

LA FISICA E LA SINDONE

**Paolo
Di Lazzaro**

**Fisico, Dirigente
di Ricerca**

**Centro Ricerche ENEA
Frascati (Roma)**

paolo.dilazzaro@enea.it



**UNIVERSITA'
NICCOLO' CUSANO**

18 Maggio 2018

La Fisica e la Sindone

Sommario

- ✓ **L'immagine corporea e le indagini del 1978**
- ✓ **Ipotesi scientifiche sulla formazione dell'immagine, e i tentativi di riproduzione**
- ✓ **La datazione del 1988, risultati e analisi critica**
- ✓ **Conclusioni**

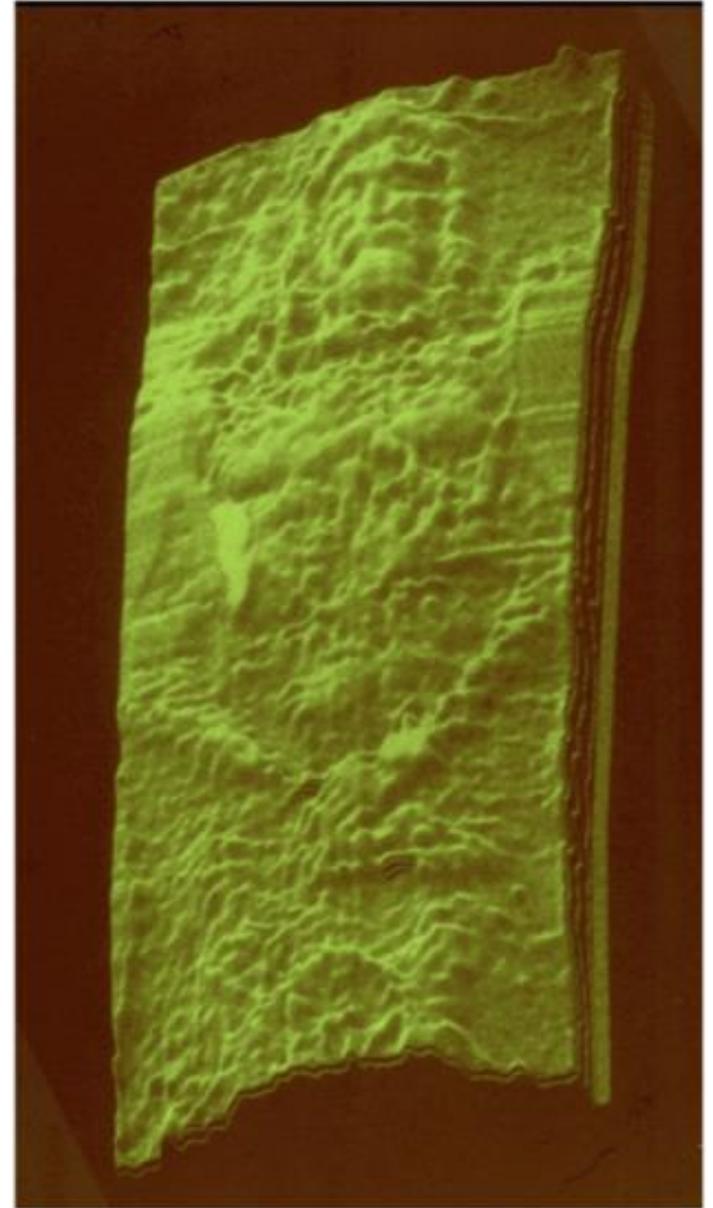
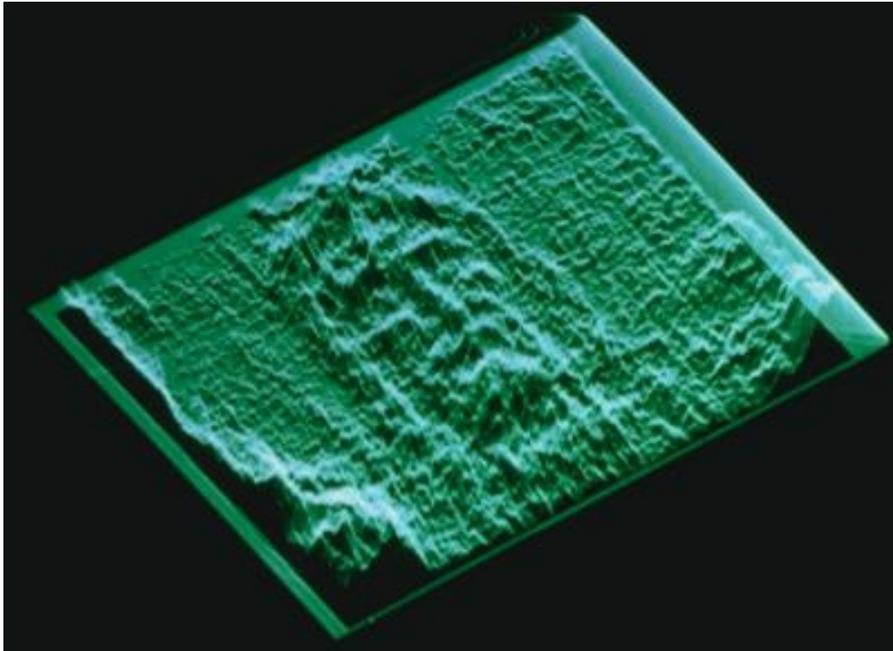
1976, Jackson e Jumper scoprono la tridimensionalità dell'immagine



John Jackson

Eric Jumper

**L'analizzatore VP-8 rivela
che la sfumatura della foto
dell'immagine contiene
informazioni 3-D**



Torino

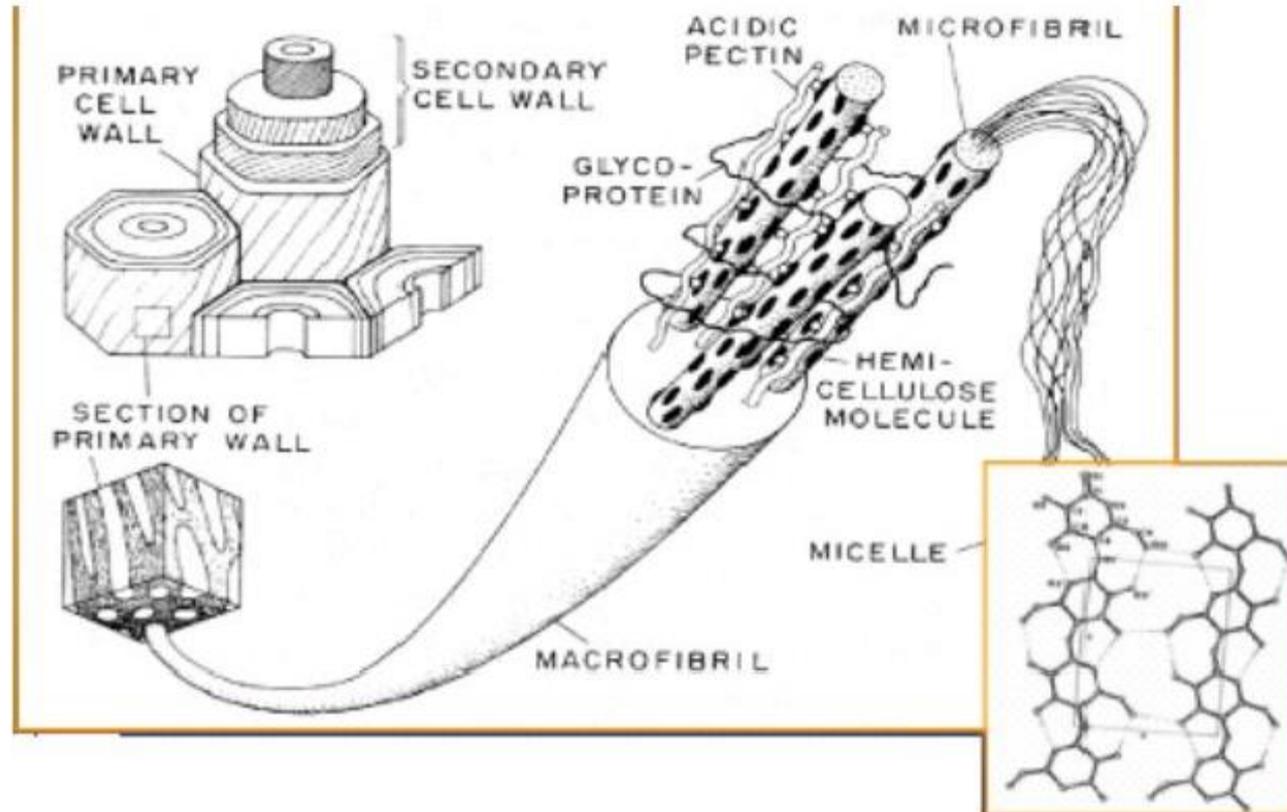
8-14 ottobre 1978



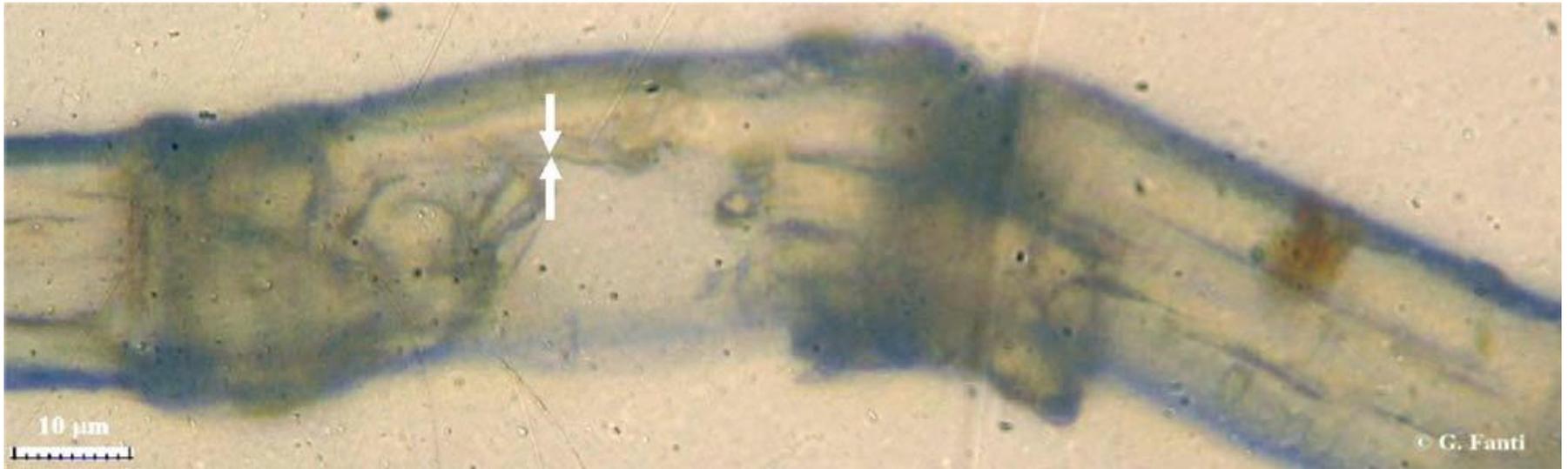
Risultati delle misure STuRP (1978-1980)

- La Sindone è stata esaminata tramite spettroscopia infrarossa, visibile e ultravioletta, fluorescenza a raggi X, termografia, pirolisi, spettrometria di massa, analisi Raman e test microchimici. **L'immagine del corpo non è dipinta, né stampata, né scaldata da un bassorilievo o strofinata su una scultura.**
- Il colore è causato da **ossidazione, disidratazione** e coniugazione della cellulosa delle fibre del lino. Questi processi producono **C=C, C=O** e **questi legami sono responsabili del colore giallo.**
- Il sangue è da primate, e non c'è immagine sotto le macchie di sangue.
- La sfumatura del colore è data dalla densità aerolare delle fibrille colorate (simile alla **retinatura** fotografica).
- Il colore si trova in un film sottile che copre le fibre più esterne. **La profondità di colorazione nei fili è di circa 0,2 micrometri.**

Un filo di lino contiene circa 250 fibrille
e ciascuna fibrilla...



Superficialità del colore dell'immagine: evidenza microscopica



Lacuna of primary cell wall in TS image fiber STURP 1-EB obtained after mechanical stress. In that area only the colorless secondary cell wall is visible. The continuous blurred border at the bottom is the fiber edge that is below the focal plane. The brighter area below and at the right of the two arrows is the inner cellulosic material of the secondary cell wall that is not colored. The arrows indicate the area where the thickness of primary cell wall can be measured as 0.2 ± 0.2 micrometers.

da *J. Imaging Science Technology* vol. 54 p. 040201 (2010)

Conclusioni ufficiali STuRP

"We can conclude for now that the Shroud image is that of a real human form of a scourged, crucified man.

It is not the product of an artist. The blood stains are composed of hemoglobin and also give a positive test for serum albumin. The image is an ongoing mystery and until further chemical studies are made, perhaps by this group of scientists, or perhaps by some scientists in the future, the problem remains unsolved."

La Fisica e la Sindone

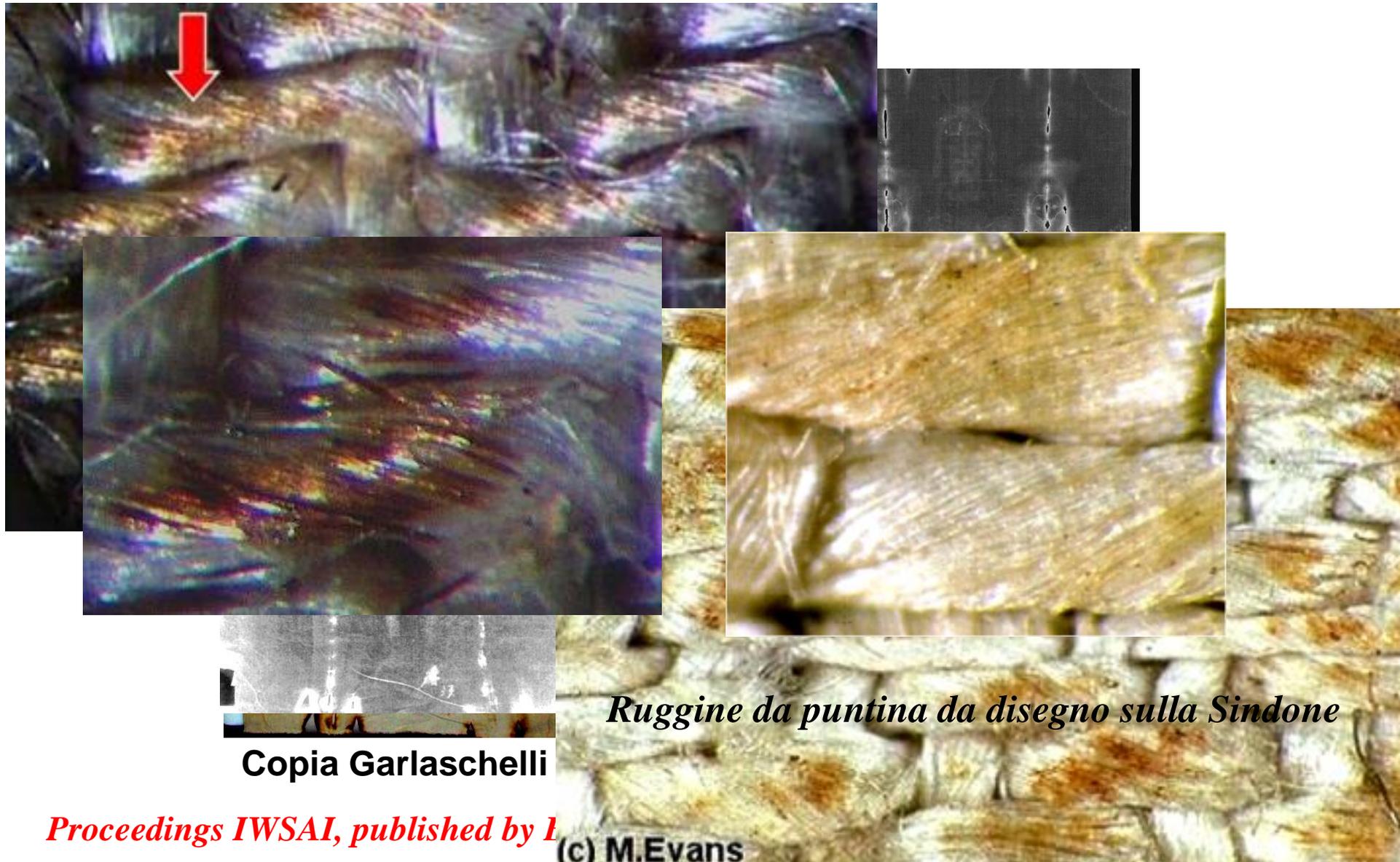
Sommario

- ✓ L'immagine corporea e le indagini del 1978
- ✓ **Ipotesi scientifiche sulla formazione dell'immagine, e i tentativi di riproduzione**
- ✓ La datazione del 1988: risultati e analisi critica
- ✓ Conclusioni

Principali tentativi di riproduzione dell'immagine sindonica

ANNO E AUTORE PRINCIPALE	TECNICA DI COLORAZIONE	PROBLEMA NON RISOLTO
1902 Vignon	Vaporografica	Mancanza di risoluzione spaziale
1939-1941 Cordiglia, Romanese	Aloe + mirra su cadaveri	Non superficiale
1966 Ashe 1982 Pesce Delfino	Bassorilievo riscaldato	Non superficiale
1983 Nickell	Polvere di ossido di ferro strofinata su bassorilievo	Colorazione diversa a livello di filo
1993 Allen	Fotografia ante-litteram	Sostanze fotosensibili sconosciute fino al XIX secolo
2010 Garlaschelli	Pigmenti acidi tamponati su telo steso su corpo umano e bassorilievo	Colorazione diversa a livello di fibrilla
2013 Fanti	Scarica corona tra un manichino metallico e telo di lino	Solo se manichino metallico; immagine su lato opposto del telo
2014 Di Lazzaro	Irraggiamento di tessuto di lino tramite impulsi di luce UV	Immagine in scala 1:1 è al di là della tecnologia odierna

Risultati Garlaschelli



Ipotesi scariche elettriche-corona



Giovanni B. Judica Cordiglia (Anni 80)- Scariche elettriche - Mani di un vivente

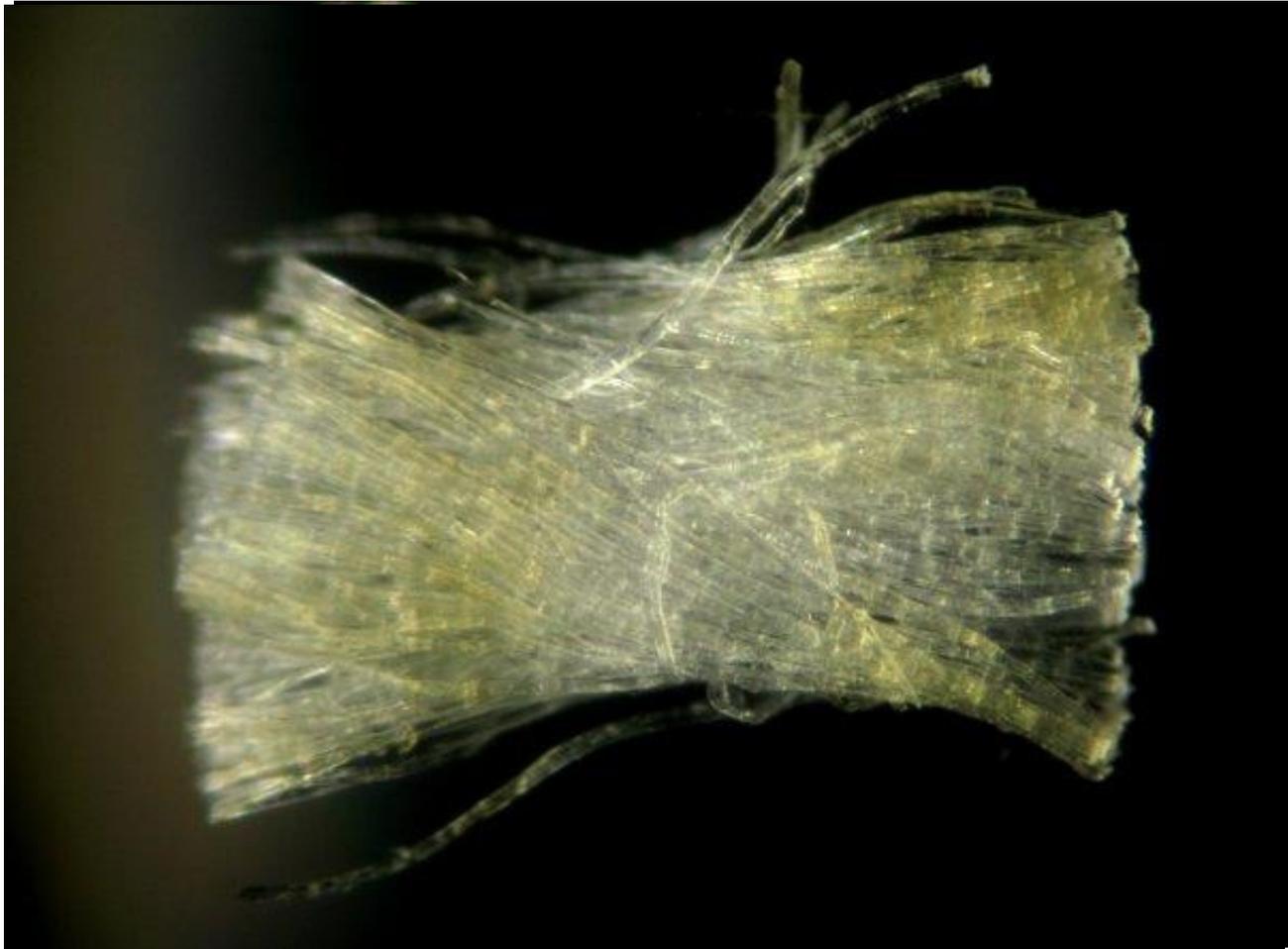
Giulio Fanti (2013)
Scarica corona
crea un'immagine
superficiale di un
manichino metallico
in contatto con il
lino, sul lato
opposto del telo.



Colorazione similsindonica tramite impulsi di luce laser



10-ns, $\lambda = 193$ nm
risultati macroscopici



da *Journal Imaging Science* 54 040201(2010)

Colorazione acorale del lino tramite luce VUV

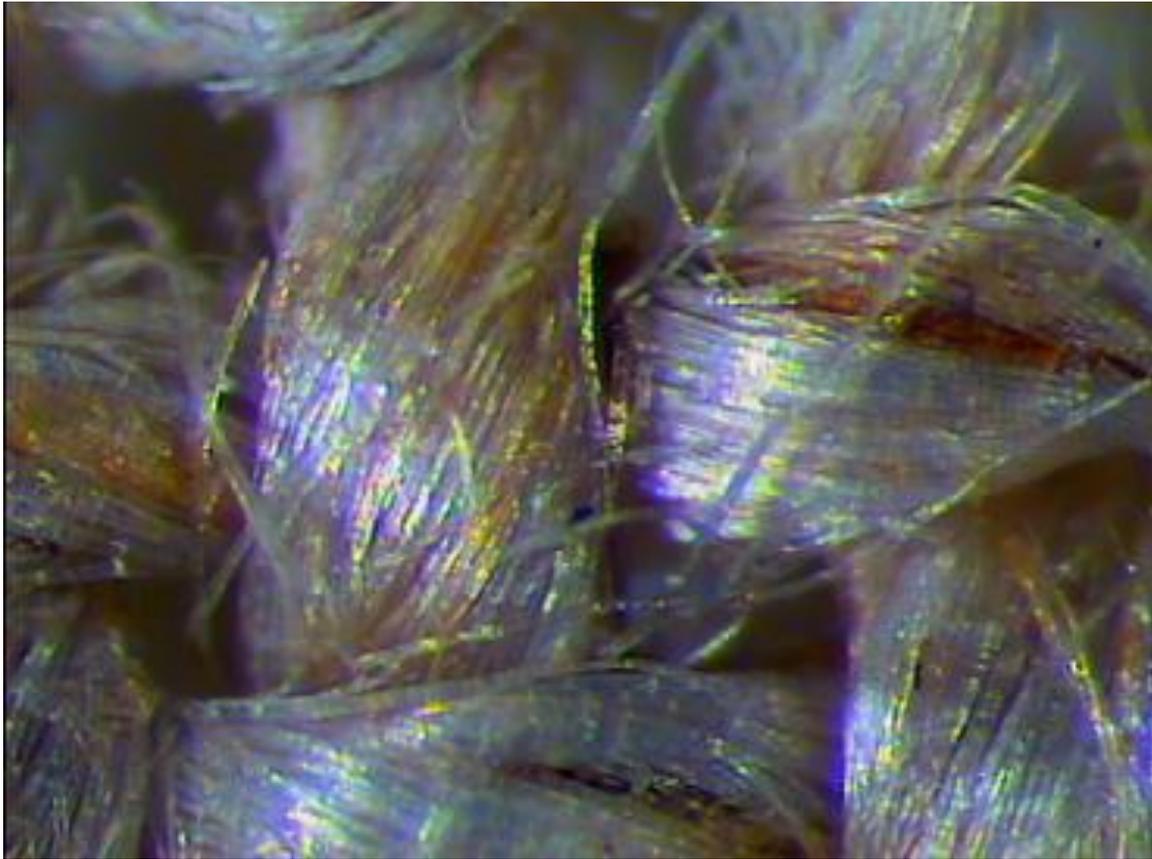
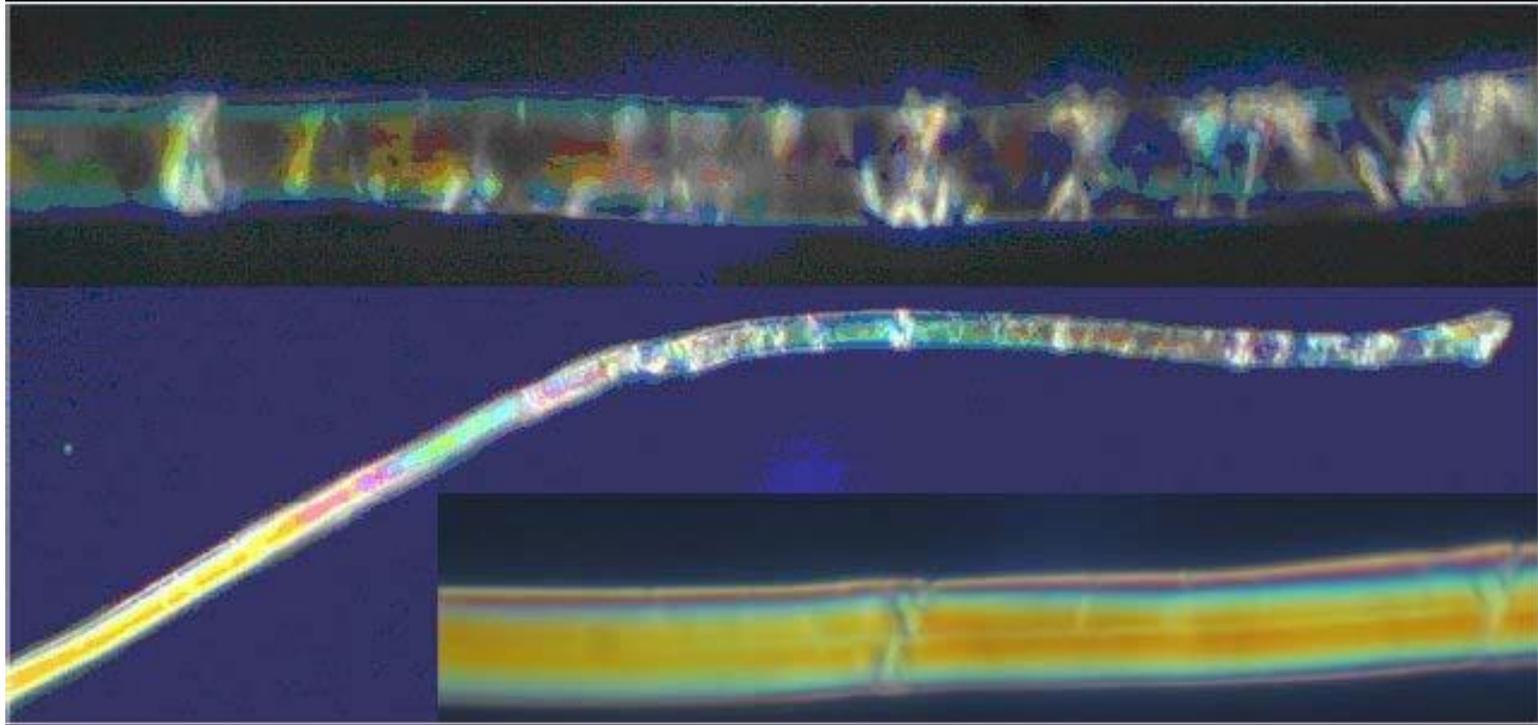


Immagine al microscopio dei fili di lino dopo irraggiamento laser VUV. Le singole fibre colorate sono accanto alle fibre non colorate, come nell'immagine sulla Sindone (effetto retinatura). *Applied Optics* **51**, 8567 (2012)

Stress della fibrilla: perdita della birifrangenza

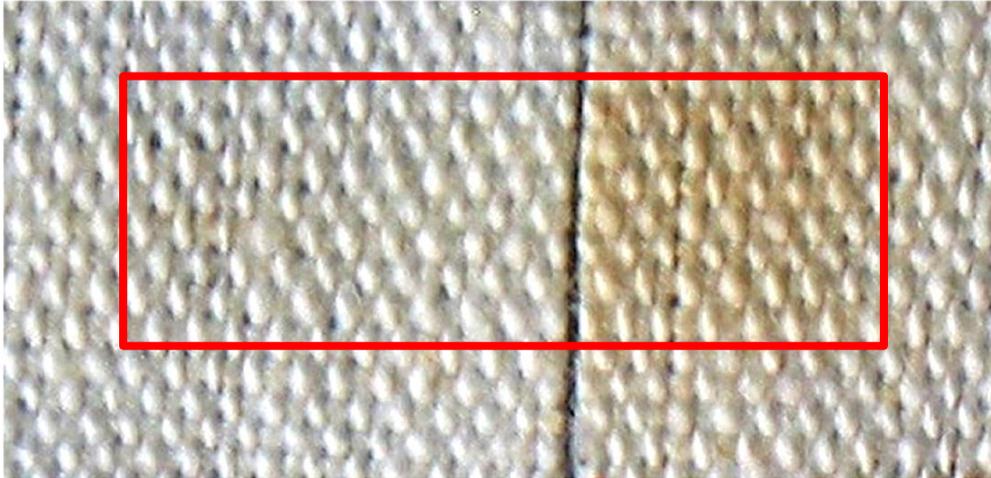


Fibrilla parzialmente irraggiata, osservata in polarizzazione incrociata.

La parte di fibrilla disidratata è associata a stress e fratture, evidenziate dalla perdita di birifrangenza.

da *Applied Optics* **47** 1278 (2008)

Invecchiamento e immagini latenti



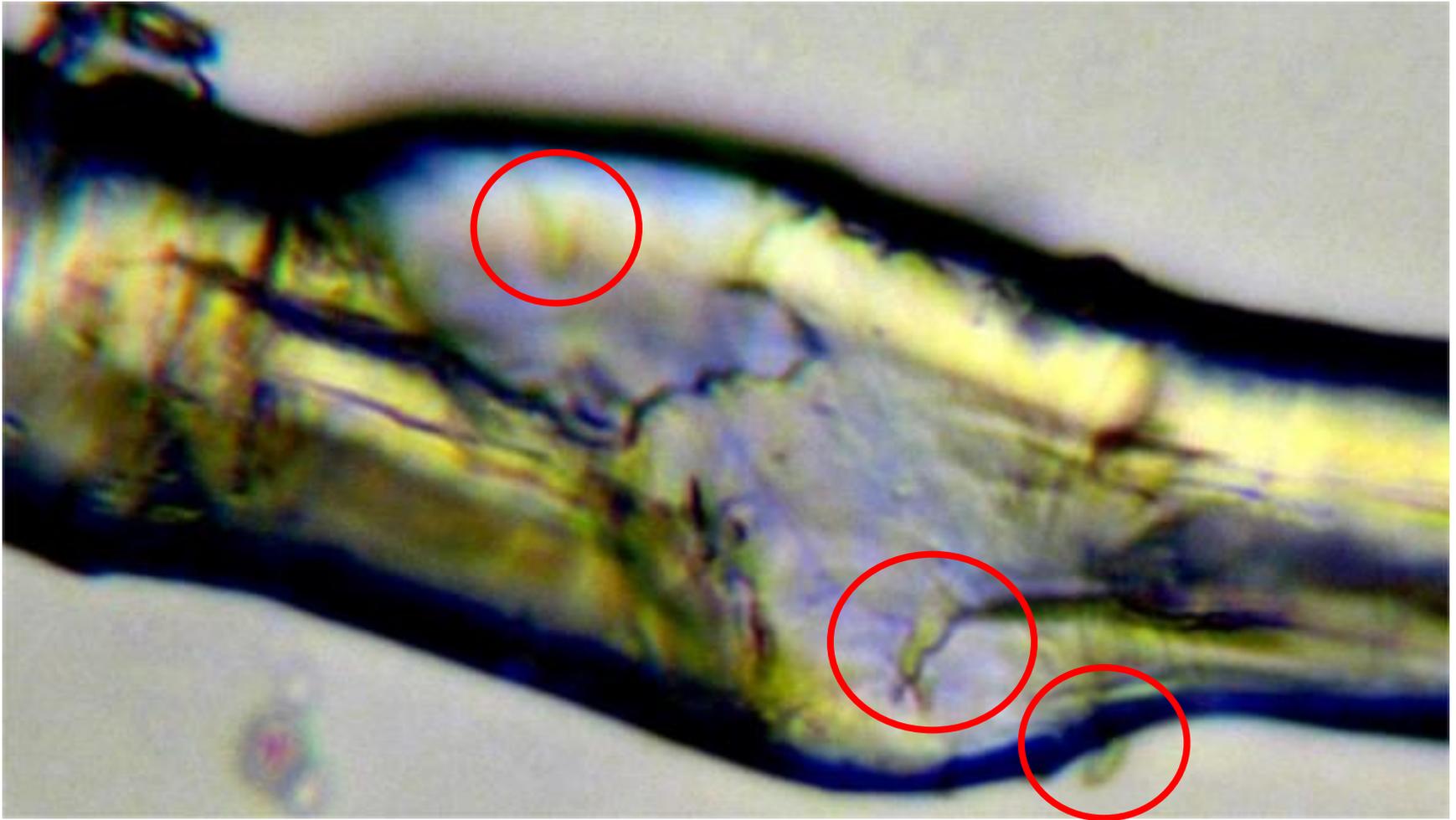
Lino irraggiato sotto soglia (5 bursts \times 10 colpi) diviso in 2 parti. Il rettangolo rosso indica la dimensione dell'area irraggiata.

La parte destra scaldata 15 secondi a 190 °C: appare una colorazione

Lo stesso campione, un anno dopo

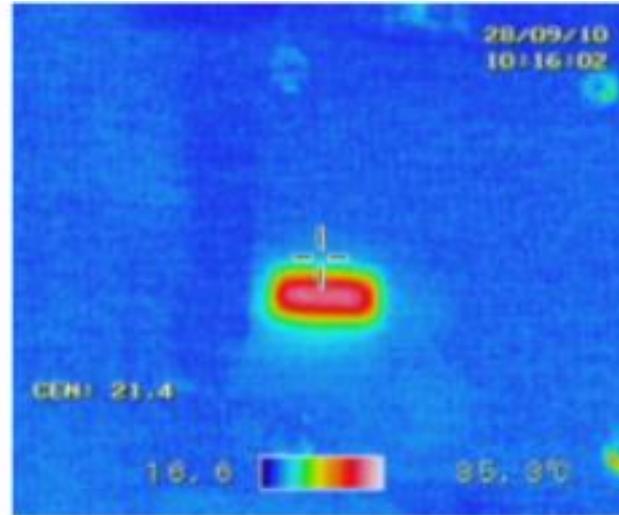
da *Applied Optics* 47 1278 (2008)

La medulla interna alla fibrilla non è colorata!



da *Journal Imaging Science* 54 4302 (2010)

Colorazione termica o fotochimica?



$\lambda = 308 \text{ nm}$
 $T = 21 \text{ }^\circ\text{C} - 34 \text{ }^\circ\text{C}$



$\lambda = 193 \text{ nm}$
 $T = 22 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Volto sindonico ottenuto all'ENEA con laser ultravioletto



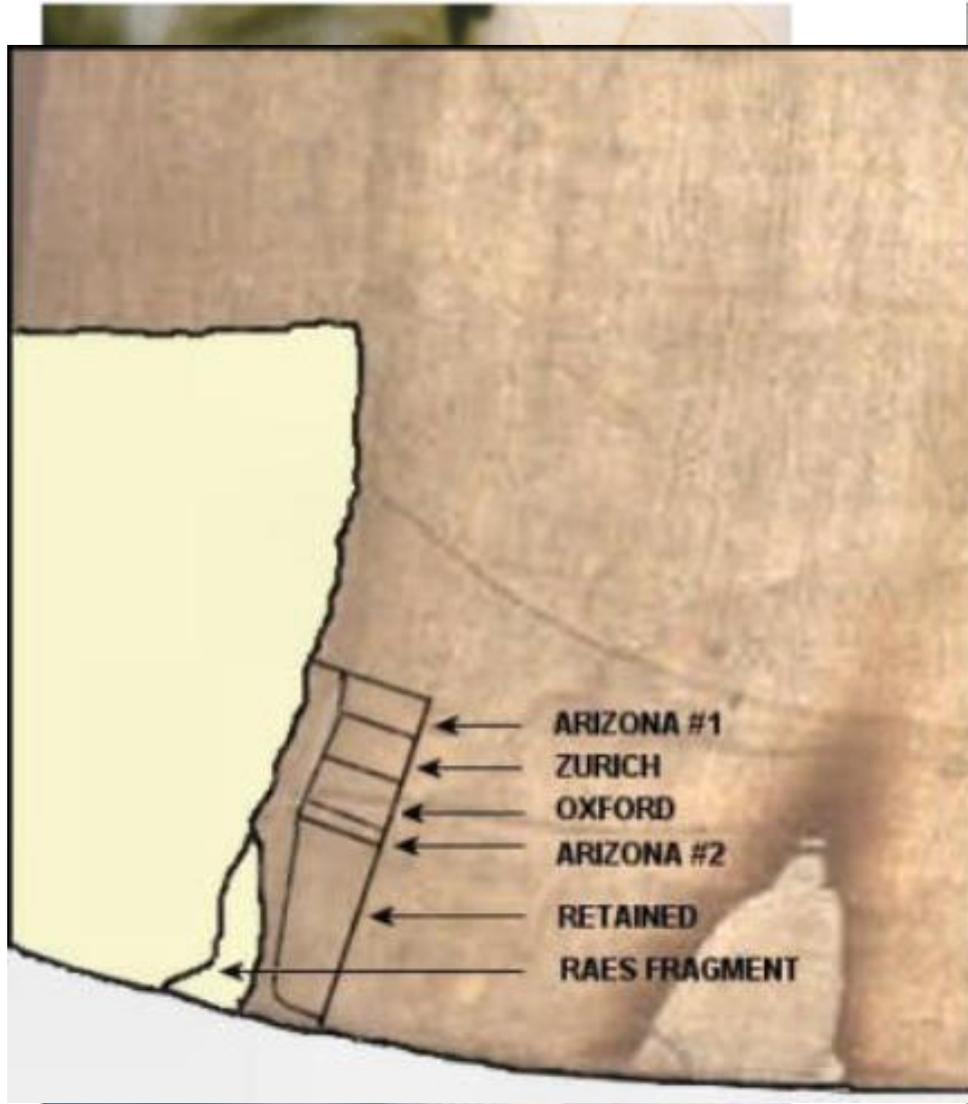
Esposto dal
2013 presso il
Museo della
Sindone di
Torino

La Fisica e la Sindone

Sommario

- ✓ L'immagine corporea e le indagini del 1978
- ✓ Ipotesi scientifiche sulla formazione dell'immagine, e i tentativi di riproduzione
- ✓ **La datazione del 1988: risultati e analisi critica**
- ✓ Conclusioni

Riodatazione, 21 Aprile 1988



LA COLLISIONE DELLA RADIAZIONE COSMICA
CON L'ATMOSFERA
PRODUCE NEUTRONI DI ALTA ENERGIA

I NEUTRONI URTANO NUCLEI DI AZOTO
FORMANO PICCOLE QUANTITÀ
DI CARBONIO RADIOATTIVO (C^{14})
E IDROGENO

C^{14} E OSSIGENO SI COMBINANO
IN CO_2 RADIOATTIVA

TUTTE LE PIANTE DELLA NOSTRA TERRA
ASSIMILANO ANIDRIDE CARBONICA NORMALE
E ACCANTO AD ESSA C^{14} RADIOATTIVO

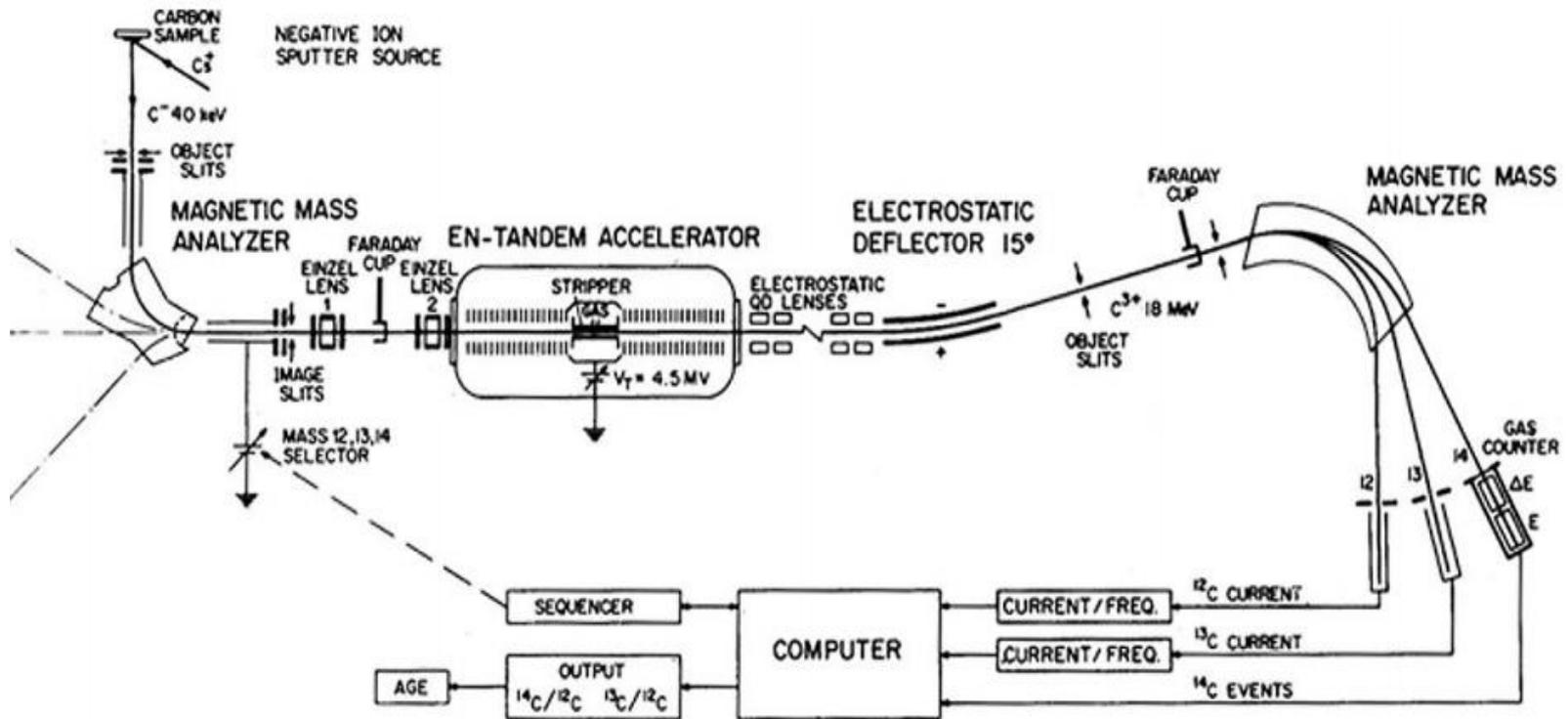
L'UOMO MANGIA
GLI ANIMALI E LE PIANTE
CHE CONTENGONO C^{14}

GLI ANIMALI
MANGIANO LE PIANTE
CHE CONTENGONO C^{14}

DOPO LA MORTE DELL'UOMO, DELL'ANIMALE E DELLA
PIANTA IL C^{14} SI DISINTEGRA, CON TEMPO DI DIMEZ-
ZAMENTO DI 5730 ANNI, IN C^{12} , IL RAPPORTO TRA
 C^{14} E C^{12} PERMETTE DI TRARRE CONCLUSIONI CIRCA
L'ETÀ DELLA SOSTANZA ORGANICA.



La strumentazione per contare gli isotopi C-14 è molto complessa, ma i risultati del conteggio sono affidabili...

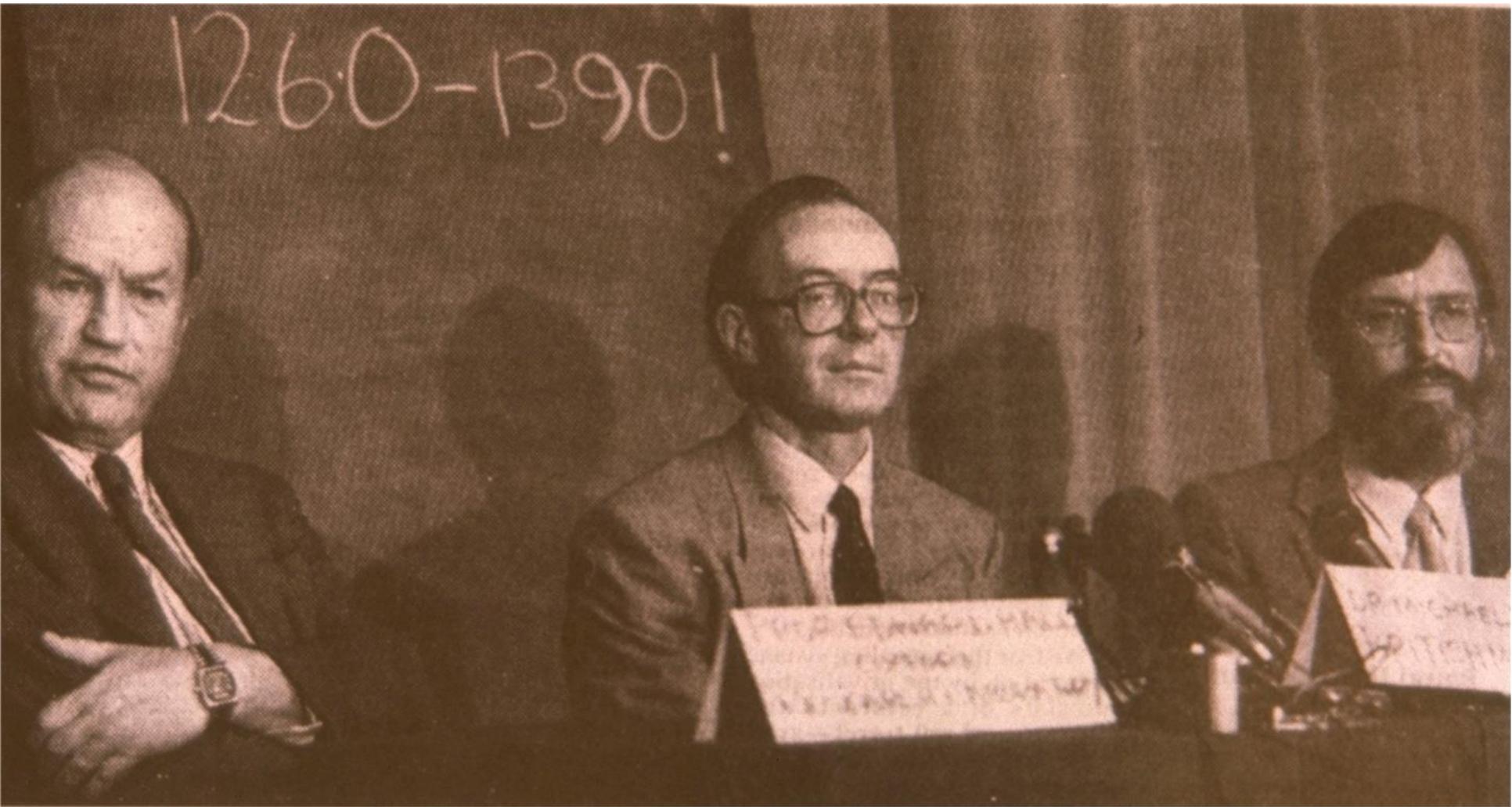


Schema dello spettrometro di massa con acceleratore di Zurigo usato nel 1988 per datare la Sindone.

I problemi nascono quando si converte il conteggio di C-14 in età

1. Sia la quantità di C-14, sia il rapporto con il carbonio normale C-12 non sono costanti, ma subiscono notevoli variazioni sia geografiche sia nel tempo (bombe nucleari, variazioni di attività solare e di campo magnetico terrestre).
2. 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.
3. Qualsiasi aggiunta di C-12 al campione, sia per cause naturali (attacco batterico e conseguente digestione del materiale) sia artificiali (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 a favore di quest'ultimo.
4. Ogni misura comporta un errore (casuale e/o sistematico). I calcoli statistici di propagazione dell'errore permettono di stabilire il risultato più probabile (non quello "vero") purché i campioni siano omogenei.
5. Non tutti i materiali organici sono adatti per ottenere una misura accurata dell'età tramite conteggio del C-14. Le operazioni di pulizia preliminare del campione non possono eliminare facilmente molecole estranee che si sono legate chimicamente al campione diventandone parte integrante, portando quindi un contributo di C-14 e di C-12 relativo al momento in cui si instaura il legame chimico.

1988, conferenza stampa



Prof. Edward Hall

Dr. Michael Tite

Dr. Robert Hedges

Tutto tace per 22 anni, finchè, nel Maggio 2010 a Frascati...



**M. Riani, presentazione alla
Conferenza IWSAI, Frascati, 2010**

Un gruppo di lavoro coordinato dal Prof. Marco Riani (Univ. Parma) calcola le 387mila possibili configurazioni spaziali dei 12 pezzetti ritagliati dai 4 campioni di lino date ai 3 Laboratori nel 1988, e radiodatati, arrivando a due sorprendenti risultati:

- 1) Arizona ha datato solo uno dei due campioni ricevuti.**
- 2) I dati forniti dai 3 Laboratori sono eterogenei e mostrano un gradiente spaziale dell'età, che denota la presenza di un contaminante non rimosso dalle operazioni di pulizia dei campioni.**

M. Riani et al., *Journal of Statistics and Computing*, 2012

Tutto tace per 22 anni, finchè, nel Maggio 2010 a Frascati...



**M. Riani, presentazione alla
Conferenza IWSAI, Frascati, 2010**

Conseguenze:

a) Quattro mesi dopo il seminario di Riani, il prof. Jull (responsabile dell'AMS di Tucson) pubblica un articolo che mostra il pezzetto non datato, confermando la scoperta di Riani.

b) La datazione di Tucson è inattendibile perché il peso del pezzetto datato era inferiore alla soglia minima di materiale per ottenere una datazione affidabile.

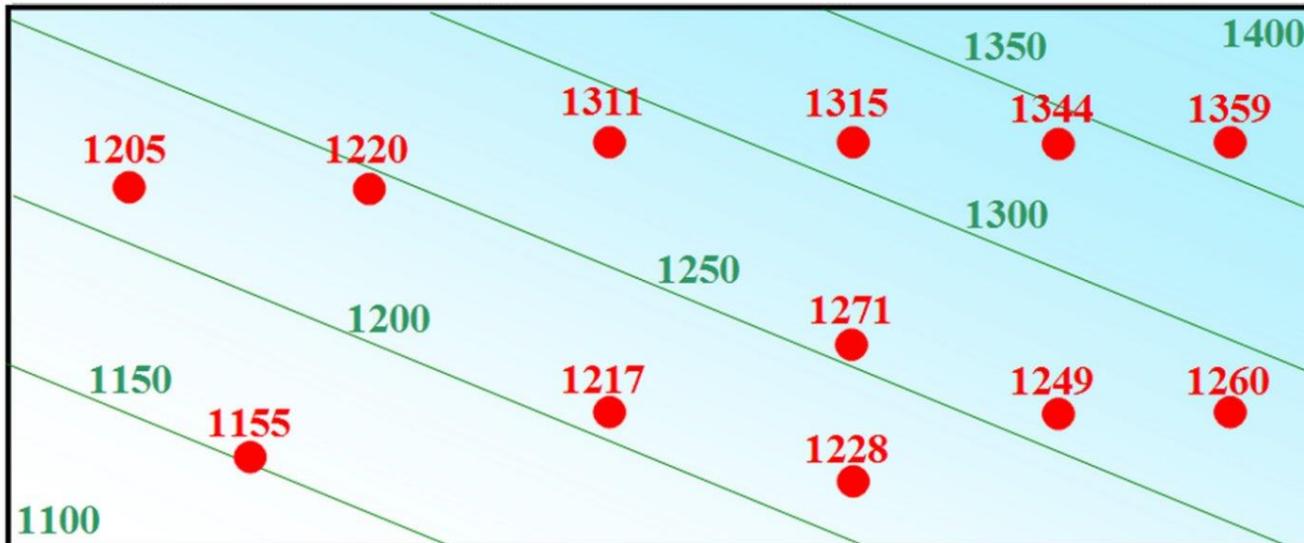
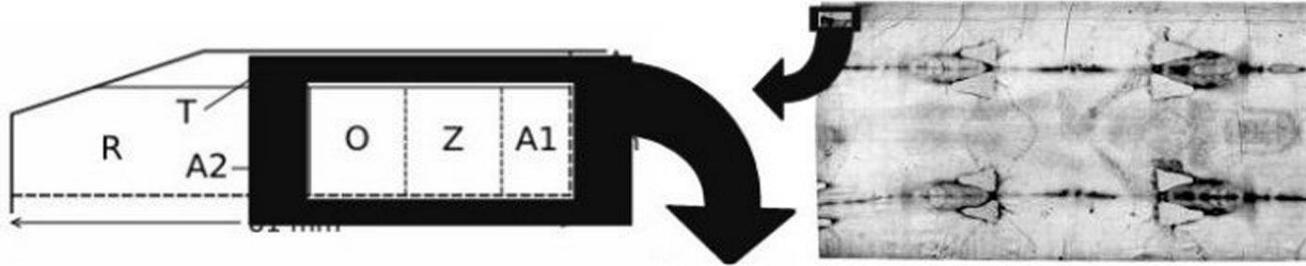
c) L'articolo di Nature dice il falso, laddove è lasciato intendere che tutti i 4 pezzi sono stati datati.

d) Bugie e mancanza di etica scientifica gettano ombre su tutta la misura di datazione.

Analisi statistica robusta (2010)

Metodo: - Multiple Regression analysis and the forward search
- Modello: ANOVA (ANalysis Of VAriance)

Risultati: Le 3 datazioni mostrano differenze di natura sistematica:
il risultato 1260-1390 non è scientificamente attendibile.



Perché anche oggi è difficile datare i tessuti?

BETA

Beta Analytic
RADIOCARBON DATING

Consistent accuracy
delivered on time

LABORATORY

SAMPLE TYPE

RESULTS



[HOME](#) > [SAMPLE TYPE](#) > [TEXTILES](#)

[Print](#) [Email](#)

AMS Dating Textiles

Sample size recommended (smaller AMS sizes possible – please [contact us](#))

10-20 milligrams

Recommended container

Ziplock Bags

Please send your samples in small boxes instead of envelopes to protect the samples from being crushed during shipment.

Beta Analytic does not undertake the dating of textiles unless they are part of a multidisciplinary scholarly process.

[Bone and Teeth](#)

[Charcoal](#)

[Forams](#)

[Forensic Samples](#)

[Groundwater](#)

[Lime Mortar](#)

[Peat](#)

[Phytoliths](#)

[Pollen](#)

[Pottery](#)

Note – Fees are inclusive of $\delta^{13}C$ measurements, quality assurance reports, calendar calibration when applicable, and 24/7 web access to past results and pending analyses.

Pretreatment – It is important to understand the [pretreatment](#) applied to samples since they directly affect the final result. You are welcome to contact us to discuss the pretreatment or request that we contact you after the pretreatment (and prior to dating). Due to the high cost to the laboratory in time and resources, charges for solvent extraction and cellulose extraction pretreatments are incurred even if radiocarbon analyses are cancelled.

Most researchers with textile samples want to preserve them and send only as little of the textile as possible. Thus, the most appropriate radiocarbon dating technique for textiles is [Accelerator Mass Spectrometry \(AMS\) dating](#) due to the small sample size required by the method.

Can All Textiles be Dated Accurately?

Textile samples that are well preserved, have a good structure, and have not been treated with any conservation materials will provide accurate results. Samples taken from textile applied with additives or preservatives will have a false radiocarbon age.

Metodi alternativi di datazione?

Spectroscopic detection of radiocarbon dioxide at parts-per-quadrillion sensitivity

IACOPO GALLI,^{1,2} SAVERIO BARTALINI,^{1,2} RICCARDO BALLERINI,² MARCO BARUCCI,³ PABLO CANCIO,^{1,2}
MARCO DE PAS,² GIOVANNI GIUSFREDI,^{1,2} DAVIDE MAZZOTTI,^{1,2,*} NAOTA AKIKUSA,⁴ AND PAOLO DE NATALE^{1,2}

¹Istituto Nazionale di Ottica (INO)—CNR, Via Carrara 1, 50019 Sesto Fiorentino FI, Italy

²European Laboratory for Nonlinear Spectroscopy (LENS), Via Carrara 1, 50019 Sesto Fiorentino FI, Italy

³Istituto Nazionale di Ottica (INO)—CNR, Largo Fermi 6, 50125 Firenze FI, Italy

⁴Development Bureau Laser Device R&D Group, Hamamatsu Photonics KK, Shizuoka 434-8601, Japan

*Corresponding author: davide.mazzotti@ino.it

Received 18 December 2015; revised 5 February 2016; accepted 8 February 2016 (Doc. ID 255964); published 6 April 2016

High-sensitivity radiocarbon detection has been, until now, a prerogative of accelerator mass spectrometry (AMS). Here we present a compact and simple spectroscopic apparatus, based on saturated-absorption cavity ring-down, approaching the ultimate AMS sensitivity. We measure radiocarbon dioxide concentration down to a few parts per quadrillion by use of a heterodyne-spectroscopy system with two quantum cascade lasers at 4.5 μm , a reference cell, and a high-finesse cavity with the sample gas cooled down to 170 K. Our results pave the way to a paradigm change in radiocarbon measurement, with a number of significant applications in areas such as environment, nuclear security, pharmacology, and cultural heritage. © 2016 Optical Society of America

A few years ago, the first optical detection of a radiocarbon-containing species was demonstrated by our group [9–13] with a proof-of-principle experiment based on the newly developed saturated-absorption cavity ring-down (SCAR) spectroscopic technique [14–18]. More recently, at least two other groups have reported radiocarbon dioxide detection with spectroscopic setups based on conventional cavity ring-down performed with quantum cascade lasers (QCLs), though achieving much worse results for the $^{14}\text{C}/\text{C}$ measurement, with detection limits ranging from 50 parts per trillion (ppt, i.e., parts in 10^{-12}) [19] to 4 ppt [20].

In this Letter, we show that radiocarbon dioxide concentration can be measured down to a few ppq by using an improved SCAR setup that has better performance, despite being simpler and less expensive.

La Fisica e la Sindone

Sommario

- ✓ L'immagine corporea e le indagini del 1978
- ✓ Ipotesi scientifiche sulla formazione dell'immagine, e i tentativi di riproduzione
- ✓ La datazione del 1988: risultati e analisi critica
- ✓ **Conclusioni**

Ut breviter dicam

- ✓ Dopo le scoperte STuRP (1978) delle caratteristiche microscopiche dell'immagine e la datazione medioevale del C-14 (1988) i tentativi di riproduzione si sono moltiplicati, allo scopo di trovare una tecnica di riproduzione utilizzabile da parte di un ipotetico falsario medioevale.
- ✓ Tuttavia, **l'età della Sindone di Torino è incerta** perché la radiodatazione del 1988 fornisce risultati eterogenei, probabilmente a causa di un contaminante che non è stato rimosso dalle operazioni di pulizia dei campioni prima della misura di datazione.
- ✓ **Ad oggi non è stato possibile creare un'immagine con caratteristiche simili a livello microscopico** usando la tecnologia disponibile nel Medioevo, e in verità, nemmeno con la tecnologia attuale.
- ✓ Molte caratteristiche microscopiche dell'immagine sindonica sono state riprodotte usando un breve flash di luce ultravioletta. Questo risultato non prova che la Sindone è stata ottenuta tramite radiazione, ma riflette lo stato attuale della nostra conoscenza: la luce UV riesce dove i processi chimici e termici falliscono. Ma questo risultato nemmeno può smentire l'ipotesi radiativa: ci dice che non è impossibile che lo sia.

In somma, per la Fisica che cosa è la Sindone?

In definitiva, di fronte alla Sindone la Scienza ad oggi deve ammettere, serenamente, i propri limiti:

- Non sappiamo l'età del telo.
- Non sappiamo come si è formata l'immagine.

Sappiamo ciò che la Sindone non è, ma non sappiamo ciò che è.

Se da una parte questa mancanza di risposte richiama le parole di Giovanni Paolo II "**La Sindone è provocazione all'intelligenza**", è chiaro che risposte soddisfacenti potranno essere ottenute solo tramite una nuova stagione di misure non invasive, utilizzando la strumentazione oggi più precisa e le conoscenze più avanzate rispetto alle ultime indagini del 1978 e 1988.



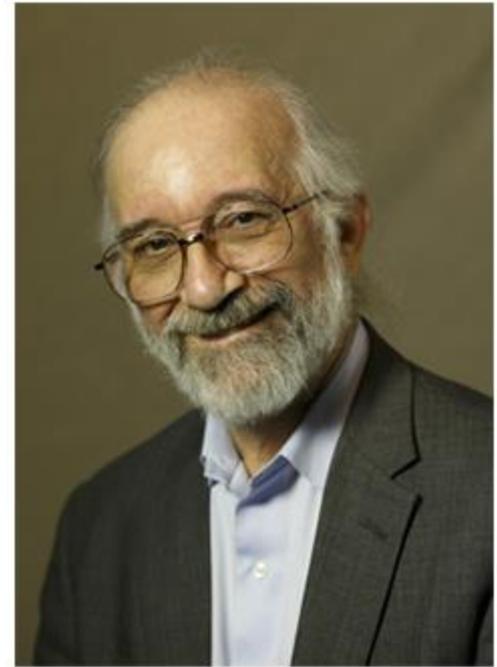
“The scientific study of the Turin Shroud is like a microcosm of the scientific search for God. It does more to inflame any debate than settle it And yet, the shroud is a remarkable artifact, one of the few religious relics to have a justifiably mythical status. **It is simply not known how the ghostly image of a serene, bearded man was made.**”

-- Philip Ball, *Nature Online*, January 2005



Il messaggio della Sindone

Barrie Schwartz, fotografo STuRP,
divulgatore, gestore del più
completo sito web sulla Sindone
www.shroud.com



- The Shroud is not there to answer our questions, but rather, to make us ask the questions.
- People often ask me, 'Does this prove the resurrection?' The Shroud did not come with a book of instructions. So the answer to faith isn't going to be on that piece of cloth, but more likely in the eyes and the hearts of those who look upon it.

Bibliografia scientifica recente

- ❑ P. Di Lazzaro, D. Murra, A. Santoni, E. Nichelatti, G. Baldacchini: **Superficial and Shroud-like coloration of linen by short laser pulses in the vacuum ultraviolet** Applied Optics **51**, 8567-8578 (2012).
- ❑ P. Di Lazzaro, D. Murra, B. Schwartz: **Pattern recognition after image processing of low-contrast images, the case of the Shroud of Turin** Pattern Recognition **46**, 1964-1970 (2013) Elsevier
- ❑ P. Di Lazzaro, D. Murra, E. Nichelatti, A. Santoni, G. Baldacchini: **Colorazione simil-sindonica di tessuti di lino tramite radiazione nel lontano ultravioletto: riassunto dei risultati ottenuti presso il Centro ENEA di Frascati negli anni 2005-2010** Rapporto ENEA RT/2011/14.
- ❑ P. Di Lazzaro: **Qualche ragionamento scientifico elementare sulla datazione della Sindone di Torino tramite C-14** www.academia.edu (2016).
- ❑ P. Di Lazzaro, D. Murra: **A ray of light on the Shroud of Turin** Proceedings of the International Conference *Fiat Lux, let there be light* (E. Fazio, R. Pascual Eds. 2017).
- ❑ P. Di Lazzaro, D. Murra: **Le immagini sulla Sindone** Atti del convegno *Vide e credette*, a cura di R. Pascual (IF Press, 2017).