

Datazioni : correzioni



Formalismo

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{N(t)}{N_0} \right] \quad \Rightarrow \quad t = \tau \ln \left[\frac{C_0}{C(t)} \right]$$

- Concentrazione di radiocarbonio $C = N(t)/N_{12}$
- Concentrazione iniziale (d'equilibrio*) $C_0 = N_0/N_{12}$
- Vita media $\tau = 1/\lambda = T/\ln 2$

* dinamico tra $n + {}^{14}_7N \Rightarrow {}^{14}_6C + p$ e ${}^{14}_6C \Rightarrow {}^{14}_7N + \beta^- + \bar{\nu}$

Selettività isotopica (frazionamento)

- Fattore di riduzione (coeff. di selettività isotopica) γ



$$t = \tau \ln \left[\frac{\gamma C_0}{C(t)} \right]$$

“Sfortunatamente”:

- C_0 varia col tempo
- γ dipende dall'organismo vivente
- $\tau = 8267a$ oggi ma $\tau = 8033a$ ai tempi di Libby*

* $T=5730a$ è diverso da quello misurato ai tempi di Libby: $5568a$

In pratica: età convenzionale con correzione + calibrazione



$$t_c = \tau \ln \left[\frac{\gamma C_0}{C(t)} \right] = \overbrace{\tau \ln \left[\frac{C_0}{C(t)} \right]}^{t_m} + \Delta t$$

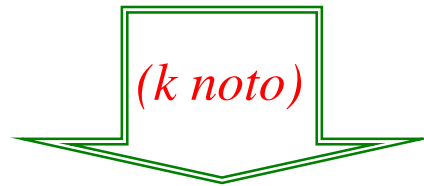
con:

- $C_0 \rightarrow C_{0,standard}$
- $\gamma \rightarrow \gamma_{standard} \text{ (legno medio)}$
- $\tau \rightarrow \tau_{Libby}$

Correzione per diverso frazionamento dei singoli organismi: $t_m \rightarrow t_c$

Per ogni dato organismo

$$C_0 = k \left(C^{13} \right)^2$$



misurando $C^{13} \rightarrow C_0$

In pratica per ottenere t_c (età convenzionale che tenga conto del frazionamento) si calcola quella della misura senza correzione t_m e le si aggiunge un termine correttivo Δt

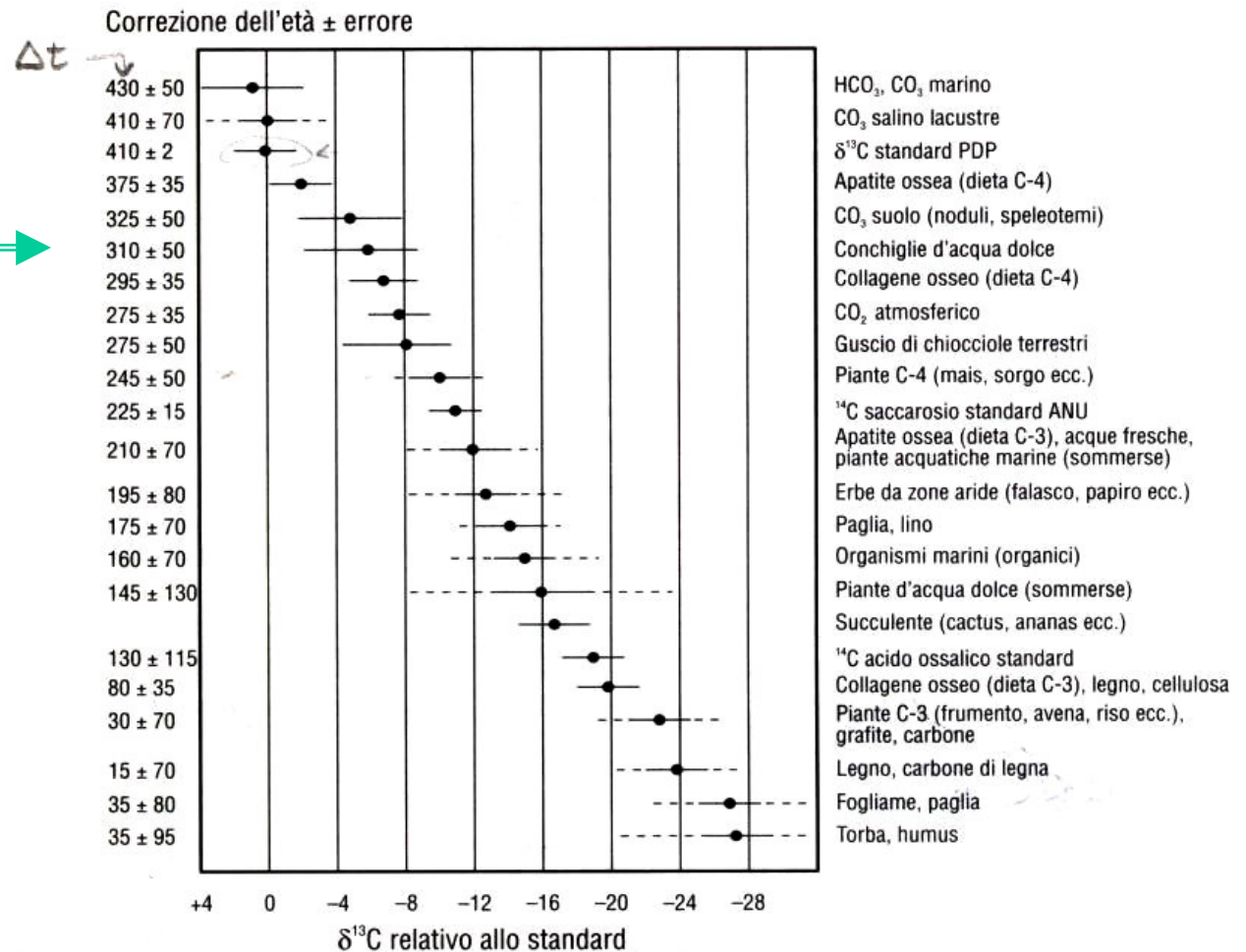
$$t_c = t_m + \Delta t$$

➤ **tabulato** in funzione della deviaz. dallo standard $\delta^{13}\text{C}$

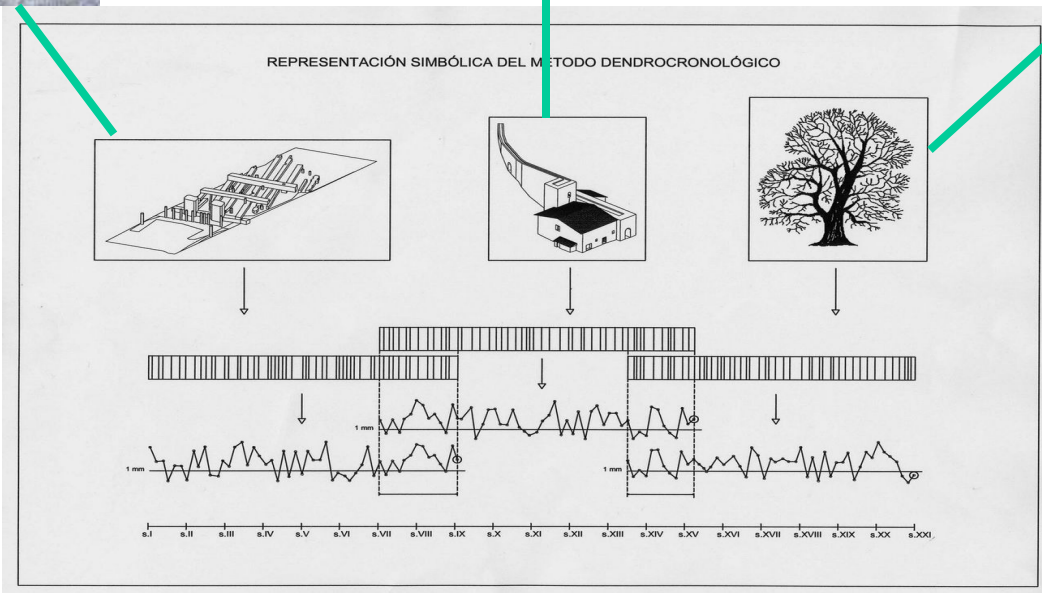
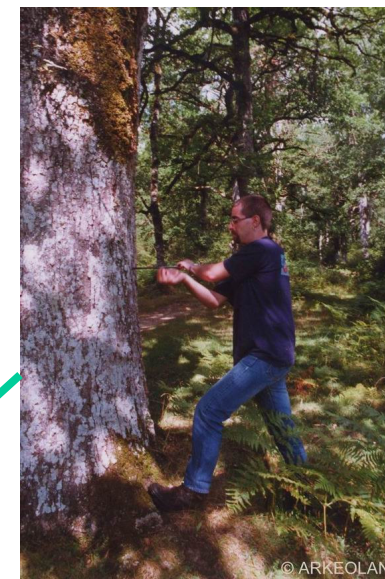
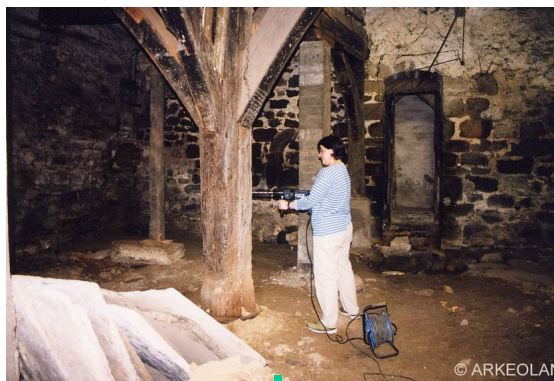
oppure

➤ **ricavabile dalla formula**

$$\Delta t = 16(\delta^{13}\text{C} + 25) a$$

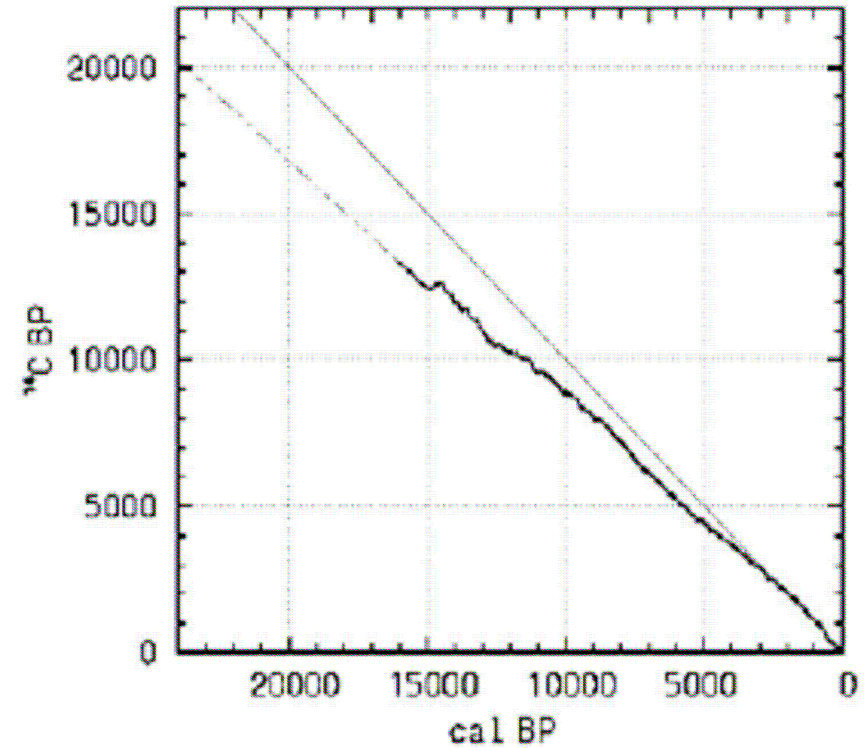


Calibrazione per variabilità temporale di C_0 - taratura dendrocronologica

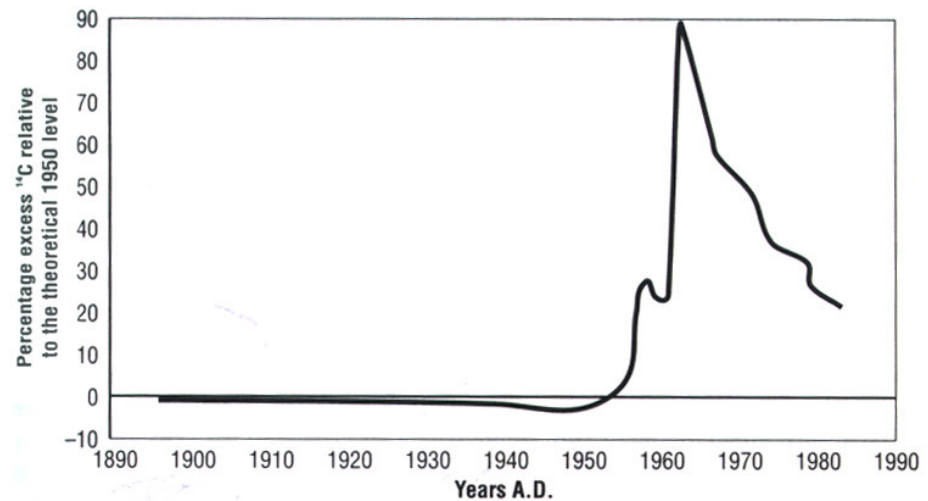


Curve di taratura

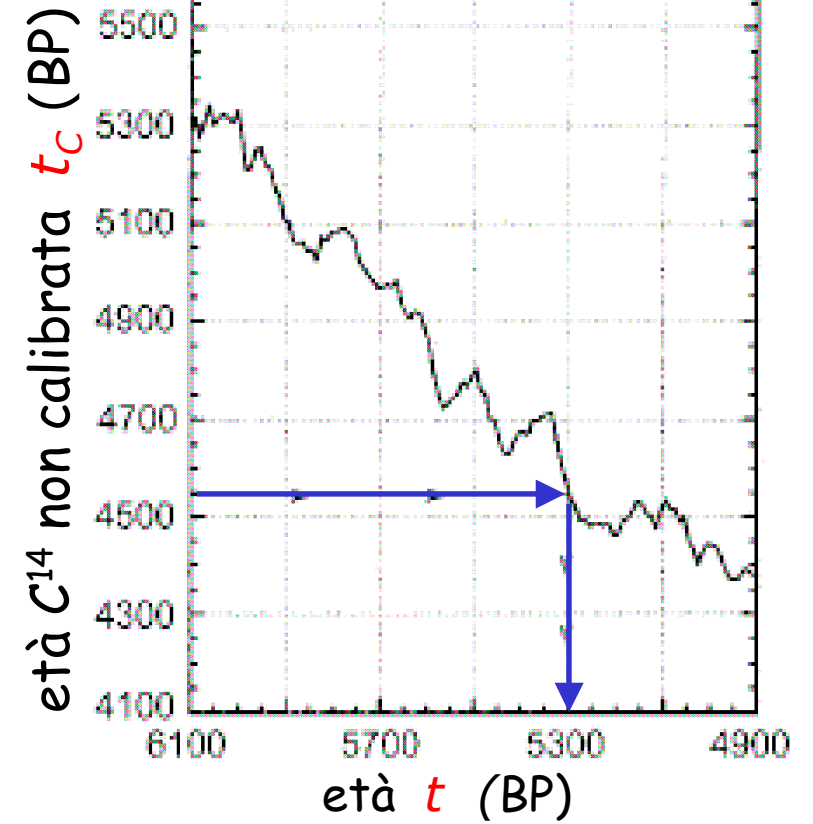
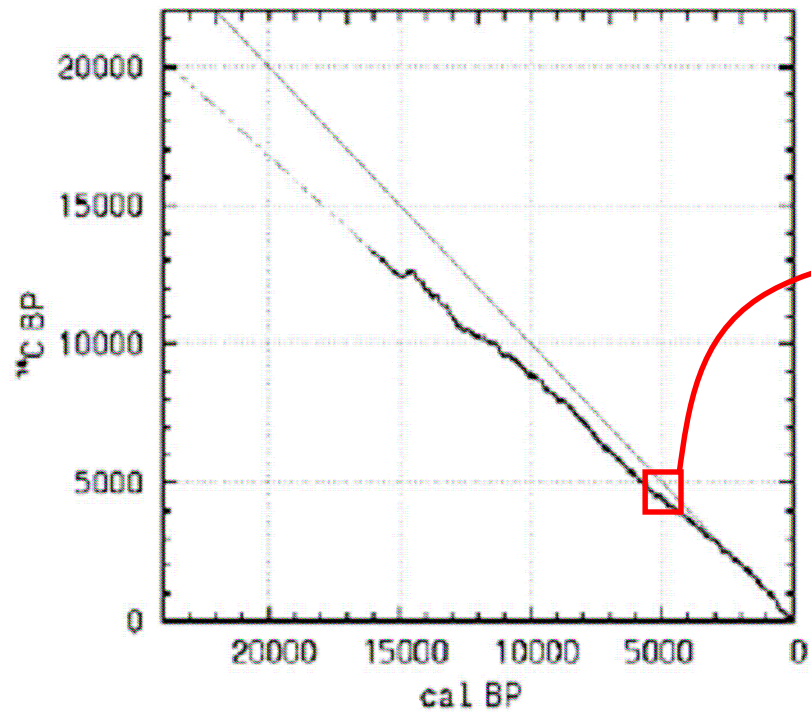
(dendrocronologia + altro)



Nota: impatto antropogenico, C_0
nell'era industriale e atomica



$$t_C \rightarrow t$$



Datazioni col metodo del radiocarbonio: metodi

Attualmente è possibile utilizzare due tecniche per datare un campione basandosi sul metodo del ^{14}C .

$$t = \tau \ln \left[\frac{A_0}{A(t)} \right]$$

Metodo "alla Libby"

E' il metodo proposto originariamente da Libby. Misura l'attività $A(t)$ del campione

Metodo AMS o TID

Il progredire della tecnologia ha permesso di introdurre nel 1977 una nuova tecnica basata sulla Spettroscopia di Massa Atomica (AMS) per mezzo di acceleratori di particelle chiamati Tandem.

A volte, in letteratura, oltre ad essere indicata con AMS si trova anche citata come tecnica TID (Datazione Isotopica per mezzo del Tandem).

Misura direttamente in rapporto tra N^{14} e N^{12} , cioè la concentrazione $C(t)$.

Ad esempio da carbonio dell'atmosfera si otterrebbe:

$$t = \tau \ln \left[\frac{C_0}{C(t)} \right]$$

$$C_0 = \frac{N_0}{N_{12}} = 1.176 \cdot 10^{-12}$$

Caratteristiche dei due metodi

Entrambe le tecniche vengono attualmente impiegate in quanto presentano i seguenti **vantaggi** e **svantaggi**:

Tecnica alla Libby



Spazi ridotti
Attrezzatura relativamente poco costosa
Necessita di una quantità considerevole di campione
Lunghi tempi d'analisi (giorni)

Carbone (vegetale), legno, paglia	10-15 g
Carbone	50-100 g
Torba	50 g
Fossili e sedimenti lacustri	100-1000 g
Conchiglie, carbonati	20-50 g

Tecnica AMS



Elevato ingombro
Attrezzatura molto costosa (~2 Meuro)
Necessita di una piccola quantità di campione
Corti tempi d'analisi (minuti)

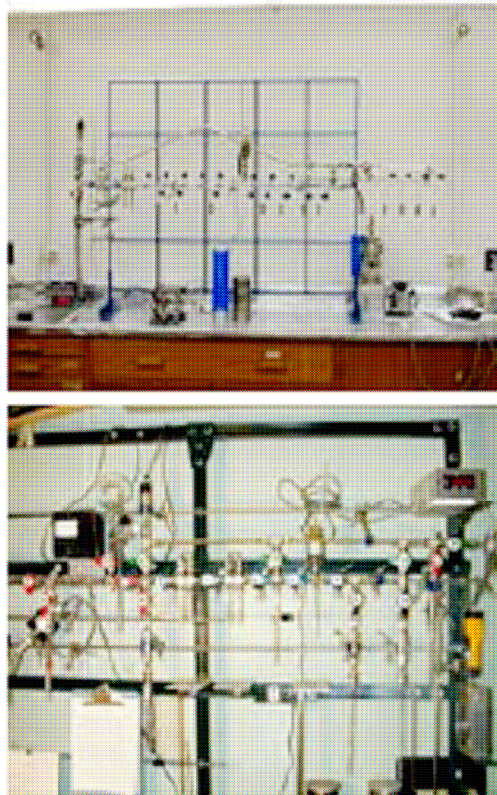
Fibre tessili	7 mg
Semi vegetali	0.15 mg
Resti alimentari	1.2 g
Resti di pire funerarie	1.2 mg
Carbone da fornaci	0.4 mg

http://www.physik.uni-erlangen.de/KORA/Kora_e.html

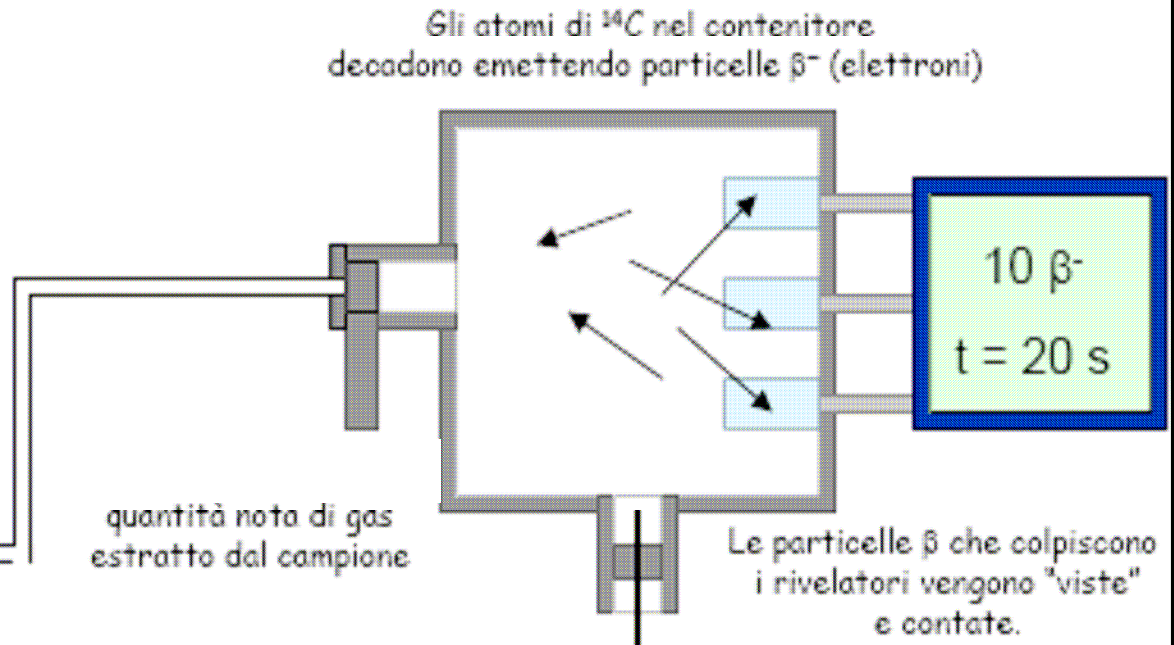
Metodo alla Libby (misura della radioattività del campione)

Nel metodo convenzionale (conteggio β) il carbonio presente nel campione è convertito in CO_2 (anidride carbonica) o CH_4 (metano) mediante reazioni chimiche che dipendono dal campione da analizzare.

Un contenitore sigillato (in cui precedentemente è stato fatto il vuoto) viene riempito con questi gas. Dei "contatori β " (rivelatori) presenti in tale camera effettuano una misura del numero di β emessi. Per aumentare il conteggio il gas viene tenuto in alta pressione (diversi bar) e le dimensioni del contenitore sono elevate (qualche litro).



<http://www.ouh.ac.uk/c14/index.html>



Metodo AMS (o TID)

Dopo il solito processo di pulizia il campione viene messo in vuoto e sottoposto al bombardamento di atomi pesanti come ad esempio ioni cesio (si indica con m_1 un atomo a cui sono stati tolti alcuni elettroni e che quindi è portatore di una carica elettrica positiva).

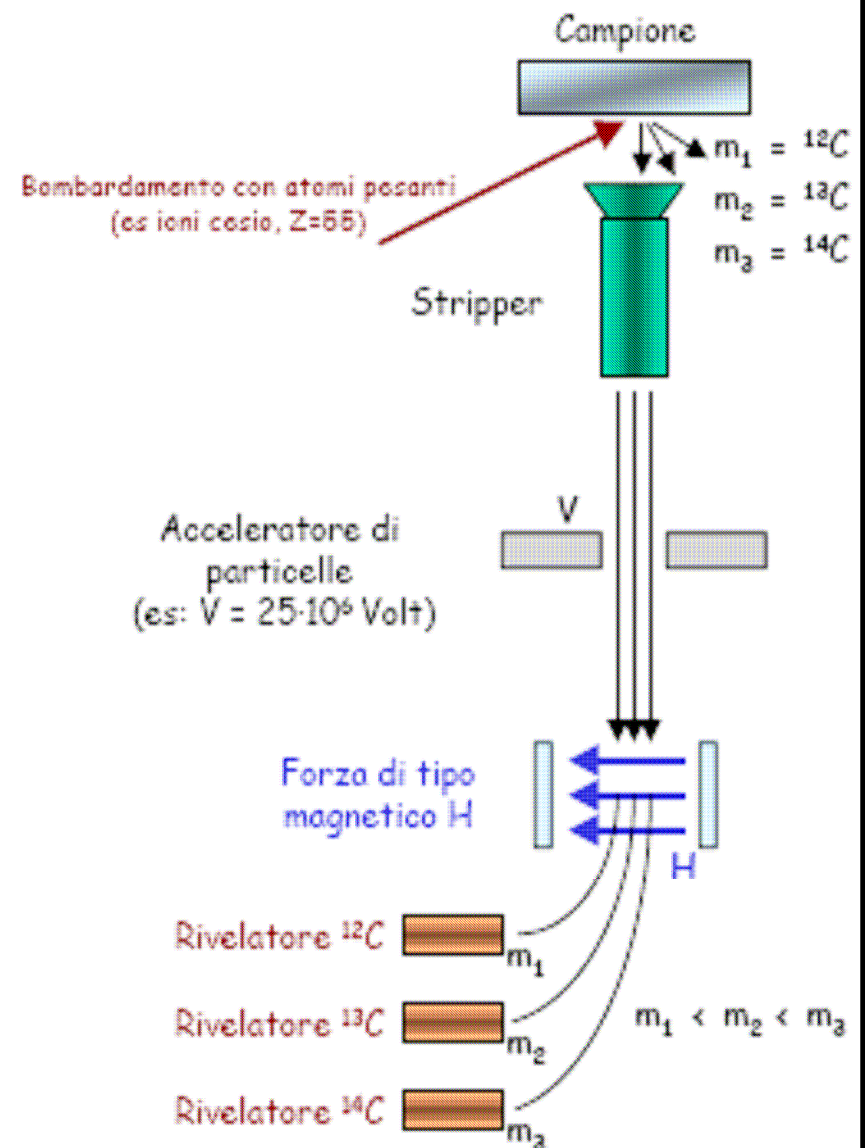
Sottoponendo il campione a questo bombardamento vengono strappati da esso atomi degli elementi di cui è composto (tra cui ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C che indichiamo con m_1 , m_2 e m_3 , essendo atomi simili, ma con masse diverse).

Gli atomi di carbonio vengono ionizzati (*Stripper*) in modo da essere sensibili ad un eventuale campo elettrico.

Gli atomi di carbonio vengono accelerati da un acceleratore di particelle per mezzo di una tensione che può giungere fino a 25 milioni di Volt.

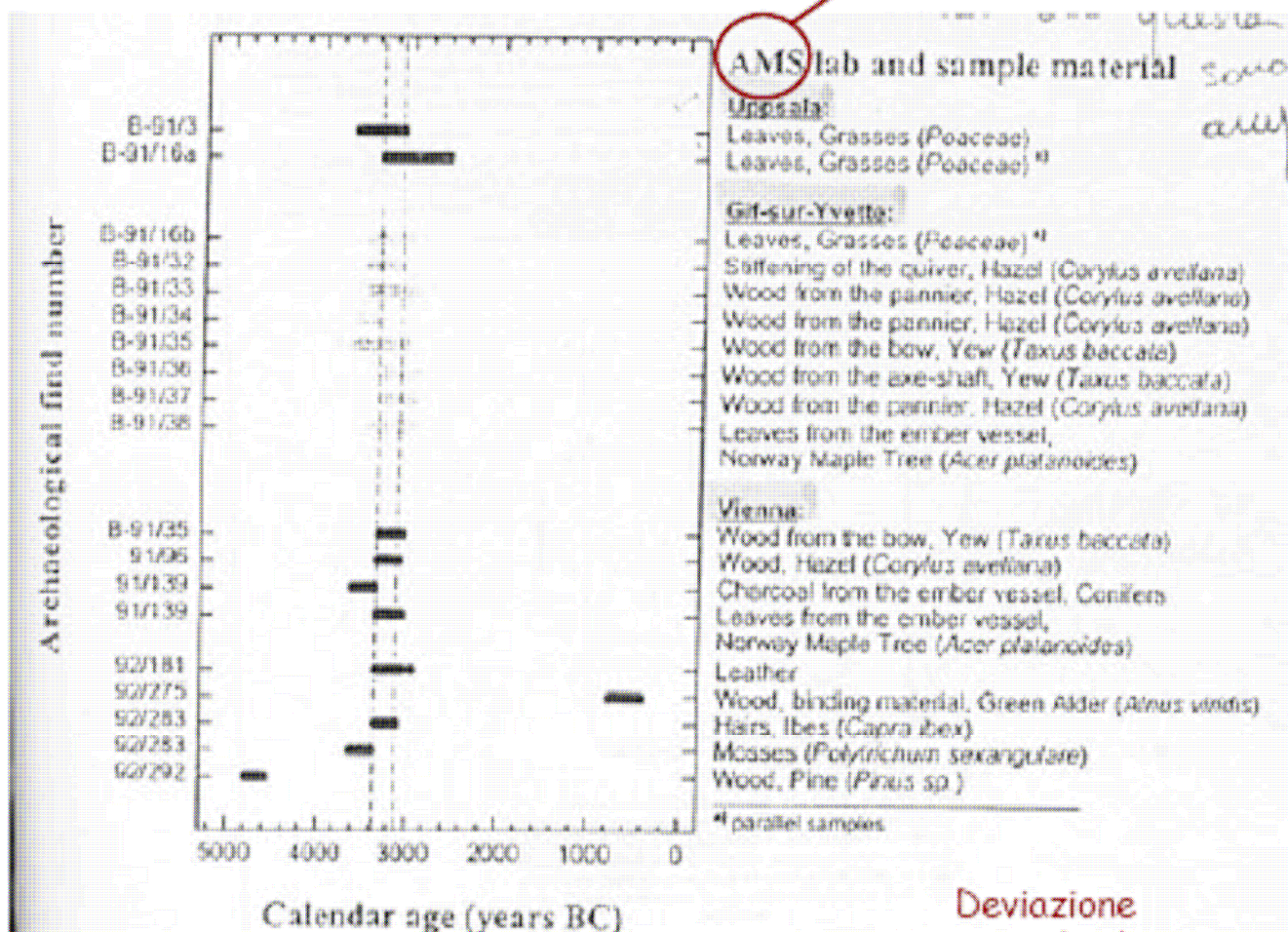
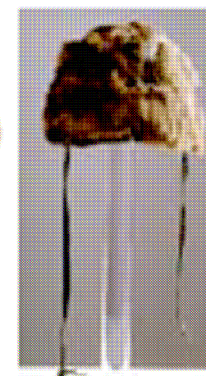
Gli atomi di carbonio vengono sottoposti a un campo magnetico intenso (come quello di una calamita) per mezzo di un *magnete analizzatore*. Questo li sottopone ad una forza che tende a farli curvare. La curvatura a cui sono sottoposti dipende dalla massa, per cui il ^{12}C curva di più del ^{14}C .

Rivelatori collocati in punti opportuni contano i tre tipi di atomi (su ognuno di essi ne arriva solo un tipo).



Esempio : uomo di Similaun (Ötzi)

(Spettroscopia di Massa Atomica)

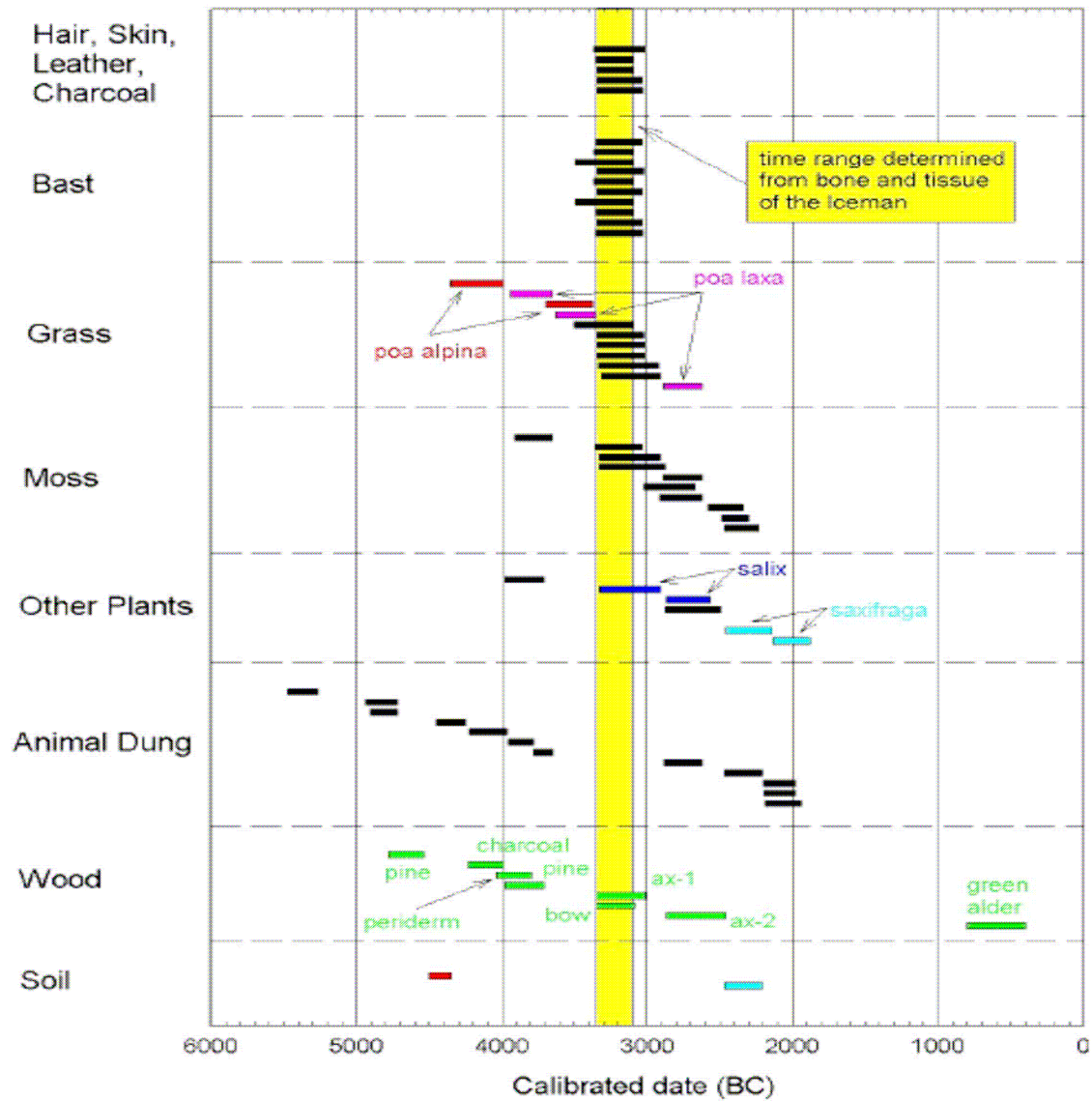


Leaves: foglie
Grasses: erbe
Stiffening: rinforzo
Quiver: faretra
Pannier: paniero
Bow: arco
Axe: ascia
Leather: cuoio
Mosses: muschi

Fig. 3. - Summary of radiocarbon dating results for samples from the Iceman's equipment, measured at three different AMS laboratories. Horizontal bars indicate 2σ ranges for the calibrated dates (95% confidence). The dashed vertical lines show the 2σ range obtained from bone and bone samples measured at the AMS laboratories in Zurich and Oxford [57, 58].

Deviazione Standard

^{14}C -dating of material from the finding place of the Iceman
(all dates are calibrated 2- σ ranges)



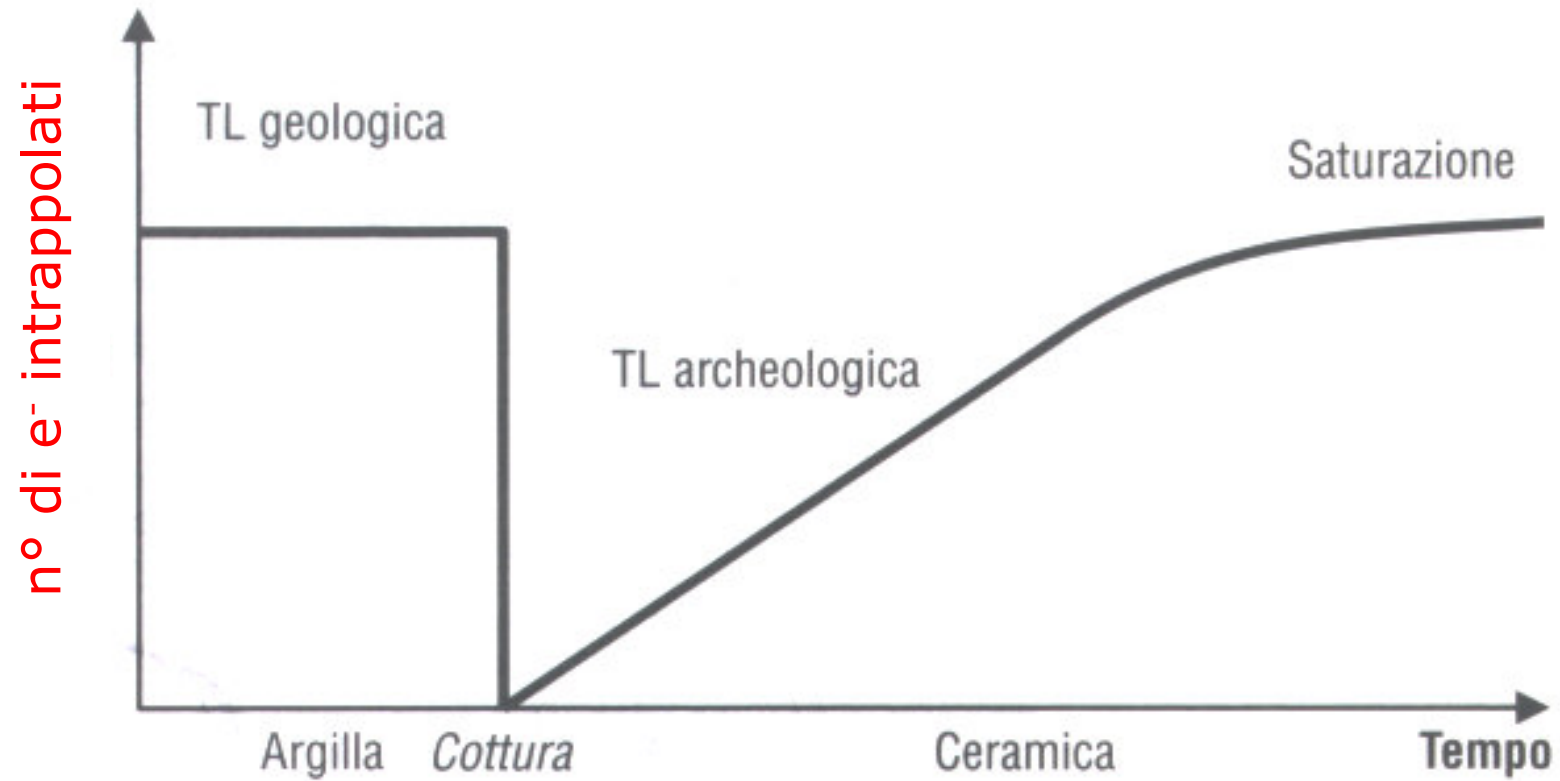
Datazioni colla termoluminescenza: metodi del "fine grain" e delle "inclusioni"



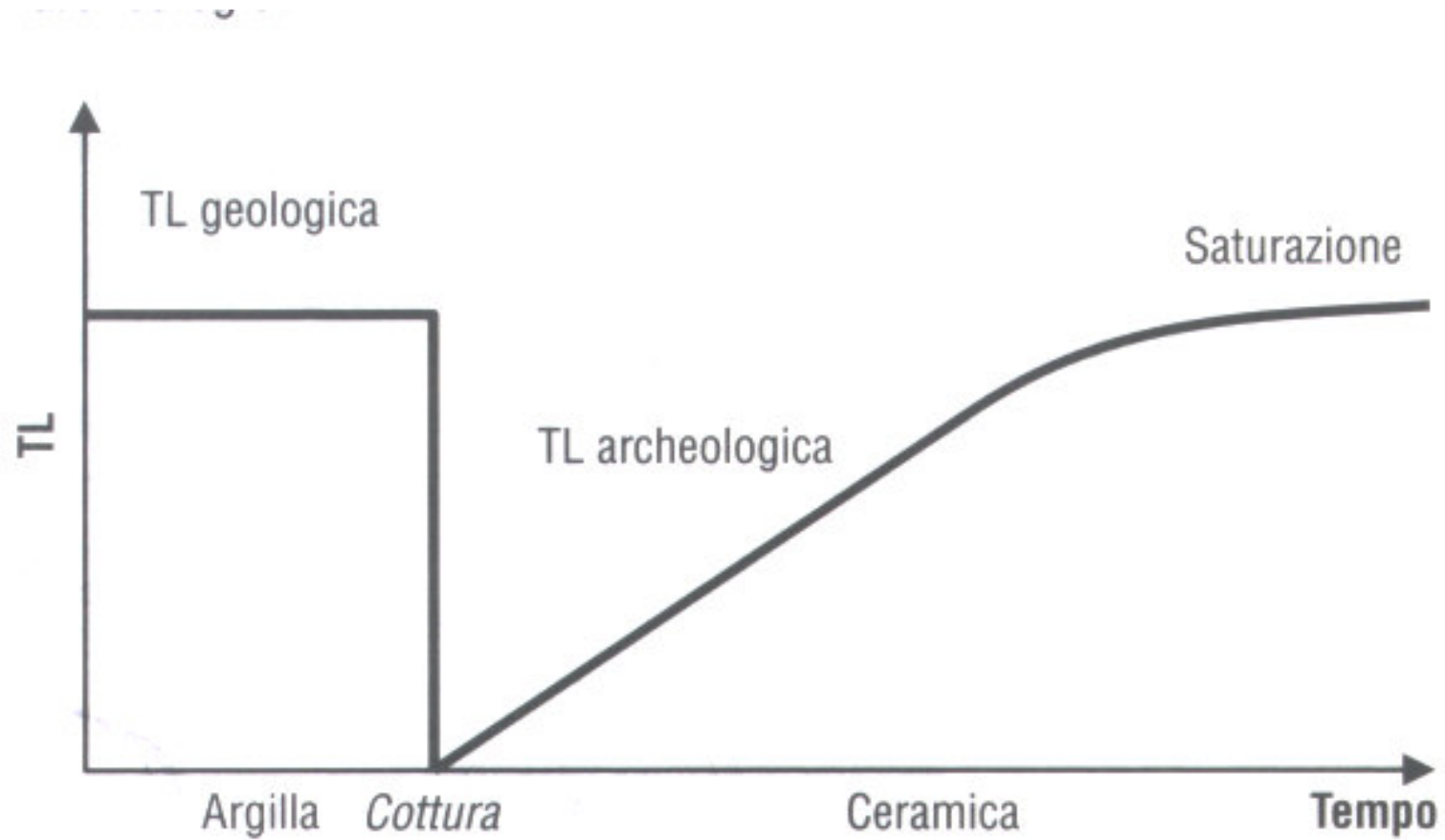
Richiami

- Interazione radiazione –materia
- Fenomeni di luminescenza
- Solidi e trappole
- Tipi di decadimento e radiazione emesse
- Penetrazione delle radiazioni
- Radiazioni assorbite
- Origine delle radiazioni assorbite

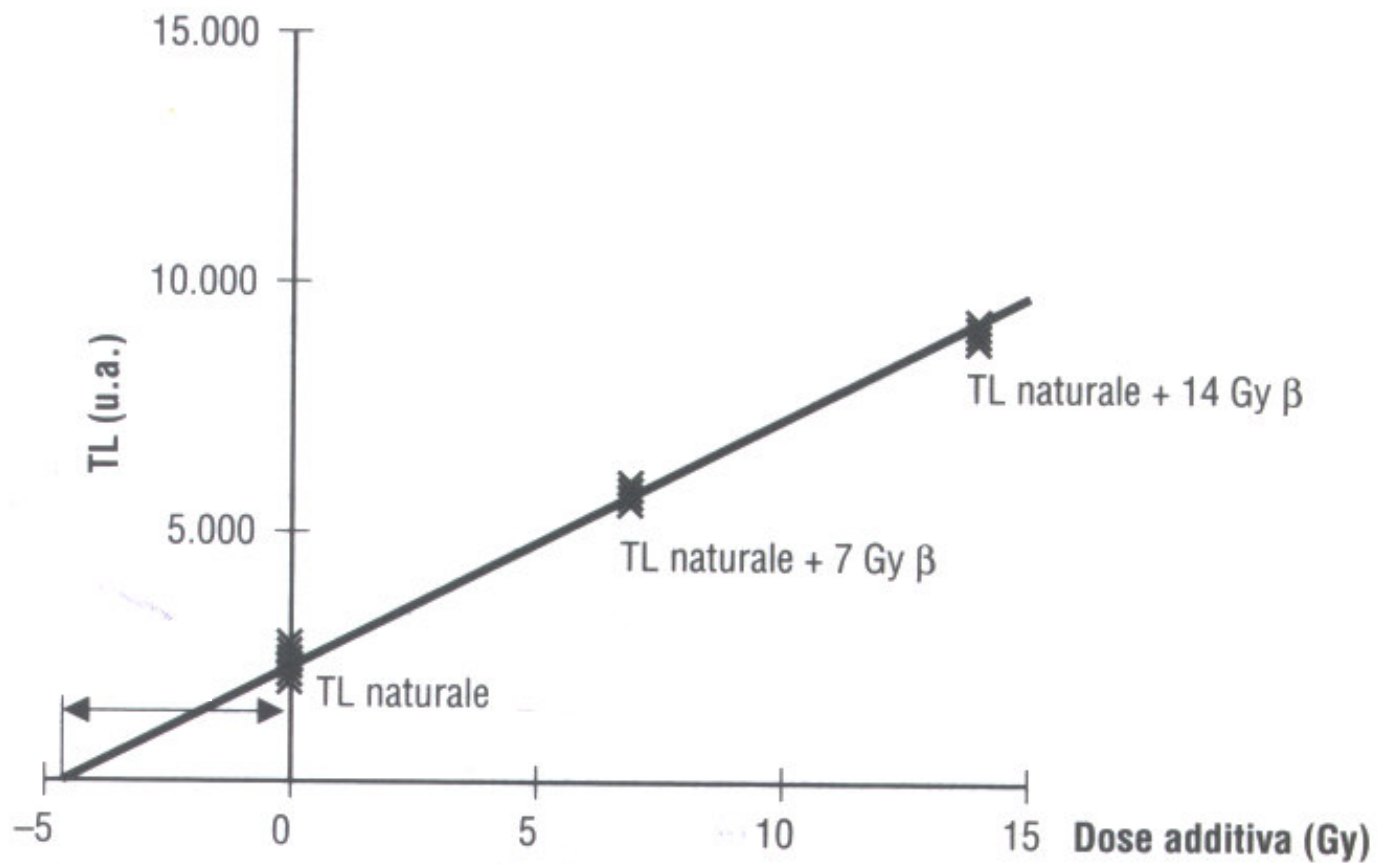
Ciclo della termoluminescenza



Ciclo della termoluminescenza

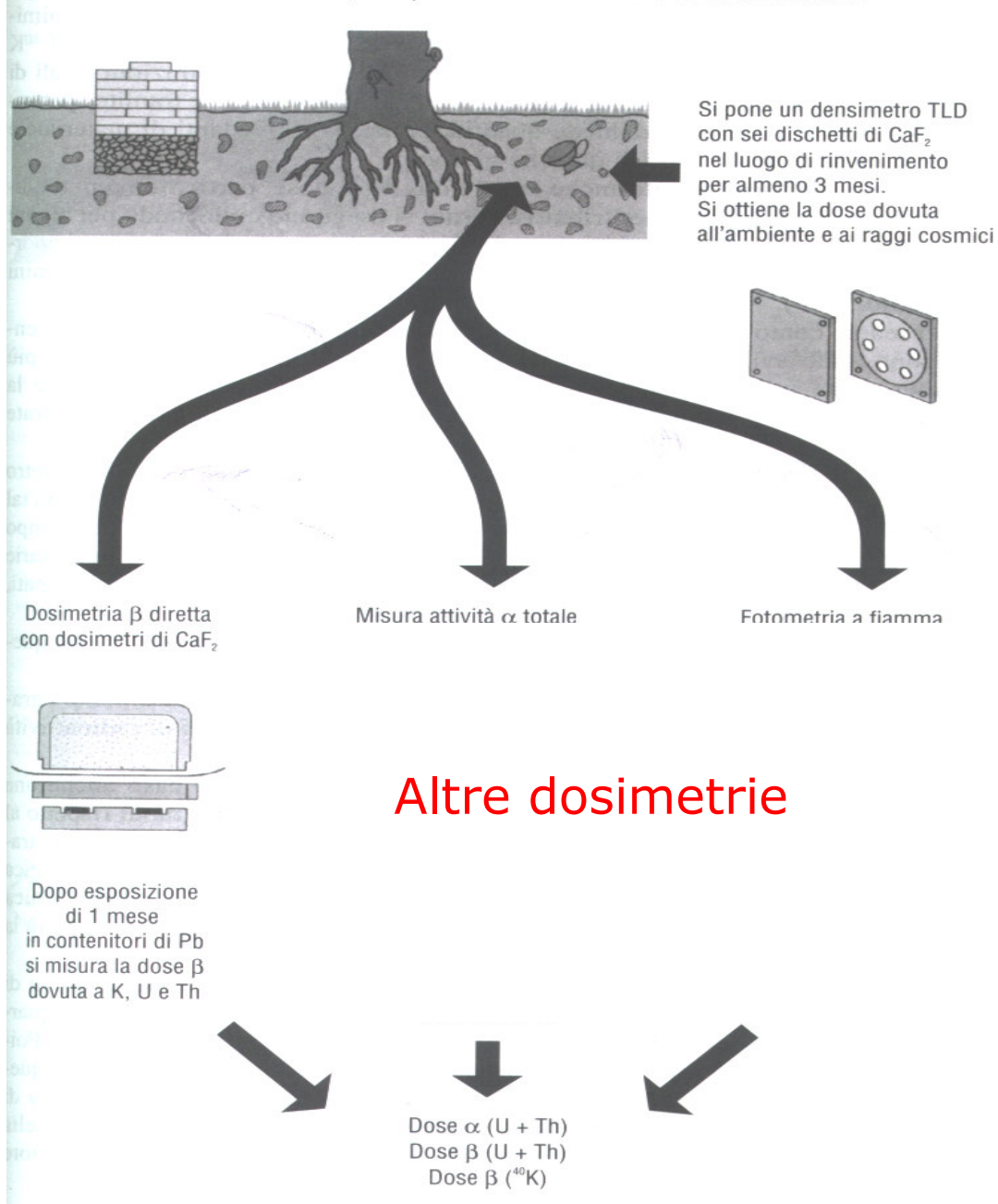


La paleodose



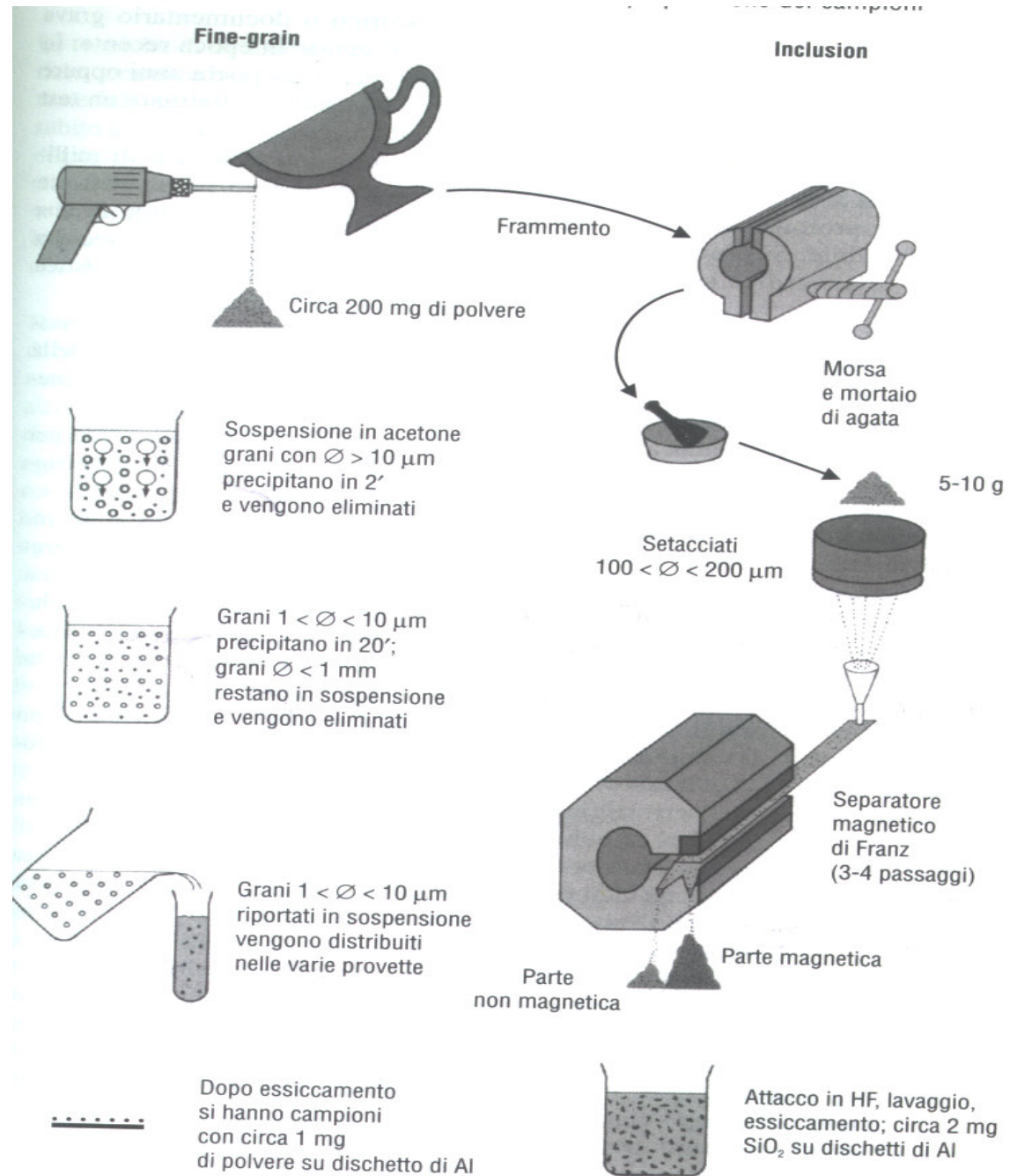
La dose annua

Figura 5.12 Illustrazione delle principali tecniche di misura della dose annua



Altre dosimetrie

Metodi e campioni



Datazione comparata, C^{14} e termoluminescenza

