

Tecniche diagnostiche prima del restauro

Marcello Miccio

Centro di restauro archeologico FIRENZE



Utilità delle analisi:

Utilità scientifica:

1. Tecniche lavorative antiche
2. Provenienza geografica
3. Periodo storico
4. Caratterizzazione del reperto

Utilità pratica:

1. Diagnosi precisa della situazione
2. Stato di conservazione
3. Individuazione dei falsi
4. Linee di intervento idonee

L'osservazione

Prima di iniziare qualsiasi intervento di restauro è necessario sottoporre l'oggetto ad una attenta osservazione visiva per cercare di ottenere il massimo delle informazioni sul suo stato conservazione (osservazione autoptica).

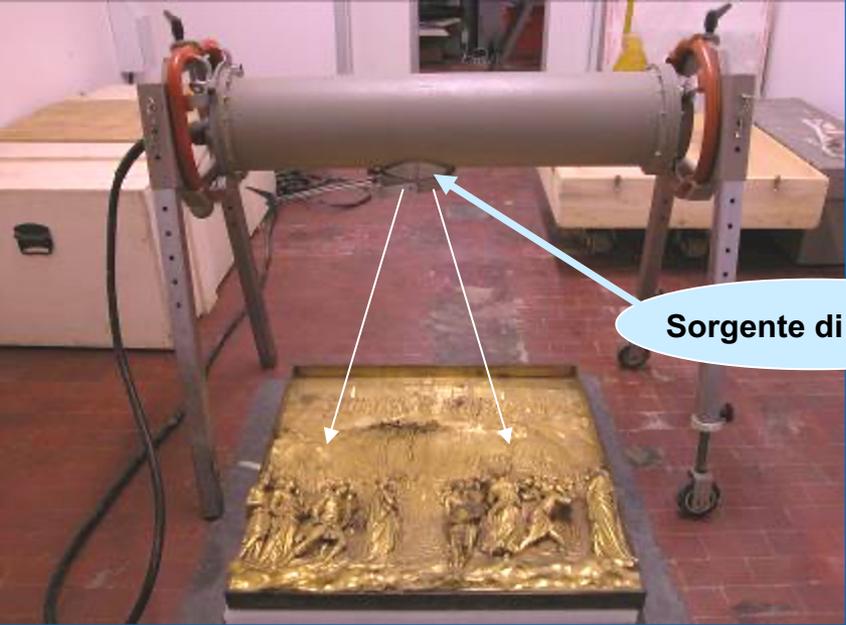
Si possono così individuare fratture, cricche, punti indeboliti da sforzi meccanici, zone in cui la corrosione ha provocato alterazioni più evidenti, la consistenza delle alterazioni stesse (se sono più o meno pulverulente, concrezionate, compatte, coerenti, il grado del loro spessore etc.), lo stesso tipo di colorazione dello strato superficiale che può già dare un'idea della diversa natura dei prodotti di corrosione e di deposito, riparazioni, vecchi restauri, etc...

Quando questa non è sufficiente ci si aiuta con ciò che ci offre la tecnica, iniziando sempre dai sistemi possibilmente meno invasivi.

La radiografia

Tecnica importante che si avvale di radiazioni con lunghezza d'onda inferiore a 10\AA

Ci permette di intravedere una serie di ombre in relazione a vari spessori o diversi materiali. I vari materiali assorbono le radiazioni in maniera diversa permettendoci di argomentare sulla loro natura. Spesso è possibile intravedere cose che ad occhio nudo sono invisibili e questo è importante sia per lo studioso, che avrà una visione più completa dei particolari, sia per il restauratore affinché eviti di proseguire su zone strutturalmente deboli.



Lastra radiografica

Sorgente di raggi X



La stanza radiografica

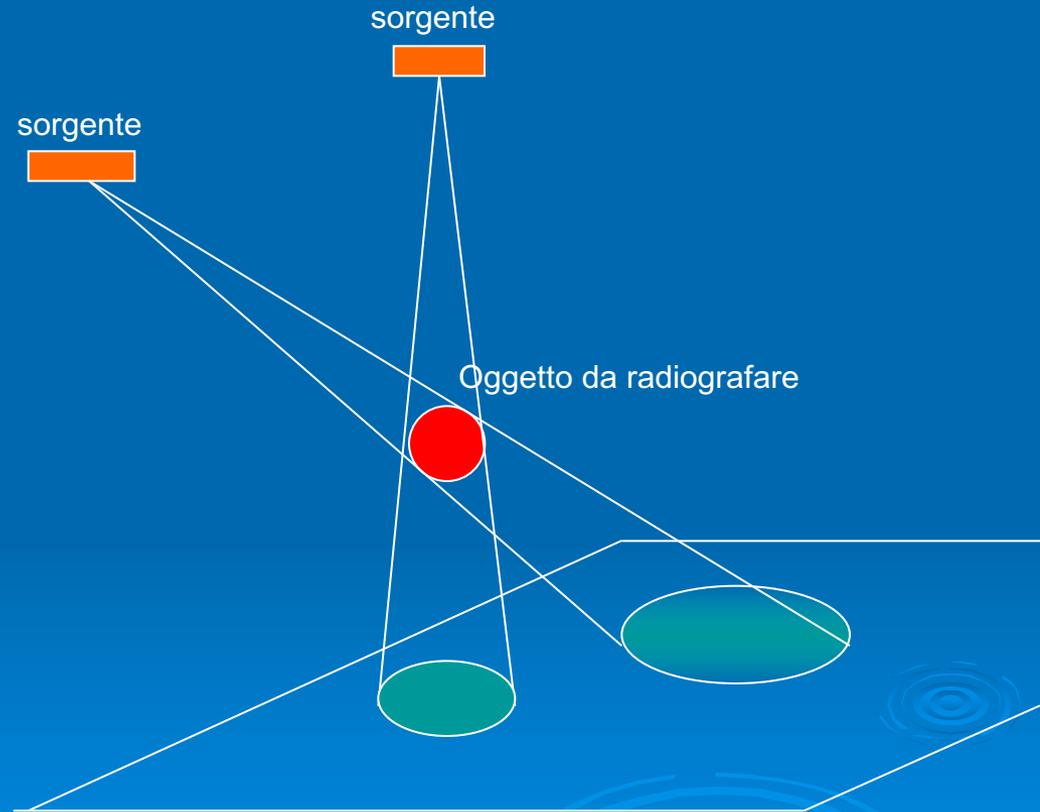
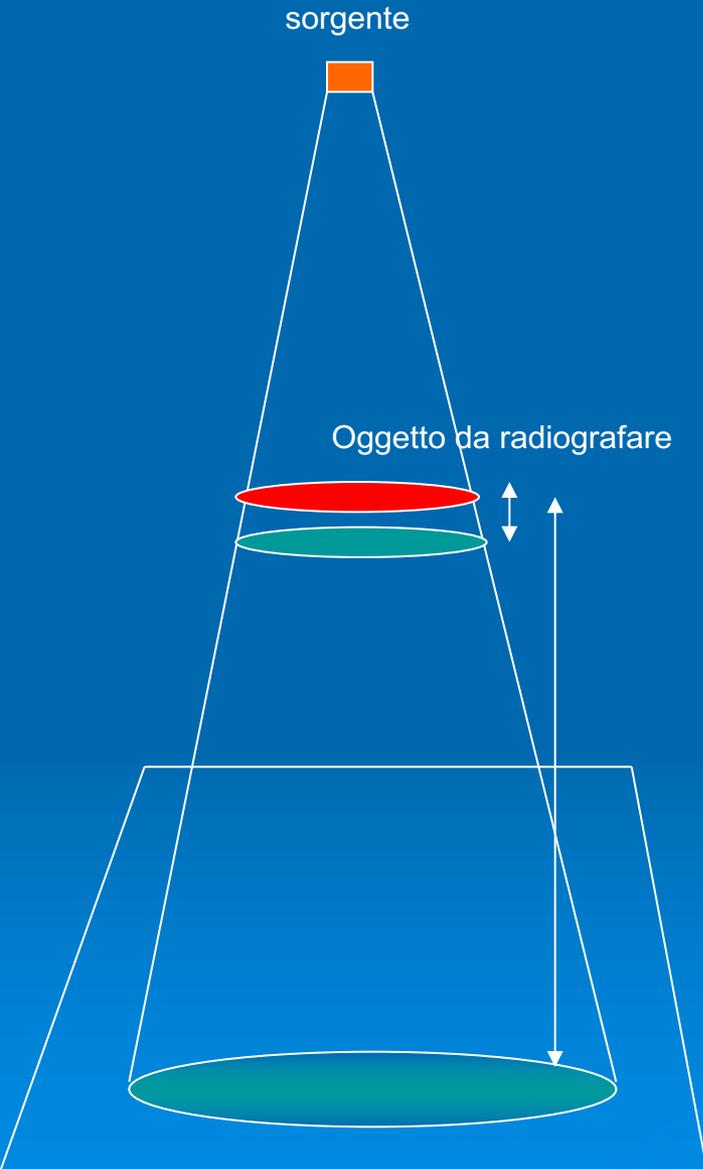


Centralina operativa

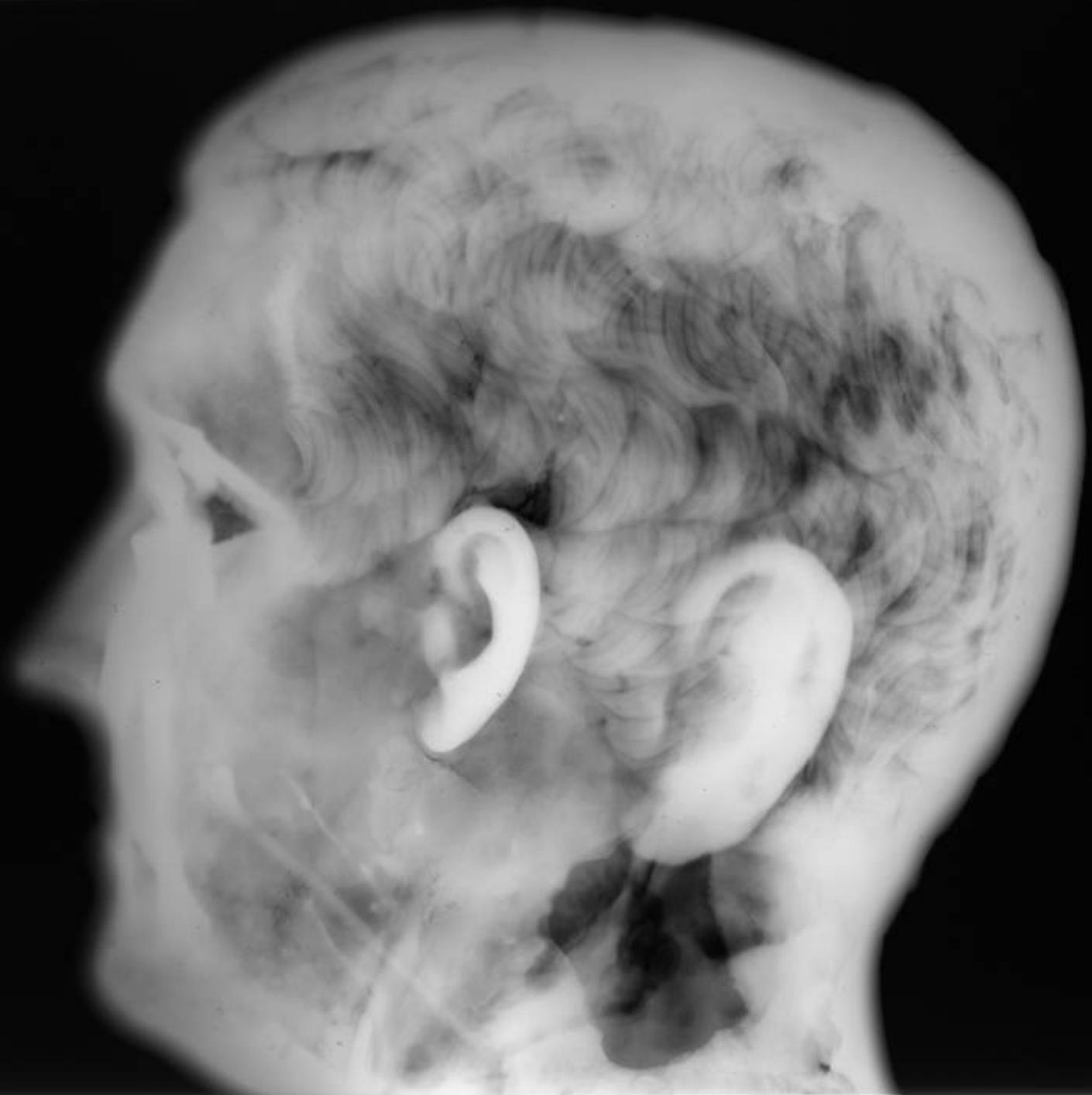
Porta rivestita in Pb



Deformazione dell'immagine radiologica



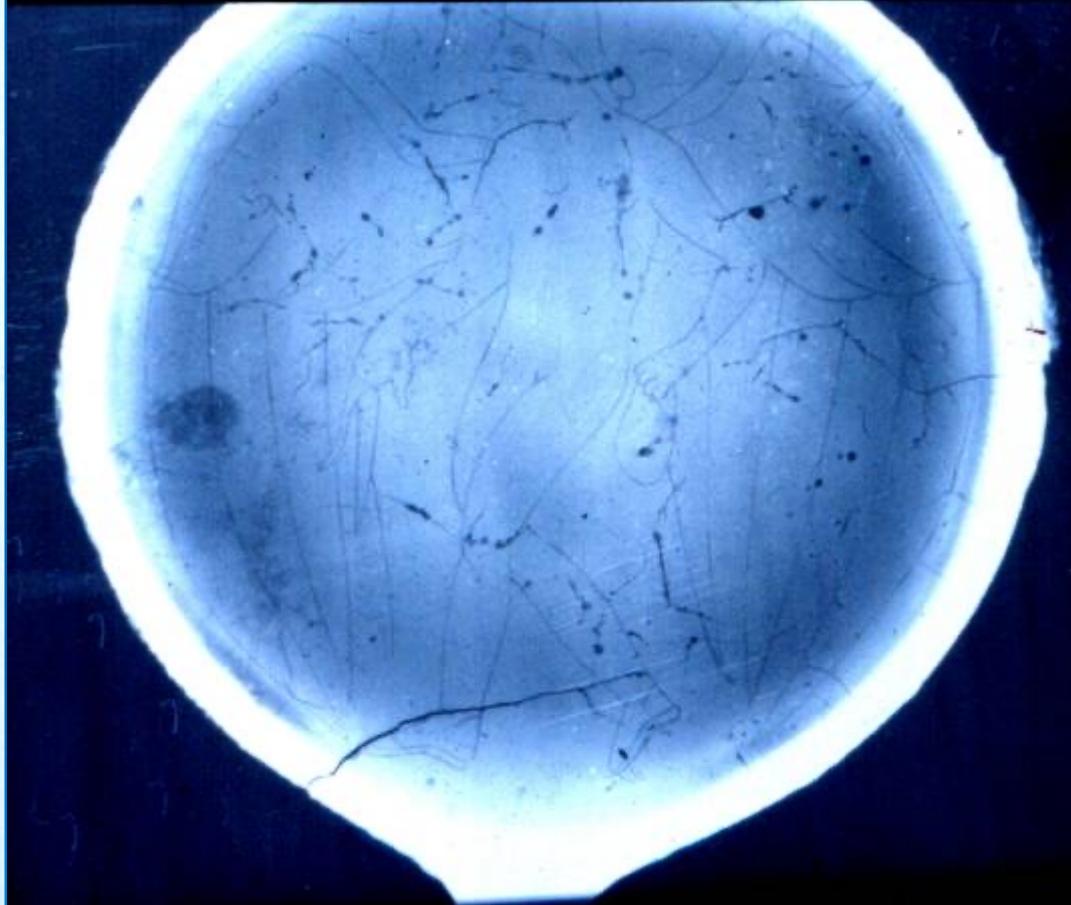
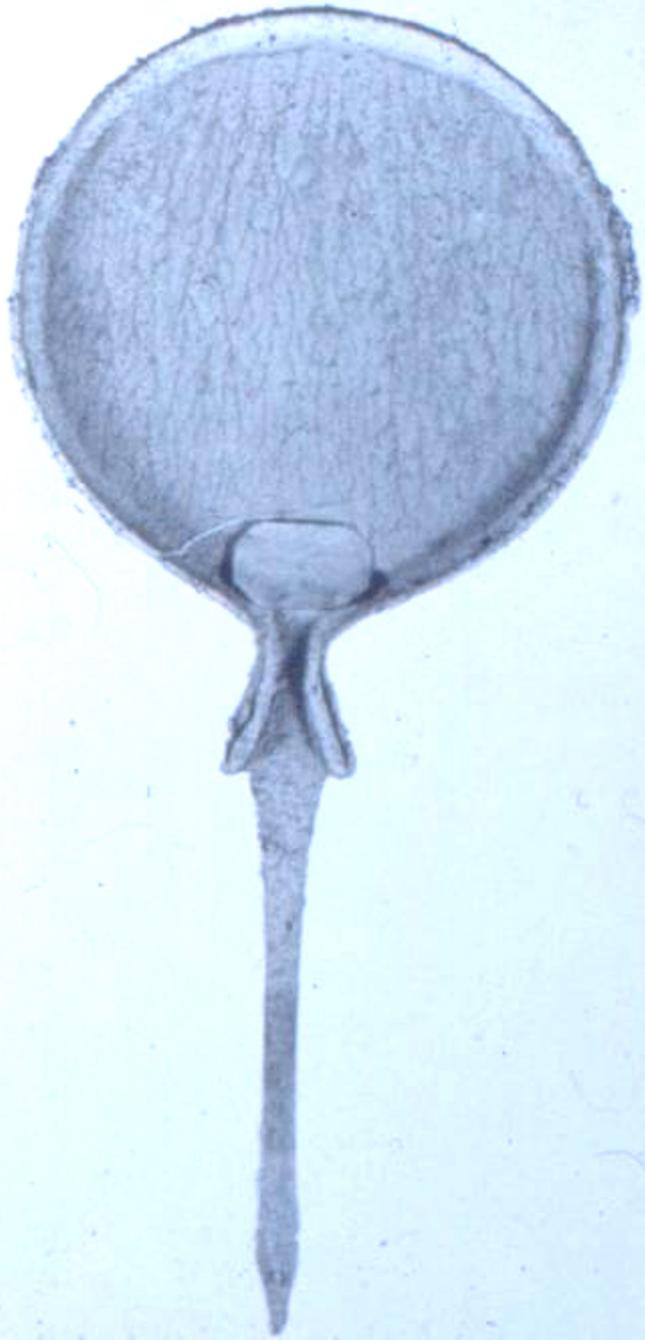
Minore è la distanza tra oggetto e lastra e minore è la deformazione, più i raggi sono perpendicolari alla lastra più sono nitidi i particolari



3

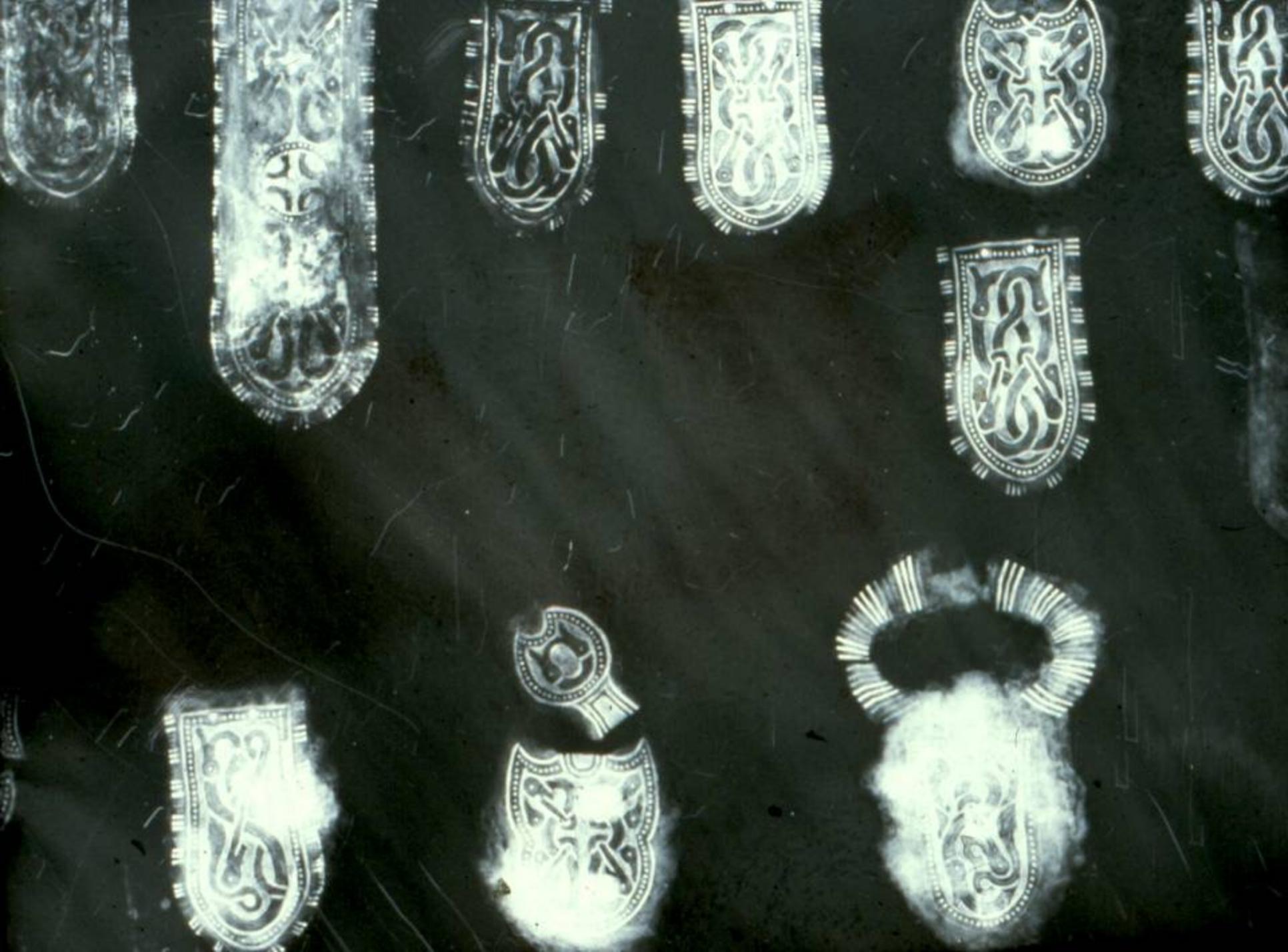
Fiorino fiorentino





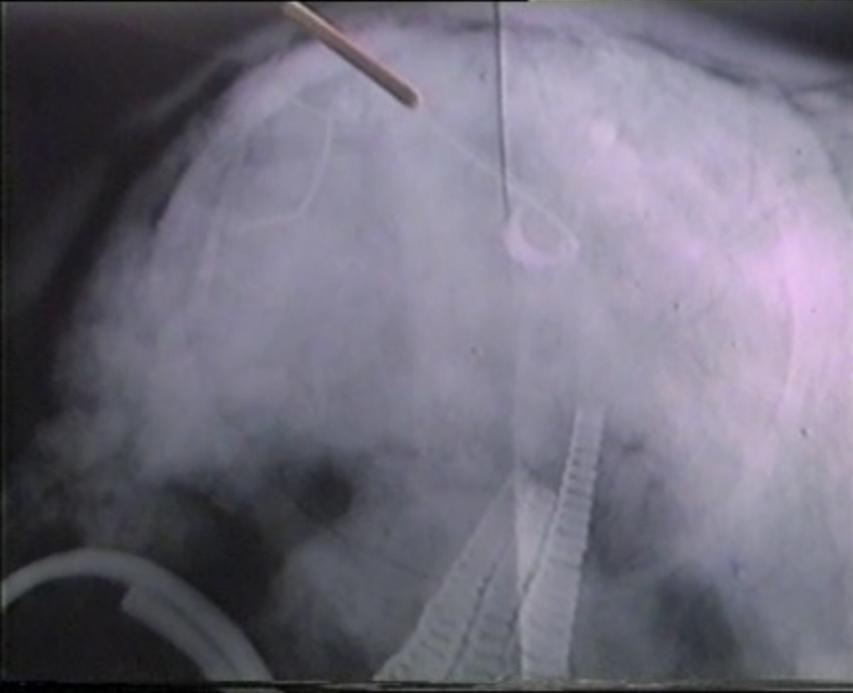
Specchio etrusco

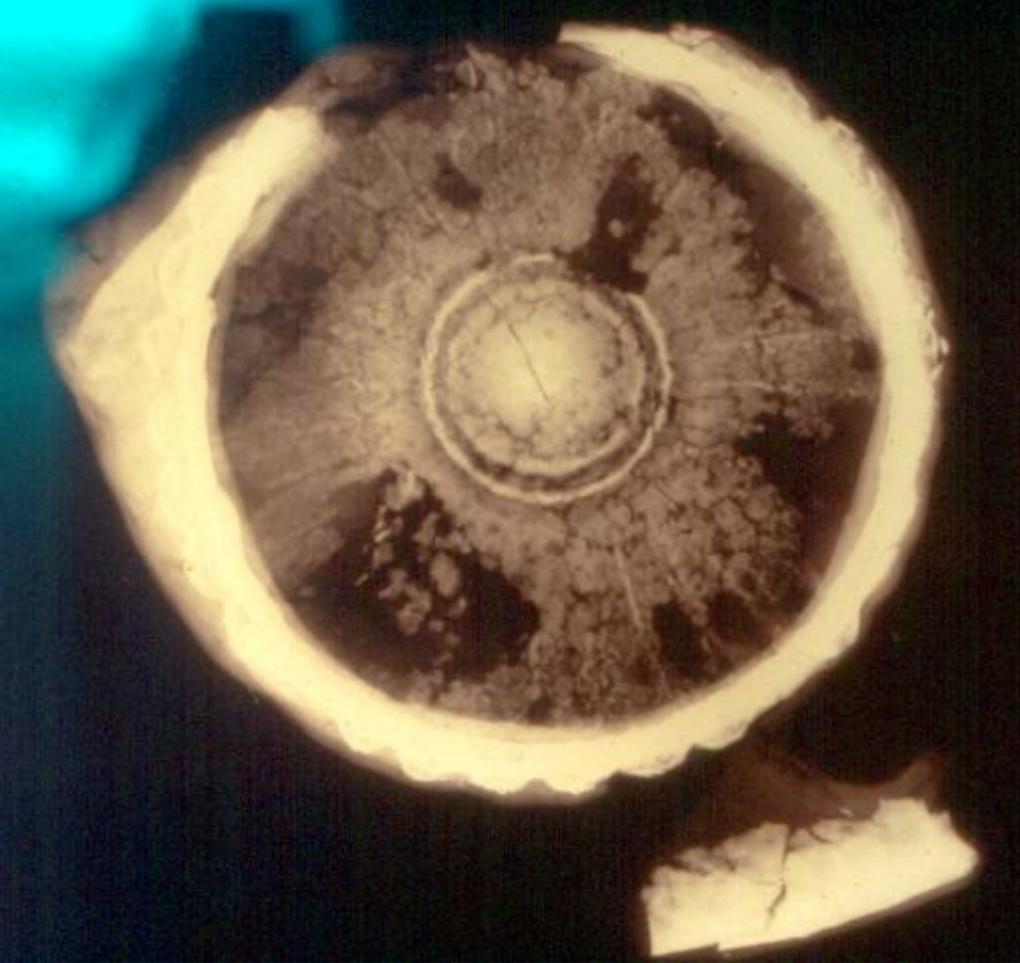






Pani di terra provenienti direttamente dallo scavo



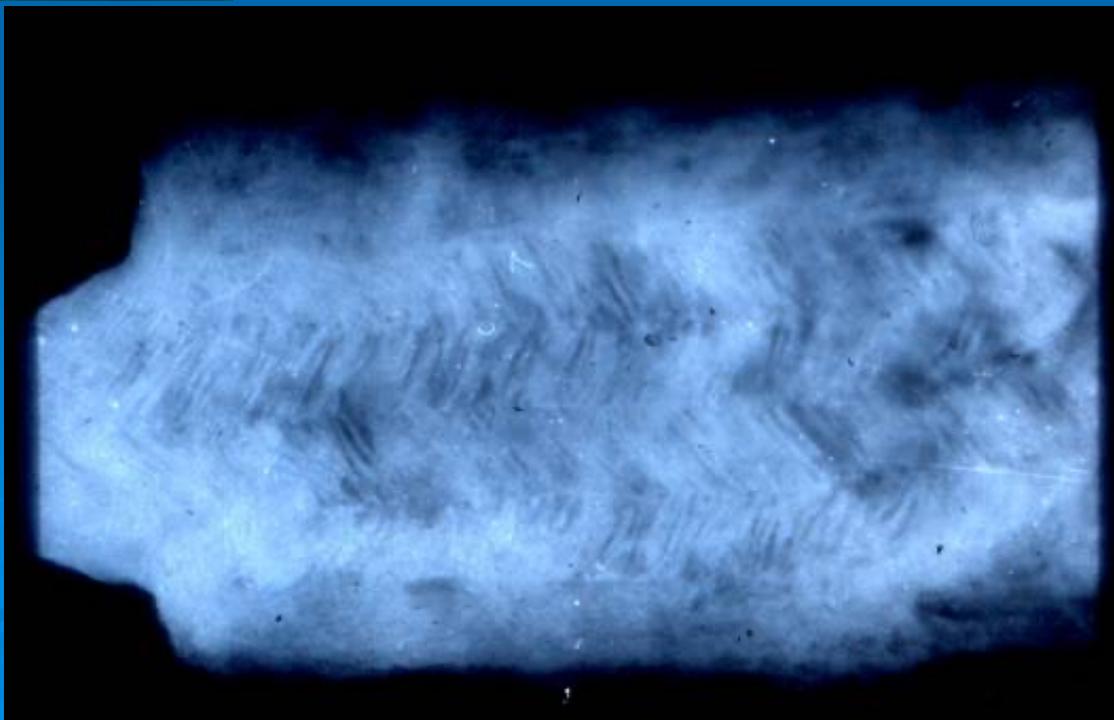


Si prosegue un vero e proprio scavo
in laboratorio





Spade longobarde forgiate con i
stessi metodi usati per le
“Katane” giapponesi



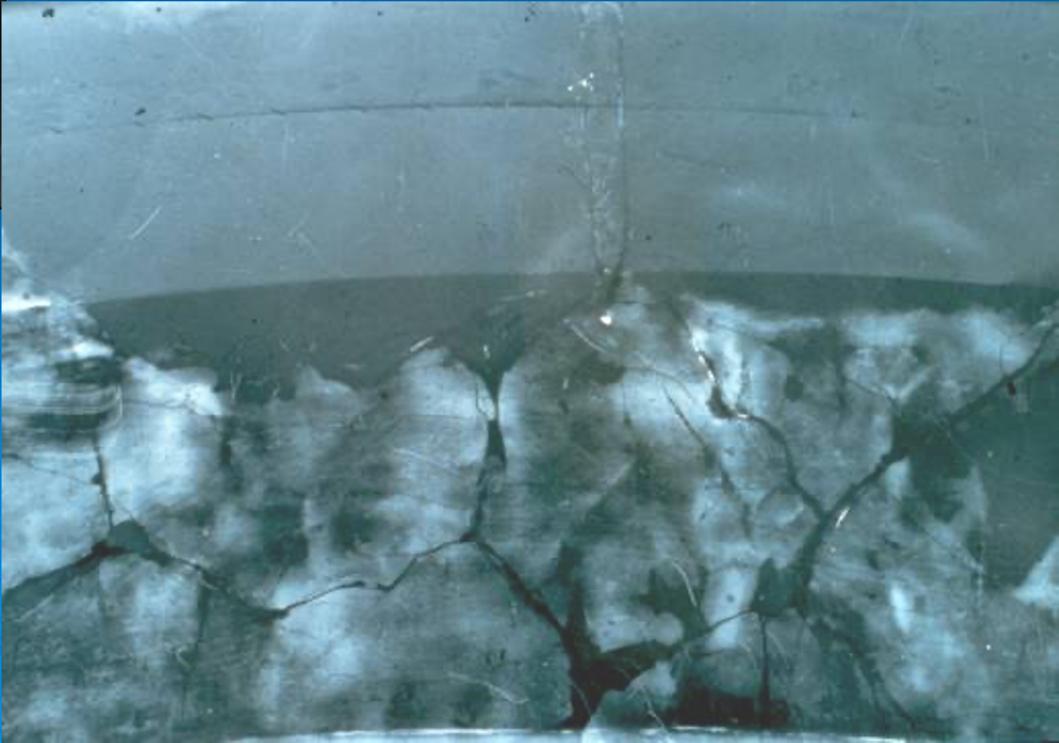




Ricerca medico- antropologica



Vaso Francois

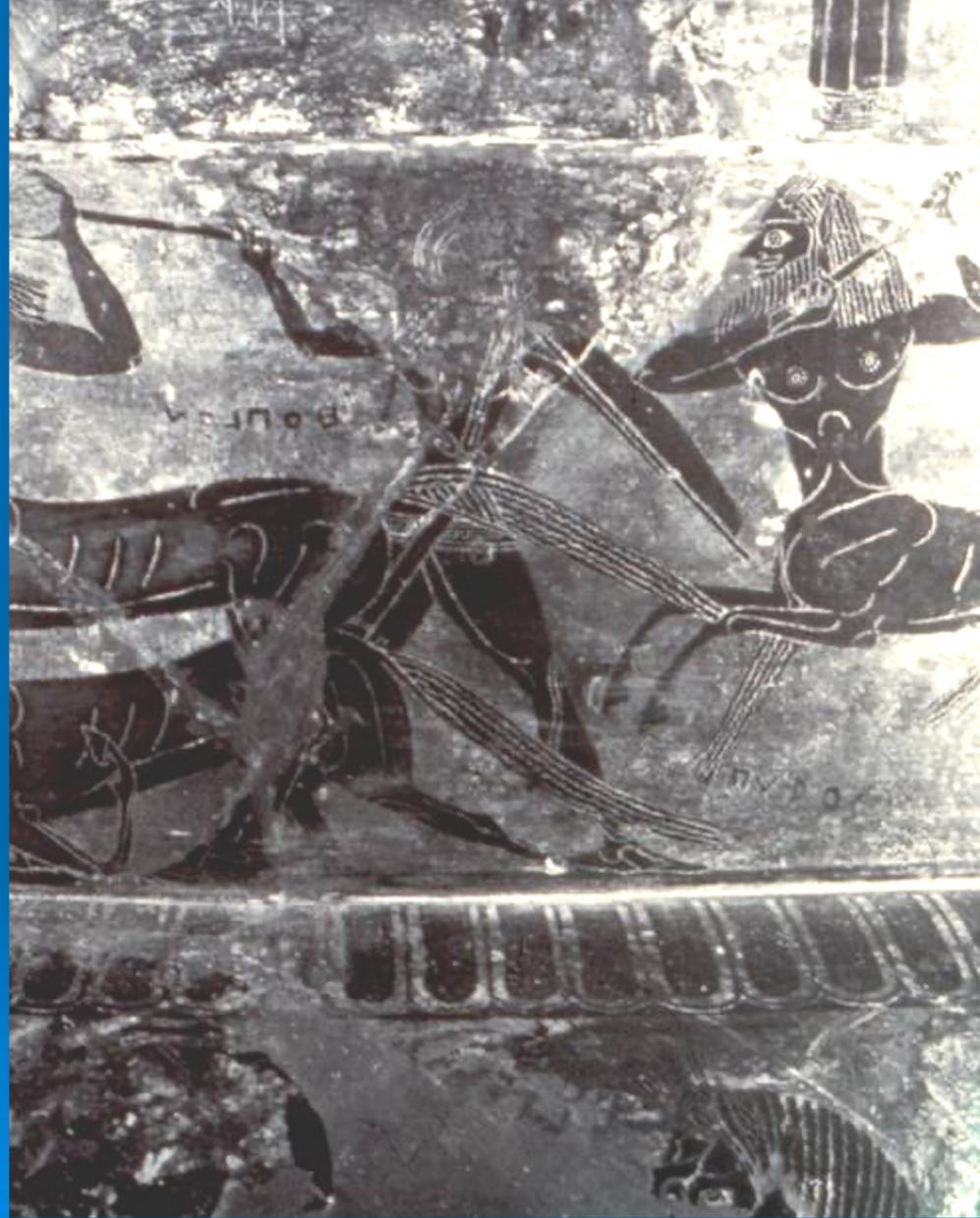


Fotografia ad ultravioletto

Sfrutta le radiazioni di lunghezza d'onda inferiori a 4000 \AA

Sorgente di radiazioni ultraviolette: lampada di Wood









Sarcofago degli sposi (museo del Louvre)



Fotografia ad infrarosso

Sfrutta le radiazioni di lunghezza d'onda superiori a 7500 \AA sino a $9-10000$

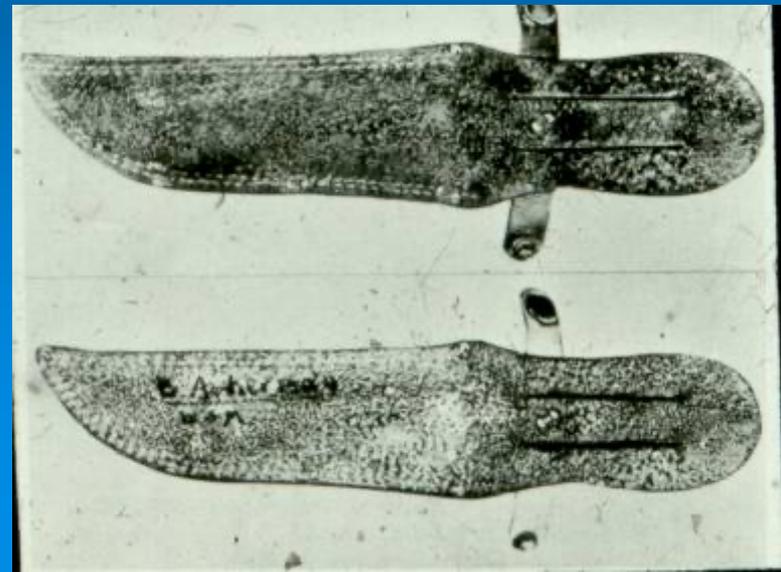
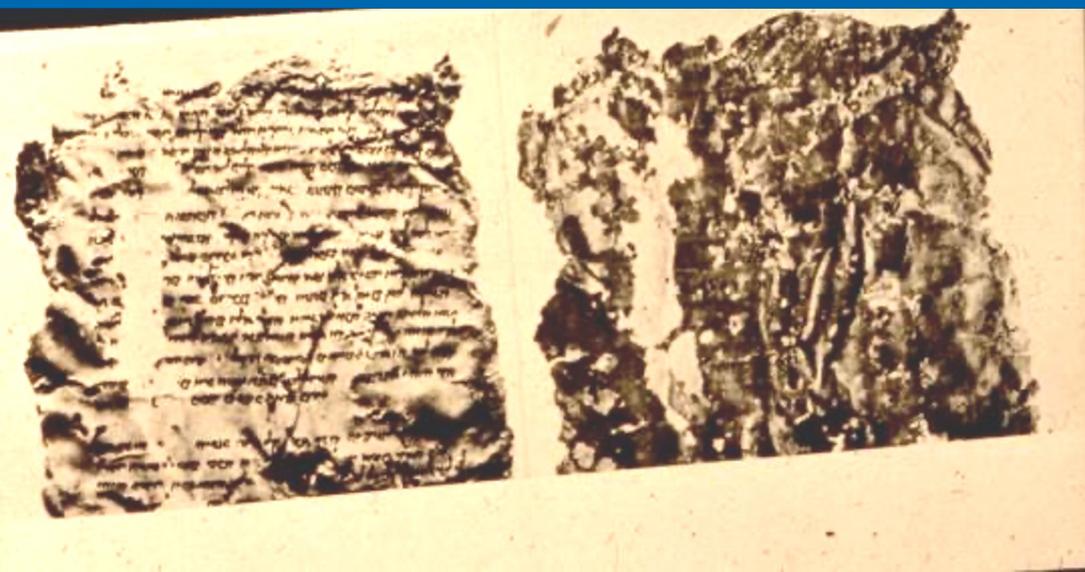
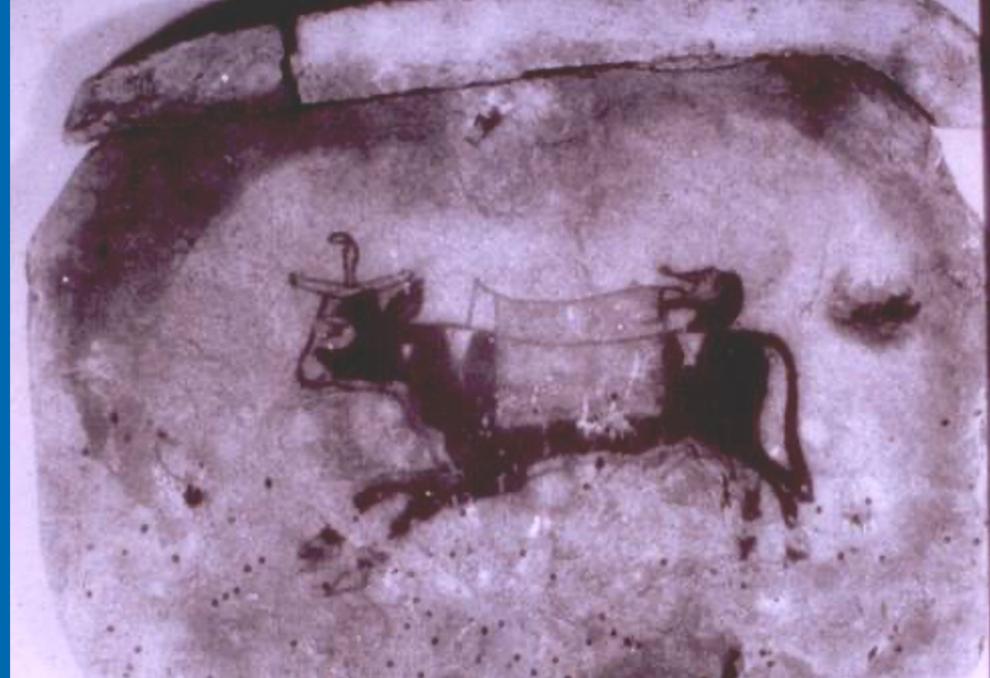
Occorre:

Sorgente di radiazioni infrarosse o ci si avvale delle radiazioni già emesse naturalmente

Una macchina fotografica con filtro selettivo

Una pellicola sensibile a tali radiazioni





Eddy-currents

E' un sistema di indagine non invasivo, facilmente applicabile, veloce, ma purtroppo non molto preciso e affidabile. Ci da solamente delle indicazioni che, prese con la dovuta cautela, possono, a volte, essere molto preziose

Le misurazioni di conducibilità elettrica con il metodo delle correnti indotte (Eddy-Currents) sui bronzi antichi, servono all'individuazione delle discontinuità di struttura: porosità interne, inclusioni e cricche. Il metodo serve anche per ricerche tecnologiche, specialmente nello studio delle saldature e delle tassellature. Inoltre, poiché i diversi tipi di lega mostrano differenti valori di conducibilità, è possibile anche rilevare la presenza di integrazioni antiche e moderne.

Le misure di conducibilità non possono sostituire le analisi chimiche ma servono ad ottenere informazioni preliminari per un più corretto prelievo della campionatura.



Misure di conducibilità su una formella della Porta del Paradiso del Ghiberti



Analisi parzialmente invasive

Per le opere che presentano problemi particolari è necessario fare dei prelievi, in punti rappresentativi, sia di patine che di metallo e far eseguire tutta una serie di analisi specifiche da cui risultino la composizione delle leghe, i costituenti delle patine, la loro natura e la presenza di sostanze che compongono gli strati superficiali (sostanze cerose, proteiche, residui di vernici, pigmenti etc.).

Spettrofotometria ad emissione: per analisi qualitative

Spettrometria ad Assorbimento Atomico: per analisi quantitative

Per effettuare questi tipi di indagine è indispensabile eseguire dei microprelievi sul repero che dobbiamo esaminare. Il campione prelevato sarà di pochi milligrammi.

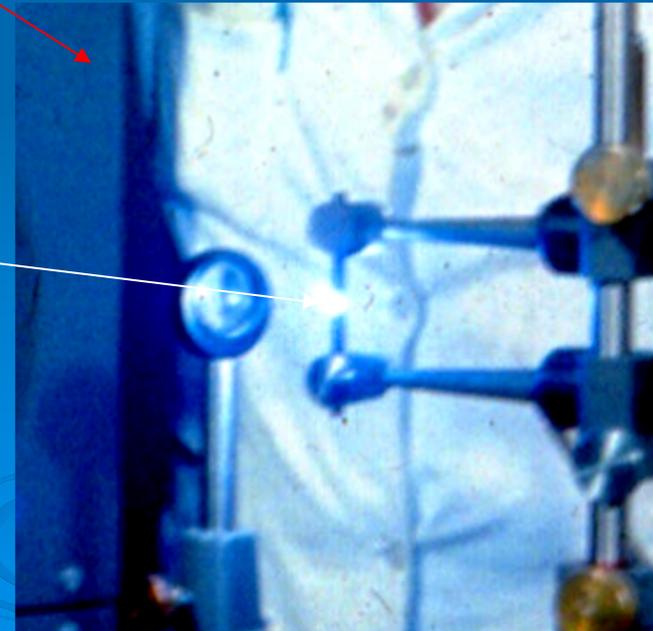
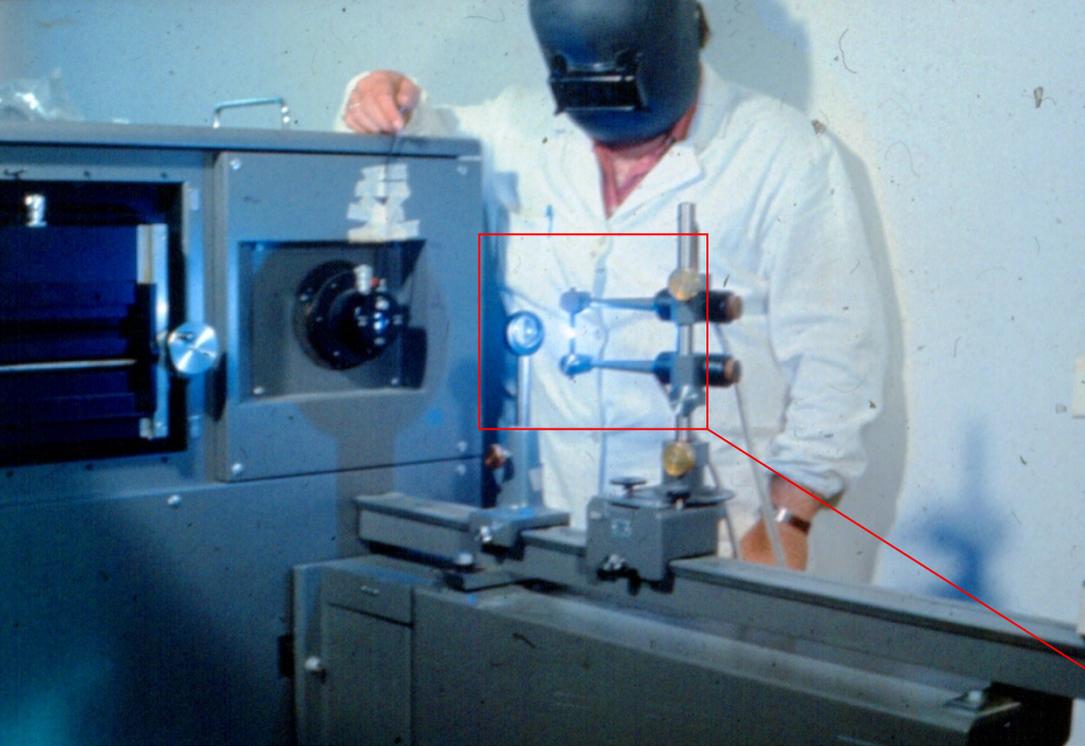


Il prelievo di un campione crea sempre un piccolo danno al reperto



Spettrofotometria ad emissione

1972



campione

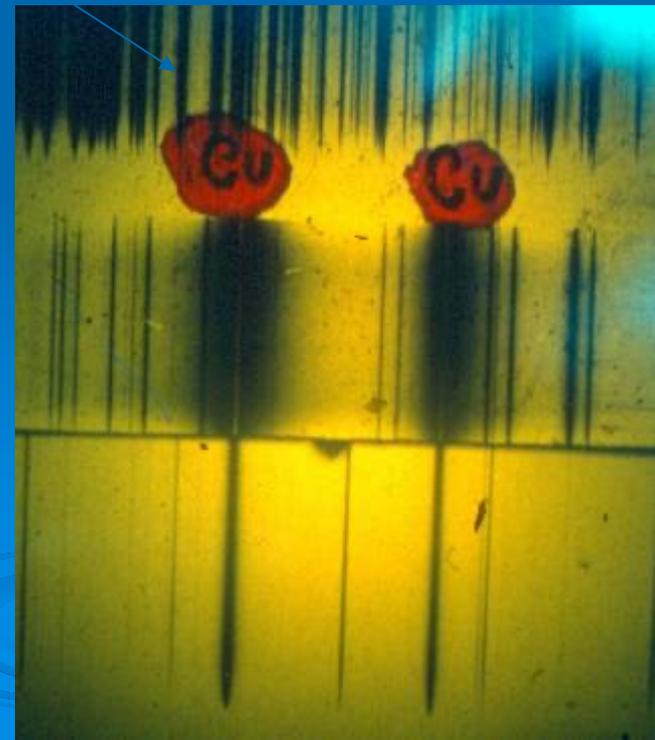
SHALTI

Line	Intensity
1	Very faint
2	Very faint
3	Very faint
4	Very faint
5a	Very faint
5b	Very faint
6	Very faint
7	Very faint
8	Very faint
9	Very faint
10	Very faint
11	Very faint
12	Very faint
13	Very faint
14	Very faint
15	Very faint

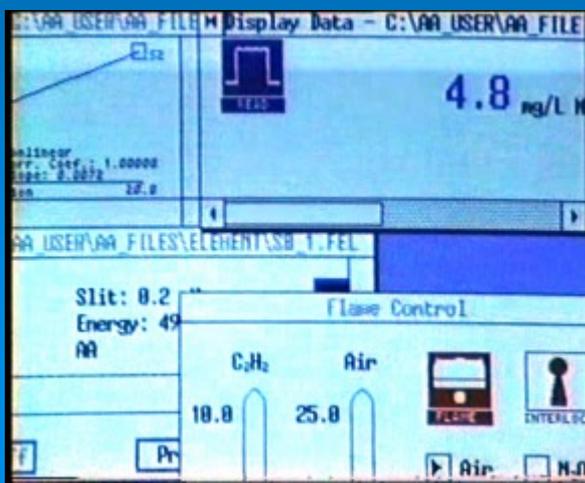


Confronto del campione preso in esame con uno standard predeterminato

**Oggi fortunatamente
l'informatica ha semplificato le
cose, ridotti i tempi e aumentato
la precisione**



Spettrometro ad Assorbimento Atomico



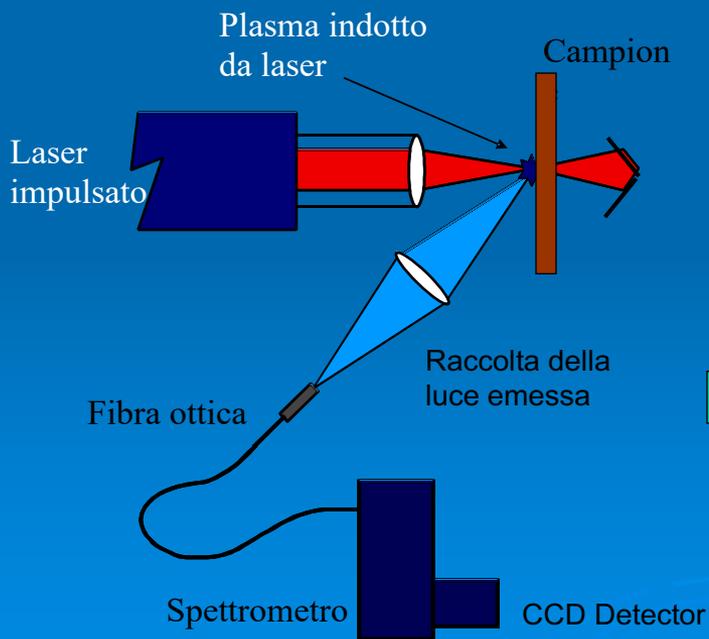
LIPS (LIBS)

Laser Induced Plasma Spectroscopy (LIPS) (Spettroscopia di Plasma Indotto da Laser)

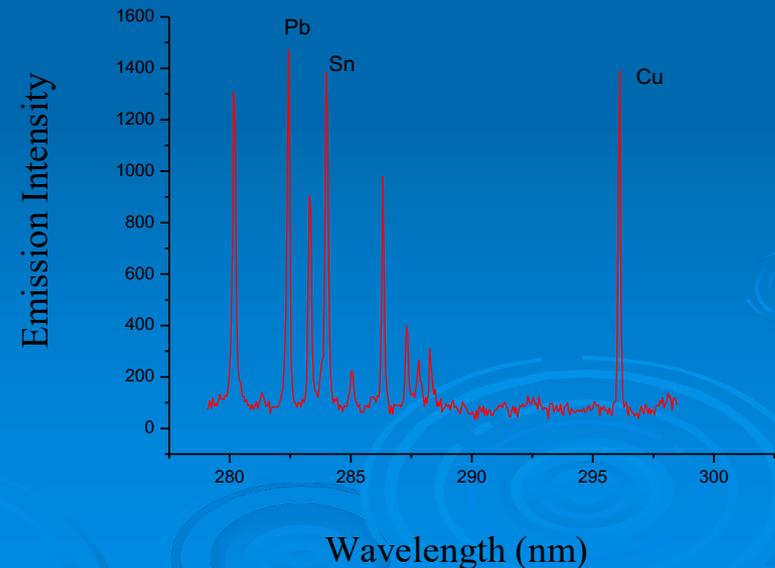
consente l'analisi elementare qualitativa e quantitativa di campioni solidi liquidi o gassosi.

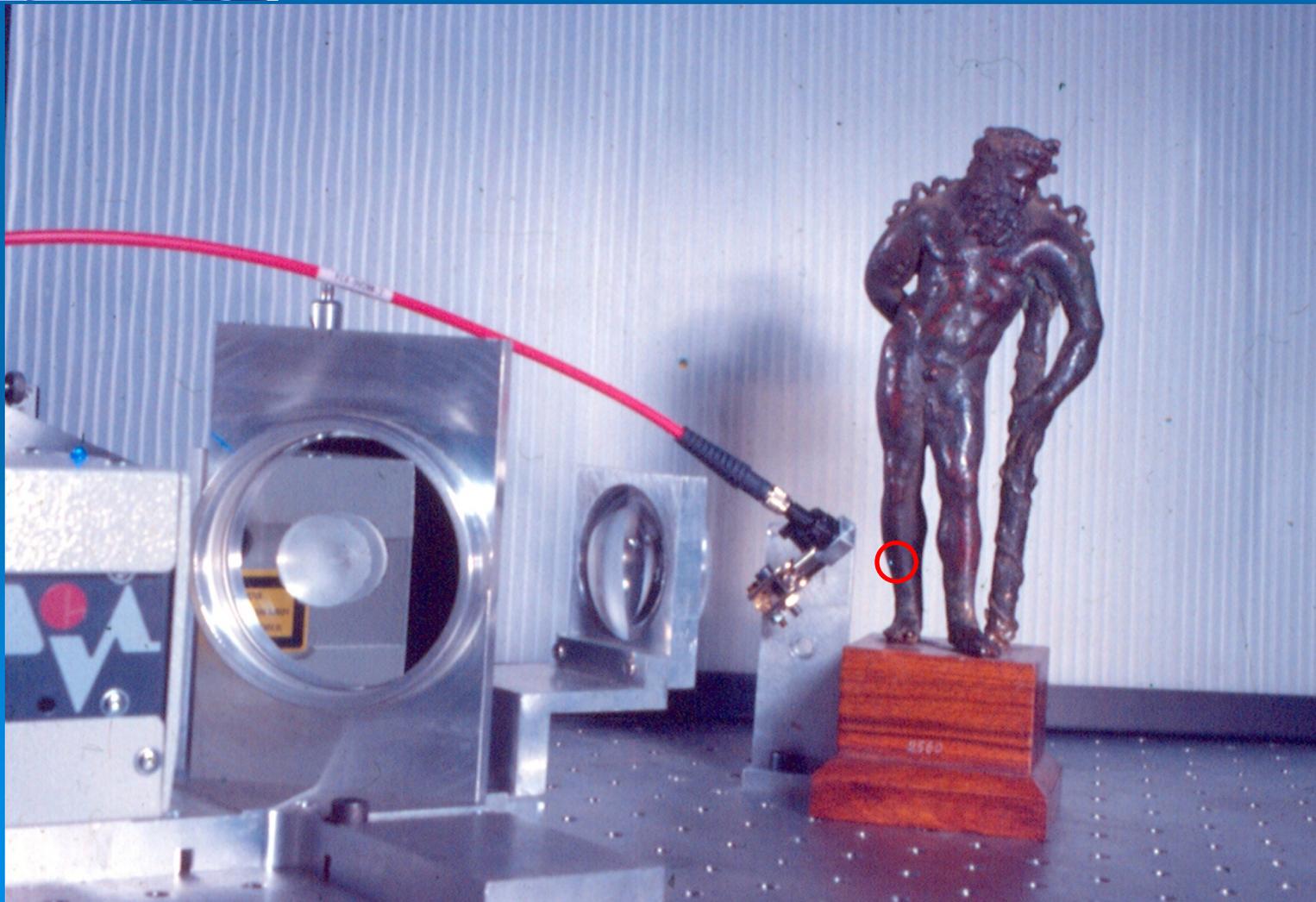
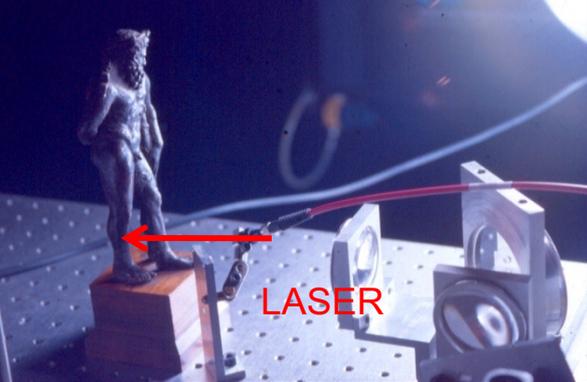
La focalizzazione di un fascio laser sul campione in esame genera un plasma il cui raffreddamento produce ricombinazione di elettroni e diseccitazione di atomi. Questi cambiamenti forniscono un caratteristico modello spettrale, dal quale può essere ricavata la costituzione elementare del campione.

In genere, l'informazione quantitativa elementare è ottenuta confrontando il segnale LIPS, misurato per un dato elemento, con un'appropriata curva di calibrazione di riferimento.



Atomic emission lines
provide species identification





Laser Induced Plasma Spectroscopy:

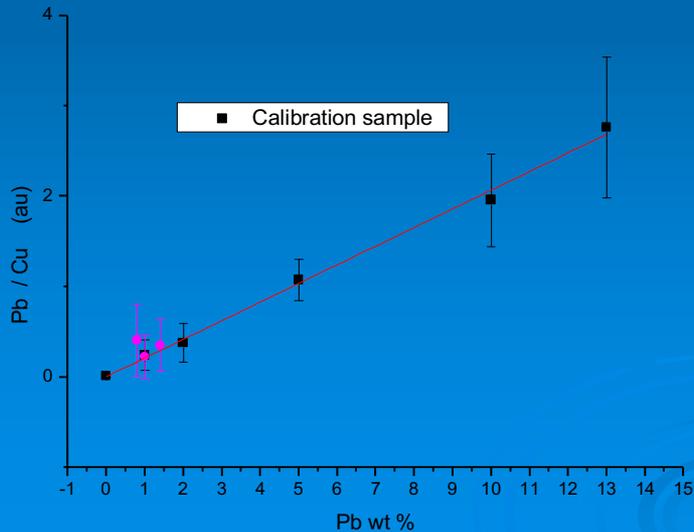
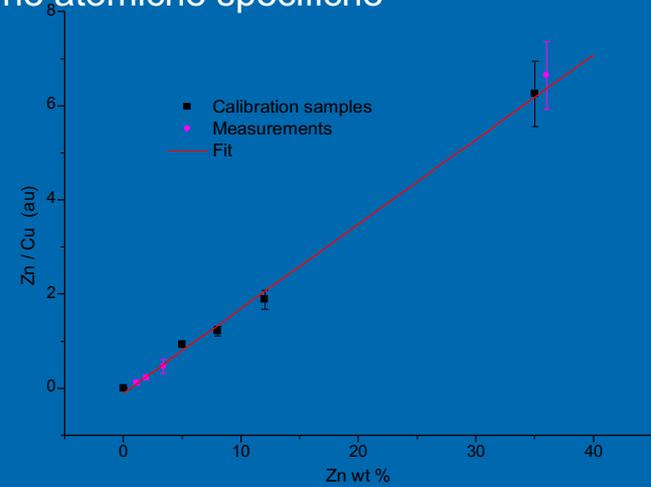
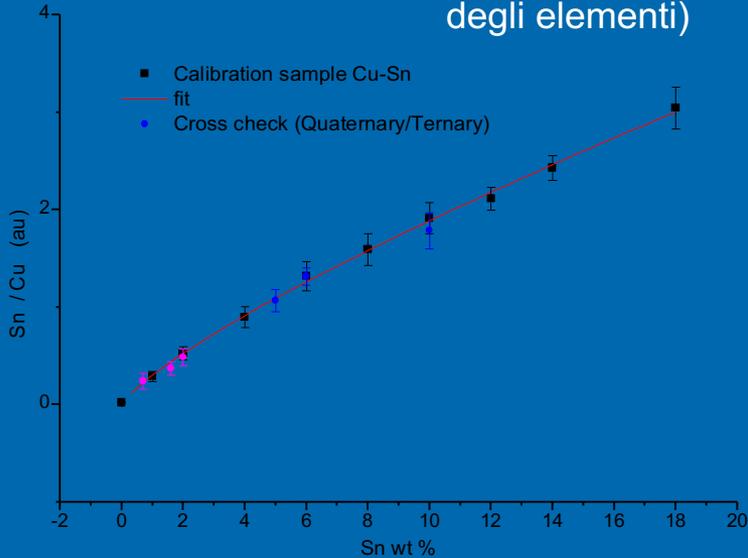
Vantaggi

I vantaggi della tecnica LIPS sono essenzialmente dovuti al fatto che è una tecnica di microanalisi minimamente distruttiva (tipicamente un diametro del cratere di 100 micron e una profondità di mezzo micron), che non richiede un trattamento preventivo del campione e che può essere utilizzata per analisi in situ.

- Analisi simultanea di molti elementi
- Analisi in tempo reale senza preparazione del campione
- Analisi in-situ.
- Microdistruttiva (non-invasiva)
- Alta risoluzione spaziale e profili di composizione in profondità
- Più economica di altre tecniche di analisi

Curve di calibrazione con misure di controllo

(sulle ordinate ci sono i rapporti tra righe atomiche specifiche degli elementi)



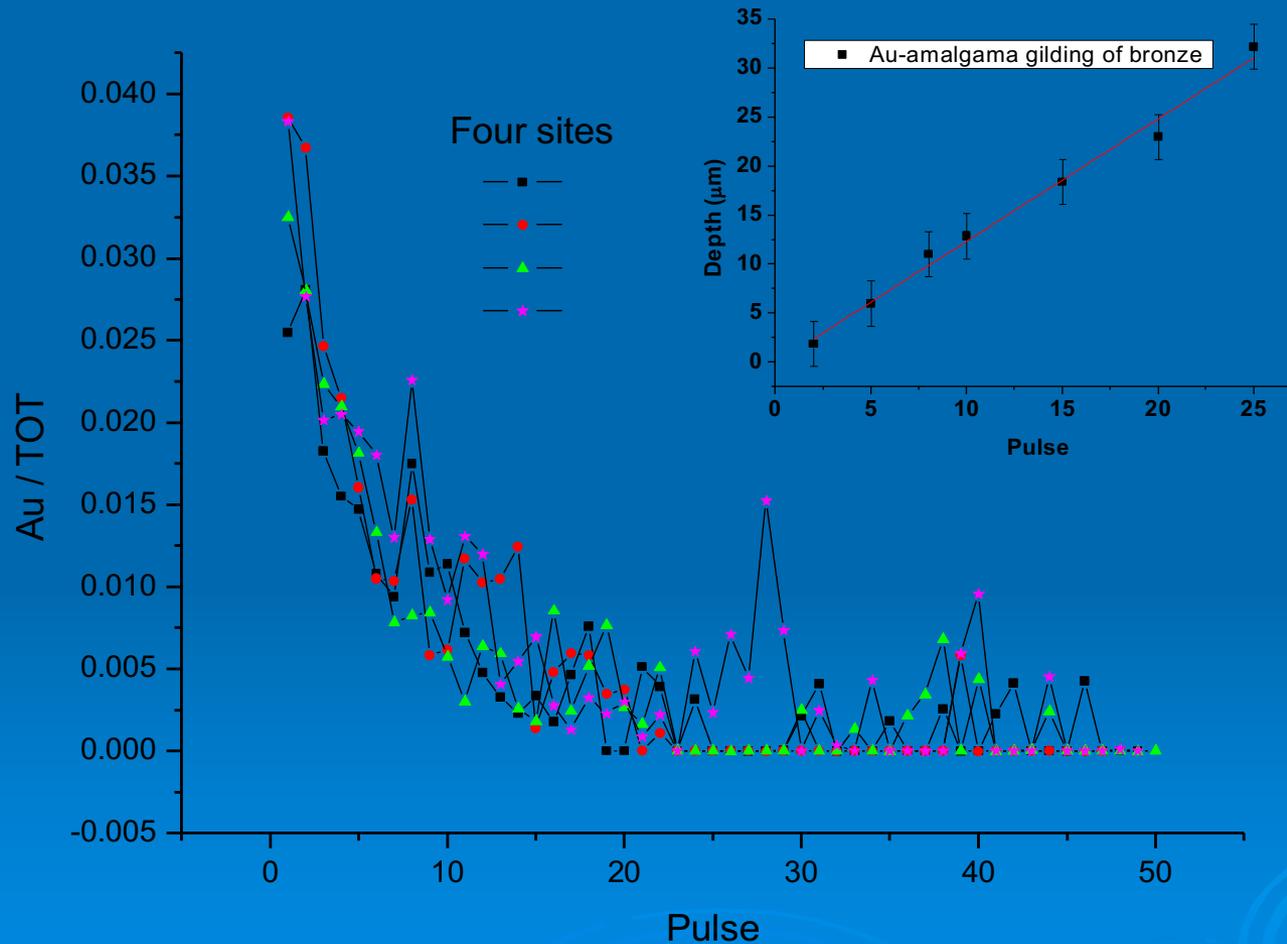
Compromesso tra possibilità di microanalisi e precisione

- Lo spot piccolo è più sensibile alle disomogeneità della lega, segregazioni, microstrutture,....

Detection Limit

Sn	400 ppm
Zn	800 ppm
Pb	500 ppm

Profili di composizione di una doratura ad amalgama

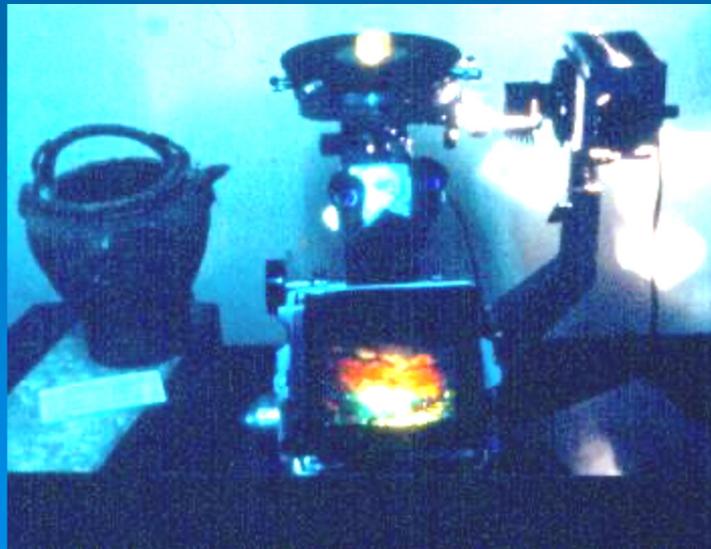


Nel grafico piccolo c'è una sorta di calibrazione in cui si vede che ad ogni colpo corrisponde uno scavo di circa 1 micron

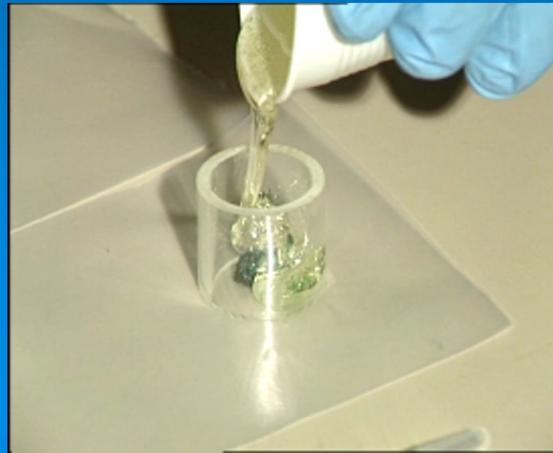
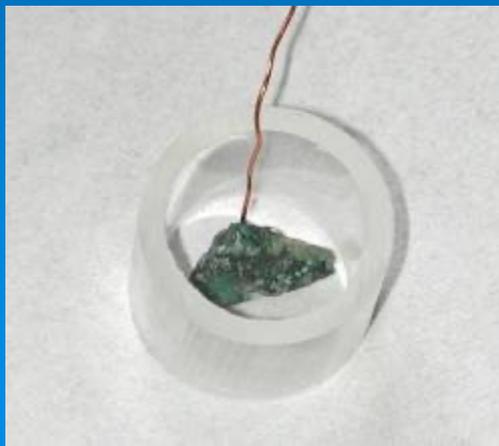
Metallografia

La tecnica più utile per avere informazioni fondamentali sulla situazione generale di un metallo è la Metallografia. Sotto tale termine riuniamo le varie indagini sulla struttura dei metalli a mezzo visione al microscopio.

Tali viste, non possono essere ottenute visionando la superficie esterna dei reperti, ma si deve osservare la sezione.



Inglobamento con resina



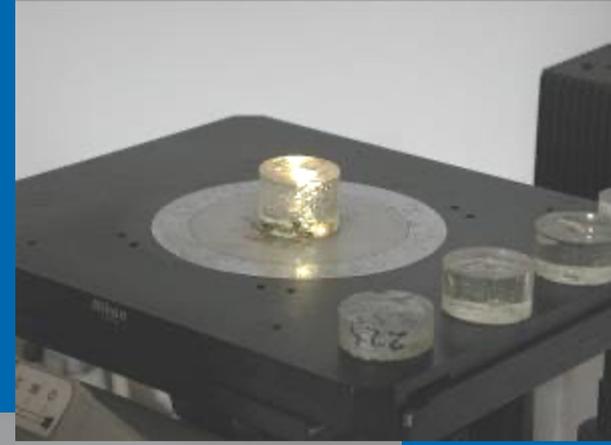


processo di lucidatura



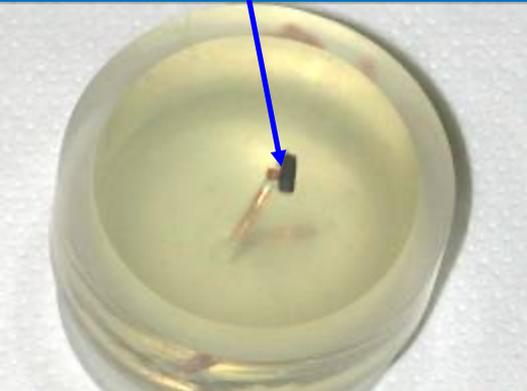


microscopio metallografico



provini

Campione inglobato



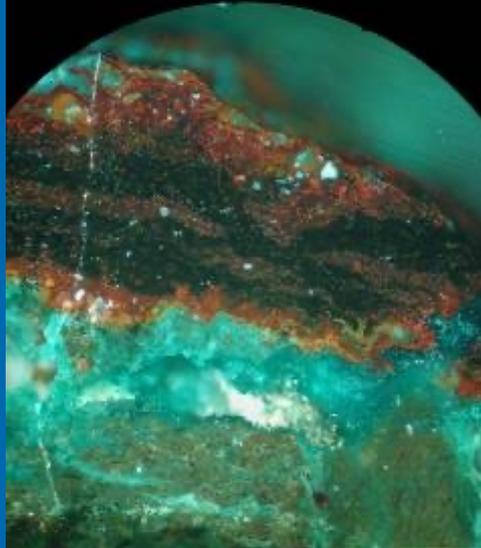
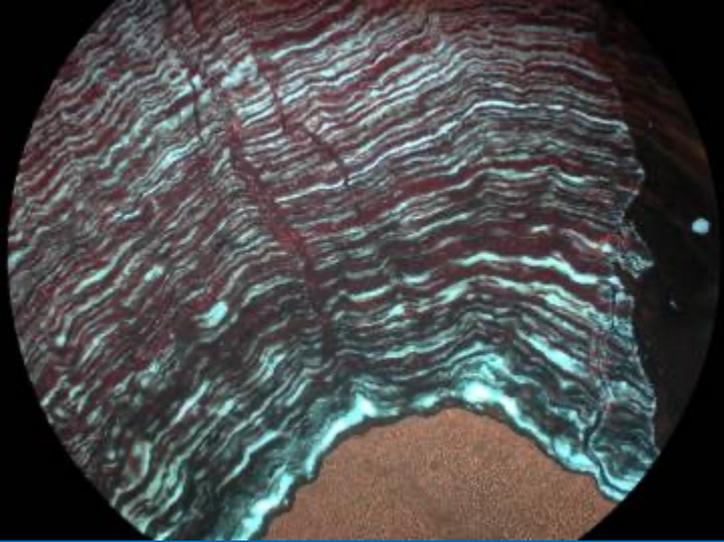
L'osservazione al microscopio metallografico può darci le seguenti informazioni:

Dopo la lucidatura e prima di un attacco chimico

- a) situazione generale dello stato di conservazione
- b) quantità, disposizione e tipo di inclusioni
- c) corrosione inter o infracristallina
- d) prodotti di corrosione, tipo degli stessi e posizioni
- e) materiali estranei al pezzo
- f) placcature, ricoperture, dorature, smalti, ecc.
- g) fratture e cricche
- f) meccanismi della corrosione

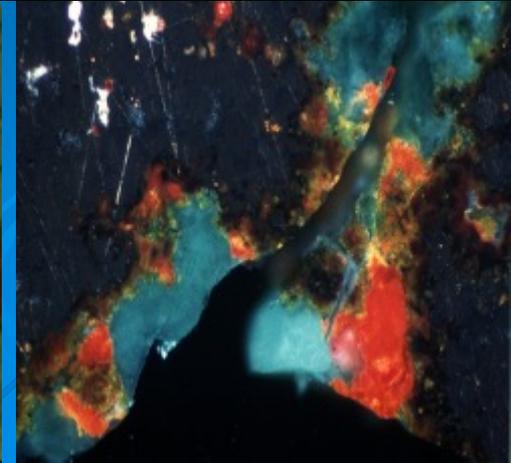
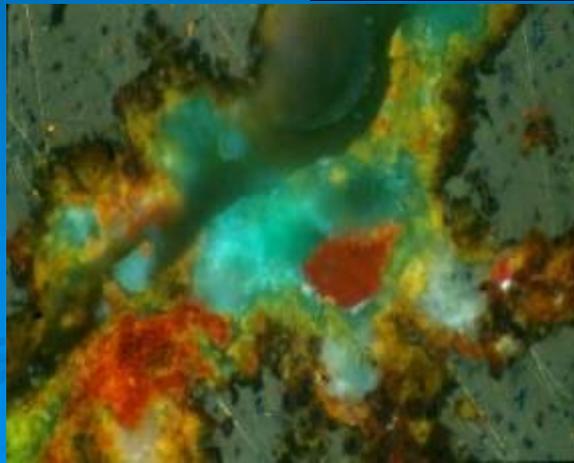
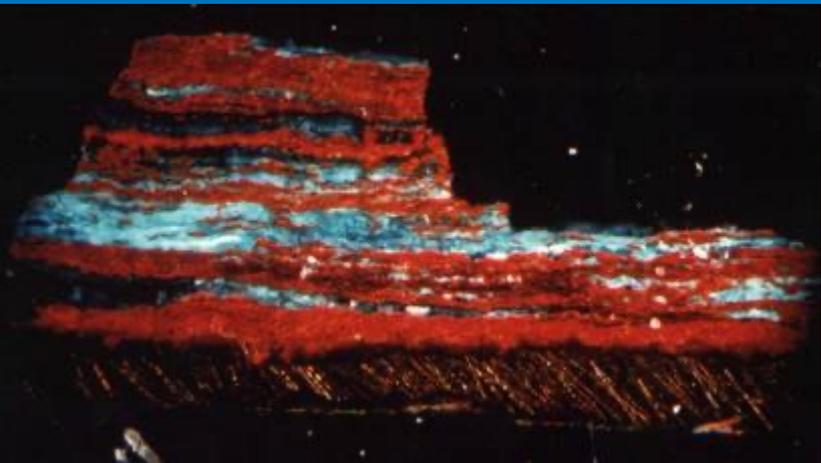
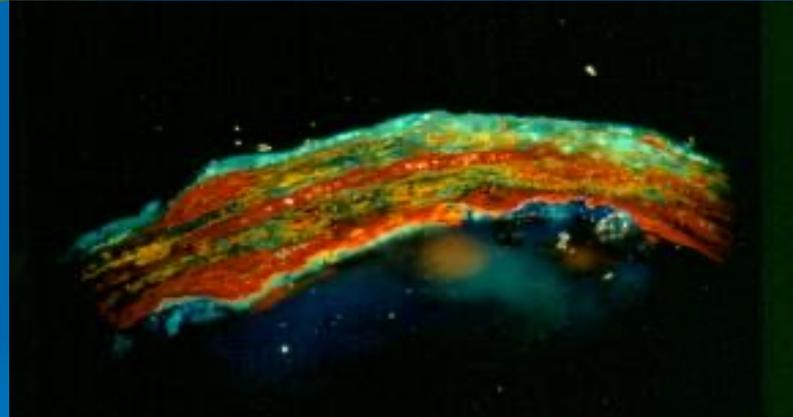
Dopo un mirato attacco chimico si potranno notare:

- a) tipo di cristalli e relative fasi
- b) tecnologia di lavorazione(fuso, laminato, trafilato etc)
- c) microrotture cricche interne del materiale.



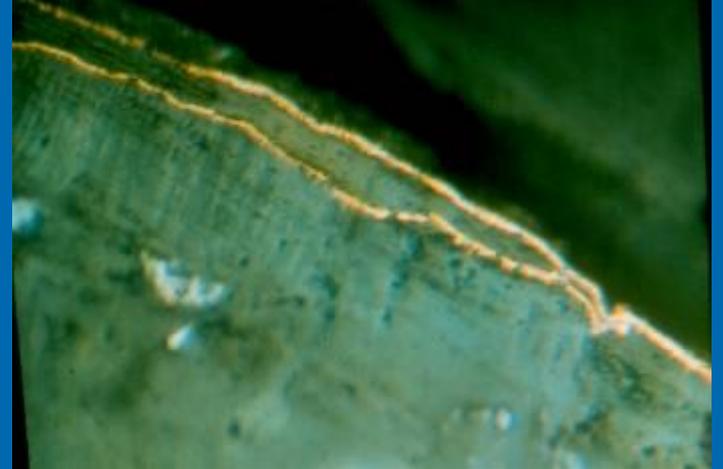
Osservazione al microscopio subito dopo la lucidatura. (senza attacco chimico)

Prodotti di corrosione osservati a luce polarizzata

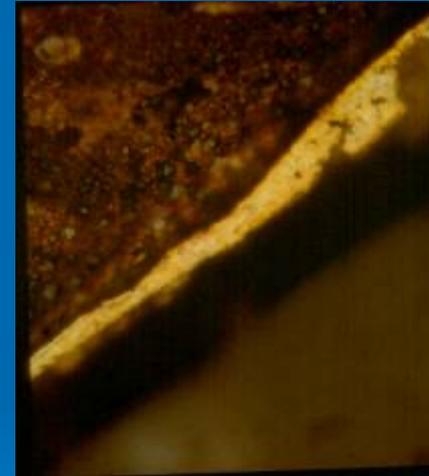




doratura a foglia



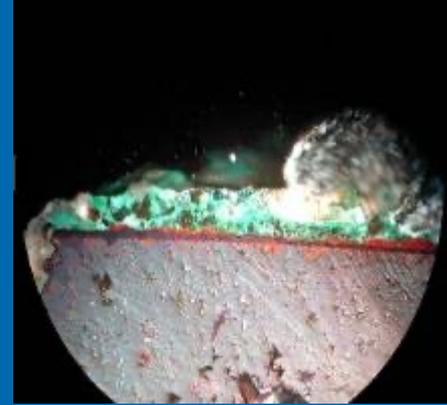
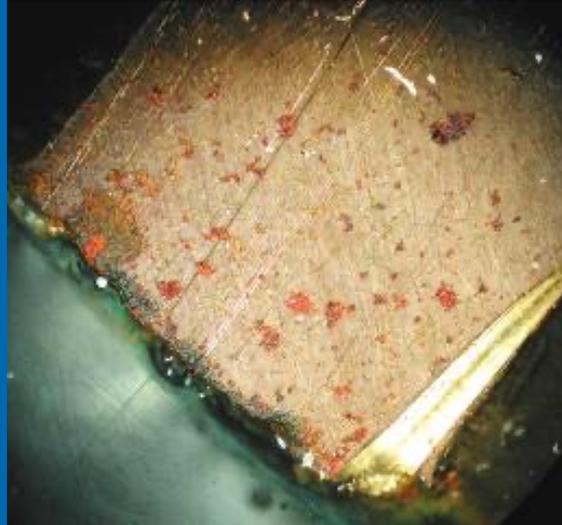
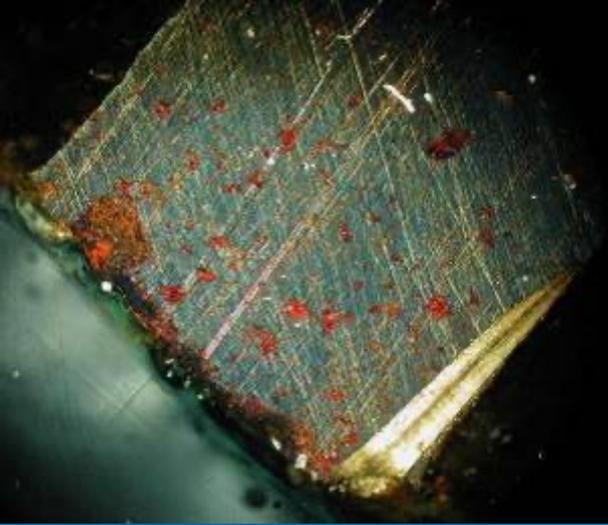
**doratura ad
amalgama**



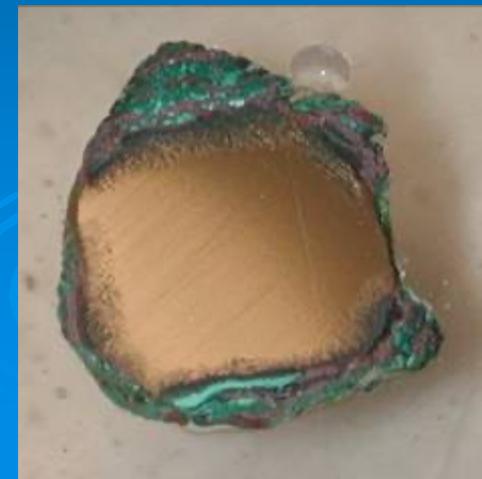
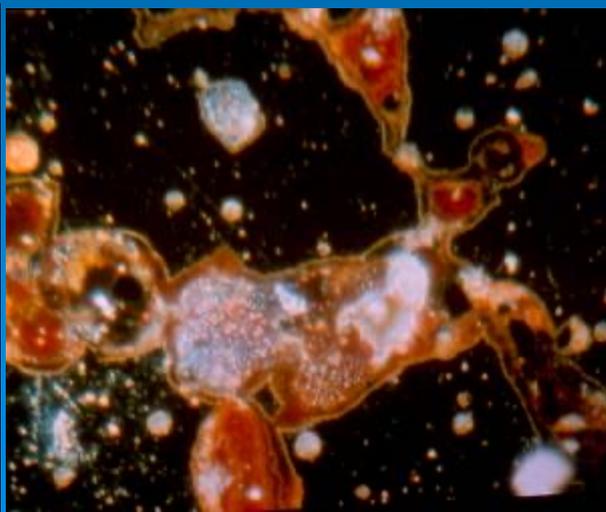
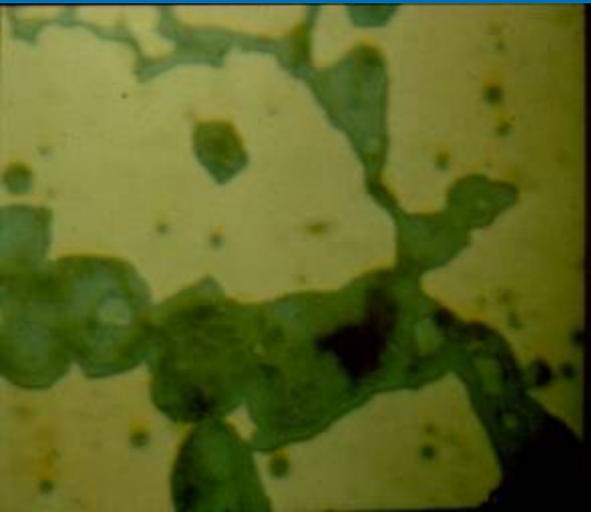
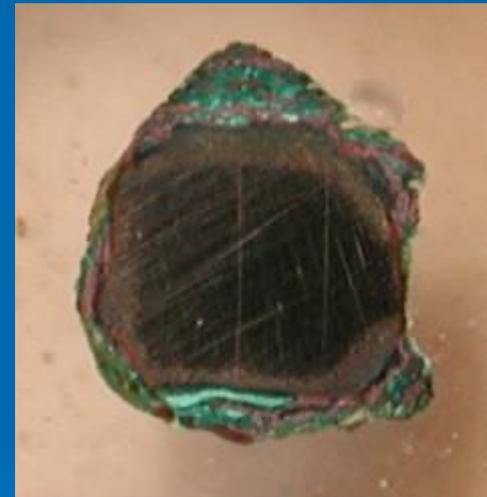
**Dendriti di solidificazione
dell'ottone di getto**

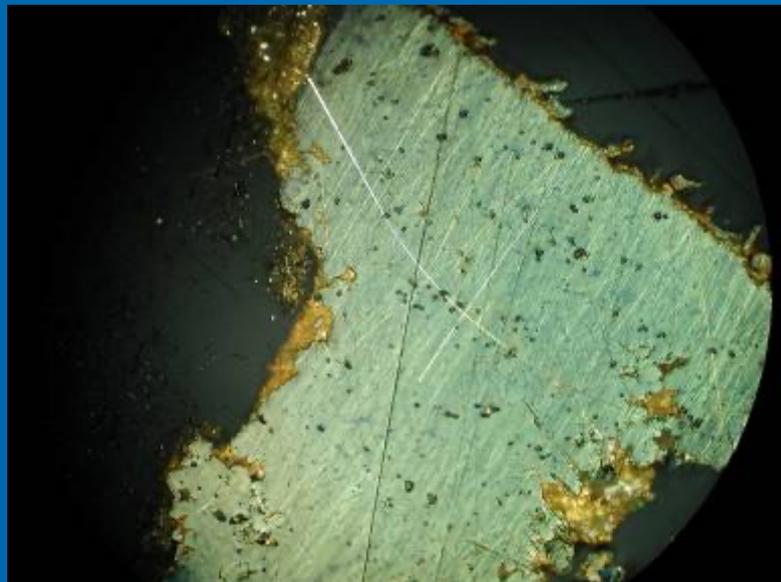
**Dendriti di solidificazione del
bronzo di getto**





**Prodotti di corrosione naturali all'interno di
bronzi archeologici**





Bronzi moderni privi di corrosione interna



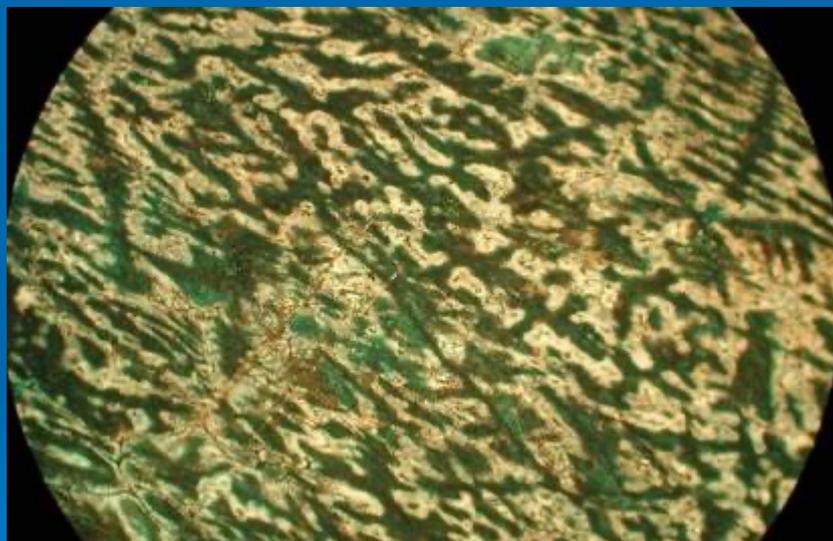
Osservazione al microscopio dopo attacco chimico

Si riescono ad individuare le varie fasi della lavorazione

200 X



Bronzo fuso raffreddato
lentamente

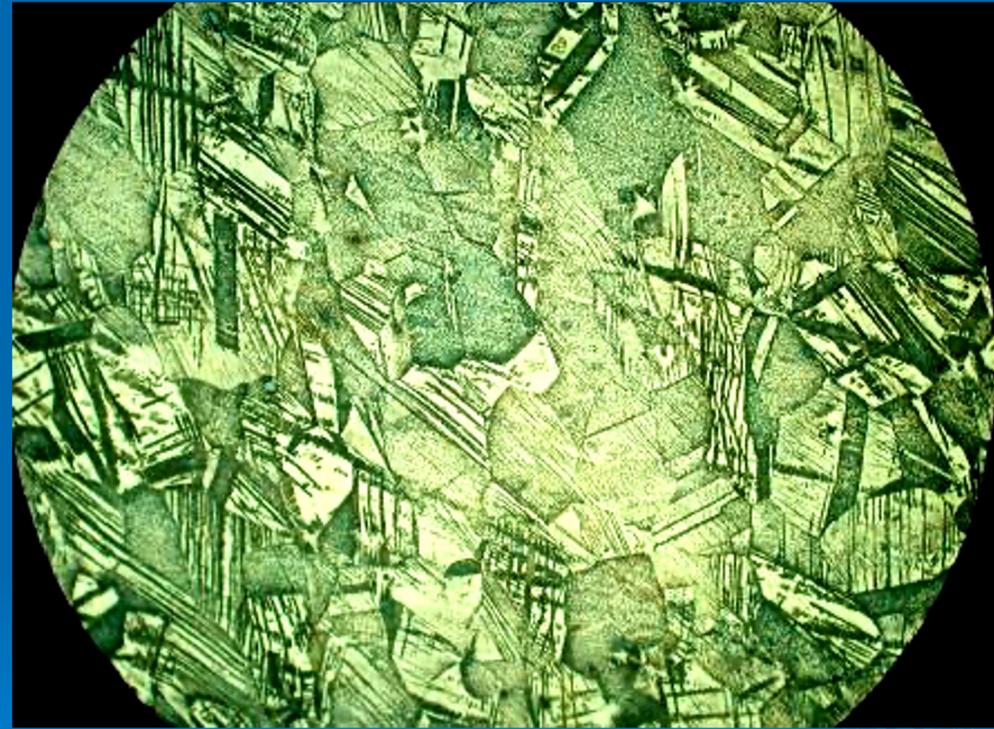


Bronzo fuso raffreddato
lentamente e ridotto con
martellatura del 47%

200 X

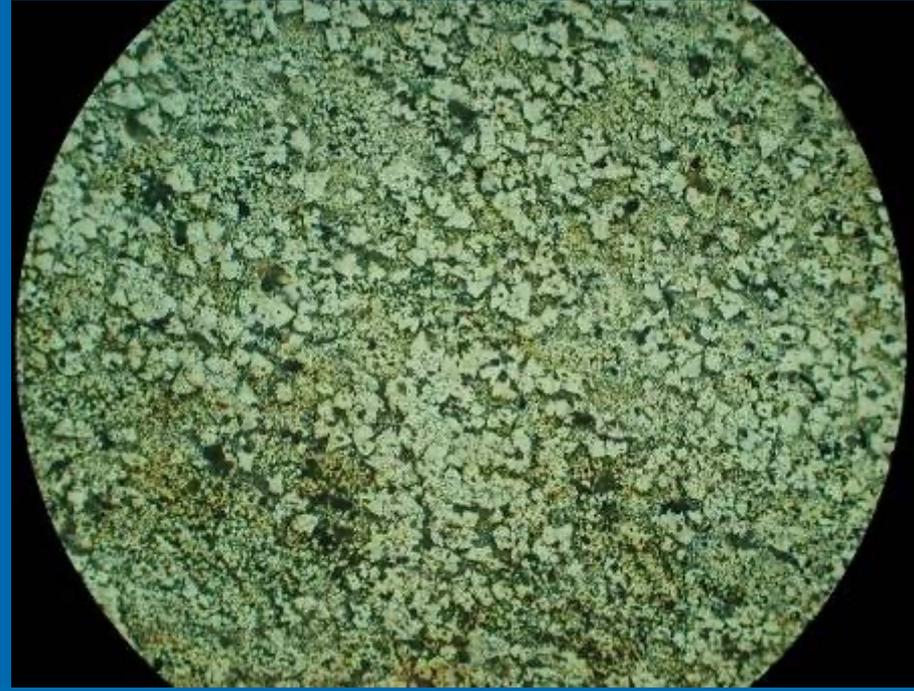


Martellato ridotto del 44%, ricotto a 700°



Martellato ridotto. del 30%. Ricotto a 700° .raffreddato lentamente . ancora ridotto. del 18%

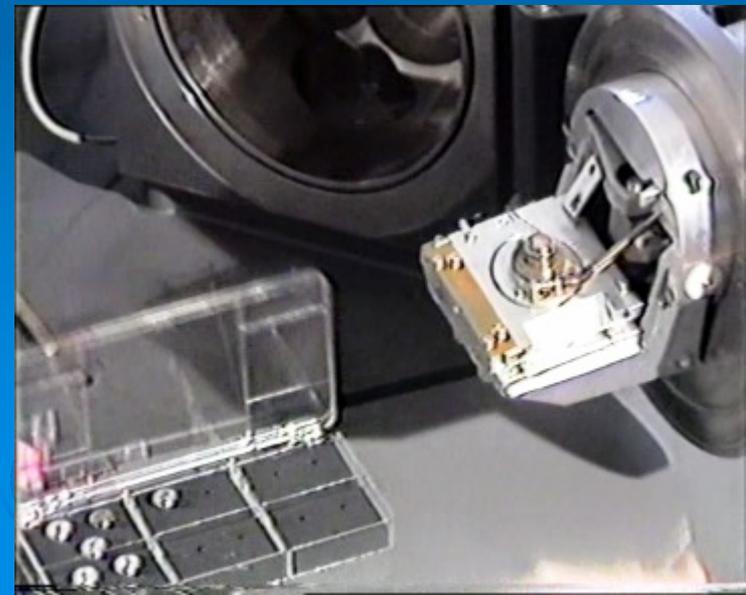
200 X

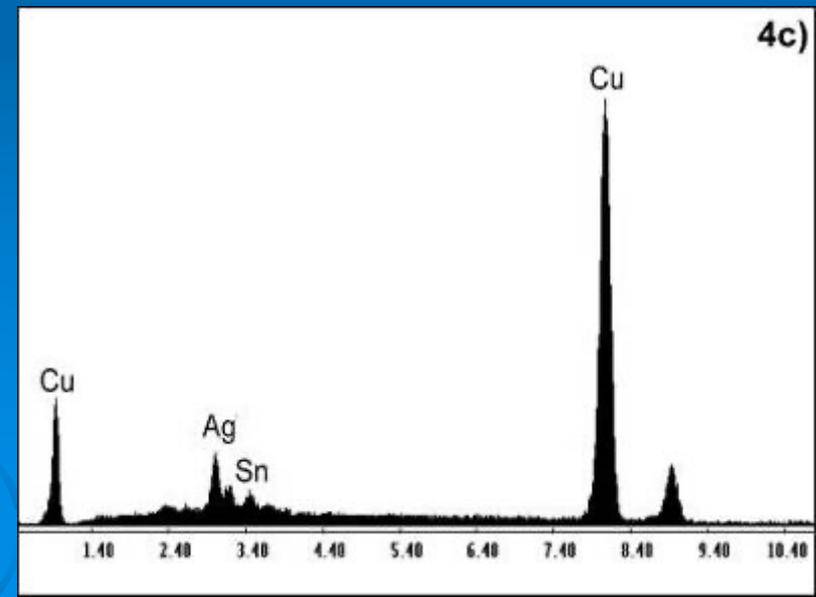
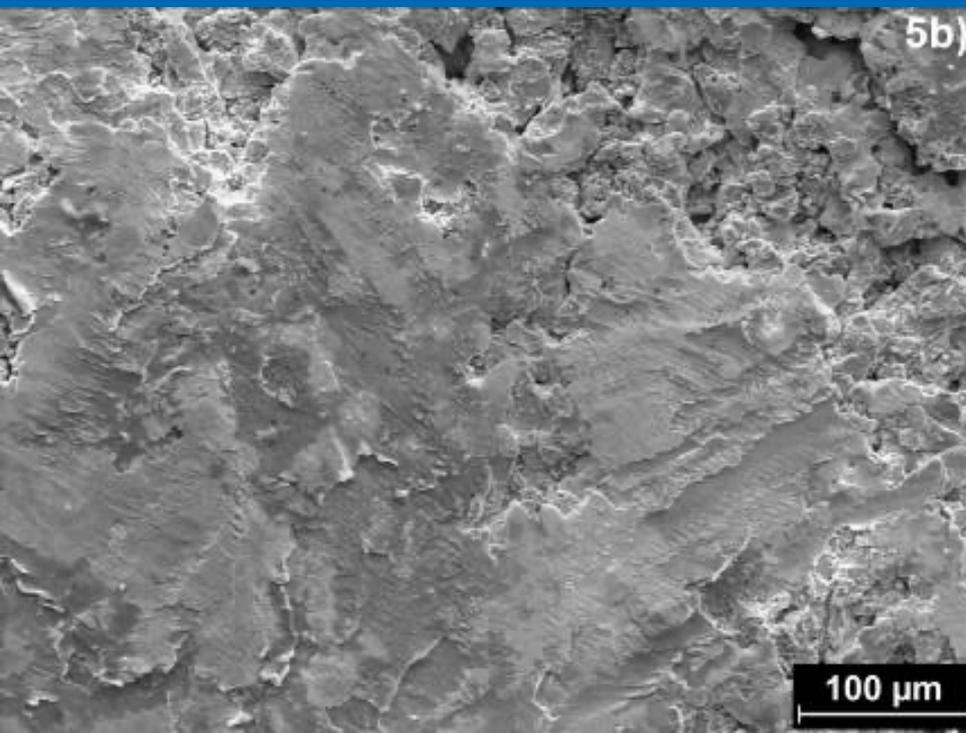
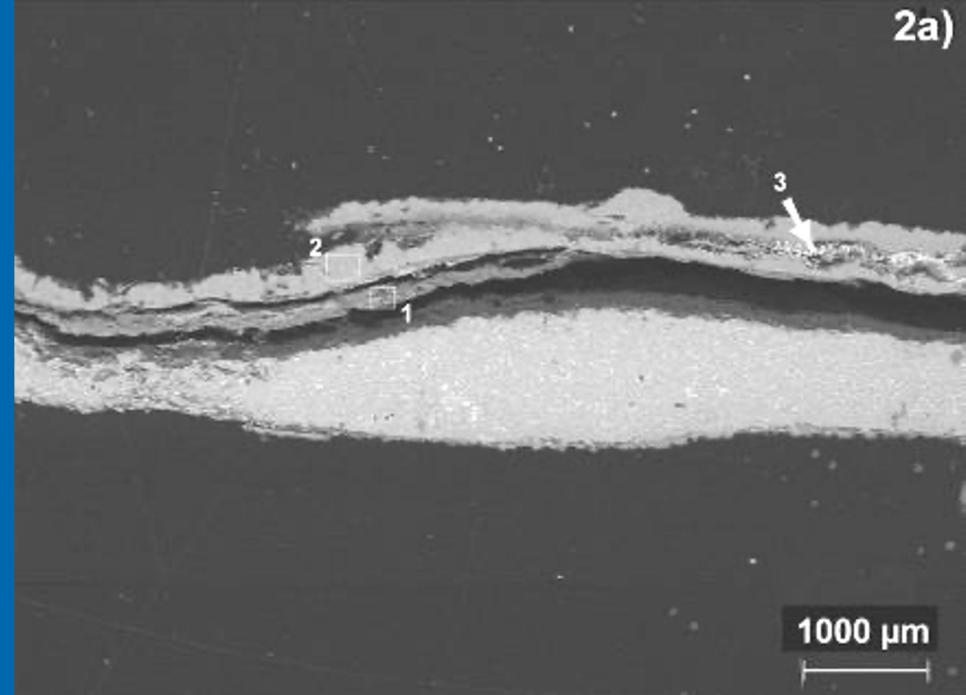
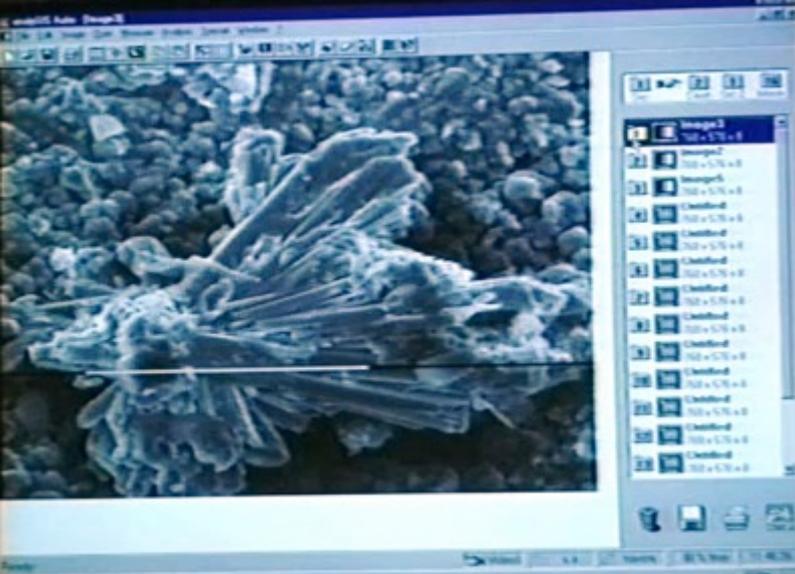


Ridotto del 30%, ricotto a 700°,
raffreddato lentamente, ridotto di nuovo
del 20%, ricotto a 700°

Martellato ridotto del 29%. Ricotto a
700° . raffreddato velocemente ,
ancora ridotto. del 20% ricotto a
700°, raffreddato velocemente e
ridotto del 24%

Microscopia elettronica a scansione (SEM)

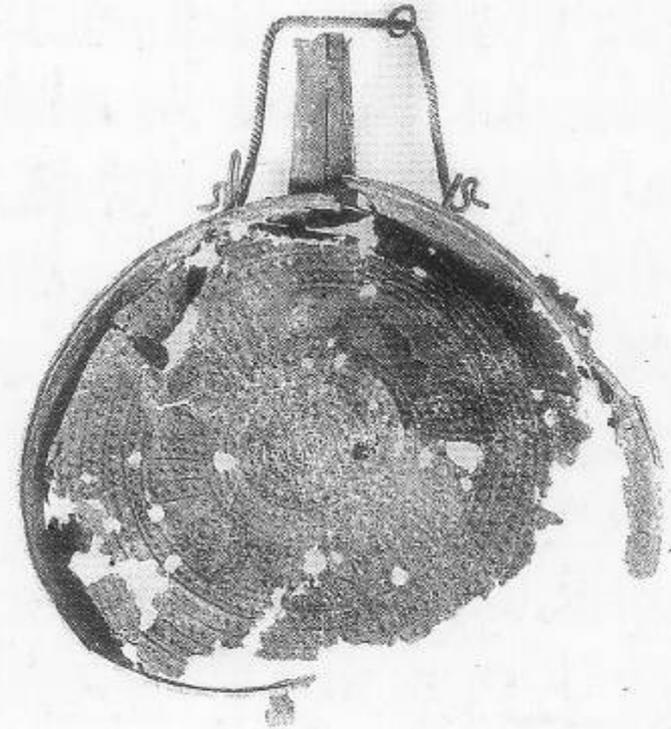


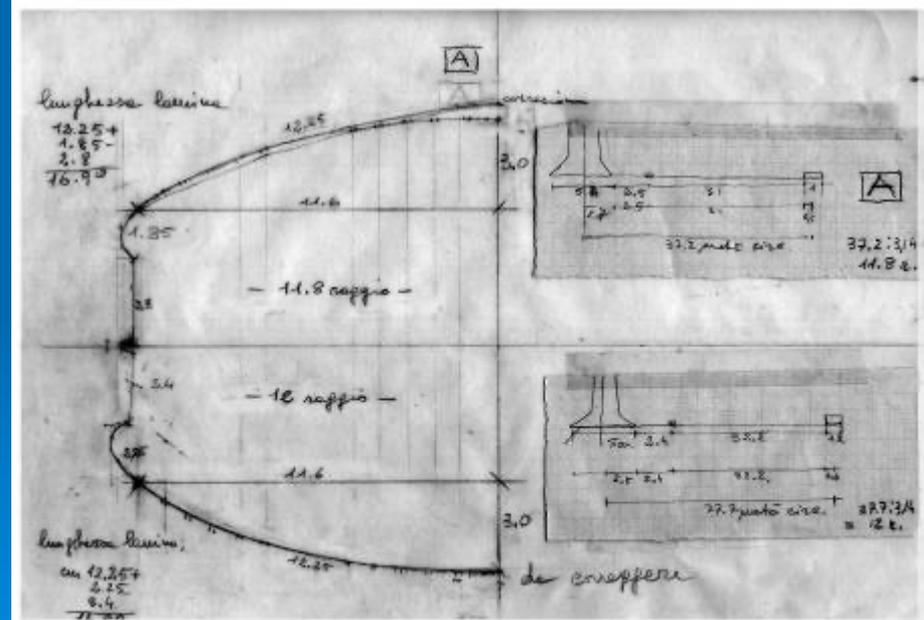
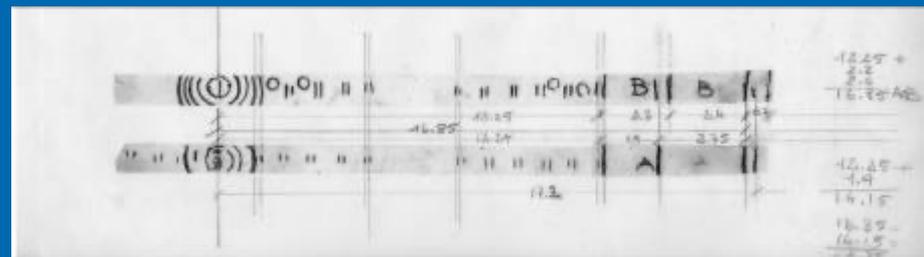
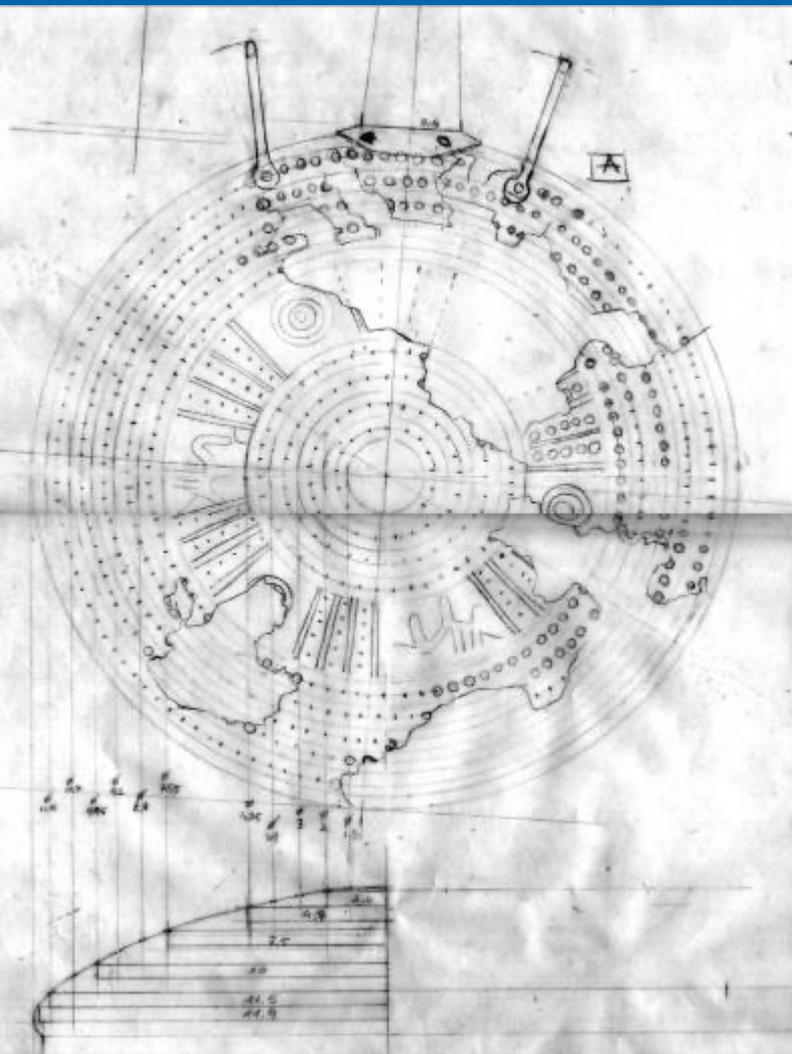


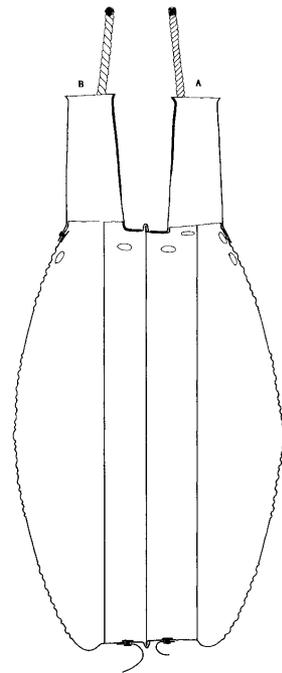
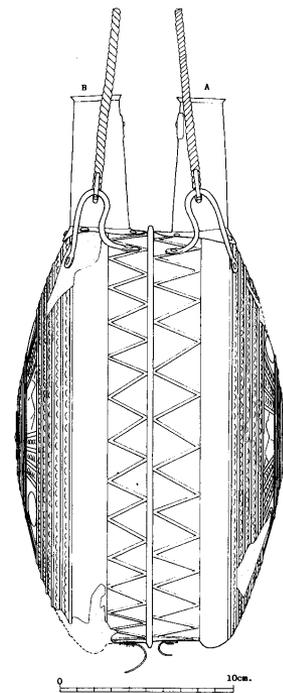
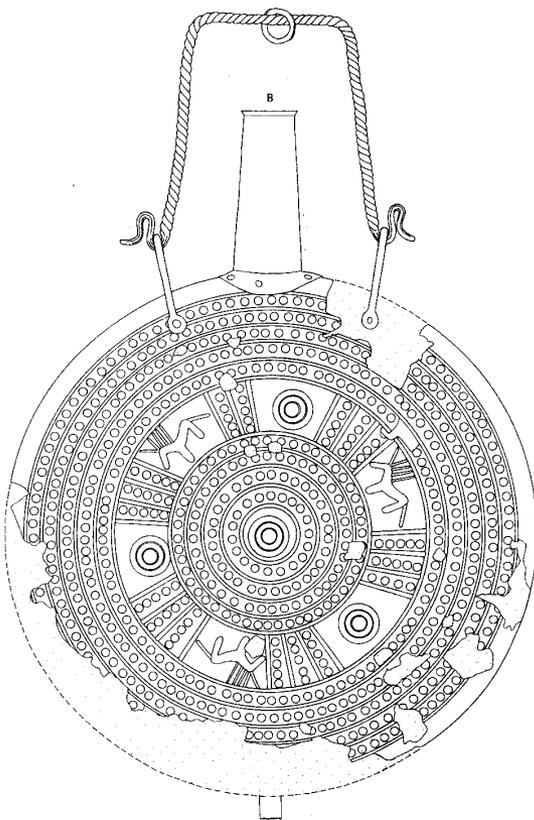
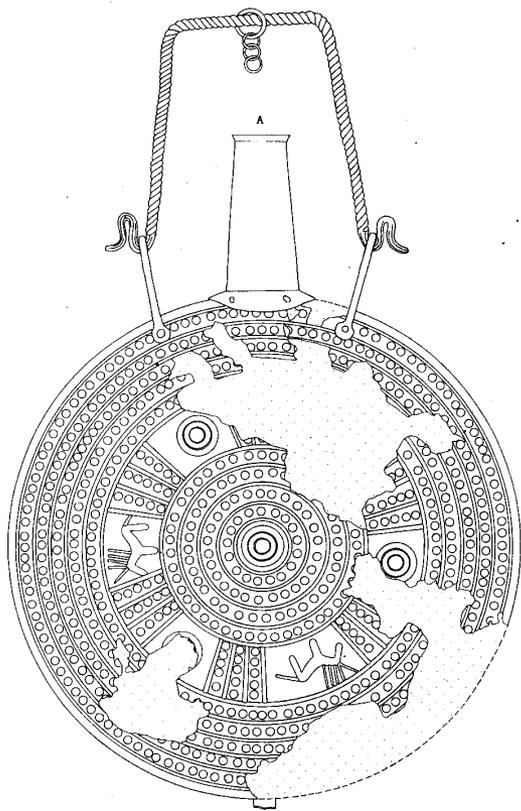
Endoscopy



Ricostruzione grafica







0 10cm







