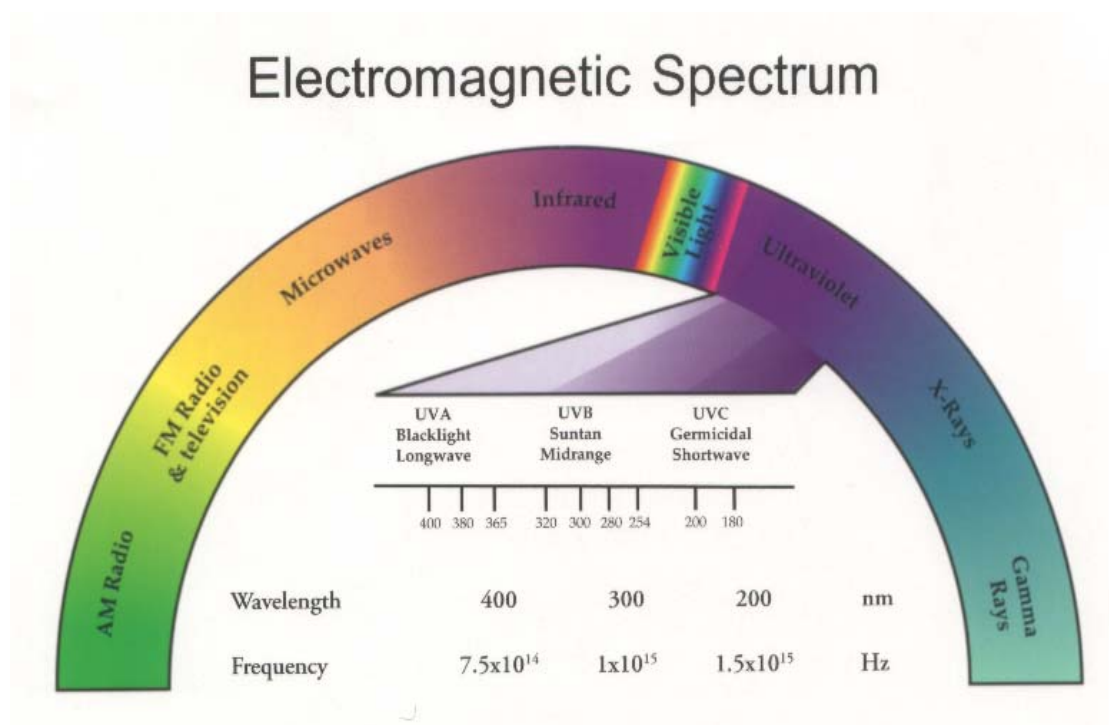


Universita' Degli Studi Di Roma "La Sapienza"
Corso di Laurea Specialistica in
Scienze Applicate ai Beni Culturali ed alla Diagnostica per la loro Conservazione
Indirizzo delle metodologie chimiche
A.A. 2003-2004

Esame di laboratorio di chimica del restauro
Dr.sa M.P. Sammartino
Dr. G. Favero
Dr. G. Visco

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica
applicata ai beni culturali

Studente: Andrea Macchia
Studente: Luca Papi



“L’utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali”

Premessa.....	Pag.3
Il ruolo della Diagnostica nella conservazione dei beni culturali.....	Pag.4
La radiazione elettromagnetica.....	Pag.6
Spettro Elettromagnetico.....	Pag.7
La spettroscopia.....	Pag.8
Scheda Standard.....	Pag.9
Schede spettroscopie.....	Pag.11
Microscopio elettronico a scansione.....	Pag.12
Spettroscopia Auger.....	Pag.14
Spettroscopia di massa.....	Pag.16
Spettrometria di massa ad emissione a plasma con accoppiamento induttivo.....	Pag.18
Radiografia.....	Pag.20
Spettroscopia di fotoemissione mediante raggi x.....	Pag.22
Diffrazione a raggi X da polveri.....	Pag.24
Fluorescenza X in dispersione di energia.....	Pag.26
Fluorescenza indotta da radiazione ultravioletta.....	Pag.28
Spettroscopia Uv/vis.....	Pag.30
Microscopio ottico.....	Pag.32
Macrofotografia.....	Pag.34
Fotogrammetria.....	Pag.36
Fotografia.....	Pag.38
Fotografia a luce radente.....	Pag.40
Colorimetria.....	Pag.42
Spettroscopia di emissione al plasma (ICP).....	Pag.44
Analisi termografica.....	Pag.45
Riflettografia IR.....	Pag.46
Spettroscopia IR.....	Pag.47
Spettroscopia Raman.....	Pag.48
Spettroscopia Micro-Raman.....	Pag.49
Spettroscopia Mossbauer.....	Pag.50
Spettroscopia FTIR.....	Pag.51
Fotoacustica.....	Pag.52
Microonde.....	Pag.53
Termoluminescenza.....	Pag.54
Risonanza elettronica di spin.....	Pag.55
Riferimenti bibliografici.....	Pag.56

Premessa

Lo scopo e l'intenzione di questo lavoro è quello di presentare alcune delle spettroscopie usualmente applicate ai beni culturali.

Scartata l'idea di proporre una monografia altamente scientifica, si è cercato di sintetizzare i principi fisici e chimici di base e di fornire, anche a chi non è specialista del settore, uno strumento per comprendere l'origine e il tipo di informazione fornito da tali tecniche. Inoltre ci è sembrato utile sottolineare le diverse applicazioni in funzione dei manufatti, i relativi vantaggi e svantaggi, ed il tipo di campione.

Più che una sorta di manuale di consultazione, già comunque presente nella letteratura, specialmente per la diagnostica dei dipinti mobili, il tentativo è stato quello di spiegare la fisica di base e le caratteristiche del sistema di misura, al fine di far comprendere la tipologia della tecnica e l'origine del dato fornito, in modo tale da rendere più reale l'enorme termine "diagnostica", di permettere l'avvicinamento di competenze, giustamente, differenti, cercando di ridurre le tipiche incomprensioni, tra il restauratore e il diagnosta.

Il ruolo della Diagnostica nella conservazione dei beni culturali

La conoscenza di un'opera d'arte, in passato, è avvenuta principalmente attraverso approcci di natura storico-artistica. La documentazione reperita nelle ricerche storiche, bibliografiche e archivistiche, per quanto utile a chiarire il contesto storico-culturale nel quale il bene culturale, e lo stesso artista, è nato e si è sviluppato, non fornisce dati utili e precisi per la conoscenza materiale del manufatto, del suo stato di deterioramento e delle cause che lo hanno prodotto, condizione indispensabile per arrivare ad una corretta comprensione dell'opera stessa. Si ritiene, oggi, doveroso condurre qualunque restauro con criteri scientifici, indispensabili per poter disporre di tutte le informazioni capaci di costruire il quadro conoscitivo della situazione pregressa e attuale del bene culturale, portando da un lato ad una più approfondita conoscenza dell'opera d'arte nelle varie fasi della sua realizzazione, della relativa tecnica di esecuzione, e dall'altro informazioni preziose per un intervento di restauro corretto, efficace e valido nel tempo, prescindendo dalla semplice valutazione estetica del risultato.

L'evoluzione del concetto di conservazione e restauro, attraverso il contributo della scienza, ha suscitato una consapevolezza maggiore della difficoltà dell'intervento di restauro, che si sintetizza nell'affermazione unanime dell'importanza del progetto di diagnostica.

Diviene indispensabile impostare, prima del vero e proprio progetto di restauro, un dettagliato studio preliminare inteso a definire la fisicità del bene culturale, la sua patologia, ovvero il suo degrado, evidenziando l'interazione manufatto ambiente. Il complesso di esami scientifici finalizzato a rispondere allo specifico problema conservativo è definito "Diagnostica".

La "Diagnostica" deve includere all'occorrenza, secondo definizione Normal, i seguenti aspetti:

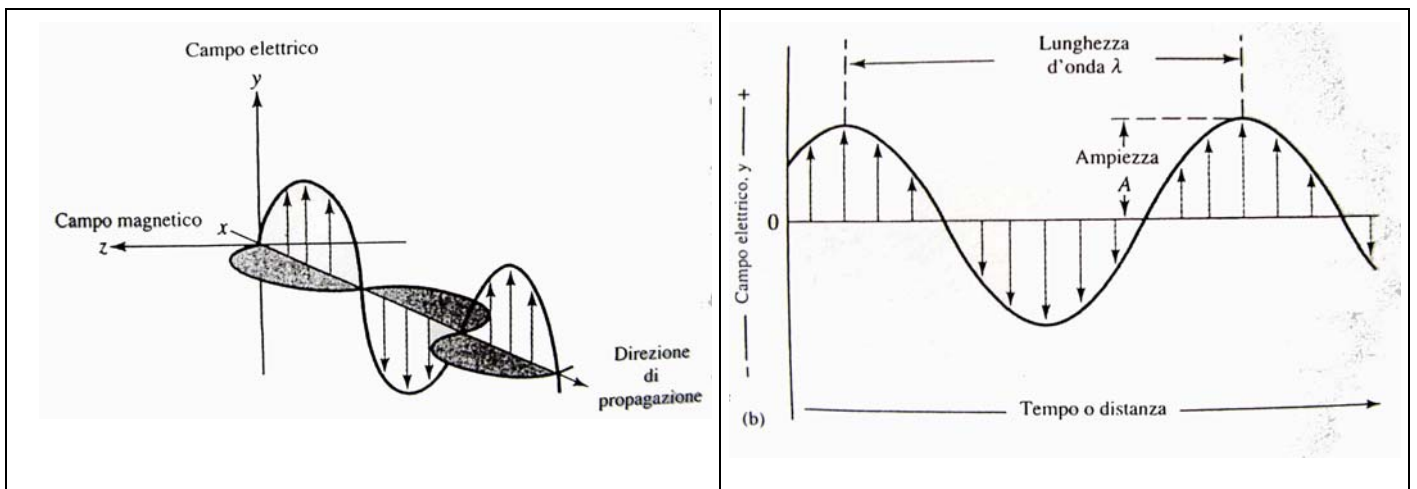
- a) ricerca storico-archivistica comprendente la successione cronologica sia delle fasi costruttive sia degli interventi successivi.
- b) rilevamento e restituzione grafica del manufatto; accertamento del quadro strutturale e delle possibili cause di dissesto statico (in atto o latenti);
- c) caratterizzazione dell'ambiente dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, del microclima, e della componente aerobiologica;
- d) esame del comportamento termoigrometrico del manufatto;
- e) conoscenza dei materiali sia strutturali sia di finitura, sia originali sia di restauro, incluso quanto concerne la loro lavorazione e messa in opera;
- f) identificazione delle cause e meccanismi di degrado;

- g) indagini preliminari per la scelta e messa a punto delle metodologie di intervento e dei materiali da utilizzare nell'intervento.

Ovviamente l'apporto della scienza (chimica, fisica, biologia, geologia, informatica, etc.), nella fase di messa a punto del progetto d'intervento, non si esaurisce nell'analisi dei materiali costitutivi e della tecnica di esecuzione. Lo studio di un'opera richiede spesso di risolvere problemi di datazione e autenticazione, d'accertamento dello stato di degradazione dell'opera, di eventuali restauri precedenti. La scienza è chiamata in causa, anche, nel corso stesso del restauro, per eseguire controlli sul lavoro dei restauratori, verificare la reversibilità di un trattamento (ossia la possibilità di rimuoverlo a distanza di tempo), condizione sempre auspicabile, che, tuttavia, risulta difficilmente realizzabile. Occorre, quindi, puntare su criteri alternativi, quali la durabilità e la compatibilità dei materiali utilizzati, oppure rispondere, in un processo di pulitura, alla domanda: "fin dove pulire?", evitando semplici criteri estetici; infine, dopo l'intervento di restauro, è necessario tenere sotto sorveglianza l'oggetto e l'ambiente che lo circonda. Delle diverse metodologie, sviluppate nell'ambito di discipline scientifiche tradizionali quali la fisica e la chimica, che vengono sempre più impiegate nel settore dei beni culturali allo scopo di ottenere una conoscenza tecnico-storica dei beni culturali, possiamo evidenziare tre gruppi a seconda se le opere vengono studiate attraverso tecniche distruttive o paradistruttive, che richiedono di effettuare prelievi dall'opera, e tecniche non distruttive. Di solito sono sufficienti prelievi microscopici che vengono asportati con la massima attenzione, se possibile ai bordi di zone dove già esiste un danno, ad esempio una lacuna.

La radiazione elettromagnetica

La radiazione e.m. può essere trattata secondo due punti di vista. Secondo la *teoria ondulatoria*, una radiazione è costituita da un'onda magnetica e una elettrica che si propagano vibrando su piani ortogonali tra loro e ortogonali rispetto alla *direzione di propagazione* (onde trasversali). Per semplicità si fa riferimento solo alla componente elettrica, sottintendendo che esiste anche una componente magnetica ortogonale. Nella luce ordinaria (non polarizzata) i piani di vibrazione sono infiniti. L'onda è caratterizzata da una lunghezza d'onda λ , da una frequenza ν , da un numero d'onda n e dalla velocità di propagazione c (velocità della luce).



$$c = h \nu; \lambda = c/\nu; n = 1/\lambda$$

$h = 6,626196 \times 10^{-34} \text{ J s}$ costante di Planck (1858-1947; premio Nobel nel 1918)

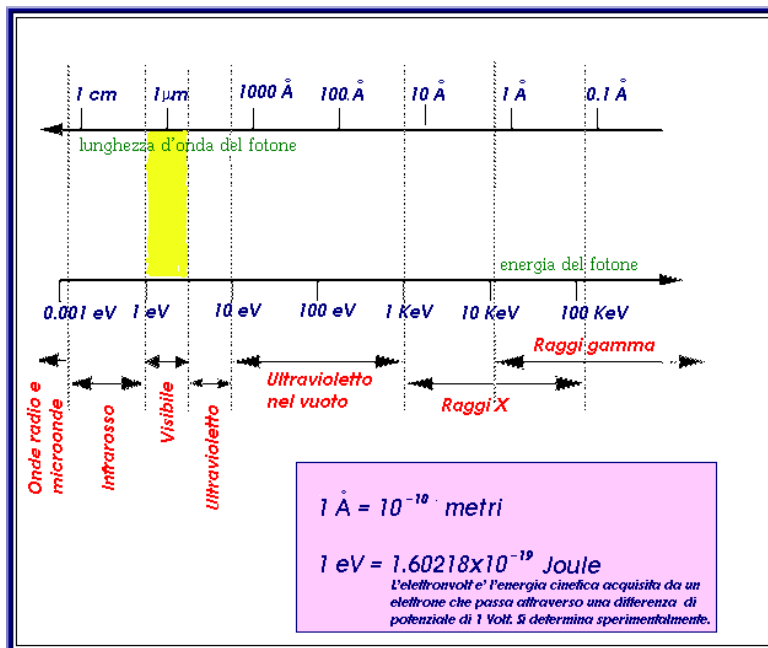
Secondo la *teoria corpuscolare*, la radiazione è costituita da un fascio di particelle (*fotoni*) che si propagano in modo rettilineo con moto sinusoidale di frequenza ν . Ciascun fotone è dotato di un'energia $E = h \nu$. Il numero di fotoni che formano il fascio di radiazioni determina l'*intensità della radiazione*, I . Per comprendere meglio la spettroscopia è utile rifarsi alla natura corpuscolare.

$$E = h \nu = hc/\lambda = hcn$$

L'energia di un fascio di fotoni dipende quindi dal loro numero e dalla loro *qualità*. In genere si esprime in Kcal per mole di fotoni o in elettronvolt (eV). Un fotone che ha una lunghezza d'onda di $1,24 \mu\text{m}$ possiede un'energia di 1 eV.

Spettro Elettromagnetico

L'insieme ordinato, di solito secondo la lunghezza d'onda o la frequenza, delle radiazioni elettromagnetiche conosciute che si estendono dalle più corte, raggi cosmici, alle più lunghe onde Hertziane o radio, è denominato spettro elettromagnetico.



Denominazione	Lunghezza d'onda, λ	Frequenza, ν (MHz)	Numero d'onda, ν (cm^{-1})	Energia (Kcal/mole fot.)
Raggi X	10^{-3} -10 nm	$\approx 3 \cdot 10^{14}$ - $3 \cdot 10^{10}$		$2.8 \cdot 10^7$ - $2.8 \cdot 10^3$
Lontano Ultravioletto	10-200 nm	$\approx 3 \cdot 10^{10}$ - $2 \cdot 10^9$		$2.8 \cdot 10^3$ - $1.4 \cdot 10^2$
Vicino Ultravioletto	200-400 nm	$\approx 2 \cdot 10^9$ - $1 \cdot 10^9$		$1.4 \cdot 10^2$ - $7.1 \cdot 10$
Visibile	400-750 nm	$\approx 1 \cdot 10^9$ - $4 \cdot 10^8$		$7.1 \cdot 10$ - $3.8 \cdot 10$
Infrarosso vicino	0.75-2.5 μ	$\approx 4 \cdot 10^8$ - $1 \cdot 10^8$	$2.5 \cdot 10^4$ - $1.3 \cdot 10^4$	$3.8 \cdot 10$ - $1.1 \cdot 10$
Infrarosso medio	2.5-50 μ	$\approx 1 \cdot 10^8$ - $5 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^3$ - $2 \cdot 10^2$	$1.1 \cdot 10$ - $5.7 \cdot 10^{-1}$
Infrarosso lontano	50-1.000 μ	$\approx 5 \cdot 10^6$ - 10^5	200 - 10	$5.7 \cdot 10^{-1}$ - $2.8 \cdot 10^{-2}$
Microonde	0.1-100 cm	$\approx 1 \cdot 10^5$ - $1 \cdot 10^2$	10 - $1 \cdot 10^{-2}$	$2.8 \cdot 10^{-2}$ - $2.8 \cdot 10^{-5}$
Onde radio	1-1.000 m	$\approx 1 \cdot 10^2$ - $1 \cdot 10^{-1}$		$2.8 \cdot 10^{-5}$ - $2.8 \cdot 10^{-8}$

La spettroscopia

Per Spettroscopia si intende lo studio degli spettri associati all'emissione o all'assorbimento di radiazione elettromagnetica da parte di nuclei, atomi, molecole. La spettroscopia costituisce un potente strumento di analisi chimica poiché ogni elemento chimico e in generale ogni sostanza, presenta uno spettro caratteristico che fornisce informazioni dettagliate e precise sulla sua struttura o sulla sua composizione. Lo strumento utilizzato viene definito spettrofotometro, in genere confrontando l'intensità delle righe di uno spettro con quelle di uno spettro di riferimento, si ottiene la concentrazione della sostanza che emette o assorbe la radiazione elettromagnetica. L'interazione tra radiazione e materia è molto complessa, i fotoni che non si trovano più nel fascio primario possono aver subito svariati processi. Prescindendo da fenomeni quali: la produzione di calore, formazioni di centri di colore, alterazioni delle proprietà ecc..., si può dire che un fascio di radiazione subisce, in funzione della sua energia, principalmente tre tipi di fenomeni:

1. Effetto fotoelettrico, a seguito del quale il fotone incidente viene completamente assorbito.
2. Effetto Compton, o diffusione anelastica, il fotone cede parte della sua energia e modifica la sua traiettoria, ed effetto Rayleigh, o diffusione elastica, il fotone modifica la sua traiettoria mantenendo invariata la sua energia.
3. Produzione di coppie, per energie superiori a 100 KeV.

L'effetto netto di questi fenomeni è l'assorbimento della radiazione incidente della sostanza con cui interagisce, che può anche essere espressa in funzione di quanta radiazione incidente riesce a oltrepassare il corpo senza essere assorbita. Si definisce trasmittanza: la frazione di radiazione che attraversa un mezzo che l'assorbe in modo uniforme.

$$T = I/I_0 = \text{radiazione trasmessa/radiazione incidente}$$

L'assorbanza: è l'entità della radiazione assorbita, detta anche estinzione, è uguale al logaritmo del reciproco della trasmittanza.

$$A = E = \log 1/T = \log I_0/I$$

Il fenomeno dell'assorbimento segue la legge di Lambert e Beer secondo cui la radiazione uscente $I = I_0 \exp -k d$, ove k e d sono rispettivamente il coefficiente di attenuazione di massa che è proporzionale al cubo della lunghezza d'onda della radiazione incidente e al cubo del numero atomico dell'elemento.

Scheda Standard.

Le informazioni sulle tecniche sono state strutturate, in modo sintetico, su questa tabella standard:

	<b style="color: blue;">Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali <b style="color: red;">Corso di Laurea Specialistica in Scienze Applicate ai Beni Culturali			
a.a 2003/04				
L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi				
<u>Nome Tecnica:</u>				<u>Sigla:</u>
<u>Schema:</u>	<u>Tipologia:</u>	<u>Radiazione a base del processo:</u>	<u>Area interessata dall'analisi:</u>	
	Assorbimento Emissione Non distruttiva Distruttiva Di superficie Di volume Quantitativa Qualitativa Morfologica	Particelle α Neutroni Elettroni Ry Rx Uv Vis IR Micronde Frequenze Radio	Puntuale Globale	
<u>Campo di applicazione:</u>				
<u>Oggetto d'indagine:</u>				
<u>Principio di base:</u>				
<u>Risultato:</u>				
<u>Vantaggi e svantaggi:</u>				
<u>Tipo e struttura dello spettrofotometro</u>				
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	

Le prime voci definiscono l'ambito e l'anno del lavoro. La prima voce descrittiva fornisce, invece, il nome della tecnica con la relativa sigla. Per tecnica si intende il complesso più o meno codificato di modi di procedere, riconosciuto da una collettività, allo scopo di ottenere una determinata misura, e non va confusa con il termine metodo che indica invece l'insieme dei processi mentali che guidano la scelta di determinate tecniche in vista del raggiungimento di un dato obiettivo conoscitivo. Esistono tecniche spettrometriche in assorbimento, in cui viene misurata la radiazione assorbita da un determinato materiale, mentre in emissione, si misura la radiazione emessa da un materiale eccitato. Una tecnica è di tipo distruttivo se l'analisi comporta la distruzione del campione. Da non confondere con il prelievo del campione dall'opera d'arte, in questo caso si può parlare di metodo distruttivo. La tipologia di volume sta invece ad indicare che l'analisi interessa l'intero spessore del campione, mentre di superficie solo una piccola frazione dello spessore, in genere si parla di micron. Se la tecnica dà un'informazione in riferimento solo al tipo di costituenti del materiale, si definisce qualitativa, se invece dà anche le relative concentrazioni, quantitativa, se dà un'informazione solo della superficie del campione si dice morfologica. Le tecniche di analisi si basano sull'uso di radiazioni sia particellari che elettromagnetiche. Per il dualismo ondulatorio-particellare, un'onda è costituita da pacchetti di energia definiti fotoni. Una particella che si muove con velocità prossima a quella della luce si comporta come una radiazione elettromagnetica. L'analisi può interessare solo un punto della superficie (puntuale) dell'oggetto o l'intera superficie (globale). Con i termini applicazione della tecnica e oggetto di indagine, sono state riportate le informazioni relative alle applicazioni più comuni al tipo di campione adatto all'analisi, chiarendone la quantità necessaria e il tipo di pretrattamenti che deve subire il campione per la successiva analisi. Alla voce principio di base è spiegato il fenomeno fisico e chimico, e si caratterizza nell'insieme il sistema di misura. Il risultato mette in evidenza l'informazione fornita dalla tecnica e il modo. I vantaggi e gli svantaggi sono indicativi delle motivazioni che possono favorire la scelta di quel tipo di tecnica rispetto ad altre. Nell'ultima parte vengono indicati i tipi e la struttura degli spettrometri basati sulla tecnica in esame.

Schede spettroscopie

(sono state suddivise in base alla regione spettrale partendo dai raggi X . All'inizio troverete alcune spettroscopie basate sull'interazione particella materia, e due tipi di spettrometria di massa).

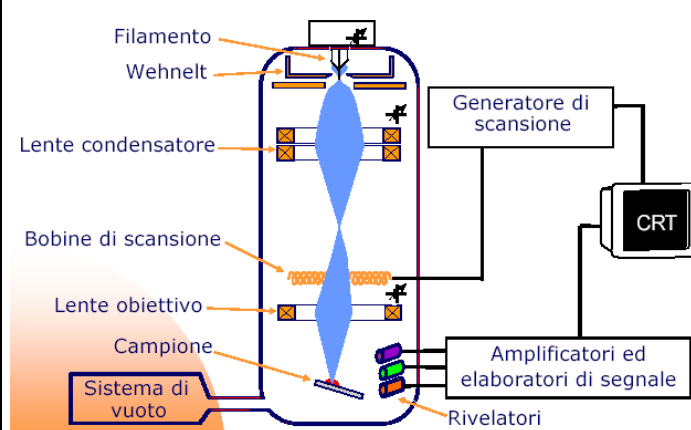
L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica:

Microscopio elettronico a scansione con microsonda elettronica.

Sigla: SEM-EDS

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Micronde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: consente l'osservazione della micromorfologia e della microstruttura chimica dei materiali eterogenei organici ed inorganici purché solidi e di dimensioni tali da poter essere inseriti nella camera da vuoto dello strumento. Permette di chiarire gli aspetti conoscitivi dei beni culturali, quali la natura, la tecnologia di produzione, la provenienza stessa, e tutti gli aspetti conservativi, quali i fenomeni di degrado.

Oggetto d'indagine: è sufficiente, come campione, un piccolo frammento di materiale solido, da inserire in un porta campioni che può variare nelle direzioni X, Y e Z. Il fascio elettronico, utilizzato nell'analisi, è una corrente di elettroni che crea su un campione elettricamente non conduttivo, un accumulo di carica statica negativa con inevitabili difficoltà nell'analisi. Pertanto, mentre non ci sono problemi con campioni conduttori, i materiali isolanti vengono coperti con un sottile film metallico prodotto per *sputtering* o per evaporazione sotto vuoto oppure si riveste la superficie del campione di un sottile strato di grafite.

Principio di base: In un vuoto altamente spinto, un fascio di elettroni, generati, di solito, attraverso effetto termoionico, utilizzando un filamento di W o esaboruro di lantanio, e accelerati da una differenza di potenziale variabile tra 0.3 e 30 KV, viene focalizzato e diretto, attraverso un sistema di lenti elettromagnetiche, su un punto del campione e successivamente scandito sulla superficie del campione stesso. Gli elettroni primari interagendo con la superficie generano vari effetti, quali l'emissione di elettroni secondari e retrodiffusi (backscattered), raggi X e radiazione nelle regioni UV, visibile e IR. L'intensità degli elettroni secondari è ampiamente governata dalla topografia superficiale del campione, quindi si può ricostruire un'immagine ingrandita, in bianco e nero, della superficie del campione con un'alta risoluzione spaziale (micromorfologia). Infatti gli elettroni secondari hanno un'energia compresa tra 0 e 50 eV e sono emessi da spessori superficiali del campione (~10nm). Si possono determinare gli elementi (maggiori, minori e in tracce) a partire da Z= 5 (boro), con differenti sensibilità in funzione della loro massa atomica e della matrice analitica. In funzione delle variazioni micromorfologiche della superficie verranno emesse quantità differenti di elettroni secondari. La risoluzione spaziale ottenibile in immagini da elettroni retrodiffusi è inferiore a quella ottenibile con gli elettroni secondari. Tuttavia le immagini da elettroni retrodiffusi consentono di ottenere il cosiddetto contrasto di fase, cioè la distribuzione spaziale delle varie fasi presenti nel campione. Il "volume" di emissione degli elettroni diffusi dipende, a parità di energia degli elettroni incidenti, dal numero atomico medio del campione; i materiali caratterizzati dalla presenza di atomi ad alto numero atomico rifletteranno di più gli elettroni primari. L'immagine composta da elettroni retrodiffusi è un'immagine chimica, che evidenzia una differenza di microstruttura. Inoltre analizzando i raggi X caratteristici emessi dal campione per il bombardamento di elettroni è possibile ottenere informazioni elementari quantitative di ogni elemento che si riferiscono però ad almeno 1micron cubo di campione. La separazione della radiazione x di fluorescenza può avvenire attraverso un sistema a dispersione angolare (reticolo cristallino), o un sistema a dispersione di energia (EDS) che impiega un rivelatore allo stato solido.

Risultato: L'intensità di emissione degli elettroni secondari e retrodiffusi viene tradotta sullo schermo in toni di bianco, grigio e nero. Il microscopio a scansione permette ingrandimenti da 10 a 200000 volte. L'ingrandimento è dato dal rapporto tra lunghezza nel monitor e lunghezza dell'area sottoposta a scansione. In genere si usa parlare di risoluzione definita come la minima distanza tra due particolari di un'immagine che possono essere distintamente osservati, dipende da vari fattori quali la lunghezza d'onda degli elettroni usati per l'osservazione, infatti due oggetti distanti tra loro meno di una lunghezza d'onda si comportano come un unico centro di diffusione. La risoluzione di un SEM è circa 200 Angstrom. La sonda EDS ci da uno spettro di fluorescenza X.

Vantaggi e svantaggi: Le analisi SEM, unite a quelle di fluorescenza X essendo relativamente rapide, poco costose e non distruttive per il campione, sono considerate l'approccio più immediato per lo studio delle superfici dei materiali. Richiede comunque il prelievo del campione dal bene culturale, che viene successivamente inserito in apposite resine.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

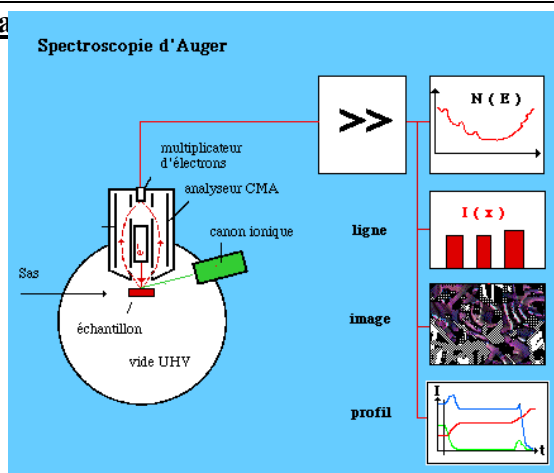
Laboratorio	Sorgente:	Campione:	Rivelatore	Marche del sem:
Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Multicanale Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Cambridge Philips Microsonda: EDAX

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Spettroscopia di elettroni Auger*

Sigla: AS

Schema



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
Non distruttiva
 Distruttiva
Di superficie
 Di volume
Quantitativa
Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
Elettroni
 R γ
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: identifica la composizione elementale delle superfici tramite la misura delle energie cinetiche degli elettroni Auger. Inoltre, poiché l'energia cinetica degli elettroni Auger dipende dal legame chimico che l'atomo eccitato forma con gli atomi vicini, si può determinare lo stato chimico dell'atomo eccitato. Per studiare regioni più interne del campione si può effettuare il "depth profiling", che consiste nel bombardare la superficie del campione, al fine di sottrarre dalla superficie stessa atomi, usando ioni di gas rari (come Ar⁺) di diverse energie (0.5 ÷ 5 KeV), la cui scelta dipende dal campione e dalla velocità di erosione richiesta. In questo modo si possono rimuovere strati ultrasottili (fino a spessori di qualche nanometro) del campione e si può compiere l'analisi Auger sulla nuova superficie esposta. Poiché il fascio di elettroni incidenti può essere focalizzato su un'area molto piccola (fino a < 15 nm), le misure Auger possono essere compiute con un'altissima risoluzione spaziale e possono essere effettuate analisi in scansione su linee o aree (Microscopia Auger a Scansione, SAM).

Oggetto d'indagine: possibilità di analizzare i campioni con altissima risoluzione spaziale. Per gli oggetti metallici viene utilizzata per controllare la presenza di piccoli aggregati sia in superficie che in profondità e può seguire gli effetti di corrosione in particolari punti.

Principio di base: Nella spettroscopia Auger un fascio di elettroni di alta energia (2-10 KeV) è focalizzato sul campione. Il fascio incidente induce l'emissione di elettroni secondari, retrodiffusi e di elettroni Auger, che possono essere rivelati in funzione della loro energia cinetica. Gli elettroni Auger sono emessi dal campione a causa dell'effetto Auger. Gli elettroni del fascio primario possono avere energia sufficiente per ionizzare, tramite espulsione di elettroni, gli orbitali più interni dell'atomo, con la conseguente creazione di vacanze elettroniche, che vengono colmate dagli elettroni presenti nei livelli superiori. A tale salto energetico corrisponde un'emissione di radiazione di fluorescenza X che durante il tragitto per fuoriuscire dall'atomo può incontrare un elettrone su un orbitale più esterno espellendolo. Lo stesso elettrone espulso per primo può incontrare un elettrone, espellendolo. L'elettrone espulso alla fine del processo viene denominato elettrone Auger. La probabilità che nel processo di rilassamento venga espulso un elettrone Auger piuttosto che un fotone X è 100:1, e aumenta al diminuire del numero atomico degli elementi costituenti il materiale. L'energia ceduta dalla radiazione o dal primo elettrone espulso meno la frazione richiesta per superare l'energia di legame di quello che diventerà il nostro elettrone emesso è mantenuta da quest'ultimo come energia cinetica. Tale energia è indipendente dal meccanismo di formazione iniziale della vacanza ma dipende dall'elemento presente sul campione e questo permette il riconoscimento delle specie atomiche presenti, con profondità di analisi è di circa 1-3 nm.

Risultato: Informazione che si ottiene è uno spettro che riporta sull'asse delle x l'energia, e sull'asse delle y il numero di elettroni emessi nel tempo (intensità). Ogni elemento in un campione studiato provocherà una gamma caratteristica di picchi alle varie energie cinetiche. I picchi sono situati in alto a causa dei cosiddetti elettroni secondari generati da un gran numero di processi anelastici di dispersione studiati dalla SEM, microscopia elettronica a scansione.

Vantaggi e svantaggi: non possono essere studiati strati di spessore superiore a 10 micron, inoltre il campione deve essere al centro di un vuoto molto spinto (10^{-8} Pa) e non possono essere determinati H e He.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

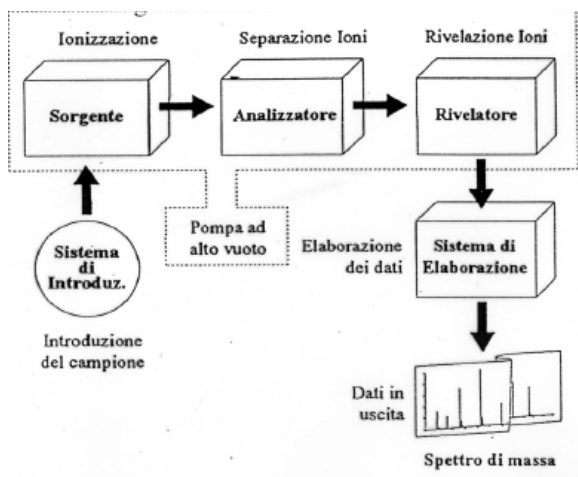
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio	Diretta	Solido	Digitale	Scienta ESCA 200
Portatile	Secondaria	Liquido	Analogico	
trasportabile	Radioisotopo	Aeriforme	Semiconduttore	
	Doppio raggio		CCD	
	Singolo raggio		Lastra	
	Radiazione monocromatica		A riempimento di gas	
	Radiazione bianca		Fotomoltiplicatore	
			Celle fotovoltaiche	
			Celle fotoconduttive	

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Spettroscopia di massa*

Sigla: MS

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 Ry
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: consente di determinare la massa esatta delle molecole, quindi la formula bruta, e la composizione isotopica dei vari elementi costituenti. Si applica per analisi delle leghe metalliche, es. monete, per problemi di datazione e provenienza delle leghe e dei pigmenti, correlando il rapporto tra i vari isotopi con il periodo e la località di produzione, e per lo studio di molecole organiche.

Oggetto d'indagine: Le quantità di campione a disposizione possono essere anche di pochi millesimi di milligrammo e in alcuni casi meno di un picogrammo: 10^{-12} g. Per i materiali organici quali es. l'ambra, la pece, il miele la presenza di un gran numero di molecole simili richiede che dalla miscela complessa di prodotti che si vogliono identificare è necessario ottenere il composto in forma purificata, mediante tecniche, come gas-cromatografia o cromatografia liquida ad alta risoluzione. Per l'analisi di superfici e di punti si utilizza uno spettrometro di massa a tempo di volo (denominato analizzatore a microsonda laser). Usando un microscopio ottico si sceglie un'area di pochi micron di diametro, su cui viene inviato l'impulso laser. Tale luce intensa ionizza ed evapora la materia che viene successivamente analizzata in uno spettrometro di massa (utile per la caratterizzazione dei metalli).

Principio di base: Non è una reale spettrometria. Un sistema di ionizzazione (ad impatto elettronico; chimico; per bombardamento di ioni; elettrospray) trasforma le molecole in ioni molecolari (M^+) che vengono analizzate in base al rapporto massa su carica. Ogni elemento è caratterizzato da un preciso numero di protoni. A parità del numero di protoni vi può essere un numero di neutroni diverso: atomi caratterizzati dallo stesso numero di protoni ma da un numero diverso di neutroni sono chiamati isotopi. Poiché la massa di un atomo è sostanzialmente dovuta alla somma dei neutroni e dei protoni, isotopi diversi hanno masse diverse. Ogni elemento è presente sotto forma di un numero diverso di isotopi i quali possono presentarsi in abbondanza (cioè percentuale relativa) diversa.

Risultato: Il risultato della misura è uno spettro di massa, che consiste in una serie di segnali in funzione di massa/carica (m/z), per ciascuno ione prodotto dalla frammentazione. L'asse delle x riporta valori di rapporto m/z e l'asse delle y i valori di abbondanza relativa degli ioni analizzati. In genere si osserva oltre ad un picco più intenso che corrisponde all'ione molecolare (M^+), altri segnali dovuti ad altri ioni ovvero frammenti della molecola che si generano nella camera di ionizzazione. Osservando la zona spettrale dello ione molecolare ci accorgiamo di alcuni segnali a valori di m/z più elevati di una e due unità di massa, e che corrispondono, non a frammenti, ma agli isotopi degli elementi di cui è costituita la nostra M (e sono indicati con: $M+1$ e $M+2$, es. O^{17} e O^{18}). Conoscendo le % di intensità relative di questi ioni è possibile ricavare la formula bruta del composto incognito utilizzando uno spettrometro di massa a bassa risoluzione. Mentre in uno spettrometro ad alta risoluzione una volta calcolata la massa esatta basta ricorrere ad apposite tabelle. Identificato lo ione molecolare e gli ioni caratteristici, si possono conoscere i processi di frammentazione caratteristici di molte molecole, permettono di ricostruire la struttura della molecola.

Vantaggi e svantaggi: richiede il prelievo di un campione e sia per il campione stesso che viene distrutto per l'analisi.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

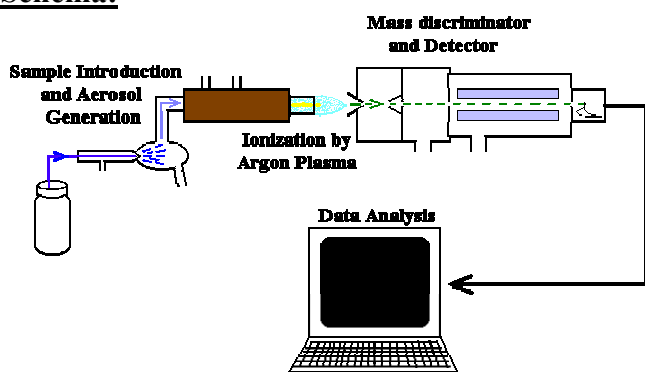
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore	Maldi Shimadzu

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Spettrometria di massa ad emissione a plasma con accoppiamento induttivo*

Sigla: ICP-MS

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
Distruttiva
 Di superficie
Di volume
Quantitativa
Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: Analisi elementare di metalli e leghe metalliche. In generale composti inorganici (pigmenti, prodotti di corrosione, sali). Notevolmente utilizzata nel monitoraggio inquinamento atmosferico da particolato.

Oggetto d'indagine: l'analisi elementare di matrici assai diversificate, permettendo l'identificazione anche degli elementi presenti in traccia, dal Litio all'Uranio. L'ICP richiede che il campione venga introdotto nel canale centrale come gas o aerosol fine di particelle liquide o solide.

Principio di base: Non è una spettrometria. Questa tecnica interfaccia una sorgente a plasma induttivamente accoppiato con uno spettrometro di massa. Il principio di funzionamento prevede che un flusso di argon trasporta il campione vaporizzato in una torcia ICP, dove una sorgente a plasma a temperatura elevatissima (5000-8000°C) trasforma gli atomi degli elementi presenti nel campione in ioni. Questi, attraverso un campo magnetico, vengono separati in base al loro rapporto massa/carica e portati al rivelatore. L'intensità del segnale elettrico causato dall'impatto degli ioni sul rivelatore è correlabile alla concentrazione degli elementi nel campione.

Risultato: Il risultato della misura deriva dallo spettrometro di massa accoppiato, ed è uno spettro che consiste in una serie di segnali in funzione del rapporto massa/carica (m/z), per ciascuno ione. L'asse delle x riporta valori di rapporto m/z e l'asse delle y i valori di abbondanza relativa degli ioni analizzati.

Vantaggi e svantaggi: Per molti elementi si riesce ad ottenere limiti di rilevabilità nettamente superiori rispetto alle varie spettrometrie elementari e alla stessa spettrometria di massa.

<u>Tipo e struttura dello spettrofotometro</u>				
<u>Laboratorio</u>	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Erteci s.r.l

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Radiografia*

Sigla:

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: consente di ottenere immagini delle strutture interne di un bene culturale, fornendo un'ampia gamma di dati strutturali utili alla caratterizzazione tecnologica. Viene adoperata su dipinti, pergamene, manufatti in legno e in ceramica, oggetti in metallo ed in pietra, al fine di studiarne lo stato di conservazione e la presenza di restauri precedenti. Nel caso, per esempio, di un dipinto su tela permette di riconoscere la tecnica di stesura della preparazione, valutando la presenza di linee dovute all'uso della spatola, e consente valutazioni riguardo al disegno preparatorio se eseguito a punta metallica dura, e morbida, di piombo o di argento. Nel primo caso quello che si analizza è la diminuzione della stesura dello strato preparatorio, nel secondo la diversa radiopacità. Il diverso assorbimento è anche alla base dello studio dei pigmenti utilizzati dall'artista, mentre lo studio della pennellata permette attribuzioni perché caratteristica del fare pittorico. La radiografia di sculture e di manufatti lignei (per la prima categoria è richiesta una sorgente a più alta energia, in fisica si parla di una più alta tensione di lavoro del tubo radiogeno) permette di avere informazioni sulla presenza di perni, fori, gallerie di insetti, quali i tarli, disposizione degli assi e degli elementi di raccordo. Nel caso di oggetti metallici la diversa radiopacità permette di identificare un metallo sotto gli strati di corrosione, oppure l'uso di materiali diversi in una decorazione.

Oggetto d'indagine: Lo spessore del campione non deve essere troppo elevato altrimenti la radiazione viene completamente assorbita. Si possono analizzare materiali organici e inorganici tenendo presente che al diminuire del peso atomico diminuisce il potere frenante della materia.

Principio di base: La misura avviene in trasmissione, cioè il campione è interposto tra sorgente e rivelatore, e si basa su fatto che, nell'attraversare un oggetto, il fascio di radiazione incidente, radiazione x policromatica, viene modulato a causa delle diverse proprietà di assorbimento dei materiali. La legge che regola il processo, per alcuni valori della lunghezza d'onda, è quella di Lambert e Beer: $I = I_0 \exp(-k_1 d)$, dove I_0 è l'intensità del fascio entrante in un campione omogeneo ed I è l'intensità uscente dal campione di spessore d e coefficiente di attenuazione di massa k_1 . Opportuni rivelatori, sistemi in modo aderente al campione, consentono di catturare la radiazione in uscita e quindi di visualizzare l'immagine risultante.

Risultato: si ottiene un'immagine radiografica, sia se si usa la tradizionale lastra radiografica, che una camera CCD opportunamente protetta da un fosforo (la piccola superficie di rivelazione fa sì che si debbano fare numerose acquisizioni, ma ha il pregio di fornire immagini visibili immediatamente in formato digitale). La lastra va letta in negativo, quindi gli elementi a radiopacità maggiori risultano più chiari, mentre nella CCD è l'inverso. Uno dei parametri più importanti nel processo di formazione di un'immagine radiografica è la macchia focale del tubo. Se la macchia focale fosse puntiforme ci sarebbe corrispondenza biunivoca tra i punti dell'oggetto e quelli sul rivelatore, quindi l'immagine di un campione posto su un piano ortogonale al fascio incidente, dove la radiazione può essere considerata uniforme, risulterebbe perfettamente nitida. In realtà si ha sempre a che fare con sorgenti estese. Più la sorgente è estesa meno nitida risulterà l'immagine, per effetto penombra, dovuto a due raggi diversi della sorgente che colpiscono lo stesso punto dell'oggetto. Allontanando la sorgente dal campione (in teoria a distanza infinita) otteniamo dei fasci di radiazione paralleli perpendicolari alla superficie, come nello scanner, che permetterebbero di avere la condizione per immagini nitide, ma bisogna tener presente l'attenuazione della radiazione da parte dell'aria.

Vantaggi e svantaggi: Una grande limitazione dell'esame radiografico consiste nel fatto che la radiografia non è in grado di apprezzare la profondità di campo, ma che appiattisce l'immagine su un unico piano e quindi non tutti i difetti possono essere individuati (si pensi alla radiografia di un cerchio con un foro al centro, la radiazione incidente è perpendicolare alla circonferenza del cerchio. La presenza del foro non verrà evidenziata dall'immagine radiografica e produrrà solo un minore assorbimento della radiazione). Per risolvere questo problema oggi viene utilizzata la tomografia assiale computerizzata, che offre come risultato una ricostruzione d'immagine derivante dall'analisi densitometrica della sezione in esame e dell'elaborazione dei dati rilevati.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore	

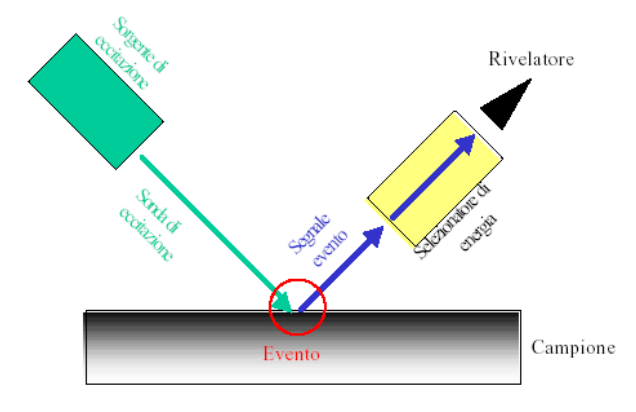
a.a 2003/04

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Spettroscopia di Fotoemissione mediante raggi X*

Sigla: XPS

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
Di superficie
 Di volume
Quantitativa
Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: Consente, ottenendo informazioni sugli elementi, anche se presenti in basse concentrazioni, e il loro legame chimico, di identificare i composti presenti sulla superficie di un campione, ed utilizzando lo sputtering ionico di analizzare gli strati più profondi. Permette di identificare lo stato di ossidazione degli elementi, quindi di avere informazioni sugli effetti chimici dei trattamenti di restauro e alcuni tipi di degrado.

Oggetto d'indagine: tutti i materiali sostituenti i beni culturali (metalli, carta...)

Principio di base: studia gli spettri energetici degli elettroni emessi per effetto fotoelettrico. Un fascio di raggi x di energia compresa fra 200 e 2000 eV (raggi x soffici) viene focalizzato sulla superficie del campione ed interagisce con gli elettroni presenti sull'orbite più interne, che vengono così espulsi con un'energia cinetica approssimativamente pari alla differenza tra l'energia del fotone incidente e l'energia di legame. Le energie di legame degli orbitali atomici di un elemento sono identificative dell'elemento.

Risultato: Si ottiene uno spettro recante sull'asse delle ascisse l'energia cinetica, mentre sulla y l'intensità, ovvero numero di elettroni espulsi nel tempo. La presenza di picchi a particolari energie indica quindi la presenza di un elemento specifico nel campione analizzato e dipende dal differente intorno chimico dell'elemento. L'intensità dei picchi è in relazione alla concentrazione di un particolare elemento nel campione analizzato. Spesso si utilizza l'acronimo ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) per indicare l'analisi quantitativa degli spettri XPS.

Vantaggi e svantaggi: con questa tecnica è tutti gli elementi con numero atomico >2 , quindi ad eccezione di idrogeno ed elio

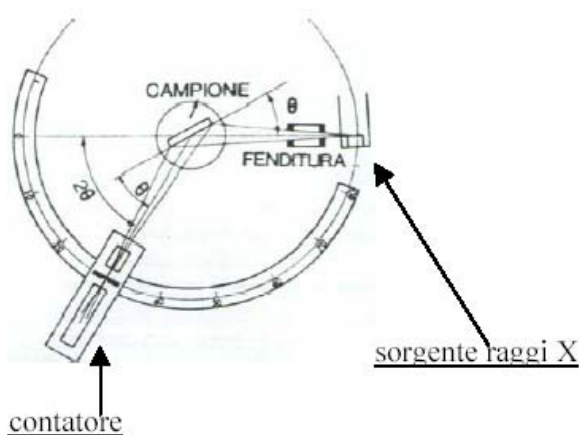
<u>Tipo e struttura dello spettrofotometro</u>				
<u>Laboratorio</u>	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Portatile trasportabile	<u>Diretta</u> Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica <u>Radiazione bianca</u>	<u>Solido</u> Liquido Aeriforme	<u>Digitale</u> Analogico <u>Semiconduttore</u> CCD Lastra <u>A riempimento di</u> <u>gas</u> Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Diffrazione a raggi X da polveri*

Sigla: XRPD

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
 Non distruttiva
Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 Rγ
Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: E' una tecnica usata per identificare le sostanze cristalline, ha un campo d'impiego molto vasto che va dalle patine sui metalli ai prodotti di degrado della pietra, ai pigmenti, alle malte. Un cristallo è un materiale solido in cui gli atomi sono disposti in posizione ben precise caratterizzate da periodicità e traslazionale geometrica. Se tale ordine è macroscopicamente esteso si parla di singolo cristallo, se riferito ad un piccolo spazio dell'ordine dei micron (>100) si parla di struttura policristallina, che è tipica dei materiali appartenenti ai beni culturali.

Oggetto d'indagine: nel campo dei beni culturali, essendoci materiali policristallini si utilizza il metodo delle polveri. Si prende una quantità opportuna, almeno 0,5 g, di materiale e la si pesta in un mortaio per renderla più fine possibile. Quando un **cristallo** viene polverizzato non perde le caratteristiche strutturali, ma riduce solamente le proprie dimensioni; tanto più fine è la polvere tanti più campioni si hanno. Dato il gran numero di cristalli, si può considerare statisticamente che la loro orientazione sia isotropa. Quindi la polvere ottenuta si inserisce in genere in un capillare che viene alloggiato nel portacampioni. Per evitare possibili orientazioni preferenziali del cristallo il capillare viene fatto ruotare non completamente in asse.

Principio di base: Prescindendo dalle considerazioni di Laue, possiamo considerare secondo Bragg la diffrazione come una semplice riflessione, ovvero come se la radiazione venisse riflessa da uno specchio piano. Se consideriamo due piani di Bragg successivi posti alla distanza d, è possibile osservare il fenomeno della diffrazione solo se i raggi riflessi da ciascuno dei piani interferiscono positivamente, ovvero che la differenza di cammino ottico dei due raggi riflessi è un multiplo intero della lunghezza d'onda. Risulta questa equazione $2d \sin(\theta) = n \lambda$. Dove θ è l'angolo formato dal raggio incidente e riflesso con il piano. In un cristallo qualsiasi, si possono formare diverse famiglie differenti di piani di Bragg, ciascuna caratterizzata da una propria d ovvero distanza interplanare. Quindi se un fascio di raggi x viene fatto passare attraverso dei cristalli orientati a caso, come per un campione in polvere, si potrà osservare su una lastra posta dietro il campione una figura di diffrazione a cerchi concentrici da cui si può ricavare d e θ, conoscendo la lunghezza d'onda della radiazione incidente (λ).

Risultato: è uno spettro di diffrazione, in ordinata si ha l'intensità della radiazione diffratta e in ascissa 2θ . Dallo spettro misurato, studiando la presenza, posizione e caratteristica dei picchi presenti e confrontandoli con quelli di altri spettri di riferimento, presenti in una opportuna banca dati, è possibile ottenere informazioni sui materiali che compongono il campione in stato cristallino (ed a volte anche amorfo), e sulle caratteristiche morfologiche dei cristalli al suo interno.

Vantaggi e svantaggi: è una tecnica distruttiva. La ricerca nella banca dati può richiedere tempi notevolmente lunghi.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

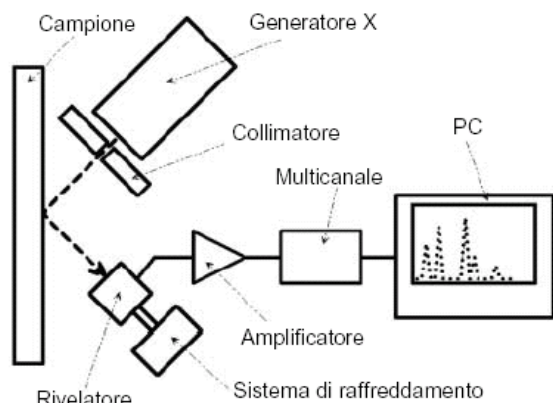
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Philips Siemens

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Fluorescenza X in dispersione di energia*

Sigla: EDXRF

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
Non distruttiva
Distruttiva
Di superficie
Di volume
Quantitativa
Qualitativa
Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
Neutroni
Elettroni
 $R\gamma$
Rx
Uv
Vis
IR
Microonde
Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: Edxrf è una tecnica impiegata in archeometria, che consente l'analisi degli elementi chimici presenti in un manufatto. Nell'analisi dei dipinti, può essere utilizzata come ausilio al restauro per ottenere uno screening preliminare, inteso ad ottimizzare il numero e le scelte delle zone di prelievo per successive ricerche attraverso tecniche di misura complementari, riducendo, così, il numero di prelievi eventualmente necessari. Spesso è impiegata per lo studio della tecnica pittorica adottata dall'artista, tramite la sua tavolozza dei colori, permettendo studi di datazione, e informazioni utili all'opera di restauro. Per i manufatti metallici serve ad identificare il tipo di lega utilizzata. Sulla base di determinati elementi o degli elementi comuni o di differenza tra l'oggetto in esame ed altri campioni, anche di riferimento, è possibile collocare geograficamente o temporalmente in modo assoluto e relativo un manufatto. Analizzando le patine superficiali e confrontandole con una zona pulita si possono ricavare informazioni sullo stato di conservazione e sui processi di deterioramento e di invecchiamento subiti da un manufatto.

Oggetto d'indagine: l'analisi viene condotta per "punti" sulla superficie del manufatto. Teoricamente si possono considerare infinite zone di analisi. L'analisi interessa l'intero manufatto nel caso di dipinti su tavola e tela, ma pochi ml nel caso di una lastra di piombo, quindi il volume del manufatto interessato all'analisi dipende dal manufatto stesso.

Principio di base: un sottile fascio di radiazione X, colpisce il punto da analizzare, eccitando per effetto fotoelettrico gli stati elettronici più profondi degli atomi presenti, provocando l'estrazione di un elettrone da una delle orbite più vicine al nucleo (orbite K, L e M). Gli atomi così eccitati si diseccitano immediatamente emettendo radiazione X monocromatica ("righe" X) di energia caratteristica dell'elemento coinvolto mediante legge di Moseley. L'energia necessaria per l'eccitazione è sempre maggiore rispetto a quella di emissione. I raggi X di fluorescenza arrivano al rivelatore che li trasforma in impulsi di corrente di ampiezza proporzionale all'energia del fotone X di fluorescenza. Il suffisso ED sta ad indicare che la separazione della radiazione x di fluorescenza avviene attraverso un sistema a dispersione di energia, impiegando un rivelatore allo stato solido. E' possibile utilizzare anche un sistema a dispersione angolare (reticolo cristallino), presente negli strumenti di laboratorio, normalmente identificati con la sigla XRF.

Risultato: si ottiene uno spettro che riporta, in ascissa, l'energia dei fotoni di fluorescenza, che è caratteristica per ogni elemento, ed in ordinata il numero di fotoni nel tempo. L'analisi quantitativa richiede l'utilizzo di matrici standard con i diversi elementi costituenti la zona d'analisi. Per identificare gli elementi si fa prima una analisi solo di tipo qualitativo.

Vantaggi e svantaggi: La strumentazione portatile identifica tutti gli elementi della tavola periodica con numero atomico maggiore ed uguale a venti (calcio). Gli strumenti di laboratorio riescono a determinare anche gli elementi leggeri perché lavorano in un vuoto spinto, e la debole radiazione di fluorescenza emessa da essi non viene assorbita dall'aria. E' un'analisi relativamente economica.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Ampek

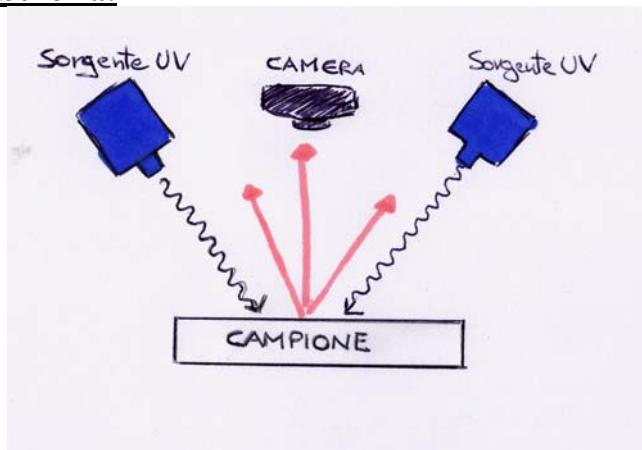
L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica:

Fluorescenza indotta da radiazione ultravioletta

Sigla:

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: Osservando l'immagine di fluorescenza UV della superficie di un bene culturale si possono differenziare ed osservare la presenza di materiali di diversa natura chimica e diverso grado di invecchiamento. Quindi è possibile individuare le parti non originali di un'opera, acquisire informazioni sulla natura, per esempio, di pigmenti e di leganti utilizzati da un artista, sulle condizioni di conservazione dell'opera e su eventuali restauri precedenti. Anche se copre ampi settori nella produzione artistica (tessuti, ceramiche, metalli, manufatti lignei, avori), tale tecnica è principalmente associata alla diagnostica delle superfici pittoriche. Per tali opere gli effetti di invecchiamento del medium, la diversa collocazione dei materiali all'interno della superficie pittorica, possono permettere la discriminazione di eventuali rifacimenti o di falsi. Per gli strati pittorici ci consente di evidenziare lo stato di conservazione attraverso il grado di assottigliamento che viene indicato da una debole fluorescenza tipica di molte preparazioni (fluorescenza blu-violetto). In questo caso la presenza di vernice sul dipinto ostacola la lettura dell'immagine di fluorescenza.

Oggetto d'indagine: Il fenomeno di fluorescenza interessa sia i materiali inorganici che organici, in quest'ultimi aumenta di intensità con il procedere dell'invecchiamento delle sostanze stesse. L'analisi interessa la superficiale totale del bene culturale.

Principio di base: Non tutti i materiali fluorescono. L'emissione di radiazione per fluorescenza può avvenire quando una molecola, assorbe in modo risonante determinate radiazioni incidenti e passa ad uno stato elettronico eccitato. In genere, per l'eccitazione, si utilizza una sorgente di radiazioni ultraviolette di tipo Uva (zona dell'ultravioletto prossima allo spettro del visibile), ovvero una lampada di Wood o un neon UV. Il riassetto della molecola si ha dopo un certo lasso di tempo (dell'ordine di 10^{-8} s), e avviene con emissione di radiazione a lunghezza d'onda maggiori rispetto a quelle assorbite, quindi nel visibile. Il colore della luce emessa, dipenderà dalle caratteristiche chimico-fisiche del materiale. La registrazione della fluorescenza viene effettuata attraverso supporto fotografico o supporto digitale, CCD. Occorrerà anteporre all'obiettivo della camera un filtro barriera per assorbire l'UV riflesso, tale filtro non deve avere fluorescenza propria.

Risultato: Un'immagine fotografica analogica o digitale. Il controllo del colore di un'immagine in fluorescenza è valutato inserendo nella zona inquadrata un riferimento bianco non fluorescente (solfato di bario). Tale riferimento apparirà molto scuro nelle riprese fotografiche. Il valore colorimetrico di questo riferimento rappresenta di quanto l'immagine acquisita si discosta dall'immagine di fluorescenza per interferenze, es. presenza luce visibile nell'ambiente.

Vantaggi e svantaggi: A causa della mancanza di una banca dati dei casi e alla difficoltà di lettura delle immagini di fluorescenza, in molti casi si ottengono risposte soggettive e comunque solo di tipo qualitativo. Ad oggi le immagini di fluorescenza vengono osservate ad occhio nudo o attraverso riproduzioni fotografiche su supporto bianco e nero o a colori; metodi che dipendono fortemente dalla sensibilità e dall'esperienza dell'operatore. Un approccio quantitativo all'analisi tramite fluorescenza è la rilevazione degli spettri di fluorescenza di campioni, prelevati dalle opere, tramite spettrofluorimetro (spettrometro UV in assorbimento). In questo modo, però, l'analisi di fluorescenza perde il suo carattere non distruttivo, e fornisce informazioni su campioni che, non sempre, sono rappresentativi dell'intera opera.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

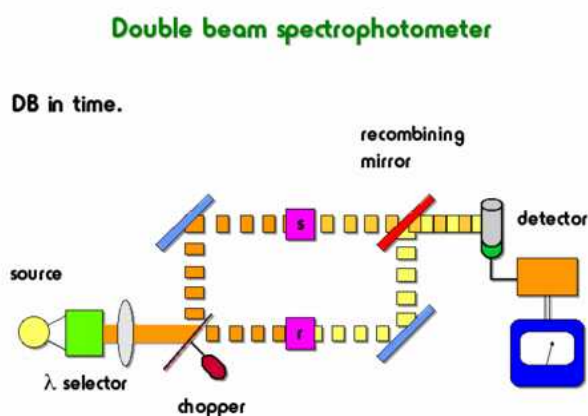
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Lampada UV Henkel CCD Nikon

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Spettroscopia UV/Vis*

Sigla: Uv/Vis

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: (range dello spettro utilizzato 190-900 nm) analisi qualitativa e quantitativa di sostanze allo stato solido eventualmente diluite in modo opportuno e/o trattato con reagenti specifici. Viene utilizzata principalmente per l'analisi di pigmenti, coloranti.

Oggetto d'indagine: sono in genere sufficienti pochi mg di materiale per avere risultati significati. Per portare l'analita in soluzione si necessitano di trattamenti chimici che richiedono più materiale. Viene spesso utilizzata per il riconoscimento di pigmenti, coloranti naturali e di sintesi, ioni metallici e molecolari (solfati, nitrati...)

Principio di base: Assorbimento radiazione elettromagnetica UV Visibile da parte della materia. L'intensità della banda di assorbimento si misura come la percentuale di luce incidente che passa attraverso il campione, definita come trasmittanza, oppure come percentuale di luce assorbita dal campione, definita assorbanza. L'energia radiante è di tipo relativo in quanto si misurano gli assorbimenti dei campioni da analizzare in riferimento all'assorbimento presentato da un campione standard. Essendo l'assorbimento della luce in funzione della concentrazione delle molecole che costituiscono il campione (legge di Lambert-Beer), possiamo riferire l'assorbanza o la trasmittanza in funzione della concentrazione.

Risultato: L'informazione sulla composizione dell'analita viene fornito mediante uno spettro che si ottiene facendo passare della luce di lunghezza d'onda definita (monocromatica) attraverso una soluzione molto diluita (1 mg in 100ml) di un solvente non assorbente. In uno spettrofotometro a doppio raggio la soluzione con il campione viene riposta in una cella (detta cuvetta) mentre un'analogha cella viene ripiena di solvente puro e posta in una sezione adiacente dello spettrofotometro. Attraverso le due cuvette vengono fatti passare due raggi luminosi identici. L'intensità delle due trasmittanze viene misurata su tutto il range di lunghezze d'onda. Si ottiene così automaticamente uno spettro recante in ascissa la lunghezza d'onda e in ordinata la trasmittanza o l'assorbanza. Esistono anche spettrometri a singolo raggio che richiedono la misura del solvente e della soluzione in tempi diversi. L'analisi quantitativa viene effettuata attraverso una calibrazione.

Vantaggi e svantaggi: tecnica ben conosciuta, ha come svantaggio i processi di pretrattamento dei campioni.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Milton Roy Company PerkinElmer

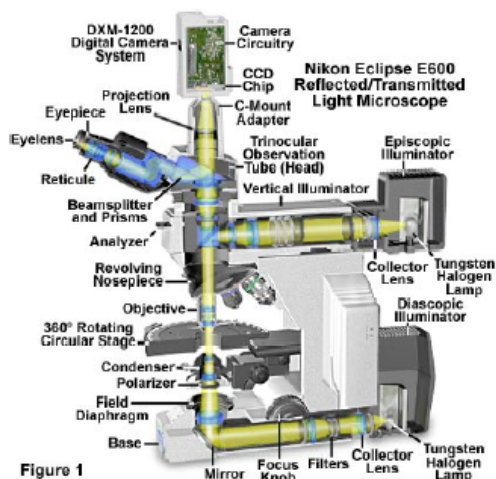
a.a 2003/04

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Microscopio ottico*

Sigla:

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
 Emissione
 Non distruttiva
 Distruttiva
 Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
 Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
 Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
 Globale

Campo di applicazione: fornisce un'immagine ingrandita a colori del campione per consentire l'analisi della morfologia e dei materiali costituenti. L'informazione ottenuta è relativa solo al punto del prelievo. Per i dipinti mobili consente lo studio della tecnica d'esecuzione dell'artista, attraverso l'analisi della stratigrafia del dipinto, e il riconoscimento dei grani relativi a pigmenti inorganici o ad impurezze di essi (in genere il campione viene inserito in una resina che viene lasciata indurire e tagliata secondo le necessità, cercando di ottenere una buona superficie di lettura, che viene successivamente levigata). Spesso viene utilizzato per il riconoscimento delle fibre animali, vegetali e sintetiche in base alla forma (in questo caso si utilizzano dei vetrini).

Oggetto d'indagine: Il prelievo del campione deve effettuarsi in zone di minore importanza figurativa ed avviene attraverso un bisturi. Per l'analisi delle policromie il microframmento non deve essere inferiore a $0,1 \text{ mm}^2$.

Principio di base: Il microscopio ottico è costituito essenzialmente da due sistemi diottrici centrati: l'oculare e l'obiettivo. In base al fenomeno della rifrazione, il primo fornisce un'immagine reale ingrandita e capovolta, mentre l'oculare da un'immagine virtuale ingrandita, diritta dell'immagine reale fornita dall'obiettivo. Il massimo ingrandimento che il microscopio fornisce si ottiene moltiplicando i valori degli ingrandimenti propri dell'obiettivo e dell'oculare, che vengono indicati sulla montatura degli stessi. Il campione può essere illuminato con luce visibile (esistono modelli anche con luce UV e IR) sia in luce trasmessa, in questo caso la sorgente luminosa è posta ad un livello inferiore rispetto al campione, che in luce riflessa, la sorgente è posta ad un livello maggiore dell'obiettivo.

Risultato: I dati forniti dal microscopio dipendono dalle proprietà sia del sistema ottico sia dal tipo di illuminazione. Il rivelatore in questo caso è il nostro occhio. E' possibile attrezzare il microscopio con fotocamere digitali. Usando la combinazione microscopio e fotocamera si riescono ad ottenere fotografie caratterizzate da ingrandimenti superiori alla macrofotografia. Questa tecnica è in genere definita microfotografia.


Vantaggi e svantaggi: è una tecnica poco costosa, ma che richiede un'elevata esperienza per interpretare ciò che si vede.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Orthophan

	Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali Corso di Laurea Specialistica in Scienze Applicate ai Beni Culturali
a.a 2003/04	
L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi	
Nome Tecnica: <i>Macrofotografia</i>	Sigla:



Schema: 	Tipologia: Assorbimento Emissione Non distruttiva Distruttiva Di superficie Di volume Quantitativa Qualitativa Morfologica	Radiazione a base del processo: Particelle α Neutroni Elettroni R_γ Rx Uv Vis IR Microonde Frequenze Radio	Area interessata dall'analisi: Puntuale Globale
--	--	---	--

Campo di applicazione: Permette lo studio della morfologia di un bene culturale, mediante l'osservazione isolata dei dettagli, variando il fattore di ingrandimento fino a un massimo di dieci volte, accoppiando l'obiettivo macro a tubi di prolunga o ad un soffietto di estensione. Trova vasto utilizzo nell'analisi di pitture mobili, al fine di identificare la tecnica esecutiva dell'artista, dagli elementi distintivi di una pennellata, quali l'andamento, la forma, la densità e la presenza di strati sovrapposti, es. velature. Permette di studiare lo stato di conservazione attraverso l'analisi di cretture da essiccamento ed invecchiamento, eventuali deformazioni, distacchi ed eventuali ritocchi.

Oggetto d'indagine: superficie del bene culturale.

Principio di base: L'ingrandimento fotografico (M) è definito come il rapporto tra una dimensione lineare dell'immagine sul fotogramma e l'equivalente reale dimensione dell'oggetto. Si parla di fotografia ravvicinata quando M ha valori compresi tra 1:10 e 1:1, mentre per M superiori si parla di macrofotografia. È preferibile utilizzare come sistema per l'ingrandimento gli obiettivi macro, in quanto consentono di avere valori continui d'ingrandimento e possono essere utilizzati mantenendo invariati tutti gli automatismi tipici della camera di ripresa (diaframma, flash...).

Risultato: Sia se si utilizza un sistema di ripresa classico (reflex), sia un sistema digitale, fotocamera, si otterrà un 'immagine di dettaglio, nel primo caso analogica, nel secondo digitale, la cui lettura ed interpretazione dipende notevolmente dall'esperienza dell'operatore, dal tipo di strumentazione utilizzata e dai vari errori introdotti nel processo di ripresa.

Vantaggi e svantaggi: Tecnica rapida e di costo contenuto, richiede molta esperienza.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

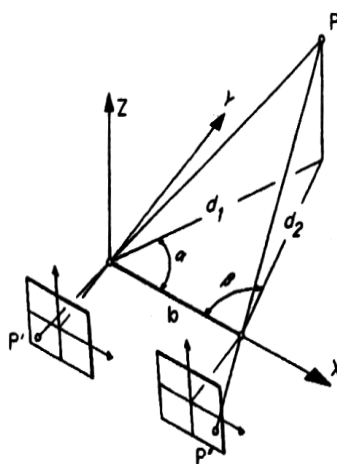
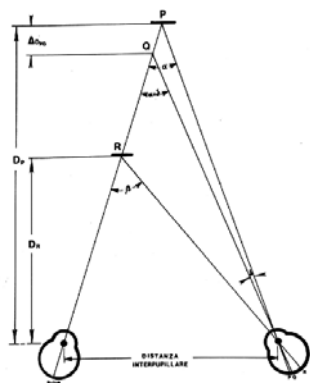
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Canon Nikon

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Fotogrammetria*

Sigla:

Schema:



Tipologia:

- Assorbimento
- Emissione**
- Non distruttiva**
- Distruttiva
- Di superficie
- Di volume
- Quantitativa
- Qualitativa
- Morfologica**

Radiazione a base del processo:

- Particelle α
- Neutroni
- Elettroni
- R γ
- Rx
- Uv
- Vis**
- IR
- Microonde
- Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

- Puntuale
- Globale**

Campo di applicazione: qualsiasi oggetto può essere rappresentato graficamente mediante fotogrammetria. Storicamente l'impiego di questa tecnica di rilievo inizia in campo architettonico come fotogrammetria terrestre, definita così perché le riprese fotografiche vengono eseguite a terra; oggi è in gran parte utilizzata in archeologia come fotogrammetria aerea, finalizzata alla rappresentazione spaziale della superficie terrestre per ottenere carte topografiche caratterizzate dalla presenza di curve di livello.

Oggetto d'indagine: permette di rappresentare graficamente, alla scala voluta, la forma, le dimensioni e la posizione di un oggetto nello spazio, di cui si hanno due immagini fotografiche, prese da punti diversi e posizione nota rispetto all'oggetto stesso.

Principio di base: per consentire la visualizzazione tridimensionale degli oggetti fotografati viene utilizzata la visione stereoscopica, meccanismo con cui la nostra vista coglie la sensazione della profondità. Tale visione viene ricreata artificialmente su due fotogrammi (detti coppia stereoscopica) ripresi da differenti punti di vista, tali che siano della stessa scala e che la medesima porzione dell'oggetto compaia per almeno il 60% in ambedue e per il 30% nei fotogrammi adiacenti.

Risultato: è la fotorestituzione, ovvero un'analisi spaziale descrittiva, utile per la conoscenza dell'oggetto in esame.

Vantaggi e svantaggi: permette in modo rapido, ed economico la descrizione scientifica di un oggetto prescindendo dalla descrizione verbale, dalle fotografie prospettiche e dai disegni ricavati da un numero necessariamente limitato di misure rilevate.

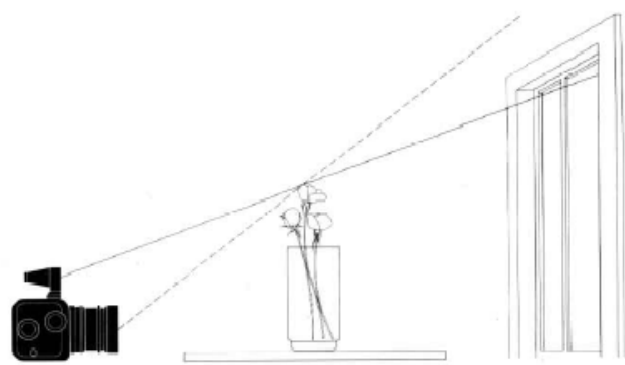
<u>Tipo e struttura dello spettrofotometro</u>				
	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Topcon Nikon

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Fotografia*

Sigla:

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
Non distruttiva
 Distruttiva
Di superficie
 Di volume
 Quantitativa
 Qualitativa
Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
 Neutroni
 Elettroni
 $R\gamma$
 Rx
 Uv
Vis
 IR
 Microonde
 Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: la documentazione fotografica si rende indispensabile per avere una testimonianza effettiva della realtà visiva di un bene culturale in un dato momento (es. del suo stato di conservazione, della sua collocazione originale) e delle modifiche del bene nel corso del tempo (es. attività di restauro, degrado...).

Oggetto d'indagine: una corretta documentazione deve fornire un'immagine d'insieme dell'opera e riprese fotografiche di dettaglio. Un buon risultato è caratterizzato da una perfetta inquadratura, e dalla scelta ottimale del tipo di illuminazione, in modo da evitare fenomeni di riflessione. La radiazione incidente può essere misurata attraverso l'esposimetro, mentre quella riflessa mediante uso del cartone grigio. Nel caso di fotografie di particolari il problema dell'illuminazione si ridimensiona data la ridotta area di interesse.

Principio di base: per realizzare una fotografia bisogna rilevare le radiazioni luminose emesse dai soggetti. Nella fotografia standard, si utilizza una pellicola in bianco e nero ottenuta attraverso un'emulsione fotosensibile, composta da microcristalli di alogenuro d'argento sensibili alla luce, stesa su un supporto piano, trasparente e flessibile, generalmente di acetato di cellulosa. L'esposizione fotografica, ossia l'esposizione alla luce, messa a fuoco dall'obiettivo sulla pellicola, causa delle modificazioni fisiche nell'emulsione vergine, creando un'immagine latente, resa visibile solo dopo che la pellicola esposta è stata sviluppata. Le pellicole fotografiche a colori sono, in pratica, definibili come emulsioni in bianco e nero a diversi strati sovrapposti, ciascuno sensibilizzato e opportunamente filtrato per registrare solo determinate lunghezze d'onda della luce. La fotografia digitale utilizza come rivelatore un sensore di immagine a stato solido il CCD, costituito da una matrice di fotodiodi (detti pixel, picture elements), che trasformano la radiazione incidente in cariche elettriche che in seguito vengono lette. Oggi tali rivelatori vengono sostituiti dai C-MOS.

Risultato: Una volta sviluppata la pellicola si ottiene una riproduzione visiva del bene in esame su carta fotografica. Nella fotografia digitale si ottiene in formato digitale, e può subire ulteriori trasformazioni

Vantaggi e svantaggi: Attraverso opportuni software è oggi possibile analizzare alcuni interventi di restauro, come la pulitura.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Nikon KodaK

a.a 2003/04

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Fotografia in luce radente*

Sigla:

Schema:



Tipologia:

Assorbimento
Emissione
Non distruttiva
Distruttiva
Di superficie
Di volume
Quantitativa
Qualitativa
Morfologica

Radiazione a base del processo:

Particelle α
Neutroni
Elettroni
 R_γ
 R_x
 U_v
Vis
IR
Microonde
Frequenze Radio

Area interessata dall'analisi:

Puntuale
Globale

Campo di applicazione: permette di ottenere informazioni sul microrilievo, ovvero sulle irregolarità di una superficie. Nel caso dei dipinti è possibile individuare la tecnica d'esecuzione dell'opera, es. l'andamento della stesura, e del suo stato di conservazione, es. sollevamenti ed eventuali cadute della pellicola pittorica. In archeologia, all'alba o al tramonto è possibile apprezzare, grazie alla proiezione delle ombre, l'irregolarità della superficie e l'eventuale presenza di reperti archeologici. Nel caso di strutture murarie mette in evidenza gli effetti dell'umidità come le efflorescenze, le deformazioni dovute ad subflorescenze, le microcadute dovute alla solfatazione o all'attacco di microrganismi.

Oggetto d'indagine: La superficie del bene culturale.

Principio di base: consiste nell'illuminare, da un lato, l'oggetto mediante un fascio luminoso con direzione quasi parallela alla superficie analizzata. L'angolo tra asse del fascio e superficie è di solito compreso tra i 5° e i 15° gradi. Per sorgente può essere utilizzata anche la luce naturale, opportunamente indirizzata. Nella pratica comune si utilizza una lampada a fascio focalizzato tramite lente di Fresnel, oppure una lampada alogena per uso fotografico. Le radiazioni emesse vengono riflesse e diffuse secondo direzioni diverse rispetto a quanto avviene nella normale ripresa fotografica. Sulla superficie vengono a proiettarsi le ombre delle zone in rilievo e questo permette di percepire sull'immagine la terza dimensione.

Risultato: Abbiamo un'immagine fotografica analogica o digitale. Per ottenere un buon risultato bisogna considerare che la luce proviene solo da un lato e che se questa è troppo vicina all'oggetto si possono creare forti discontinuità di illuminazione e falsificare il rilievo (in genere la sorgente è posta a sinistra). Inoltre la percezione del rilievo viene invertita se si modifica la direzione dell'illuminazione dell'oggetto. L'inserimento di uno spessore metrico è utile per quantificare le irregolarità superficiali fornendo la possibilità di confronti in tempi diversi. I tempi di esposizione sono in genere lunghi.

Vantaggi e svantaggi: Richiede molta esperienza sia nell'uso della strumentazione che nell'elaborazione dei dati forniti dall'immagine fotografica.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Multicanale Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Fotomoltiplicatore Fotomoltiplicatore Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Nikon

a.a 2003/04

L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nella diagnostica applicata ai beni culturali
 A cura del dott. Giovanni Visco; studenti: Andrea Macchia, Luca Papi

Nome Tecnica: *Colorimetria*

Sigla:

	<p>Tipologia:</p> <p>Assorbimento Emissione Non distruttiva Distruttiva Di superficie Di volume Quantitativa Qualitativa Morfologica</p>	<p>Radiazione a base del processo:</p> <p>Particelle α Neutroni Elettroni $R\gamma$ Rx Uv Vis IR Microonde Frequenze Radio</p>	<p>Area interessata dall'analisi:</p> <p>i:</p> <p>Puntuale Globale</p>
--	---	--	---

Campo di applicazione: permette di identificare e definire sistematicamente il colore di un oggetto, misurando punto per punto la riflettanza spettrale del campione indagato. Quindi la colorimetria consente di seguire nel tempo l'evoluzione dello stato di conservazione di un manufatto, ed eventuali interventi, come la pulitura, per cui si osserva un aumento della luminosità mentre la cromia rimane invariata.

Oggetto d'indagine: analisi cromatica della superficie di qualunque tipo di bene culturale.

Principio di base: Le misure vengono effettuate mediante l'uso di spettrofotometri supportati da software in grado di elaborare i dati di riflettanza del materiale. Queste apparecchiature sono dotate di sfera di integrazione che consente una illuminazione ottimale del campione, indipendentemente dalle sue caratteristiche superficiali. Alla radiazione riflessa, in base al suo contenuto spettrale, viene associata una terna di numeri che ne definisce il colore. Questa operazione è detta specificazione del colore. Un sistema di misura colorimetrico comprende tre elementi fondamentali: la sorgente di illuminazione (es. lampade, diodi laser), la scena oggetto della misurazione ed un rivelatore di luce (in genere una CCD). La misurazione del colore, relativo alla stessa scena, può essere eseguita attraverso due metodi: [spettrofotometrico](#) e [tricromatico](#). Nel primo si analizza la composizione spettrale della radiazione attraverso un monocromatore. Il metodo tricromatico consente una misura diretta delle coordinate di cromaticità senza misurare lo spettro della radiazione. La radiazione emergente dal campione viene rivelata da tre sensori ognuno dei quali ha davanti un filtro tale che la risposta del sistema rivelatore e filtro sia uguale a quelle codificate dalla CIE. A seconda della strumentazione disponibile è possibile eseguire misure a contatto e a distanza. Nel metodo "a contatto" il campione viene posto su di una apertura della sfera integratrice dello strumento, illuminato per mezzo della lampada interna ad esso e quindi viene acquisito lo spettro. Nel metodo "a distanza" invece il campione non è a contatto con lo strumento ed è illuminato da sorgenti esterne (lampade, luce solare etc.).

Risultato: informazione viene fornita attraverso uno spettro colorimetrico, in cui sull'asse delle ascisse viene riportata la lunghezza d'onda, mentre sull'asse delle ordinate l'intensità. Per definire il colore vengono calcolate le coordinate L* (luminosità, compresa tra 0 e 100), a* (asse rosso-verde, compreso tra -60 e 60) e b* (asse giallo-blu, compreso tra -60 e 60) dei campioni nello "Uniform Color Space" definito dalla Commission Internationale de l'Éclairage ". In generale, le informazioni colorimetriche sono riassunte nella variabile:

$E^* = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Il DE ci da l'informazione sulla variazione cromatica dell'oggetto, per esempio prima e dopo la pulitura. Se è $DE > 1$, la variazione cromatica è avvertire dall'occhio umano.

Vantaggi e svantaggi: la misura del colore di una stessa scena fornisce terne di numeri diverse se cambiano le proprietà spettroscopiche anche di uno solo degli elementi costituenti il sistema di misura.

Tipo e struttura dello spettrofotometro

	<u>Sorgente:</u>	<u>Campione:</u>	<u>Rivelatore</u>	<u>Marche</u>
Laboratorio Portatile trasportabile	Diretta Secondaria Radioisotopo Doppio raggio Singolo raggio Radiazione monocromatica Radiazione bianca	Solido Liquido Aeriforme	Digitale Analogico Multicanale Semiconduttore CCD Lastra A riempimento di gas Celle fotovoltaiche Celle fotoconduttive	Spectral Scanner Hunterlab

**“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO
NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. ”**

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

NOME TECNICA:

**Spettroscopia di emissione al
plasma** SIGLA: ICP

- LABORATORIO**
- PORTATILE
- TRASPORTABILE

REGIONE
SPETTRALE

- Ry
- Rx
- UV
- VIS
- IR
- MICROONDE
- FREQUENZE
RADIO

TIPOLOGIA:

- ASSORBIMENTO
- EMISSIONE**
- NON DISTRUTT.
- DISTRUTTIVA**
- DI SUPERFICIE
- DI VOLUME
- QUANTITATIVA**
- QUALITATIVA**
- PERICOLOSA
- MORFOLOGICA

AREA INTERESSATA
ALL'ANALISI

- PUNTUALE
- GLOBALE**

SCHEMA/FOTO:

PRINCIPIO DI BASE:

OGGETTO D'INDAGINE:

CAMPO DI APPLICAZIONE:

RISULTATI:

VANTAGGI E SVANTAGGI:

TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO

SORGENTE:

- DIRETTA**
- SECONDARIA
- RADIOISOTOPO
- SINGOLO RAGGIO
- DOPPIO RAGGIO

CAMPIONE:

- Solido**
- Liquido**
- Aeriforme**

RILEVATORE:

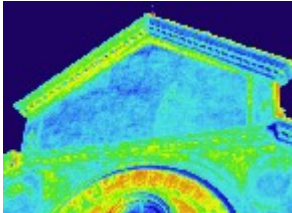
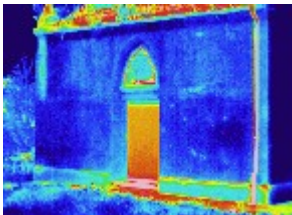

- DIGITALE
- ANALOGICO**
- SEMICONDUOTTORE
- CCD
- LASTRA

MARCHE:

Varian
Perkin Elmer
H.P. Agilent
Nicolet
Philips

“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC.”

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p>NOME TECNICA: ANALISI TERMOGRAFICA</p> <p>SIGLA:</p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p>REGIONE SPETTRALE</p> <p><input type="checkbox"/> Ry <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p>TIPOLOGIA:</p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> EMISSIONE <input checked="" type="checkbox"/> NON DISTRUTT <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input checked="" type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> PERICOLOSA <input type="checkbox"/> MORFOLOGICA</p>	<p>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input checked="" type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p>SCHEMA/FOTO:</p>  	<p>PRINCIPIO DI BASE:</p> <p>L'analisi termografica si basa sostanzialmente sulla capacità che un materiale ha di ritenere o trasmettere calore. Attraverso il rilevamento della radiazione termica emessa dai corpi caldi irradiati è possibile ottenere, mediante immagini termografiche, video o fotografiche, una mappatura rappresentativa dei materiali presenti.</p> <p>OGGETTO D'INDAGINE:</p> <p>Attraverso l'utilizzo di una termocamera (strumento per eseguire controlli di tipo termografico) si eseguono controlli non distruttivi (non sussistono alterazioni in seguito alla verifica) e non intrusivi (non vi è contatto tra attrezzatura e oggetto da esaminare). Questo strumento è in grado di rilevare le temperature dei corpi analizzati attraverso la misurazione dell'intensità di radiazione infrarossa emessa dal corpo in esame. La correlazione tra irraggiamento e temperatura è fornita dalla legge di Stefan-Boltzmann: $q = \epsilon s T^4$ Le variabili ϵ e T sono quelle analizzate per la caratterizzazione della struttura esaminata.</p>		
<p>CAMPO DI APPLICAZIONE:</p> <p>Verifiche della trama muraria al fine della ricerca e definizione dei precedenti interventi Lignei. Ricerche difettologiche interne subsuperficiali e superficiali con potere discriminatorio-</p>			
<p>RISULTATI: La termografia permette l'individuazione di anomalie termiche attraverso la registrazione delle immagini digitalizzate o stampa fotografica delle stesse direttamente dal monitor. .</p>			
<p>VANTAGGI E SVANTAGGI: -Individuazione della tessitura muraria nonché la localizzazione delle zone umide non affioranti. -Il limite è che misura soltanto la temperatura superficiale.</p>			
TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO			
<p>SORGENTE:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p>CAMPIONE:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Solido <input type="checkbox"/> Liquido <input type="checkbox"/> Aeriforme</p>	<p>RILEVATORE:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUITTORE <input checked="" type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p>MARCHE: Telecamere IR High-Speed Phoenix</p> 

“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. ”

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p>NOME TECNICA: Riflettografia infrarossa Sigla:</p>	<p>REGIONE SPETTRALE</p> <p><input type="checkbox"/> Ry <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p>TIPOLOGIA</p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> EMISSIONE <input checked="" type="checkbox"/> NON DISTRUTT <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input checked="" type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> PERICOLOSA <input type="checkbox"/> MORFOLOGICA</p>	<p>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input checked="" type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> LABORATORIO <input checked="" type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>			

SCHEMA/FOTO:



PRINCIPIO DI BASE:

Si basa sulla trasparenza all'infrarosso degli strati pittorici; essa consente di visualizzare quindi gli elementi sottostanti lo strato visibile. La soluzione è stata la realizzazione di un sistema a scansione meccanica, che utilizza un sensore IR nella banda di lunghezze d'onda comprese tra 1 e 1.7micron, restituendo immagini ad alta risoluzione e con più di 4000 toni di grigio. Questa grande dinamica consente la ripresa di riflettogrammi di elevato contrasto e ad alto contenuto di informazione, permettendo agli esperti del settore di disporre di immagini con notevole risoluzione di dettaglio, e con le più delicate sfumature di grigio.

OGGETTO D'INDAGINE:

L'alta risoluzione dei riflettogrammi ottenuta con lo scanner IR, intesa sia nel senso "spaziale" della definizione del dettaglio, che di capacità di resa dei toni di grigio, ha fatto sì che è stato finalmente possibile ottenere stampe di riflettogrammi a grandezza naturale di eccellente qualità. Queste riproduzioni, ottenute con stampanti e plotter a getto d'inchiostro, permettono una visione d'insieme del riflettogramma **dell'intero dipinto**, condizione ottimale per storici dell'arte e restauratori.

CAMPO DI APPLICAZIONE:

La riflettografia infrarossa (IR) è una tecnica ottica non distruttiva per l'esame di superfici dipinte, e in particolare di dipinti antichi su tavola e su tela, che consente di registrare immagini nell'infrarosso, dette riflettogrammi, aventi l'aspetto di fotografie in bianco e nero, da cui è possibile interpretare il disegno realizzato dall'autore sullo strato preparatorio dell'opera. Variando l'intensità della sorgente si può in parte variare la profondità di indagine.

RISULTATI:

Ciò avviene per via della trasparenza dello strato pittorico alla radiazione nell'infrarosso vicino, a quella radiazione cioè, che ha una lunghezza d'onda compresa tra 1 e 2 mm. Gli storici dell'arte fanno oggi largo uso di questo tipo di indagine, che risulta imprescindibile per ottenere informazioni sulla tecnica dell'autore e sul mezzo grafico impiegato per il disegno. Altri importanti dati possono essere rilevati utilizzando questo metodo di indagine, tra questi vi sono: scritte, firme e date, sottostanti in origine allo strato pittorico, oppure coperte da operazioni di restauro precedenti alla misura riflettografica.


VANTAGGI E SVANTAGGI: agevola in molti casi l'indagine sulla genesi creativa del dipinto e sui

TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO

<p>SORGENTE:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p>CAMPIONE:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Solido <input type="checkbox"/> Liquido <input type="checkbox"/> Aeriforme</p>	<p>RILEVATORE</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIGITALE <input checked="" type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUITTORE <input checked="" type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p>MARCHE:</p> <p style="text-align: center;">Falcon Instruments</p>
---	---	---	---

"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p>NOME TECNICA: SPETTROSCOPIA IR</p> <p>SIGLA:</p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p style="text-align: center;"><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> Ry <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p style="text-align: center;"><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input checked="" type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> PERICOLOSA <input type="checkbox"/> MORFOLOGICA</p>	<p style="text-align: center;"><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p>  <p>polvere superficiale da scartare polvere adatta per la datazione</p>	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u> La Spettroscopia viene usata da decenni nei laboratori dell'industria per analisi chimiche. Nuova è l'applicazione per datare oggetti d'arte in legno come mobili, dipinti su tavola, travi, statue, strumenti musicali e recentemente anche per l'arte africana e buddista. La misurazione è basata sulle alterazioni chimiche del legno nel corso dei decenni e dei secoli. Il metodo è qui brevemente descritto. Tutte le molecole del legno oscillano ad una frequenza fissa e ben determinata. Quando vengono colpite dai raggi infrarossi dello spettrometro sulla loro frequenza, esse assorbono l'energia irradiata. Questo assorbimento è rappresentato da una curva.</p> <p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u> Se viene inserita nello strumento una sottile pastiglia contenente pochi milligrammi di polvere del legno di un albero recentemente tagliato, il computer registra l'assorbimento di tutte le molecole di questo tipo specifico di albero e sullo schermo appare in pochi minuti una curva corrispondente alla composizione chimica. Tale curva può essere definita "l'impronta digitale" di un tipo di albero senza ricorrere ad analisi chimiche complesse. Lo strato esterno di un oggetto ligneo degenera relativamente in fretta nel corso dei secoli a causa degli agenti esterni, mentre l'interno del legno si modifica lentamente e quasi costantemente per effetti chimici e per la presenza di microrganismi.</p>		
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u> datare oggetti d'arte in legno come mobili, dipinti su tavola, travi, statue, strumenti musicali e recentemente anche per l'arte africana e buddista</p> <p>L'applicazione su scala mondiale delle analisi spettroscopiche riduce i costi in modo tale da rendere conveniente la datazione anche nel caso di oggetti a buon mercato.</p>			
<p><u>RISULTATI:</u> La datazione assoluta viene calcolata confrontando la curva in esame con una "banca dati" di curve di campioni di datazione certa. Il confronto spettrografico tra lo strato esterno e quello interno del legno permette di scoprire l'uso di legno già vecchio per simulare un'età superiore. Vengono considerate in particolare quelle molecole resistenti sia al calore che all'umidità.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u> Un nuovo metodo scientifico, semplice, preciso e a basso costo (Brevetto Italiano N. 01266808 - G.Matthaes)</p>			
<u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p>polvere di legno</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUITTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p> <p>info@museodelcollezionista.com</p> <p>PREZZI: Datazione di un campione ligneo inviato dal proprietario dell'oggetto: 75 Euro.</p>

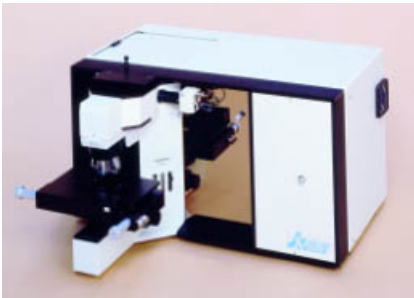
“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. ”

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> SPETTROSCOPIA RAMAN</p> <p><u>SIGLA:</u></p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p style="text-align: center;"><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> Ry <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p style="text-align: center;"><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> EMISSIONE <input checked="" type="checkbox"/> NON DISTRUTT <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input checked="" type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA</p>	<p style="text-align: center;"><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p>  	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>La spettroscopia Raman consente di indagare sul manufatto fornendo lo spettro vibrazionale caratteristico delle specie chimiche presenti. L'informazione che si ottiene con uno spettro Raman (vibrazione simmetrica-non cambia il momento di dipolo) è equivalente a quella che si può ottenere con uno spettro di assorbimento infrarosso (vibrazione asimmetrica-cambia il momento di dipolo).</p> <p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>Permette di stabilire la provenienza di alcuni manufatti dalla composizione delle materie prime, così come le metodologie tecnologiche adottate su manufatti: trattamenti di ossidazione di metalli per la passivazione o la colorazione, pre-trattamento di pigmenti per affreschi ad. es. ed anche stabilire l'originalità di manufatti artistici.</p>		
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u></p> <p>Per i beni culturali e si è verificata l'efficienza di questo metodo di indagine relativamente alla caratterizzazione di pigmenti, stucchi, tele e materiale lapideo. L'elevata risoluzione spaziale consente di analizzare separatamente differenti strati di copertura o verniciatura presenti nei manufatti.</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>L'elevata risoluzione spaziale consente di analizzare separatamente differenti strati di copertura o verniciatura presenti nei manufatti.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u></p> <p>-tecnica non invasiva-non distruttiva - grazie alle innovazioni nel campo della strumentazione con l'introduzione di sistemi di facile utilizzo che permettono di eseguire misure "In Situ",</p>			
<u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Solido <input type="checkbox"/> Liquido <input type="checkbox"/> Aeriforme</p>	<p><u>RILEVATORE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUTTORE <input checked="" type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p> <p><u>LABRAM FTIR</u></p>

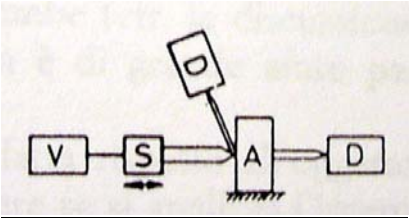
**"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO
NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "**

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> Spettroscopia MICRO-RAMAN <u>SIGLA:</u></p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> Rγ <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA <input type="checkbox"/> MORFOLOGICA</p>	<p><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p>  <p>Sistema micro/macro raman "Labram"</p>	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>La spettroscopia m Raman consente di indagare a livello micrometrico (~ 1m) fornendo lo spettro vibrazionale caratteristico delle specie chimiche presenti. La tecnica richiede il prelievo di quantità sub-millimetriche di materiale.</p> <p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>Caratterizzazione di pigmenti, stucchi, tele e materiale lapideo.</p>		
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u></p> <p>Sono in atto studi su materiali di interesse per i beni culturali.</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>L'elevata risoluzione spaziale consente di analizzare separatamente differenti strati di copertura o verniciatura presenti nei manufatti.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u></p> <p>Grazie ai bassi tempi richiesti per effettuare una misura e grazie al fatto che non vi è necessità di preparazione dei campioni, la tecnica presenta la caratteristica di un servizio immediatamente fruibile dagli organismi operanti sul territorio.</p>			
<p><u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u></p>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Liquido <input type="checkbox"/> Solido <input type="checkbox"/> Aeriforme</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUTTORE <input checked="" type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p> <p>ditta GEODE srcl</p>

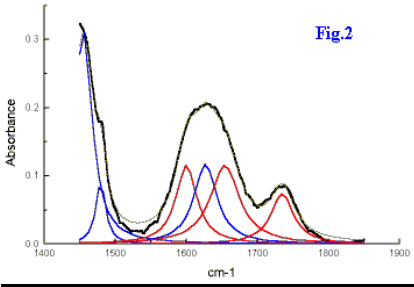
“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. ”

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> Spettroscopia Mössbauer</p> <p><u>SIGLA:</u></p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p style="text-align: center;"><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> R_γ <input type="checkbox"/> R_x <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p style="text-align: center;"><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA <input type="checkbox"/> MORFOLOGICA</p>	<p style="text-align: center;"><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p> <p>Rappresentazione schematica di uno spettrometro Mossbauer</p>  <p>V: vibratore S: sorgente di radiazioni γ A: esemplare assorbente D: rilevatori in trasmissione (a destra) e geometria della retrodiffusione</p>	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>La metodologia di un esperimento Mössbauer richiede l'impiego di campioni sottili; peraltro la quantità di campione richiesta è molto modesta (dell'ordine di qualche decina di milligrammi) e può essere prelevata senza danni significativi al manufatto archeologico da esaminare.</p> <p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>Questi dati forniscono da un lato informazioni di tipo metallurgico (caratteristiche dei processi tecnologici applicati ai manufatti: temperature di cottura, tipo di forni usati, ecc.) ed in alcuni casi anche informazioni relative alle aree di provenienza dei campioni (per esempio consentendo di discriminare tra argille di diversa area geografica).</p>		
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u></p> <p>Oltre alle misure di assorbimento in trasmissione sono possibili misure in geometria di backscattering in cui la misura diventa del tutto non distruttiva ed è in grado di fornire informazioni su strati sottili (fino a circa 50 nm), quindi adatta allo studio dei trattamenti superficiali (studio delle vernici e dei pigmenti in quadri, bassorilievi, ecc.).</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>Dalle misure Mössbauer si ottengono diverse informazioni di natura chimico-fisica sulle specie atomiche analizzate (più comunemente ⁵⁷Fe e ¹¹⁹Sn) che consentono di determinare diverse caratteristiche microstrutturali delle fasi cristalline presenti nel campione in esame.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u></p> <p>La tecnica non richiede apparecchiature di misura ingombranti quindi è relativamente facile realizzare un apparato mobile che consenta misure in situ.</p>			
<u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p>campioni sottili- dell'ordine di qualche decina di milligrammi</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUETTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p> <p>Laboratorio Mössbauer dell'UdR di Parma</p>

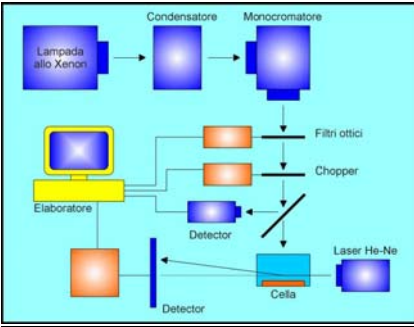
"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> Spettrofotometria ir in trasformata di fourier SIGLA: FTIR</p>	<p><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> R_γ <input type="checkbox"/> R_x <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> Semi QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA</p>	<p><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p>  <p style="text-align: center;">Spettri caratteristici FTIR di alcuni tipi di carta.</p>		
<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>Il metodo è basato sulla misura dell'energia residua dopo il passaggio di un raggio attraverso il campione in esame. La differenza di energia è relativa alla capacità di assorbimento del campione e in particolare, per l'infrarosso, dei gruppi funzionali presenti. In questo modo a seconda della parte di spettro assorbita si può identificare il tipo di gruppo presente. L'area del picco dipende dalla concentrazione del gruppo funzionale.</p>			
<p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -campioni in polvere provenienti dai vari strati della stesura policroma, o dall'insieme dei vari strati, o dal materiale costituente il supporto; -campioni liquidi organici puri o prodotti di estrazioni con solvente; -film polimerici naturali, artificiali o sintetici -fibre tessili -sezioni stratigrafiche o sottili 			
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u> permette l'analisi dei gruppi funzionali che caratterizzano sia i composti organici che quelli inorganici</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>L'analisi fornisce uno spettro ovvero un tracciato che riporta gli assorbimenti lungo tutto l'intervallo di numero d'onda compreso tra 4000 e 400 cm⁻¹, detto medio infrarosso (MIR) corrispondente a lunghezze d'onda 2500 e 25000 nm (la radiazione visibile è compresa fra i 380 e 760 nm).</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u> -costo medio -tecnica utile per fornire informazioni utili sia sulla presenza di sostanze organiche (resine e leganti) sia su quella di numerosi composti inorganici (carbonati, solfati, ossalati) -necessita di poco campione</p>			
<u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p>-per le polveri 0,1 mg -per le scaglie 0,1 mm² -per le analisi delle superfici piane non possono essere inferiori a 400 mm² -nei liquidi anche una goccia</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUITTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p>

"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> FOTOACUSTICA IR SIGLA: PAS - IR</p>	<p style="text-align: center;"><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> R_γ <input type="checkbox"/> R_x <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p style="text-align: center;"><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA</p>	<p style="text-align: center;"><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> IN SITU <input type="checkbox"/> ENTRAMBE</p>	<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p> 		
<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>La tecnica sfrutta l'emissione di vibrazioni dai campioni irradiati, con frequenza proporzionale a quella assorbita, rilevando successivamente il rumore prodotto da un gas inerte presente nella camera di misura.</p>			
<p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>Il metodo è valido per i campioni non ancora manipolati e, pertanto, da buoni risultati nelle valutazioni preliminari ad altre analisi.</p>			
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u> analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi</p>			
<p><u>RISULTATI:</u> Resta utile per quei campioni resi preziosi dalla loro scarsa quantità o unicità.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u> -metodo assai rumoroso e poco selettivo dovuto alla presenza di forti porosità nei campioni in esame -metodo non molto diffuso -costo medio</p>			
<p><u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u></p>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> solido <input type="checkbox"/> liquido <input type="checkbox"/> Aeriforme</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUETTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p>

"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

NOME TECNICA: Sistema a
Microonde per la Bonifica di
Opere d'Arte da Infestanti
Biologici

- LABORATORIO
- PORTATILE
- TRASPORTABILE

REGIONE
SPETTRALE

- Ry
- Rx
- UV
- VIS
- IR
- MICROONDE
- FREQUENZE
RADIO

TIPOLOGIA

- ASSORBIMENTO
- EMISSIONE
- NON DISTRUTT.
- DISTRUTTIVA
- DI SUPERFICIE
- DI VOLUME
- QUANTITATIVA
- QUALITATIVA
- PERICOLOSA
- MORFOLOGICA

AREA INTERESSATA
ALL'ANALISI

- PUNTUALE
- GLOBALE

SCHEMA/FOTO:



SISTEMA MISYA

PRINCIPIO DI BASE: Molte forme biologiche non sopravvivono oltre una certa temperatura, detta "**temperatura letale**", che per molti insetti xilofagi cade nel range di 53-55°C, mentre per le muffe ed i funghi va dai 65 ai 70 °C. Il dispositivo MYSIA è un sistema di disinfestazione alla **frequenza delle microonde** che sfrutta l'effetto della **termalizzazione dell'energia elettromagnetica per scaldare le forme biologiche infestanti gli oggetti d'arte al di sopra della loro temperatura letale.**

OGGETTO D'INDAGINE:

- **legno** (mobili, cornici, strumenti musicali, etc.);
- **carta** (libri, documenti d'archivio, etc.)
- **stoffa** (tappeti, arazzi, tele dipinte, etc.).
generalmente soggetti all'attacco di:
- **insetti (tarli)**
- **muffe**
- **funghi.**

CAMPO DI APPLICAZIONE:

Questa tecnologia può essere applicata a manufatti di interesse storico-artistico.

RISULTATI:

Dal punto di vista tecnico-scientifico è stato realizzato un apparato che permette di indurre all'interno dell'oggetto da trattare, di qualsiasi forma esso sia, e, in particolar modo negli agenti infestanti, una distribuzione di temperatura uniforme tale da garantire che:

- gli organismi o i microrganismi biodeteriogeni vengano portati a temperature superiori a quelle per loro letali,
- la temperatura raggiunta dall'oggetto e le sue variazioni spaziali non comportino deformazioni e sforzi tali da comprometterne l'integrità.

VANTAGGI E SVANTAGGI: completa efficacia della disinfestazione- rapidità del trattamento- salvaguardia per gli operatori e l'ambiente- minimizzazione dei rischi di danneggiamento dei

TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO

SORGENTE:

- DIRETTA
- SECONDARIA
- RADIOISOTOPO
- SINGOLO RAGGIO
- DOPPIO RAGGIO

CAMPIONE:

- Solido
- Liquido
- Aeriforme

RILEVATORE

- DIGITALE
- ANALOGICO
- SEMICONDUCTORE
- CCD
- LASTRA

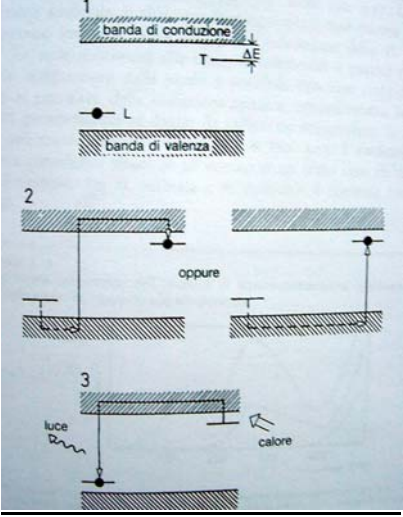
MARCHE:

**ITEL
TELECOMUNICAZIONI
SRL**

itel@itelte.it

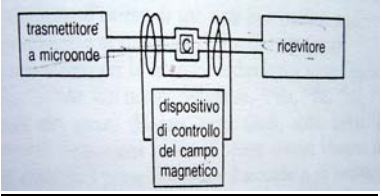
“L’UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. ”

A cura del **Dr. G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p><u>NOME TECNICA:</u> TERMOLUMISCENZA <u>SIGLA:</u> TL</p> <p><input type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>	<p style="text-align: center;"><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> Rγ <input type="checkbox"/> Rx <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input checked="" type="checkbox"/> IR <input type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p style="text-align: center;"><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input checked="" type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA</p>	<p style="text-align: center;"><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p> 	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>Molti materiali che vengono cotti (terrecotte) sono caratterizzati dal fatto che la loro configurazione elettronica è vista su bande: la banda di valenza e la banda di conduzione.</p> <p>Il campione viene irradiato con dose D di radiazioni in modo che alcuni elettroni vanno sulla banda di conduzione e cadono nella trappola. La luminescenza consiste nello stimolare il campione facendo sì che l'elettrone dalla trappola torna alla banda di valenza dando luogo alla reazione di luminescenza emettendo radiazione elettromagnetica.</p> <p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>L'età, che è proporzionale al numero di elettroni intrappolati, è determinata contando indirettamente questi elettroni attraverso il numero di fotoni rilasciati durante il riscaldamento in laboratorio.</p>		
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u> Si applica la datazione tramite termoluminescenza nel campo dell'archeologia (ceramiche, sedimenti,) e della storia dell'arte.</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>Si riescono a datare manufatti prodotti oltre 50000 anni fa (cioè al di là dei limiti cronologici cui può spingersi la datazione con il radiocarbonio).</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u></p> <p>La datazione con il metodo della termoluminescenza presenta ancora diversi problemi da risolvere, e le date ottenute con questo metodo solo raramente possono avere un errore del + o - 10%.</p>			
<u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SOLIDO <input type="checkbox"/> LIQUIDO <input type="checkbox"/> AERIFORME</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUITTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p>

**"L'UTILIZZO DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO
NELLA DIAGNOSTICA APPLICATA AI BB.CC. "**

A cura del **Dr.G.VISCO**; Studenti: **LUCA PAPI, ANDREA MACCHIA.**

<p>NOME TECNICA: RISONANZA ELETTRONICA DI SPIN SIGLA: ESR</p>	<p><u>REGIONE SPETTRALE</u></p> <p><input type="checkbox"/> R_γ <input type="checkbox"/> R_x <input type="checkbox"/> UV <input type="checkbox"/> VIS <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/> MICROONDE <input type="checkbox"/> FREQUENZE RADIO</p>	<p><u>TIPOLOGIA</u></p> <p><input type="checkbox"/> ASSORBIMENTO <input type="checkbox"/> EMISSIONE <input type="checkbox"/> NON DISTRUTT. <input type="checkbox"/> DISTRUTTIVA <input type="checkbox"/> QUANTITATIVA <input type="checkbox"/> QUALITATIVA <input checked="" type="checkbox"/> DI SUPERFICIE <input type="checkbox"/> DI VOLUME <input type="checkbox"/> PERICOLOSA</p>	<p><u>AREA INTERESSATA ALL'ANALISI</u></p> <p><input type="checkbox"/> PUNTUALE <input type="checkbox"/> GLOBALE</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> LABORATORIO <input type="checkbox"/> PORTATILE <input type="checkbox"/> TRASPORTABILE</p>			
<p><u>SCHEMA/FOTO:</u></p>  <p>Rappresentazione schematica di un apparecchio per la risonanza elettronica di spin (RES)</p>	<p><u>PRINCIPIO DI BASE:</u></p> <p>E' un metodo attinente alla termoluminescenza che permette di misurare gli elettroni intrappolati all'interno delle ossa o delle conchiglie senza dover ricorrere al riscaldamento richiesto dalla termoluminescenza. L'energia a microonde viene immessa attraverso le guide d'onda nella cavità di risonanza che contiene il campione C. La porzione non assorbita dal campione raggiunge un ricevitore di microonde per mezzo di una seconda guida d'onda . Facendo uso di bobine, sul campione si applica un campo magnetico.</p>		
<p><u>OGGETTO D'INDAGINE:</u></p> <p>L'oggetto che deve essere datato viene posto all'interno di un forte campo magnetico esterno. L'energia assorbita dall'oggetto quando si varia l'intensità del campo magnetico fornisce uno spettro in base al quale si può misurare il numero di elettroni intrappolati.</p>			
<p><u>CAMPO DI APPLICAZIONE:</u> Datazione di ossa, denti e conchiglie</p>			
<p><u>RISULTATI:</u></p> <p>Per la valutazione dei risultati il segnale del ricevitore viene rappresentato in rapporto al campo magnetico, dove il picco di risonanza è proporzionale al numero di elettroni che prendono parte della transizione.</p>			
<p><u>VANTAGGI E SVANTAGGI:</u></p> <p>Rispetto al metodo della termoluminescenza, il metodo della RES ha il vantaggio di non essere distruttivo e di richiedere campioni piccolissimi, di meno di 1 g. Per contro, è meno sensibile del metodo della termoluminescenza.</p>			
<p><u>TIPO E STRUTTURA DELLO SPETTROFOTOMETRO</u></p>			
<p><u>SORGENTE:</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIRETTA <input type="checkbox"/> SECONDARIA <input type="checkbox"/> RADIOISOTOPO <input type="checkbox"/> SINGOLO RAGGIO <input type="checkbox"/> DOPPIO RAGGIO</p>	<p><u>CAMPIONE:</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SOLIDO <input type="checkbox"/> LIQUIDO <input type="checkbox"/> AERIFORME</p>	<p><u>RILEVATORE</u></p> <p><input type="checkbox"/> DIGITALE <input type="checkbox"/> ANALOGICO <input type="checkbox"/> SEMICONDUTTORE <input type="checkbox"/> CCD <input type="checkbox"/> LASTRA</p>	<p><u>MARCHE:</u></p>

Riferimenti bibliografici