PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELLA CHIESA DI S. MARIA (CHIARI, BRESCIA). STUDIO DIAGNOSTICO

MELI SANDRO[1], MICHIARA GIOVANNI[2], PEZZANI CHIARA[2], SIGURTÀ DAVIDE[3]

1 - Dip. Scienze della Terra - Parma
2 - GEODE s.c.r.l. - Parma
3 - Libero professionitsta, Lonato (BS)

I risultati illustrati in questa sede rappresentano il prodotto di una campagna di indagini analitiche svolte sui materiali provenienti dalla facciata della chiesa di S. Maria a Chiari (Brescia), un'edificio di impianto classico, costruito nel XV sec., ampliato e modificato tra la fine del XVII e l'inizio del XVIII sec., periodo a cui appartiene anche l'assetto attuale della facciata in oggetto.
L'orditura di quest'ultima alterna elementi sagomati in pietra tipo "Botticino" costituenti zoccolo, paraste, capitelli, cornici e cornicioni, ad aree rivestite di intonaco, localizzate negli sfondati, dove il dilavamento ha reso scarsamente leggibile la cromia originaria.
L'assenza di interventi manutentivi documentati hanno dato origine nel corso del tempo, alle tipiche manifestazioni di degrado che generalmente interessano gli elementi litoidi delle facciate di edifici storici esposti agli agenti atmosferici, quali per esempio le croste nere, che unitamente al degrado del rivestimento di intonaco, hanno reso necessario un intervento di recupero della facciata.
Il progetto di restauro che ha interessato l'edificio nel corso del 2006 è stato corredato da una campagna di indagini diagnostiche preliminari all'intervento, mirate alla conoscenza e caratterizzazione composizionale dei materiali impiegati, alle patine, alle finiture cromatiche e alla definizione dello stato di degrado al fine di impostare un intervento conservativo che fosse metodologicamente e filologicamente corretto.
Il campionamento, eseguito secondo il criterio della rappresentatività degli elementi costituenti la facciata e delle manifestazioni del degrado presente, ha visto il prelievo di 8 campioni di intonaco, 5 campioni di pietra e 1 campione di "crosta nera" nei punti indicati in fig.1 e successivamente sottoposti alle analisi indicate nella tabella 1.

Sigla	TIPOLOGIA	SS	EDS01	UV	SAL
1	Intonaco	X	X	X	
3	Pietra	X	X	X	
4	Intonaco				X
5	Pietra	X			X
6	Intonaco				X
9	Intonaco	X	X	X	
10	Intonaco	X	X	X	
15	Intonaco	X	X	X	
17	Intonaco	X	X	X	
18	Crosta nera				X
19	Pietra	X	X	X	
20	Pietra	X	X	X	
21	Pietra	X	X	X	
24	Intonaco	X	X	X	

Tab. 1. Indagini diagnostiche eseguite sui campioni prelevati dalla facciata della chiesa.
SS= studio al microscopio ottico in luce polarizzata trasmessa di sezione sottile trasversale e microstratigrafia in luce riflessa secondo NORMAL 12/83
EDS= Analisi con microscopio elettronico a scansione corredato di microsonda elettronica a dispersione di energia (SEM+EDS)
SAL= dosaggio dei sali solubili con determinazione di.conducibilità, cloruri, nitrati, solfati (NORMAL 13/83)
UV= osservazione al microscopio in luce UV

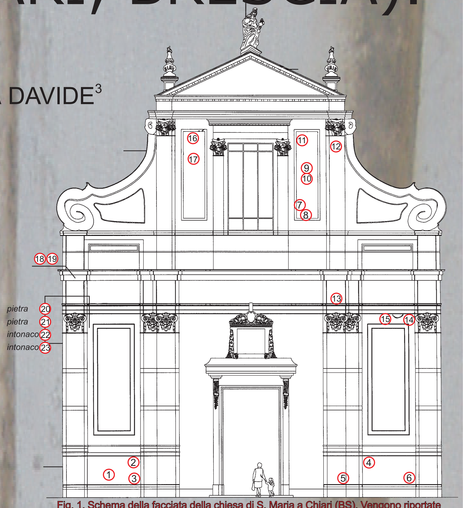

Fig. 1. Schema della facciata della chiesa di S. Maria a Chiari (BS). Vengono riportate anche le posizioni dei vari campioni prelevati

pietre

I campioni n° 3, 19, 20, 21, sono stati prelevati dal materiale litoide che costituisce la facciata della chiesa. A livello macroscopico, i campioni possiedono tessitura molto fine ed un colore che, valutata sulla frattura fresca, è generalmente bianco con sporadiche venature gialle; la superficie esposta agli agenti atmosferici, invece, presenta una colorazione spesso dal grigio al nero, dovuta alla patina di deposito del particellato atmosferico. Essi rientrano tutti nella classe delle rocce carbonatiche microcristalline, classificate come micrite fossilifera (Folk, 1962) o *mudstone* (Dunham, 1962) Esclusivamente nel campione n° 21 sono state rinvenute plaghe di ricristallizzazione di dolomite (figg. 2a, 2b e 3).
I tratti caratteristici che accomunano i campioni sono la presenza di sottili venature (stiloliti), disposte in modo apparentemente casuale, riempite da calcite, che rappresentano il risultato delle deformazioni subite della formazione geologica durante le fasi orogenetiche e che, pertanto, rappresentano strutture secondarie (posteriori alla sedimentazione).
Inoltre, i campioni n° 3 e n° 20 contengono percentuali di bioclasti bentonici, non riconducibili a forme note, inferiori al 10%; hanno una tessitura globulare per la presenza di *pellets* e bioturbazioni e contengono intraclasti con ooliti immersi in matrice spatica. I campioni n° 19 e n° 21 invece sono più omogenei e contengono solo sporadici e piccoli intraclasti spatici.
Benchè sia univoca la classificazione litologica dei campioni, le due diverse tipologie sopra descritte individuate sulla base dei tratti tessiturali e strutturali, riferibili a differenti batimetrie degli ambienti sedimentari di formazione, indicherebbero verosimilmente due diverse aree o orizzonti di estrazione. Tenendo conto della posizione geografica dell'edificio e dei dati bibliografici, le caratteristiche sopra riportate inducono a ritenere che la pietra impiegata sia verosimilmente compatibile con un materiale tipo "Botticino", che viene approvvigionato da bancate appartenenti alla formazione geologica del Giurassico inferiore nota come "Corna".

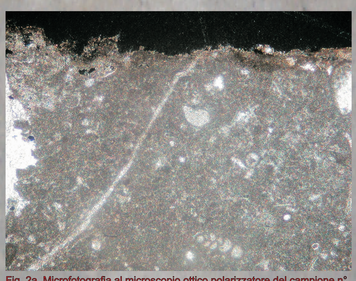

Fig. 2a. Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore del campione n° 21. Nicols paralleli. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

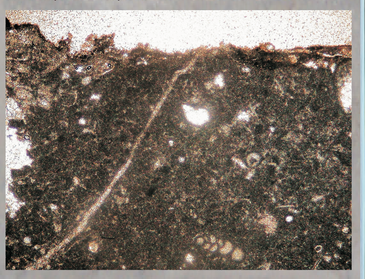

Fig. 2b. Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore del campione n° 21. Nicols incrociati. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.Campo visivo = 4 x 2,5

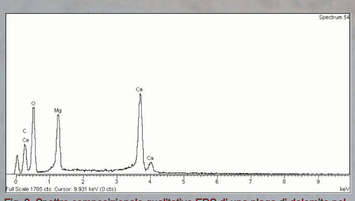

Fig. 3. Spettro composizionale qualitativo EDS di una plaga di dolomite nel campione n° 21

sali solubili

Al fine di indagare lo stato di conservazione delle malte, sotto il profilo dei sali solubili presenti, si è proceduto alla determinazione di solfati, nitrati e cloruri. Sono state eseguite le analisi dei sali solubili sui campioni n° 4, 5, 6, 18. Dalle analisi (Fig. 28), emergono valori di nitrati e cloruri relativamente bassi in tutti e quattro i campioni. I solfati invece rappresentano la specie salina più importante, soprattutto nel campione n° 18, che costituisce un frammento di crosta nera prelevato da un cornicione in pietra, dove si raggiunge un contenuto del 35% in peso. Di minor entità (7.5% e 5%) sono i contenuti di solfato rinvenuti nei campioni n° 4 e n° 6 prelevati nella parte bassa dell'edificio, mentre trascurabile è il valore riscontrato nel campione n° 5.

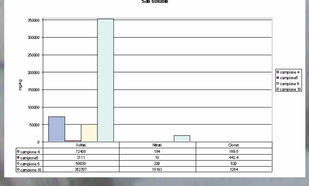

Fig. 28. analisi dei sali solubili dei quattro campioni 4, 5, 6, 18.

patine e croste nere

Sulle pietre costituenti il manufatto sono presenti diverse patine e croste nere; le abbiamo campionate in vari punti della facciata (campioni n° 3, 19, 20, 21) Le patine osservate presentano caratteristiche diverse da campione a campione e risentono della loro ubicazione e della loro maggiore o minore esposizione agli agenti atmosferici.
Sulla superficie del campione n° 3, prelevato all'altezza del marciapiede, è stata riscontrata la presenza localizzata di una patina composizionalmente complessa e ricca in piombo (fig. 4), che verosimilmente è da associare al deposito originato dai fumi di scarico prodotti dal traffico veicolare.
Anche il campione n° 20 presenta un sottile e discontinuo livello contenente particolato di natura atmosferica (figg. 5, 6 e 7); la superficie e all'incirca planare, non è interessata dai caratteristici golfi di corrosione dovuti a dissoluzione del carbonato di calcio e indica un buono stato di conservazione, probabilmente attribuibile anche alla natura dolomitica della ricristallizzazione, che rende tale roccia più resistente nei confronti dell'attacco delle piogge acide.
Vale comunque la pena specificare che l'area del prelievo del campione n° 20 è esposta al dilavamento delle acque meteoriche, che hanno agito con un duplice effetto: da un lato asportando probabilmente il trattamento organico, presente nei campioni n° 19 e n° 21 provenienti da aree limitrofe, e dall'altro, impedendo l'accumulo di "croste nere".
Infatti i campioni n° 19 e n° 21 presentano entrambi un livello di natura organica anche di spessore notevole (fino a 300 mm), ben visibile tramite osservazione con luce UV (figg. 8, 9 e 10), associato a particellato carbonioso di natura atmosferica. Si tratterebbe quindi di un trattamento eseguito sulla pietra che, trovandosi in posizione protetta rispetto al dilavamento, è andato incontro al processo di formazione di una patina di tipo "crosta nera". La sua particolare collocazione inserita tra il supporto carbonatico e il deposito atmosferico e la sua forte aderenza al supporto stesso, hanno reso impossibile la sua separazione fisica per la successiva analisi tramite spettrofotometria IR.
Va specificato però che non è stata riscontrata la presenza di gesso, spesso presente nelle "croste nere" e tipico prodotto da alterazione della pietra carbonatica.

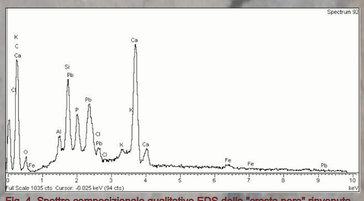

Fig. 4. Spettro composizionale qualitativo EDS della "crosta nera" rinvenuta sul campione n° 3

Fig. 5 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols incrociati). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

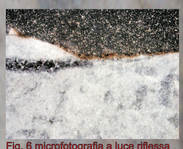

Fig. 6 microfotografia a luce riflessa del campione n° 20. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

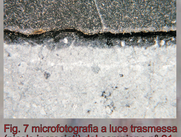

Fig. 7 microfotografia a luce trasmessa (nicols incrociati) del campione n° 21. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

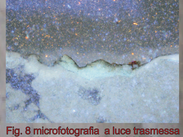

Fig. 8 microfotografia a luce trasmessa ultravioletta del campione n° 20. Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

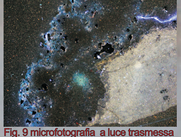

Fig. 9 microfotografia a luce trasmessa ultravioletta del campione n° 19. Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

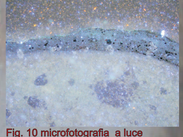

Fig. 10 microfotografia a luce trasmessa ultravioletta del campione n° 21. Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

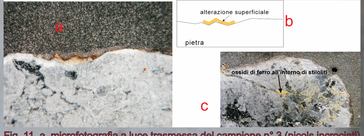

Fig. 11. a. microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols incrociati). Campo visivo = 4 x 2,5 mm; b. schema interpretativo della foto in a; c. microfotografia in luce riflessa del campione n° 3. Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

considerazioni conclusive

In base ai risultati sopra esposti si può affermare quanto segue:

- i litotipi impiegati appartengono ad una roccia carbonatica microcristallina classificabile come micrite, localmente interessata da ricristallizzazioni dolomitiche, compatibile con un litotipo tipo "Botticino";
- sulla superficie dei campioni non esposti al dilavamento è presente una pellicola organica (trattamento protettivo?) associata a grani carboniosi di deposito atmosferico ("crosta nera");
- sulla superficie dei campioni interessati da dilavamento, tale pellicola è assente e si rinviene solo il deposito atmosferico sottile e discontinuo
- le malte sono realizzate con una sabbia medio-grossolana, in egual misura carbonatica e quarzosa, miscelata ad un legante, aereo ma ricco di impurità argillose, interessato localmente da fatturazione;
- il campione n° 17 presenta una composizione diversa: è molto tenace e rappresenta un frammento proveniente da una probabile integrazione di intonaco;
- le cromie sono tutte a calce, ad esclusione di quella rinvenuta sul campione n° 24 e sono costituite da una maltina bianca di calce e sabbia fine dolomitica (campioni n° 1,15,24), da una finitura azzurra a calce e pigmenti tipo "oltremare artificiale" (campione n° 9) e da una finitura beige con "terre" e "nero carbone";
- i solfati rappresentano la specie salina dominante e la loro presenza è elevata soprattutto nelle "croste nere" (campione n° 18).

intonaci: composizione

I campioni n° 1, 9, 15, 17 e 24 hanno consentito la caratterizzazione degli intonaci impiegati nella costruzione dell'edificio, ed anche, in un caso, in un intervento successivo di manutenzione. Le osservazioni condotte sugli inerti dei campioni di malta permettono di concludere che esse variano relativamente poco tra campione e campione; la composizione è data da percentuali all'incirca simili di quarzo sia mono- che policristallino e frammenti di rocce carbonatiche e dolomitiche (figg. 12, 13, 14).
Da questo quadro si discostano il campione n° 24 (figg. 15 e 16), costituito da frammenti di dolomie ed una calce aerea ricca in magnesio, e il campione n° 17 (figg. 17, 18 e 19), che, realizzato con un legante idraulico (fig. 20) e sabbia prevalentemente quarzosa, rappresenta verosimilmente un'integrazione riferibile ad un intervento di manutenzione. La granulometria fa rientrare l'inerte nella classe delle sabbie da fine a grossolana, compresa tra 250 mm e 1 mm; si riscontra inoltre una scarsa classazione.
Il legante è costituito da calce contenente impurità, che possono essere attribuite all'utilizzo di un calcare argilloso come pietra da calce, ipotesi questa confermata nei campioni analizzati al SEM (Fig. 21). Relativamente allo stato di conservazione si osserva, soprattutto relativamente ai campioni n° 1 e 15 un diffusa fessurazione responsabile della scarsa coesione d'insieme.

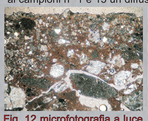

Fig. 12 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols paralleli). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

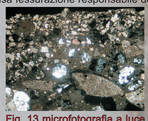

Fig. 13 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols incrociati). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

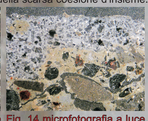

Fig. 14 microfotografia a luce riflessa del campione n° 3. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

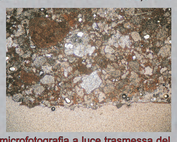

Fig. 15 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols paralleli). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

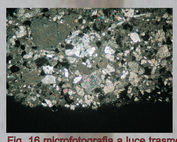

Fig. 16 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 3 (nicols incrociati). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

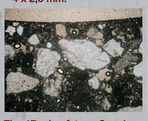

Fig. 17 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 17 (nicols paralleli). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

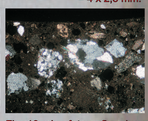

Fig. 18 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 17 (nicols incrociati). Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

Fig. 19 microfotografia a luce riflessa del campione n° 17. Campo visivo = 4 x 2,5 mm.

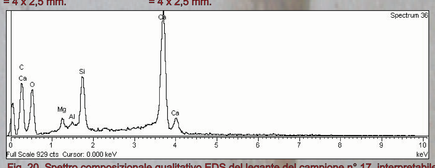

Fig. 20. Spettro composizionale qualitativo EDS del legante del campione n° 17, interpretabile come un intervento di manutenzione.

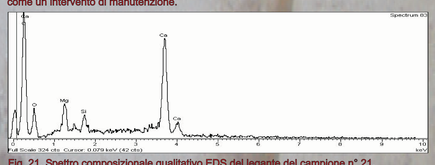

Fig. 21. Spettro composizionale qualitativo EDS del legante del campione n° 21.

intonaci: microstratigrafia e cromie

Il quadro relativo alle finiture cromatiche è piuttosto articolato; i campioni n° 1, 15 e 24 presentano una maltina bianca (denominata "rasatura" nelle schede, fig. 22) realizzata con una calce aerea magnesiaca e frammenti di rocce dolomitiche. Lo spessore va dal millimetro fino a 4 millimetri nel campione 24; quest'ultimo in particolare presenta un'ulteriore finitura gialla a tempera scarsamente conservata, ottenuta con pigmenti tipo "terre".
I campioni n° 9 e n° 10 provengono dal riquadro destro del frontone superiore. Il primo possiede una finitura azzurra a calce ottenuta con pigmenti tipo "oltremare artificiale" (fig. 23) di spessore intorno ai 100-200 mm (fig. 24).

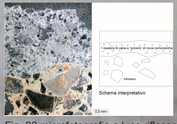

Fig. 22 microfotografia a luce riflessa del campione n° 15, e relativo schema interpretativo

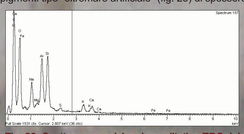

Fig. 23. Spettro composizionale qualitativo EDS del pigmento "oltremare artificiale", campione n° 9.

Il campione n° 10 invece presenta due finiture cromatiche (figg. 25 e 26): quella inferiore è di colore bianco a base di calce e dalle caratteristiche compatibili con un livello di preparazione.
Essa è rivestita da una pellicola di colore *beige*, scarsamente conservata, realizzata sempre a calce e contenente pigmenti tipo "terre" e "nero carbone" (fig. 27).

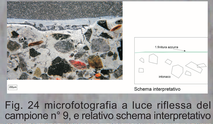

Fig. 24 microfotografia a luce riflessa del campione n° 9, e relativo schema interpretativo

Fig. 25 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 10, nicols paralleli . Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

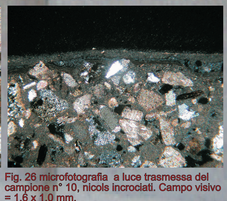

Fig. 26 microfotografia a luce trasmessa del campione n° 10, nicols incrociati. Campo visivo = 1,6 x 1,0 mm.

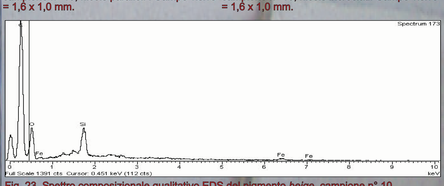

Fig. 23. Spettro composizionale qualitativo EDS del pigmento *beige*, campione n° 10.