

LABEC, Firenze

*Laboratorio di Tecniche Nucleari per
l'Ambiente e i Beni Culturali*



A Firenze....



- Una lunga tradizione con **PIXE** (e **IBA** in generale) applicate ai **Beni Culturali Heritage**

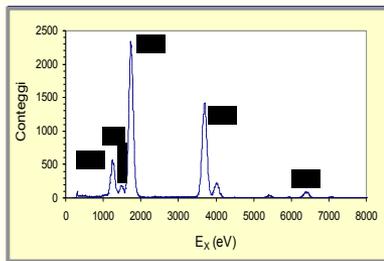


- Questa attività è partita a metà degli anni ottanta con un vecchio acceleratore Van de Graaff single-ended ...
- Fino a metà 80 c'era un'attività locale di fisica nucleare con il Van de Graaff da 3 MV
- Dalla metà degli anni 80 il suo utilizzo è passato alle applicazioni, principalmente utilizzando le Tecniche di Analisi con Fasci di Ion, IBA (principalmente Particle-Induced X ray Emission, PIXE)

Ion Beam Analysis (IBA)

- La composizione dei materiali è determinata tramite il bombardamento con un fascio di particelle

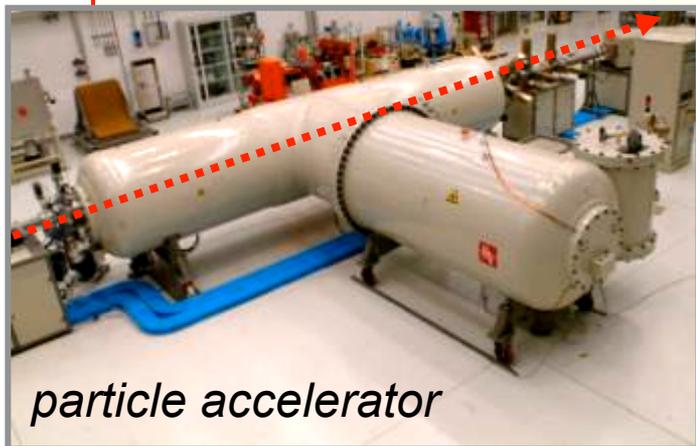
Tipicamente fasci di p o alfa di qualche MeV di energia



Rivelazione della radiazione e analisi degli spettri

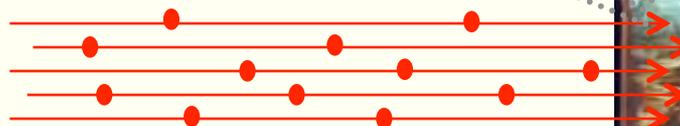


Emissioni di radiazioni con energia caratteristica (raggi X o γ , particelle...)



particle accelerator

Fascio di particelle



2002-2003

Trasferimento del Dipartimento di Fisica al nuovo campus a Sesto Fiorentino

- *INFN e Università creano un nuovo laboratorio*
- *nuovo 3 MV Tandetron, progettato per fare sia IBA che Accelerator Mass Spectrometry (AMS)*
- *Il nuovo laboratorio, LABEC, in funzione dal maggio 2004*



Copyright foto Luca Casonato, 2009

Tandatron, 3 MV di tensione massima

3 sorgenti indipendenti (single-cathode Cs sputter, 59-cathode Cs sputter, Duoplasmatron)

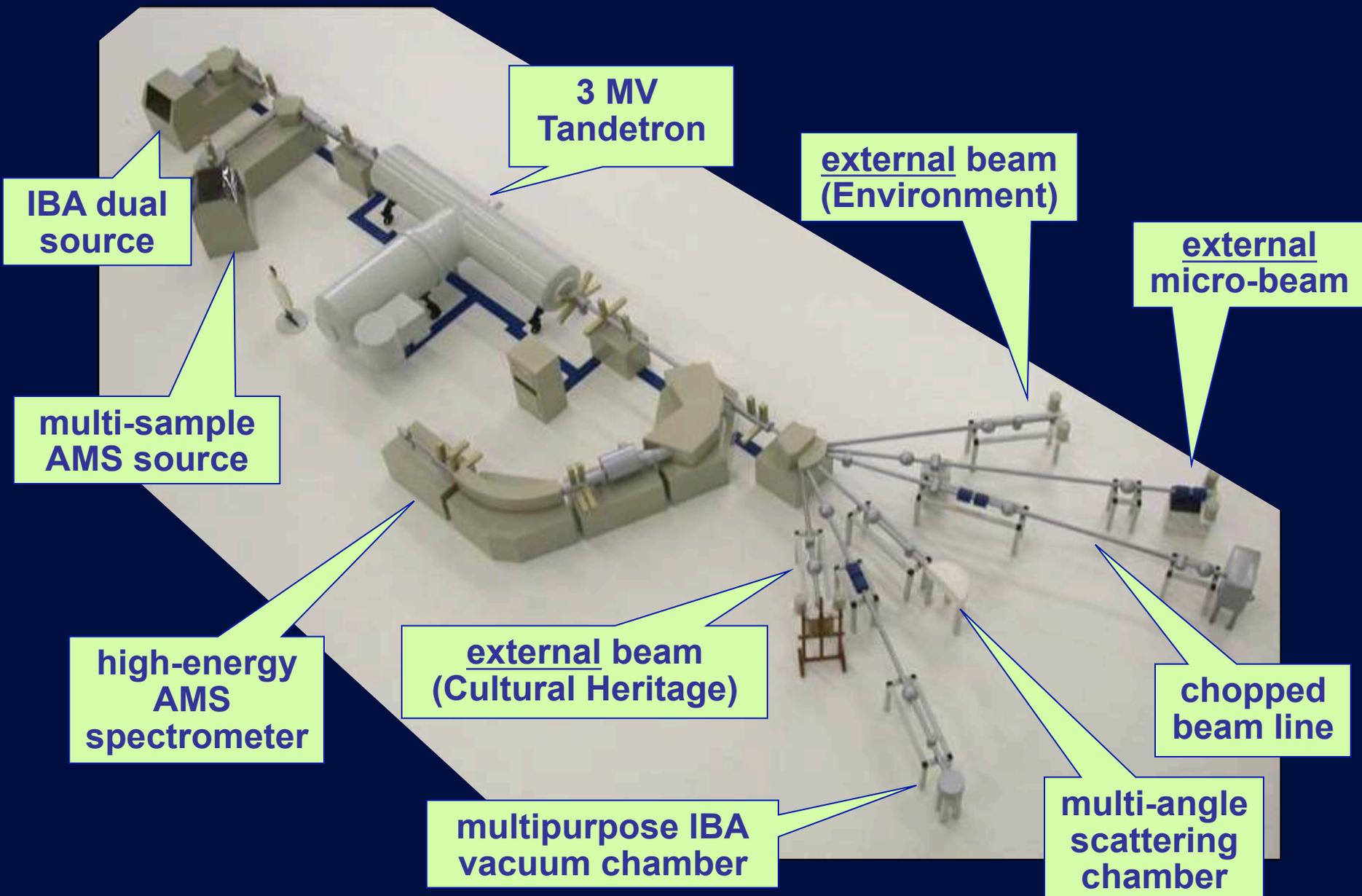
6 linee di fascio per Ion Beam Analysis (IBA)

1 linea di fascio per Accelerator Mass Spectrometry (AMS)

La Sala dell'Acceleratore



The Tandetron facility at LABEC



Attività al LABEC

Sviluppi tecnologici (elettronica e automazione dei processi, sistemi di acquisizione dati, setup di rivelazione, ulteriori linee di fascio)

Sviluppi metodologici (test di nuove idee per le applicazioni)

Misure nell'ambito di:

Progetti di ricerca interdisciplinari in collaborazione con altre Istituzioni (CNR, Laboratori di Restauro, Agenzie per la Protezione Ambientale) e Dipartimenti diversi da quello di Fisica

“collaborazioni interne” in aiuto a altri gruppi di fisica nucleare (test di rivelatori, misure di danneggiamento da radiazioni ecc.)

Uso del “Beam time”

25-30% AMS

30% IBA aerosol

30-35% IBA per i Beni Culturali e
altre applicazioni

10% né AMS né IBA

AMS al LABEC

Le linee AMS di bassa e alta energia sono fornite dell' hardware necessario per misure di ^{14}C , ^{10}Be , ^{26}Al and ^{129}I .

al LABEC AMS \equiv ^{14}C

^{14}C , a sua volta, principalmente per datazioni archeologiche

Precisione Standard < 0.5%

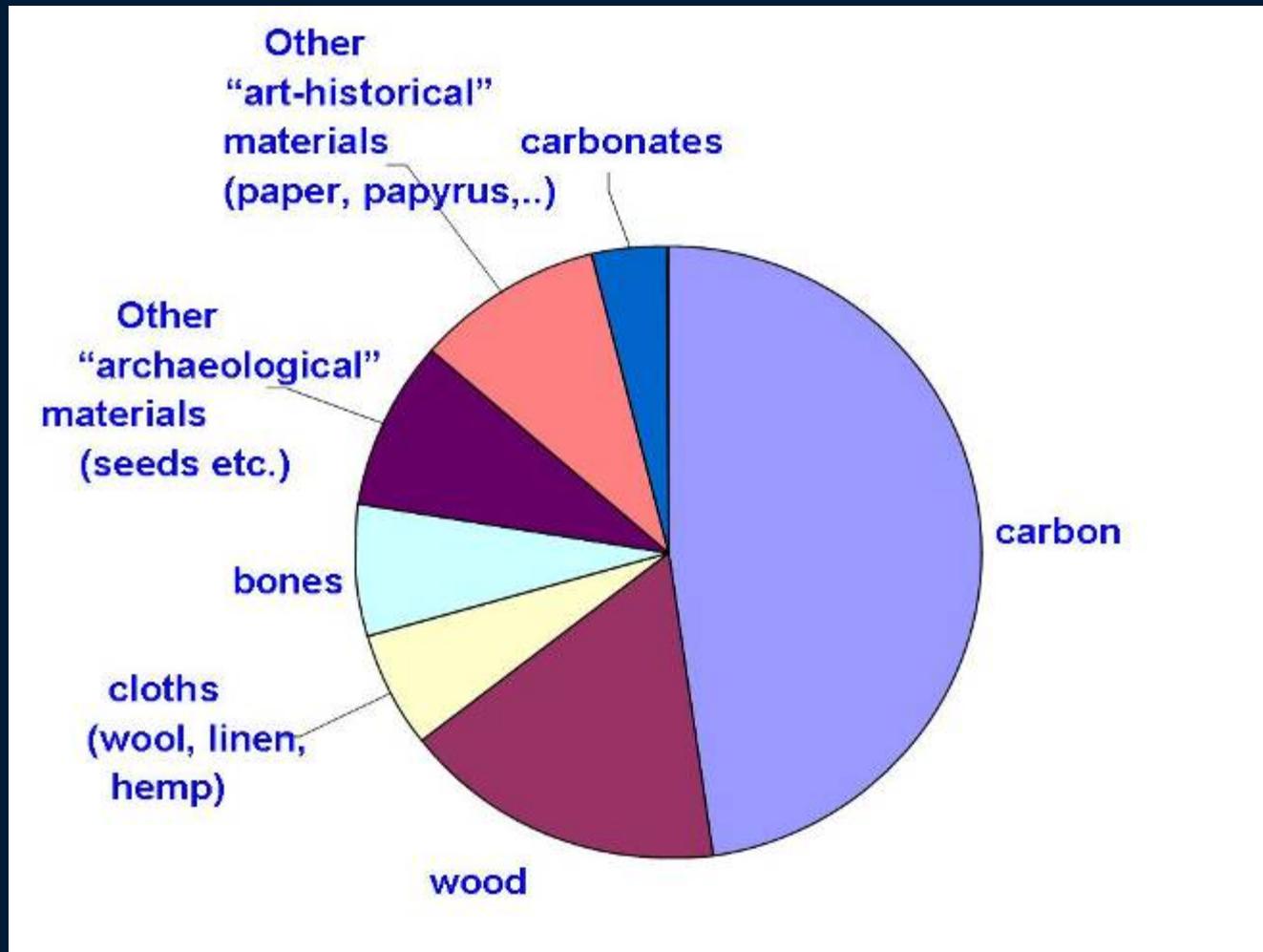
(< 0.3% quando necessario)

Fondo: ~ 50000 anni equivalenti

Circa 400 campioni per anno

Datazioni AMS ^{14}C al LABEC

~ 300 campioni per anno(preparati qui) + 100 preparati fuori





Reliquie di San Francesco (tuniche e altro) dalla chiesa di san Francesco a Cortona e dalla Basilica di Santa Croce (Firenze)



Scavi in siti etruschi nel Sud della Toscana

Sedimenti fluviali – gli strati di Abak Creek in Etiopia



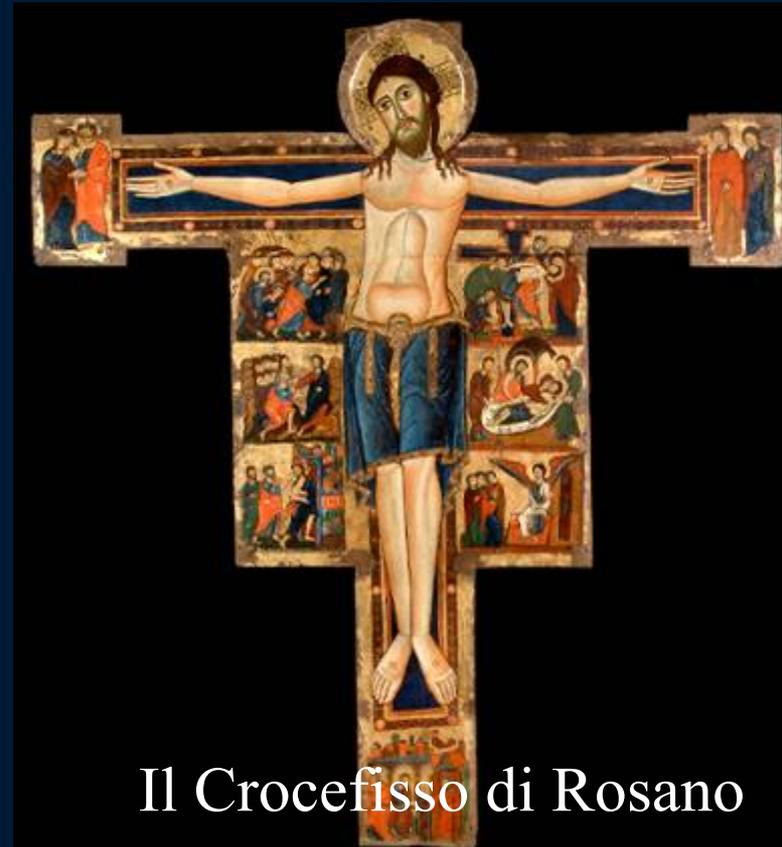
Scavi archeologici a Firenze (Palazzo Vecchio e dintorni)



Il papiro di Artemidoro



L'icona nella Basilica di Santa Maria in Aracoeli, Roma



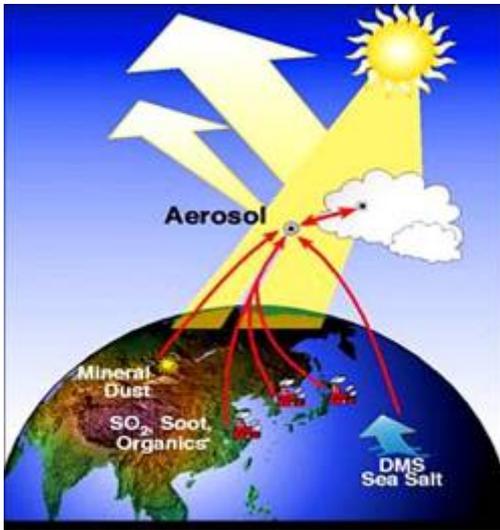
Il Crocefisso di Rosano

Aerosol Atmosferici

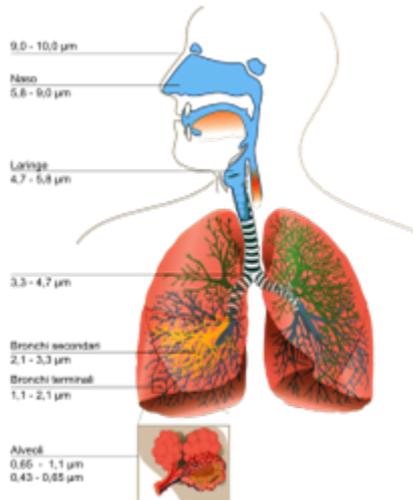
Particelle solide o liquide con un diametro da 10^{-3} a $10^2 \mu\text{m}$

- origine naturale o antropica
- origine primaria o secondaria

Impatto sull'ambiente



Impatto sulla salute umana



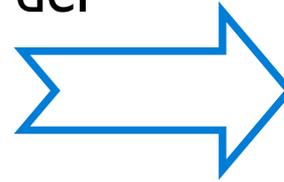
Impatto sui beni culturali



Cosa è necessario per studiare l' aerosol

Molti dati di buona qualità riguardanti:

- la concentrazione e la composizione del PM
- la sua distribuzione dimensionale
- le proprietà ottiche
- l'evoluzione temporale e spaziale



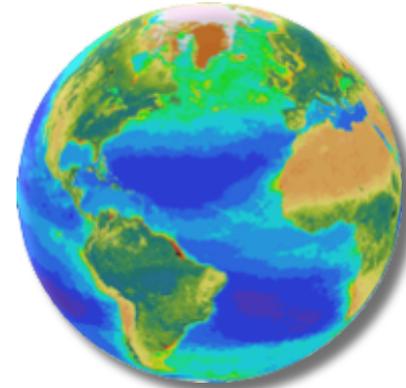
Identificazione e quantificazione delle sorgenti emittitrici del PM attraverso **modelli a recettore**

OUTPUT

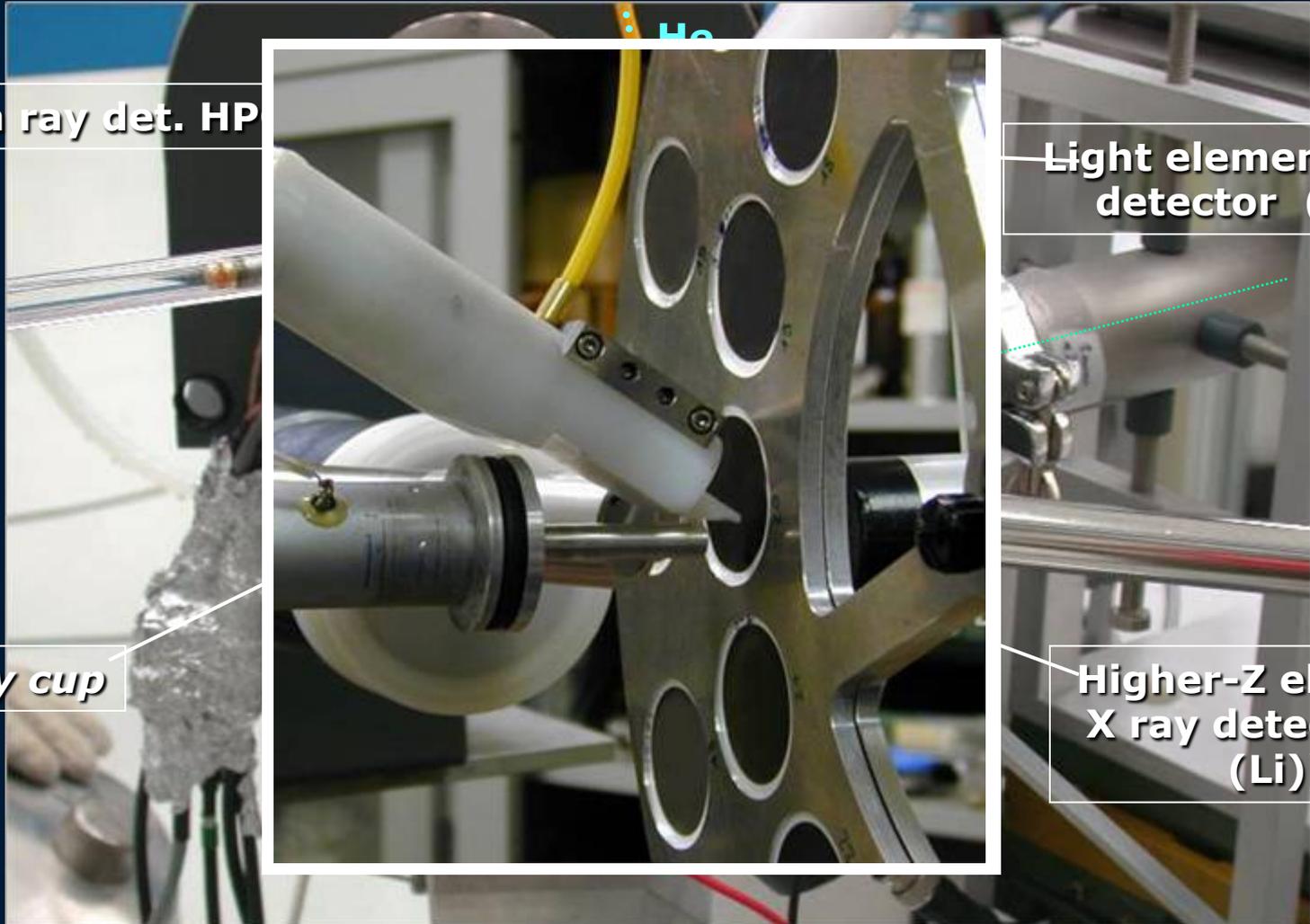


Contributo alle politiche di abbattimento per migliorare la qualità dell'aria

Contributo ai modelli climatici per determinare il ruolo dell'aerosol atmosferico nel forcing radiativo



set-up esterno PIXE-PIGE al LABEC per misure di composizione dell'aerosol



Gamma ray det. HP

**Light elements X ray
detector (SDD)**

Faraday cup

**Higher-Z elements
X ray detector (Si
(Li))**

I progetti di ricerca sull' aerosol al LABEC

Impatto Locale:

- Studio del PM10, PM2.5 e PM1 in Toscana (**PATOS, PATOS 2**) e nelle maggiori città italiane, Barcellona, Siviglia, Elche, Alicante, Londra, Giappone, Galles

Imaptto Globale:

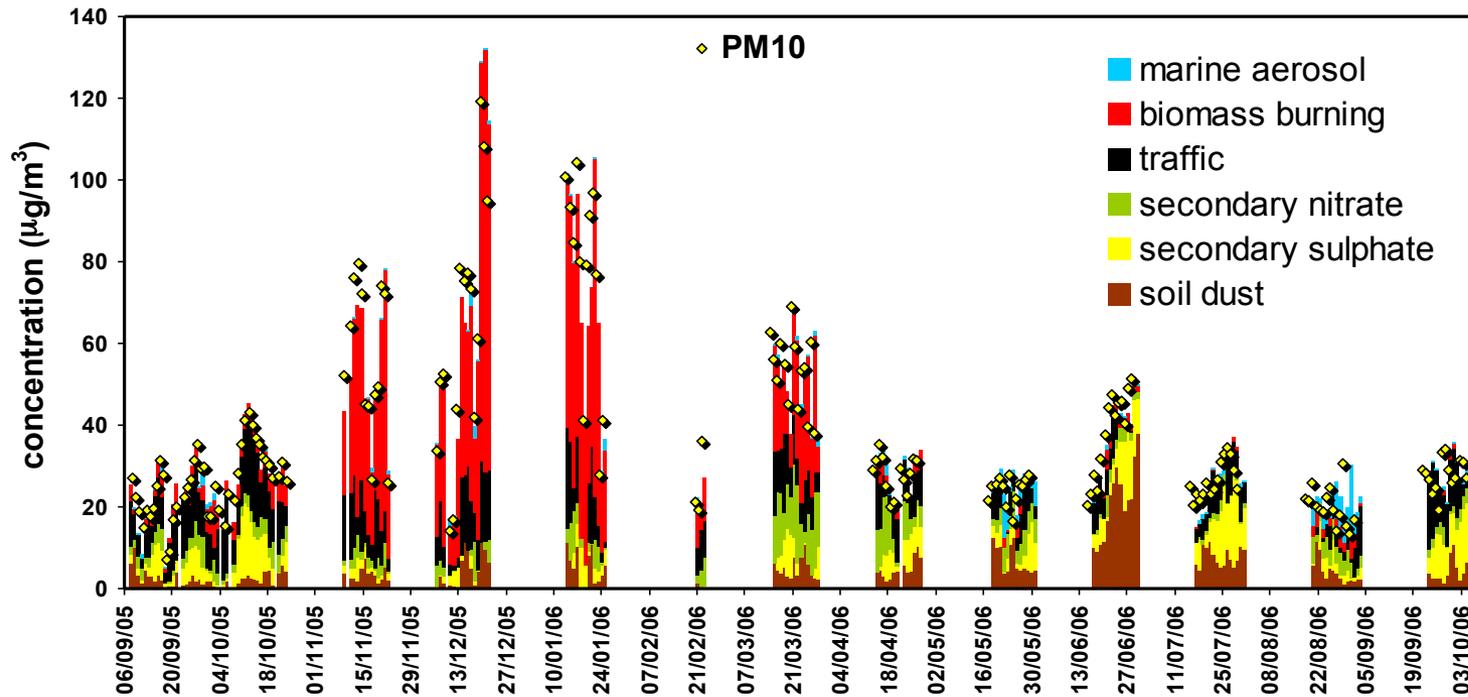
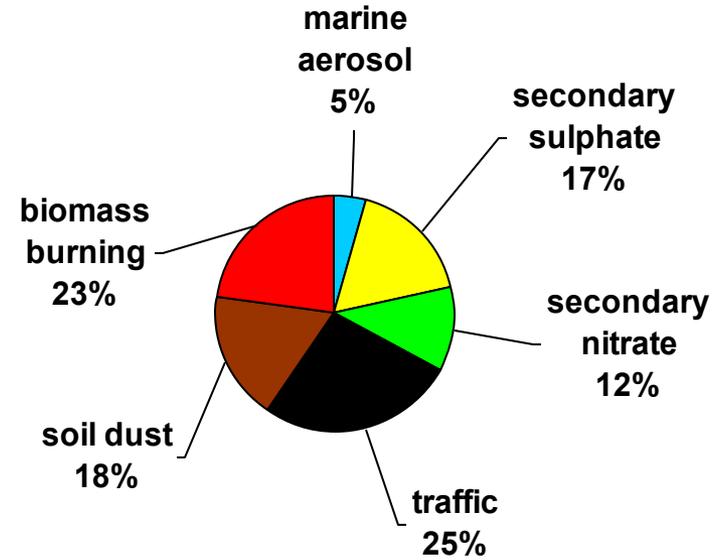
- **EPICA** - *European Project for Ice Coring in Antarctica*
- **TALDICE** - *TALos Dome Ice CorE*
- **ANDRILL** - *Antarctic Geological Drilling*
- **AMMA** - *African Monsoon Multidisciplinary Analysis*
- **MAIL** - *Marine Aerosol in the Island of Lampedusa*
- **DIRIGIBILE ITALIA** (studio multidisciplinare del cambiamento climatico nella regione Artica)

Monitoraggio ambientale in siti di interesse storico-artistico

Studi inquinamento indoor / Esposizione personale :

- **HEARTS** - *Health Effects And Risks of Transport Systems*

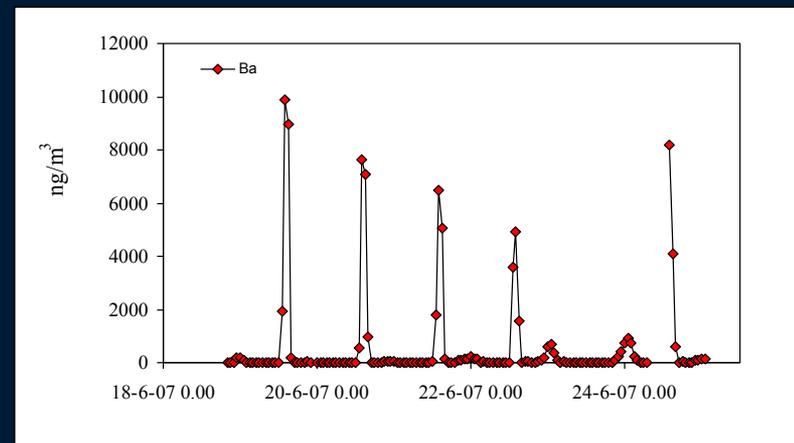
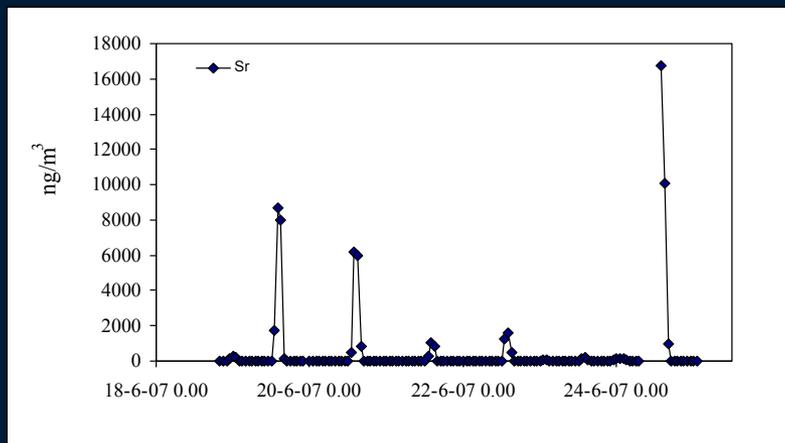
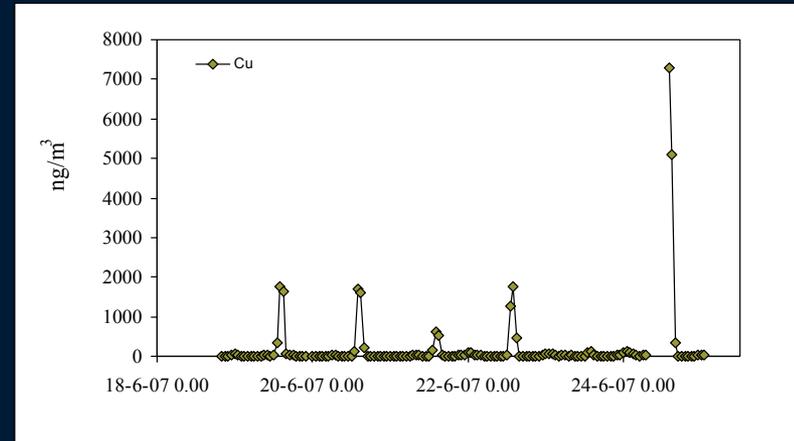
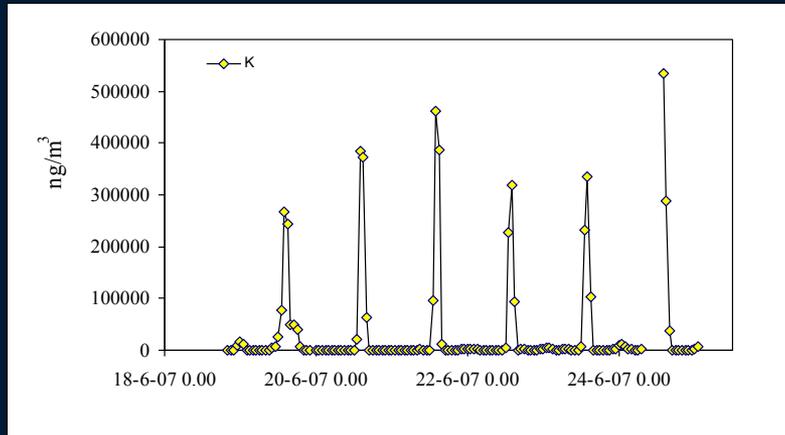
Contributo medio delle sorgenti



Las Hogueras (Alicante)



Las Hogueras (Alicante)



Aree remote

Polvere Antartica



Le particelle di polvere depositate sopra il ghiaccio Antartico e conservate nei campioni di carote di ghiaccio (coprono gli ultimi 220 kyr), per studiare i cambiamenti climatici globali

Aerosol desertico

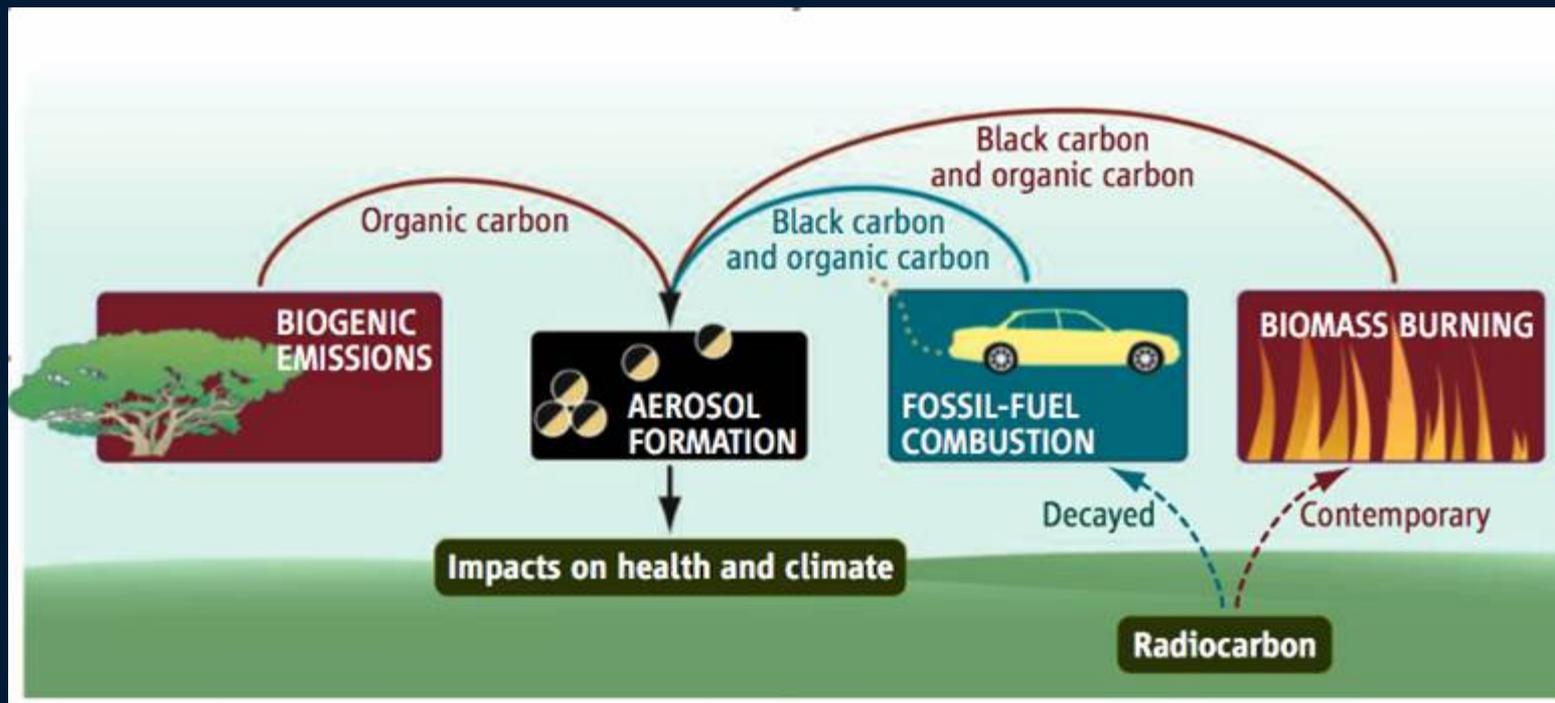


Craccolto durante il progetto AMMA (African Monsoon Multidisciplinary Analyses)

Misure AMS ^{14}C nell' aerosol

*La frazione di ^{14}C rispetto al carbonio moderno:
~ 0 nell' aerosol prodotto da combustibili fossili
~ 1 nell' aerosol di origine biogenica o da combustione di biomasse*

→ Marker dell' inquinamento da combustibili fossili



Tecniche di Ion Beam Analysis per i Beni Culturali



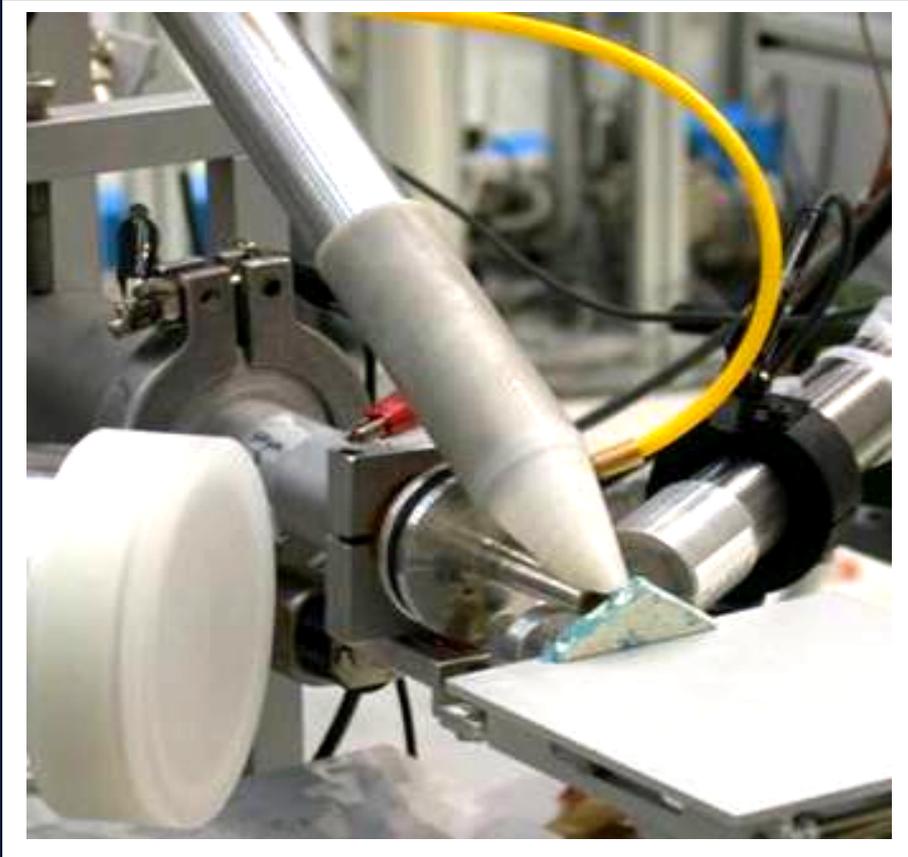
LABEC – Laboratorio di Tecniche Nucleari per l’Ambiente
e i Beni Culturali

*Con l'uso di fasci esterni possiamo
studiare*

*in maniera totalmente non
distruttiva*

*la composizione quantitativa di
ogni tipo di opera d'arte*

Analisi di vetri antichi



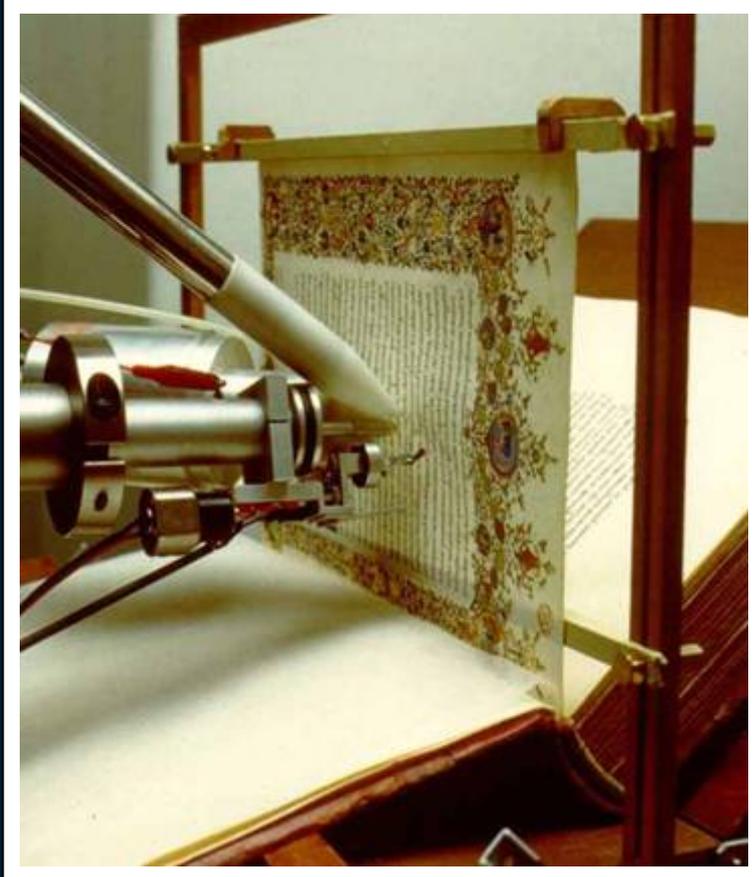
External PIXE-PIGE analysis of the glass tesserae from Villa Adriana

...terracotte



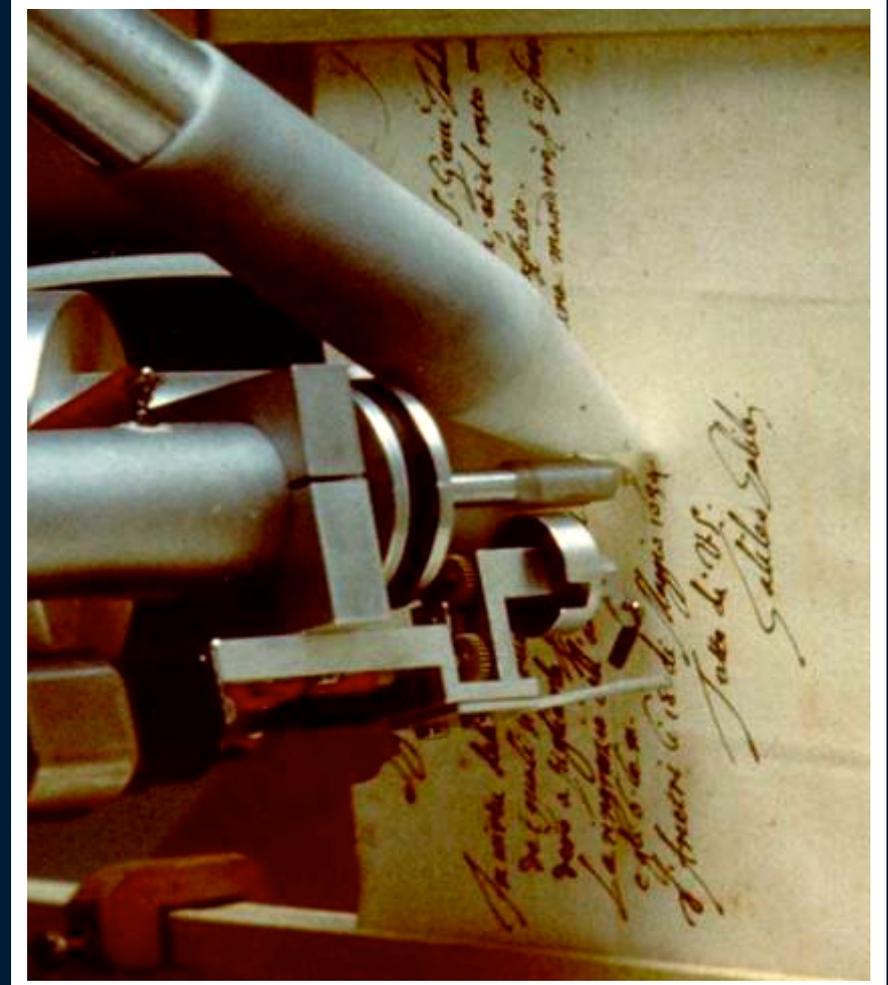
External PIXE analysis of the “Ritratto di fanciullo” by Luca Della Robbia – before restoration at the Opificio delle Pietre Dure in Florence

*...manoscritti miniati
antichi,*



*External-beam PIXE analysis of the
frontispiece of Pl.16,22 (XV century,
Biblioteca Laurenziana in Florence)*

...documenti storici,



*Inks in Galileo's manuscripts (Florence
National Library) analysed by external PIXE*

...tessuti antichi,



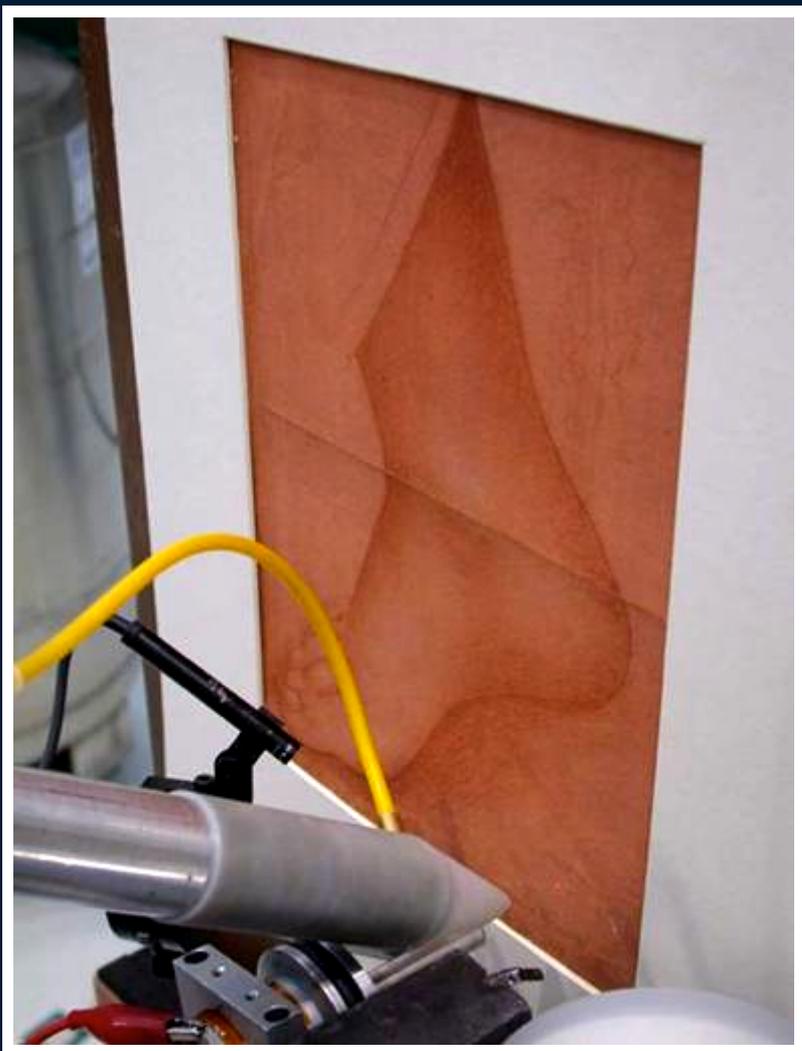
Micro-PIXE and -PIGE analysis of gold threads of a Renaissance embroidery based on a cartoon by Raffaellino del Garbo

...prime fotografie,

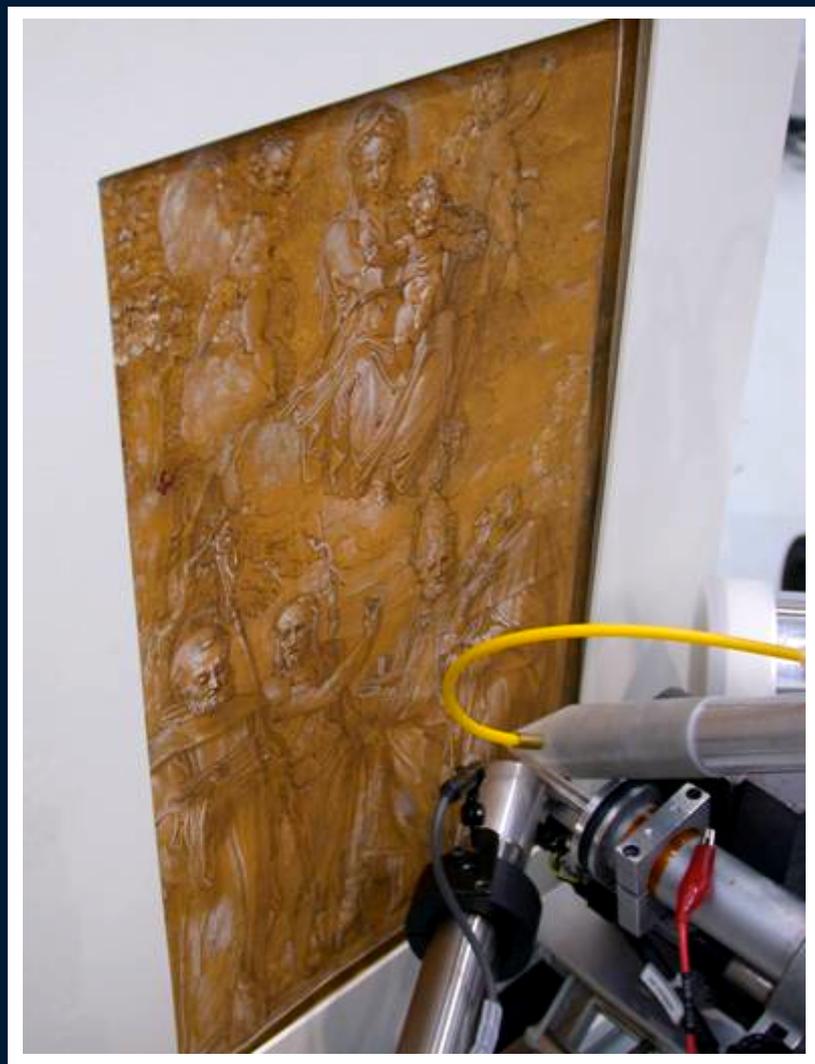


PIXE-PIGE analysis of a print on metal plate of the XIX century

...disegni,



PIXE-PIGE analysis of a drawing on prepared paper, by Leonardo or his school

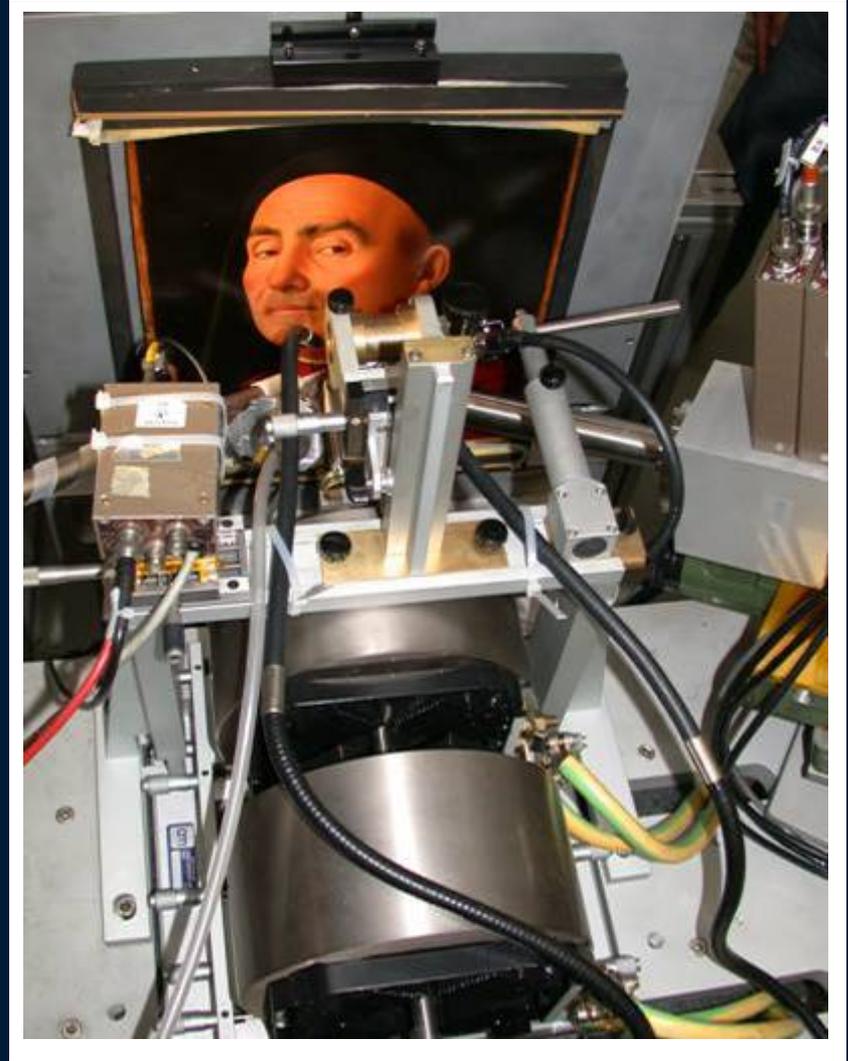


PIXE-PIGE analysis of a drawing on prepared paper, school of Verona, XVI cent.

...dipinti su tavola o tela



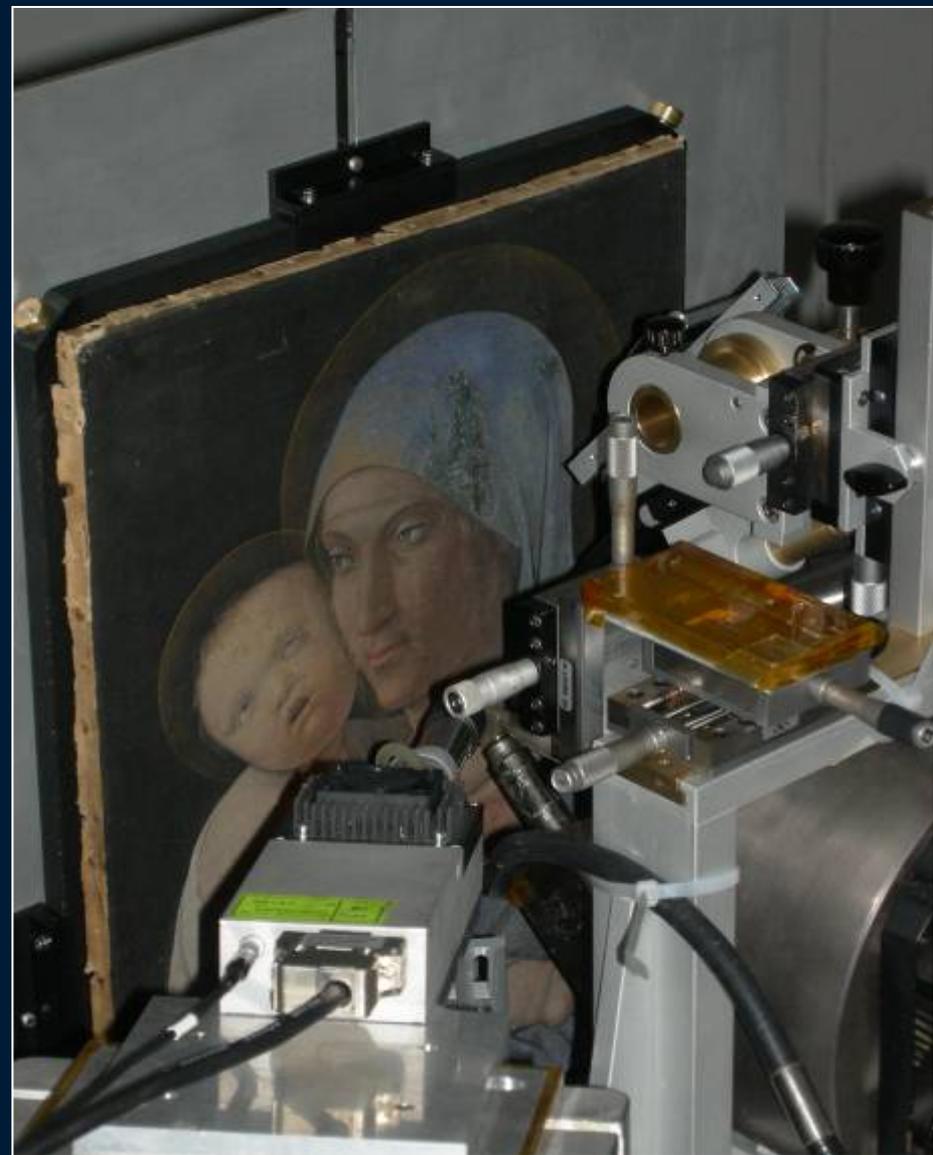
*Differential PIXE and PIGE analysis of the
Madonna dei Fusi by Leonardo*



*Micro-PIXE and -PIGE analysis of the
"Ritratto Trivulzio" by Antonello da Messina*

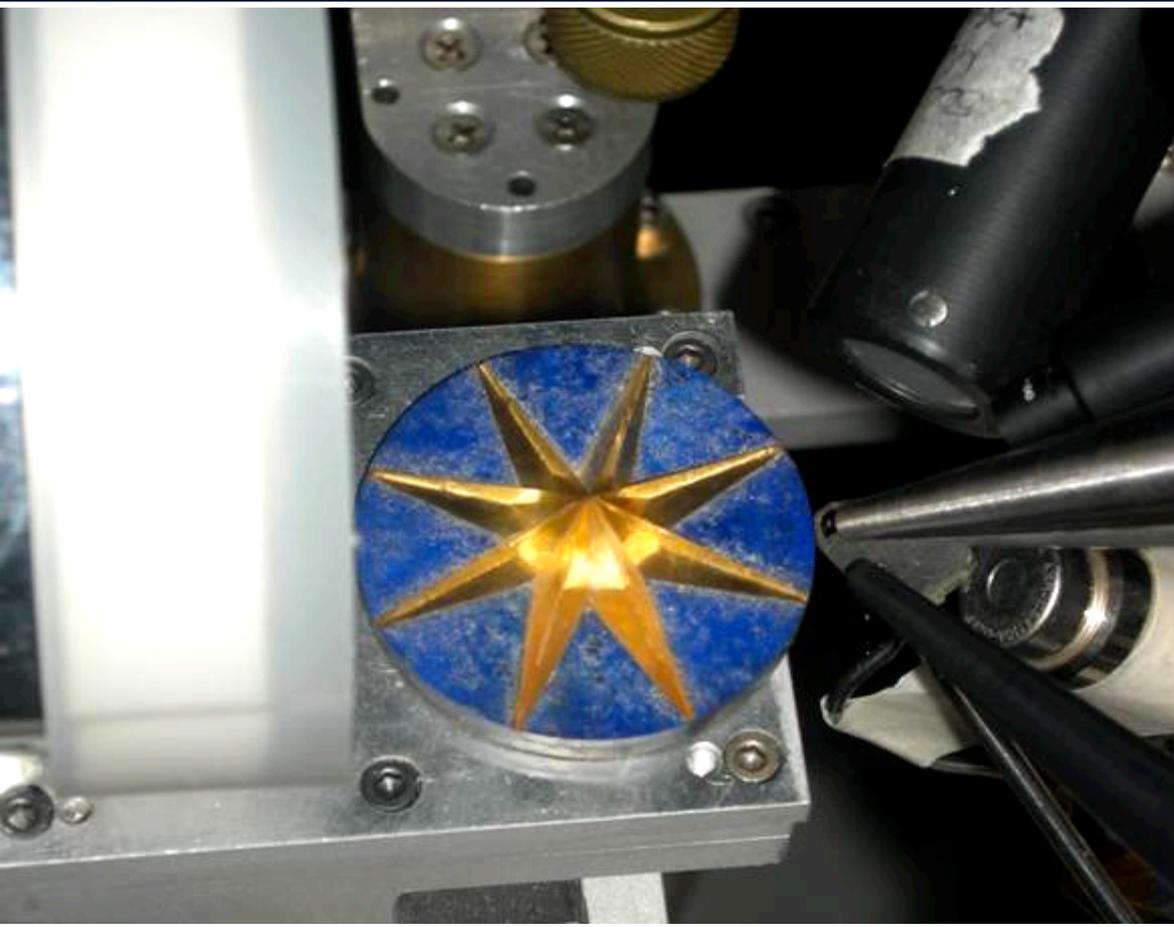


*Giorgio Vasari
Tavoletta with S.Lucia, from
Pala Albergotti, Arezzo*



*Andrea Mantegna
Madonna col Bambino, oil on canvas,
Accademia Carrara di Bergamo*

...manufatti in pietre semi-preziose,

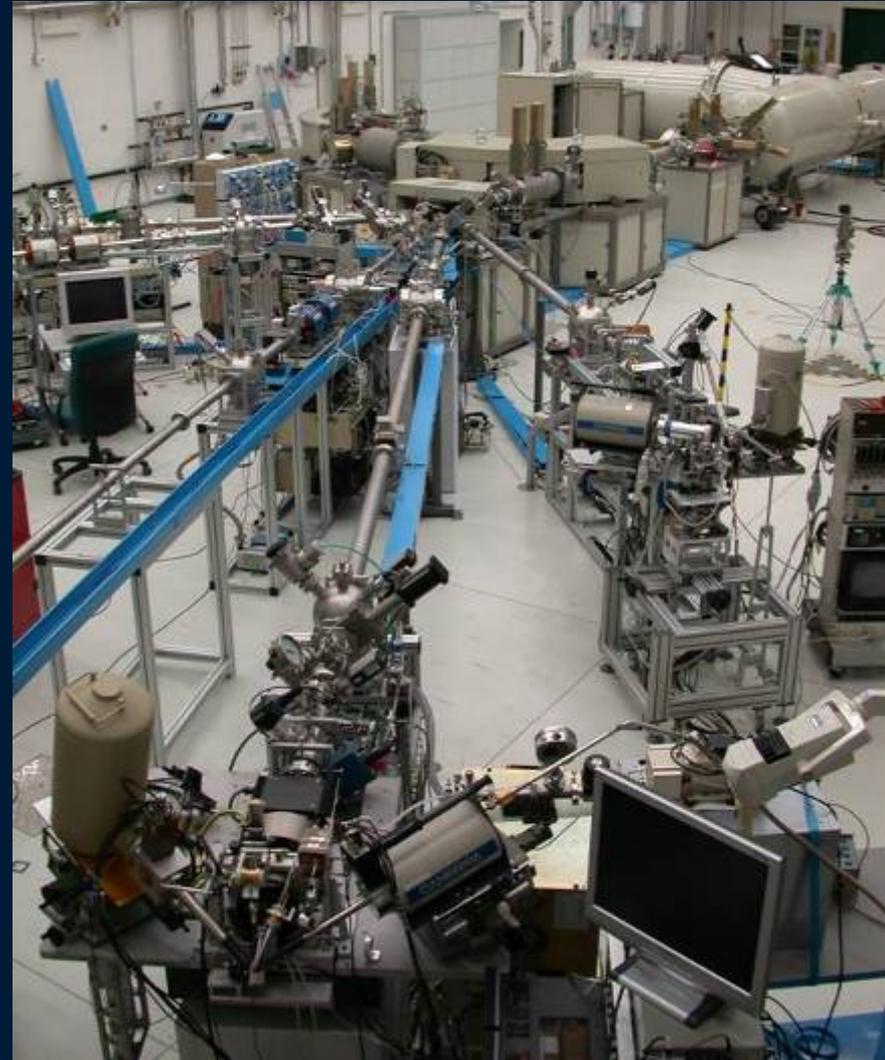


“Disc with star” from the “Collezione Medicea di Pietre Ornamentali” of the Natural History Museum in Florence (mineralogy and lithology division)

Due linee esterne dedicate

Dimensioni del fascio definite per
collimazione (\varnothing 0.2 ÷ 1 mm)

Sistema a focaggio forte,
doppietto di quadrupoli (\varnothing 8÷10 μm)



Linea di microfascio esterno

Dimensione del fascio $< 10 \mu\text{m}$ sul bersaglio

Deflessione magnetica
delle aree all'interno
dell'apertura della finestra

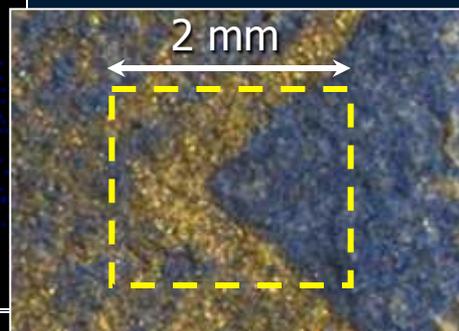
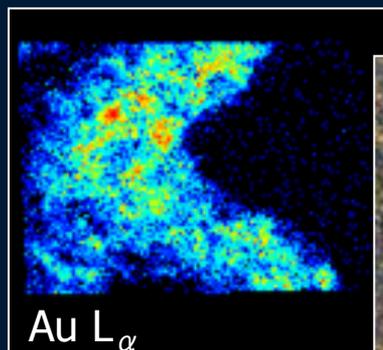
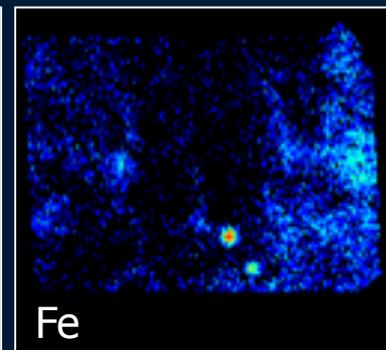
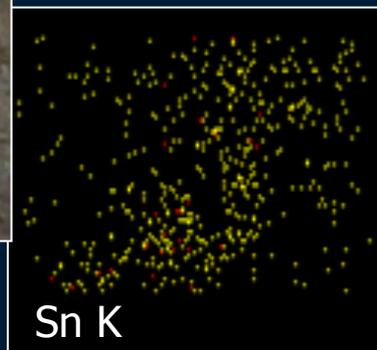
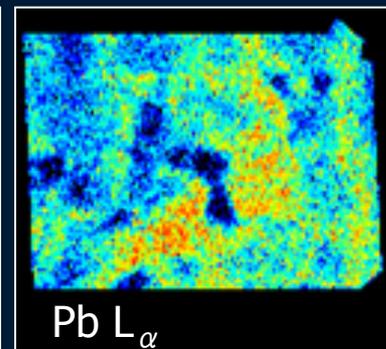
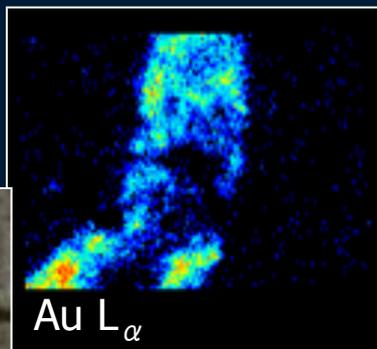
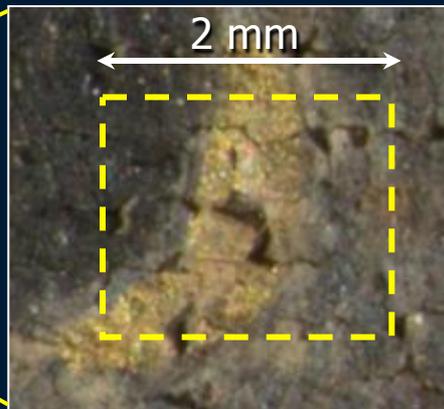
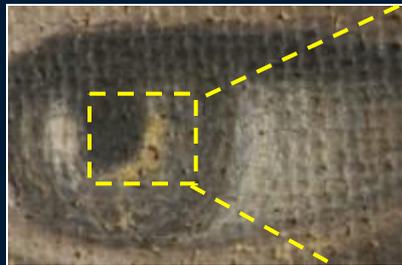
list-mode (E,x,y) DAQ

Include sistemi di
rivelazione per PIXE,
PIGE, backward and
forward particle scattering,
ion induced luminescence (IBIL)

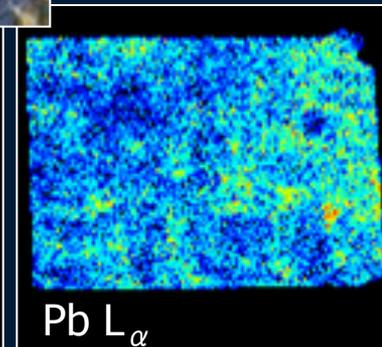
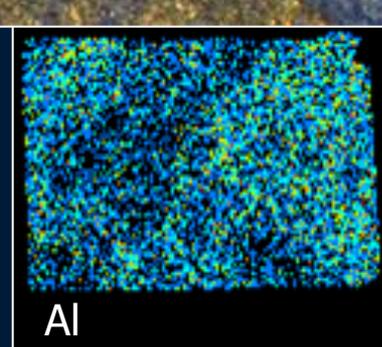
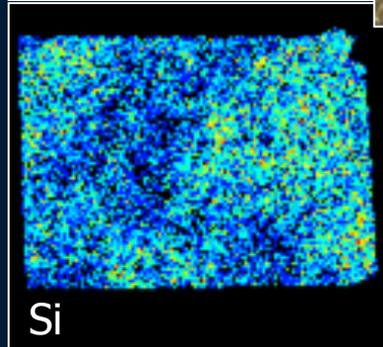


Mappe elementali

L'occhio della Vergine



Il velo



Linea di microfascio fascio

Correnti di fascio da pochi nA a molto basse
(centinaia di particelle/sec)

Intensità di fascio più alte →

✓ Mappe PIXE –PIGE anche per elementi in traccia (di grande interesse per es. per i geologi)

Correnti molto basse →

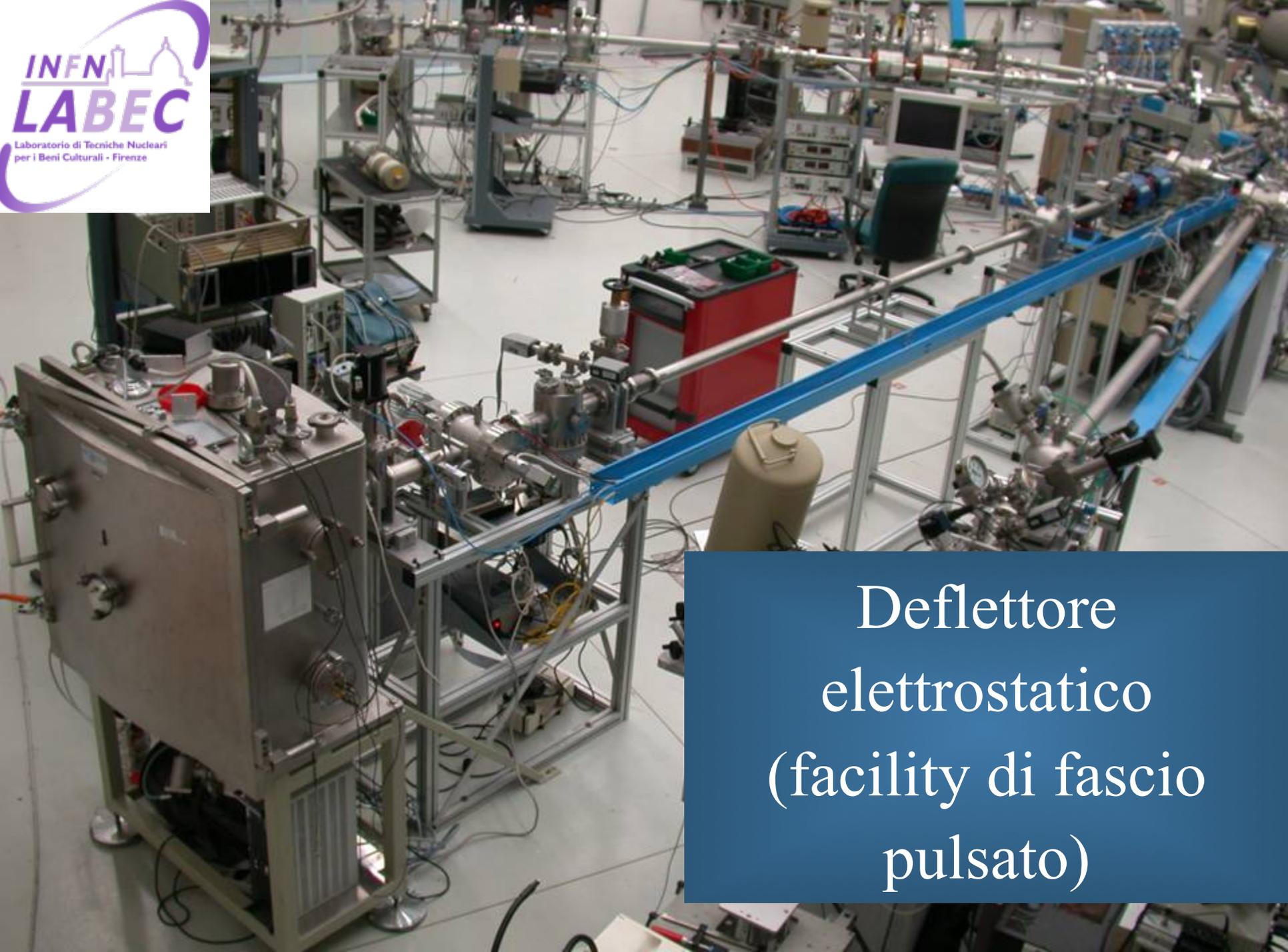
✓ Possibilità di scanning transmission ion microscopy (STIM)

✓ Test della risposta dei rivelatori vs la posizione (tramite la IBICC, ion beam induced charge collection)

IBMM

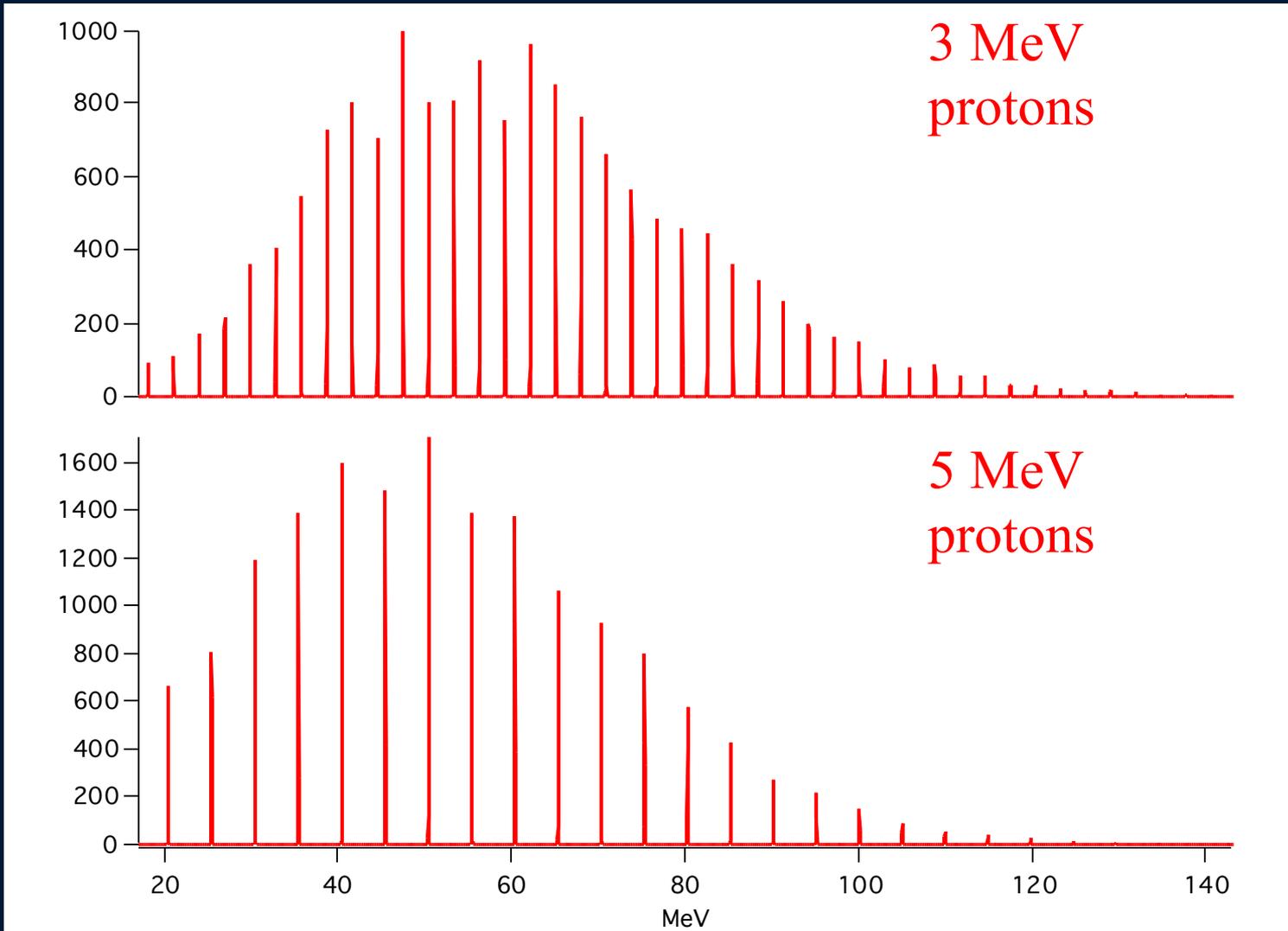
(Ion Beam Modification of Materials)

Ion lithography (con protoni o ioni più pesanti) attraverso alterazioni delle proprietà dei materiali (ottiche, elettriche, etc.) indotte dal fascio su zone selezionate “disegnate” dalla scansione del microfascio (le proprietà del materiale sono alterate selettivamente in profondità grazie al picco di Bragg)



Deflettore
elettrostatico
(facility di fascio
pulsato)

Pacchetti di fascio con molteplicità differenti possono essere inviati direttamente su un rivelatore per studiare la risposta alle particelle

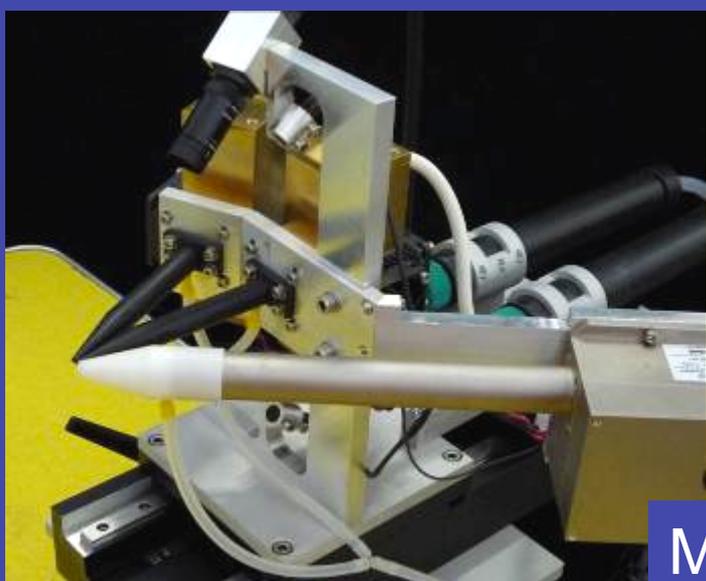


Non solo tecniche basate sull'acceleratore al LABEC

Costruzione di un sistema innovativo di
XRF portatile

Con prestazioni superiori, in particolare per
la rivelazione degli elementi a basso Z

The transportable XRF spectrometer



Measurement head

- **2 X ray tubes** (30 kV max, 1 mA max) with two different anodes (typically **Mo e Ti**; W if needed)
- interchangeable collimators; **typical beam diameter 0.5 mm**
- SDD detector (active area 10 mm², 450 μm thickness, FWHM 139 eV @ 5.9 keV)
- **helium flow** in front of both tubes and detector
- 2 laser beams for accurate positioning

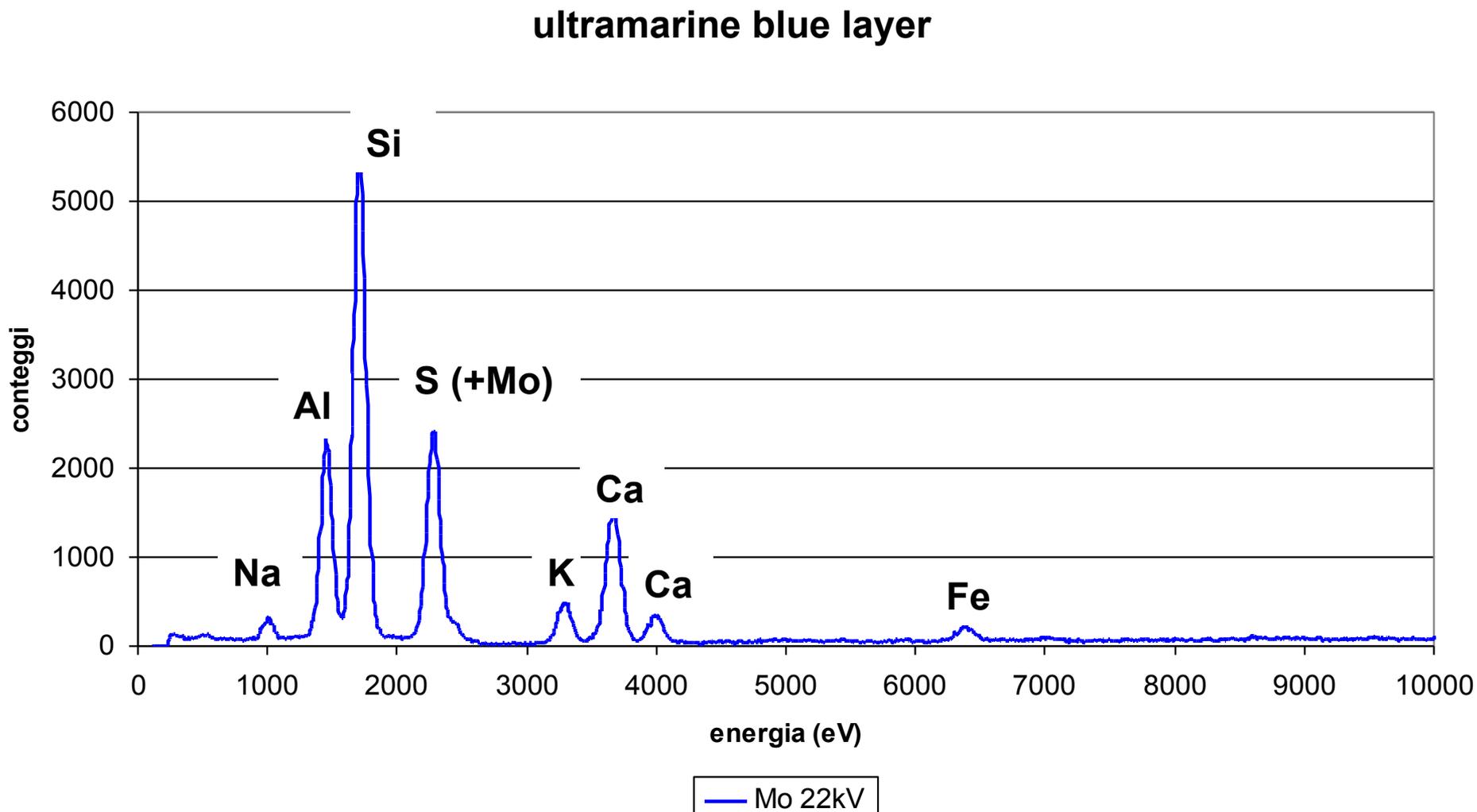
- independent PS for the two tubes
- data acquisition, He flow, X-Y-Z displacement and video camera are remotely controlled (via Ethernet) by the same computer

Controller

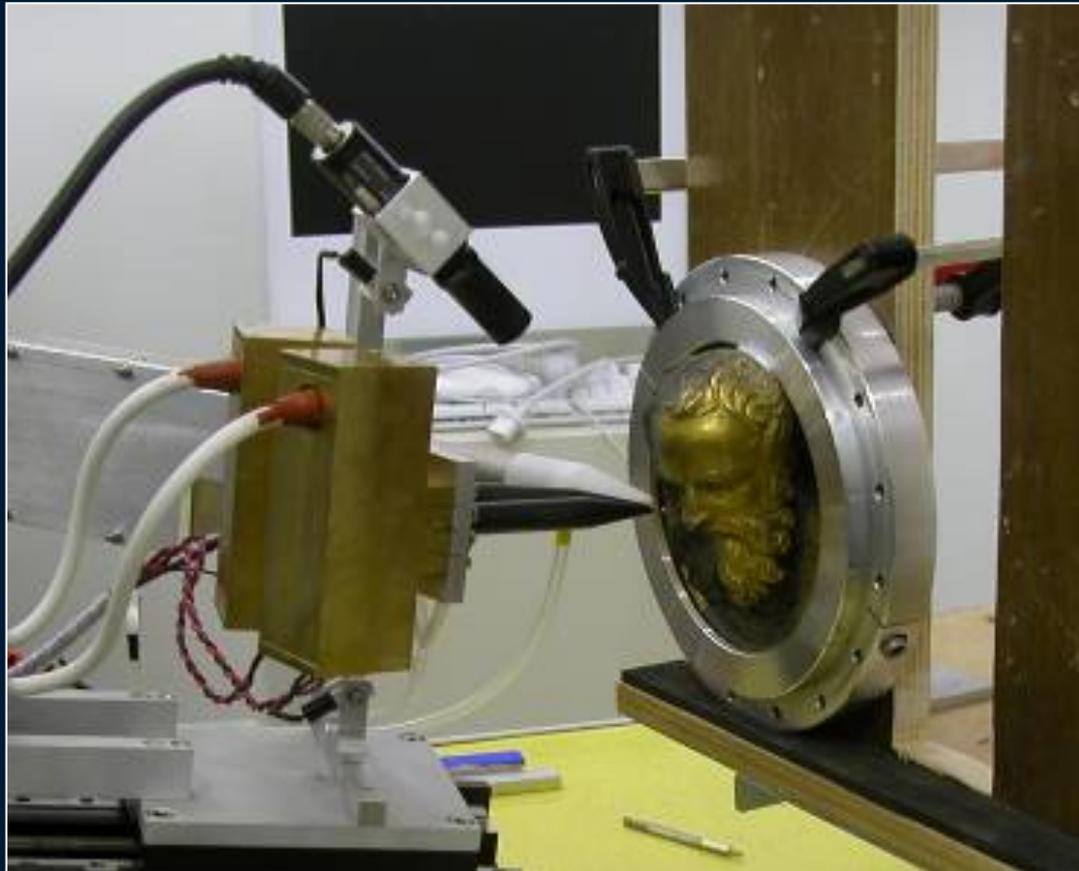


Strato di blu oltremarino su gesso

Spettro XRF con il nostro spettrometro



**“Testa di Profeta di Lorenzo Ghiberti (parte
della Porta del Paradiso del Battistero di
Firenze)
Bronzo”**

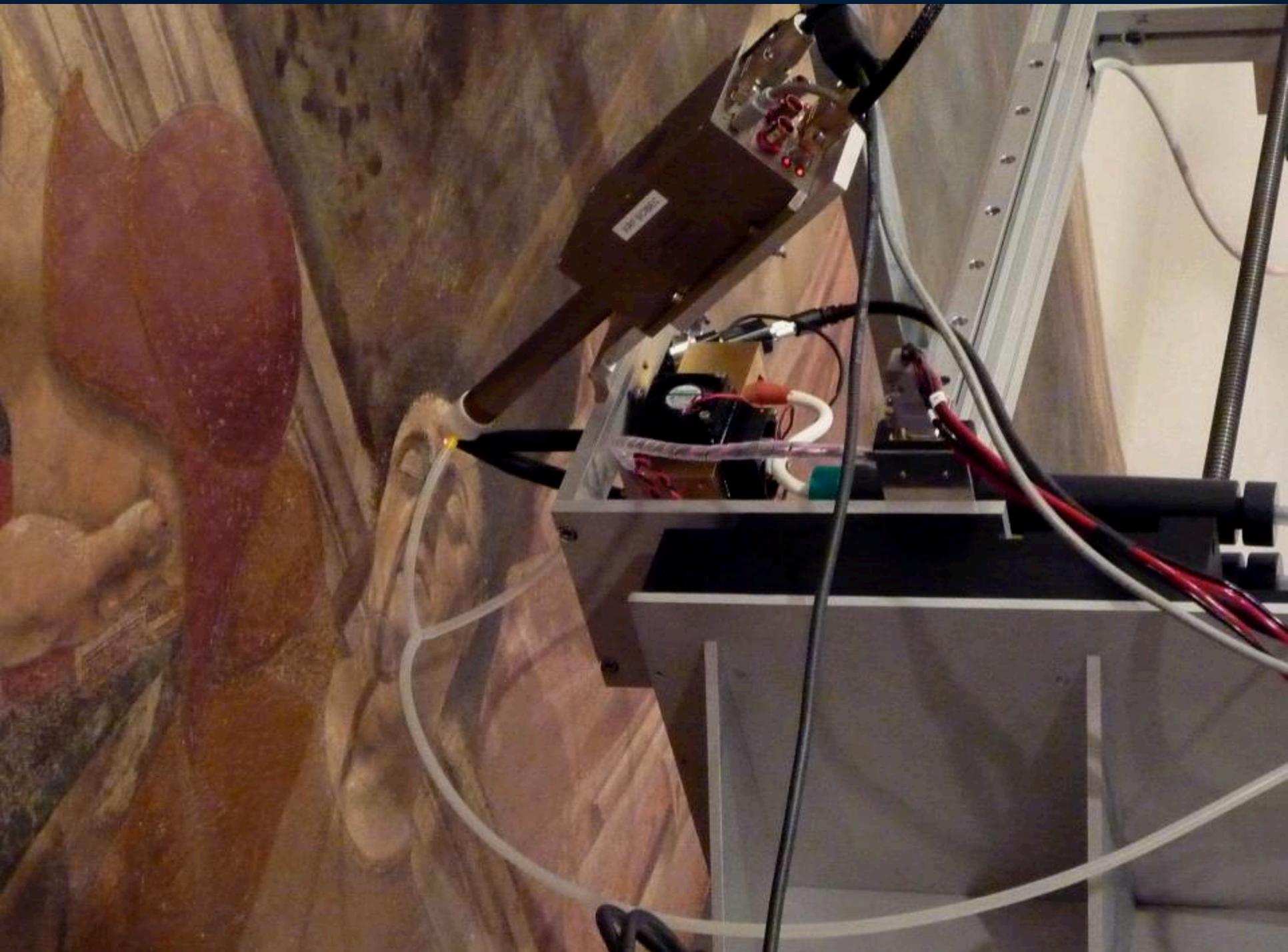




Affresco della Resurrezione

Piero della
Francesca

Sansepolcro,
Museo Civico



Crocefisso, Maestro di Figline

Santa Croce



Globi del Coronelli

Museo Galileo



***Santa Croce, Cappella Bardi
– ciclo di affreschi di Giotto***



Madonna del Granduca

Raffaello
Galleria Palatina



LABEC – chi ci lavora

Luca Cararresi

Massimo Chiari

Lorenzo Giuntini (tec)

Franco Lucarelli

Pier Andrea Mandò

Marco Manetti (tec.)

Silvia Nava

Francesco Taccetti (tec.)

Silvia Calusi (post doc)

Giulia Calzolari (post doc)

Mariaelena Fedi (ricerc. tempo det.)

Lucia Caforio (phd st.)

giallo → INFN

bianco → UniFi

Grazie per l'attenzione!



S. Francesco Church at Cortona

It was build by Padre Elia a few years after the death of St- Francesco (1226). Three important relics are kept there :



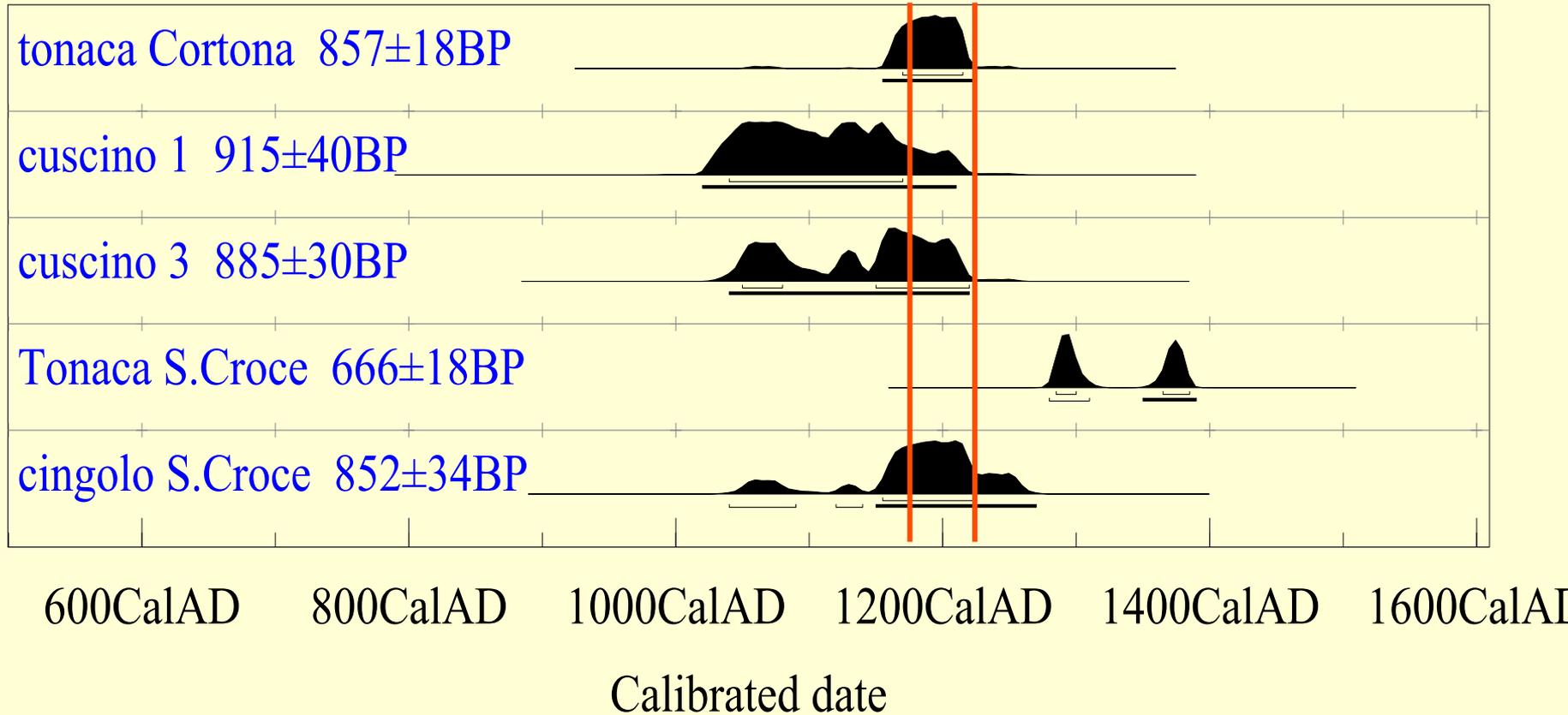
A pillow, on which tradition tells St. Francis was leaning his head while passing away

The frok; according to tradition, the one used to cover the Saint's body at the moment of his death.

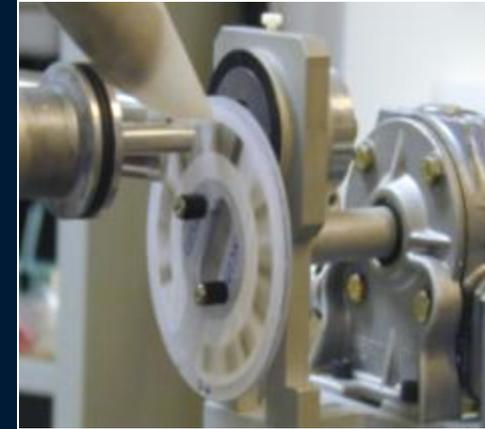
un evangelario



Atmospheric data from Reimer et al (2004);OxCal v3.10 Bronk Ramsey (2005); cub r:5 sd:12 prob usp[chron]

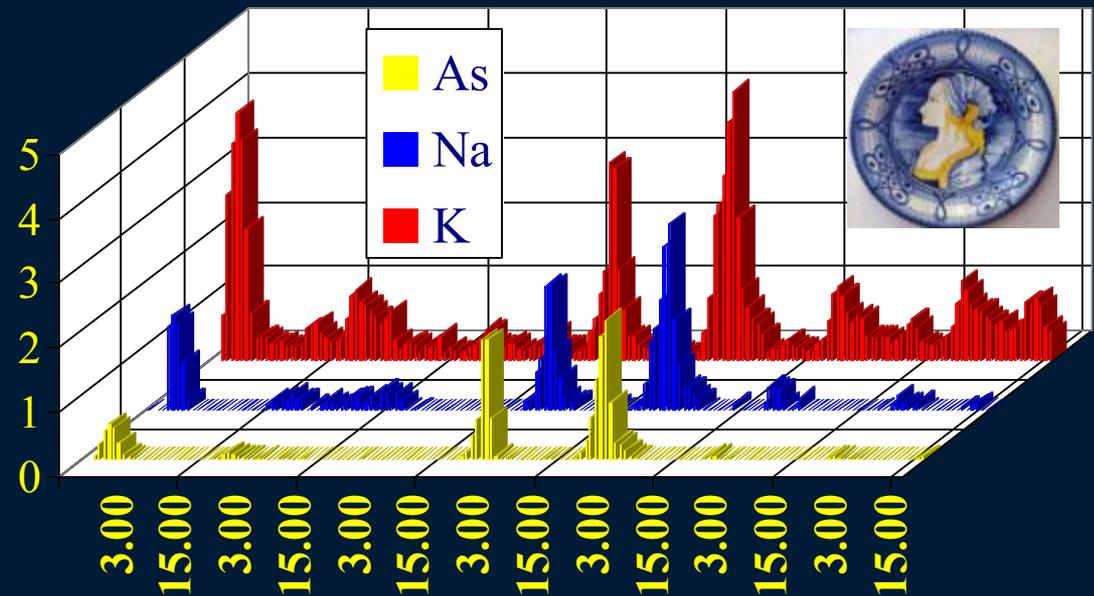


Continuous streaker sampler



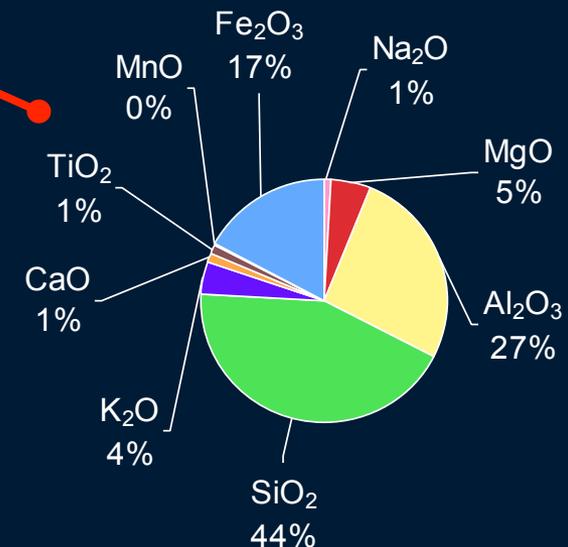
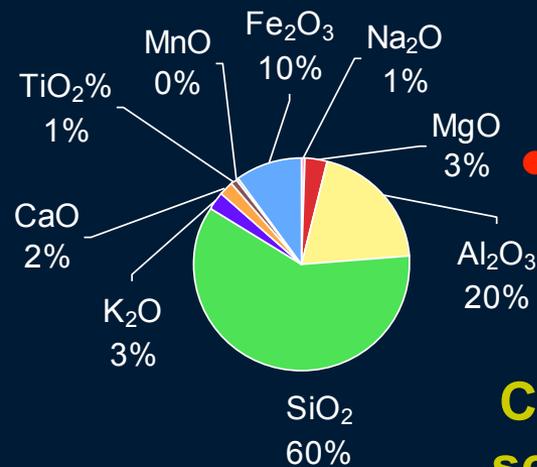
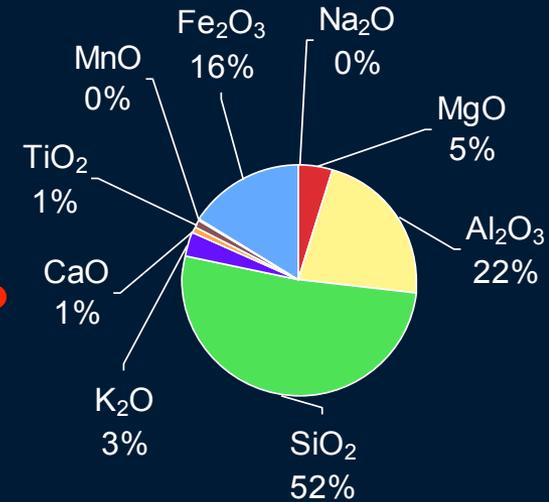
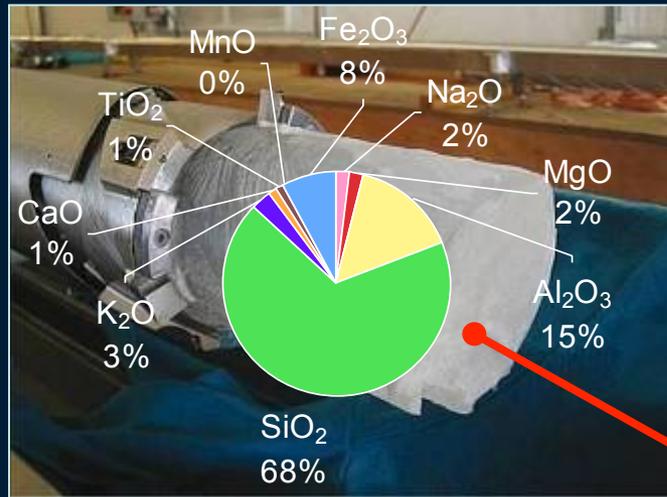
Montelupo Fiorentino: artistic glass industry

- Identification of fugitive emissions from industries
- Traffic emissions
- No chemical analysis is possible!



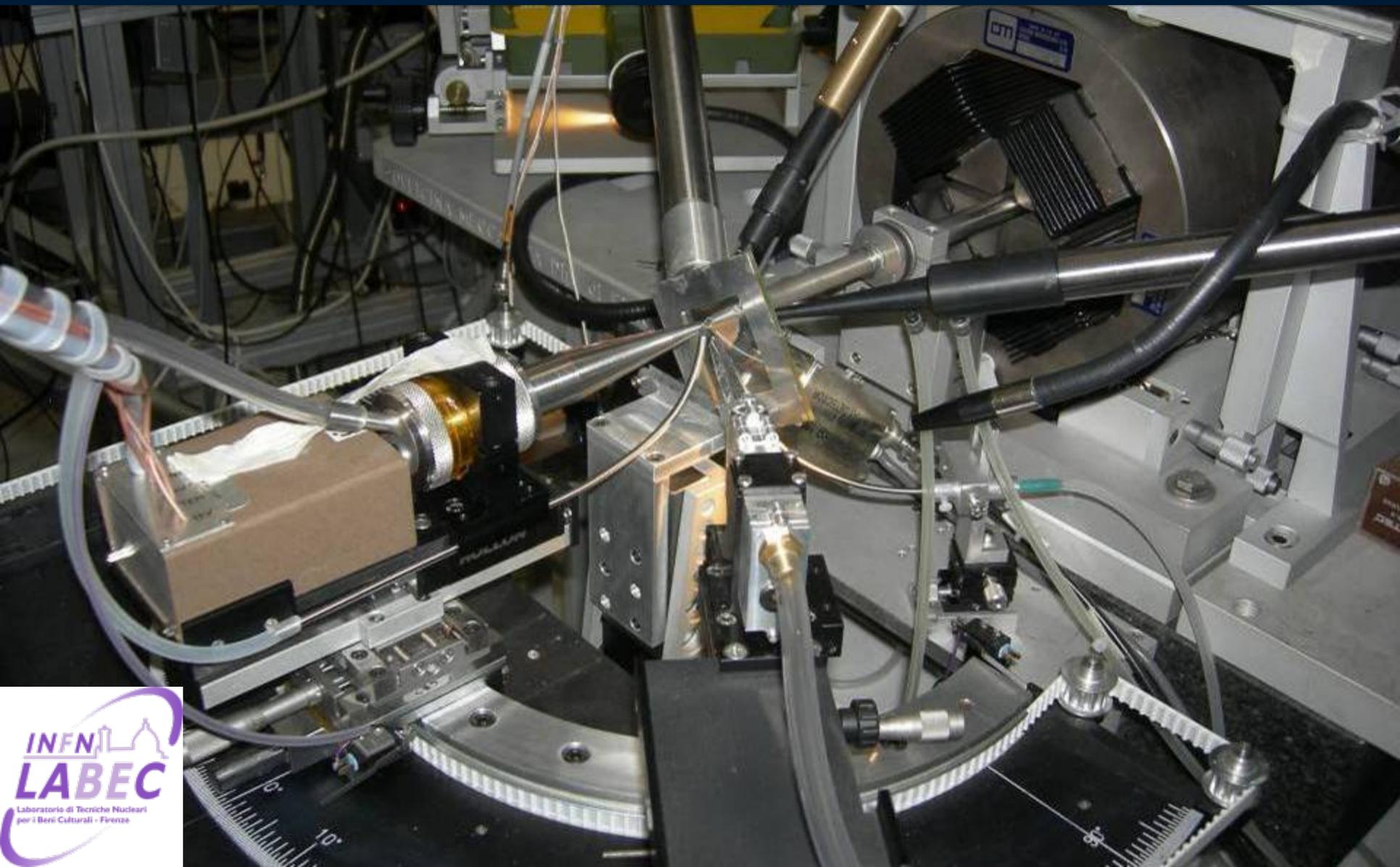
Ice-dust and PSA-sediments composition

Composizione media del mineral dust durante le ultime ere glaciali

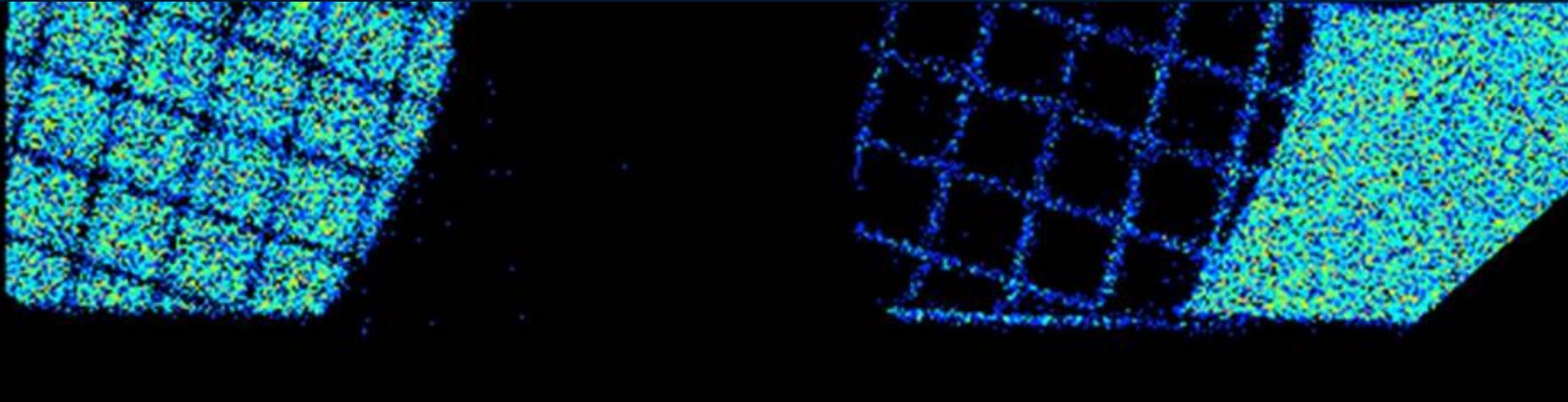


Confronto con composizione sedimenti nelle possibili zone sorgenti per studiare i fenomeni di trasporto

External STIM set-up



STIM of a thin copper grid



map of higher-energy
transmitted protons

map of lower-energy
transmitted protons