

## Analisi ed elaborazione di spettri di riflettanza per la classificazione di pigmenti pittorici

Rebecca Bonini<sup>1</sup>, Jacopo Melada<sup>2</sup>, Nicola Ludwig<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laurea in scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell'informazione, Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli 34, 20133 Milano (Italia)

<sup>2</sup> Dipartimento di Fisica Aldo Pontremoli, Università degli Studi di Milano, via Celoria 16, 20133 Milano (Italia)

*Keywords:* FORS, pigmenti pittorici, smoothing, analisi in derivata, digitalizzazione

I dati spettrali spesso necessitano di essere trattati con dei filtri di smoothing, per poi essere confrontati con quelli presenti nelle apposite banche dati. Nel corso degli ultimi anni è iniziato un processo di automatizzazione e digitalizzazione, così da poter condurre in modo non invasivo la spettroscopia FORS proponendo al contempo il filtraggio degli spettri raccolti e il riconoscimento del pigmento studiato; diventando in tal modo non più operatore dipendente, si avrebbe un notevole miglioramento.

Come punto di partenza, ci si è occupati del processo di smoothing: definito un set di pigmenti puri e in miscela, sono state condotte in laboratorio delle analisi FORS con strumentazione portatile su delle stesure a olio, per poi confrontare tramite calcolo del rapporto segnale-rumore sei filtri; successivamente è stata attuata un'analisi in derivata sugli spettri puliti, in quanto in derivata quinta si possono rivelare dei dettagli non visibili nello spettro originale, nonché evidenziare flessi e bande di assorbimento. Per poter poi procedere con la digitalizzazione, sono state programmate tramite software MATLAB R2019a le singole funzioni dei filtri correlate dall'analisi in derivata. Infine, è stata condotta un'analisi statistica dei gruppi.

Riguardo i risultati ottenuti, applicando i filtri selezionati al set di pigmenti puri è stato stabilito che i migliori sono il fitting polinomiale tramite smoothing spline, il filtro di Savitzky-Golay e la trasformata di Fourier accoppiata al filtro di Butterworth, mentre il filtro della media mobile, quello della mediana mobile e le regressioni nonlineari si sono dimostrati peggiori. Dopodiché, utilizzando i primi tre, è stato possibile mostrare che la derivazione permette di distinguere meglio le caratteristiche spettrali dei singoli pigmenti; questo aspetto è stato messo ancor più in luce dal successivo clustering.

La conferma finale della validità di tale processo di analisi è stata ottenuta applicandolo per il riconoscimento dei pigmenti utilizzati in dei dipinti.