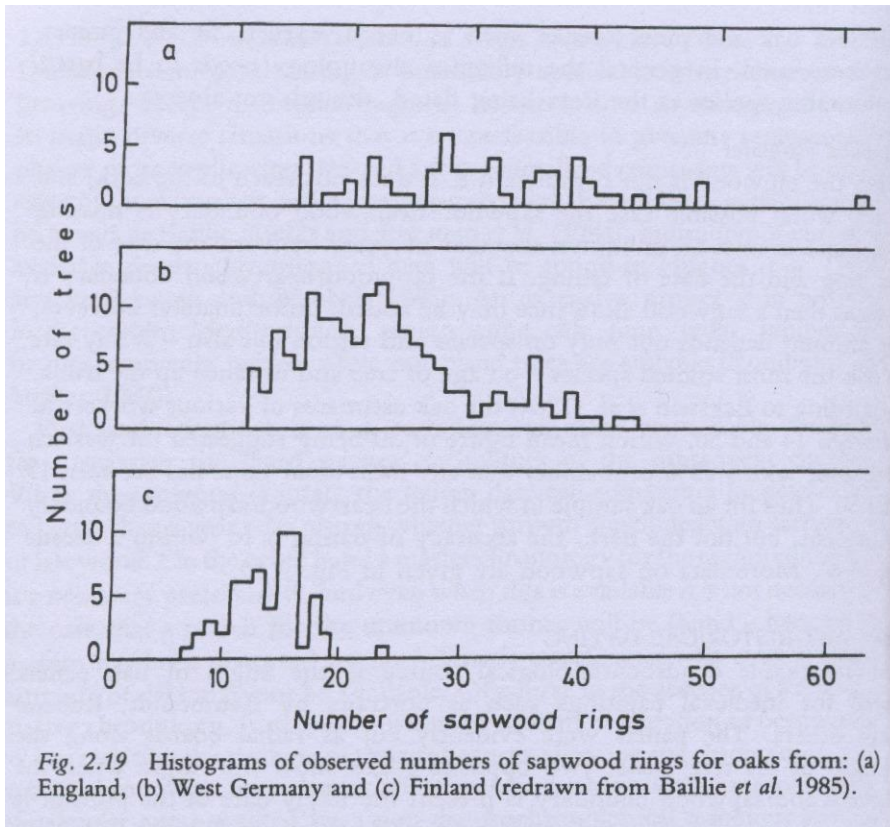
Scala in legno del XVII secolo.

**Taglio del legno:
1653-1685**

**Marco Martini
Istituto Nazionale di Fisica della Materia
INFN
Laboratorio di Archeometria
Dipartimento di Scienza dei Materiali
Università di Milano Bicocca
Via R.Cozzi 53, 20125 Milano**



Nel primo caso si riesce a datare il taglio dell'albero all'anno perché è presente la corteccia. In qualche caso si distingue il confine tra il durame (la parte interna consolidata) e l'alburno (sapwood, formato dagli anelli più esterni dove fluisce la linfa). In questo caso si può risalire all'anno del taglio con una indeterminazione dell'ordine delle decine d'anni.



Durante la crescita stagionale (ultimo anello) lo scambio di materiale con gli anelli di alburno più interni è limitata. E' stato possibile fare questa osservazione misurando la concentrazione di C14 di anelli cresciuti nel periodo in cui la concentrazione di C14 nell'atmosfera ha subito grandi variazioni a causa degli esperimenti di scoppio delle bombe atomiche, prima che tali esperimenti venissero vietati dagli accordi internazionali degli anni 60 del secolo scorso.

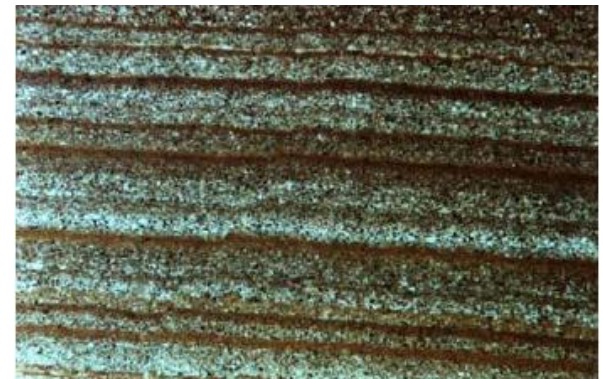
Questa diffusione limitata (due-tre anelli) ha permesso di creare una curva di calibrazione del C14 precisa (quasi) all'anno.

CRONOLOGIA DELLE VARVE

In estate, lo scioglimento dei ghiacci crea ruscelli che trasportano particelle solide (sabbia, limo, argilla) che vanno depositarsi sui fondi lacustri con ritmi diversi a seconda della dimensione, prima la sabbia, poi il limo ($0.002 \text{ mm} < d < 0.05 \text{ mm}$) e per ultima l'argilla.

Gli strati annuali (varve) sono visibili a occhio nudo. In una estate calda fonde molto ghiaccio e lo strato è spesso anche molti centimetri, mentre in un estate particolarmente fredda la varva può essere spessa anche meno di un millimetro. Le sequenze di posti diversi nella stessa regione climatica possono essere correlate l'un l'altra per costruire sequenze lunghe migliaia di anni nello stesso modo utilizzato in dendrocronologia. Una sequenza importante, la Scandinava, ottenuta da una serie di laghi in Finlandia e Svezia, si estende fino a 13.000 anni fa e ha permesso di risalire al ritmo del ritiro verso nord dei ghiacciai dopo l'ultima glaciazione.

I sedimenti depositati durante la stagione più calda differiscono in colore (per ricchezza di materia organica) da quelli invernali e pertanto è possibile visualizzare la durata di un anno.



varve

La cronologia delle varve ha un ruolo importante nella costruzione della curva di calibrazione del metodo C14 nel periodo perché si estende più in là nel tempo rispetto alla dendrocronologia.

Le varve non possono essere datate con il metodo del C14 perché sono costituite da materiale inorganico e quello organico incluso è di origine secondaria. Comunque, è possibile correlare la sequenza delle varve con quella dei pollini di regioni vicine al lago e datare al C14 i pollini.

Una sequenza di varve in un lago del Minnesota di origine non glaciale ha permesso di datare al C14 strato per strato. Queste varve infatti contengono detriti organici. I risultati sono in preciso accordo con la sequenza, più corta, data dalla dendrocronologia di alberi della stessa zona. Si è potuto quindi estendere a circa 13000 anni fa la curva di calibrazione del C14, ancorando la sequenza americana a quella scandinava.