

## QUALCHE RAGIONAMENTO SCIENTIFICO ELEMENTARE SULLA DATAZIONE DELLA SINDONE DI TORINO TRAMITE C-14

**Paolo Di Lazzaro**

Fisico, Dirigente di Ricerca.

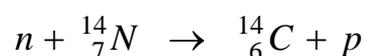
paolo.dilazzaro@enea.it

### **Che cosa è il C-14 e come si genera**

Tutti i pianeti del Sistema Solare, inclusa la Terra, sono sottoposti ad un bombardamento di radiazione e di particelle emesse dal Sole, il cosiddetto ‘vento solare’, o ‘raggi cosmici’. Per nostra fortuna, il campo magnetico terrestre deflette la traiettoria di gran parte delle particelle del vento solare, impedendo il loro arrivo sulla superficie terrestre. La vita sulla Terra come noi la conosciamo oggi sarebbe impossibile senza lo schermo del campo magnetico, perché l’irraggiamento continuo di protoni, elettroni, particelle alfa aventi energie di diverse migliaia di elettronvolt causerebbe danni irreversibili al DNA delle specie viventi.

Tuttavia, una minima parte delle particelle del vento solare riesce ad attraversare lo schermo magnetico terrestre e interagisce con le molecole di aria negli strati alti dell’atmosfera. I principali costituenti dell’atmosfera sono azoto (78%) e ossigeno (21%). Quindi, un neutrone (ad esempio generato da un urto tra una particella cosmica e l’atmosfera) ha una maggiore probabilità di incontrare un atomo di azoto piuttosto che di ossigeno. Se il neutrone ha l’energia “giusta” riesce ad entrare nel nucleo dell’atomo di azoto ed espelle un protone dello stesso nucleo. Di conseguenza, l’atomo di azoto si trova ad avere 6 protoni (invece dei 7 originali) e 8 neutroni. In pratica, l’atomo di azoto è diventato un atomo di carbonio (il cui nucleo ha 6 protoni e 6 neutroni) ma si tratta di un carbonio anomalo, con due neutroni in più, chiamato C-14 (14 = 6 protoni + 8 neutroni) che viene chiamato ‘isotopo’. Il C-14 è un isotopo radioattivo, instabile, che tende a decadere per tornare alla situazione originale.

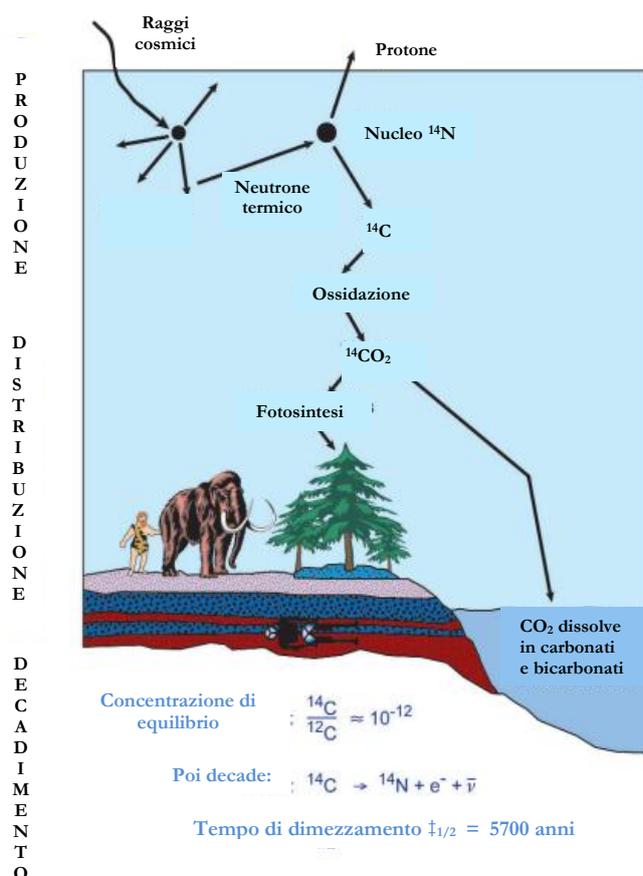
Gli scienziati apprezzano la sintesi, quindi hanno sviluppato un formalismo per cui tutta la descrizione precedente si può riassumere in una sola riga come



dove n sta per neutrone, N per azoto, C per carbonio e p per protone. Il numero 14 in alto è la somma di protoni + neutroni, il numero 7 (e 6) in basso è il numero di protoni. A sinistra della freccia c'è la situazione iniziale, a destra della freccia la situazione finale.

Gli isotopi C-14 conservano la stessa struttura elettronica del normale carbonio C-12 (12 = 6 protoni + 6 neutroni) e quindi nelle reazioni chimiche il C-14 si comporta come il C-12, incluso il legame con l'ossigeno che crea molecole di anidride carbonica CO<sub>2</sub>. Questa anidride carbonica con C-14 si propaga nell'atmosfera, si scioglie nei mari, viene assorbita dalle piante tramite fotosintesi, entra nella catena alimentare quando le piante vengono mangiate dagli animali erbivori, fino ad arrivare agli animali carnivori che si cibano di animali erbivori e agli onnivori che si cibano di piante e di animali. Di conseguenza, ciascun animale o pianta possiede nel proprio organismo atomi di C-14. Quanti? Non molti in percentuale. Approssimativamente, ci sono tre atomi di C-14 ogni duemila miliardi di atomi di carbonio normale C-12.

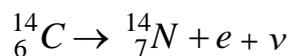
## PRODUZIONE DI <sup>14</sup>C



Ciclo del C-14 dalla produzione alla distribuzione e infine al decadimento. Tratto dalla figura 2 dell'articolo in <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/jres/109/2/j92cur.pdf> rielaborata dall'autore.

## Il conteggio degli atomi residui di C-14 e l'età del campione

Abbiamo accennato che il C-14 è instabile e radioattivo. Infatti, il C-14 torna ad essere azoto rilasciando elettroni veloci tramite il processo di decadimento descritto come



dove  $e$  sta per elettrone e  $\nu$  per antineutrino. Questo processo di decadimento è molto lento, perché bisogna attendere 5730 anni affinché il numero di atomi di C-14 si riduca alla metà di quello originale. Di conseguenza, il lentissimo processo di decadimento non è rilevante durante la vita dell'organismo, ma può diventarlo dopo la sua morte, perché l'organismo deceduto non assume più C-14 dalla respirazione e dagli alimenti e quindi gli isotopi C-14 che decadono non vengono rimpiazzati da nuovi isotopi C-14. Conoscendo la velocità di decadimento (matematicamente, si tratta di una curva esponenziale) se misuriamo il rapporto tra C-14 e C-12 in un campione organico (ossa, conchiglie, legname, semi, pollini, cuoio, carta, tessuti vegetali e animali) possiamo stabilire quanto tempo è passato dalla morte dell'organismo animale o vegetale cui apparteneva il campione: al contrario del C-14 la quantità di C-12 non decade, non cambia nel tempo, quindi minore è il rapporto tra C-14 e C-12, maggiore è il tempo passato dalla morte dell'organismo. In pratica, usiamo il C-14 come fosse una clessidra atomica.

Purtroppo, calcolare l'età tramite C-14 non è semplice. Il primo problema è contare quanti atomi di C-14 e di C-12 sono rimasti nel campione analizzato. Il conteggio viene effettuato tramite la complessa tecnologia AMS (Accelerator Mass Spectroscopy, spettrometro di massa con acceleratore). Questo conteggio è affidabile, se le misure sono fatte per bene e l'AMS è tarato correttamente. Il secondo problema è trasformare il conteggio di atomi in una data di decesso dell'organismo. Qui l'incertezza aumenta perché abbiamo bisogno di assumere come 'sicure' alcune ipotesi che non sono sempre controllabili. A titolo di esempio, elenchiamo 6 problemi che possono falsare la correlazione tra età del campione e quantità residua di C-14.

- a) Le quantità di C-14 e C-12 non sono costanti, ma subiscono notevoli variazioni sia geografiche sia nel tempo. Basti pensare agli esperimenti con bombe nucleari effettuati da diverse nazioni negli anni tra il 1955 e il 1990 che hanno portato al momentaneo raddoppio della quantità di C-14 nell'atmosfera nell'emisfero boreale e all'aumento di un fattore 1,5 nell'emisfero australe. Oppure alle grandi eruzioni vulcaniche, antiche e recenti, che hanno aumentato la quantità di C-12 su scala locale e a volte globale. Nel primo caso il calcolo porterebbe ad un'età minore rispetto a quella vera, mentre nel secondo caso, essendo diminuito il rapporto tra C-14 e C-12 assorbito, l'età risulterebbe maggiore di quella vera. Inoltre, anche la produzione di

raggi cosmici da parte del Sole varia nel tempo e di conseguenza cambia la produzione di C-14 nell'atmosfera. Se non bastasse, nei periodi superiori al millennio il campo magnetico terrestre si sposta e varia di intensità: di conseguenza varia l'effetto di schermatura del vento solare e quindi di quantità di C-14 creata nell'atmosfera. Tutte queste variazioni nei secoli (alcune quantificabili, altre no) costringono gli scienziati ad effettuare diverse 'normalizzazioni matematiche' per migliorare l'affidabilità del calcolo dell'età, ma non tutte le variazioni del rapporto tra C-14 e C-12 sono conosciute e misurabili e di conseguenza il calcolo dell'età è soggetto ad errori che non sono facilmente stimabili.

- b) La fotosintesi è il principale processo che trasporta il C-14 dall'atmosfera agli organismi viventi, anche tramite catena alimentare. Ebbene, nella fotosintesi l'assorbimento di C-12 e di C-14 non è lo stesso, per cui nelle piante il loro rapporto è diverso da quello nell'atmosfera. E di conseguenza sarà diverso anche negli animali che si cibano di vegetali. Per gli organismi marini il problema è simile, perché il C-14 e il C-12 si disciolgono nell'acqua in misura leggermente diversa.
- c) Qualsiasi aggiunta di C-12 al campione, sia per cause naturali (ad esempio, attacco batterico e conseguente digestione del materiale e produzione di rifiuti organici) sia artificiali (ad esempio, sporcizia e materiale estraneo che si lega chimicamente in modo stabile con le molecole del campione) produce una contaminazione che altera il rapporto originario tra C-14 e C-12.
- d) Ogni misura comporta un errore, che determina l'affidabilità e la precisione del risultato ottenuto. L'errore può essere di natura sistematica (ad esempio uno strumento mal funzionante, o non tarato in modo corretto) oppure di natura casuale (da errore umano) o di entrambi i tipi. Se ad esempio prendiamo un righello lungo mezzo metro per misurare la lunghezza di un tavolo e ripetiamo la misura dieci volte, otterremo dieci risultati diversi, vicini tra loro ma che possono differire di alcuni millimetri. Questo errore è di tipo casuale (errore umano). Non è umanamente possibile sapere la lunghezza esatta, ma i metodi statistici possono fornire il valore della lunghezza del tavolo più probabile. Attenzione, la lunghezza "più probabile", non la lunghezza "vera". La media dei risultati di qualsiasi misura fornisce il valore più probabile, ma il risultato esatto non si conoscerà mai. Nel caso della misura del C-14, la statistica elabora i dati provenienti dalle misure AMS su diversi campioncini in cui viene suddiviso il campione analizzato e fornisce la quantità di C-14 e di C-12 più probabile. Il metodo è efficace solo se i campioncini sono omogenei, ovvero se provengono dallo stesso campione e se le contaminazioni sono state rimosse. Non sempre è possibile sapere se i campioncini sono omogenei, ma quando la

statistica dei risultati non è soddisfacente il problema si risolve ripetendo la misura su un altro campione dello stesso reperto. Purtroppo, nel caso della Sindone non è stato possibile ripetere la datazione.

- e) Le tecniche di misura del C-14 hanno bisogno di confrontare i risultati con campioni moderni di riferimento allo scopo di 'normalizzare' i risultati dell'età. In altre parole, per compensare l'errore sistematico della strumentazione sul conteggio del C-14, i risultati di conteggio su un campione di età ignota sono rettificati in base ai risultati della stessa misura effettuata su un campione di riferimento di cui si conosce a priori la quantità di C-14, anche in questo caso con un margine di errore.
- f) Non tutti i materiali sono adatti per ottenere una misura accurata dell'età tramite conteggio del C-14. E' ovvio che un materiale solido e che non è mai venuto in contatto con agenti esterni come la parte interna di un osso sarà meno soggetto a contaminazioni di un materiale come un tessuto a base cellulosa che è assorbente e pronò ad essere contaminato e digerito da microorganismi. Infatti, le operazioni di pulizia preliminare del campione eliminano le contaminazioni che non hanno reagito chimicamente con il campione, ma non riescono ad eliminare facilmente molecole estranee che si sono legate chimicamente diventando parte integrante del campione, portando quindi un contributo di C-14 e di C-12 relativo al momento in cui si instaura il legame chimico. Ovviamente, un tessuto si lega chimicamente a molecole estranee molto più facilmente di un osso.

Negli ultimi 30 anni la complessa tecnologia AMS usata per valutare l'età di un campione tramite conteggio del C-14 ha fatto passi da gigante, permettendo di ridurre gli errori introdotti dai problemi sopra elencati. Tuttavia, i problemi illustrati ai punti c) ed f) sono difficili da risolvere ancora oggi. Ad esempio, Beta Analytic, una delle ditte più rinomate per la datazione tramite C-14, è molto prudente riguardo l'affidabilità della datazione dei tessuti, riconoscendo che i campioni tessili necessitano di maggiori precauzioni rispetto agli altri materiali. In particolare, nel suo sito web [www.radiocarbon.com/italiano/datare-i-tessuti-con-l-AMS.htm](http://www.radiocarbon.com/italiano/datare-i-tessuti-con-l-AMS.htm) Beta Analytic dichiara:

- 1) La datazione di tessuti si effettua solo nell'ambito di una ricerca multidisciplinare.
- 2) I campioni di tessuto ben conservati, con una buona struttura e non trattati con materiali conservanti generano risultati precisi. I campioni prelevati da un tessuto trattato con additivi o conservanti generano un'età radiocarbonica falsa.
- 3) Il laboratorio non esegue la datazione di tessuti o altri oggetti di valore elevato o inestimabile, a meno che il pagamento e l'invio del campione siano effettuati da un ente statale, da un museo o da un altro istituto riconosciuto che stia studiando i materiali all'interno di un processo di ricerca multidisciplinare.

4) È possibile inviare il tessuto tramite un archeologo professionista, che dichiari che il campione è adatto per la datazione al radiocarbonio.

Il punto 1) di Beta Analytic richiama la necessità di confrontare il risultato della datazione C-14 del tessuto con altri dati che derivano da una ricerca multidisciplinare. In altre parole, la datazione tramite C-14 è solo uno degli elementi da considerare per stabilire l'età più probabile di un tessuto.

Il punto 2) mette in evidenza che il conteggio C-14 di un tessuto trattato in passato con additivi e conservanti genera un'età falsa. Questo punto è particolarmente importante nel caso del tessuto di lino della Sindone di Torino, essendo assai probabile che in passato la Sindone sia stata posta in contatto con materiali conservanti e antitarma.

Il punto 3) ribadisce che un processo di ricerca multidisciplinare è indispensabile per arrivare alla datazione corretta di un tessuto.

Il punto 4) ravvisa l'opportunità che la figura professionalmente qualificata di archeologo dichiari se, in base alle conoscenze e alla storia del reperto tessile, lo si giudica adatto ad essere datato tramite C-14. In altri termini, non tutti i tessuti possono essere correttamente datati tramite C-14, vedi il punto 2) e il punto f).

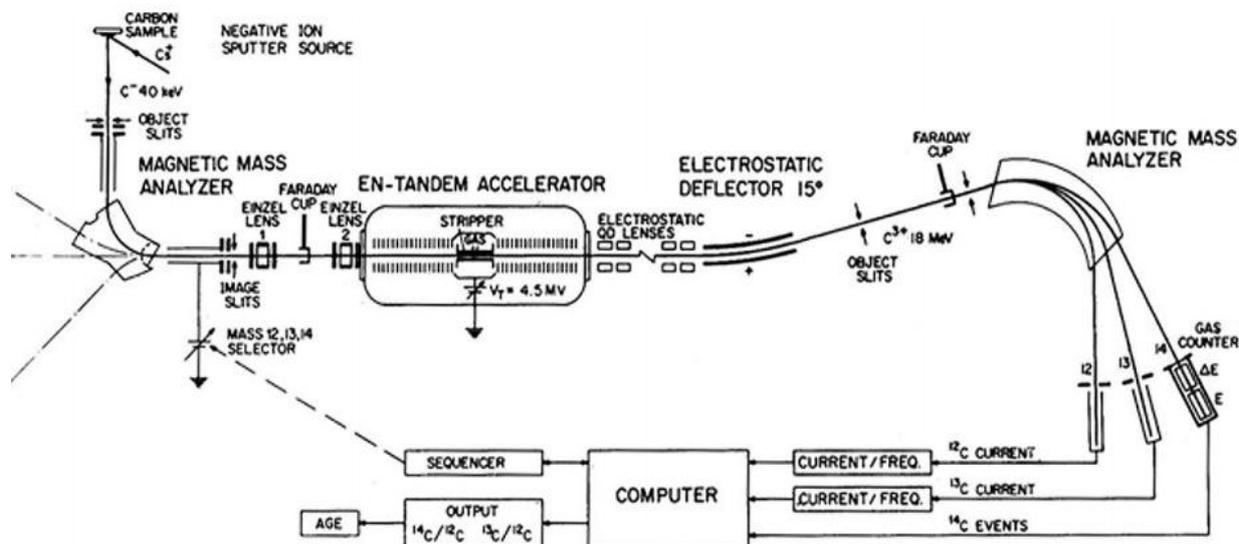


*Spettrometro di massa con acceleratore (AMS) di recente costruzione presso il Lawrence Livermore National Laboratories (USA) <http://bioams.llnl.gov/equipment.php>*

### **Il calcolo dell'età corrispondente al conteggio del C-14 della Sindone**

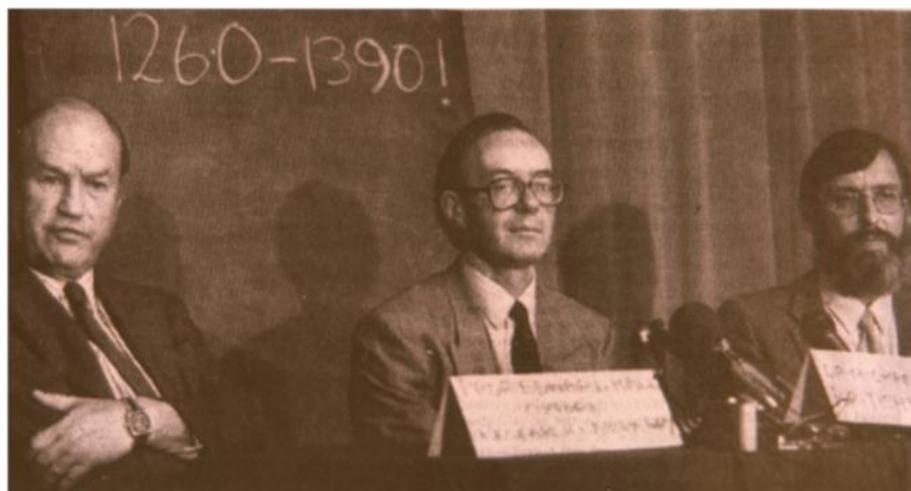
Le considerazioni sopra esposte, oggi largamente condivise dalla comunità scientifica, erano meno evidenti nel lontano 1988, quando una porzione di tessuto fu prelevata da un angolo della Sindone di Torino e suddiviso in quattro lembi consegnati a tre diversi laboratori (Tucson due lembi, Zurigo e Oxford un lembo ciascuno) per la misura del C-14

tramite AMS. Ricordiamo che questa misura è distruttiva, perché è necessario bruciare i campioni per ottenere il conteggio di C-14 e di C-12.



Schema dell'AMS del Laboratorio di Zurigo con cui nel 1988 è stato datato uno dei 4 lembi ricavati dal campionamento dalla Sindone. Lo schema rende l'idea della complessità strumentale della misura. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/jres/109/2/j92cur.pdf>

Il risultato finale, ottenuto combinando le diverse medie delle misure effettuate dai tre laboratori fu che il lino con cui è stata tessuta la Sindone è stato raccolto in un periodo di tempo compreso tra il 1262 e il 1384 dopo Cristo. Arrotondando al decennio, otteniamo il periodo 1260-1390 annunciato (con punto esclamativo) nella conferenza stampa dei tre Laboratori il 13 Ottobre 1988, di cui alla foto seguente.



Da sinistra a destra: Prof. Edward Hall, Dr. Michael Tite, Dr. Robert Hedges presentano i risultati della datazione della Sindone nella conferenza stampa del 13 Ottobre 1988 presso il British Museum, Londra.

I dettagli della strumentazione e dell'elaborazione dei dati sono stati riportati in un articolo pubblicato sulla prestigiosa rivista scientifica *Nature* nel Febbraio 1989. Nelle conclusioni dell'articolo, gli autori scrivono:

*«These results therefore provide conclusive evidence that the linen on the Shroud of Turin is mediaeval».*

Che si può tradurre come:

*«Questi risultati perciò forniscono la prova definitiva che il lino della Sindone di Torino è medioevale».*

La prima volta in cui lessi l'articolo, confesso di aver provato un senso di disagio per queste parole, inusuali in ambito scientifico. Infatti, nel commentare i propri risultati uno scienziato serio non usa mai sinonimi di 'sicuro' o 'definitivo', perché tutti i risultati e le evidenze sperimentali sono accettati 'fino a prova contraria'. Nei secoli, la Scienza è progredita mettendo in discussione i risultati acquisiti in precedenza, trovandone di nuovi che spesso completano e in alcuni casi smentiscono i risultati anteriori.

Questa mancanza di coscienza dei limiti propri della misura che traspare dalle parole conclusive dell'articolo di *Nature* è imbarazzante oggi, avendo una maggiore conoscenza dei problemi per ottenere una relazione accurata tra il conteggio del C-14 e l'età di campioni tessili, che abbiamo elencato in precedenza. Tuttavia le conclusioni apparivano imprudenti anche all'epoca della pubblicazione, sia perché l'elaborazione statistica dei dati era presentata in modo carente ed era foriera di dubbi, sia perché i tre Laboratori si sono sempre rifiutati di fornire l'esatta distribuzione dei dati grezzi, mostrando una scarsa deontologia professionale. Si tratta dell'unico caso a mia conoscenza in cui gli autori di un articolo si rifiutano di fornire i dati che possono permettere ad altri scienziati di ripetere il calcolo e verificare se è stato fatto correttamente. Ogni scienziato sa che un articolo serve a rendere pubblico un risultato di calcolo e/o di un esperimento fornendo i dati che permettano a chiunque di controllare lo stesso risultato. La verifica e la controllabilità dei dati è l'ABC della Ricerca, che il mio docente del corso di Fisica Generale, Edoardo Amaldi, paragonava ad una corsa a staffetta dove ogni scienziato procede e arriva ad un certo punto, per lasciare il testimone al collega che porta avanti la conoscenza su un certo argomento. Se io "corro", ottengo dei risultati, ma se non li comunico, non passo il "testimone" e la mia "corsa" è sterile.

In ogni caso, nonostante il poco trasparente e censurabile comportamento dei tre Laboratori, la maggioranza della comunità scientifica prese per buona la misura di datazione tramite C-14 e di conseguenza dal 1988 decadde l'interesse scientifico per la Sindone, considerata un prodotto artistico medioevale.

A parte i lavori pubblicati dagli studiosi Remi Van Haelst e Bryan Walsh che misero in evidenza le carenze dell'analisi statistica dell'articolo di Nature e la necessità di ripetere la misura a causa della disomogeneità dei dati, tutto tace per 22 anni, finché il 5 Maggio 2010 Marco Riani, Statistico e Professore del corso di Tecniche di Ricerca e di Elaborazione dei Dati presso l'Università di Parma, presenta al workshop IWSAI di Frascati i risultati di un calcolo statistico 'robusto' che analizza i dati pubblicati su Nature relativi all'età media di ciascun lembo in cui è stato suddiviso il tessuto ritagliato dalla Sindone e calcola tutte le 387.072 possibili posizioni dei diversi pezzettini di lino in cui erano stati ulteriormente divisi i 4 lembi dati ai tre Laboratori, essendo ciascun pezzettino datato separatamente.

I metodi statistici di Riani permettono di trovare la posizione più probabile di ciascuno dei pezzettini datati e i risultati forniscono due importanti informazioni: la prima è l'esistenza di una variazione spaziale monotona dell'età dei pezzetti di lino. Ovvero, l'età aumenta costantemente a mano a mano che ci si sposta da un pezzettino all'altro adiacente. Si tratta di un fatto anomalo, perché di solito i valori delle età dei pezzetti adiacenti oscillano, in alto e in basso, intorno ad un valor medio che rappresenta l'età più probabile. Viceversa, l'aumento costante dell'età dei pezzetti adiacenti suggerisce la presenza di una contaminazione che può aver falsato i risultati. Evidentemente, la pulizia preliminare dei pezzetti di lino analizzati non è stata in grado di rimuovere tutta la contaminazione.

La seconda risultanza di Riani, forse ancora più interessante, è che l'analisi statistica fornisce risultati auto-consistenti solo distribuendo i dati su tre dei quattro lembi consegnati ai Laboratori per le misure. Questo significa che solo tre lembi di lino furono datati nel 1988 e uno dei due lembi dati al Laboratorio di Tucson non venne datato.

Al termine della presentazione di Riani, rammento lo sconcerto degli astanti, perché fino a quel momento si dava per certo che tutti i lembi fossero stati datati, in quanto nell'articolo pubblicato su Nature è scritto esplicitamente che sono stati datati 4 lembi. Qualcuno arrivò a dubitare della correttezza dei calcoli statistici di Riani, ritenendo incongruente e assurdo il risultato che uno dei lembi non era stato datato. Tra l'altro, usando uno solo dei due lembi a disposizione, il laboratorio di Tucson aveva datato una quantità di materiale inferiore al peso minimo per ottenere una datazione affidabile con la tecnologia AMS dell'epoca.

Pochi mesi dopo, nel Dicembre 2010, il Professor Jull, responsabile del Laboratorio di Tucson in Arizona che aveva effettuato le misure C-14 sulla Sindone, pubblicò un articolo in cui mostrava per la prima volta la foto di uno dei due lembi della Sindone ricevuti dal

suo Laboratorio 22 anni prima e mai usato, confermando i risultati dei calcoli statistici di Riani. Probabilmente Jull pubblicò questa foto a causa dei risultati di Riani presentati ad IWSAI a Maggio, pubblicati negli Atti del workshop a Novembre e successivamente su una prestigiosa rivista scientifica, vedi le immagini seguenti.

Proceedings of the International Workshop on the Scientific approach to the Acheiropoietos Images, ENEA Frascati, Italy, 4-6 May 2010

### A robust statistical analysis of the 1988 Turin Shroud radiocarbon dating results

G. Fanti<sup>1</sup>, F. Crosilla<sup>2</sup>, M. Riani<sup>3</sup>, A.C. Atkinson<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering University of Padua, Italy, giulio.fanti@unipd.it.  
<sup>2</sup>Department of Geo-Resources and Territory, University of Udine, Italy fabio.crosilla@uniud.it.  
<sup>3</sup>Department of Economics, University of Parma, Italy, mriani@unipr.it  
<sup>4</sup>Department of Statistics, London School of Economics, London WC2A 2AE, UK, a.c.atkinson@lse.ac.uk.

#### Abstract

Using the 12 published results from the 1988 radiocarbon dating of the TS (Turin Shroud), a robust statistical analysis has been performed in order to test the conclusion by Damon et al. (1988) that the TS is mediaeval. The 12 datings, furnished by the three laboratories, show a lack of homogeneity. We used the partial information about the location of the single measurements to check whether they contain a systematic spatial effect. This paper summarizes the results obtained by Riani et al. (2010), showing that robust methods of statistical analysis can throw new light on the dating of the TS.

RADIOCARBON, Vol. 52, Nr. 4, 2010, p. 1521–1527

© 2010 by the Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona

#### INVESTIGATING A DATED PIECE OF THE SHROUD OF TURIN

Rachel A Freer-Waters

Arizona State Museum, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA.

A. J. Timothy Jull

NSF Arizona AMS Laboratory, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA; Also: Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA. Corresponding author. Email: jull@email.arizona.edu.

**ABSTRACT.** We present a photomicrographic investigation of a sample of the Shroud of Turin, split from one used in the radiocarbon dating study of 1988 at Arizona. In contrast to other reports on less-documented material, we find no evidence to contradict the idea that the sample studied was taken from the main part of the shroud, as reported by Damon et al. (1989). We also find no evidence for either coatings or dyes, and only minor contaminants.

#### INTRODUCTION

*Une image vaut mieux que mille mots* (proverb).

Stat Comput  
DOI 10.1007/s11222-012-9329-5

#### Regression analysis with partially labelled regressors: carbon dating of the Shroud of Turin

Marco Riani · Anthony C. Atkinson · Giulio Fanti · Fabio Crosilla

Received: 16 September 2011 / Accepted: 1 April 2012  
© Springer Science+Business Media, LLC 2012

**Abstract** The twelve results from the 1988 radio carbon dating of the Shroud of Turin show surprising heterogeneity. We try to explain this lack of homogeneity by regression on spatial coordinates. However, although the locations of the samples sent to the three laboratories involved are known, the locations of the 12 subsamples within these samples are not. We consider all 387,072 plausible spatial allocations and analyse the resulting distributions of statistics. Plots of robust regression residuals from the forward search indicate that some sets of allocations are implausible. We establish the existence of a trend in the results and suggest how better

#### 1 Introduction

The results of a radiocarbon dating of the Turin Shroud (TS) were published by Damon et al. (1989). Four samples of fabric were cut from a corner of the cloth and sent to three laboratories, the University of Arizona receiving two samples. Statistical analysis of the twelve resulting readings of radiocarbon age shows a surprising lack of homogeneity which was not present in control readings from three other fabrics chosen to span possible ages and sources for the TS. We use regression on spatial coordinates to model this lack of ho-

*Dall'alto in basso, le prime pagine di: 1) articolo di Riani negli Atti del convegno IWSAI in cui mostrò come calcoli statistici 'robusti' permettono sia di scoprire che uno dei due lembi dati al Laboratorio di Tucson non è mai stato datato, sia di ricostruire la posizione di ciascuno dei pezzettini datati, scoprendo che c'è una variazione monotona dell'età dei vari pezzettini in funzione della loro posizione. 2) Articolo di Jull pubblicato 7 mesi dopo la presentazione di Riani in cui mostra per la prima volta la foto di uno dei due lembi della Sindone ricevuti dal suo Laboratorio 22 anni prima e mai usato, confermando i risultati di Riani. In una sorta di comicità involontaria, nell'introduzione Jull scrive: 'Un'immagine vale più di mille parole'. Appunto! 3) Articolo di Riani et al. pubblicato in una rivista specializzata in Statistica, in cui si ribadisce la validità dei risultati ottenuti.*

Come si legge dalla figura precedente, nella prima riga dell'introduzione Jull scrive: *'Une image vaut mieux que mille mots (proverb)'*. Su questo, dobbiamo dargli ragione: la pubblicazione della foto del lembo della Sindone non datato, tenuta segreta per 22 anni, oltre a confermare la validità dei risultati di Riani dimostra più di mille parole la mancanza di trasparenza e la scarsa deontologia professionale del Laboratorio di Tucson in primis e anche degli altri due Laboratori che hanno condiviso con Tucson la decisione di non fornire i dati grezzi della misura di datazione, forse proprio per evitare dubbi e critiche sia sulla disomogeneità dei risultati sia sulla mancata datazione di uno dei lembi.

E' il caso di sottolineare che i risultati di Riani e coautori sono un notevole esempio di *'potenza del calcolo statistico'*, grazie al quale, partendo da alcuni numeri e dati che sono medi e irrisolti, viene svelato un evento (la mancata datazione di un lembo di lino sindonico) tenuto segreto per 22 anni, oltre alla scoperta di un'anomala distribuzione spaziale dell'età che è indice di un effetto di contaminazione che può aver falsato la misura di datazione. Si tratta di un trionfo della capacità rivelatrice della matematica, da portare ad esempio agli studenti di materie scientifiche.

### **Conclusioni?**

Non siamo alla conclusione: forse abbiamo appena iniziato a capire cosa è accaduto nella misura di radio-datazione della Sindone. Tuttavia, pur non essendo in grado di trarre conclusioni, possiamo evidenziare alcune considerazioni.

- ✓ Abbiamo sottolineato che la misura di quanti atomi di C-14 sono ancora presenti in un campione è solitamente affidabile, se il complesso apparato AMS è correttamente tarato e il personale addetto alla misura è addestrato a minimizzare gli errori casuali e sistematici. Viceversa, la relazione diretta tra numero di atomi C-14 residui e l'età del campione è stabilita da un calcolo matematico e statistico che risente di alcune ipotesi *a priori* la cui affidabilità non è sempre controllabile. In particolare, abbiamo commentato 6 possibili sorgenti di incertezze che possono falsare la correlazione tra età del campione e quantità residua di C-14.
- ✓ Abbiamo illustrato le varie ragioni per cui datare tramite conteggio di C-14 un tessuto di cui non si conoscono le condizioni in cui è stato conservato e manipolato comporta un notevole rischio di ottenere una età sbagliata. Queste ragioni, oggi condivise dagli esperti di datazione, non erano note nel 1988, quando la Sindone fu datata tramite C-14.

- ✓ Abbiamo commentato alcune carenze nei calcoli della datazione della Sindone effettuata nel 1988, ed evidenziato un approccio contrario alla corretta etica scientifica nella mancata divulgazione dei dati grezzi della misura.
- ✓ Abbiamo mostrato un uso “potente” della matematica statistica che ha permesso sia di evidenziare una probabile contaminazione dei campioni della Sindone usati per la datazione, sia di svelare che uno dei 4 lembi dati ai Laboratori non fu mai datato. Questo ultimo fatto è stato tenuto segreto per 22 anni e rivela un comportamento non trasparente e censurabile di almeno uno dei Laboratori (Tucson) che hanno partecipato alla misura del 1988. Inoltre, grazie a questa scoperta sappiamo che i risultati del laboratorio di Tucson sono da scartare a priori perché la quantità di lino datata era inferiore al peso minimo per ottenere una datazione affidabile con la tecnologia AMS dell'epoca.

In un articolo intitolato “*A Ray of Light on the Shroud of Turin*”, che può essere letto nel sito Academia.edu, abbiamo mostrato come le misure scientifiche effettuate sulla Sindone di Torino (inclusa la datazione tramite C-14) nel loro insieme forniscono diversi indizi, ma nessuna prova assoluta, nel senso di ‘scientificamente certa’. Infatti, allo stato attuale non sappiamo come si è formata l'immagine corporea sulla Sindone, perché nessun esperimento è riuscito a riprodurre le caratteristiche chimico-fisica dell'immagine a livello microscopico. Inoltre, non sappiamo l'età del lino della Sindone, perché la misura tramite conteggio di C-14 del 1988 presenta alcune carenze, sia di calcolo sia di etica scientifica e recenti calcoli statistici suggeriscono la presenza di un contaminante che può aver compromesso l'omogeneità dei campioni analizzati e quindi falsato il calcolo dell'età.

La Sindone rimane perciò “una sfida alla nostra intelligenza”. Una sfida perduta in partenza fino a quando non saranno autorizzate nuove indagini scientifiche, le quali, grazie al miglioramento della strumentazione, saranno più affidabili di quelle effettuate nel lontano 1978 (studio dell'immagine) e 1988 (misura C-14 e calcolo dell'età del lino). E' il caso di sottolineare che per effettuare una nuova datazione tramite C-14 non è necessario prelevare fili dal telo della Sindone: sarebbe sufficiente, infatti, utilizzare le porzioni di tessuto carbonizzato rimosse dal telo sindonico durante il restauro del 2002.

Frascati, Novembre 2018