

Progetto di ricerca *REFRESCOS*

RESPONSABILE: PROF. ING. ALBERTO CARPINTERI

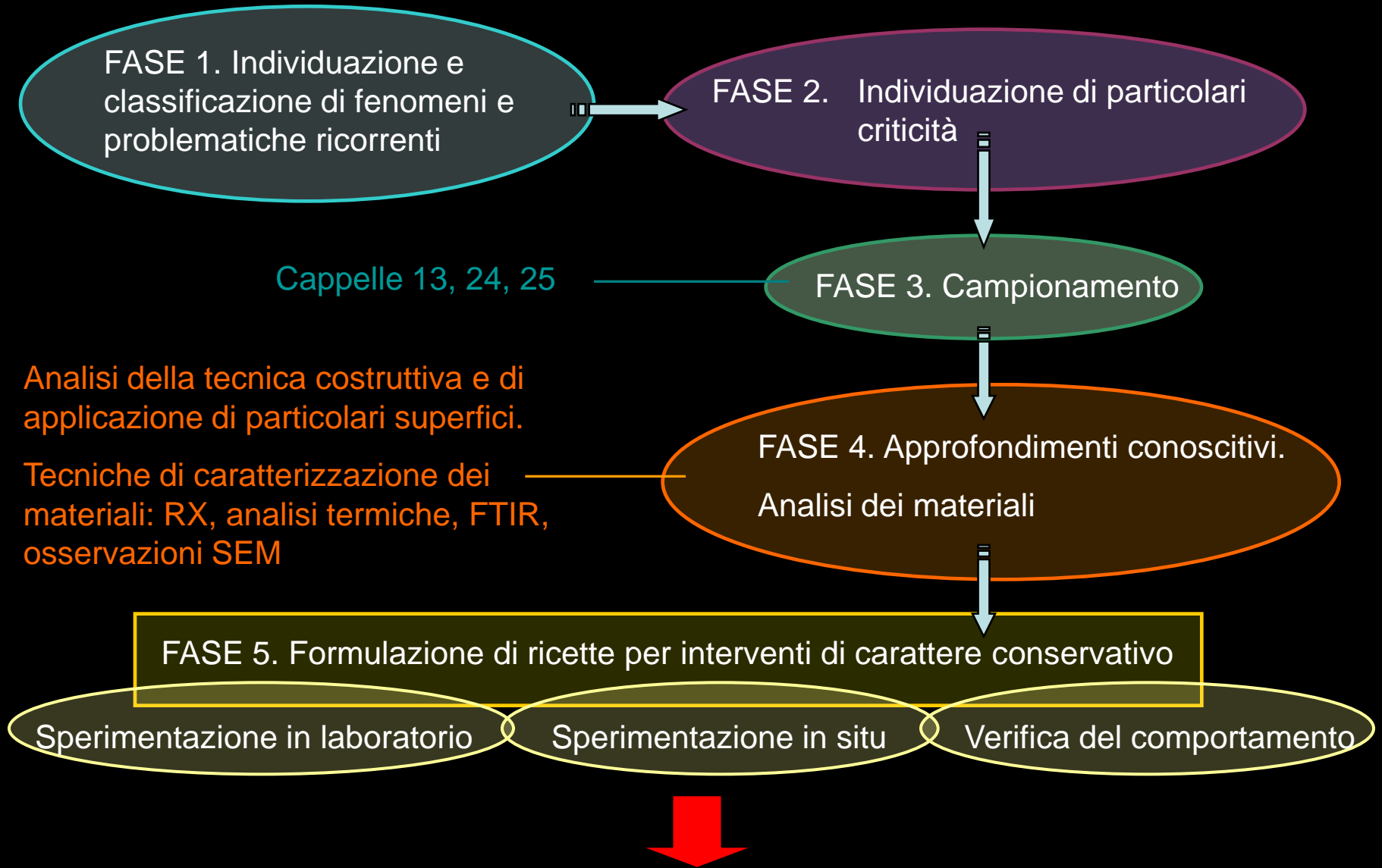
ATTIVITÀ SEMINARIALE
7 LUGLIO 2011

PRESENTAZIONE WP 1

ARGOMENTO:

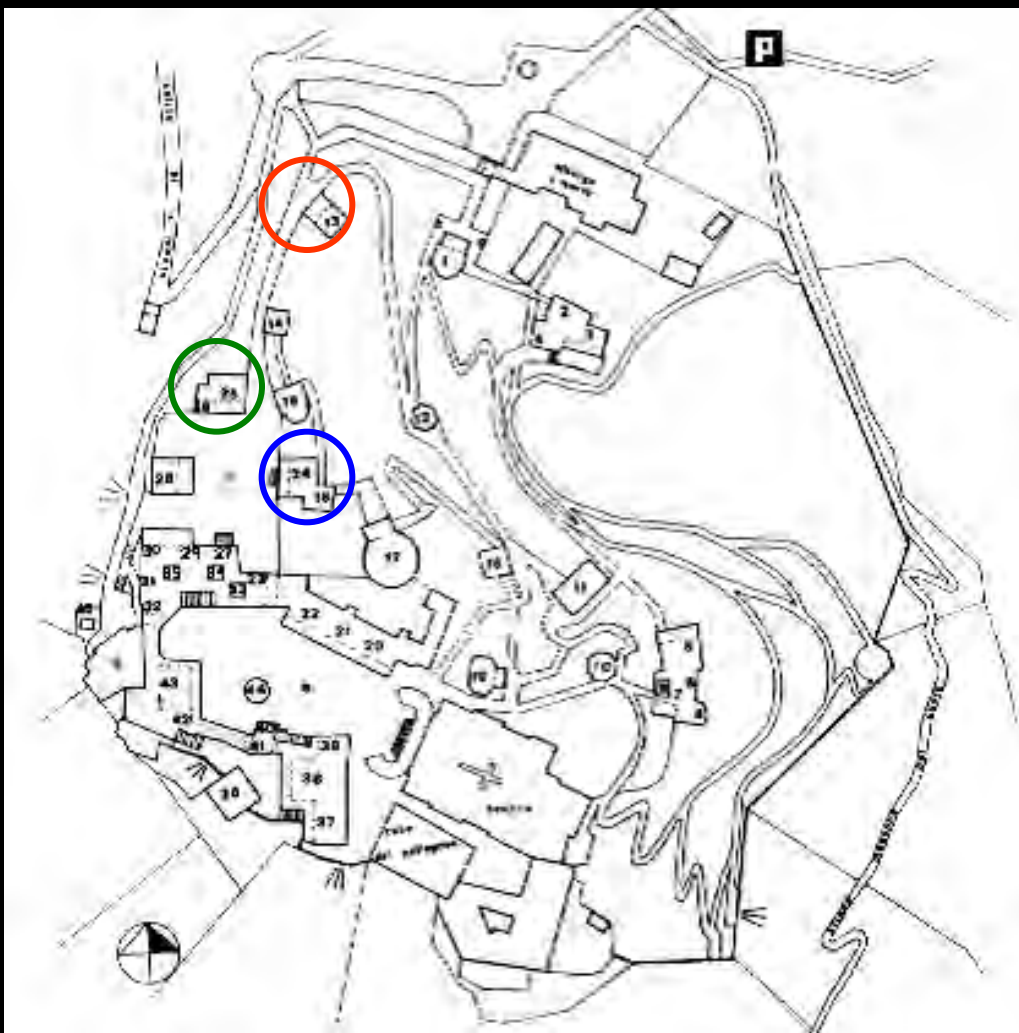
Classificazione di problemi ricorrenti, riconoscimento di materiali, ipotesi di modi di intervento. L'esempio dell'"intonaco nero"

GLI STEP DELLA RICERCA FINO AD ORA CONDOTTA



OBIETTIVO: fornire agli operatori delle formulazioni e/o delle miscele di materiali adatte per interventi conservativi, nonché “modi” adeguati di applicazione.

FASE 3: PIANO DI CAMPIONAMENTO



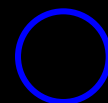
Totale campioni prelevati sulle cappelle evidenziate:



Cappella 13, **8 campioni**



Cappella 25, **1 campione**



Cappella 24, **3 campioni**

FASE 3: PIANO DI CAMPIONAMENTO

In questa prima fase, l'attenzione è stata rivolta ai campioni di intonaco delle pareti esposte a Nord delle cappelle 13 e 25 caratterizzate da:

- una superficie estremamente liscia e compatta,
- il colore grigio bluastrò (da toni più scuri prossimi al nero a toni sensibilmente più chiari),
- la capacità di durare nel tempo (su di un arco temporale di secoli) nonostante le difficili condizioni climatiche e ambientali e l'esposizione dei fronti all'azione dilavante dell'acqua di "stravento".



Particolare dell'intonaco della cappella 25



Particolare dell'intonaco della cappella 13

FASE 3: PIANO DI CAMPIONAMENTO

- Le murature del Sacro Monte di Varallo sono state costruite con pietre locali di varia origine geologica, con prevalenza di graniti.
- Per migliorare la presa dell'intonaco sulla superficie, sono presenti uno strato di **rinzaffo** (cm 1,5 circa di spessore), **l'arriccio** (cm 2÷3 di spessore) e la **finitura**.
- I campioni prelevati sono comprensivi della **finitura e dell'arriccio**.

Per effettuare le analisi, lo strato di colore è stato separato dalla malta sottostante. Tale malta è stata macinata per separare gli aggregati dal legante. È stato analizzato come aggregato il materiale trattenuto dal setaccio con diametro di 600 μm . La frazione passante, è stata ulteriormente macinata, setacciata con una rete metallica avente aperture da 40 μm e analizzata come “legante”.



Campione 10C13

Strato di corpo+finitura di colorazione grigio-nera.



Campione 10C25

Strato di corpo+finitura di colorazione grigia

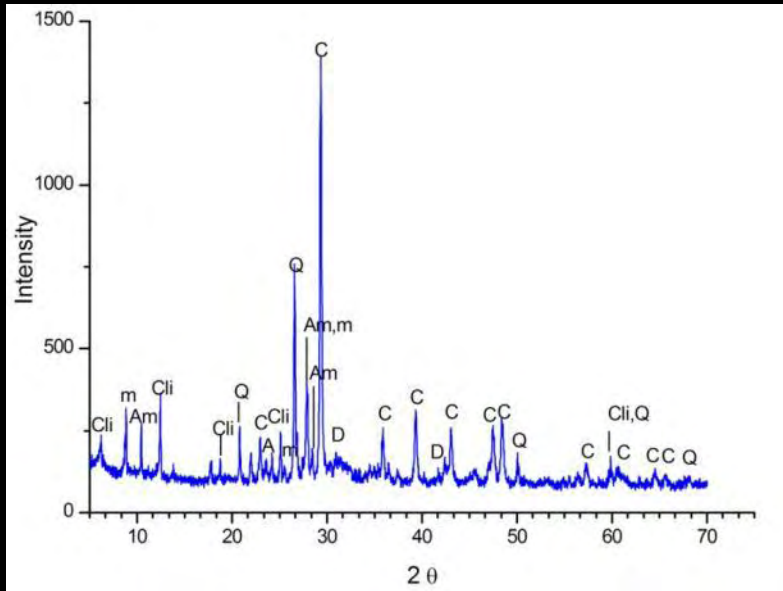
FASE 4: ANALISI DEGLI INTONACI_ GLI AGGREGATI

- La matrice del legante compatta, omogenea e priva di aggregati di grosse dimensioni.
- E' stato osservato che il legante ha una struttura microcristallina, l'addensamento è elevato (circa 60%) e il rapporto carica/legante è pari a 3:2
- Gli aggregati risultano costituiti da clasti derivanti da un processo naturale, con granulometria compresa nel campo della sabbia media grossolana (0,2-2 mm) e frazione fine (0,06-0,2 mm)
- I clasti si presentano prevalentemente subangolosi e subarrotondati e la composizione mineralogico-petrografica è omogenea e riferibile alle **alluvioni del fiume Sesia**.
- Le litologie più rappresentate sono le rocce silicee (gneiss, micascisti, quarziti), i minerali principali sono quarzo+albite±K-feldspato+clinozoisite+mica bianca±biotite.

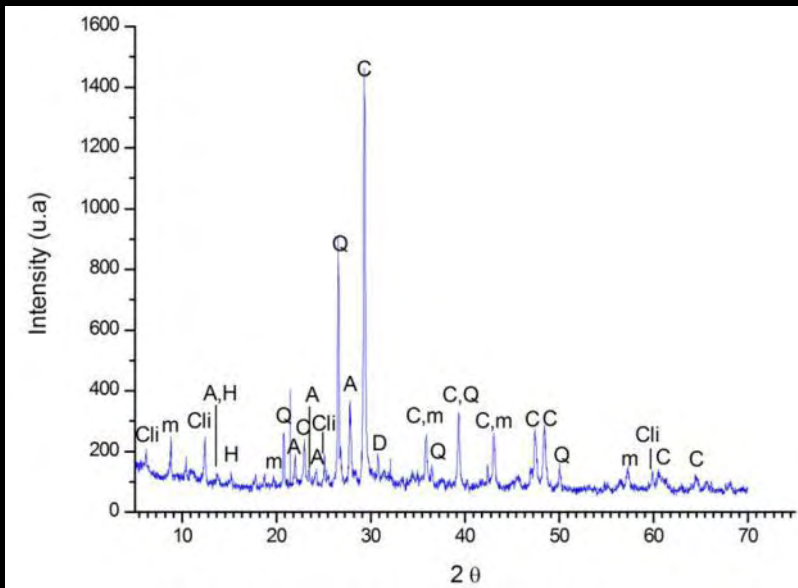
***Nota:** per tale ragione sono state prelevate sabbie sia dal fiume Sesia prima della confluenza con il torrente Mastallone, sia dal torrente Mastallone stesso.*

Saranno prodotti campioni dello strato di corpo e di finitura con tali sabbie.

FASE 4: ANALISI DEGLI INTONACI _ IL LEGANTE



Diffrazione a rx del legante del campione 10C13



Diffrazione a rx del legante del campione 10C25

Elemento	Intonaco 10C13 (% in peso)	Intonaco 10C25 (% in peso)
Ca	70.07	48.09
Si	5.62	25.91
Mg	17.29	22.12
Fe	7.02	3.87

Analisi EDS degli elementi rintracciati negli intonaci delle cappelle 13 e 25

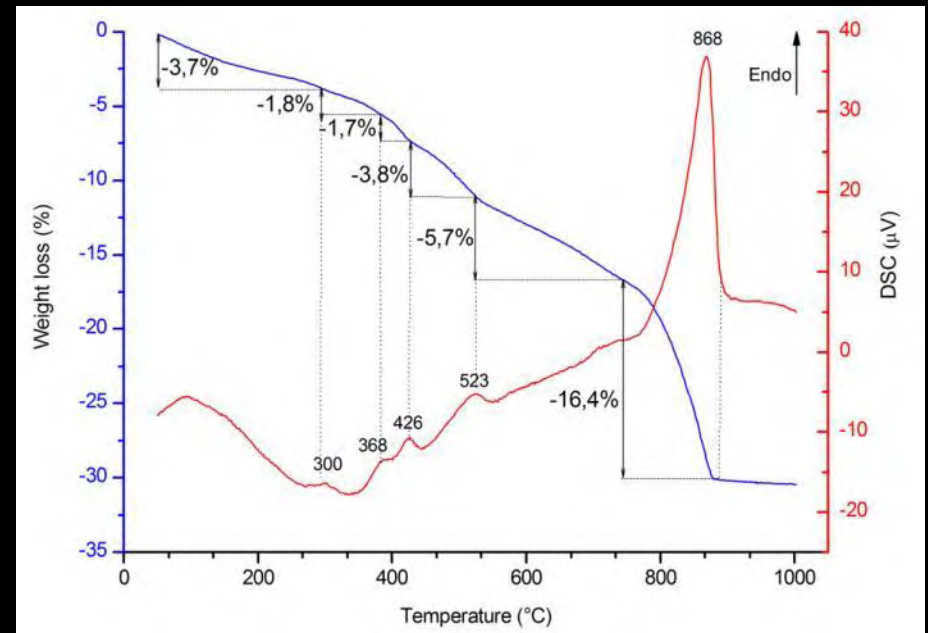
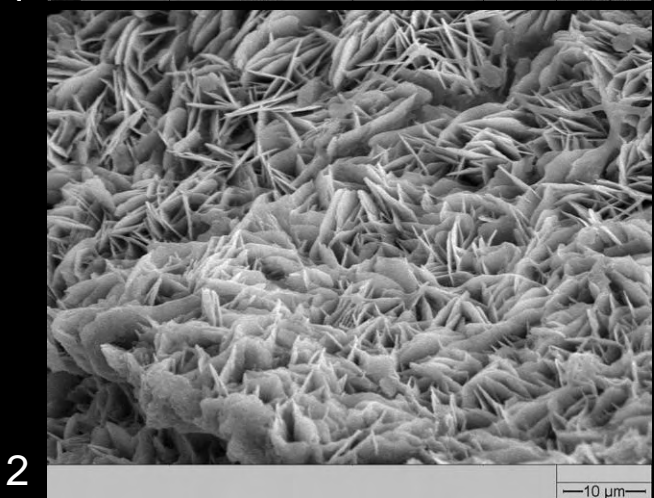


**IMPIEGO DI CALCE
MAGNESIACA PROVENIENTE
DAL MONTE FENERA**

FASE 4: ANALISI DEGLI INTONACI _ IL LEGANTE

Nelle osservazioni al SEM sui campioni 10C13 e 10C25, sono stati rintracciati dei depositi di cristalli lamellari simili a rosette, riconducibili a **idromagnesite**, un carbonato basico di magnesio che si forma in presenza di particolari condizioni di acidità dell'ambiente.

Diversi studi dimostrano che, anche grazie a questa particolare struttura lamellare che contribuisce a garantire una maggiore omogeneità tra legante e aggregato, le malte hanno una migliore resistenza meccanica.

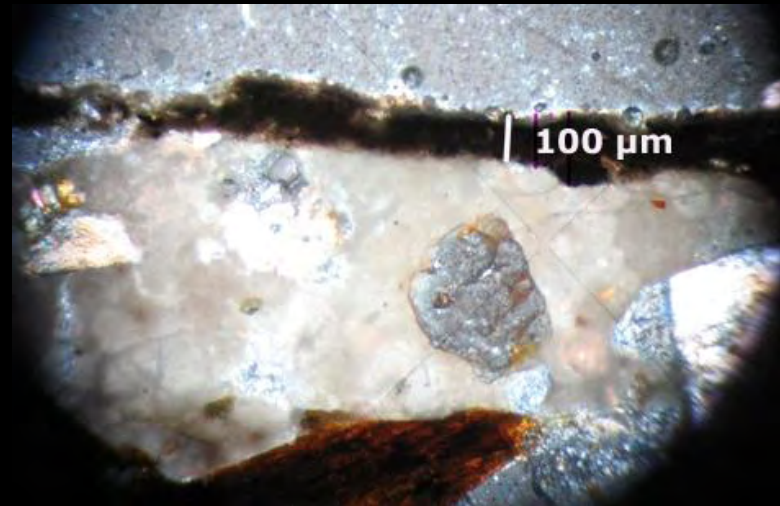
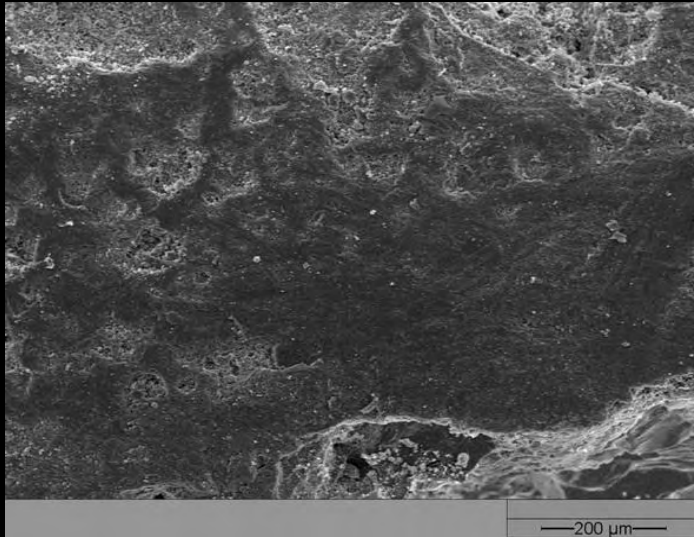


Curva TG-DTA del legante del campione 10C25. La successione di picchi endotermici è ricollagibile alla presenza di idromagnesite

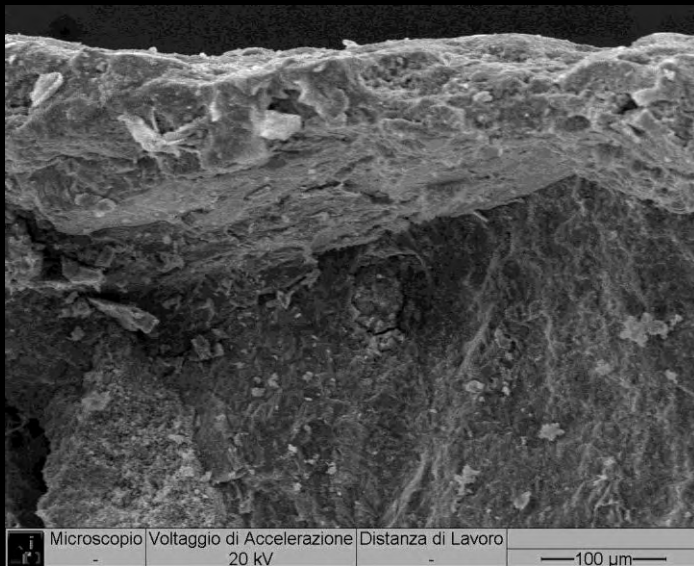
Microfotografie cristalli di idromagnesite.

1. Osservazione in sezione X150
2. Osservazione dei cristalli X 1500

FASE 4: ANALISI DEGLI STRATI DI FINITURA



Sezione sottile della finitura dell'intonaco della cappella 13 con indicazione del relativo spessore



Dal comportamento termico osservato e per la mancanza di ossidi di Fe e Mn tipici delle terre nere, è stata supposta l'origine carboniosa del pigmento nero utilizzato.

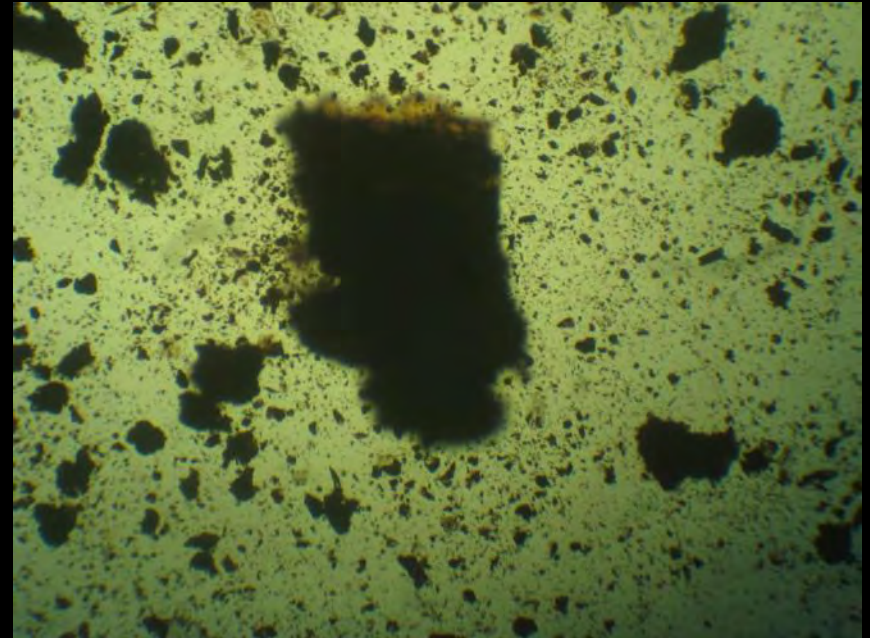
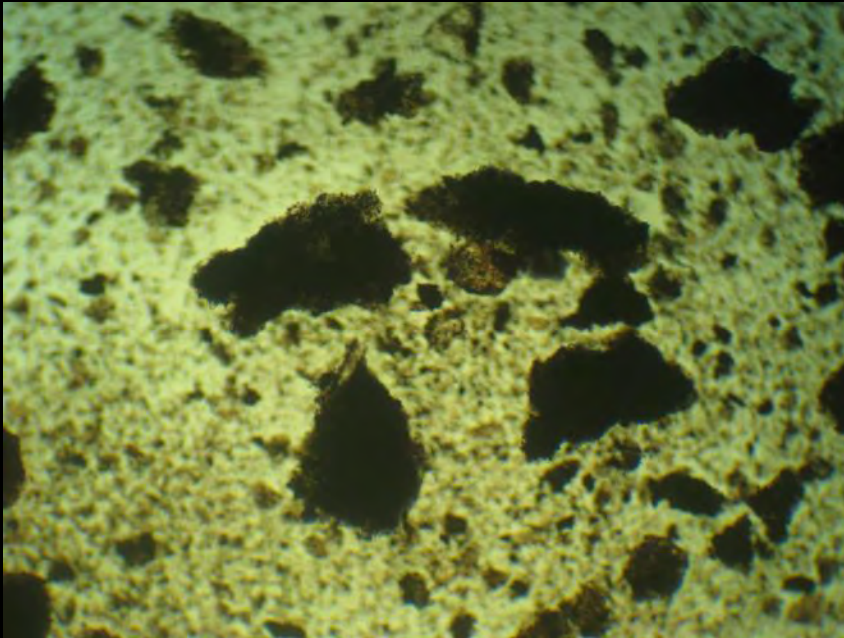
Micrografie SEM. Finitura dell'intonaco della cappella 13. Osservazione in superficie e in sezione.

FASE 4: ANALISI DEGLI STRATI DI FINITURA

Analizzando le materie prime reperibili in prossimità del sito, è stata considerata probabile l'ipotesi che il pigmento nero sia legato all'impiego delle **TERRE NERE DI BOCA**

Nella zona del Novarese, a Boca, a circa 40 km da Varallo, sono presenti dei giacimenti di lignite, così come descritto da Barelli, da cui dipende la colorazione nera di queste terre.

La terra di Boca è presente in due tipologie, entrambe analizzate tramite analisi degli elementi: una è più polverosa (secca), ed è costituita quasi totalmente da silice, l'altra è argillosa, (plastica), costituita anche da una percentuale rilevante di alluminio.



Osservazione al microscopio petrografico dei granuli di silice coperti da frammenti di lignite.

FASE 5: PRIME SPERIMENTAZIONI DI INTONACI CON FINITURA LISCIA



Sull'intonaco dello strato di corpo in fase di carbonatazione sono state stese diverse miscele di finitura, con uno spessore variabile tra 100 e 200 μm circa

ACCORGIMENTI TECNICI BASATI SULL'ESPERIENZA IN LABORATORIO E SUL CONFRONTO CON UNA RESTAURATRICE:

- abbondante bagnatura del supporto
- stesura della malta per la finitura con spatole metalliche flessibili da restauro di spessore ridotto (circa 1 mm)
- non deve superare i 15 minuti per campitura, onde evitare che l'impasto cominci a fare presa
- eccedere i 200 μm di spessore significa facilitare la formazione di *craquelure* superficiali estese, vanificando di fatto l'utilità stessa della finitura
- una schiacciatura prolungata e reiterata, tende a fare "risalire" verso la superficie maggiori quantità di legante e aggregati finissimi, rendendo più "magra" la parte sottostante di miscela (con possibili problemi di adesione al supporto in fase di carbonatazione).
- per questo motivo è necessario stendere la finitura in due strati



FASE 5: PRIME SPERIMENTAZIONI DI INTONACI CON FINITURA LISCIA



Campione di intonaco prodotto in laboratorio accostato all'intonaco in opera sul lato est della cappella 13 (sotto la striscia di riferimento cromatico è visibile una data incisa: 1508).



Campione di intonaco prodotto in laboratorio accostato all'intonaco in opera sul lato nord della cappella 25 (presso il punto di prelievo dei campioni analizzati).

FUTURI SVILUPPI DELLA RICERCA

Dovranno essere ancora approfonditi alcuni aspetti nodali tra cui:

- ▣ Individuare esattamente la provenienza del/dei pigmento/i ed i rapporti quantitativi nella miscela di tali finiture lisce di colore grigio scuro, in modo da approssimare in modo più soddisfacente il colore medio rilevabile presso le diverse cappelle,
- ▣ la disponibilità attuale di materiali adatti per preparare miscele per malte da restauro compatibili con i manufatti esistenti ed in grado di offrire prestazioni adeguate,
- ▣ approfondire ancora taluni aspetti di posa in opera con l'aiuto di restauratori e di riquadratori esperti,
- ▣ predisporre manufatti in scala reale sia in laboratorio sia al Sacro Monte di Varallo (qui, le prove saranno condotte in *corpore vili*, non sulle cappelle), anche per testare i campioni prodotti nel loro reale ambiente di applicazione per i prossimi 24-36 mesi,
- ▣ effettuare prove per la caratterizzazione fisica delle malte (in situ ed in laboratorio) secondo le raccomandazioni NorMaL o le Norme UNI- NorMaL in vigore, ed ulteriori prove per la caratterizzazione fisica, mineralogica, petrografica e chimica di altre malte in opera.