

# Progetto di ricerca *REFRESCOS*

*RESPONSABILE: PROF. ING. ALBERTO CARPINTERI*

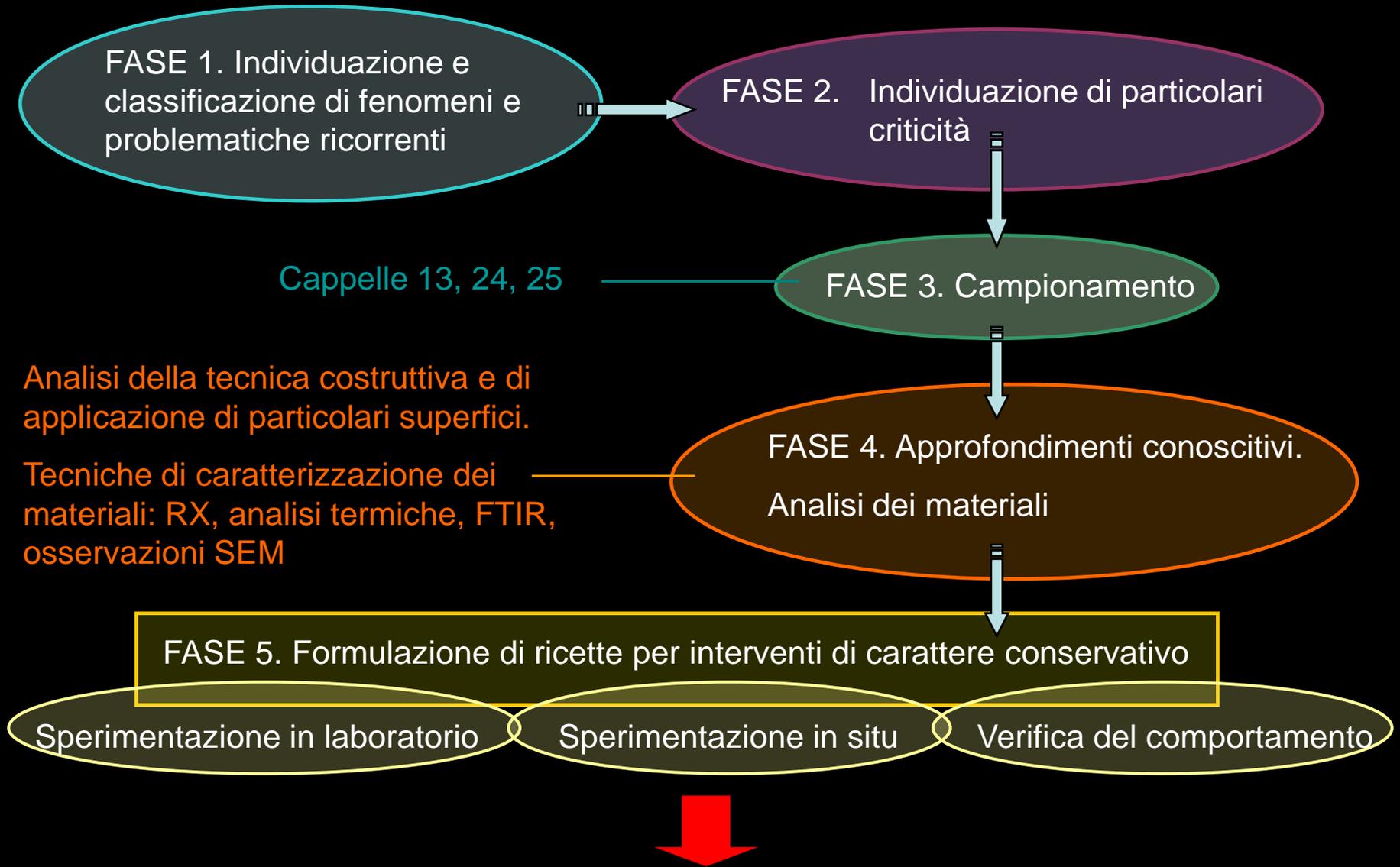
**ATTIVITÀ SEMINARIALE**  
**7 LUGLIO 2011**

**PRESENTAZIONE WP 1**

**ARGOMENTO:**

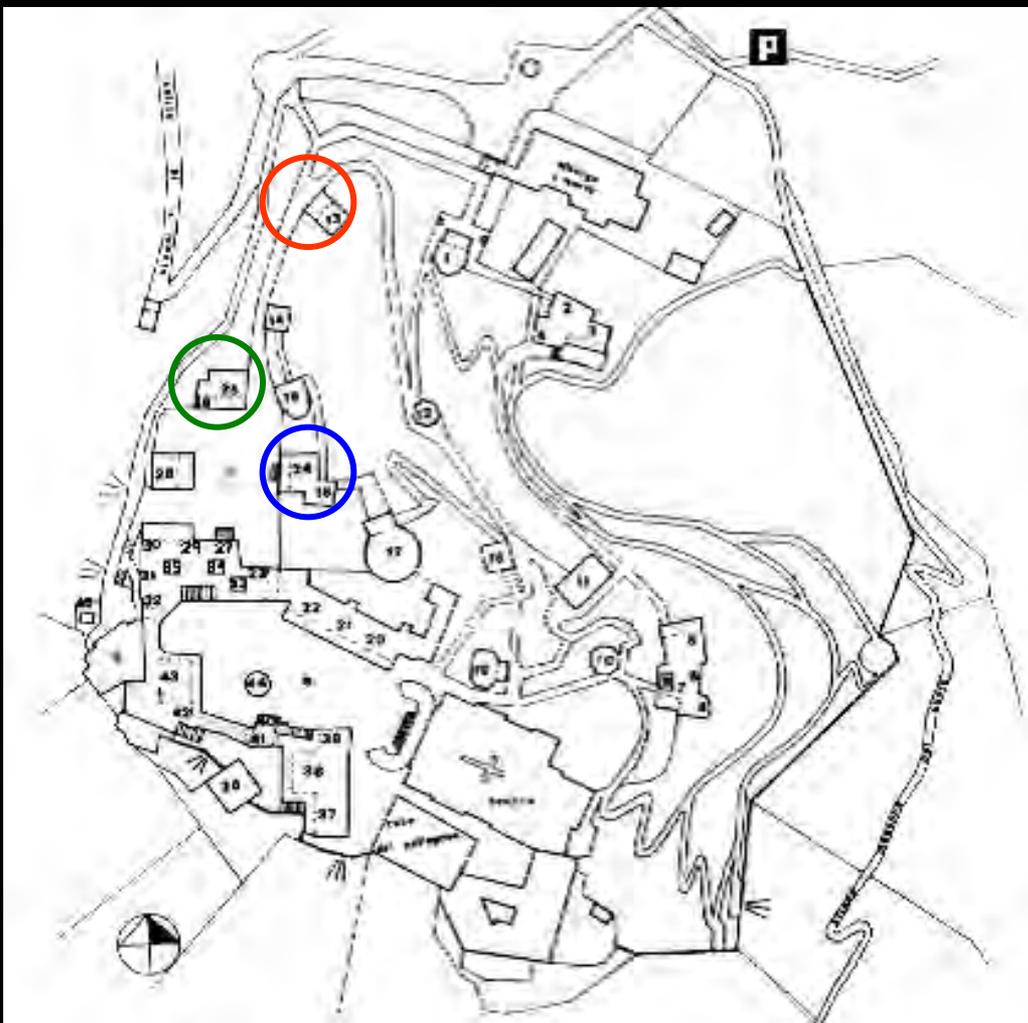
*Classificazione di problemi ricorrenti, riconoscimento di materiali, ipotesi di modi di intervento. L'esempio dell'"intonaco nero"*

## 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  $\mu\text{m}$ . La frazione passante, è stata ulteriormente macinata, setacciata con una rete metallica avente aperture da 40  $\mu\text{m}$  e analizzata come “legante”.



Campione 10C13

Strato di corpo+finitura di colorazione grigio-nera.



Campione 10C25

Strato di corpo+finitura di colorazione grigia

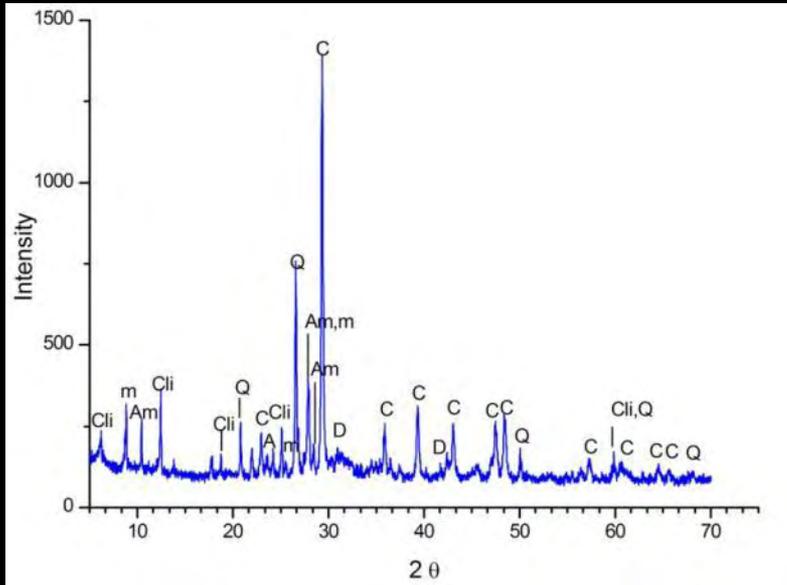
## FASE 4: ANALISI DEGLI INTONACI\_ GLI AGGREGATI

- 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.

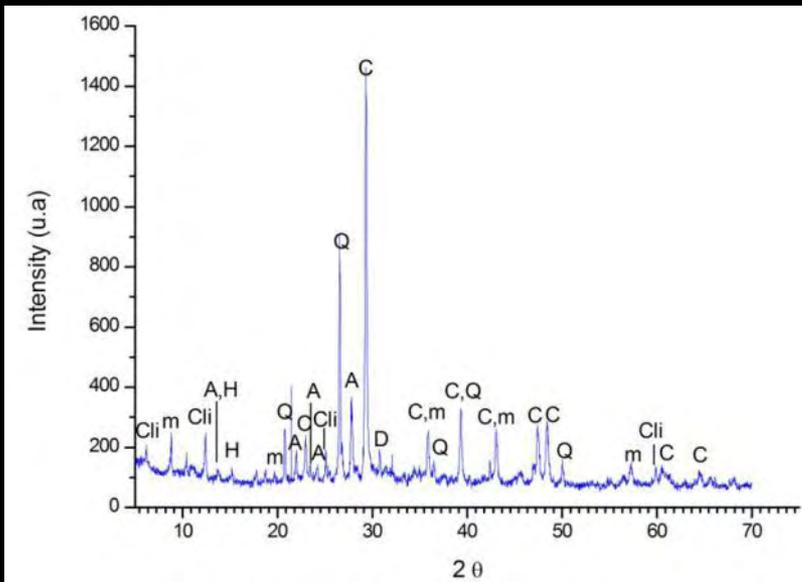
***Nota:** per tale ragione sono state prelevate sabbie sia dal fiume Sesia prima della confluenza con il torrente Mastallone, sia dal torrente Mastallone stesso.*

*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

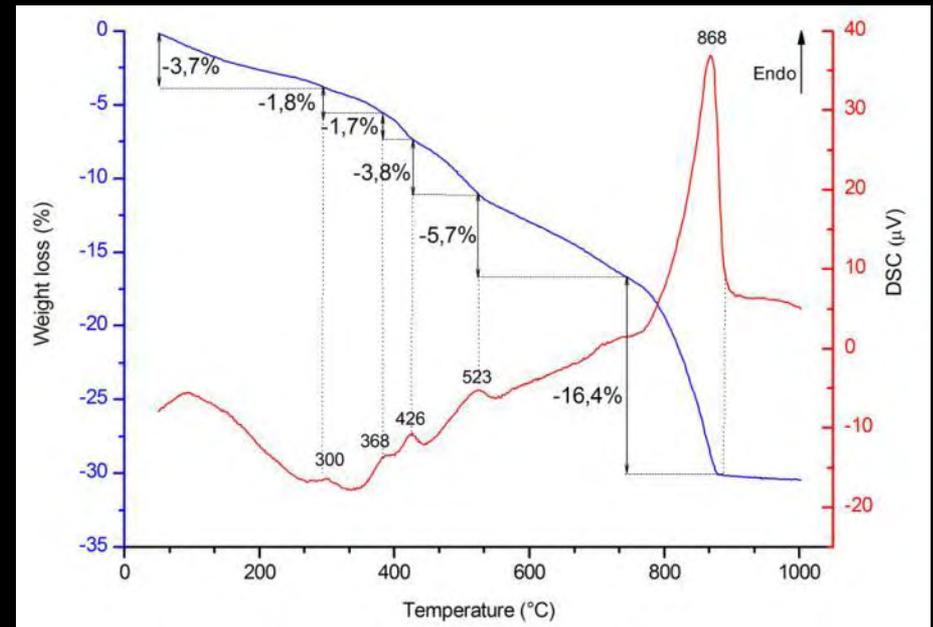
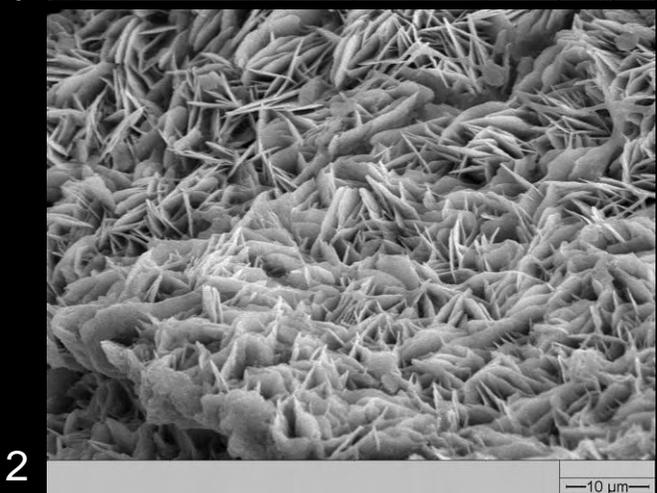


**IMPIEGO DI CALCE  
MAGNESIACA PROVENIENTE  
DAL MONTE FENERA**

## 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.

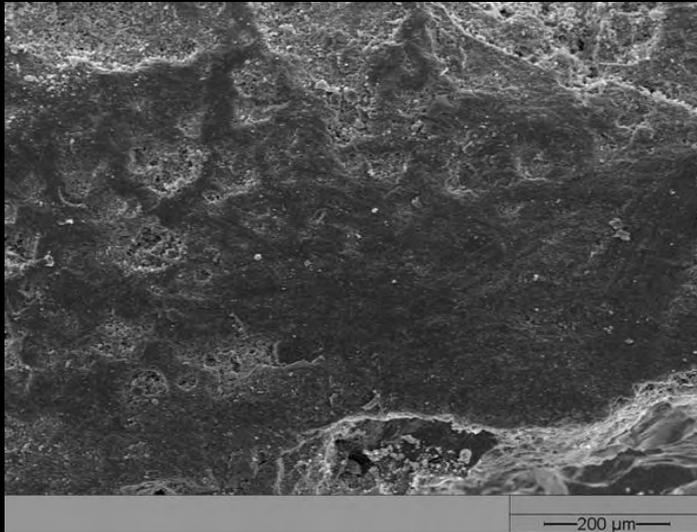


Curva TG-DTA del legante del campione 10C25. La successione di picchi endotermici è ricollagabile alla presenza di idromagnesite

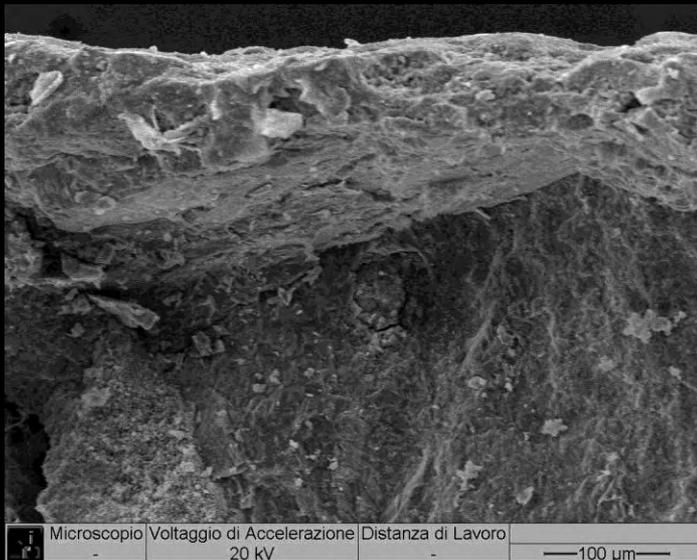
Microfotografie cristalli di idromagnesite.

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.

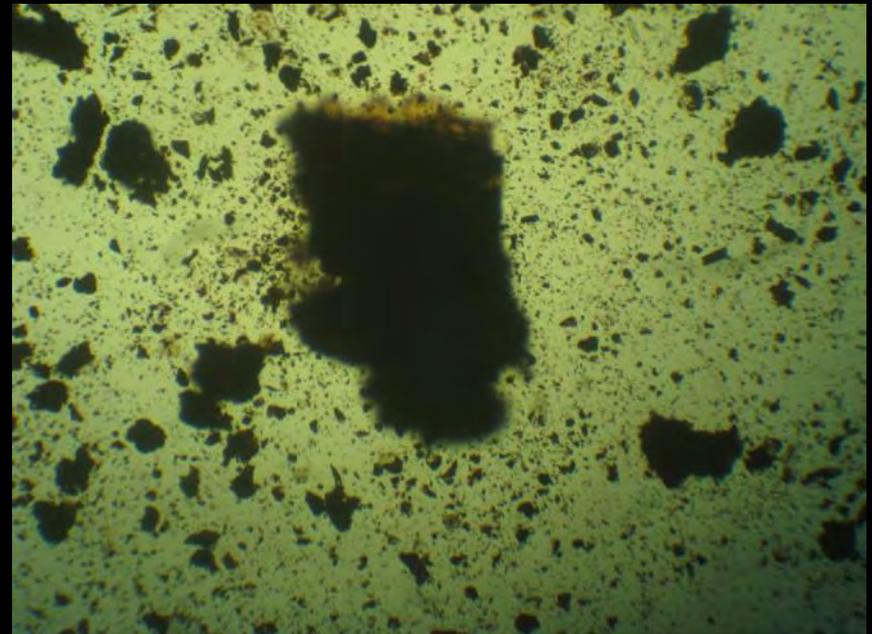
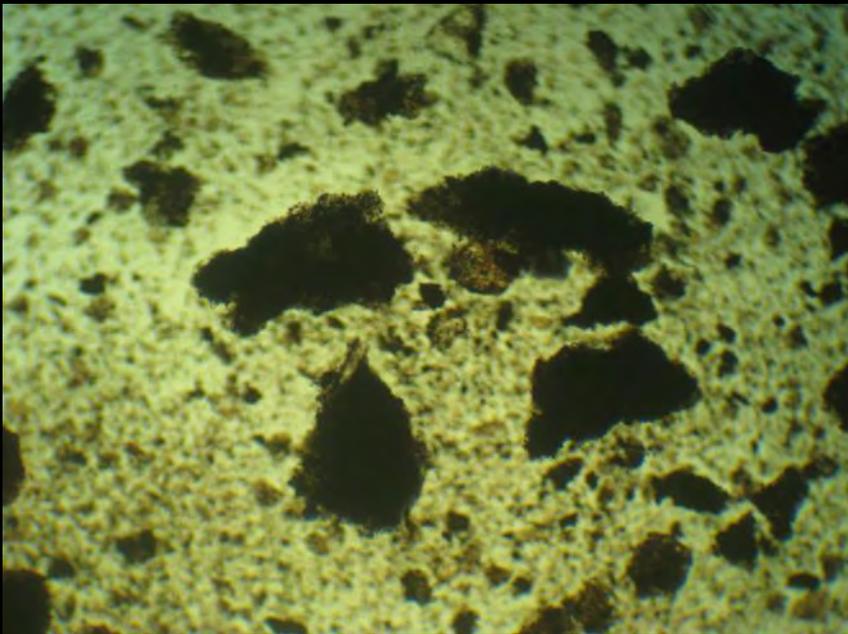
Micrografie SEM. Finitura dell'intonaco della cappella 13. Osservazione in superficie e in sezione.

## 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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  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.