

## In viaggio sulla linea del Tempo: le datazioni

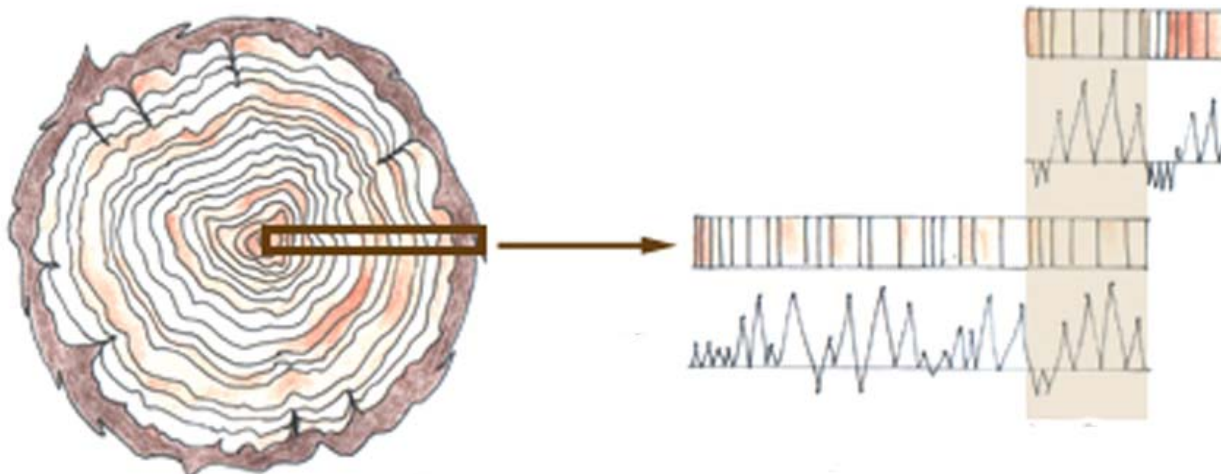
di Alessia Colaiani  
Editor: Teresita Gravina  
Revisori Esperti: Matteo Belvedere, Valentina Richi  
Revisori Naive: Giulio V. Dalla Riva, Matteo Caser  
Immagini create da Alessia Colaiani



Parole Chiave: Archeologia, Chimica, Cronologia, Datazioni, Geologia, Isotopi, Reperti

Permalink: <http://informa.airicerca.org/2015-06-03/viaggio-linea-tempo-datazioni/>

doi: 10.13140/RG.2.2.13086.43849



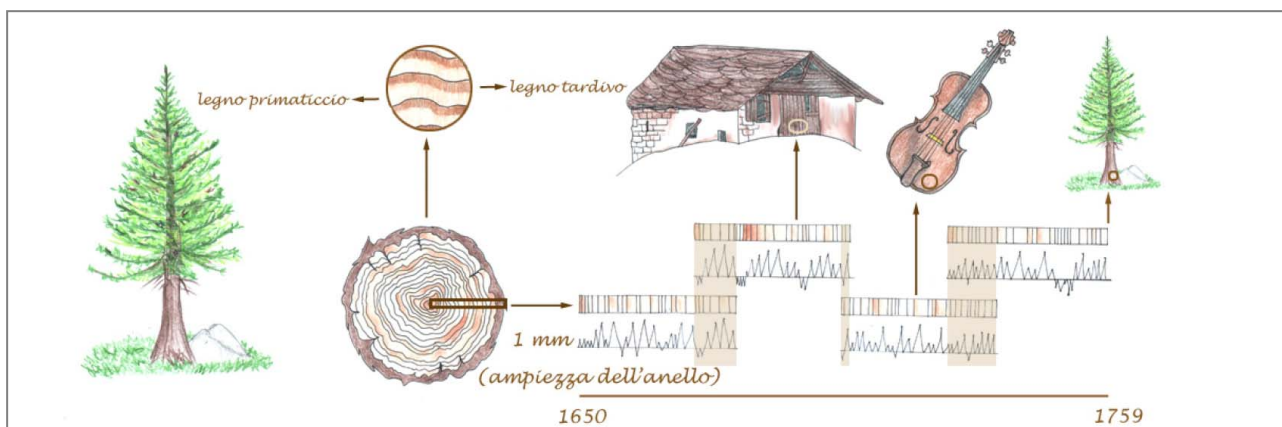
**Lo studio del passato è come un giallo da risolvere dove, per poter trovare il colpevole, è necessario conoscere l'ora del delitto, occorre, quindi, una misura del tempo. I ricercatori hanno cercato, tra i reperti a disposizione in scavi archeologici o in depositi geologici, degli "orologi naturali", qualcosa che registrasse il passare del tempo a partire da uno specifico evento. La comparsa, i ritmi di crescita o l'estinzione di organismi viventi e gli elementi radioattivi, bene si sono prestati a tale scopo.**

Il tempo è paragonabile ad una linea retta che può essere suddivisa in segmenti. La *datazione relativa* consiste nello stabilire il corretto ordine degli eventi mentre la **datazione cronologica** - detta più comunemente datazione assoluta - si riferisce alla misura quantitativa (assoluta) del tempo. Ad esempio, se siamo usciti per una passeggiata, usando una datazione relativa diremo che siamo usciti mezz'ora fa, mentre rispetto ad una cronologia assoluta saremo usciti, ad esempio, alle 18:00. La **cronologia relativa** permette di stabilire la maggiore o minore antichità di un contesto rispetto ad un altro e ha come obiettivo la costruzione di sequenze che dispongano ordinatamente nel tempo singoli oggetti, strati o eventi. Conferire una cronologia assoluta ad un reperto, invece, è un processo che porta alla determinazione dell'età in una specifica scala temporale, permette di arrivare ad un valore numerico o intervallo di tempo, al contrario della datazione relativa la quale dà "solo" un ordine agli eventi [1]. I metodi di datazione assoluta sono oramai numerosissimi, i più vecchi, famosi ed utilizzati dagli scienziati, come abbiamo già accennato, si basano per lo più sulla crescita annuale di organismi viventi e di particolari depositi o sul decadimento di alcuni specifici elementi radioattivi. Cerchiamo allora di orientarci tra i numerosi metodi a disposizione per poter porre le basi grazie alle quali ricostruire "la scena del crimine".

*“Li circoli delli rami degli alberi segati mostrano il numero delli suoi anni e quali furono umidi e più secchi secondo la maggiore o minore loro grossezza. E così mostrano gli aspetti del mondo dove essi erano rivolti”.*

Già Leonardo Da Vinci nel suo "Trattato della Pittura", aveva cominciato a comprendere la

quantità di informazioni deducibili dagli anelli di crescita osservabili in una sezione di tronco d'albero. La **dendrocronologia** studia l'accrescimento degli alberi nel tempo ed i fattori che lo influenzano direttamente ed indirettamente. Le analisi che sono svolte in quest'ambito riguardano principalmente la struttura, la forma, le caratteristiche fisiche, chimiche, la densità e le dimensioni degli anelli d'accrescimento visibili nella sezione trasversale del tronco. Generalmente un albero sviluppa ogni anno un anello, costituito da legno primaticcio (primaverile) e tardivo (invernale). Gli anelli annuali, espressione dell'attività della pianta, vengono esaminati e le loro dimensioni vengono tradotte in grafici, **curve dendrocronologiche**. In questo modo è possibile risalire a ritroso attraverso la storia dell'albero che sarà tanto più lunga quanto più longeva è la pianta. Piante della stessa specie e cresciute nello stesso luogo dovrebbero presentare la stessa successione. Riportando l'andamento dell'accrescimento di una certa specie che cresce in una data zona, si costruiscono curve campione - **curve madri** - che rappresentano uno standard di accrescimento valido entro un certo ambito. Per far questo si possono prendere le "sequenze" lette su manufatti lignei dei secoli passati e su tronchi di cui si possiede datazione certa, provenienti da piante via via più antiche. A questo punto, davanti ad una curva ricavata da un manufatto di cui non si conosce l'epoca di produzione, pertanto a estremi ignoti è possibile, attraverso una comparazione ed una sovrapposizione, individuare gli anni di vita della pianta dalla quale provengono i legni utilizzati per quel determinato reperto. Si sincronizzerà la curva non quotata con la curva campione e si giungerà ad una datazione. Con questo metodo, nonostante la possibile mancanza di curve per alcune specie, periodi o luoghi, si può tornare indietro nel tempo fino a circa 10.000 anni fa [2].



**Figura 1** – Nella sezione trasversale di un albero è possibile riconoscere i numerosi anelli di accrescimento sviluppati annualmente, costituiti da legno primaticcio (primaverile) e tardivo (invernale). Gli anelli annuali sono adoperati per la costruzione di curve dendrocronologiche. Avendo a disposizione sequenze lette su manufatti lignei dei secoli passati e su tronchi di cui si possiede datazione certa, provenienti da piante via via più antiche, è possibile confrontare la curva di un manufatto ligneo di età sconosciuta – in questo esempio un violino – con le curve standard e ottenere, attraverso il confronto e la sovrapposizione delle curve, una datazione.

Un approccio simile è seguito per l'analisi delle **varve**. Le varve sono sedimenti composti di sabbia e argilla fittamente stratificati, depositi sul fondo dei laghi e si formano presso i ghiacciai in fase di scioglimento. Si presentano come strati sottili, ciascuno dei quali è costituito, procedendo dal basso, da sabbia e silt – sabbia molto fine – di color chiaro, depositati durante l'estate, e da argilla fine e scura, depositata in inverno. Questi sedimenti presentano quindi un'alternanza di livelli sabbiosi, chiari, e argillosi, scuri. Ogni coppia corrisponde a un anno. Il metodo di analisi consiste nel conteggio del numero di strati e nella misurazione del loro spessore e della loro estensione. I risultati sono poi riportati in diagrammi che permettono di correlare tra loro le varve di diverse località. Con questa tecnica è stato possibile tracciare la storia geologica della Scandinavia a partire da 18.000 anni fa, quella dell'America Settentrionale, in cui la durata delle varie fasi di ritiro dell'ultima glaciazione è stata valutata in 26.000 anni, fino ad arrivare a circa 60.000 anni per lo studio del lago Suigetsu in Giappone.

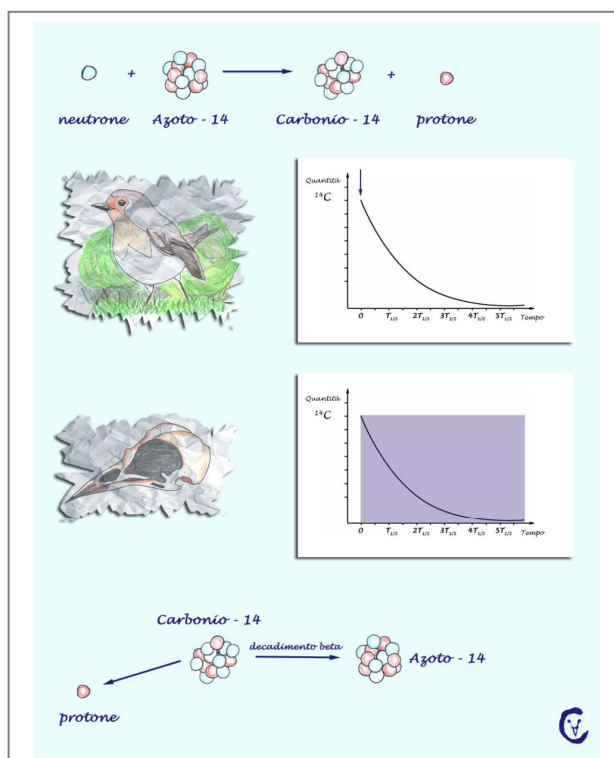
E se non ci dovessero essere oggetti in legno o varve da analizzare? Esistono le datazioni radiometriche, metodi basati su isotopi radioattivi o, più in generale, sulla **radioattività ambientale**, che possono essere usati per investigare oggetti di età più antiche o per ottenere una datazione più dettagliata.

### Isotopi

L'atomo è formato da tre particelle fondamentali: l'elettrone, il protone ed il neutrone, aventi rispettivamente carica elettrica negativa, positiva e neutra. Il nucleo, in particolare, è composto di neutroni e protoni detti nucleoni, che sono poi circondati da una nuvola di elettroni: nonostante l'intensità delle forze elettriche repulsive, la maggior parte dei nuclei presenti in natura è stabile, per cui essi si mantengono inalterati nel tempo. Esistono alcuni atomi, aventi stesso numero di protoni - parliamo quindi dello stesso elemento con stesse proprietà chimiche - ed un numero differente di neutroni, chiamati isotopi. Quando il numero delle cariche positive eccede superando uno specifico limite, questi atomi "speciali" diventano instabili e, per raggiungere uno stato di stabilità, decadono, modificando o perdendo alcuni dei loro nucleoni. Gli elementi allo stato naturale e nei composti contengono una miscela dei vari isotopi in percentuali ben determinate e costanti. Il decadimento radioattivo fa sì che la quantità di atomi instabili diminuisca con il passare del tempo secondo una specifica legge ed è proprio attraverso queste formule che, a partire dal rapporto tra isotopi presenti in reperti di vario tipo, possiamo cercare di conoscerne l'età.

La datazione mediante **Carbonio-14** (14 perché questo è il suo numero dei suoi nucleoni, detto numero di massa) è sicuramente la più conosciuta anche dai non addetti del settore grazie al largo utilizzo che ne viene fatto in archeologia, spesso divulgato in trasmissioni televisive. Con questo metodo è possibile conoscere l'età di qualsiasi materiale organico recente come legna, ossa e gusci, carta, pergamena, tessuti, pollini, semi, suoli

carboniosi. Il carbonio è ovunque, la vita sul pianeta Terra è praticamente basata su questo elemento chimico: è presente nell'anidride carbonica dell'atmosfera, nelle acque sotto forma di anidride carbonica e ioni, sulla superficie terrestre in rocce costituite da carbonati, negli organismi viventi e nei prodotti del loro degrado. Il Carbonio-14 ( $^{14}\text{C}$ ) si forma nell'alta atmosfera da una specifica reazione nucleare ed entra a far parte del ciclo del carbonio insieme agli isotopi stabili, Carbonio-12 e Carbonio-13. Durante la propria esistenza, un essere vivente assimila  $^{14}\text{C}$  e lo mantiene in un rapporto stabile con gli altri due isotopi del carbonio. Una volta morto, però, non vi è più scambio con l'esterno ed il contenuto di Carbonio -14 non può più rimanere costante. Essendo instabili, infatti, gli atomi di  $^{14}\text{C}$  cominciano a decadere secondo una precisa formula, la legge di decadimento, che ci dice che dopo 5730 anni la quantità di  $^{14}\text{C}$  all'interno di quell'organismo si sarà dimezzata. Si potrà calcolare l'età del reperto, in un intervallo temporale compreso tra 100 e 60.000 anni [3].



**Figura 2** – Il Carbonio-14 si forma nell'alta atmosfera da una reazione nucleare che, a partire dall'interazione tra un neutrone ed un atomo di Azoto-14, produce un atomo di Carbonio-14 ed un protone. Il  $^{14}\text{C}$  così formato entra a far parte del ciclo del carbonio insieme agli isotopi stabili, Carbonio-12 e Carbonio-13. Durante la propria esistenza, un essere vivente – ad esempio un pettirosso – assimila  $^{14}\text{C}$  e lo mantiene in un rapporto stabile con gli altri due isotopi del carbonio. Una volta morto, però, non vi è più scambio con l'esterno ed il contenuto del Carbonio -14 non può più rimanere costante. Essendo instabili, infatti, gli atomi di  $^{14}\text{C}$  cominciano a decadere secondo la legge di decadimento radioattivo. In questo processo, chiamato nello specifico "decadimento beta" l'atomo di Carbonio-14 espelle un protone trasformandosi in un atomo di Azoto-14 che torna nell'atmosfera.

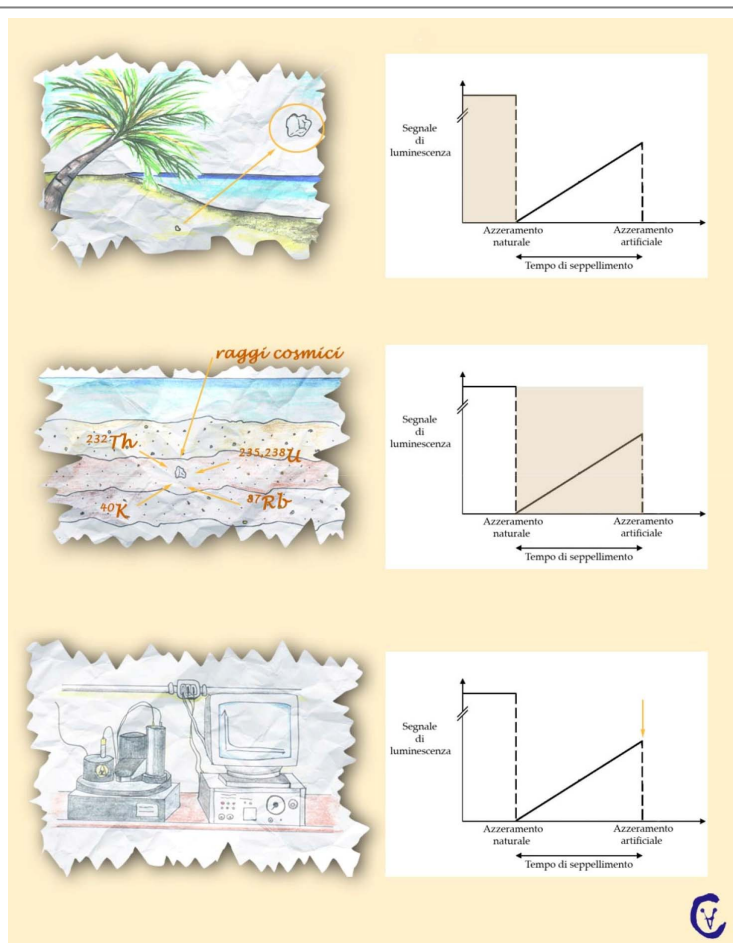
Il Carbonio-14 non è l'unico orologio naturale legato al decadimento radioattivo. Esistono anche altri metodi di datazione radiometrica che si basano sui rapporti tra gli isotopi di diversi elementi, quali Uranio-238/Piombo-206, Uranio-235/Piombo-207 applicabili sugli zirconi e anche Argon-39/Argon-40, Potassio-40/Argon-40 e Uranio-238/Torio-230.

Non ritroviamo sul posto materiale organico adatto all'analisi e/o i risultati ottenuti con gli altri metodi ancora non ci convincono? Allora possiamo ricorrere alla **Luminescenza Otticamente Stimolata (OSL)**. Essa viene utilizzata per la datazione di reperti geologici ed archeologici che contengano al loro interno cristalli di quarzo. Questo minerale si comporta come un dosimetro – materiale contenuto nei badge indossati da medici ed infermieri che operano con le radiazioni per il controllo dell'esposizione a sorgenti radioattive – che assorbe e accumula nel tempo energia scaturita dal decadimento di isotopi radioattivi presenti nel terreno circostante e nel reperto stesso. Occorre che in un dato momento del passato questa energia immagazzinata dal materiale venga totalmente rilasciata. Nel caso di sedimenti e rocce, l'azzeramento iniziale coincide

con l'esposizione al sole. Da quel momento in poi la radioattività assorbita tornerà ad accumularsi fino al rilascio "artificiale" dovuto alla misura operata dagli studiosi nei laboratori. L'età del reperto potrà essere ottenuta dalla semplice equazione:

$$Et\grave{a} = \text{Paleodose} / \text{Dose annua}$$

nella quale la Paleodose è l'energia assorbita dal reperto, dall'esposizione ad una sorgente luminosa fino al momento della misura di OSL, mentre la dose annua corrisponde alla quantità di energia assorbita dal materiale in un anno. La dose annua dipenderà dai vari tipi di radioattività presenti nel luogo in cui i cristalli di quarzo sono stati sepolti e viene misurata nel momento della raccolta dei campioni o prelevando del terreno e analizzandolo mediante l'apposita strumentazione, in laboratorio. Con l'OSL si può viaggiare indietro nel tempo sino a circa 250.000 anni fa. È possibile usare il quarzo anche per datazioni eseguite con il metodo della **Termoluminescenza**: in questo caso, ciò che libera l'energia conservata nel quarzo è una fonte di calore (ad esempio, si possono datare reperti ceramici dei quali si ricaverà il tempo intercorso dalla sua ultima cottura alla misurazione attuale) [4].



**Figura 3** – Il quarzo si comporta come un dosimetro che assorbe e accumula nel tempo energia scaturita dal decadimento di isotopi radioattivi presenti nel terreno circostante e nel reperto stesso. Per giungere ad una datazione mediante Luminescenza Otticamente Stimolata (OSL) occorre che in un dato momento del passato questa energia immagazzinata dal materiale venga totalmente rilasciata. Nel caso di sedimenti e rocce, l'azzeramento iniziale coincide con l'esposizione al sole. Da quel momento in poi la radioattività assorbita tornerà ad accumularsi fino al rilascio "artificiale" dovuto alla misura operata dagli studiosi nei laboratori.

Esistono, quindi, diversi modi di giungere all'età di un oggetto. Perché applicare più di un metodo di datazione in uno stesso contesto geologico o archeologico? Ciascuna tecnica è basata su di un principio fisico differente, ciascuna è adatta ad un determinato materiale, ciascuna possiede pregi ma anche fonti di errore. Nel tentativo di ottenere una sicura cronologia di un sito o di un reperto è necessario domandarsi quali materiali databili siano presenti, se questi reperti siano utili nell'intervallo temporale atteso per tale ritrovamento e cosa sia realmente databile usando gli oggetti scelti. Infine bisogna capire se i metodi selezionati per la datazione siano in grado di dare una risposta sufficientemente precisa alle nostre domande. Ecco perché, come detto all'inizio, spesso lo studio del passato è simile ad un poliziesco in cui raramente ci sono prove schiaccianti e per il quale bisogna fare affidamento su quante più possibili prove circostanziali. Meglio confrontare più risultati provenienti da materiale differente che basarsi su un unico dato. Solo così si può viaggiare in sicurezza sulla linea del tempo.

### Bibliografia

[1] F.C. Wezel, Compulsare gli archivi storici della Terra .Una introduzione alla stratigrafia come scienza integrata, Bollati Boringhieri, Torino 2004.

[2] Caneva, La biologia vegetale per i beni culturali, Vol. 2, Nardini Editore, Firenze 2005.

[3] Castellano, M. Martini, E. Sibilìa, Elementi di archeometria, Metodi fisici per i beni culturali, Egea, Milano 2002.

[4] M.J. Aitken, Thermoluminescence dating, Academic Press, London 1985.

### Autore: Alessia Colaianni

Classe 1983, pugliese. Laureata in Scienza e Tecnologia per la Diagnostica e Conservazione dei Beni Culturali e con un dottorato in Geomorfologia e Dinamica Ambientale, ottenuto con una tesi dal titolo "Using optical dating of beachrocks to improve the reconstruction of Mediterranean Holocene relative sea level". Ha pubblicato su riviste scientifiche internazionali quali Applied Physics Letters e Journal of Environmental Radioactivity. Dopo essersi dedicata a geologia, archeologia e datazioni e dopo aver girovagato per l'Europa, tra campionamenti, laboratori e convegni, ha deciso che la bellezza della Scienza e della Natura dovevano assolutamente essere raccontate a tutti. È stata guida museale, animatrice scientifica e ora è finalmente giornalista pubblicitaria. Si occupa di divulgazione scientifica scrivendo di Ambiente, Scienza e Territorio on line e organizzando laboratori didattici ed eventi a tema.

### Info sui Revisori di questo articolo

- **Matteo Belvedere** è Postdoc presso il Museum für Naturkunde, Berlin (Germania).
- **Valentina Richi** è PhD student presso Institut für Archäologie, Universität Zürich (Svizzera).
- **Giulio V. Dalla Riva** è PhD student in Matematica presso University of Canterbury (Nuova Zelanda).
- **Matteo Caser** è Postdoc presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università di Torino (Italia).