

LABORATORI FISSI

LA TECNICA

La Spettroscopia Infrarossa in Trasformata di Fourier (FT-IR) è una tecnica diagnostica non distruttiva e non invasiva (o microinvasiva) in grado di analizzare la composizione molecolare dei materiali non metallici. In particolare, è possibile sia analizzarne sia la componente organica sia quella inorganica. Questa tecnica può dare informazioni di tipo qualitativo e, in qualche caso, quantitativo. Nel campo dei Beni Culturali la spettroscopia FT-IR è sempre più utilizzata per misurare la risposta spettrale dei materiali nell'infrarosso specialmente nelle fasi preliminari al restauro, consentendo di ottenere informazioni utili per la scelta della migliore metodologia operativa. L'elevata precisione ed accuratezza, unita alla sua natura non distruttiva e alla possibilità di lavorare su quantità minime di campione, la rende la tecnica ideale per la caratterizzazione chimica e mineralogica dei materiali costituenti le opere d'arte.

Presso la beamline SINBAD IR (Synchrotron Infrared Beamline At Dafne) è possibile utilizzare la luce di sincrotrone, estratta da uno dei magneti curvanti dell'acceleratore DAFNE dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, per esperimenti di spettroscopia ed imaging per la caratterizzazione dei materiali nell'infrarosso. Lo spettro della radiazione si estende dal THz fino al NIR ed è possibile lavorare in diverse modalità d'acquisizione: trasmissione, riflessione e riflettanza totale attenuata (ATR) ed eseguire misure in condizioni di temperatura e pressione variabili (alta/bassa P/T).

La possibilità di poter utilizzare un detector per imaging Focal Plane Array (FPA) consente di generare delle immagini chimiche ad elevata risoluzione spaziale (μm). Nel caso di opere non trasportabili è possibile utilizzare strumentazione portatile.

OGGETTI ANALIZZABILI

- solidi in frammento o polvere (~ 0.1 mg)
- liquidi
- sezioni stratigrafiche

- tessuti biologici
- fibre

INFORMAZIONI OTTENIBILI E TEMPI DI MISURA

La spettroscopia FT-IR misura la radiazione assorbita dai materiali in funzione della loro composizione molecolare. È dunque possibile effettuare il riconoscimento di:

- composti organici e inorganici
- materiali coloranti, leganti, protettivi e vernici
- ceramiche
- materiali lapidei
- prodotti di degrado

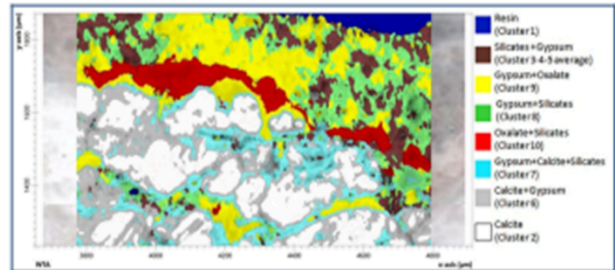
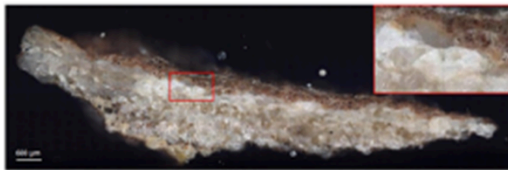
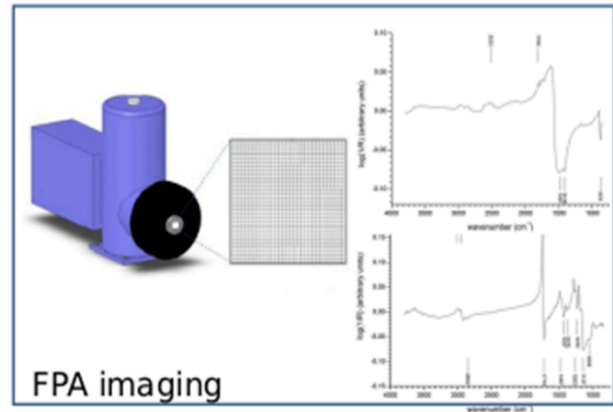
I tempi di misura variano in base al tipo di segnale IR in studio e alle modalità d'acquisizione (singolo punto, mapping, imaging).

STRUMENTAZIONE DISPONIBILE

Spettrometro Vertex70V con microscopio Hyperion3000 e detector Focal Plane Array 64x64 pixel (CHNet-LNF)

Sistema per analisi spettroscopica e ricostruzione di immagini infrarosse di materiali e sezioni stratigrafiche micrometriche. Utilizza sorgenti convenzionali (Globar, Lampada a mercurio) e radiazione di sincrotrone.

- Obiettivi: 15x, 36x, 20xATR
- Detector:
 - Focal Plane Array (FPA) 64x64 (5000-850 cm^{-1}),
 - MCT narrowband (5000-600 cm^{-1}),
 - MCT wideband (10000-600 cm^{-1}),
 - Si Bolometer 4.2 K (2-700 cm^{-1}),
 - DTGS (10-10000 cm^{-1})
- FOV: 170 × 170 μm^2 (OB 15X), 70x70 μm^2 (OB 36X)
- Pixel Size: 40 μm
- Sample stage micrometrico motorizzato.



Spettrometro Bruker Tensor II (CHNet-LNF)

Sistema per analisi spettroscopica utilizza sorgenti convenzionali (Globar).

- KBr beamsplitter
- Room temperature detector (DTGS) ($360-10000\text{ cm}^{-1}$)
- HTS-XT high throughput scan
- Accessorio Platinum ATR

Stand alone FT-IR MICROSCOPE LUMOS II (CHNet-LNF)

Sistema per analisi spettroscopica e ricostruzione di immagini infrarosse di materiali e sezioni stratigrafiche micrometriche. Utilizza sorgenti convenzionali (Globar).

- Obiettivo: 8x
- Detector: Focal Plane Array (FPA) 32×32 ($5000-850\text{ cm}^{-1}$), MCT ($5000-600\text{ cm}^{-1}$), MCT wideband ($10000-600\text{ cm}^{-1}$), TE-MCT ($10000-600\text{ cm}^{-1}$).
- Sample stage micrometrico motorizzato.

LINEE DI RICERCA

CHNet-LNF

- **Materiali Pittorici:** Studio dei prodotti di degrado, analisi di pigmenti, analisi di vernici, legnati, consolidanti, analisi di sezioni stratigrafiche, ricostruzione di immagini FTIR, supporto durante le fasi di restauro (pulitura, monitoraggio).
- **Materiali Ceramiche:** Studio dei prodotti di degrado, analisi di pigmenti, legnati, consolidanti, analisi di sezioni stratigrafiche, ricostruzione di immagini FTIR, analisi di inclusioni minerali.
- **Materiali Lapidei:** Studio dei prodotti di degrado, analisi di pigmenti, legnati, consolidanti, analisi di sezioni stratigrafiche, ricostruzione di immagini FTIR, analisi di inclusioni minerali.
- **Materiali Archeologici:** analisi di ossa archeologiche, tessuti archeologici, capelli archeologici, analisi del collagene, calcolo indicatori diagenetici.

ULTERIORI INFORMAZIONI

- M. Romani, L. Pronti, C. Ruberto, L. Severini, C. Mazzuca, G. Viviani, A. Mazzinghi, M. Chiari, L. Castelli, F. Taccetti, A. Damiani, C. Gorga, M. Angelucci, M. Cestelli-Guidi, “*Toward an assessment of cleaning treatments onto nineteenth–twentieth-century photographs by using a multi-analytic approach*”, The European Physical Journal Plus, 137(6), 1-12 (2022), <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-022-02948-5>
- G. Capobianco, L. Pronti, E. Gorga, M. Romani, M. Cestelli-Guidi, S. Serranti, G. Bonifazi, “*Methodological approach for the automatic discrimination of pictorial materials using fused hyperspectral imaging data from the visible to mid-infrared range coupled with machine learning methods*”, submitted to: Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.
- V. Lazic, M. Romani, L. Pronti, M. Angelucci, M. Cestelli-Guidi, M. Mangano, R. Fantoni, “*Identification of materials in oil paintings through studies of correlations and ratios between the element line intensities during LIBS stratigraphy*”, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 201, (2022) <https://doi.org/10.1016/j.sab.2022.106601>
- A. Conte, G. Della Ventura, B. Rondeau, M. Romani, M. Cestelli Guidi, M., C. La , F. Lucci, “*Hydrothermal genesis and growth of the banded agates from the Allumiere-Tolfa volcanic district (Latium, Italy)*”, Physics and Chemistry of Minerals, 49(10), (2022), <https://doi.org/10.1007/s00269-022-01214-5>
- S. Pasquale, G. Politi, L. Pronti, M. Romani, G. Viviani, M. Cestelli Guidi, M. Angelucci, A.M. Gueli, “*Analysis of the distribution of titanium oxide nanoparticles on paintings*”, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2204, 2021 proceedings of International Conference

on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2021) 20-22 October 2021, Milan, Italy,
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2204/1/012070/meta>

- M. Perino, L. Pronti, L.G. Di Forti, M. Romani, C. Taverna, L. Massolo, A. C. Felici, A. C., “Revealing Artists’ Collaboration in a 14th Century Manuscript by Non-Invasive Analyses”, *Minerals*, 11(7) (2021) 771. DOI: <https://doi.org/10.3390/min11070771>
- L. Giuntini et al, “Detectors and Cultural Heritage: The INFN- CHNet Experience”, *Applied Sciences*, 11(8) (2021) 3462, <https://doi.org/10.3390/app11083462>
- F. Coletti, M. Romani, G. Ceres, U. Zamm, it, M. Cestelli Guidi, “Evaluation of microscopy techniques and ATR-FTIR spectroscopy on textile fibers from the Vesuvian area: A pilot study on degradation processes that prevent the characterization of bast fibers”, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36 (2021) 102794, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102794>
- M. Romani, L. Pronti, M. Sbroscia, F. Petrucci, O. Tarquini, G. Verona-Rinati, M.A. Ricci, A. Sodo, M. Colapietro, M. Marinelli, A. Pifferi, M. Cestelli-Guidi, “St. Joseph with the Child” by Gian Lorenzo Bernini: a definitive artwork or just a preparatory drawing? A multidisciplinary study of the only autograph painting of the Artist, preserved at Palazzo Chigi of Ariccia (Rome)”, *Journal of Cultural Heritage*, 46, (2020) 293-288, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.08.003>
- L. Pronti, M. Romani, O. Tarquini, G. Verona-Rinati, F. Petrucci, M. Colapietro, A. Pifferi, M. Marinelli, M. Cestelli Guidi, “Portrait of Mario Nuzzi”: a preliminary analytical study of Mario Nuzzi’s pictorial production and of his artistic collaborations”, *The European Physical Journal Plus*, 135(8), (2020) 1-14, <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-020-00607-1>
- A. Ciccola, L. Tozzi, M. Romani, I. Serafini, F. Ripanti, R. Curini, F. Vitucci, M. Cestelli Guidi, P. Postorino, “Lucio Fontana and the Ligth: spectroscopic analysis of the Artist’s collection at the National Gallery of Modern and Contemporary Art”, *Spectrochimica Acta A*, 236, (2020) 118319, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118319>
- M. Romani, L. Pronti, F. Colao, C. Seccaroni, A. Puiu, A. C. Felici, G. Verona Rinati, M. Cestelli-Guidi, A. Tognacci, M. Vendittelli, M. Mangano, A. Acconci, G. Bonifazi, S. Serranti, M. Marinelli, R. Fantoni, “Analytical chemistry approach in cultural heritage: the case of Vincenzo Pasqualoni’s wall paintings in S. Nicola in Carcere (Rome)”, *Microchemical Journal*, 156, (2020), <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104920>
- L. Pronti, M. Romani, G. Viviani, C. Stani, P. Gioia, M. Cestelli Guidi, “Advanced methods for the analysis of Roman wall paintings. Elemental and molecular detection by means of synchrotron FT-IR and SEM micro-imaging spectroscopy”, *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 31 (2020) 485–493, <https://doi.org/10.1007/s12210-020-00888-9>
- L. Ruggiero, A. Sodo, M. Cestelli Guidi, M. Romani, A. Sarra, P. Postorino, M. A. Ricci., “Raman and ATR FT-IR Investigations of innovative silica nanocontainers loaded with a

biocide for stone conservation treatments", Microchemical Journal, 155 (2020) 104766, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104766>

- L. Pronti, M. Romani, G. Verona-Rinati, O. Tarquini, F. Colao, M. Colapietro, A. Pifferi, M. Cestelli-Guidi, M. Marinelli., "Post- Processing of VIS, NIR, and SWIR Multispectral Images of Paintings. New Discovery on the *The Drunkenness of Noah*, painted by Andrea Sacchi, Stored at Palazzo Chigi (Ariccia, Rome)", *Heritage*, 2(3) (2019) 2275-2286.
- M. Sbroscia, M. Cestelli-Guidi, F. Colao, S. Falzone, C. Gioia, P. Gioia, C. Marconi, D. Mirabile Gattia, E.M. Loreti, M. Marinelli, M. Missori, F. Persia, L. Pronti, M. Romani, A. Sodo, G. Verona-Rinati, M.A. Ricci, R. Fantoni, "Multi-analytical non-destructive investigation of pictorial apparatuses of "Villa della Piscina" in Rome", *Microchemical Journal*, 153 (2020) 104450, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104450>