

TITOLAZIONE DISCIPLINA Tecniche e Tecnologie della Diagnostica 2 (6 CFA)

prof. Pagnotta Stefano

n. ore 75

a.a. 2025/2026

Tecniche e Tecnologie della Diagnostica 2

OBIETTIVI

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze teoriche e metodologiche necessarie per comprendere e affrontare la diagnostica applicata ai beni culturali e al restauro, acquisendo la capacità di definire una domanda conoscitiva e tradurla in un adeguato piano di indagine. Particolare attenzione è rivolta ai principi fisici e chimici alla base delle principali tecniche ottiche, spettroscopiche, microscopiche, diffrattometriche, cromatografiche e di spettrometria di massa, comprendendone potenzialità, limiti e ambiti di applicazione. Il corso mira inoltre a sviluppare la capacità di valutare criticamente la scelta delle metodologie, distinguendo approcci invasivi, semi-invasivi e non invasivi e considerando il rapporto tra quantità di informazione ottenibile e tutela dell'opera. Gli studenti acquisiranno infine una visione integrata della diagnostica, comprendendo l'importanza del campionamento, della corretta gestione dei dati e della collaborazione interdisciplinare tra restauratore, diagnostico, storico dell'arte, chimico e conservatore.

CONTENUTI

Il corso prende avvio con un'introduzione generale alla diagnostica applicata ai beni culturali e al restauro, affrontata come disciplina di connessione tra osservazione visiva, conoscenza dei materiali e indagine scientifica. Nelle prime lezioni vengono illustrati i concetti fondamentali relativi alla progettazione di un piano diagnostico: la definizione degli obiettivi conoscitivi, la scelta delle tecniche, la valutazione dell'impatto delle indagini sull'opera e la pianificazione del campionamento.

Si affrontano quindi i principi fisici e chimici che regolano l'interazione tra luce e materia, introducendo le basi teoriche per la comprensione delle principali tecniche ottiche e spettroscopiche. Attraverso esercitazioni e dimostrazioni, gli studenti apprendono come le variazioni di radiazione e lunghezza d'onda possano rendere visibili dettagli invisibili a occhio nudo, fornendo informazioni preziose sulla composizione e sullo stato di conservazione delle superfici pittoriche.

La parte centrale del corso è dedicata all'approfondimento delle principali tecniche analitiche utilizzate nella diagnostica dei beni culturali:

Microscopia ottica e elettronica (MO, SEM-EDX) per lo studio morfologico e microstrutturale dei materiali; Fluorescenza e diffrazione ai raggi X (XRF, XRD) per l'identificazione di pigmenti, composti inorganici e fasi cristalline. Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) per l'indagine elementare stratigrafica sulle patine di alterazione e suo utilizzo in combinato con XRF.

Spettroscopie molecolari (FTIR, Raman) per l'analisi dei materiali organici, dei leganti e dei prodotti di alterazione;

Tecniche cromatografiche semplici e con metodi di analisi di Massa del separato (GC, GC-MS, HPLC-MS per la caratterizzazione di resine, cere, proteine e materiali glicerolipidici, e tecniche cromatografiche per la scomposizione e analisi di polimeri complessi e microplastiche caratteristici dei manufatti contemporanei (PY-GC-MS);

Tecniche di Spettrometria di Massa (MS), principio di funzionamento della torcia al plasma (ICP), metodi di Digestione acida, e vaporizzazione del campione mediante ablazione Laser (LA-ICP-MS).

Piani di analisi per il controllo e monitoraggio dello stato di conservazione.

Nel corso delle lezioni si discutono le differenze tra approcci invasivi, semi-invasivi e non invasivi, così come la differenza tra analisi distruttive e non distruttive sui campioni, illustrando come la scelta della tecnica derivi sempre da una corretta definizione della domanda conoscitiva e dalla valutazione dell'equilibrio tra informazione e tutela del bene.

Particolare attenzione è riservata al tema del campionamento, alla sua significatività e alle procedure di preparazione, archiviazione e conservazione dei prelievi. Si riflette sulle difficoltà pratiche e sulle responsabilità legate alla manipolazione di opere complesse, evidenziando l'importanza del dialogo continuo tra restauratore, esperto nella diagnostica, storico dell'arte, chimico e Conservatore.

A coronamento del percorso, il corso propone la discussione di casi studio approfonditi tra i quali uno dedicato agli affreschi di Saturnino Gatti nella chiesa di Tornimparte (AQ). Attraverso questo esempio concreto, gli studenti seguono il processo di strutturazione di un gruppo di ricerca multidisciplinare, osservando come le competenze diverse – dall'analisi dei materiali al rilievo, dalla fotografia multispettrale alla valutazione dei prodotti di degrado – confluiscono in un'indagine coordinata. Il caso offre inoltre l'occasione per discutere le problematiche operative legate al prelievo e alla conservazione dei campioni, nonché le difficoltà incontrate nella correlazione tra dati analitici e osservazioni sul campo. Il corso si conclude con una riflessione sulle prospettive future della diagnostica applicata, con cenni all'uso di strumenti digitali e tecniche computazionali per la gestione e l'interpretazione dei dati, promuovendo una visione integrata della conoscenza come base imprescindibile per la conservazione consapevole del patrimonio culturale.

PREREQUISITI

Conoscenza della fisica applicata ai BB.CC., Mineralogia applicata ai BB.CC., Tecniche e tecnologie della diagnostica I, Chimica inorganica e Chimica applicata ai BB.CC.

BIBLIOGRAFIA

1. Botto, A., Campanella, B., Legnaioli, S., Lezzerini, M., Lorenzetti, G., Pagnotta, S., ... & Palleschi, V. (2019). Applications of laser-induced breakdown spectroscopy in cultural heritage and archaeology: a critical review. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 34(1), 81-103.
2. Germinario, L., Giannossa, L. C., Lezzerini, M., Mangone, A., Mazzoli, C., Pagnotta, S., ... & Eramo, G. (2023). Petrographic and chemical characterization of the frescoes by Saturnino Gatti (Central Italy, 15th century). *Applied Sciences*, 13(12), 7223.
3. Articoli, database di spettri XRD, XRF, Raman e FT-IR ad uso didattico e eventuali software Open Source indicati dal docente.

ESAME FINALE

L'esame finale consiste nella presentazione di un piano diagnostico completo elaborato individualmente su un'opera scelta dallo studente. L'opera potrà essere famosa, poco nota oppure connessa al progetto di tesi di laurea, in modo da permettere a ciascuno di sviluppare un argomento coerente con i propri interessi e il proprio percorso formativo.

Sulla base delle conoscenze acquisite durante il corso, lo studente dovrà costruire un progetto di indagine diagnostica che dimostri la capacità di integrare osservazione, metodo scientifico e pianificazione delle analisi.

L'elaborato dovrà includere:

- una sintesi dello stato dell'arte relativo all'opera scelta (studi precedenti, contesto storico-artistico, materiali e tecniche esecutive, eventuali restauri o interventi conservativi già effettuati);
- una valutazione dello stato di conservazione attuale, con individuazione delle principali problematiche;
- la proposta di un piano diagnostico dettagliato, strutturato in modo logico e progressivo (dal livello macroscopico a quello microscopico; dalle tecniche non invasive a quelle eventualmente invasive, se necessarie e giustificate);
- una giustificazione motivata delle scelte metodologiche, evidenziando vantaggi, limiti e finalità conoscitive di ogni tecnica proposta. La prova si svolgerà sotto forma di presentazione orale, della durata di massimo 15 minuti, seguita da 5 minuti di discussione con il docente.

Durante la presentazione, lo studente dovrà mostrare chiarezza espositiva, capacità di sintesi e padronanza dei concetti affrontati nel corso, dimostrando di saper collegare in modo critico la parte teorica con l'applicazione pratica della diagnostica ai beni culturali.

DOCENTE

Stefano Pagnotta è Earth Scientist, Heritage Scientist e diagnostico per i beni culturali. Ha conseguito la Laurea triennale in Conservazione dei Beni Culturali a indirizzo tecnico-diagnostico, la Laurea Magistrale in Archeologia con tesi in Preistoria e Archeometria e il PhD in Scienze della Terra. La sua attività di ricerca, avviata nel 2013, si è sviluppata nell'ambito della mineralogia, dell'archeometria e della diagnostica dei materiali del patrimonio culturale, con particolare attenzione alla caratterizzazione dei geomateriali e all'applicazione di tecniche spettroscopiche e analitiche.

Ha svolto attività di ricerca presso ICCOM-CNR Pisa, Università di Pisa, Università di Firenze e altri enti di ricerca nazionali e internazionali, partecipando a progetti interdisciplinari e collaborazioni nel campo dei materiali e della diagnostica per i beni culturali. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche internazionali e svolge attività di revisione e valutazione scientifica.

È attualmente Adjunct Professor di Mineralogia e di Tecniche e tecnologie della Diagnostica 2 presso la Scuola di Restauro dell'Accademia di Belle Arti dell'Aquila (AB AQ), dove l'insegnamento della Mineralogia è orientato alle esigenze formative dei restauratori e alla comprensione dei materiali naturali e mineralogici presenti nei manufatti artistici e architettonici.