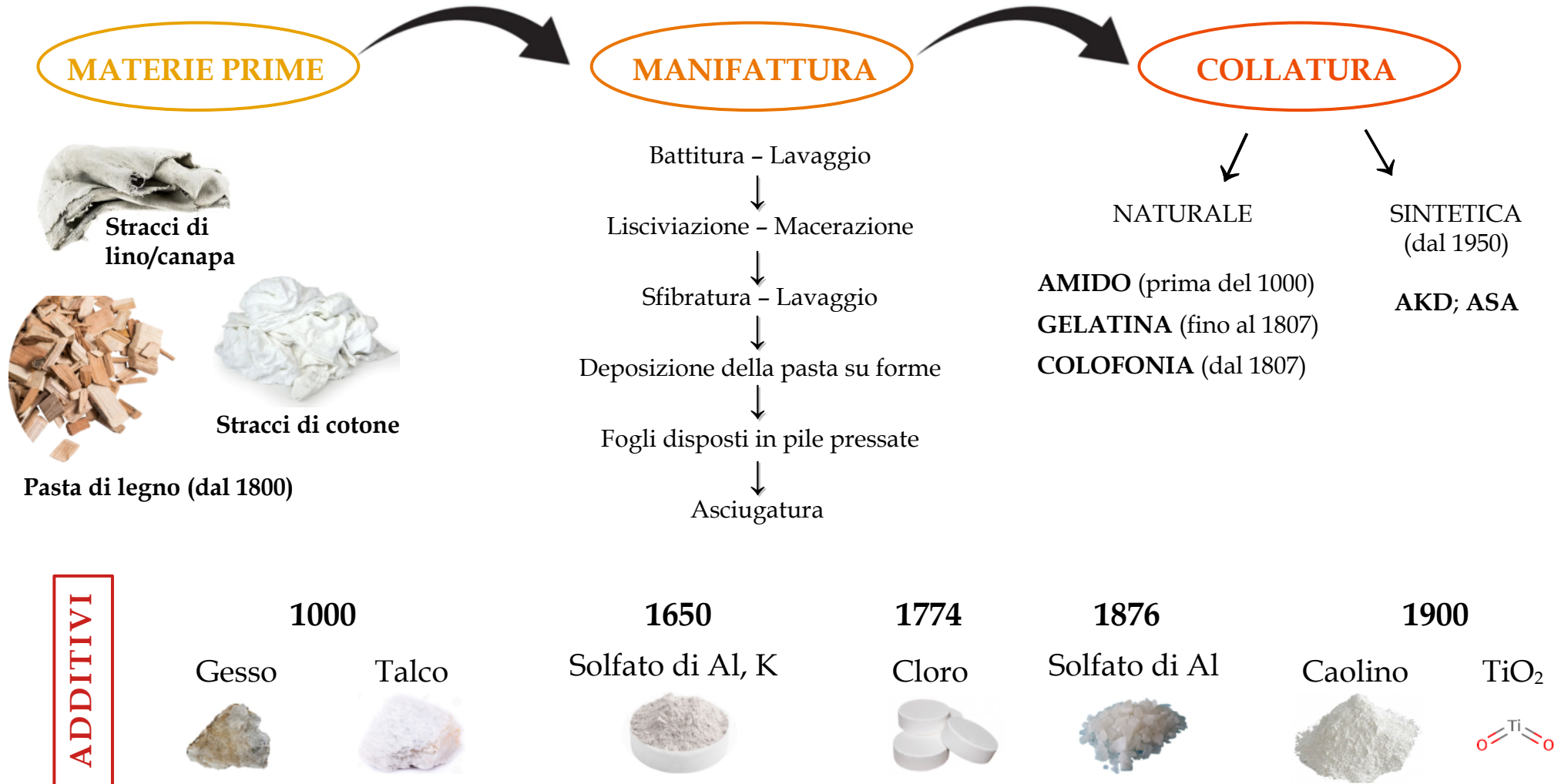


***La diagnostica applicata ai manufatti cartacei: metodologie non invasive per la caratterizzazione di tecniche e materiali***

**Giuseppe Di Girolami** A. R. T. & Co. Srl – Spin Off UNICAM

# COMPOSIZIONE E PRODUZIONE DELLA CARTA





# TECNICHE PUNTUALI



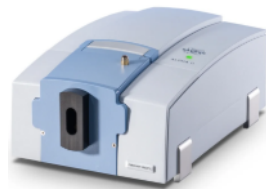
- Fluorescenza di raggi X (XRF)



Tecnica elementale



Identificazione degli additivi inorganici



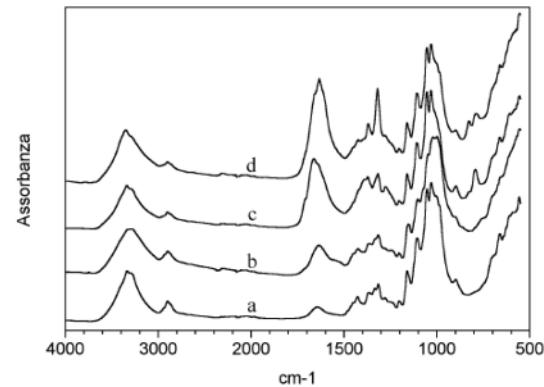
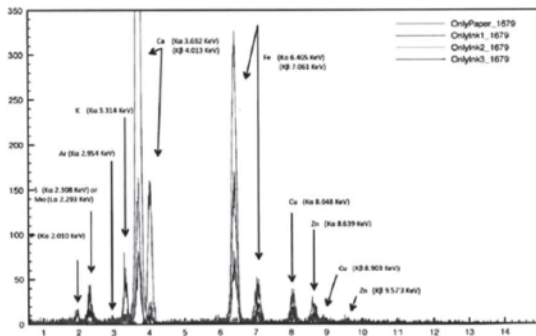
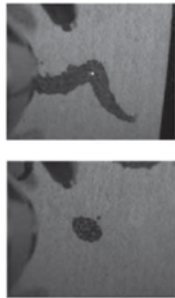
- Spettroscopia IR (FTIR)



Tecnica molecolare

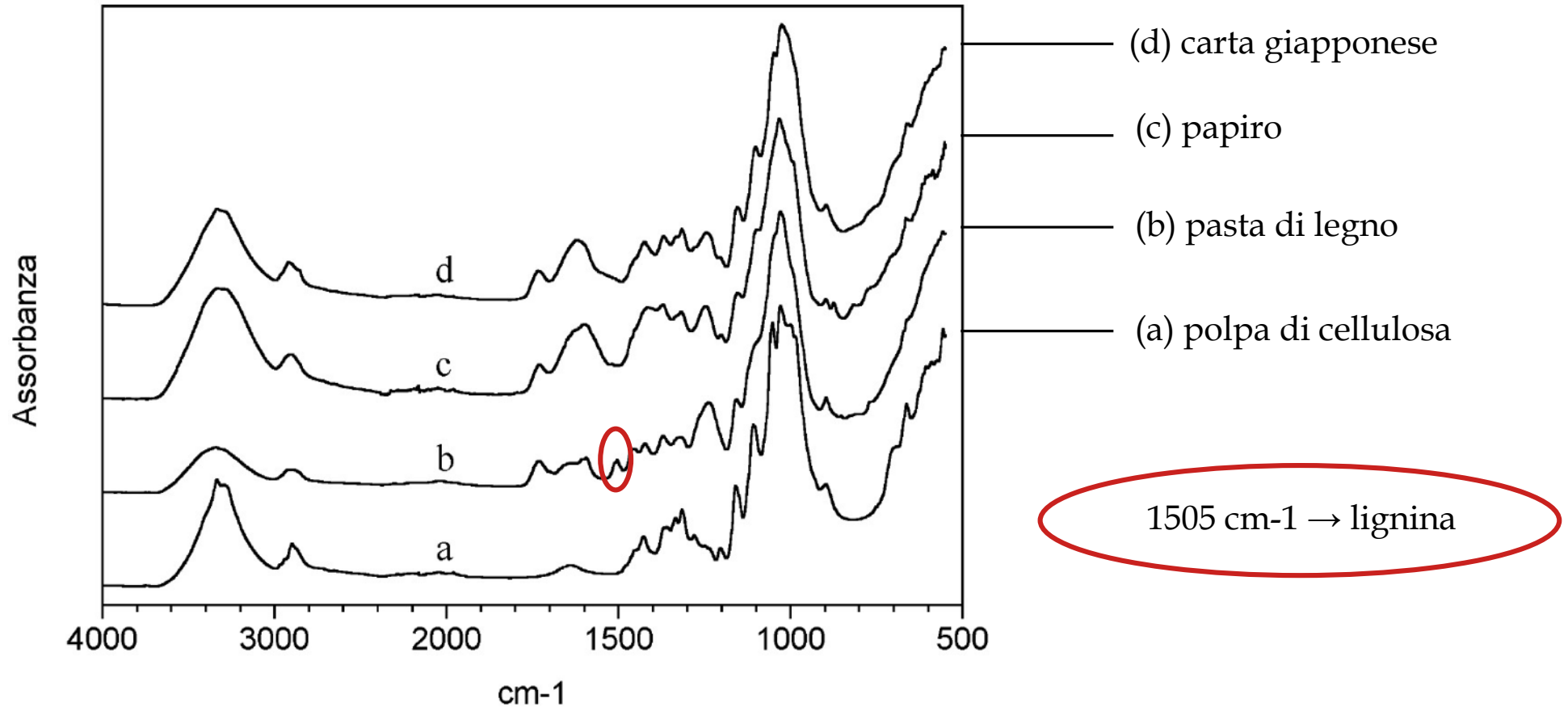


Identificazione della collatura e degli additivi



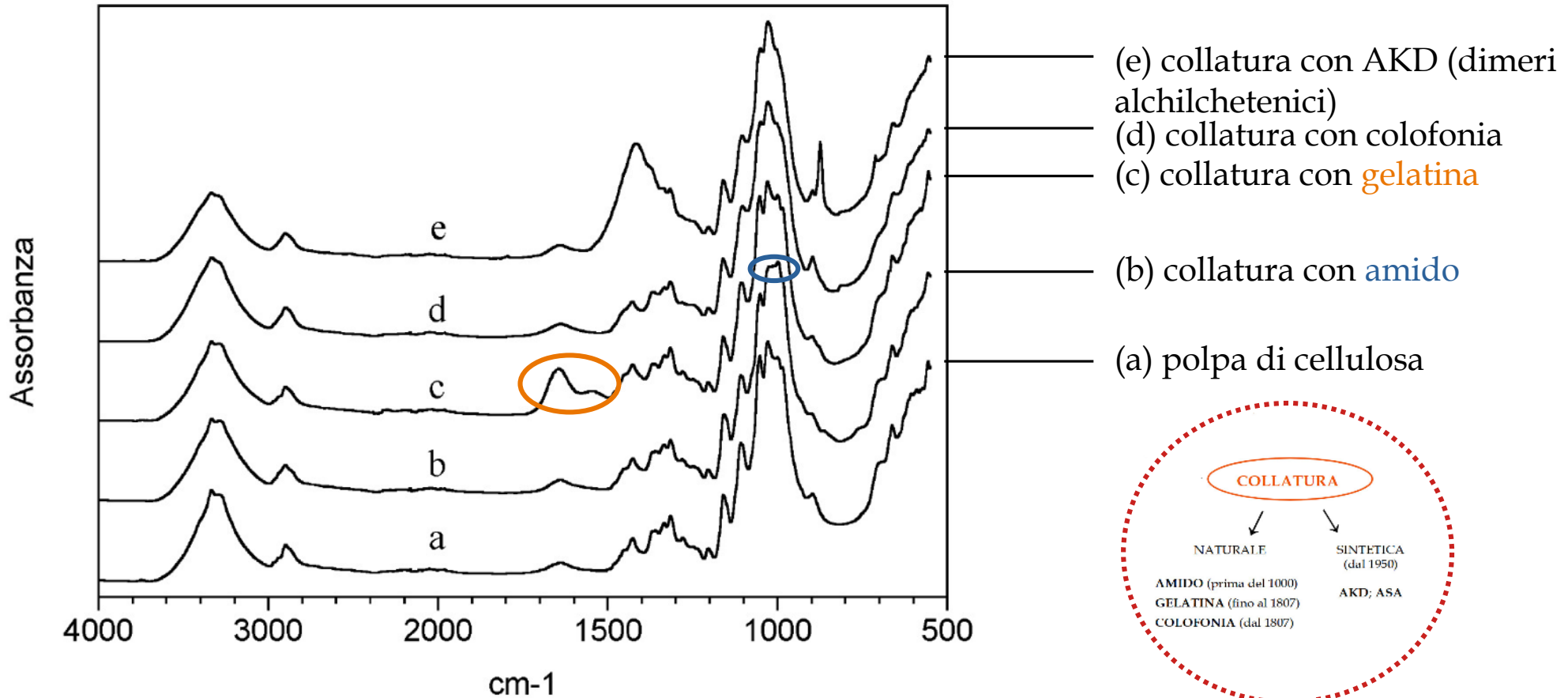
# TECNICHE PUNTUALI

- FTIR: identificazioni del materiale celluloso di base



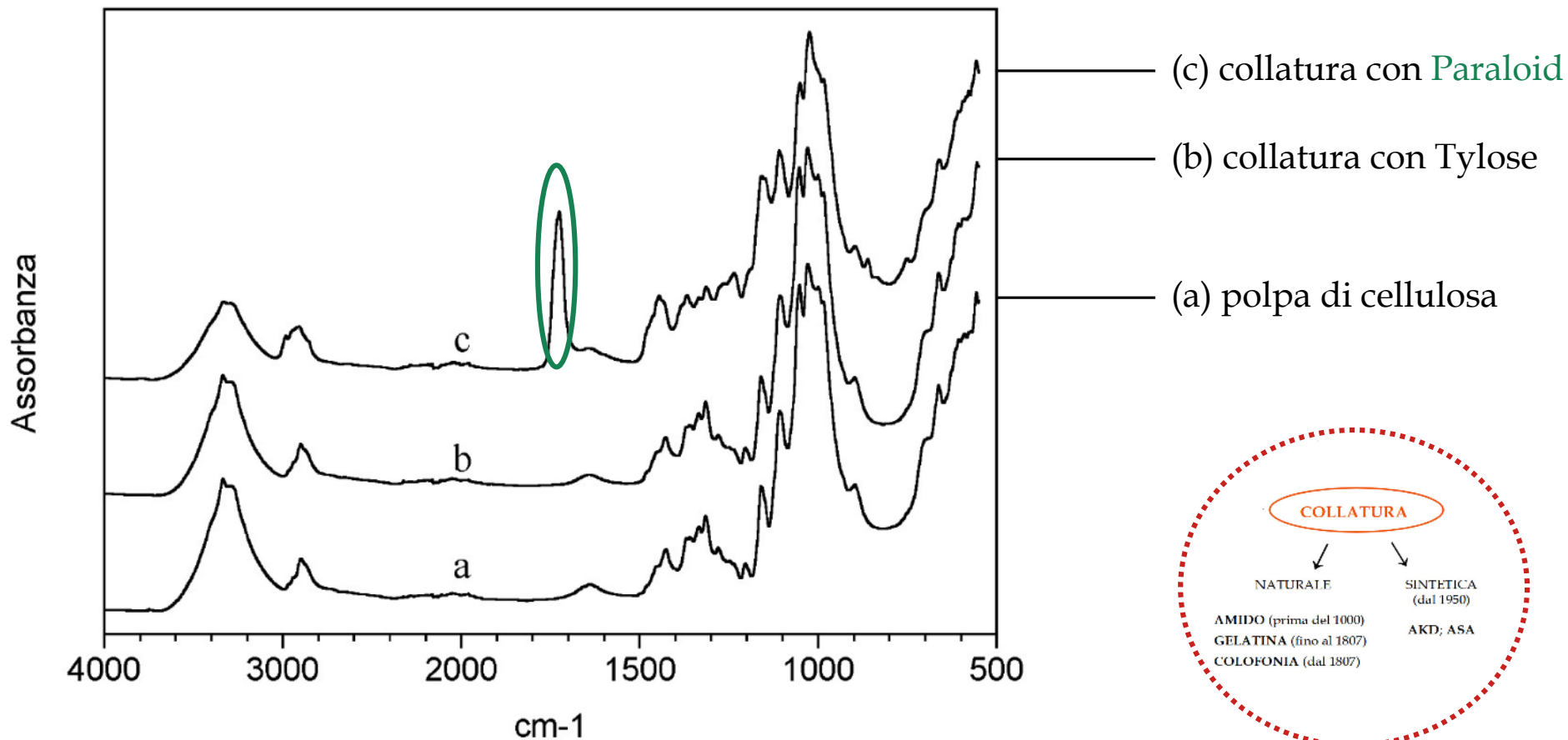
# TECNICHE PUNTUALI

- FTIR: identificazioni della collatura



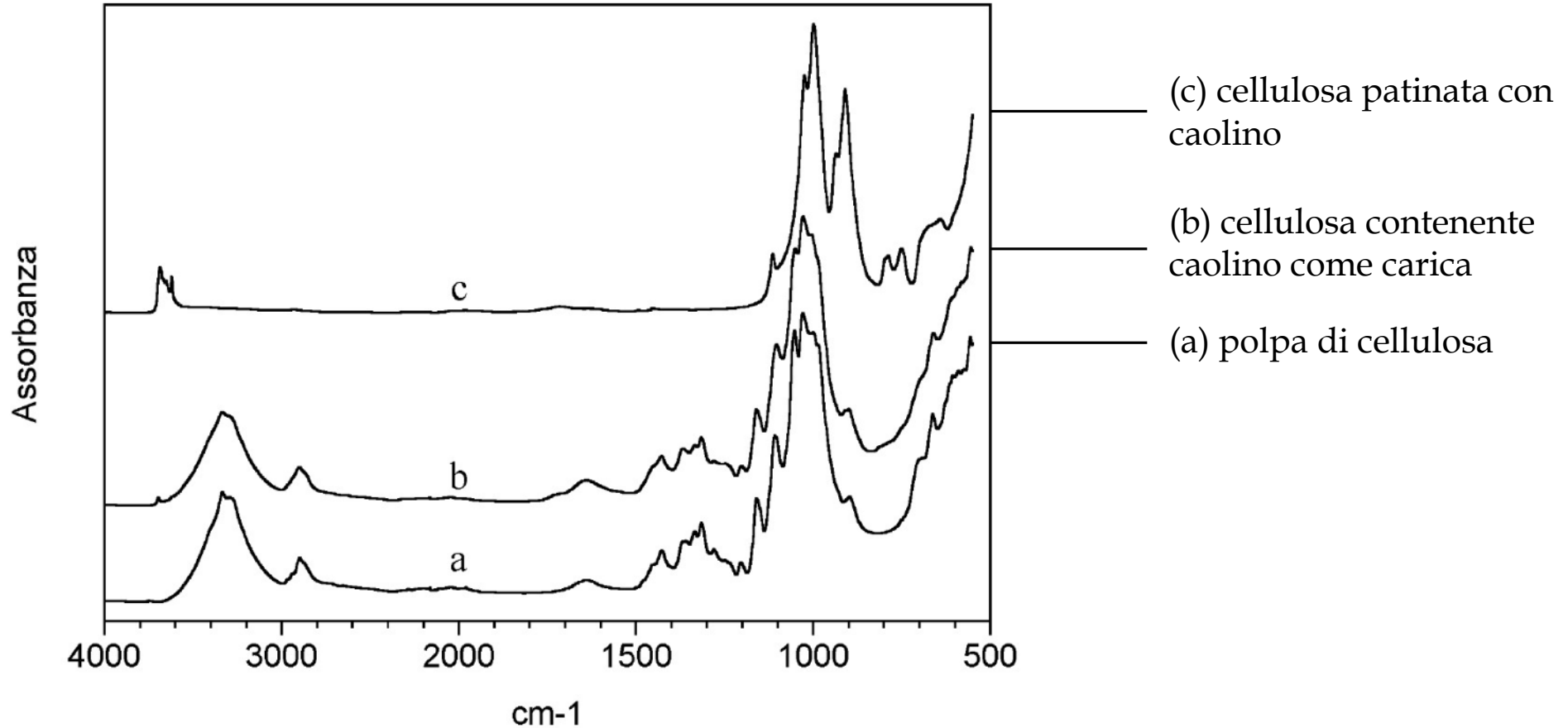
# TECNICHE PUNTUALI

- FTIR: identificazioni degli adesivi sintetici



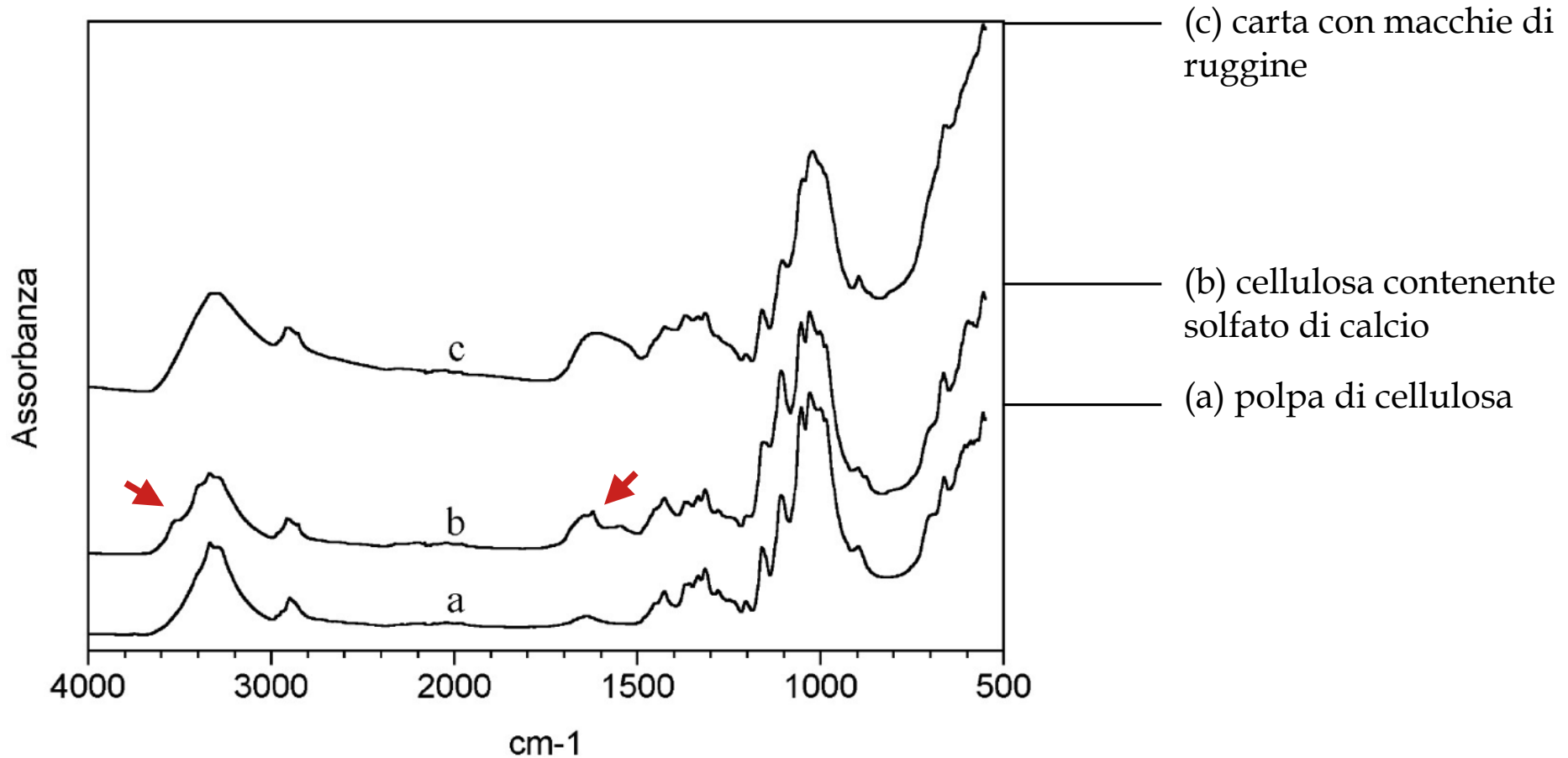
# TECNICHE PUNTUALI

- FTIR: identificazioni di cariche e patine minerali



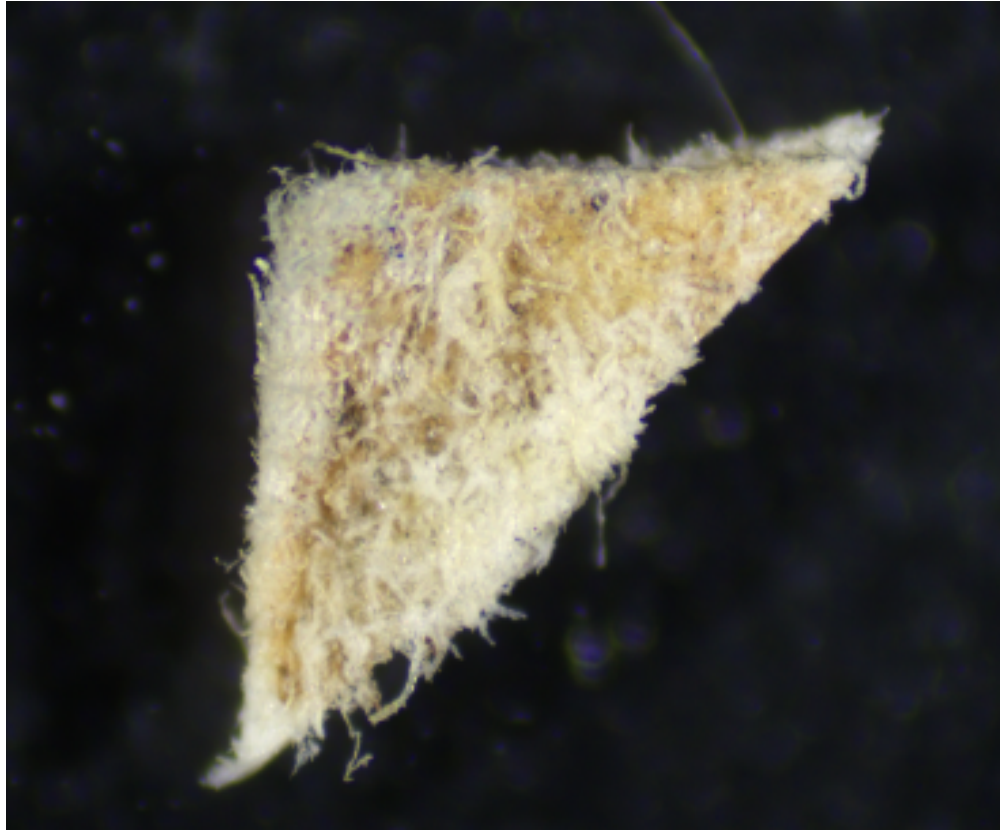
# TECNICHE PUNTUALI

- FTIR: identificazioni di cariche e patine minerali

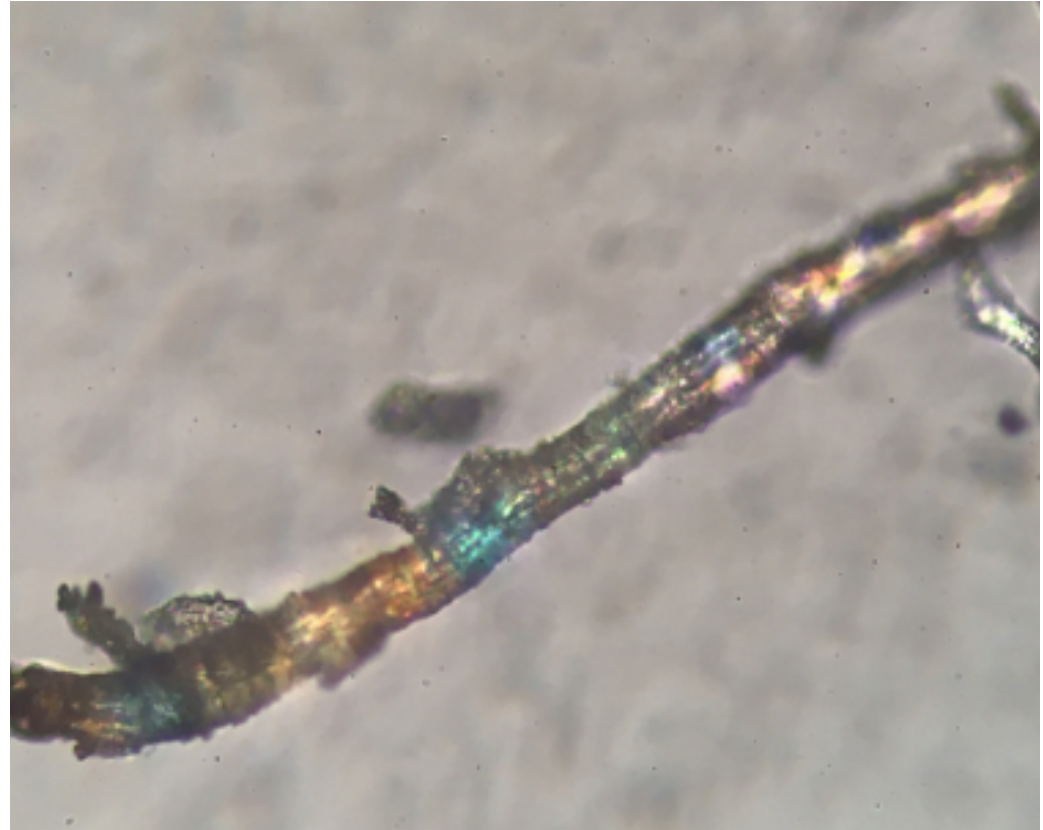


# MICRO-CAMPIONI

- Microscopio ottico: riconoscimento della fibra



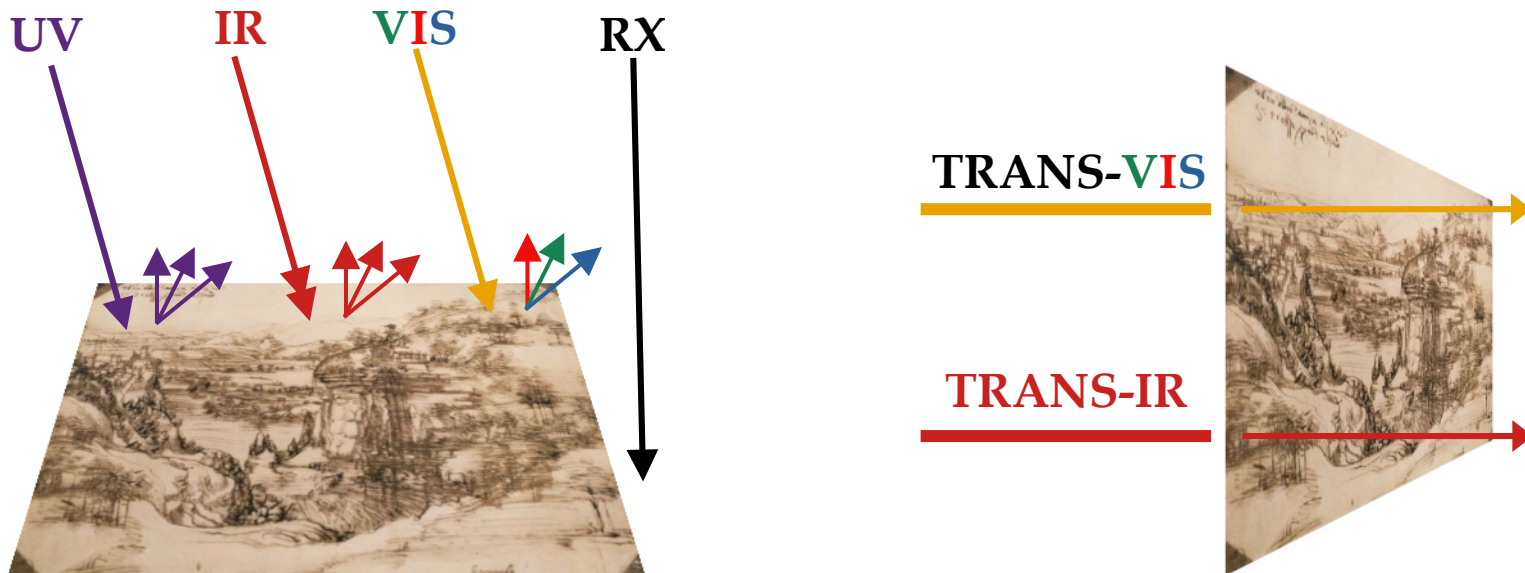
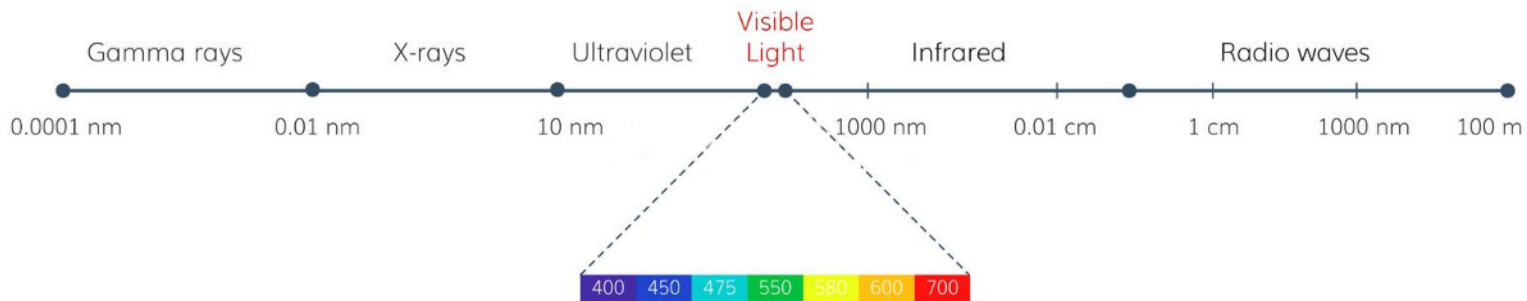
Micrografia del campione (25X)



Micrografia in luce trasmessa (400X)



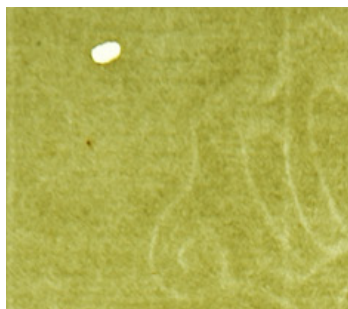
# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE



# IMAGING MULTISPETTRALE

## Luce trasmessa (VIS o IR)

- Presenza di irregolarità della distribuzione della polpa (qualità della carta)
- Identificazione della filigrana e delle caratteristiche della carta (filoni/vergelle)
- Identificazione di disegni/incisioni nascoste sul verso
- Identificazione di danni (buchi, strappi, abrasioni, discolorazioni...)



## Luce radente

- Osservazione di caratteristiche e irregolarità, difetti della superficie
- Valutazione dello stato di conservazione
- Identificazione della filigrana, di segni o incisioni e pieghe

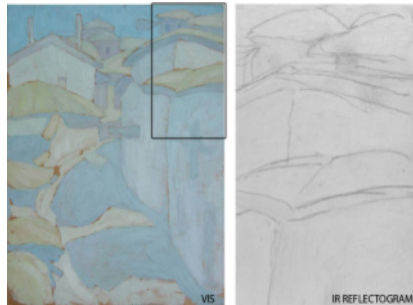
## Macrofotografia

- Studio del degrado
- Alti ingrandimenti



## Riflettografia IR

- Osservazione del disegno preparatorio, di disegni sbiaditi (a base carboniosa)
- Identificazione di «pentimenti»
- Identificazione di inchiostri
- Studio dei palinsesti
- IRFC (falsi colori) per lo studio di pigmenti e presenza di aree di alterazione o restauro



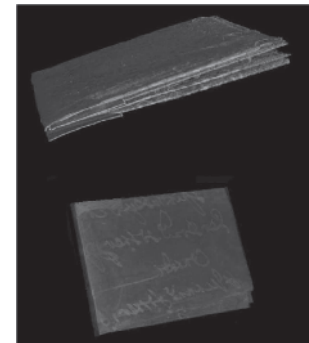
## UVF/UVR

- Indicazione sull'uso di alcuni materiali: TiO<sub>2</sub>, bianco di Zn, inchiostri e pigmenti, vernici
- Studio di dettagli non più visibili a causa dell'alterazione del supporto o di inchiostri abrasivi/sbiaditi/alterati
- Studio dello stato di conservazione



## Radiografia/Tomografia

- Individuazione degli elementi metallici (e.g. residui dell'uso di una punta metallica)
- Lettura di testi all'interno di documenti chiusi



# CARATTERISTICHE DEL MATERIALE CARTACEO



## **FILONI**

La distanza diminuisce col tempo

XIV sec. 50-40 mm (intervallo variabile)

XV-XVI sec. scende fino a 20-25 mm

## **VERGELLE**

1300-1330 ca: finissime, 20 vergelle occupano 25 mm

1330/1340-1370/1380: grosse e spaziate, fino a 60/65 mm

Dal 1380: tendono ad affinarsi e riavvicinarsi

## **FILIGRANA**

Impronta lasciata nella pasta da una figura fissata sulla forma

Introdotta a partire dal 1280/1300



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

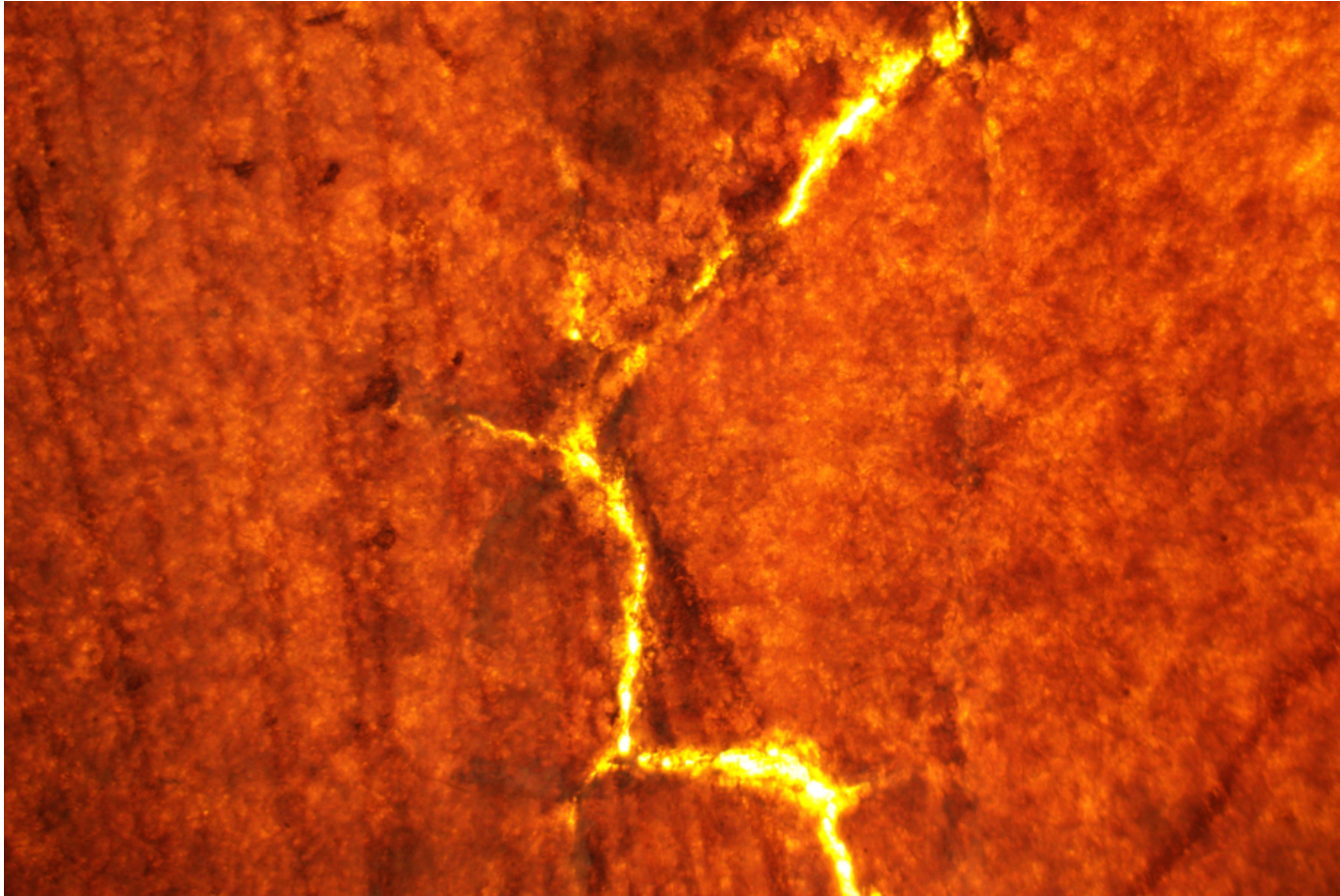
- TRANS-IR: identificazione di filoni e vergelle



Le frecce indicano i filoni

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

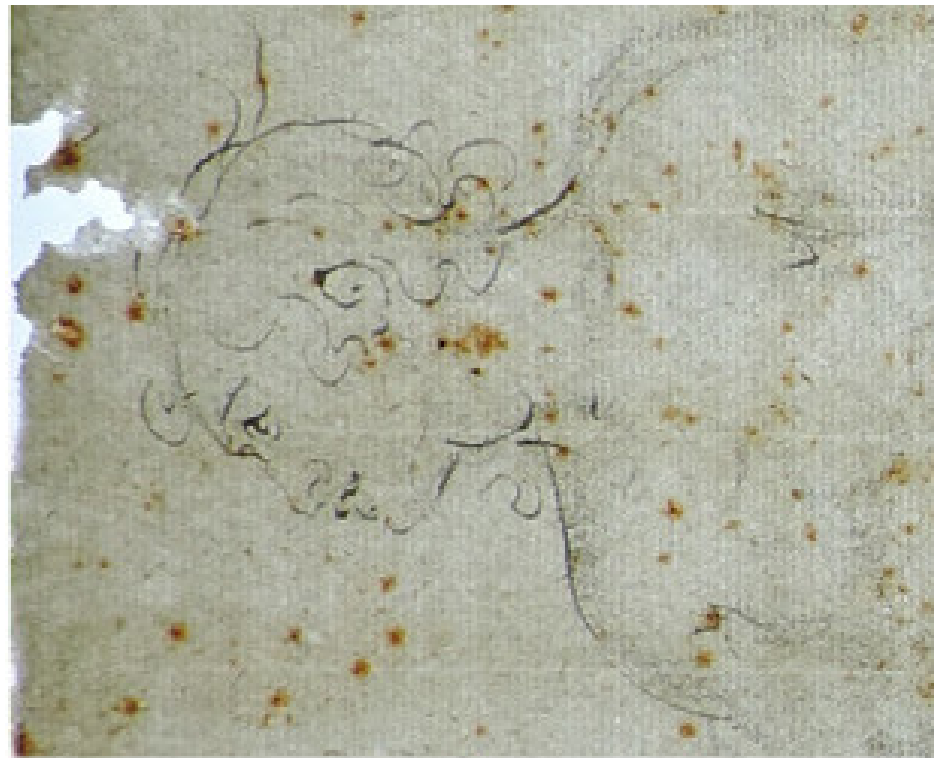
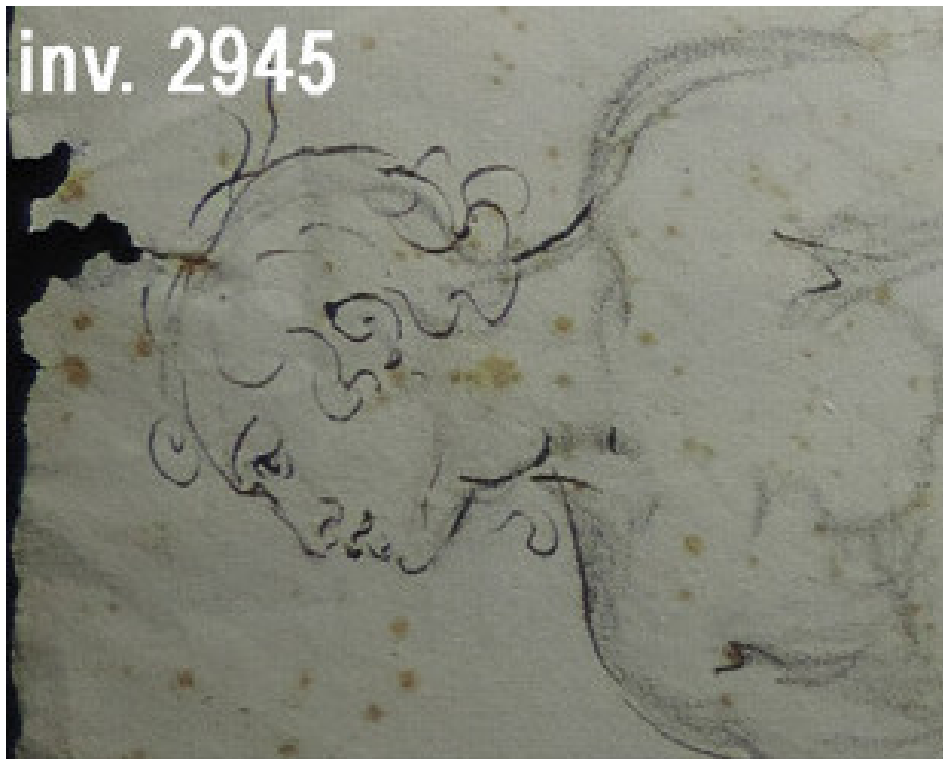
- TRANS-VIS: valutazione dello stato di conservazione



Micrografia allo stereomicroscopio  
in luce trasmessa

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

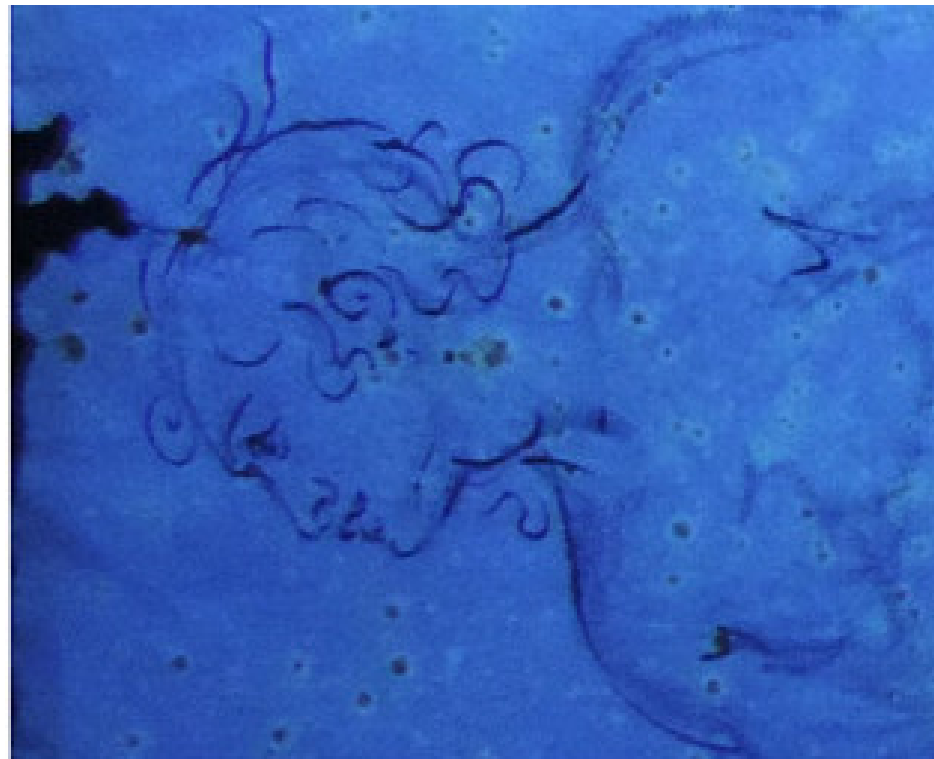
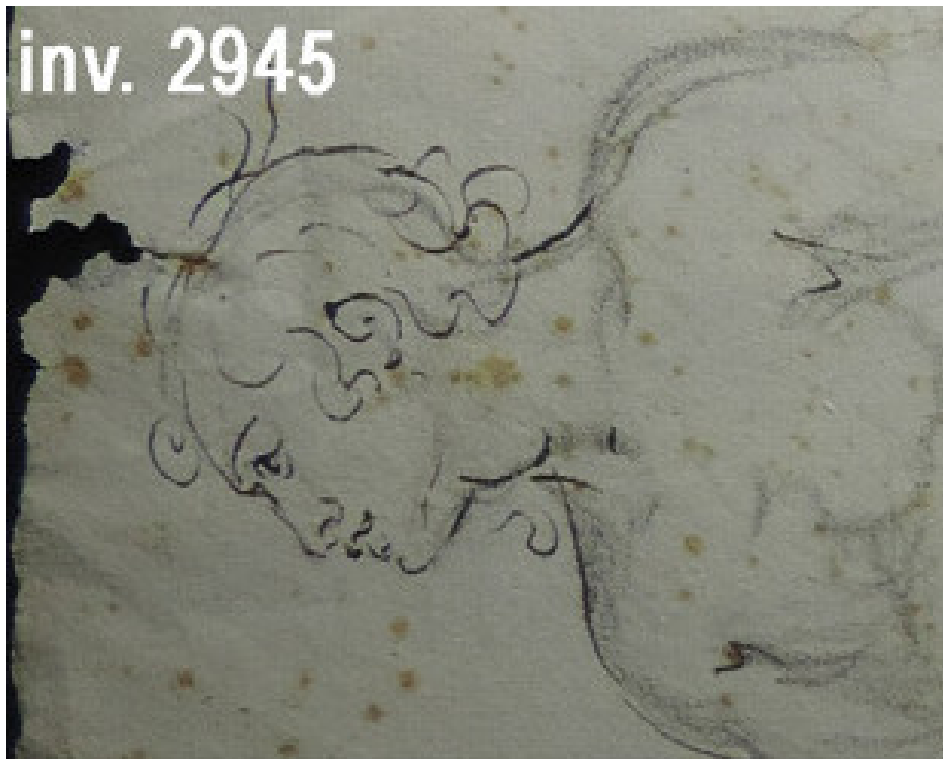
- TRANS-IR: valutazione dello stato di conservazione



F. Figueira, M. Matos, A. Nunes, M. Afonso, A. C. Rocha, J. Campelo, T. Ferreira, Considerations about foxing stains in three paper collections ranging from the 16th to 20th century, *Conservar Património*, 35, 2020, pp. 45-57.

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- UVF: valutazione dello stato di conservazione



F. Figueira, M. Matos, A. Nunes, M. Afonso, A. C. Rocha, J. Campelo, T. Ferreira, Considerations about foxing stains in three paper collections ranging from the 16th to 20th century, *Conservar Património*, 35, 2020, pp. 45-57.



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- Luce radente: valutazione dello stato di conservazione





# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

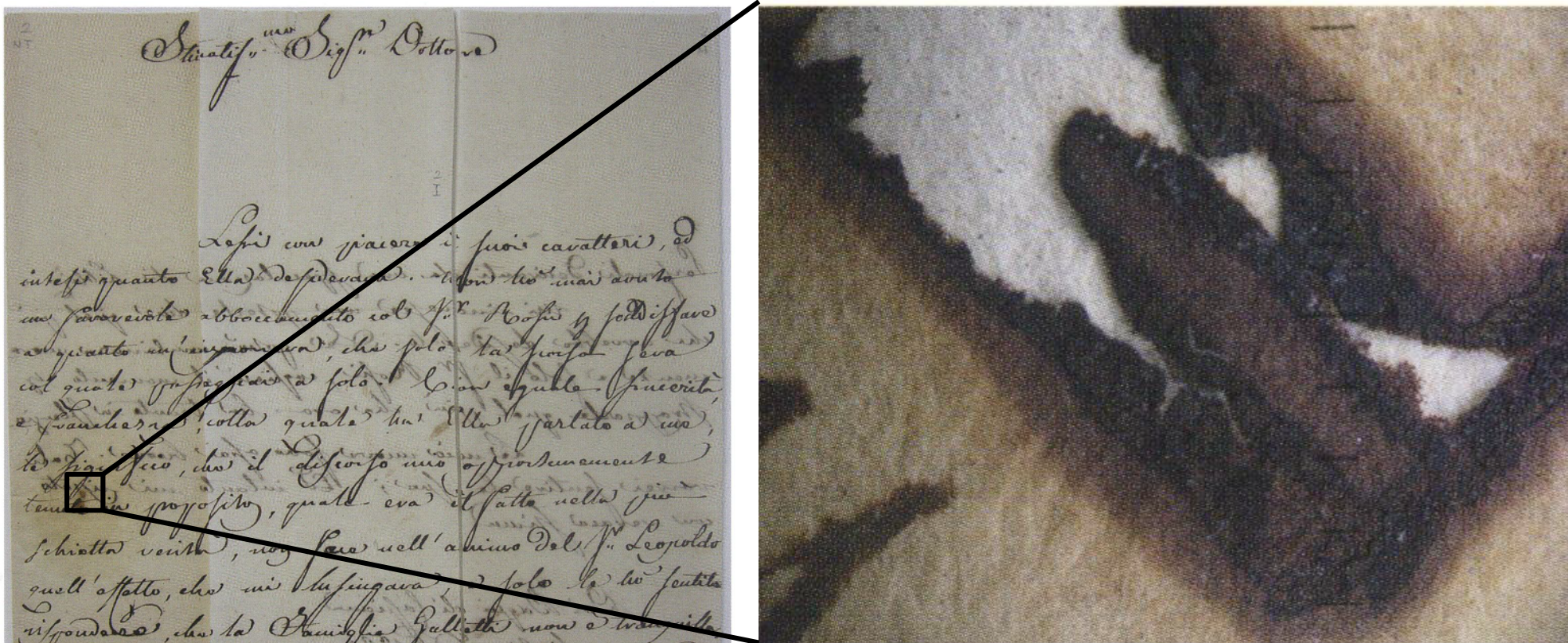
- Macrofotografia: valutazione dello stato di conservazione





# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- Macrofotografia: valutazione dello stato di conservazione



M. Galeotti, L. Montalbano, A. Nunes, E. Spera, Le problematiche degli inchiostri metallo-gallici. Considerazioni e nuove tipologie di applicazione a dieci anni dalla sperimentazione del fitato di calcio, *OPD Restauro*, 28, 2016, pp. 174-183.

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

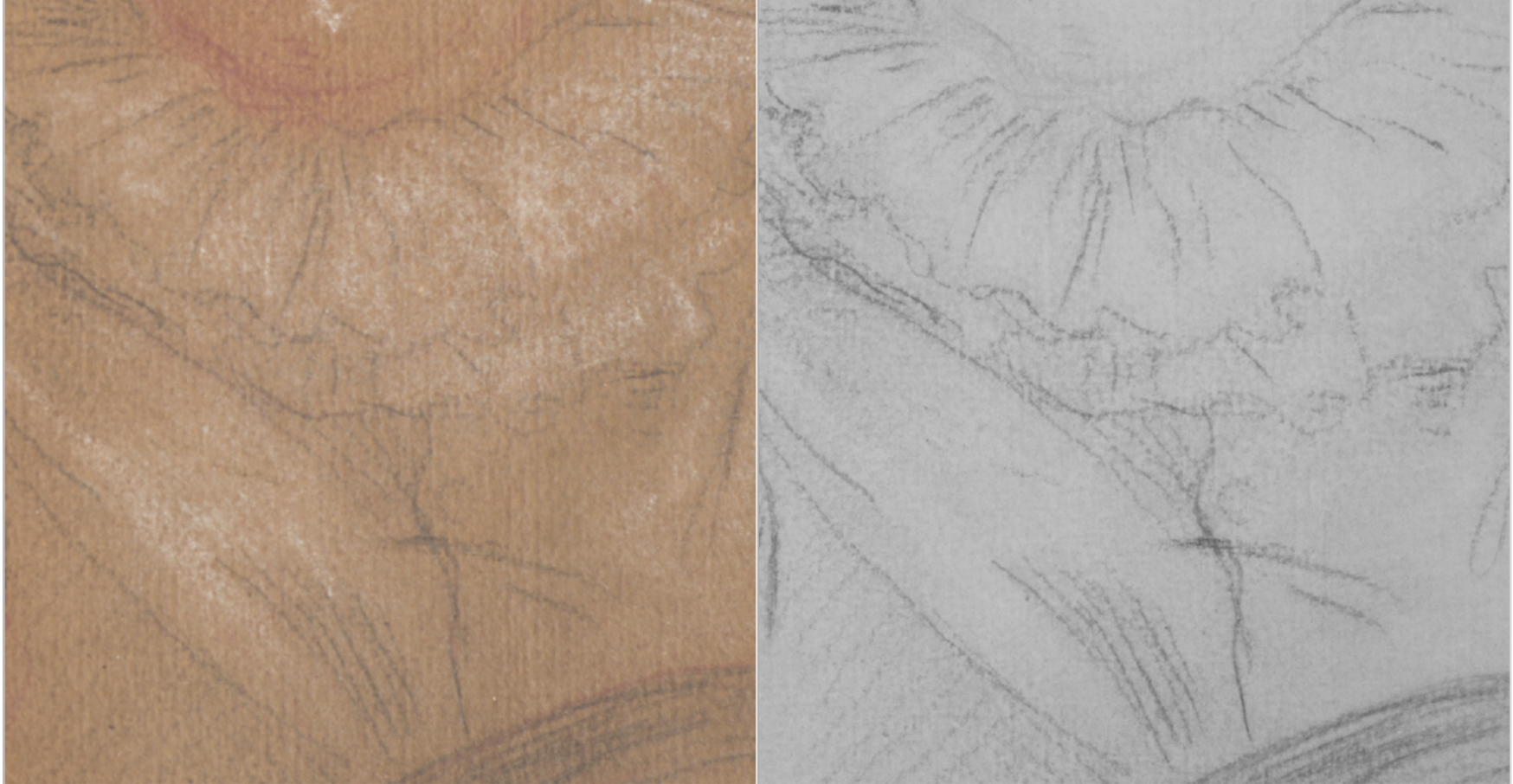
- IRR: identificazione del disegno preparatorio e/o segni grafici





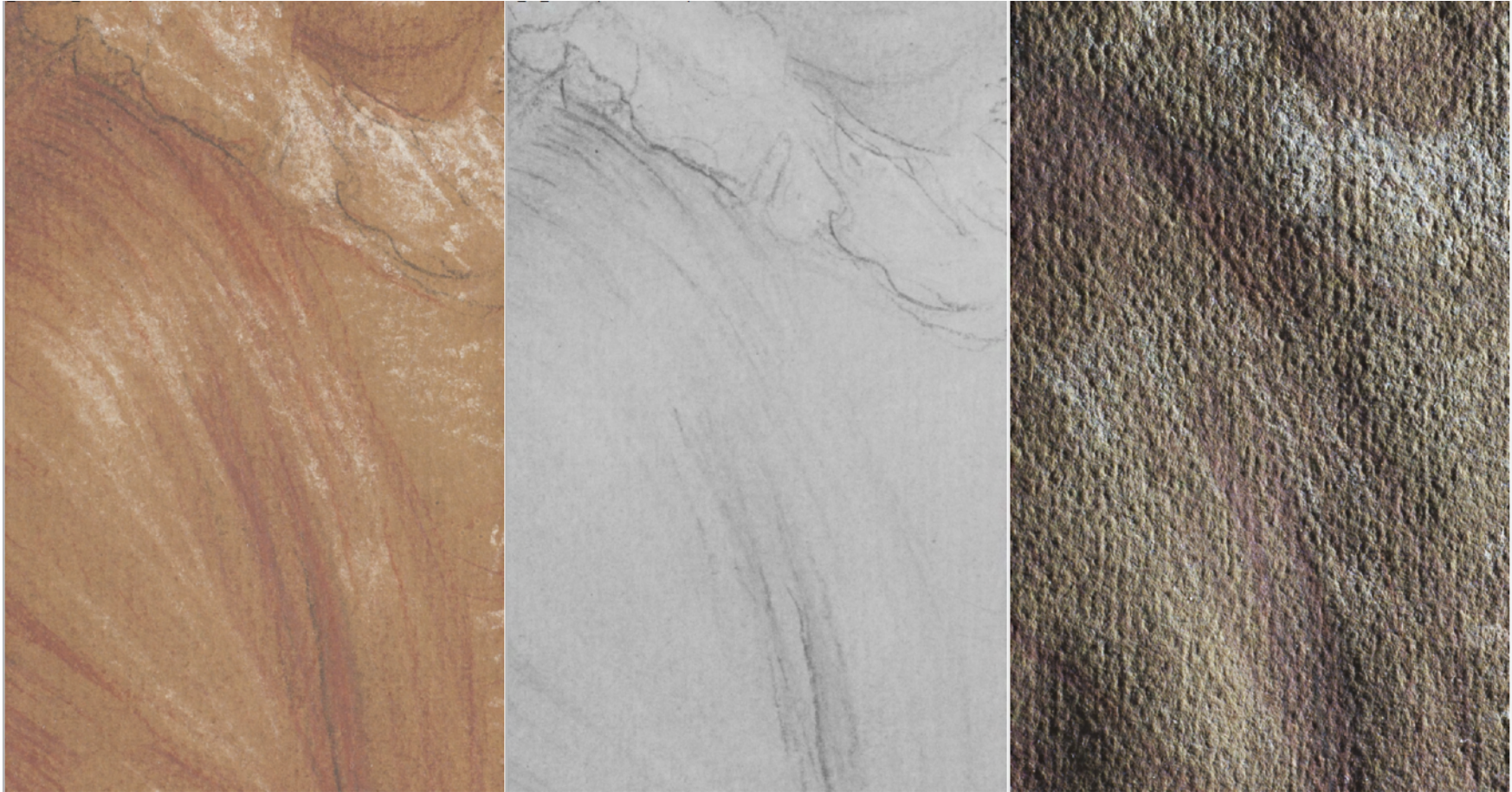
# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- IRR: identificazione del disegno preparatorio e/o segni grafici



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

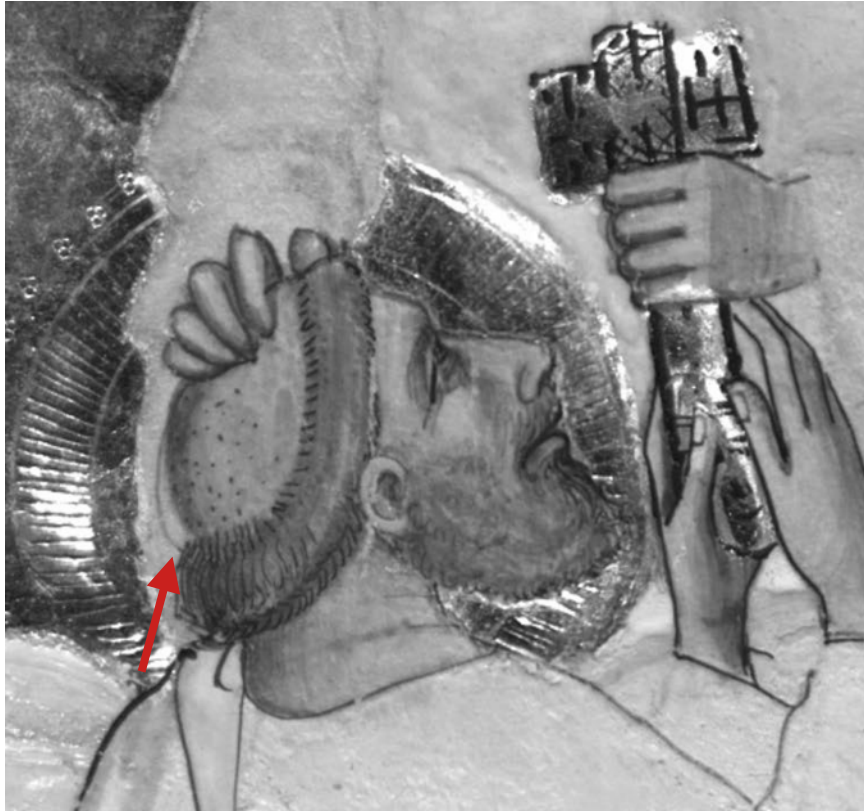
- IRR: identificazione del disegno preparatorio e/o segni grafici





# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- IRR: identificazione del disegno preparatorio e di «pentimenti»

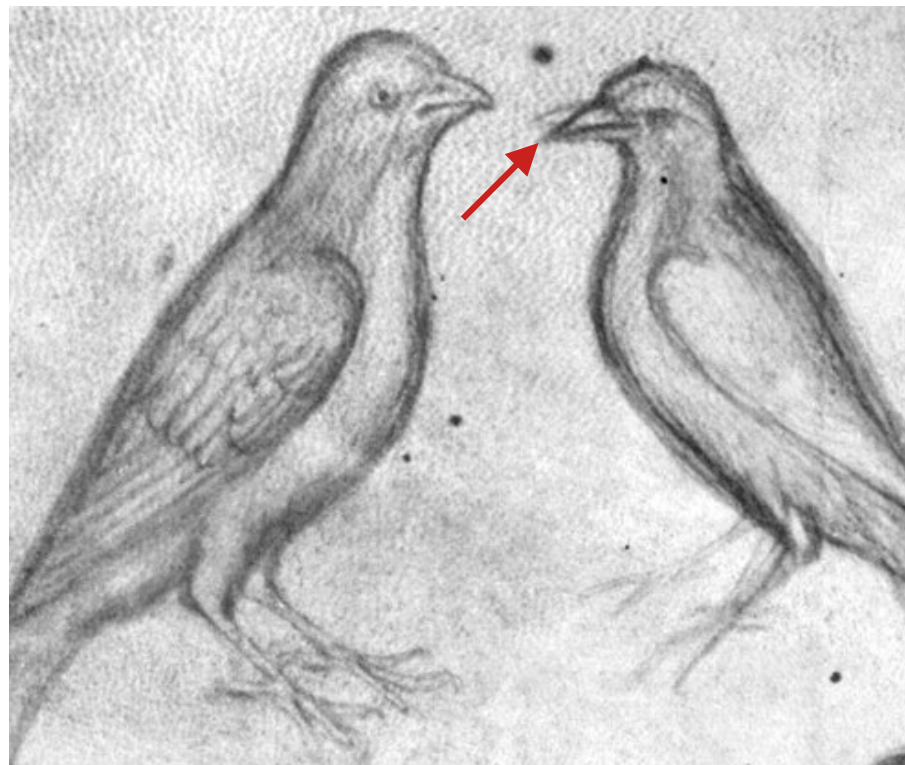


J. Delaney, G. Trumphy, M. Didier, A high sensitivity, low noise and high spatial resolution multi-band infrared reflectography camera for the study of paintings and works on paper, *Herit Sci*, 5, 32, 2017.



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

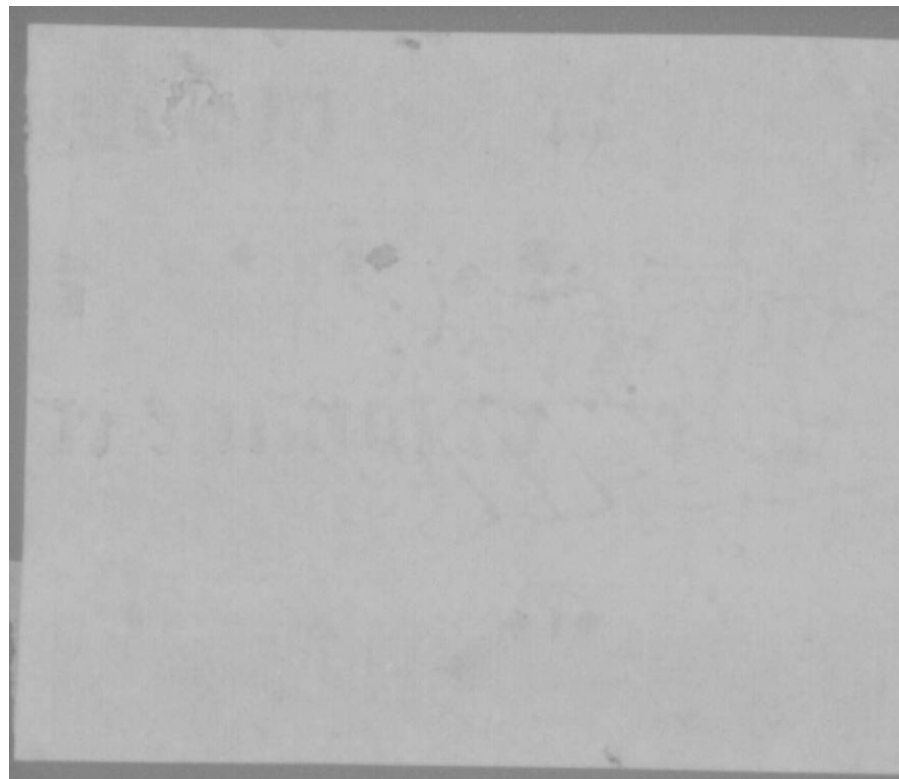
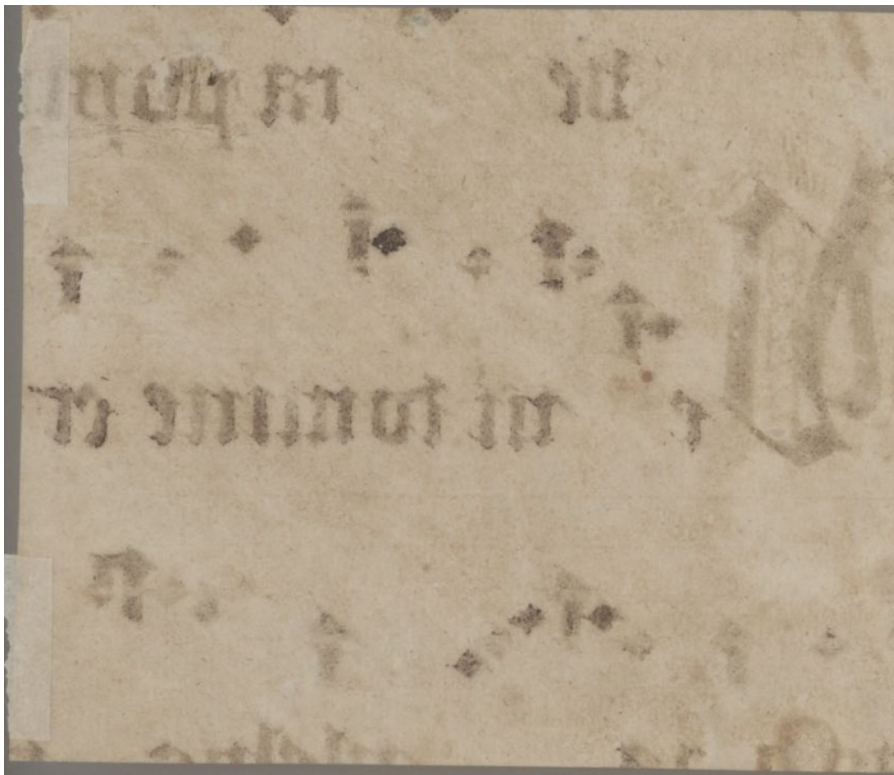
- UVF: identificazione di «pentimenti»



A. Blacker, New multispectral method for the analysis of documents and drawings, International Conference on Cultural Heritage and New Technologies, Vienna, 2019.

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

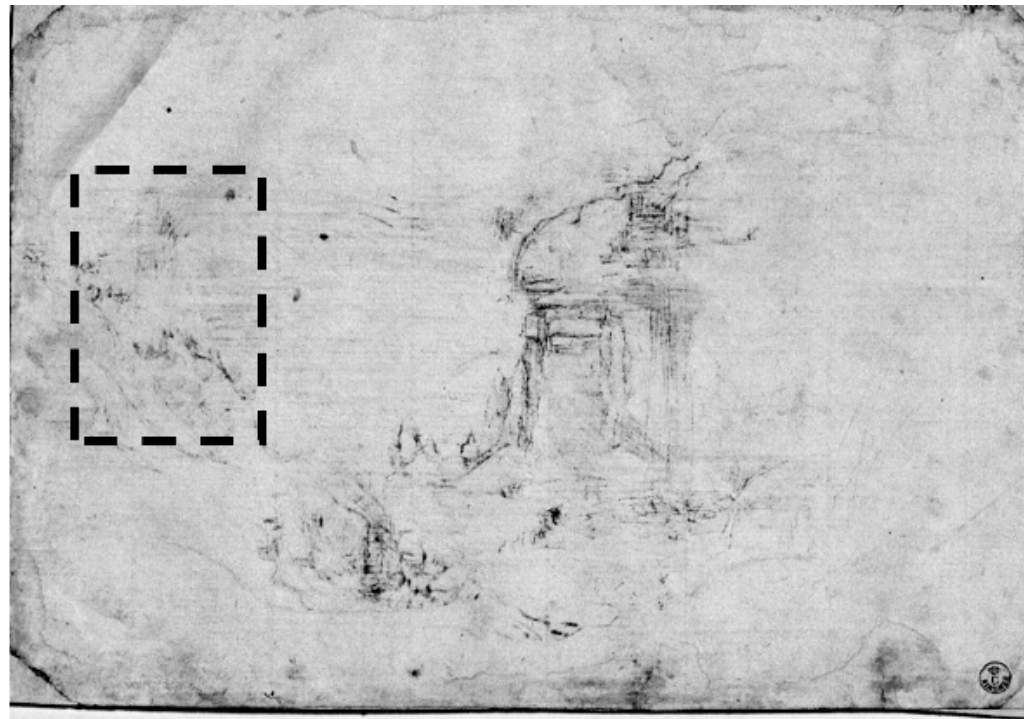
- IRR: identificazione del medium grafico



A. Blacker, New multispectral method for the analysis of documents and drawings, International Conference on Cultural Heritage and New Technologies, Vienna, 2019.

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- IRR: distinzione dei diversi medium grafici presenti

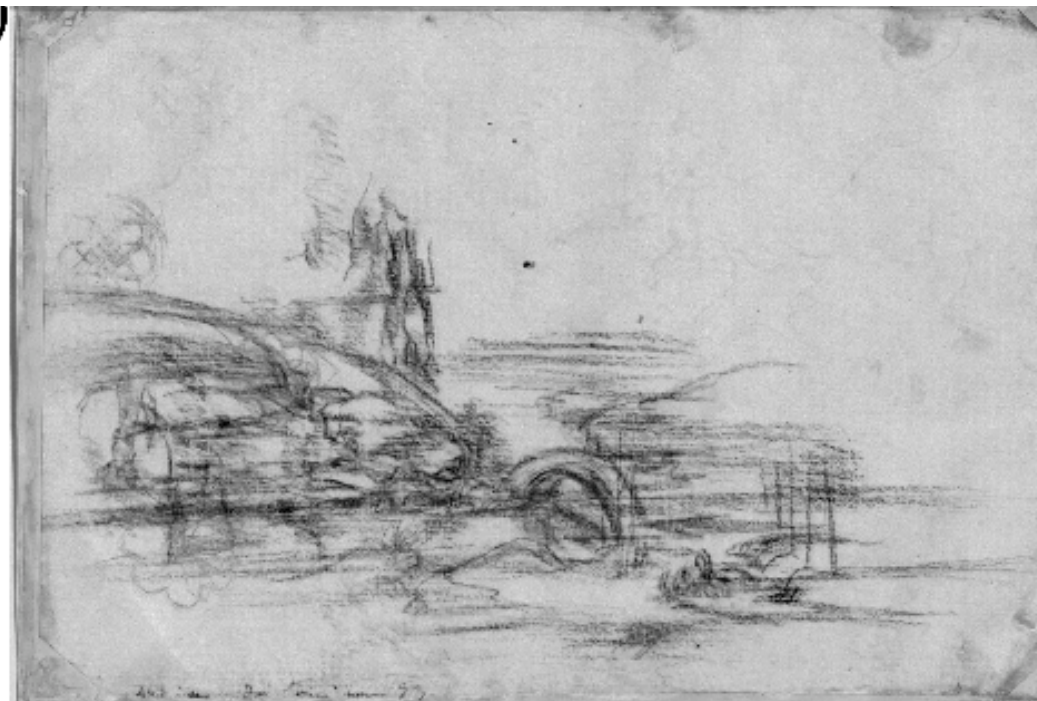


A. Dal Fovo, J. Striova, E. Pampaloni, R. Fontana, Unveiling the Invisible in Uffizi Gallery's Drawing 8P by Leonardo with Non-Invasive Optical Techniques, *Appl. Sci.*, 11, 7995, 2021.



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

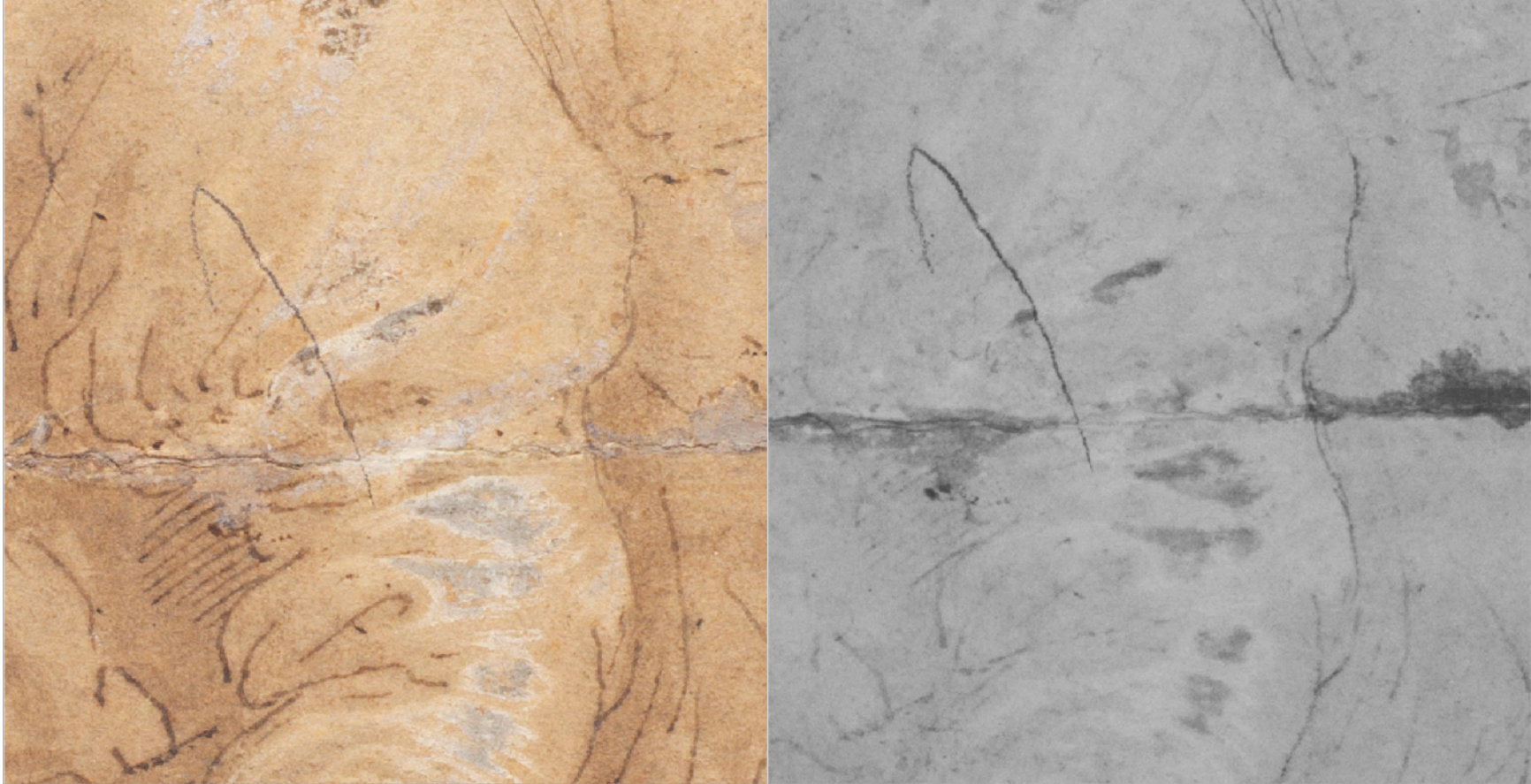
- IRR: distinzione dei diversi medium grafici presenti



A. Dal Fovo, J. Striova, E. Pampaloni, R. Fontana, Unveiling the Invisible in Uffizi Gallery's Drawing 8P by Leonardo with Non-Invasive Optical Techniques, *Appl. Sci.*, 11, 7995, 2021.

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- IRR: distinzione dei diversi medium grafici presenti





# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- IRFC: identificazione di pigmenti



VIS  
"Hellas", J. Tsarouhis



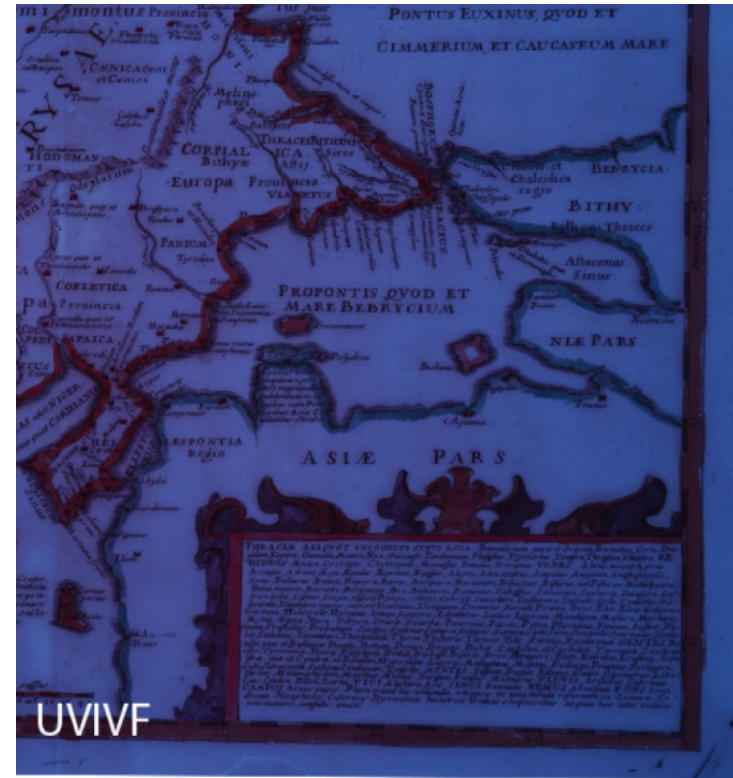
IRFC  
"Hellas", J. Tsarouhis

# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- UVF: distinzione dei diversi medium grafici e pigmenti impiegati



Mappa, dettaglio XVII sec.



P. Banou, A. Alexopoulou, A. A. Kaminari, Photographic and technical examination: a valuable tool for the conservation treatment of works of art on paper and parchment, 2019.



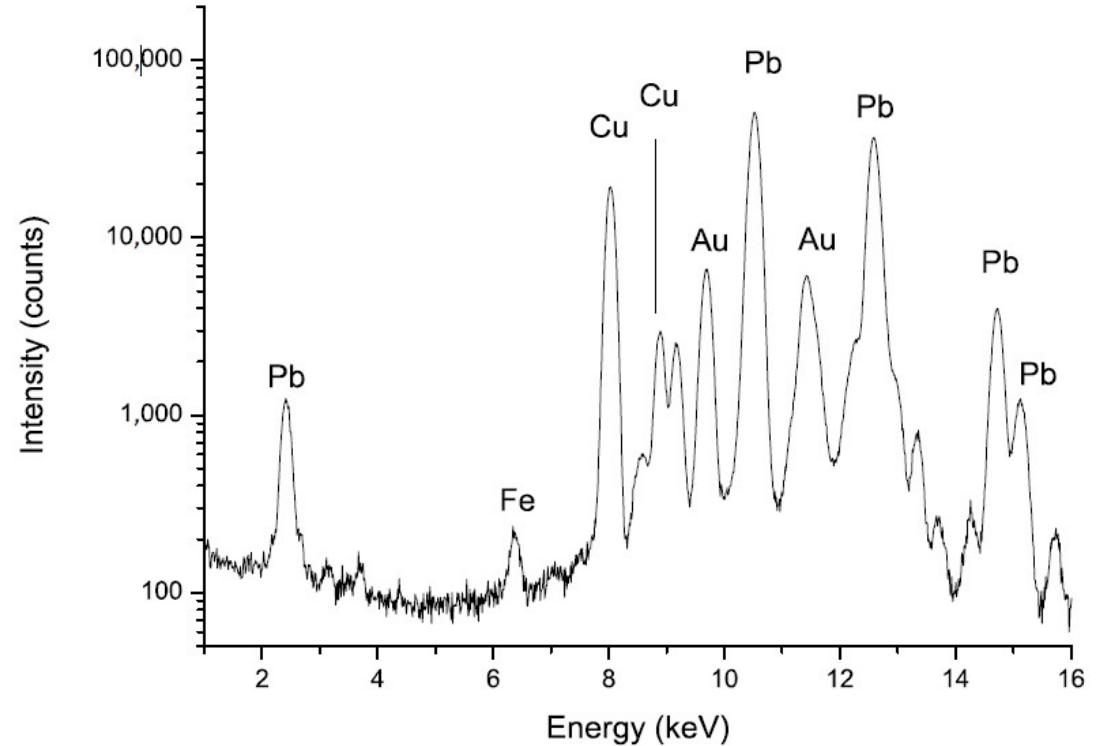
# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- UVF: identificazione dei pigmenti impiegati



# TECNICHE PUNTUALI

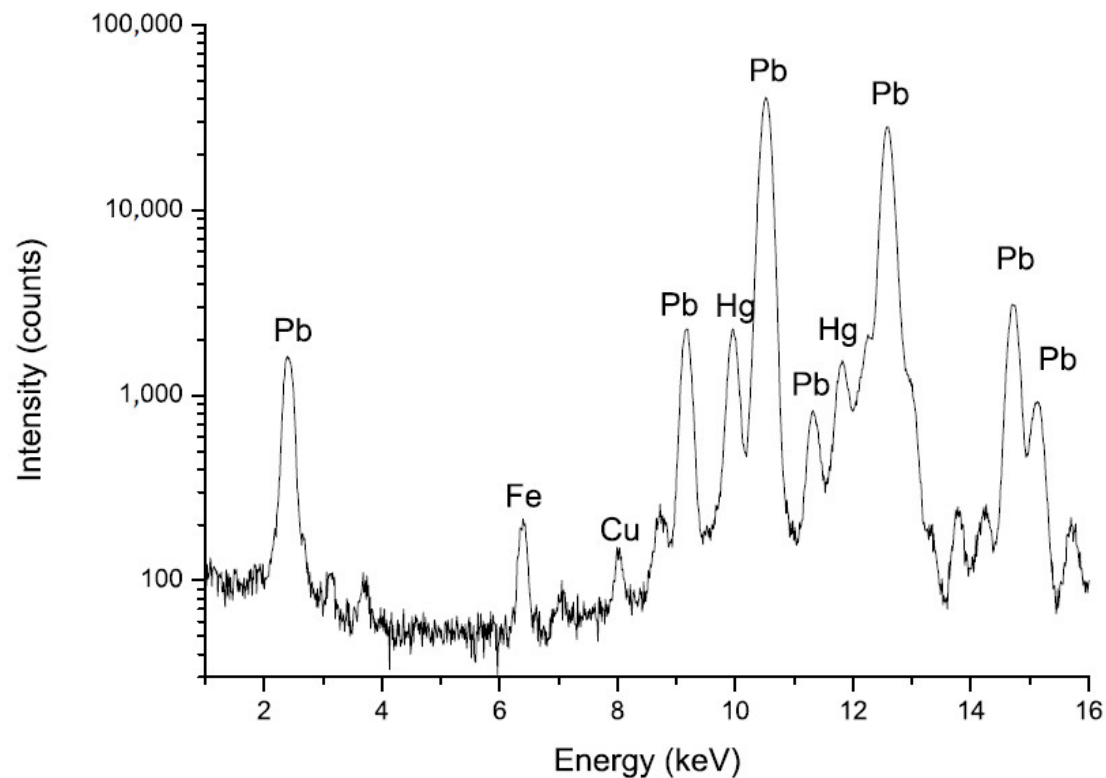
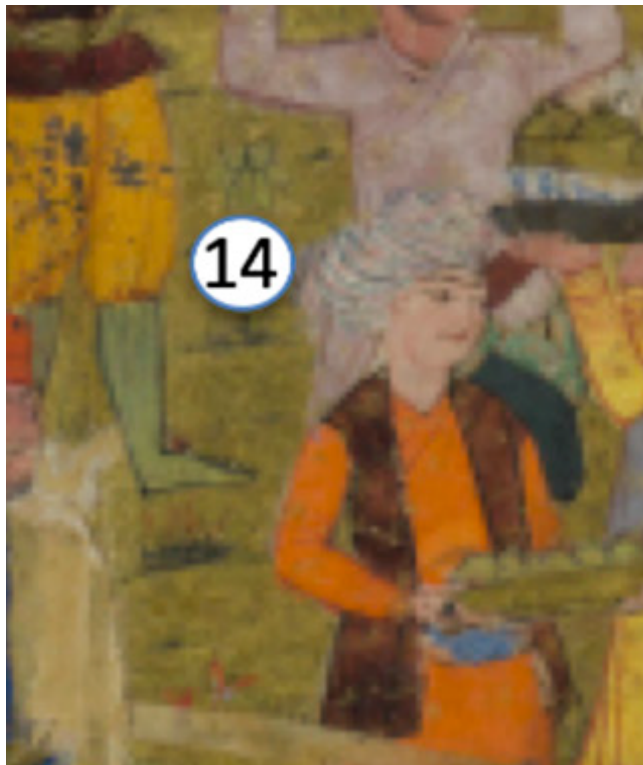
- XRF: identificazioni di pigmenti



C. Rossi, A. Zoleo, R. Bertoncetto, M. Meneghetti, R. Deiana, Application of Multispectral Imaging and Portable Spectroscopic Instruments to the Analysis of an Ancient Persian Illuminated Manuscript. *Sensors*, 21, 4998, 2021.

# TECNICHE PUNTUALI

- XRF: identificazioni di pigmenti



C. Rossi, A. Zoleo, R. Bertoncetto, M. Meneghetti, R. Deiana, Application of Multispectral Imaging and Portable Spectroscopic Instruments to the Analysis of an Ancient Persian Illuminated Manuscript. *Sensors*, 21, 4998, 2021.



# GLI INCHIOSTRI



## **Inchiostro a matrice carboniosa**

Sostanza pigmentata: nerofumo, nero d'ossa, nero vegetale

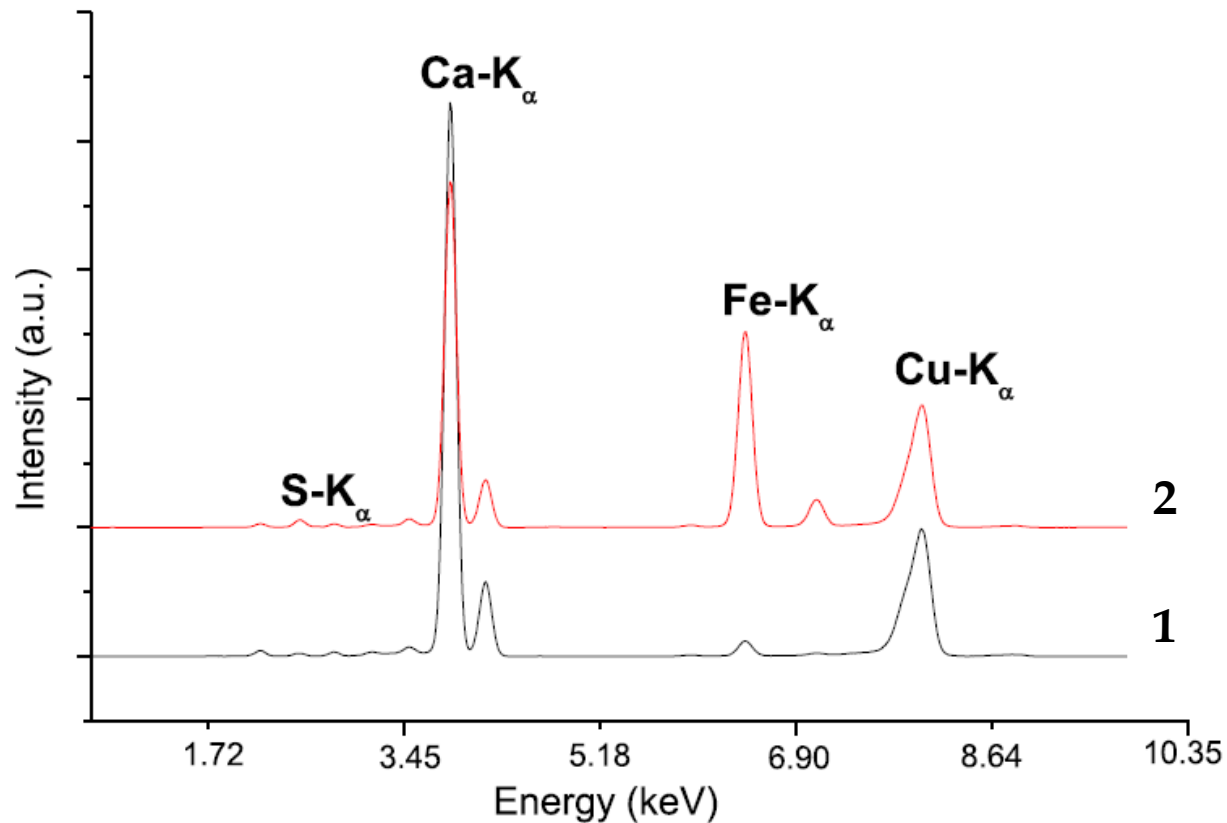
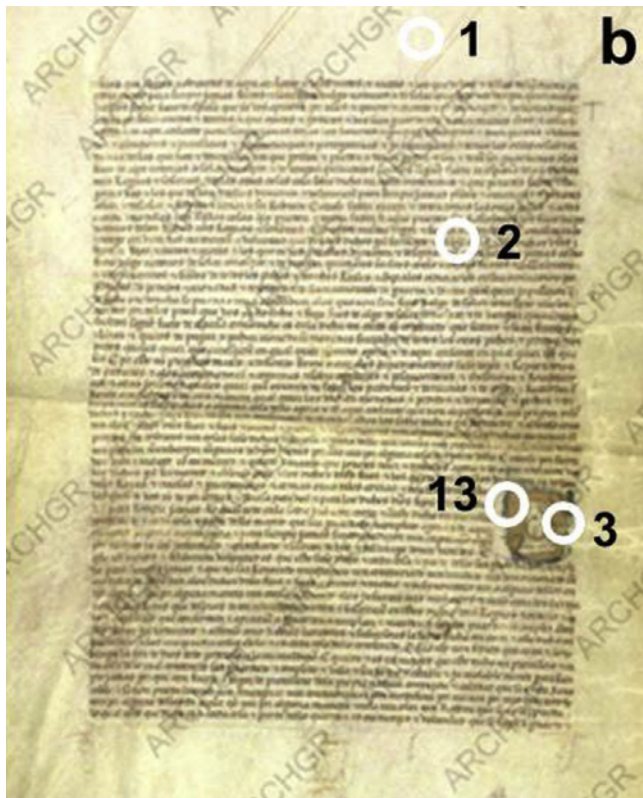
## **Inchiostri metallo-gallici (e.g. ferro-gallico)**

Acido gallo-tannico e vetriolo, con l'aggiunta di addensanti; conosciuto dal Medioevo ma usato soprattutto dal XVII sec.

## **Inchiostri sintetici a base di anilina (XIX sec.)**

# TECNICHE PUNTUALI

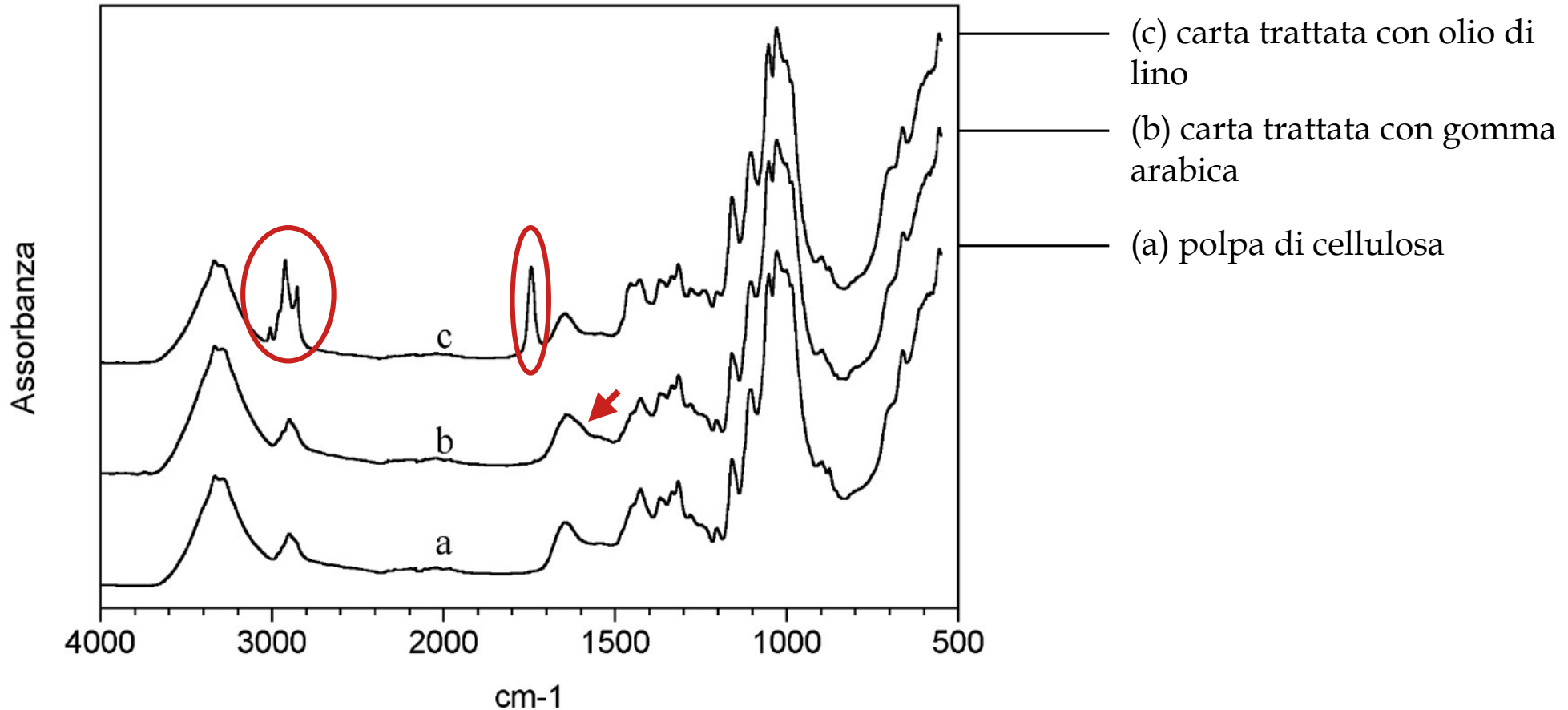
- XRF: identificazioni dell'inchiostro



A. Duran, A. López-Montes, J. Castaing, T. Espejo, Analysis of a royal 15th century illuminated parchment using a portable XRF-XRD system and micro-invasive techniques, *Journal of Archaeological Science*, 45, 2014, pp: 52-58.

# TECNICHE PUNTUALI

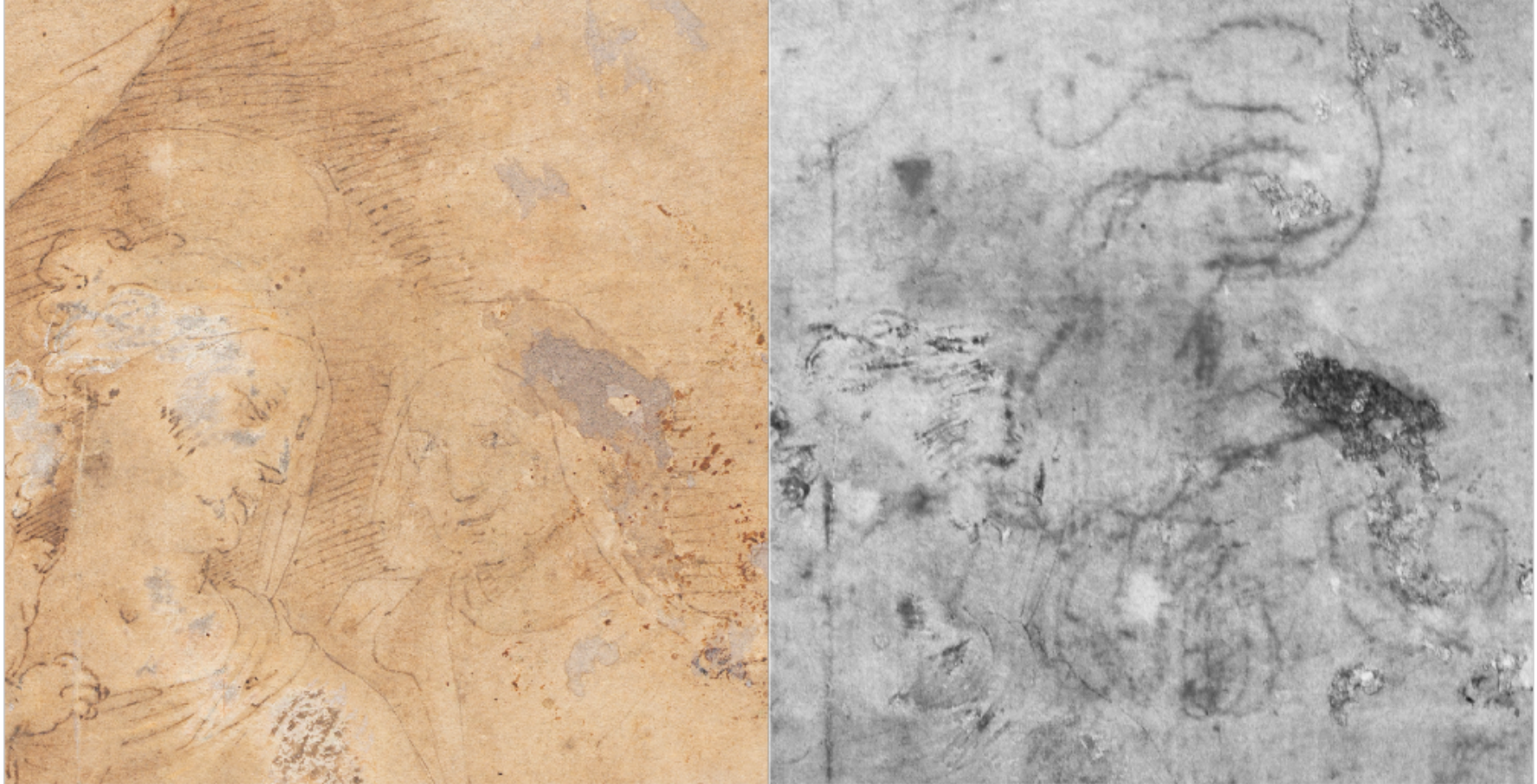
- FTIR: identificazioni degli inchiostri (leganti)





# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

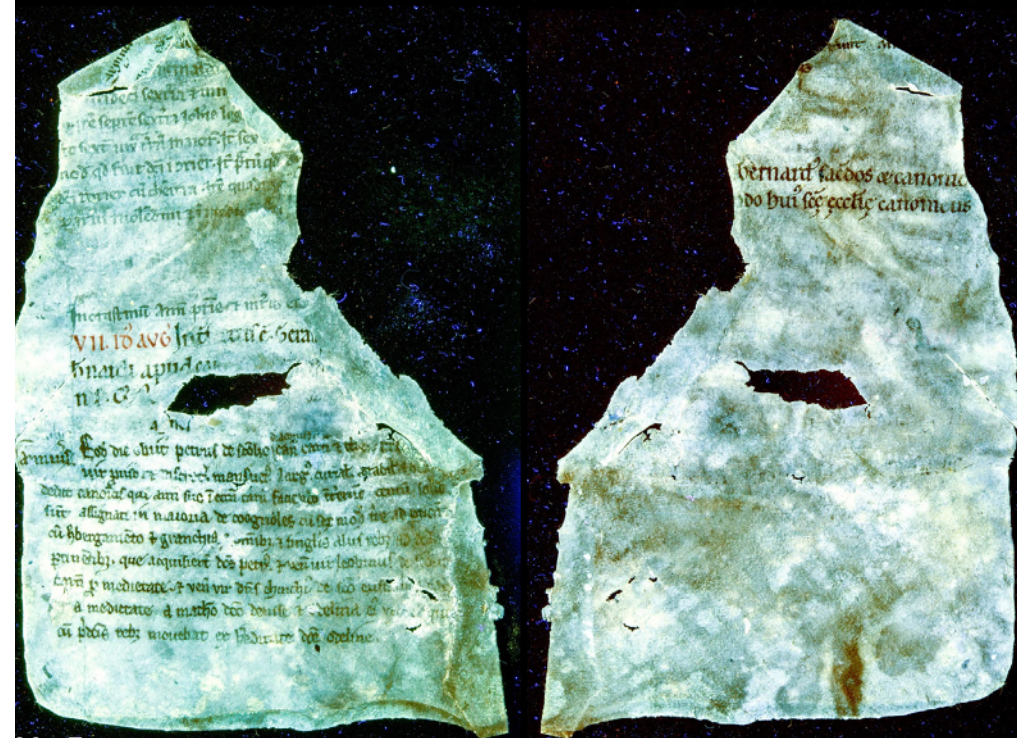
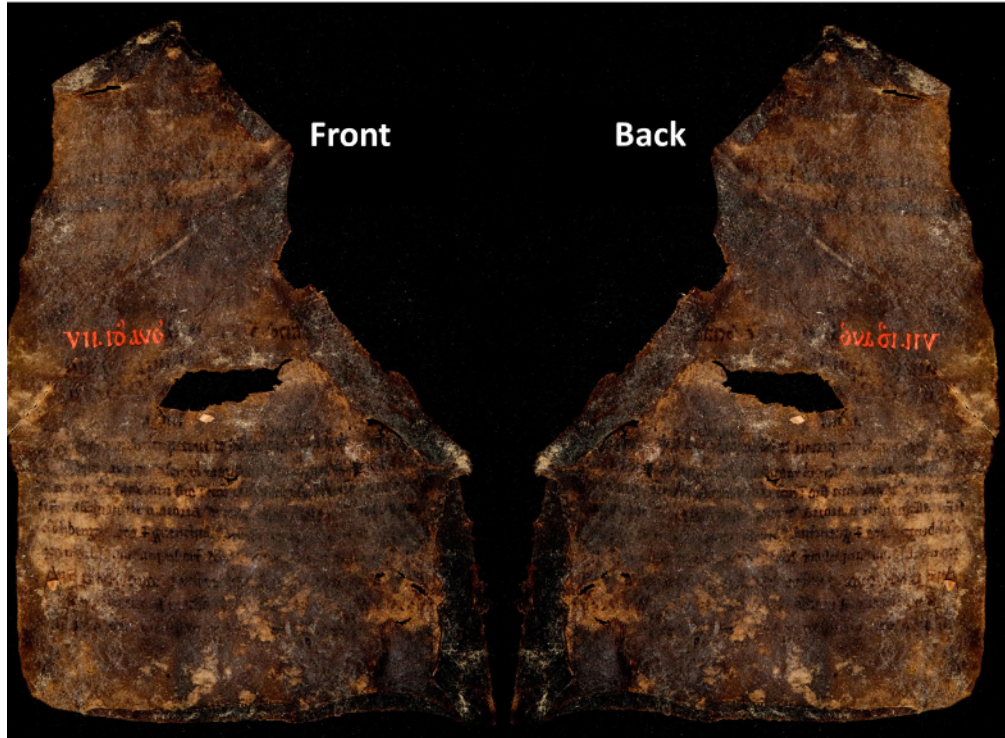
- TRANS-IR: individuazione di un disegno nascosto





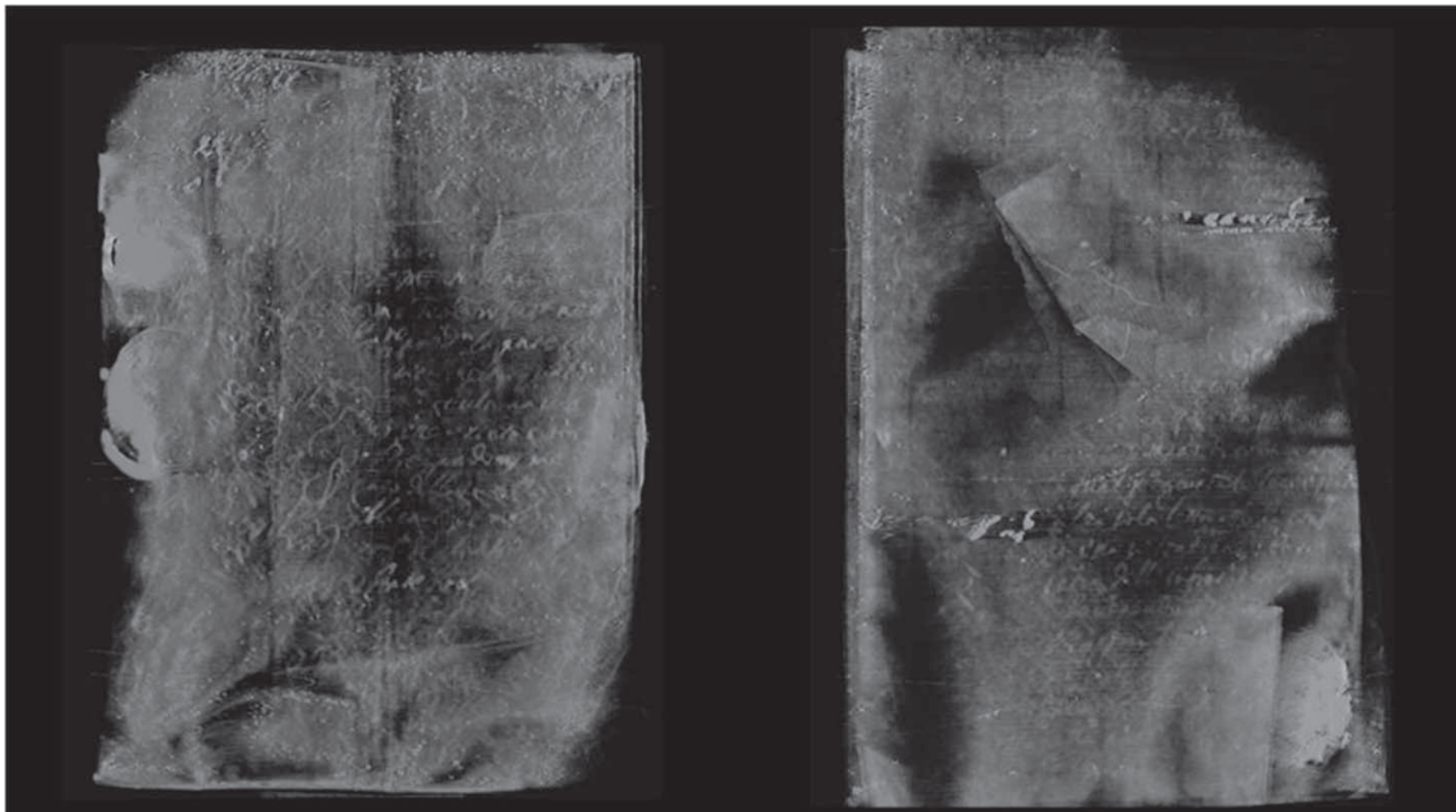
# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

- UVF: lettura di testi scomparsi



# TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE

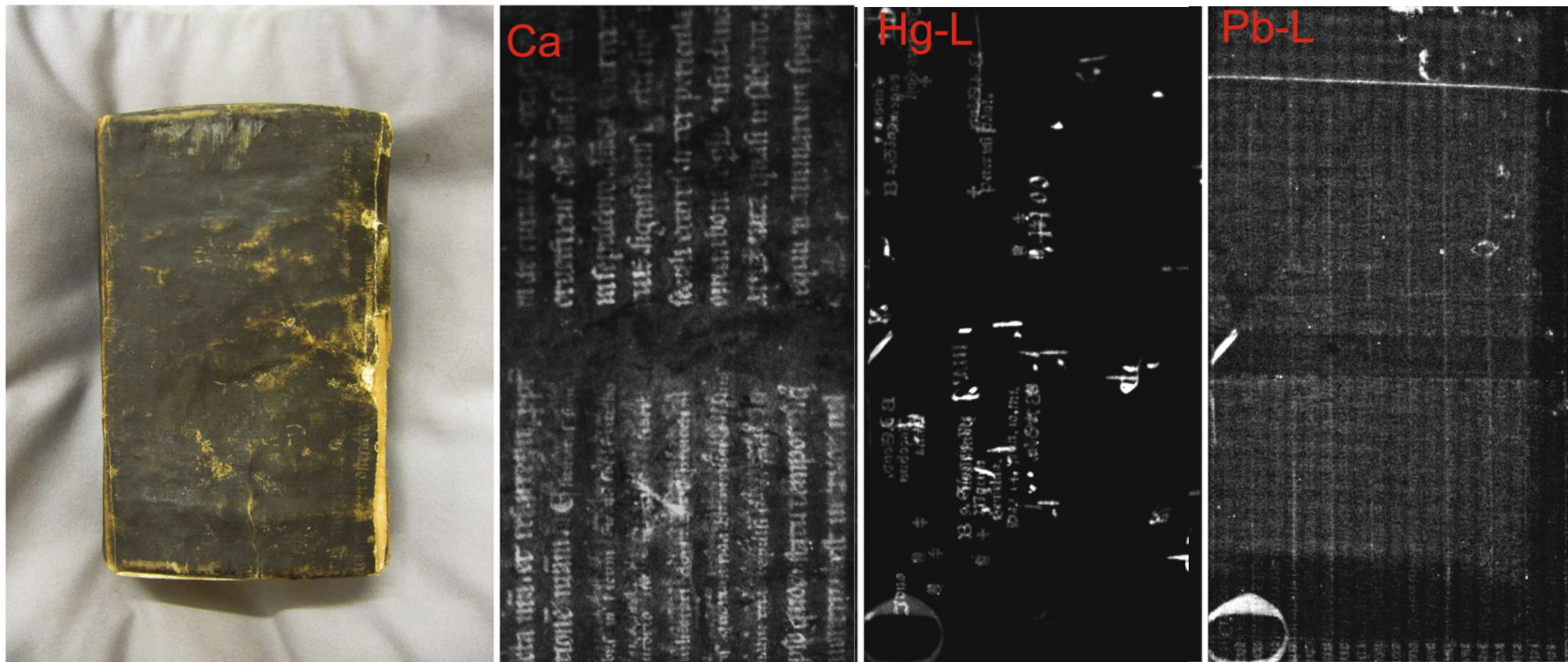
- Tomografia: virtual unfolding e lettura dei testi celati nelle pieghe/pagine





# TECNICHE PUNTUALI

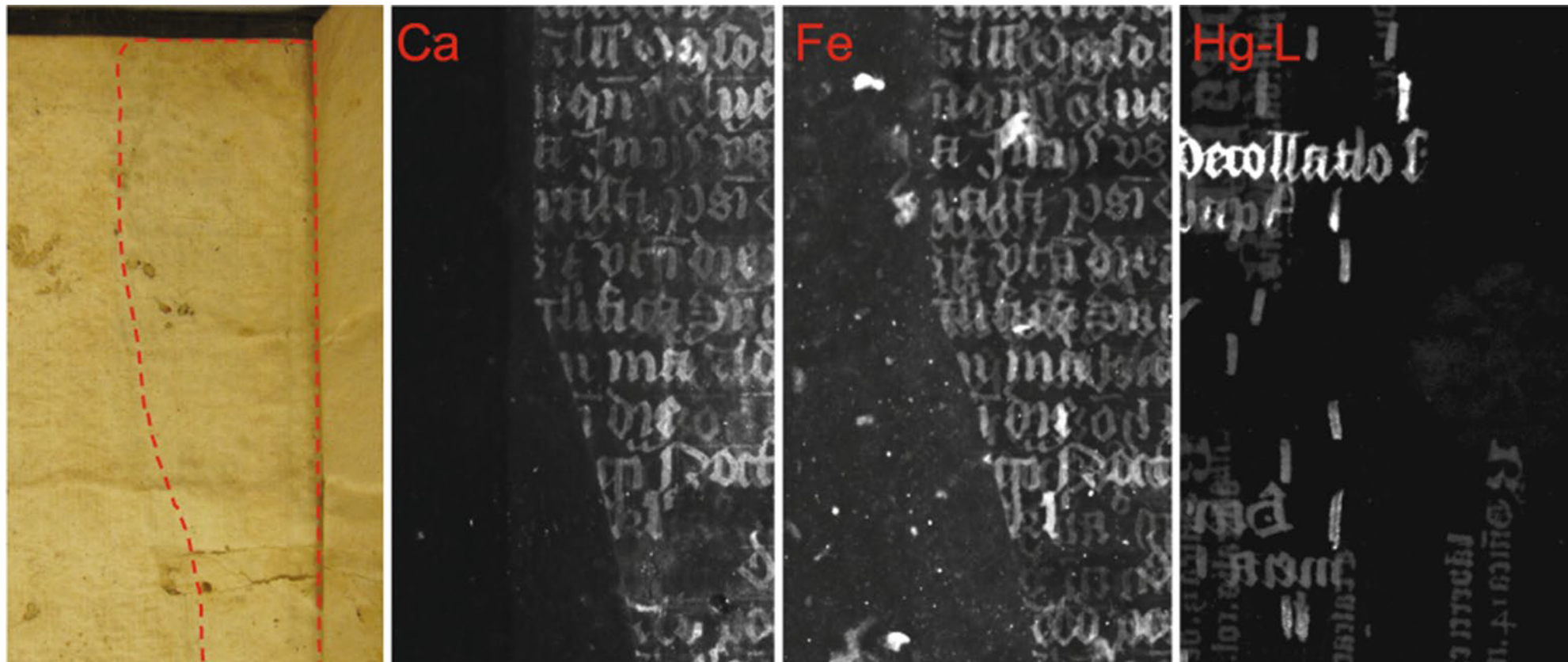
- Macro-XRF: visualizzazione e lettura di testi scomparsi



J.R. Duivenvoorden, A. Käyhkö, E. Kwakkel et al., Hidden library: visualizing fragments of medieval manuscripts in early-modern bookbindings with mobile macro-XRF scanner, *Herit Sci*, 5, 6, 2017.

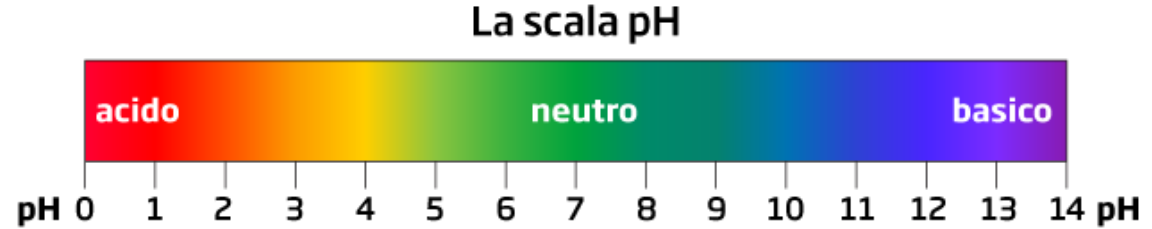
# TECNICHE PUNTUALI

- Macro-XRF: visualizzazione e lettura di testi scomparsi



# ALTRE INDAGINI

- Misura dell'acidità della carta



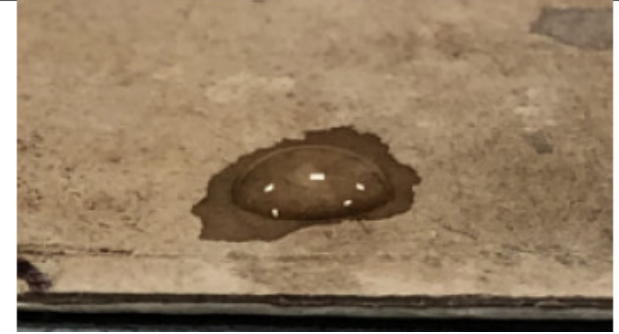
L'acidità (o la basicità) di una carta rappresenta la capacità che essa ha di impartire reazione acida (o basica) all'acqua con la quale viene messa a contatto. L'entità ed il tipo di reazione dipendono dalle sostanze impiegate nella fabbricazione e anche dalla presenza di gruppi acidi (in seguito a reazioni di idrolisi e di ossidazione).



# ALTRE INDAGINI

- Valutazione dell'idrofilia della carta

## TEST IDROFILIA *recto*



## TEST IDROFILIA *verso*



10 secondi



60 secondi



120 secondi



# A.R.T.&Co.

Spin-off dell'Università di Camerino

## Grazie per l'attenzione



[www.arteco-tecnologie.com](http://www.arteco-tecnologie.com)



[info@arteco-tecnologie.com](mailto:info@arteco-tecnologie.com)



tecnologieperlarte



tecnologieperlarte