Università degli Studi di Padova

Società Italiana di Fisica

Applicazione della Tomografia a raggi X per indagare manoscritti antichi

Bettuzzi M., Brancaccio R., Morigi M.P., Peccenini E.,
Casali F. and Albertin F.

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Alma Mater Studiorum A.D. 1088

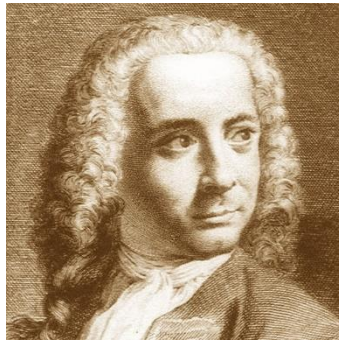
EPFL École Polytechnique Fédérale de Lausanne

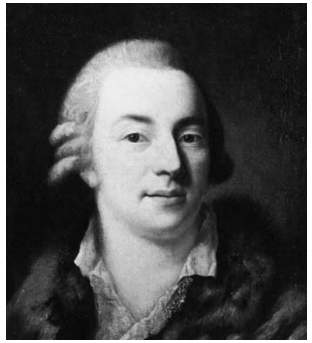
Centro Fermi Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi

La digitalizzazione dell’Archivio di Stato di Venezia

«VENICE TIME MACHINE»
E’ un progetto che vede la collaborazione dell’EPLF di Losanna, dell’Archivio di Stato e dell’Università Ca’Foscari di Venezia, e prevede di creare un database con tutte le informazioni contenute negli archivi della biblioteca veneziana (testamemti, atti, contratti commerciali e di lavoro) e ricostruire la rete di complesse relazioni avvenute tra le persone di allora nel corso degli anni. Insomma un riportare in vita virtualmente la Venezia antica.

Il progetto non riguarda solo la ricostruzione delle relazioni tra i personaggi veneziani famosi e conosciuti ma anche quelli meno noti che emergono dai documenti e testimoniano la fitta reta vitale della città di un tempo.





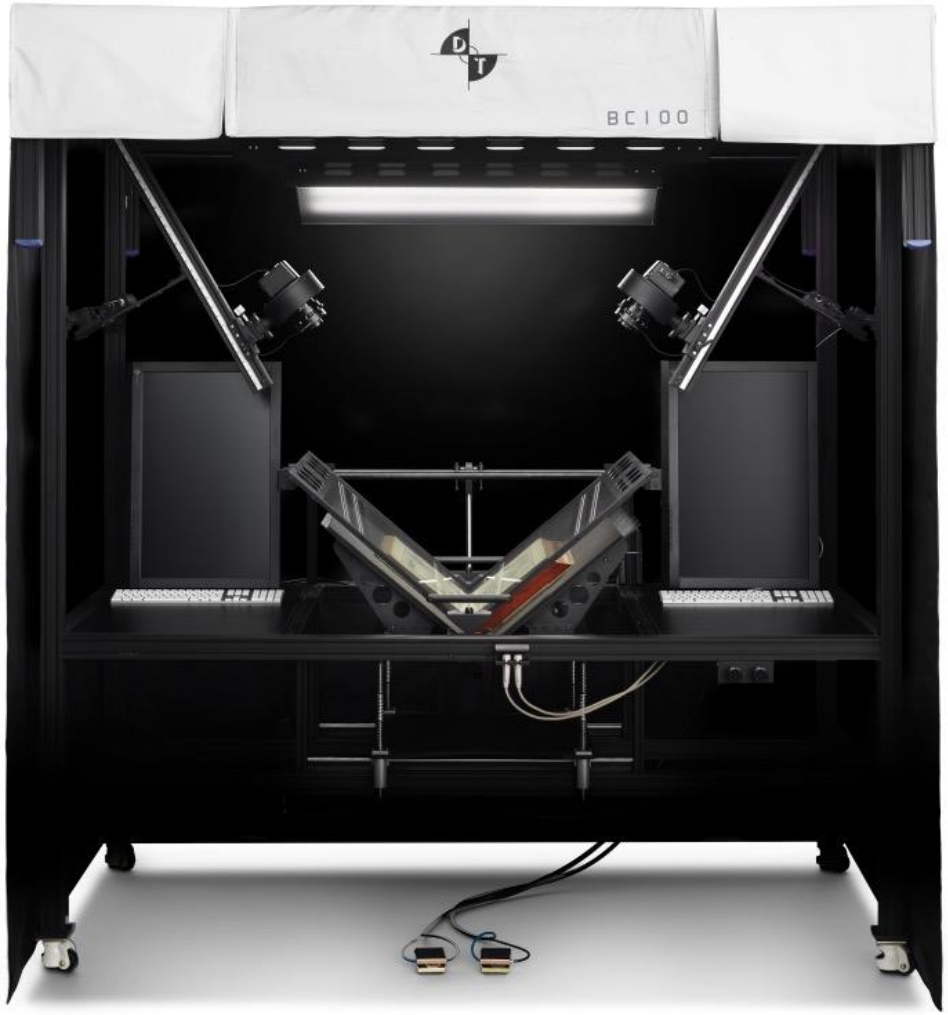
Il progetto è ovviamente molto ambizioso e presuppone la digitalizzazione di tutti i documenti presenti nell'Archivio di Stato di Venezia. Un lavoro complesso, lungo e difficile. I libri devono essere sfogliati pagina per pagina, lettere e altri documenti che sono imbustati e ripiegati devono essere accuratamente aperti e fotografati.

SCANNER

I libri e il materiale cartaceo viene digitalizzato con sistemi fotografici appositi ad alta risoluzione e le immagini vengono quindi memorizzate in un database.

Questa procedura rappresenta uno standard, per l’archiviazione digitale dei documenti.

Tuttavia, essa non è applicabile a ogni tipo di documento.



Le condizioni dei manoscritti antichi non sono tipicamente buone.

Molti di essi sono fragili e non sono mai stati aperti.

Molti documenti antichi quali ad esempio i testamenti sono rimasti chiusi e recano ancora i sigilli originali.

Alcuni testamenti antichi dell’Archivio di Stato di Venezia dal 1300 al 1800

1300

1400

1475

1500

1500 – n 116

1515 – n 23

1541 – n 23

1571 – n 352

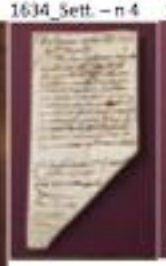
1574 – n 69

1600

Stesso Notaio : Theodorus Lusi

1634_Luglio – n 3

1634_Sett. – n 4

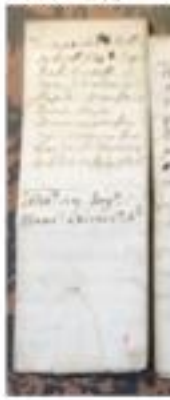


1634_Dic. – n 5

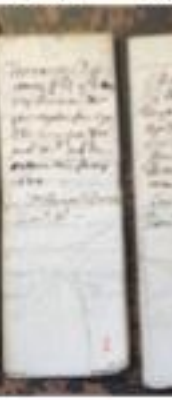
1638_Ago – n 16

Stesso Notaio + nota della Cancelleria

1636 _Lugl – n 7
Canc: Brizzi (?)

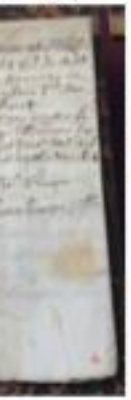


1634 – n 2
Canc: (?)



1634 _Apri– n 1
Canc: Perazzo

1636 _Giu – n 6
Canc: Perazzo



1641 – n 544
Canc: Perazzo
Divenso NOTAIO

1700

1704– n 75

1712– n 85

1784– n 230

1800

1800

1824 - Fronte

1824 - Retro

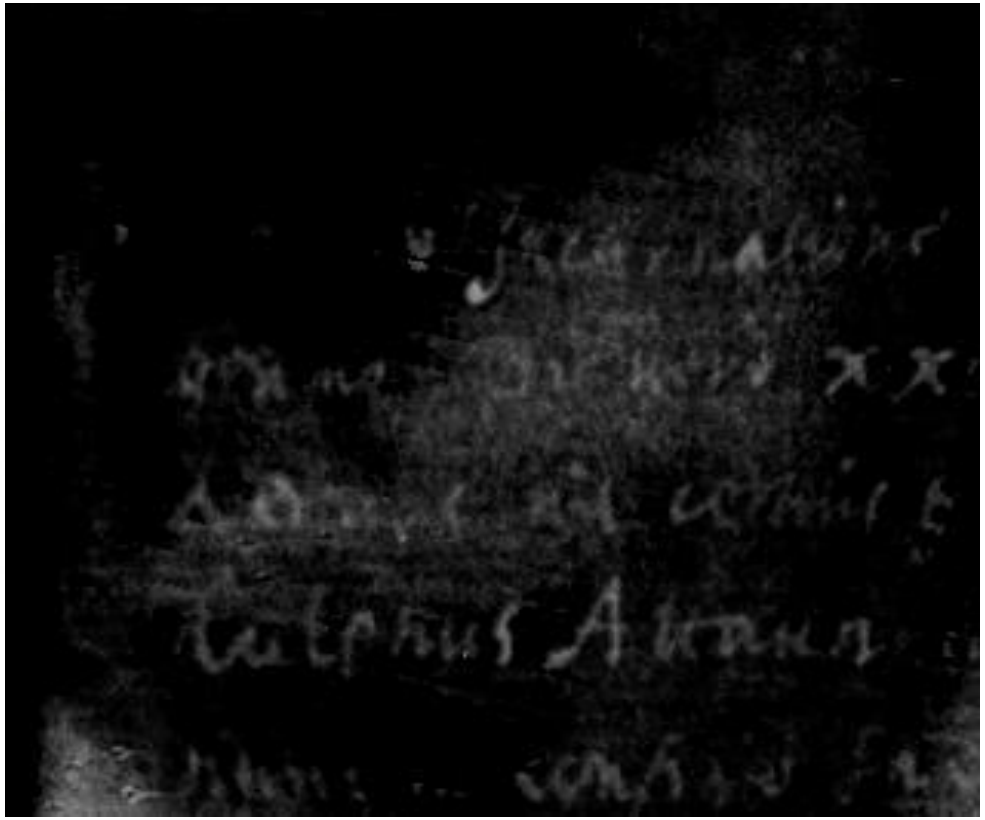
RAGGI X

E’ possibile pensare di utilizzare i raggi X per leggere l’interno dei documenti chiusi.

L’ipotesi è che le scritte sulle pagine dei documenti antichi siano visibili ai raggi X se gli inchiostri che venivano usati contengono ferro in concentrazione sufficiente.

E’ possibile verificare la presenza di ferro nei documenti facendo delle analisi preliminari con la fluorescenza a raggi X eventualmente sulle scritte all’esterno del documento.

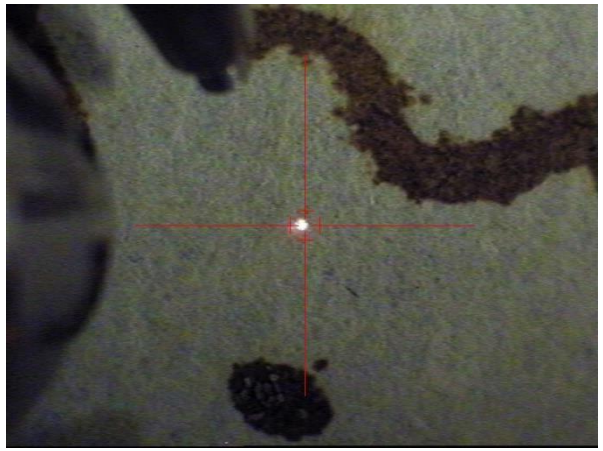
La semplice radiografia tuttavia potrebbe non bastare. Infatti, anche quando il contrasto dei pigmenti è buono, i libri o i documenti che sono ripiegati o che hanno comunque pagine sovrapposte richiedono per poter distinguere il testo a varie profondità la Tomografia Computerizzata.

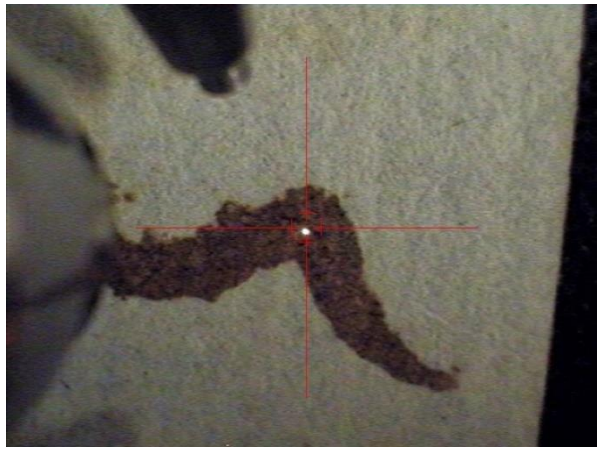


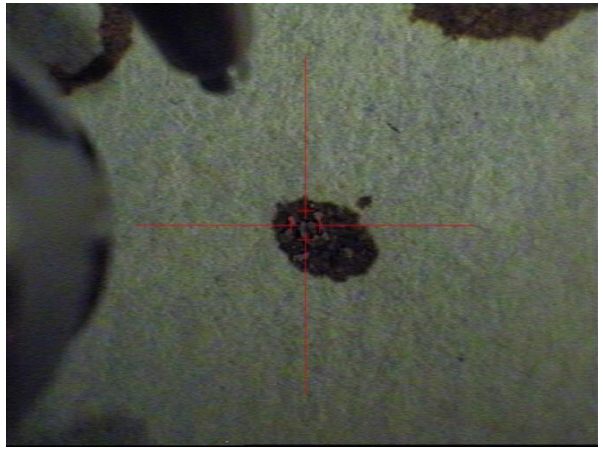
testo visibile su di una pagina interna di un testamento di cui è stata realizzata la scansione tomografica con raggi X

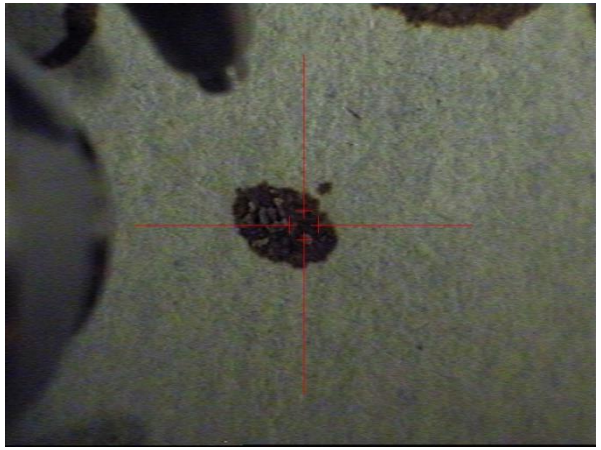
Manoscritto di Prova con data 1679

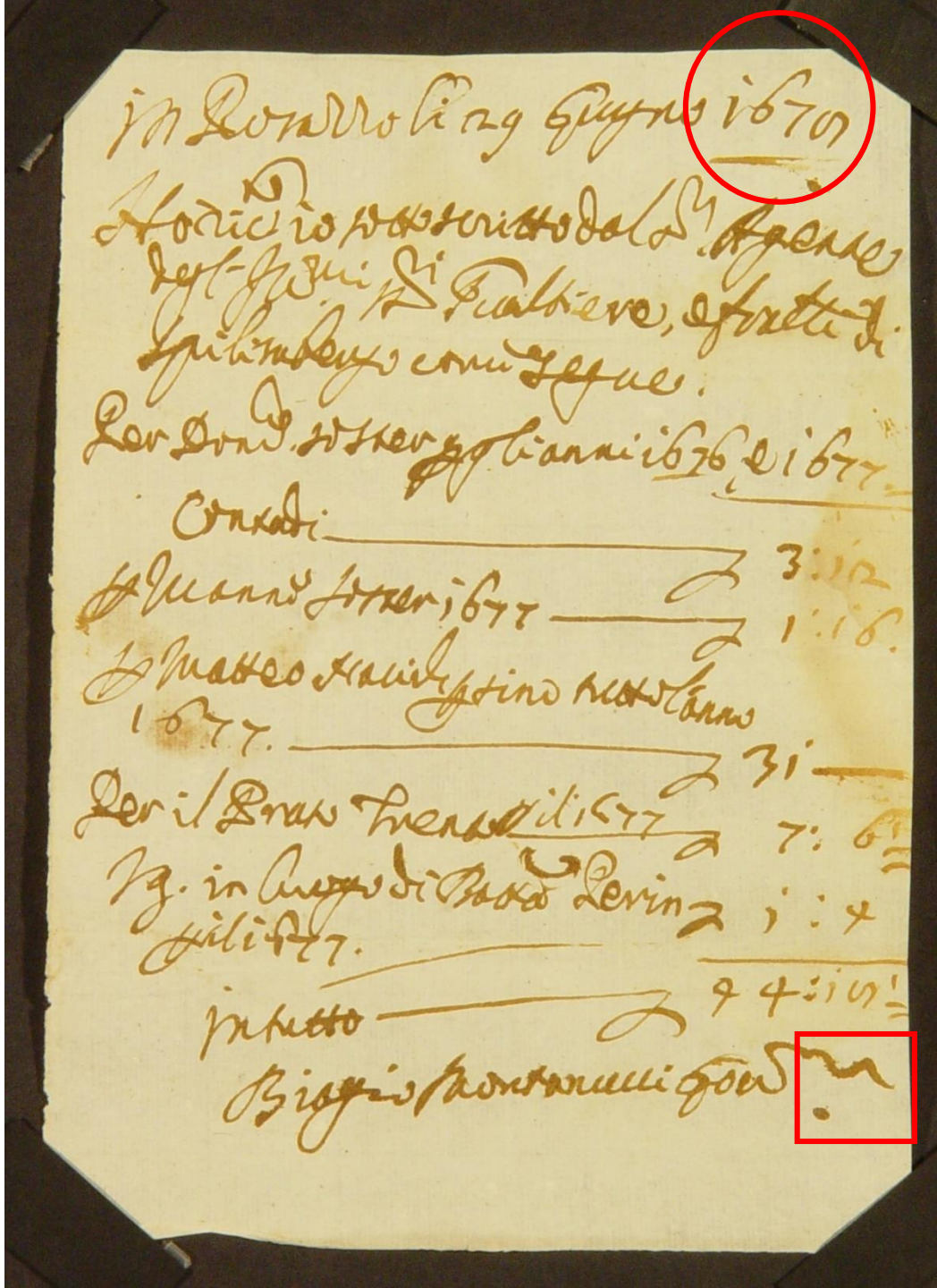
Misure preliminari XRF



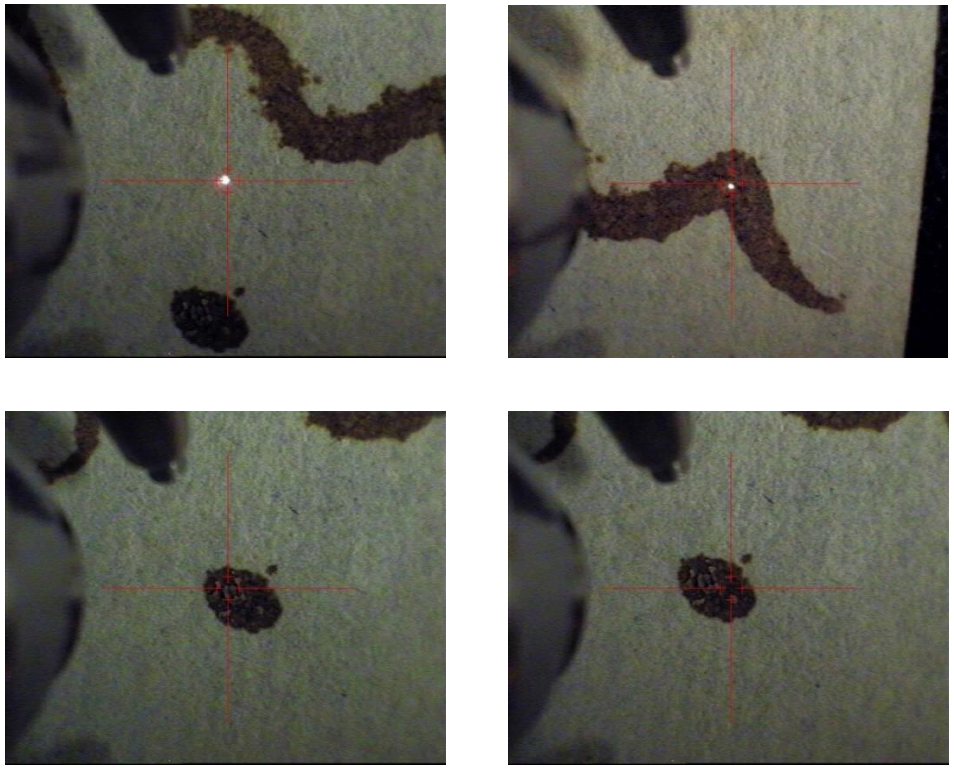


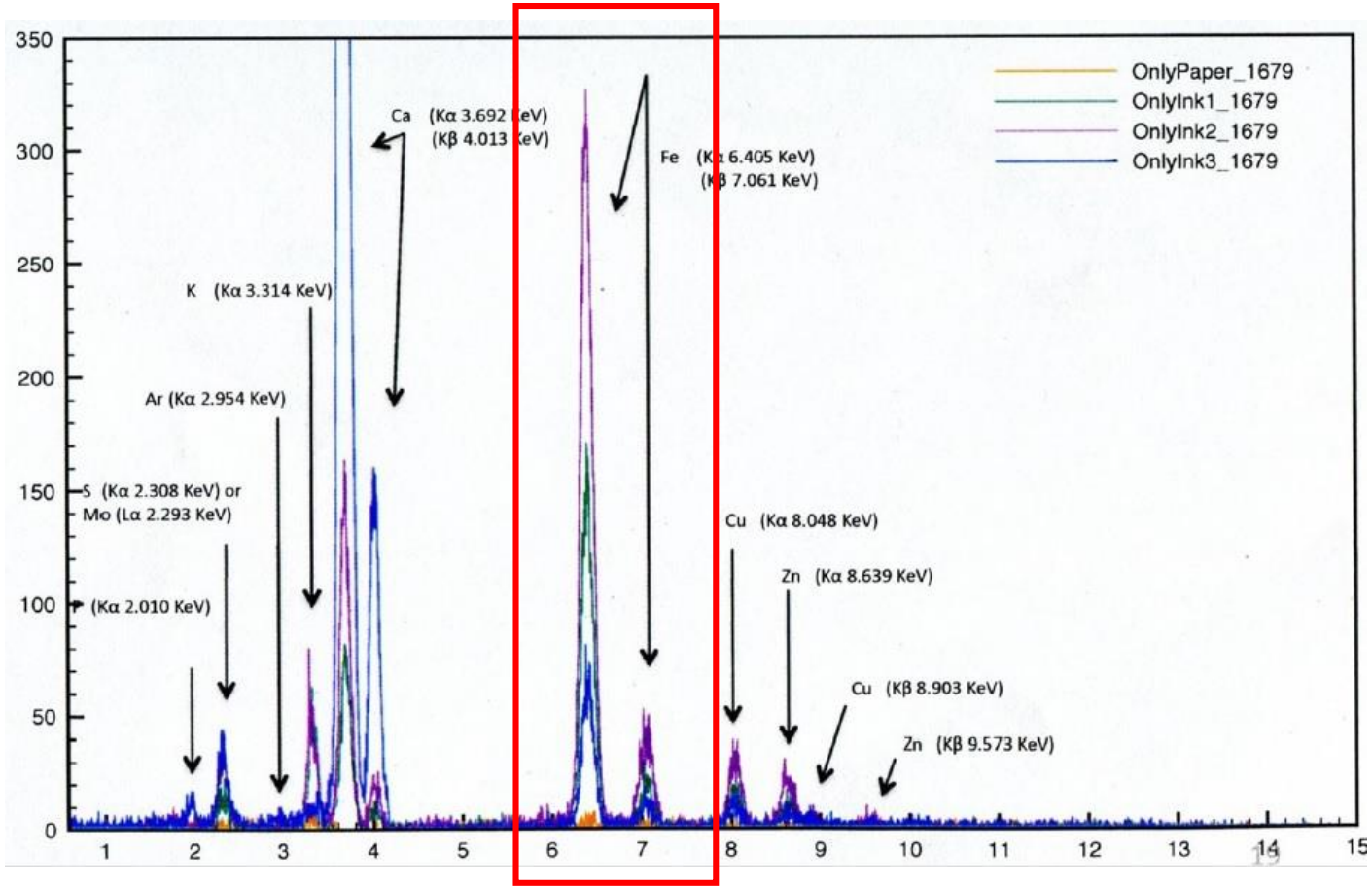






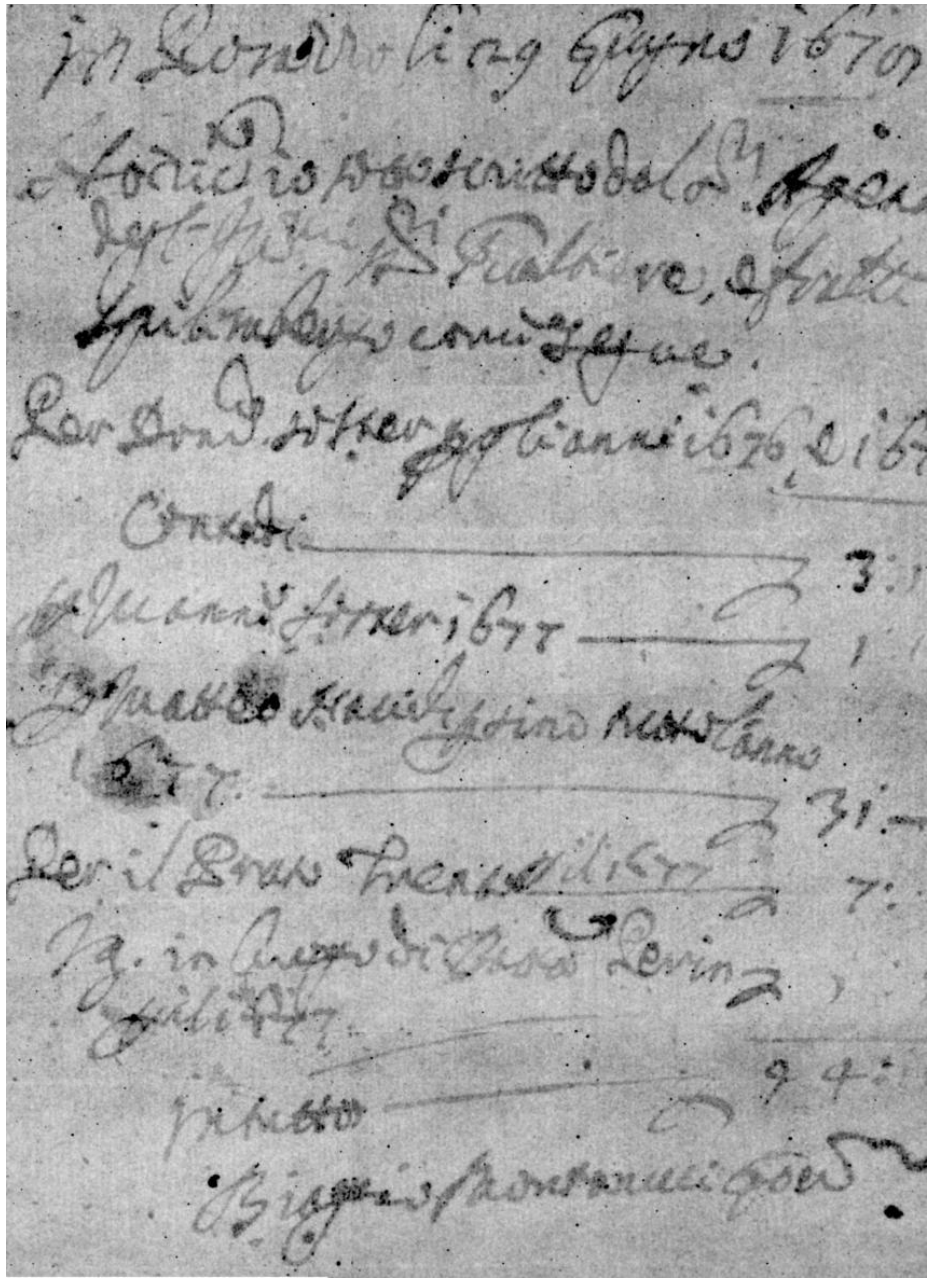
I risultati dei punti di misura XRF sul manoscritto di prova dimostrano abbondante presenza di ferro negli inchiostri





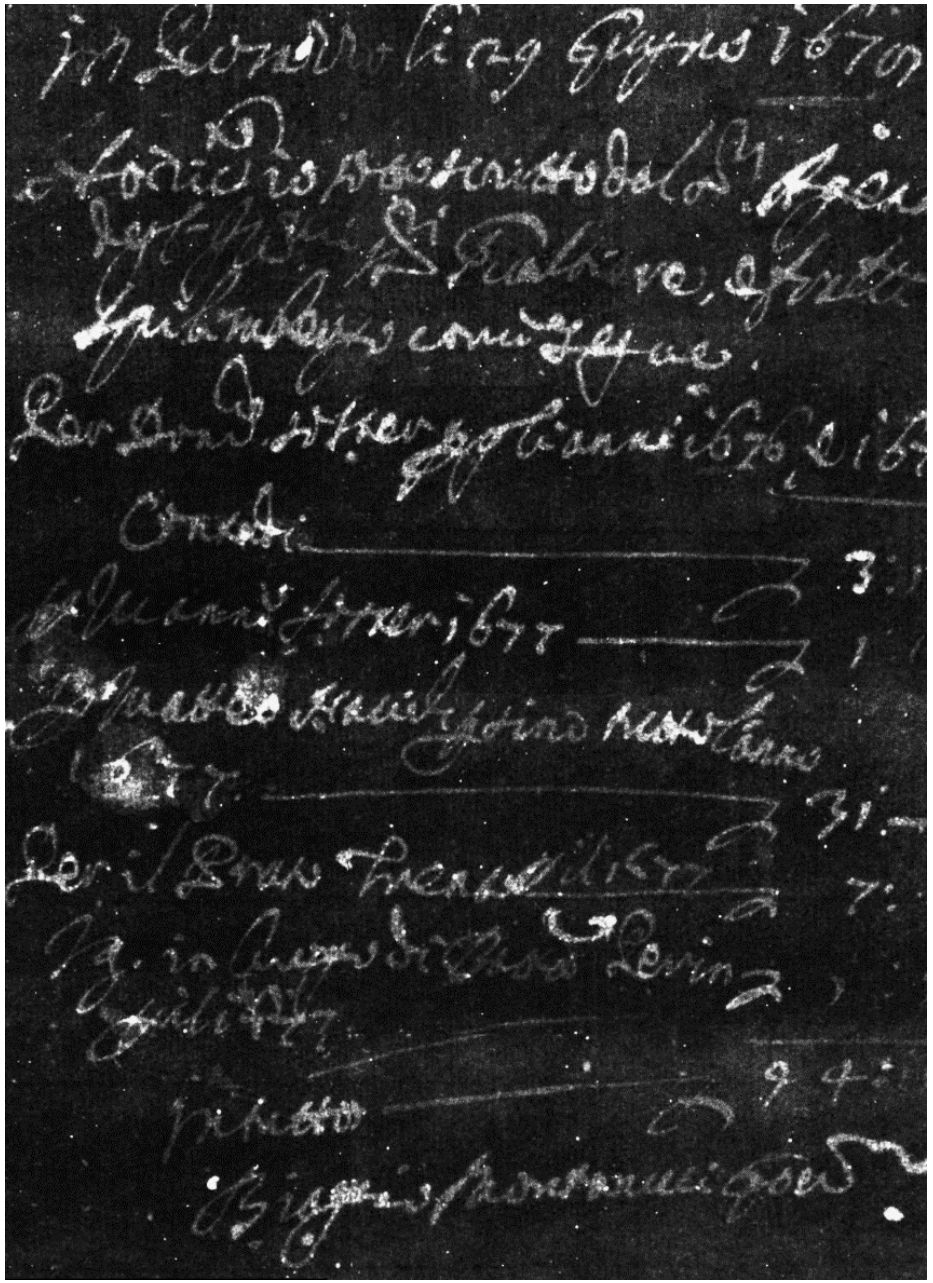
RX

La radiografia preliminare del manoscritto di prova mostra che le scritte presentano un contrasto molto buono



CT

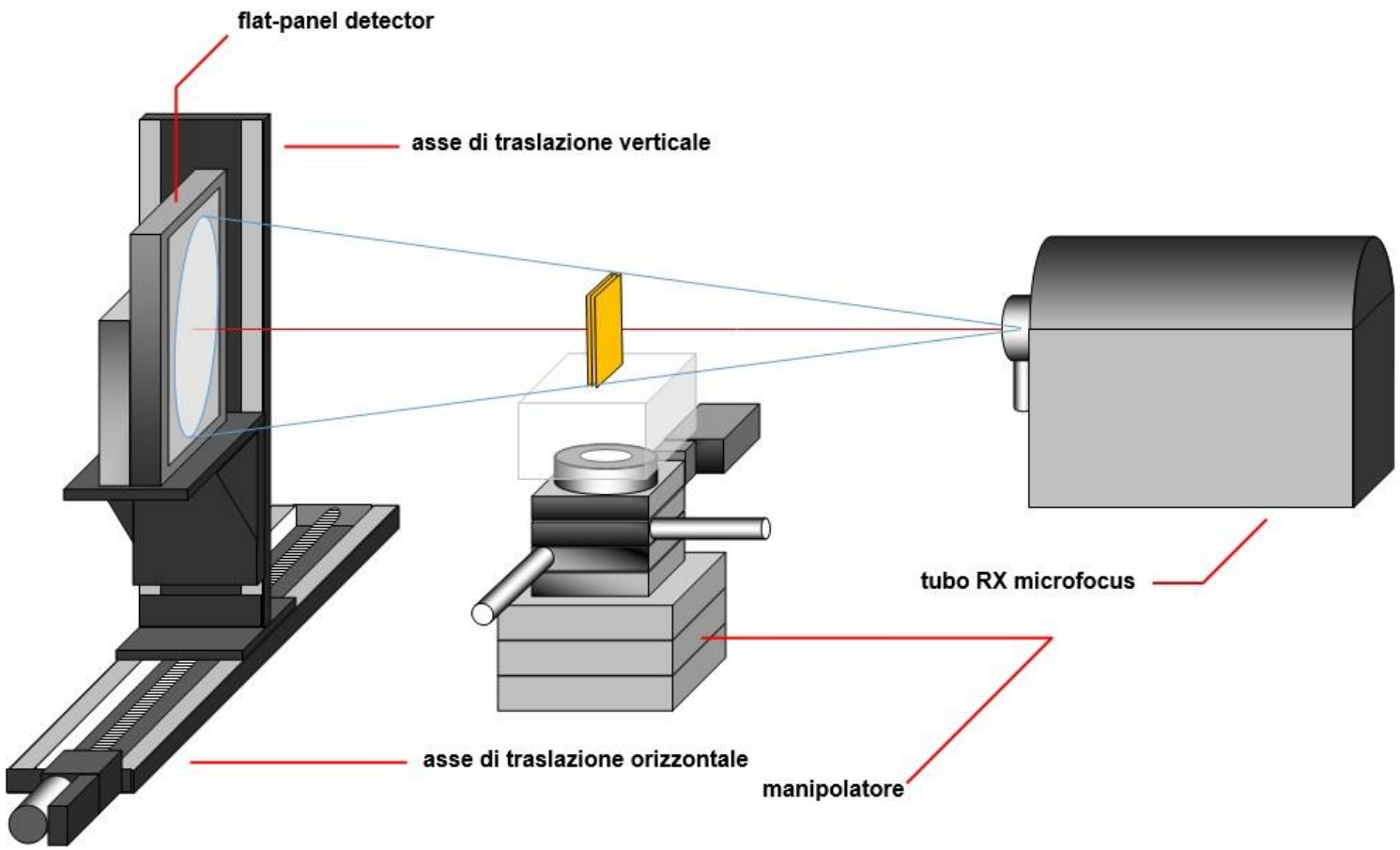
In questa situazione favorevole è stato realizzato il primo test con la tomografia computerizzata



Tomografia Computerizzata realizzata col nostro sistema sperimentale

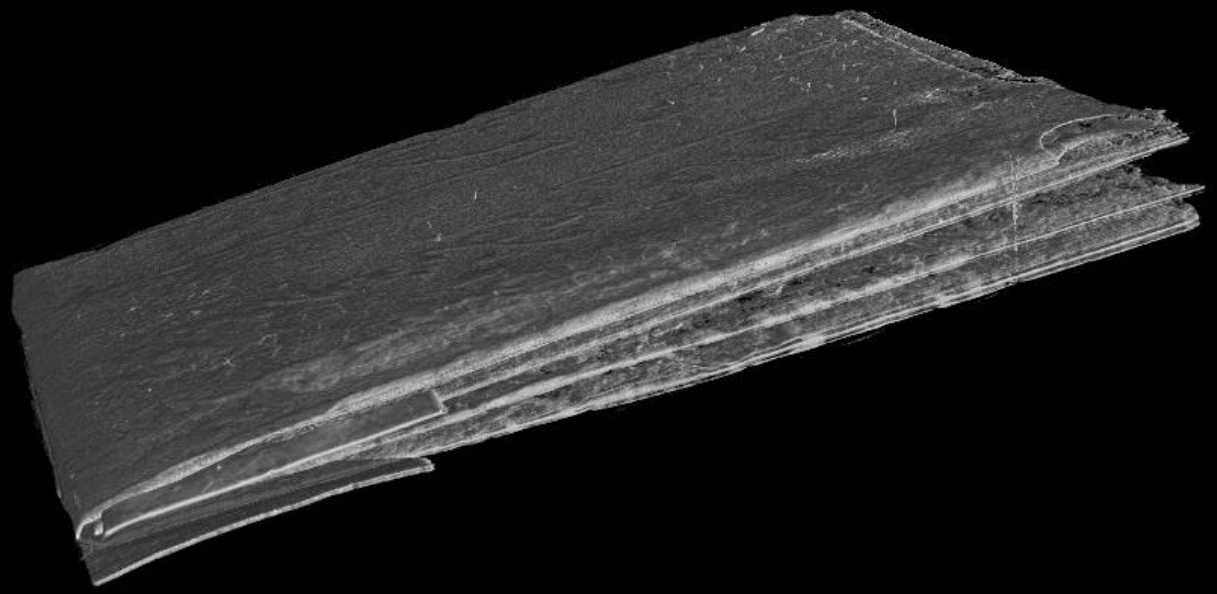
PARAMETRI DI ACQUISIZONE

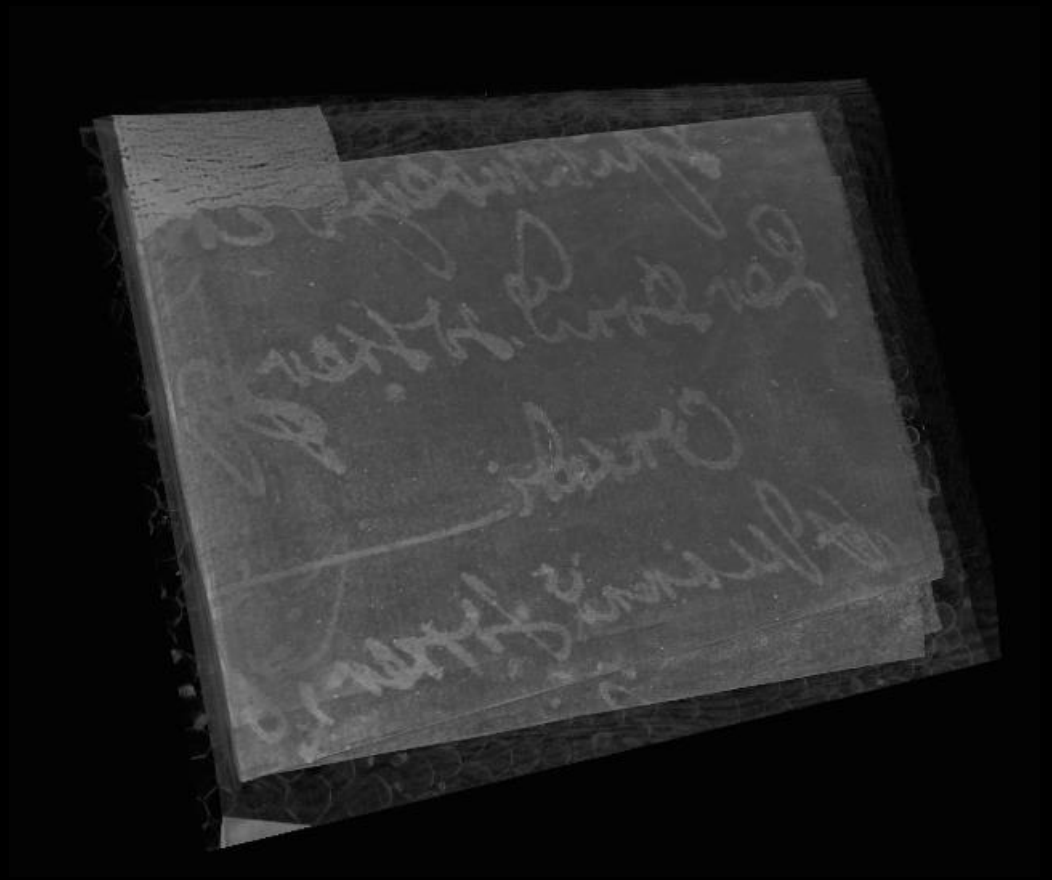
Tensione	40kV
Corrente	85uA
Filtrazione	NO
Frame rate	1 fps
Frame AVG	1
Proiezioni	900
Angolo	-360 deg
Pixel size	127 um
SDD	363.0 mm
SOD	181.5 mm
ODD	181.5 mm
M	2
Voxel size	63.5 um
immagini	1536x1920

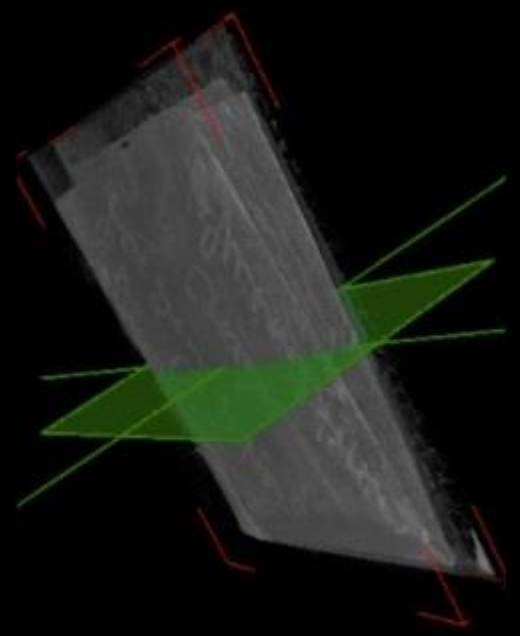


* Il sistema è stato già presentato in lavori precedenti e si tratta ricordiamo di un sistema compatto e trasportabile

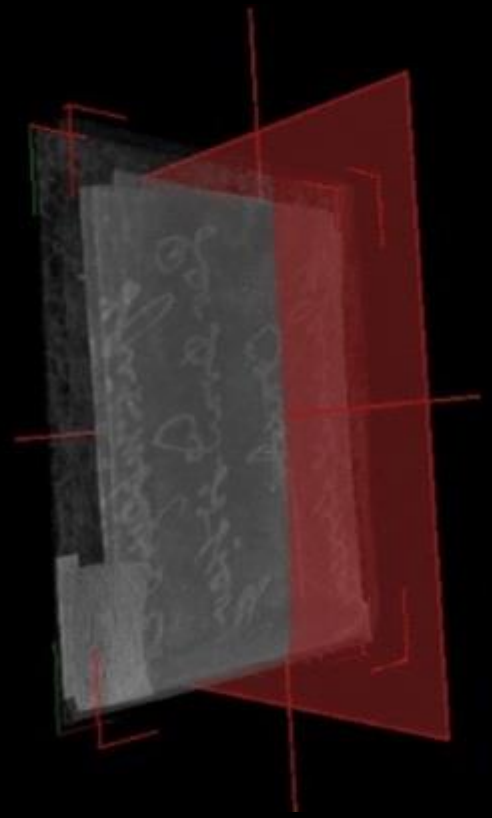
RISULTATI DELLA TOMOGRAFIA COMPUTERIZATA



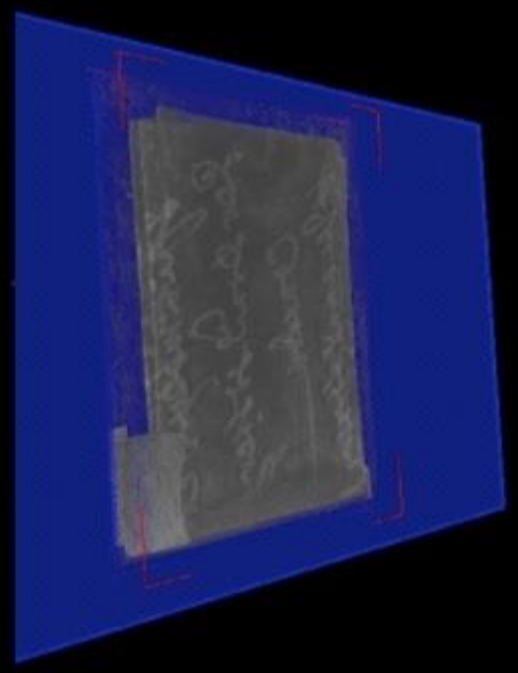




piano assiale

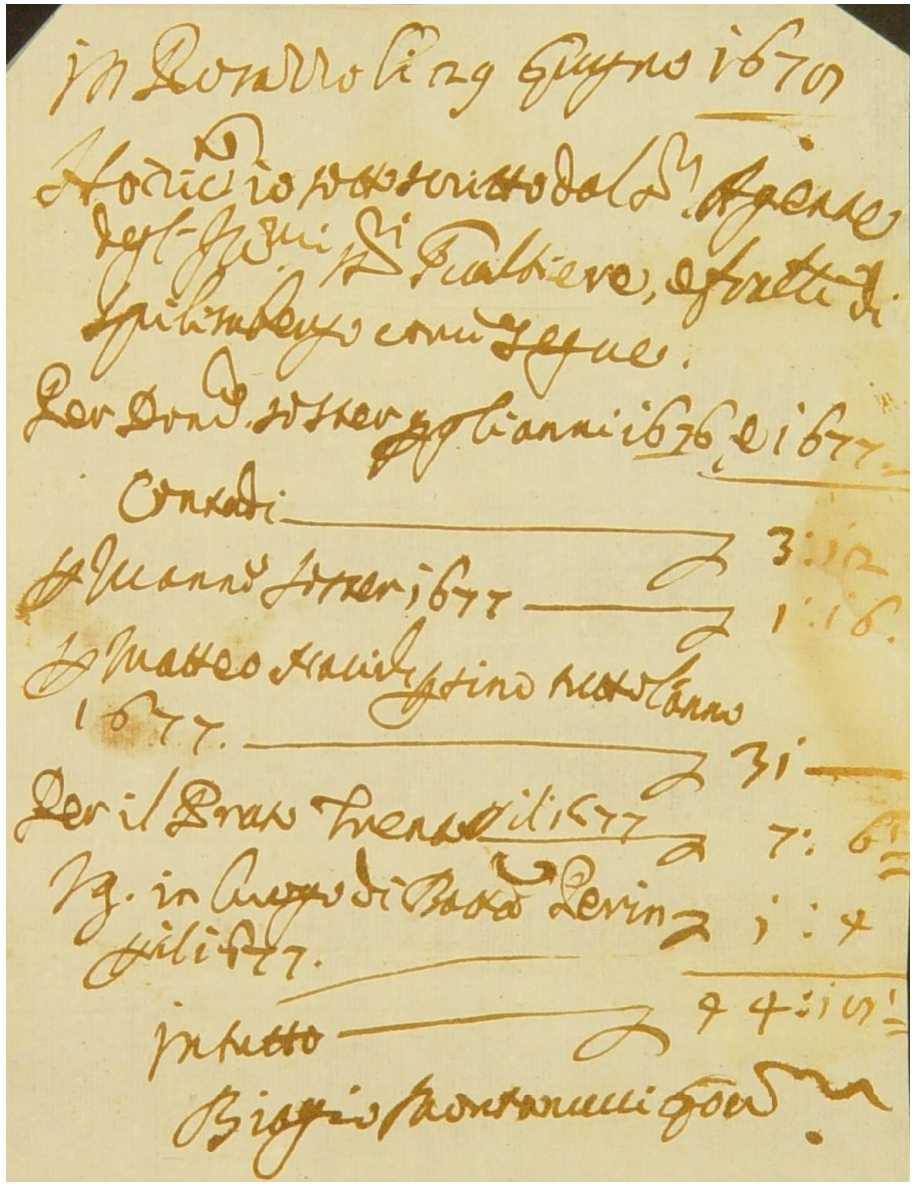


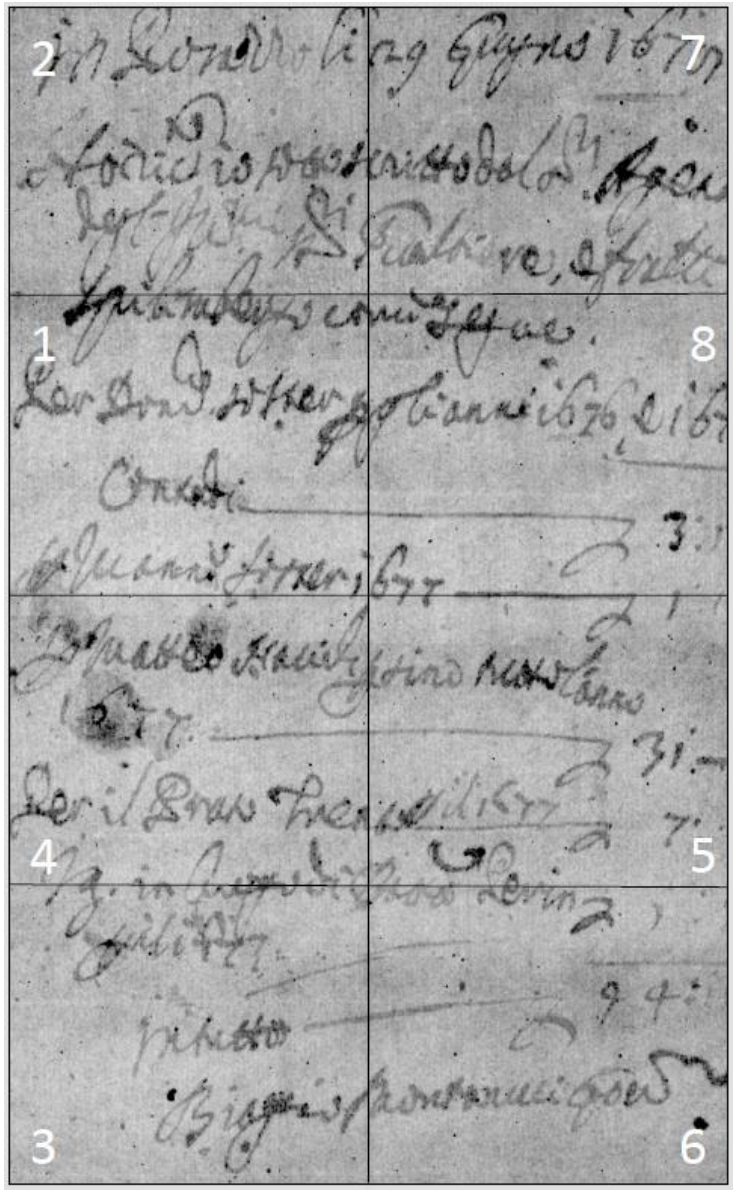
piano sagittale

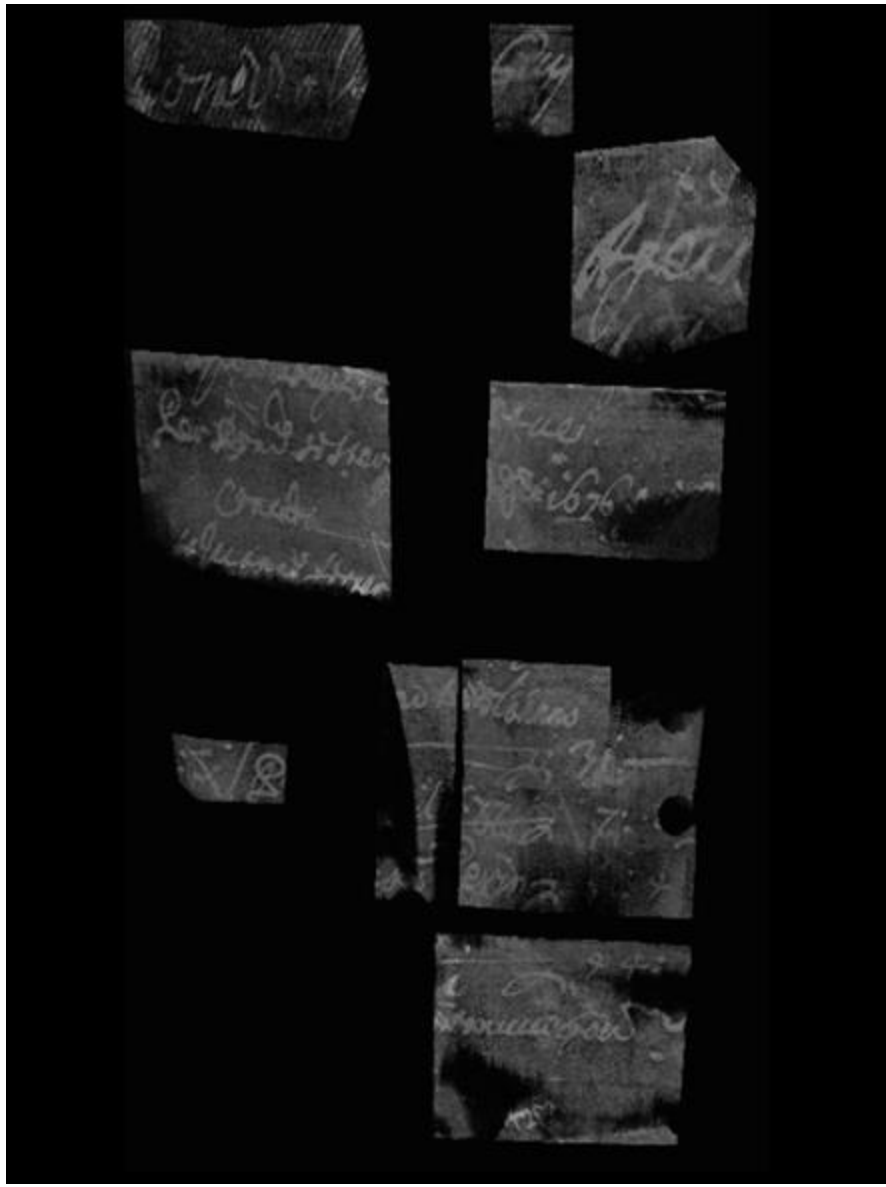


piano frontale

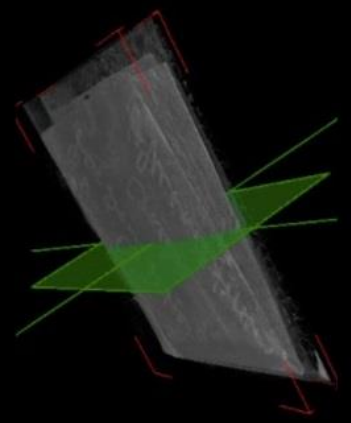
Tentativo semplice di ricostruzione del documento







IL PROBLEMA DELLA SEPARAZIONE DELLE PAGINE



Sezione assiale del documento

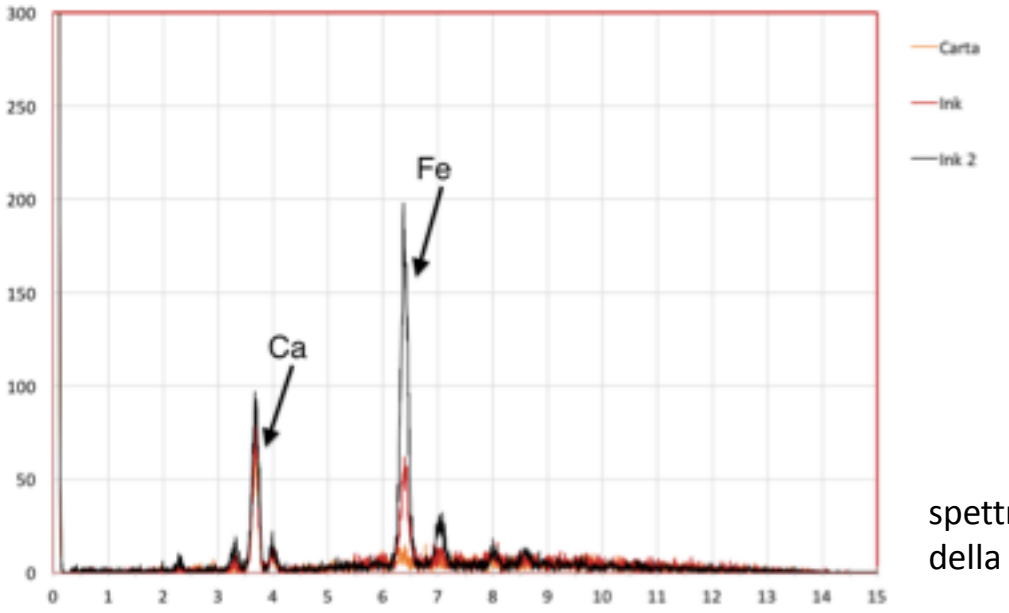
Selezione di una pagina

Testamento originale antico di Alchier Giuseppina

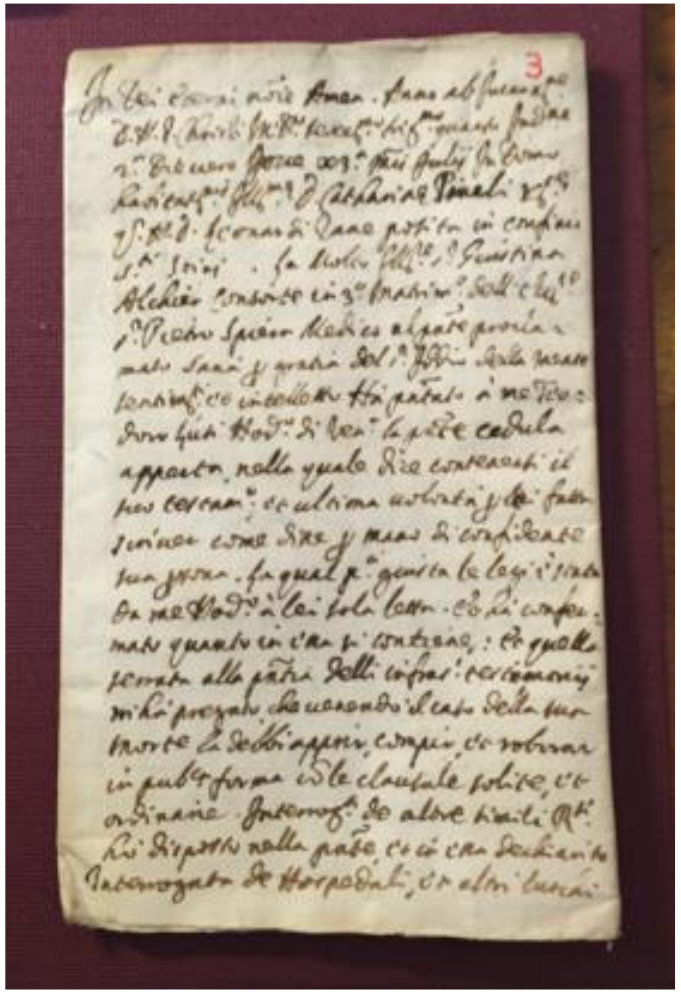
Documenti chiuso, datato 13 Luglio 1634

Il testamento è chiuso e sigillato e non è mai stato aperto.
Le scritte visibili in fotografia sono sulla facciata esterna.

Sui queste scritte è stato possibile effettuare misure XRF preliminari e verificare la presenza di ferro nell'inchiostro.



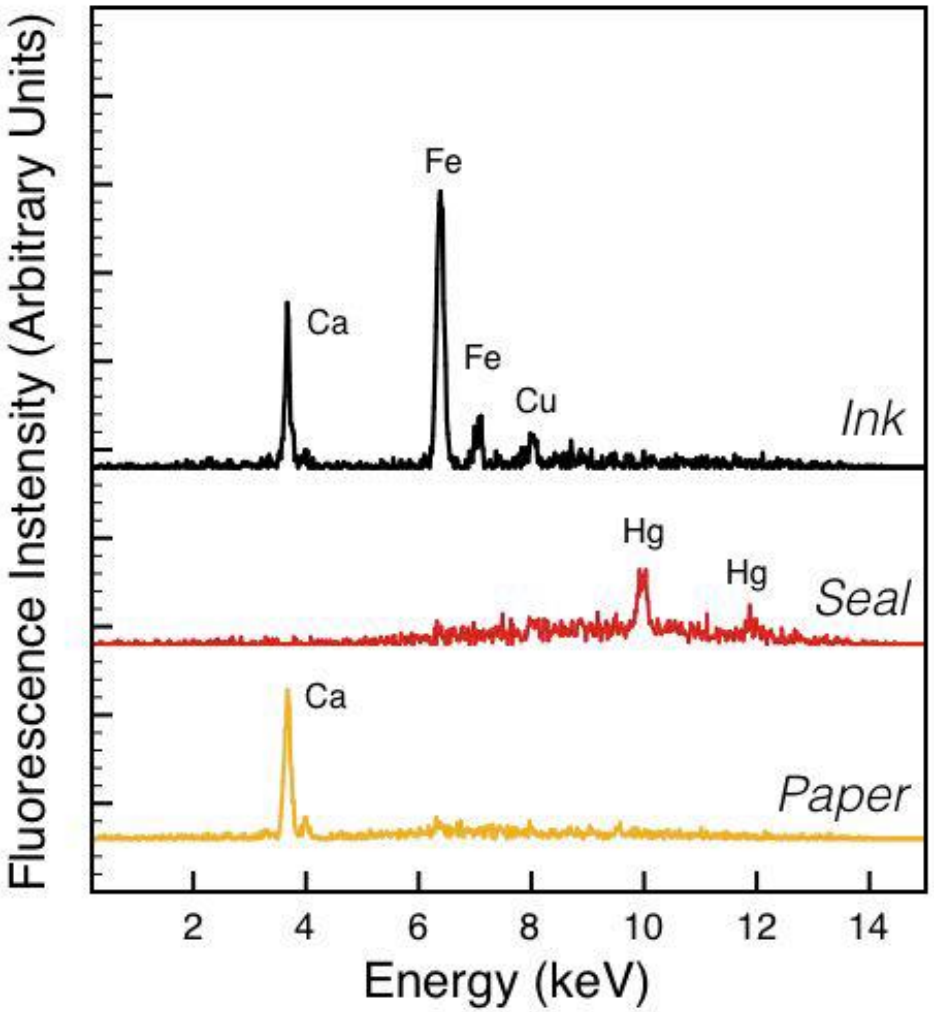
spettro XRF sull'inchiostro della facciata esterna



Testamento originale antico di Donna Cataruccia

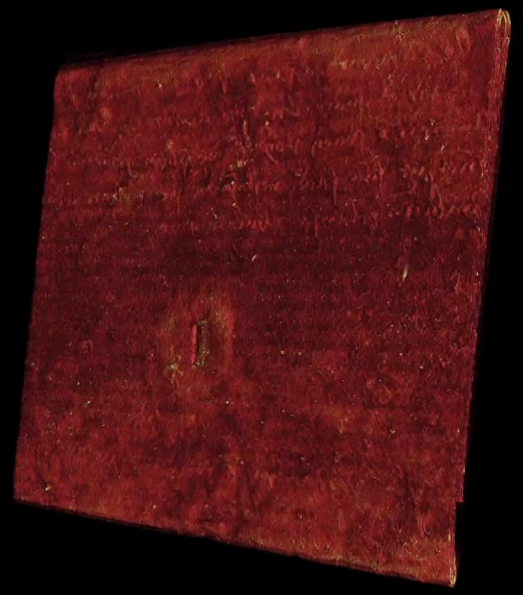
Documento chiuso, datato 13 Agosto 1351

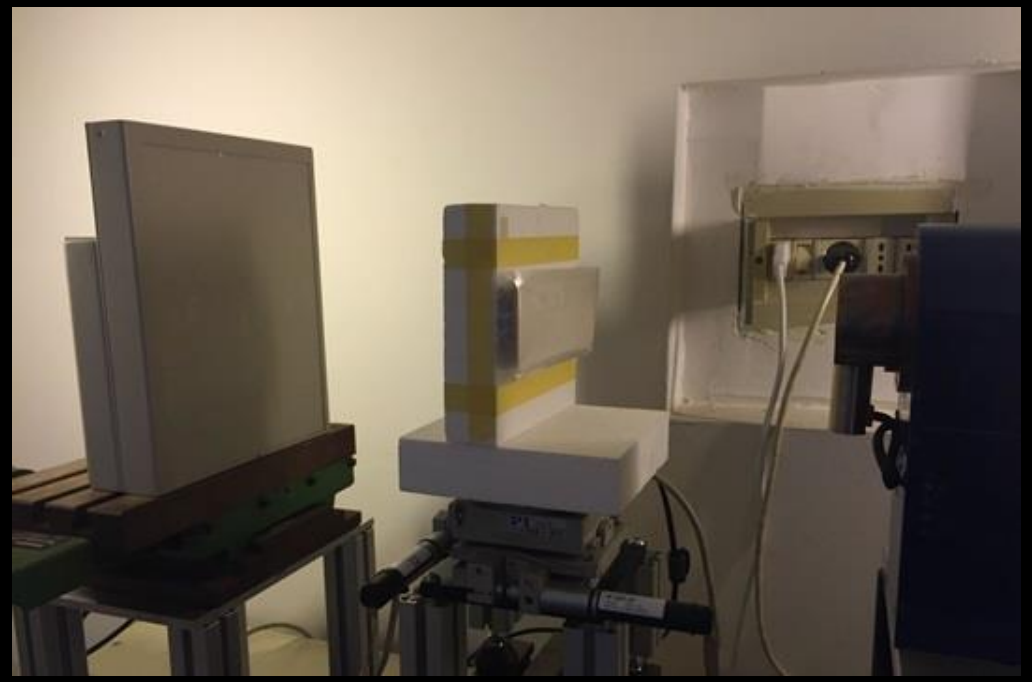
"Mill(esim)o trecent(esimo) quinquag(esimo) p(ri)mo m(en)s(e) aug(usti) die t(er)ciodeci(m)o /
int(rante) indic(ione) qua(r)ta, R(ivoal)ti. Dona Chataruçia uxo(r)i s(er) Ma(r)tini / Savona(r)io S(ancti) Severi rog(avit) me p(res)b(ite)rum Gera(r)du(m) S(ancti) Heustad(i)i /
et not(avit) ut suu(m) face(rem) testam(en)tum sic(ut) in p(re)senti cedulla / bombici(n)a clausa et bulata coti(n)et(ur) /
T(estes) p(res)b(ite)r Pasqualin(us) S(ancti) Severi et Nicolaus Buffo S(ancti)/ Pet(ri) de Castello".



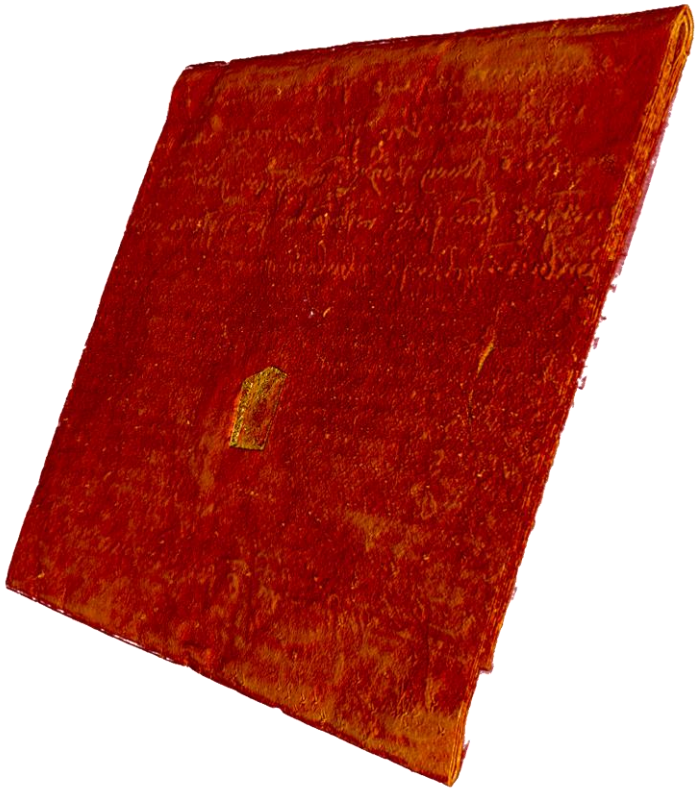
Analisi XRF sulla parte esterna del testamento.

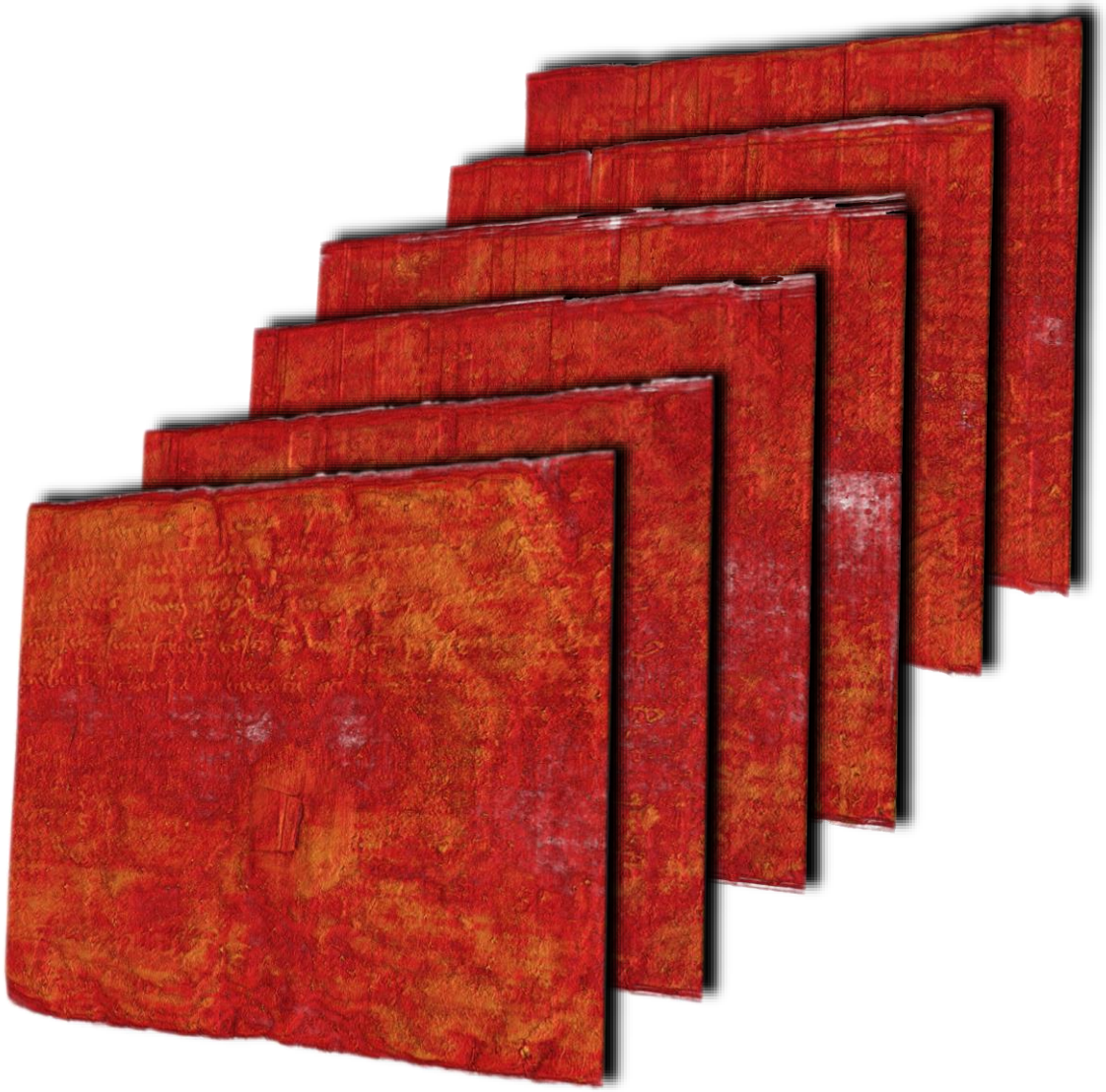
Acquisizione e rendering



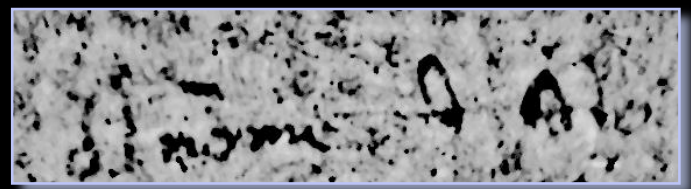


Segmentazione delle pagine

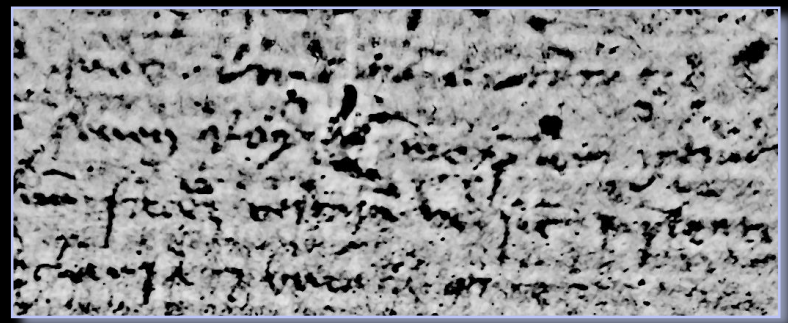




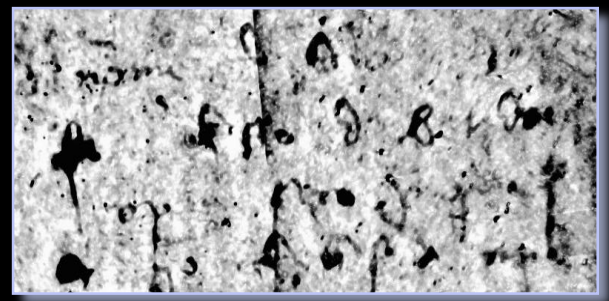
Esempi di frammenti di testo estratti dalle pagine ricostruite e separate

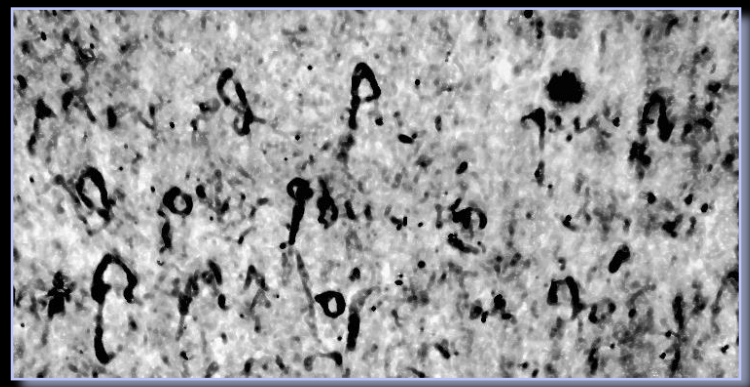


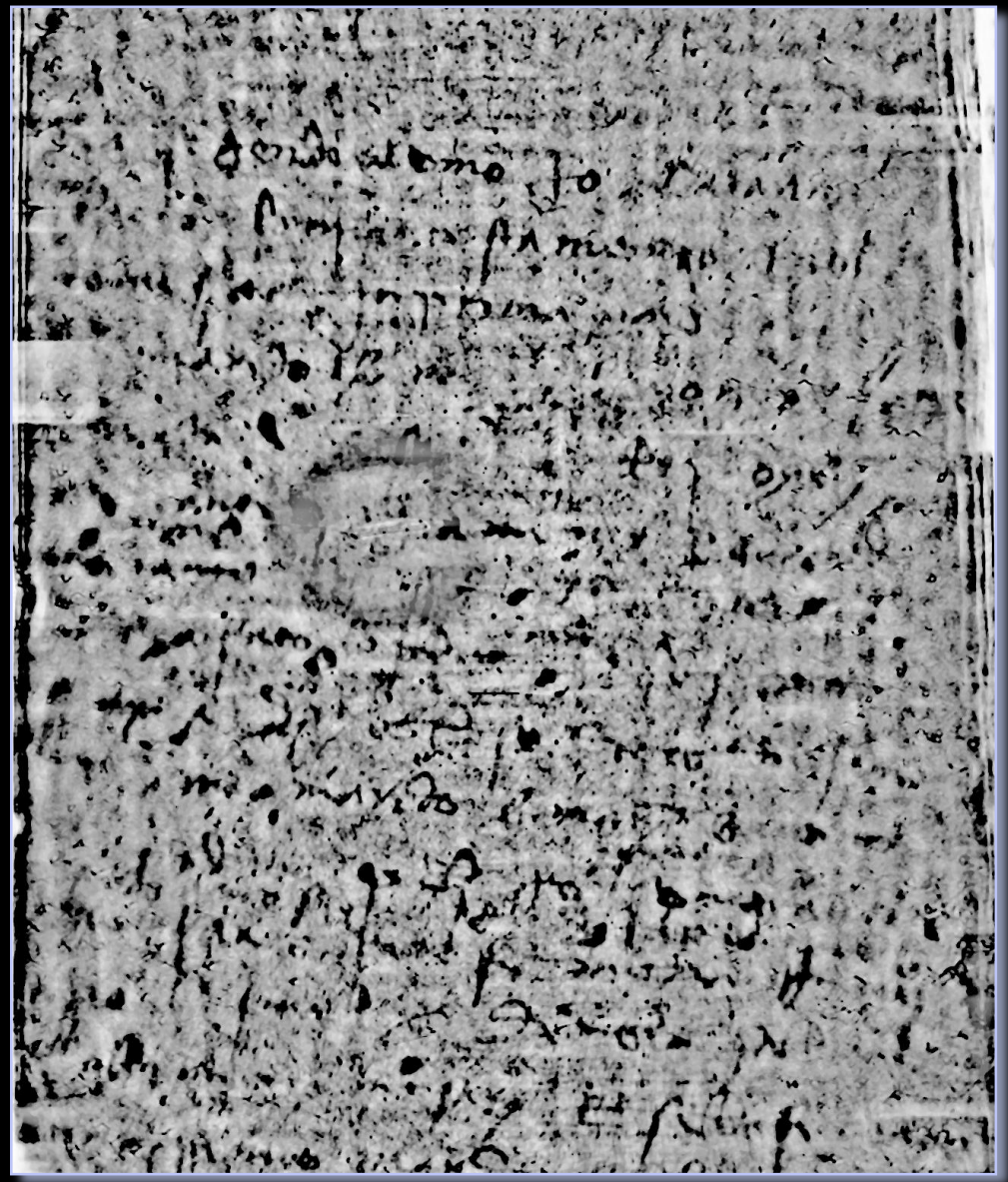
“ a nome de Dio ”



“R(ivoal)ti ”, “Severi rog(avit) me”, “face(rem)”, “clausa et bulata”

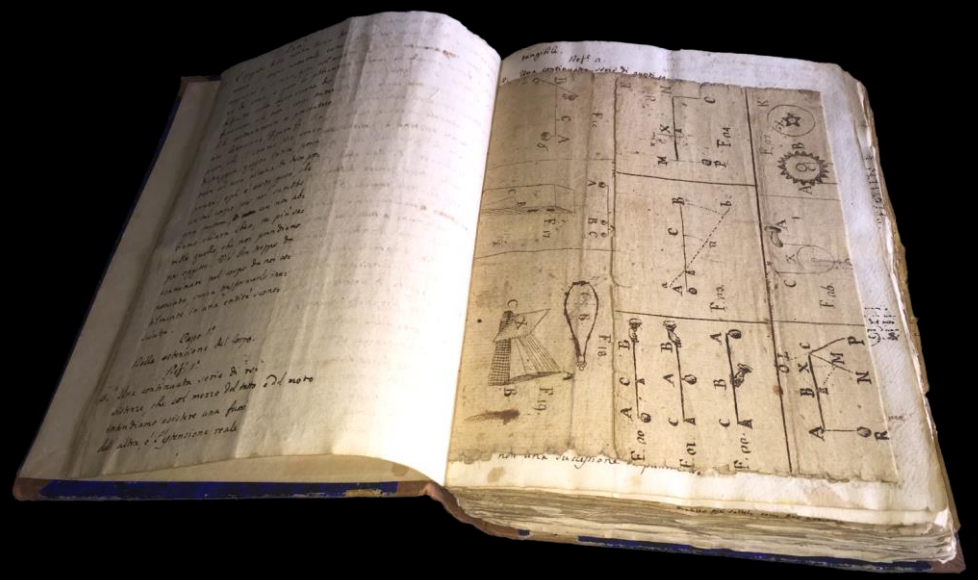






Un libro di fisica del XIX secolo

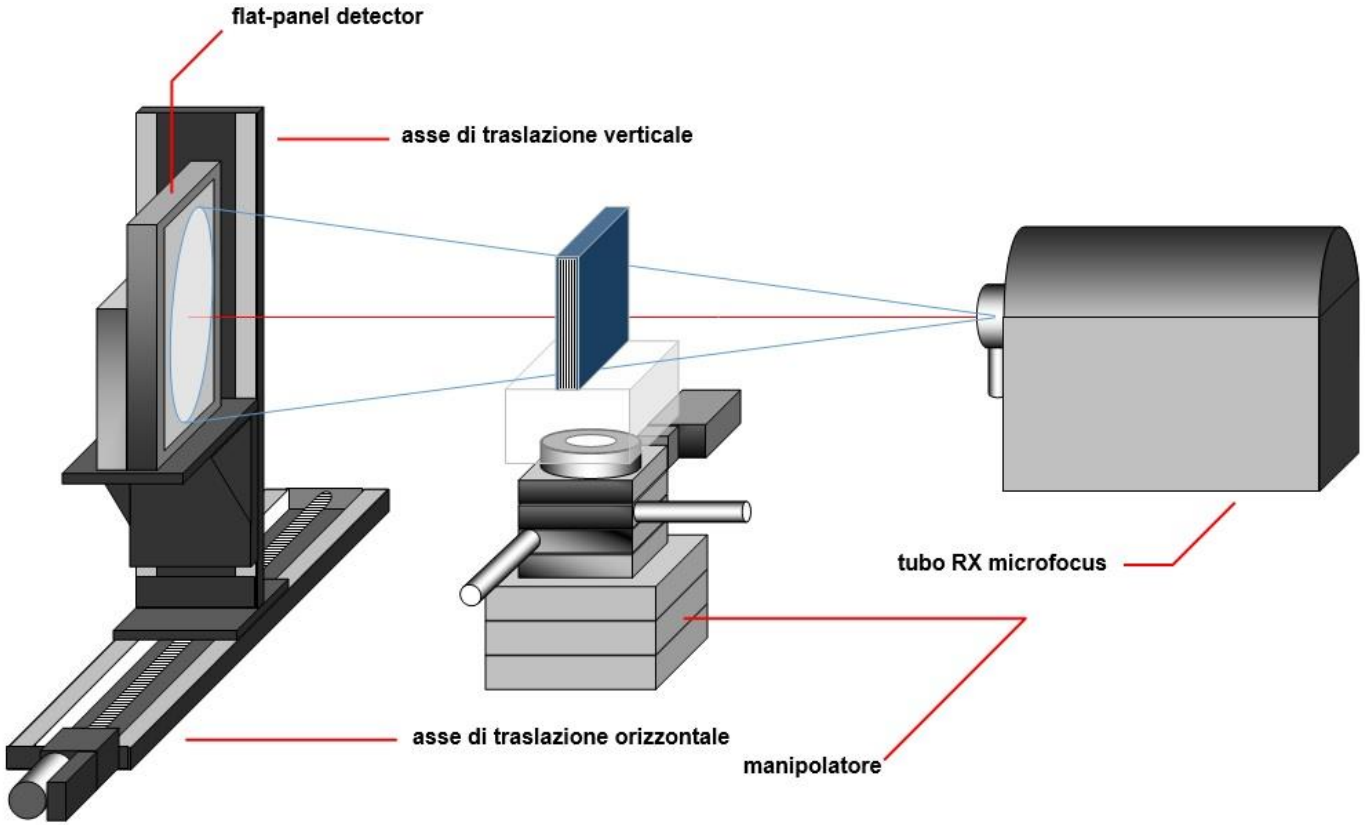
Il libro in realtà è sfogliabile ma è servito come test per il metodo della tomografia con raggi X per elevati spessori



Tomografia Computerizzata del libro di fisica

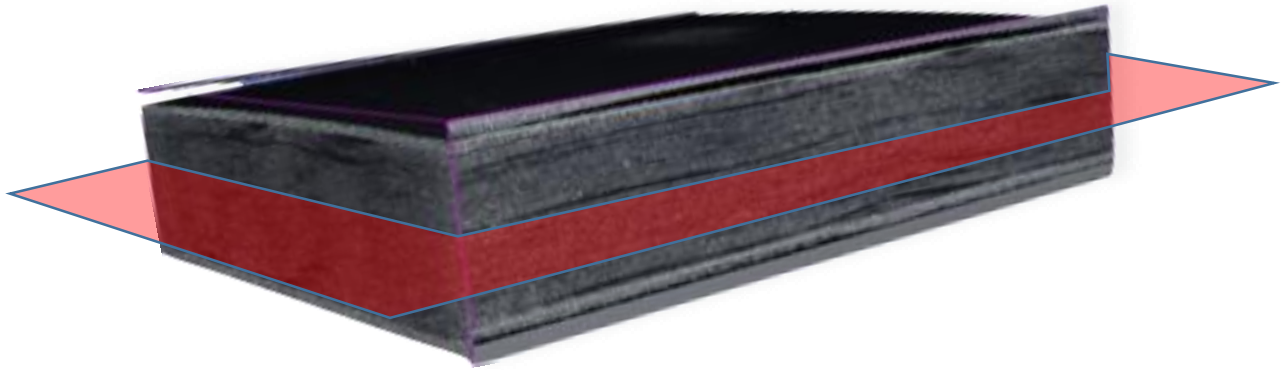
PARAMETRI DI ACQUISIZONE

Tensione	70kV
Corrente	55uA
Filtrazione	NO
Frame rate	2 fps
Frame AVG	16
Proiezioni	900
Angolo	-360 deg
Pixel size	127 um
SDD	363.0 mm
SOD	181.5 mm
ODD	181.5 mm
M	2
Voxel size	63.5 um
immagini	1536x1920

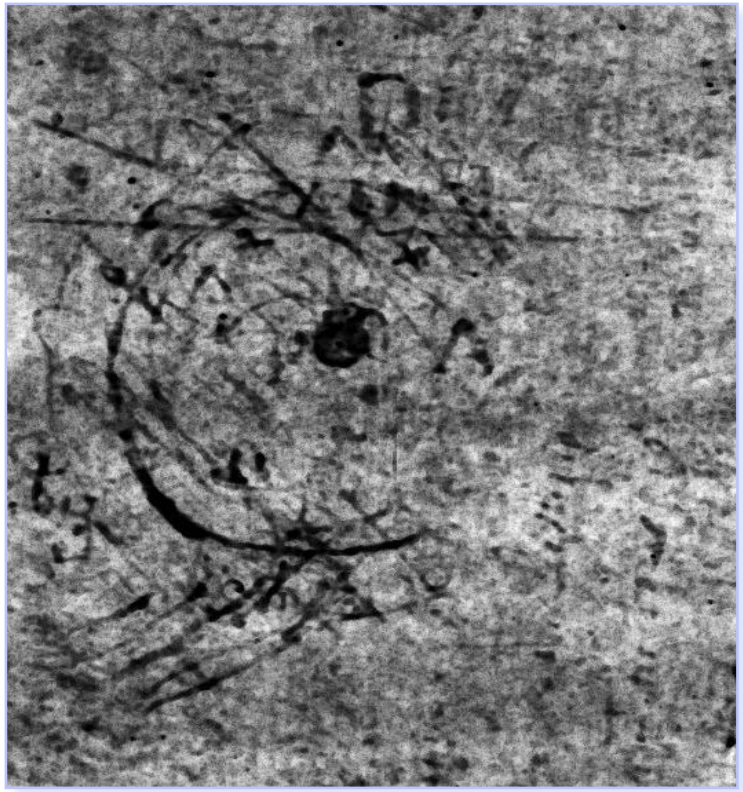


* Il sistema è stato già presentato in lavori precedenti e si tratta ricordiamo di un sistema compatto e trasportabile

RICOSTRUZIONE DEL VOLUME 3D



Scorrendo le sezioni parallele alle pagine a varie profondità è possibile visualizzare figure e parole scritte



CONCLUSIONI

I raggi X permettono in molti casi di avere un contrasto sufficiente per vedere le scritte realizzate con inchiostri a base di ferro (inchiostro ferro-gallico) nei documenti antichi

La Tomografia Computerizzata ad alta risoluzione permette attraverso la ricostruzione dell'intero volume del documento di leggere in profondità attraverso le varie pagine

Occorre tuttavia sviluppare degli algoritmi adeguati di «unwrapping» non banali che individuino e modellino le superfici curve irregolari delle pagine e una procedura di «texturing» che su di esse riporti correttamente le scritte visibili per poter leggere veramente il documento