

TRAINING CAMP

Dalla diagnostica alla fruizione museale: le opere
del Museo del Colle del Duomo di Viterbo

7 - 13 NOVEMBRE 2021



REGIONE
LAZIO

HYPERCOLORIMETRIC MULTISPECTRAL IMAGING (HMI) BASI TEORICHE

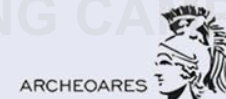
C. Pelosi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



POLO
MONUMENTALE
COLLE DEL DUOMO
VITERBO

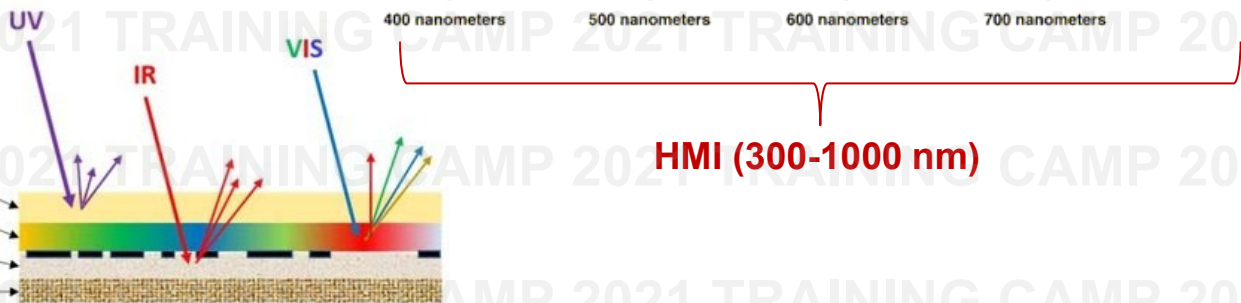
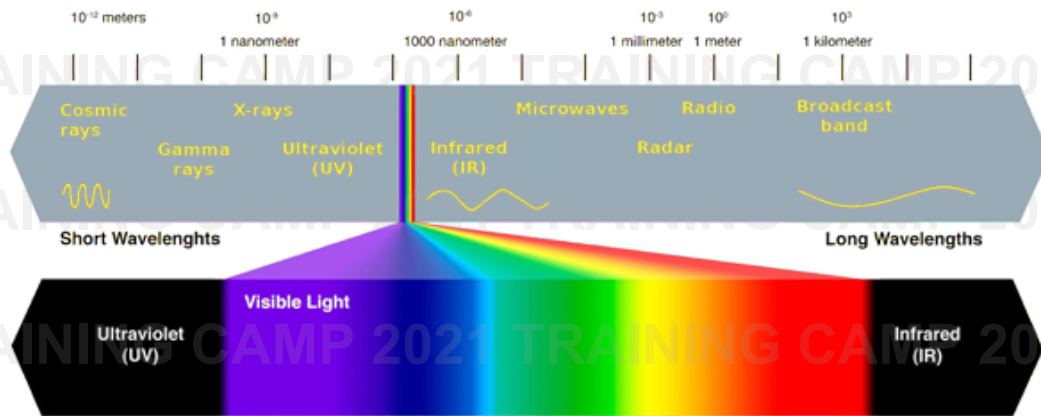


Le **tecniche imaging** possono sfruttare diverse parti dello spettro elettromagnetico:

Radiografia
MA-XRF

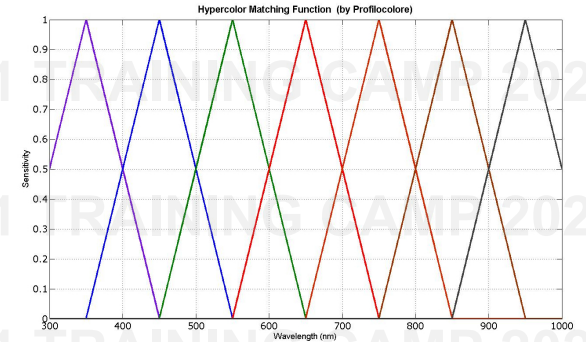
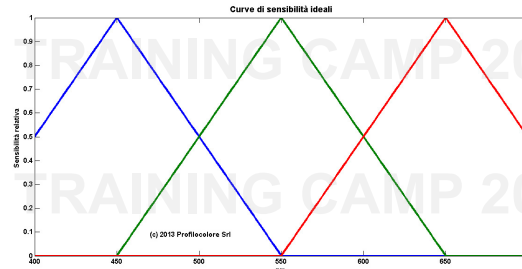
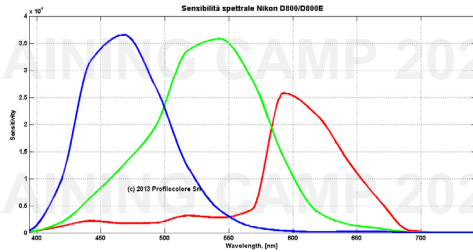
Fotografia fluorescenza indotta da UV
Fotografia VIS (+ falso colore)
Riflettografia infrarossa (IR)

Termografia(IR)
Terahertz
NMR

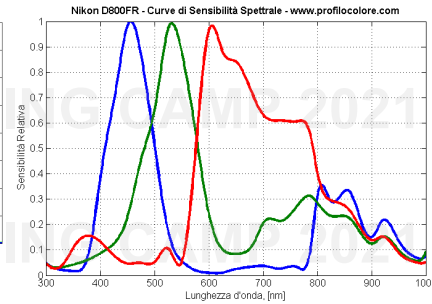
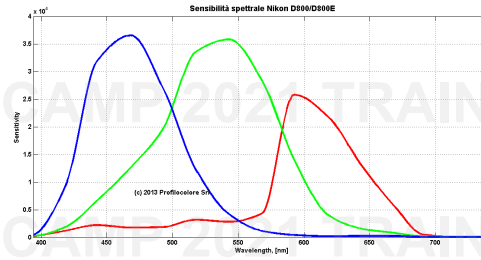
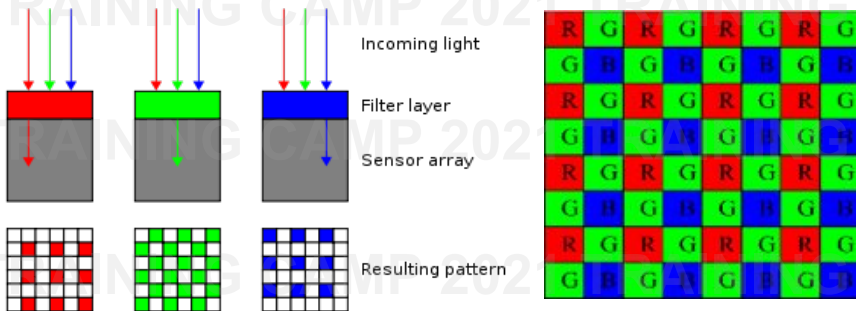


Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

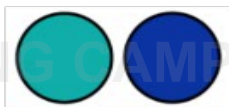
Transformazione di una camera digitale FR in accurato strumento di misura multispettrale attraverso un sofisticato software di calibrazione basato su algoritmi di intelligenza artificiale (AI) [Profilocore®]



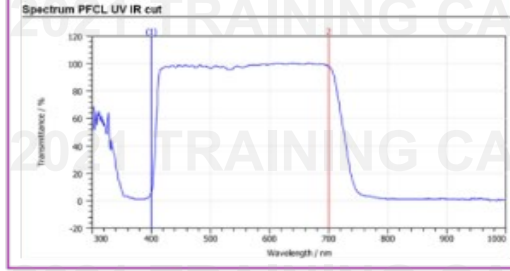
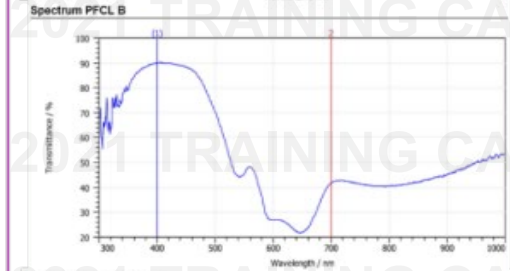
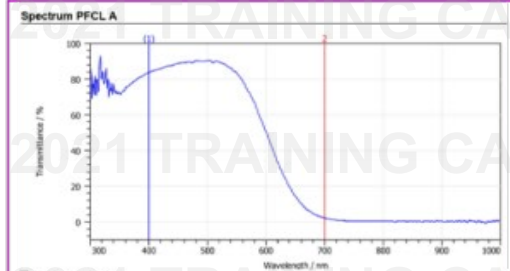
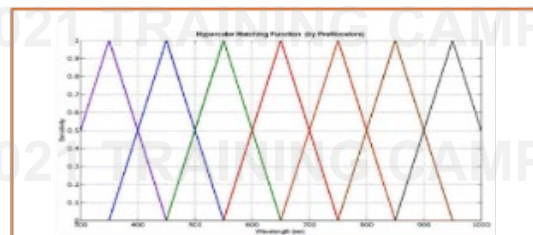
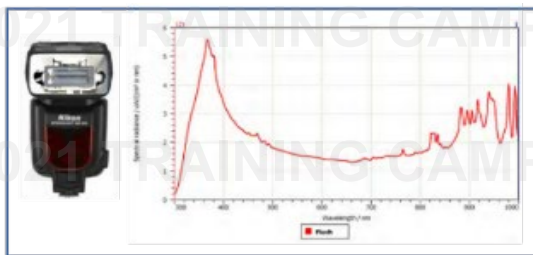
Le curve di sensibilità spettrale di una fotocamera sono il risultato della combinazione della sensibilità del sensore di silicio e della trasmittanza spettrale della cosiddetta matrice di Bayer



ACQUISITION SYSTEM

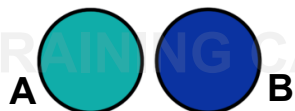
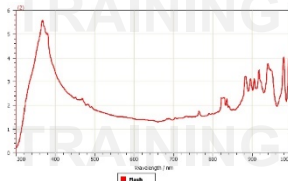


7 BAND HMI OUTPUT

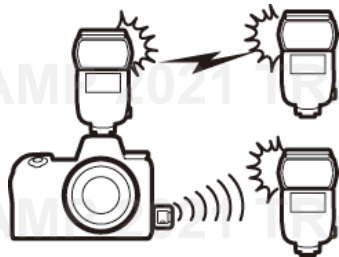


HMI FILTERS

ACQUISIZIONE



UV-IR CUT



- ✓ Nikon high-end digital camera modificata in full range (300-1000 nm)
- ✓ 2 (o 4) unità flash modificate in FR comandate con trigger radio
- ✓ 2 filtri passabanda + 1 filtro IR-CUT
- ✓ Target calibrazione (standard NCS®) + bianchi di riferimento con riflettanza spettrale ~96%
- ✓ Sorgente UV (365 nm) o filtri UV da apporre sulle unità flash per l'UVF (taglio a 380 nm)



SpectraPick Software®

HMI PROCEDURE OF ACQUISITION



1 SCENE

PLACEMENT OF CALIBRATION TARGETS: COLORCHECKER + WHITE REFERENCES





2 LIGHT

POSITIONING OF TWO FLASH UNITS WITH A 45-DEGREES ANGLE WITH THE ANALYZED SURFACE

3 SHOOTING

MULTISPECTRAL IMAGES



FILTER A (UV+ VIS) 
 FILTER B (VIS+ IR) 

CHECKING RGB HISTOGRAMS (AVOID CLIPPING)

4 SHOOTING

UVF IMAGE

 FILTER A + UV-IR CUT FILTER

+UV LIGHT SOURCE
 (UNIT FLASHES WITH UV FILTERS OR UV CONTINUOUS LIGHT)



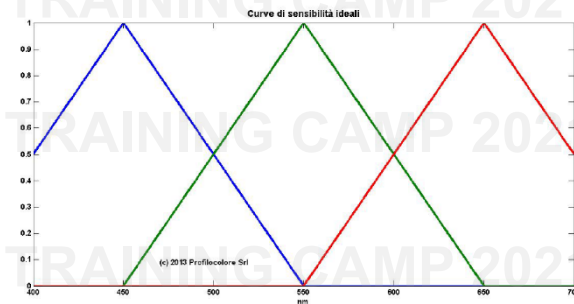
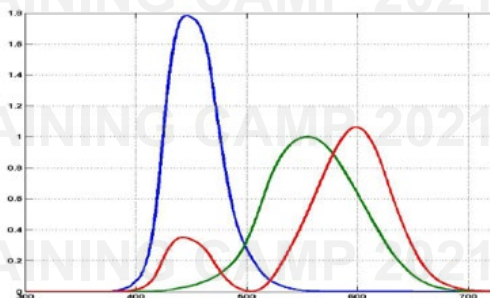
5 IMAGE PROCESSING

EXTRACTION OF 7 SPECTRAL BANDS

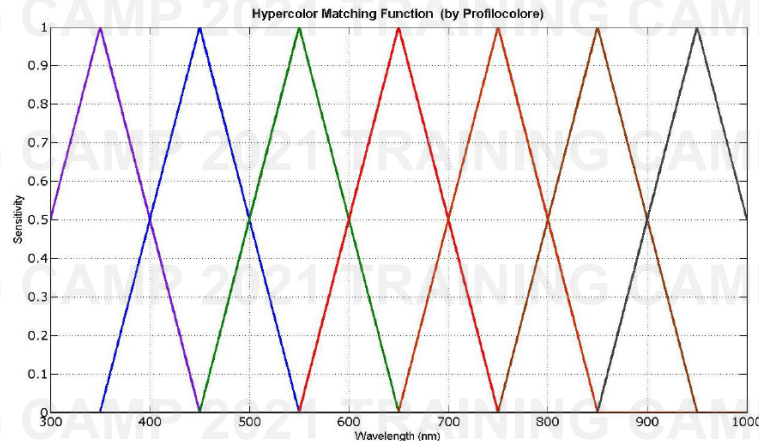


+FALSE COLOR IMAGING
 +COLORIMETRIC ANALYSIS
 +STATISTICAL PROCESSING
 + INTEGRATION WITH IMAGING DATA

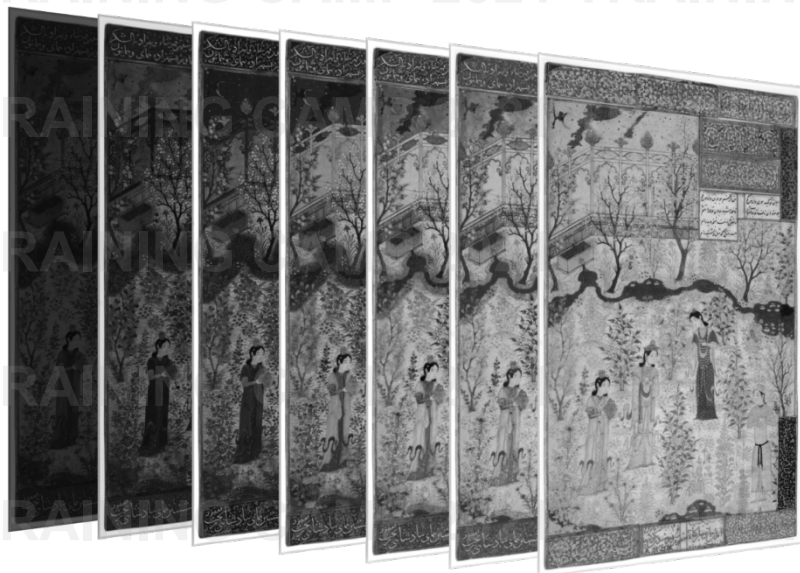
- **Misura di riflettanza spettrale** tra 300 (UV) and 1000 nm (NIR);
- 7 immagini monocromatiche ad alta **precisione radiometrica** (>95%) e **colorimetrica** ($\Delta E < 2$) che possono poi essere elaborate con algoritmi di image processing e statistici (PCA, NDI, cluster analysis, spectral similarity);



Colorimetria ideale estesa a sette bande spettrali



- le tradizionali Color Matching Functions (CMFs) sono perfezionate partendo dalle curve di sensibilità dell'occhio umano attraverso trasformazioni matematiche basate su tool di AI, convolutional neural network (CNN) e deep learning.



UV B G R IR1 IR2 IR3

VIS



UVF



Ogni pixel delle immagini (2 scatti) contiene:

Coordinate colorimetriche L^* , a^* , b^*

7 valori radiometrici (riflettanza) centrati a

350, 450, 550, 650, 750, 850, 950 nm

Con un terzo scatto:

Immagine visibile

della fluorescenza indotta da UV (UVF)

Elaborazioni nel software di digital image processing (PickViewer)


- IRFC e UVFC in software (con bande **calibrate!** Ripetitività)
- Principal Component Analysis (**PCA**) – massimizzare informazione incrociando le bande
- **NDI** (*contrast enhancement* tra bande diagnostiche)
- **Cluster analysis** - evidenziare *features* e metterle in relazione)
- confronto multispettrale tra qualsiasi area di pixel dell'immagine
- dati colorimetrici **CIE L*a*b*** in ogni pixel dell'immagine (colorimetria prima-durante-dopo il restauro)
- **Multispectral mapping** (mappe per somiglianza spettrale)
- consultare **database** di pigmenti o costruire DB *ad hoc* (per periodo storico, artista specifico o scuola pittorica, in diversi leganti, etc.)
- Integrare dati **imaging da sorgenti diverse** (radiografia, Ma-XRF, IRR, THz, termografia..) e processarli statisticamente con i dati HMI



PickViewer - Multispectral Image Processor

File Edit View Window Help Balance Channels PCA Clustering Spectral Similarities False Colors NDVI DataBase Target Comparison

Selezione



Risultati

Reflectance, [%]

Wavelength (nm)	Reflectance (%)
350	5.23
450	9.53
550	5.55
650	3.17
750	6.87
850	15.38
950	24.55

DB

2

DB

Tr ratio

Tr sqrt

Export

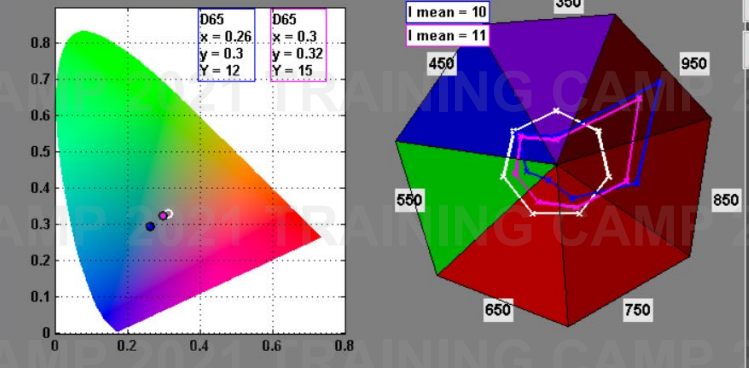
Ready, X1=600, Y1=1200; L1=41.2, a1=-5.51, b1=-11.5; X2=628, Y2=1035; L2=45.03, a2=-2.76, b2=-2.89, dE=9.81, CMC(2:1)=6.92, GSc=1.47

D65
x = 0.26
y = 0.3
Y = 12

D65
x = 0.3
y = 0.32
Y = 15

I mean = 10

I mean = 11



Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

PickViewer - Multispectral Image Processor

File Settings ROI Reflectance Balanced Channels PCA Clustering Spectral Similarities False Colors NDVI DataBase Target Comparison

G:\Dropbox (Proficolore - Srl)\WorkInProgress\Selezione.TISPETTRALI\2018-2018-09-18 Bergamo\Pubblicazione\F

FALSI CC Risultati

Zoom

+

-

Export

IRFC

R

PC... ▾

G

R ▾

B

G ▾

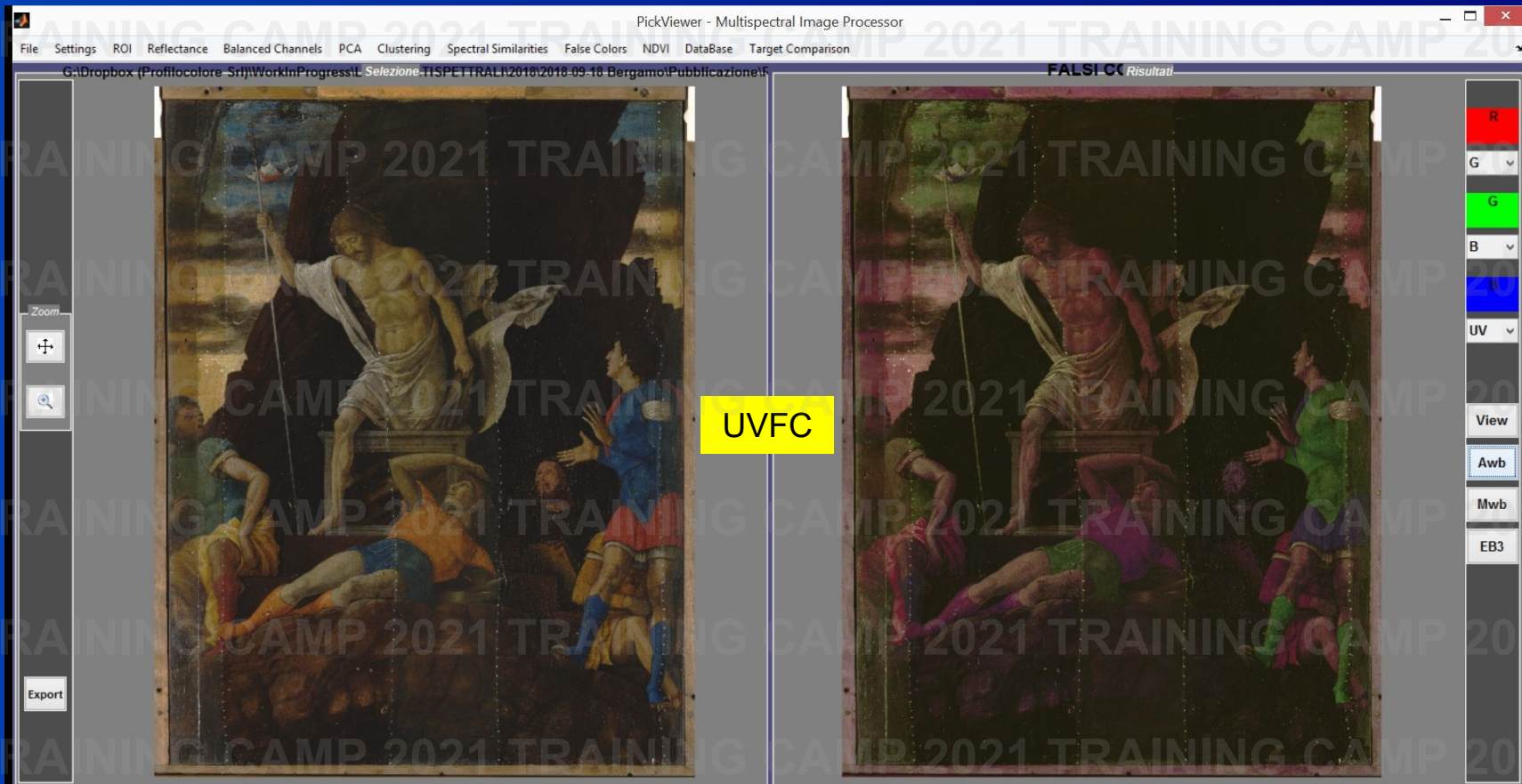
View

Awb

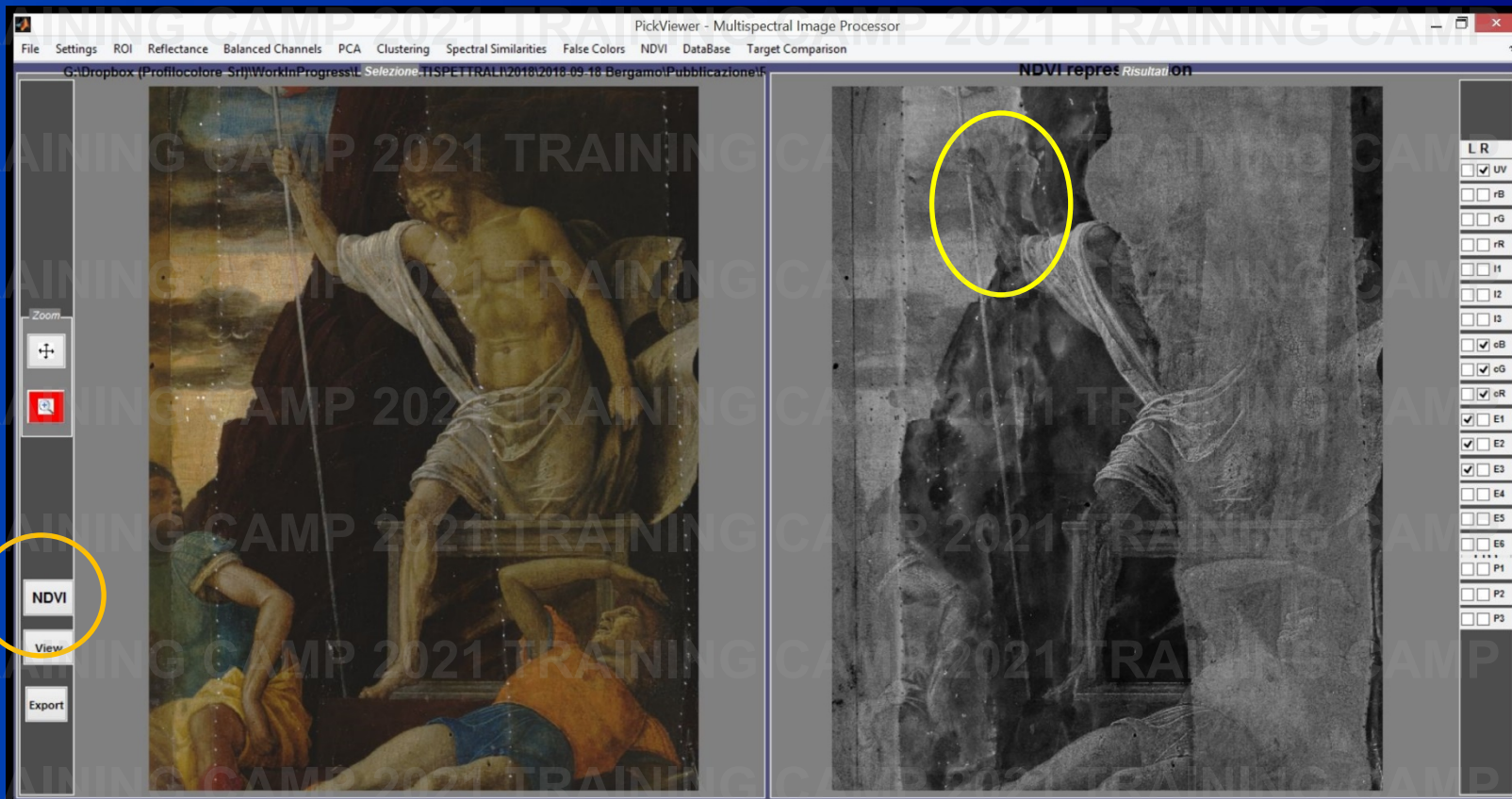
Mwb

EB3

Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

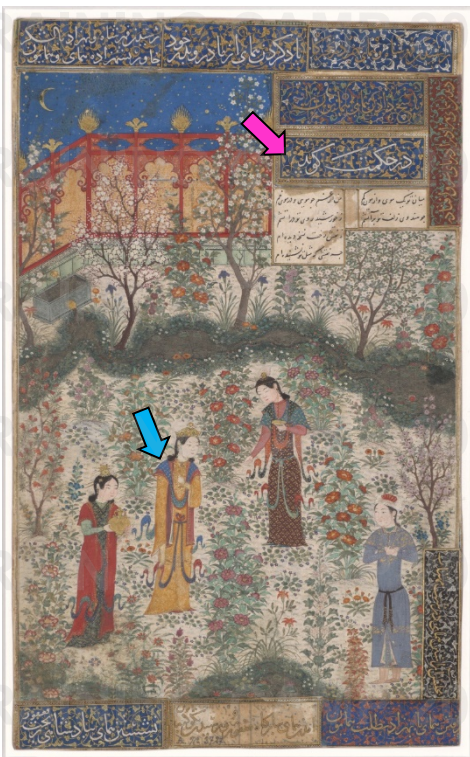


Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

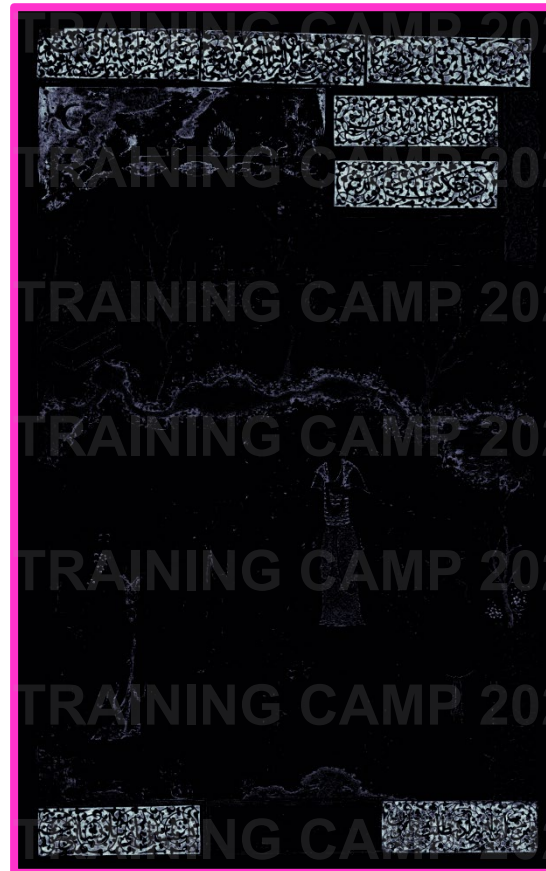
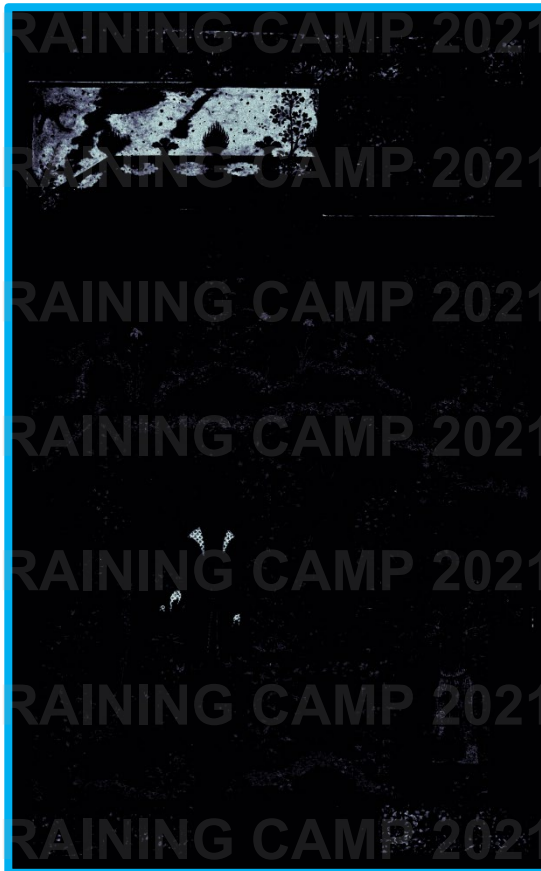


UVR
UVF

Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

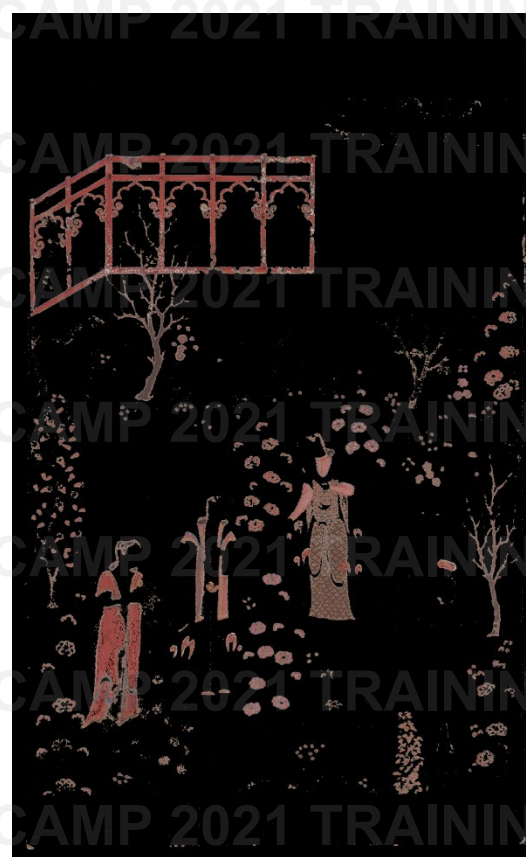


Multispectral similarity mapping on a Persian masterpiece from Louvre Museum





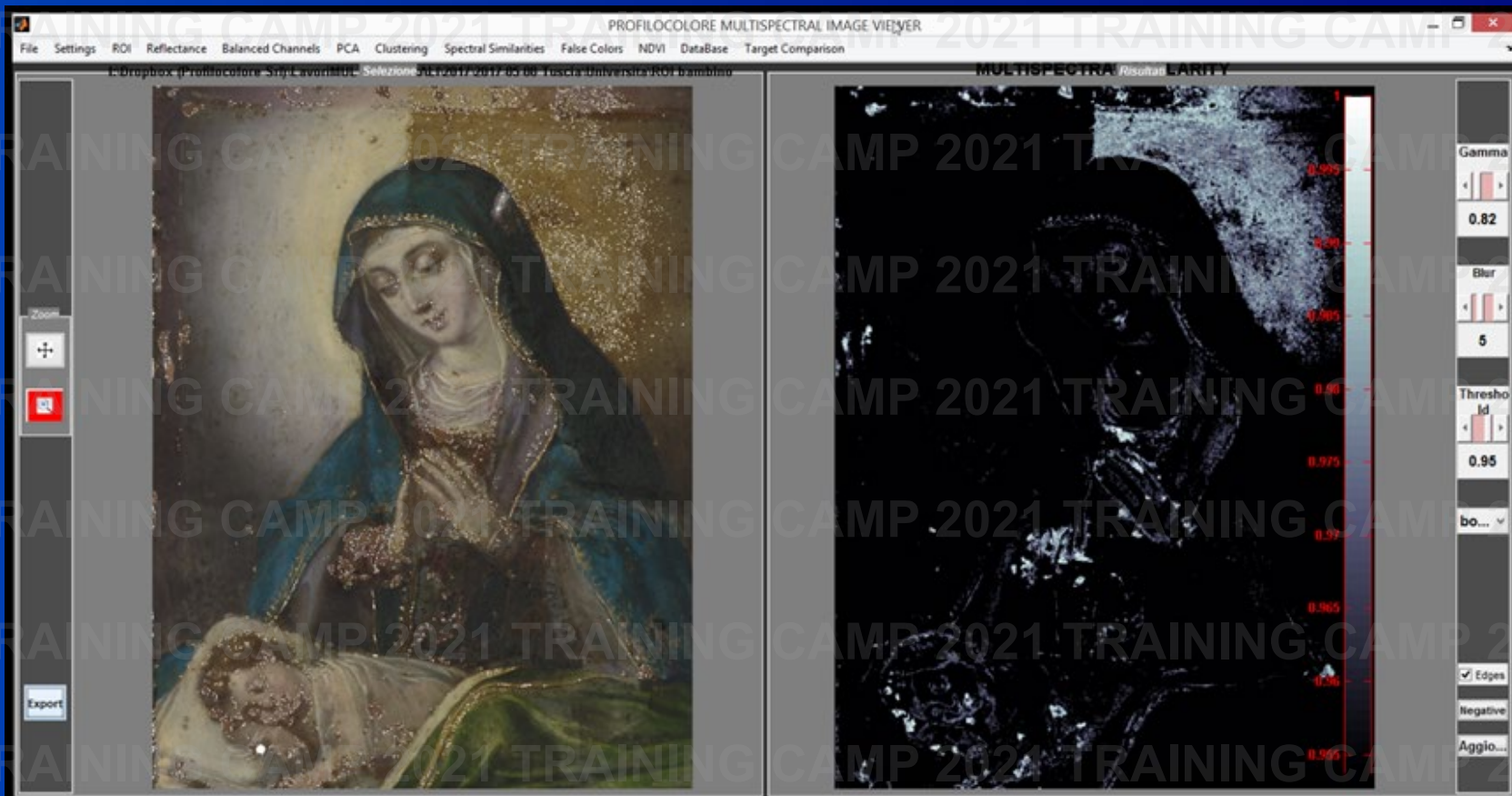
XRF mapping del mercurio (Hg)



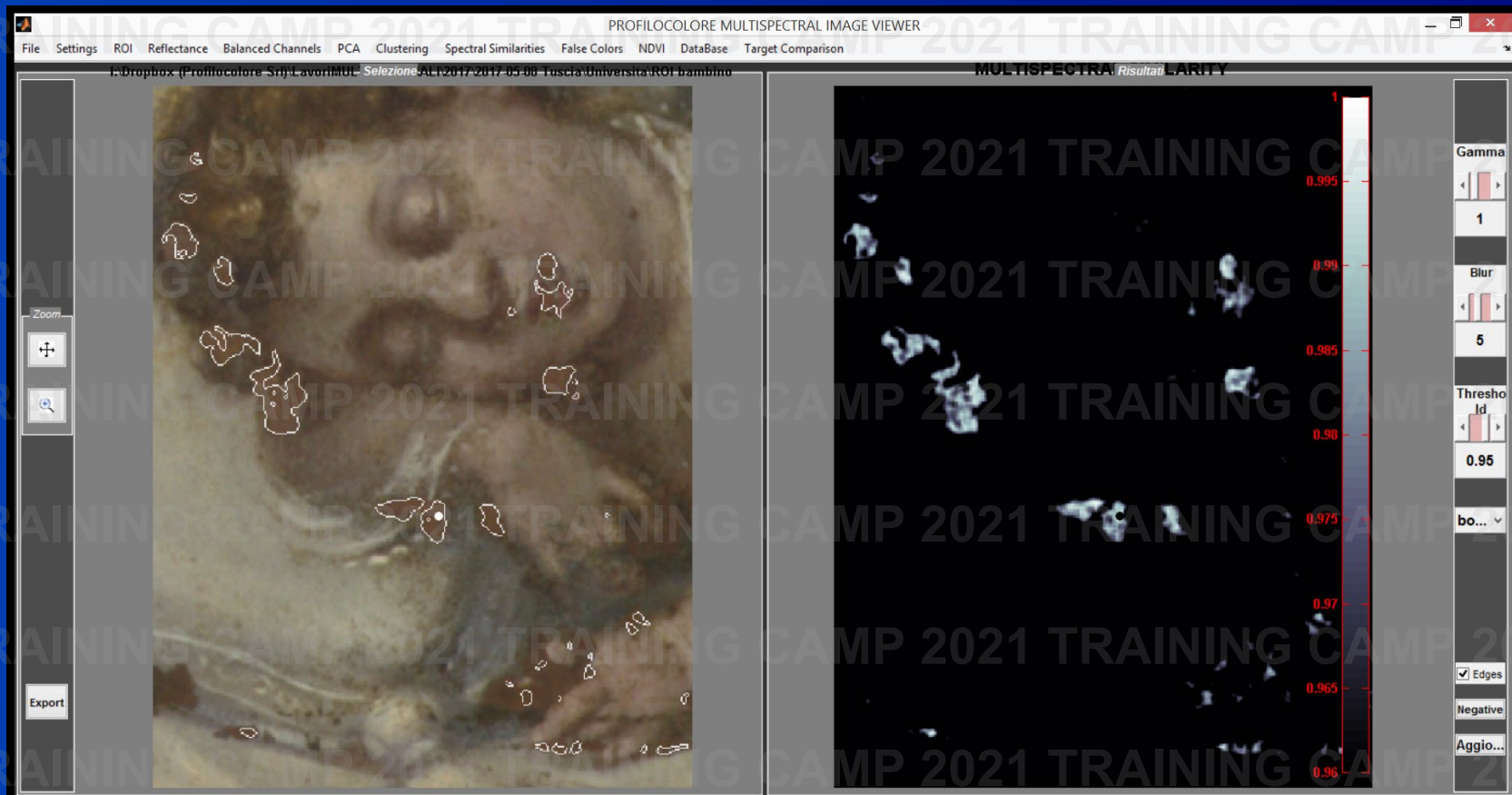
Processing dei dati
colorimetrici con XRF
imaging e cluster
analysis

Mappe di distribuzione
di pigmenti/miscele* a
base di mercurio
maggiormente
apprezzabili (soprattutto
dove Hg in traccia) e
con associato il colore
nel visibile

*cinabro (rosso)
cinabro + ematite + nero
carbone (bruni)
cinabro + biacca (rosa)



Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)



Hypercolorimetric Multispectral Imaging (HMI)

TRAINING CAMP

Dalla diagnostica alla fruizione museale: le opere
del Museo del Colle del Duomo di Viterbo

7 - 13 NOVEMBRE 2021



REGIONE
LAZIO

GRAZIE!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



POLO
MONUMENTALE
COLLE DEL DUOMO
VITERBO

