

LA PRASSI DELLA MANUTENZIONE PROGRAMMATA, L'ESEMPIO DELLA FACCIATA DELLA CATTEDRALE DI AOSTA, AZIONI E SUPPORTO ANALITICO

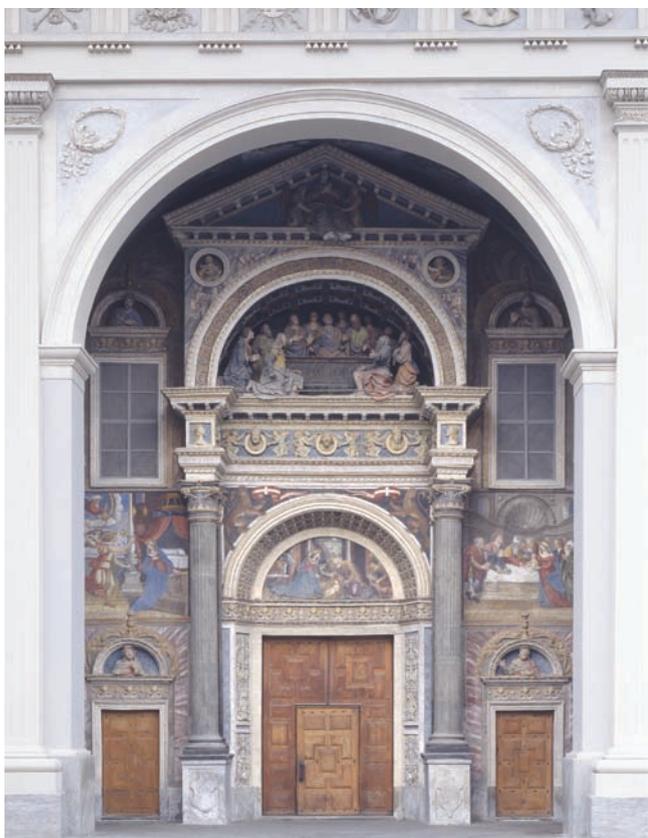
Antonella Alessi, Lorenzo Appolonia, Paolo Bancod, Alberto Bortone, Cristiana Crea, Rosaria Cristiano, Paola Longo Cantisano, Laura Pizzi, Dario Vaudan, Anna Piccirillo*

Premessa

La decorazione pittorica e plastica del fornice risale agli anni 1522-1526 quando, a conclusione di importanti lavori di ampliamento del duomo, durante l'episcopato del vescovo Amedeo Berruti di Moncalieri fu realizzata una nuova facciata.

Dell'assetto cinquecentesco è giunto sino a noi solo il fornice, poiché nel 1848 sulla facciata fu sovrapposto il rivestimento neoclassico ancora oggi visibile.

L'imponente decorazione del fornice è costituita da dipinti murali, statue a grandezza naturale e rilievi in cotto inseriti in una monumentale partizione architettonica scandita da elementi desunti dalla tradizione classica. La realizzazione di questo apparato decorativo segna l'abbandono della cultura tardogotica di matrice oltralpina, a favore di scelte stilistiche ormai pienamente rinascimentali, penetrate in Valle d'Aosta attraverso il Piemonte. Sulla facciata, la decorazione dipinta propone episodi della nascita e dell'infanzia di Cristo; sopra il portone centrale è raffigurata in cotto l'Assunzione della Vergine, a cui assistono gli Apostoli. Nel sottarco, sono dipinti schiere di angeli musicanti. Probabilmente in occasione dei lavori del 1848, sui piedritti del sottarco furono eseguiti i dipinti murali raffiguranti il Beato Bonifacio e il Beato Umberto III di Savoia (fig. 1).



1. La facciata della cattedrale.
(A. Zambianchi)

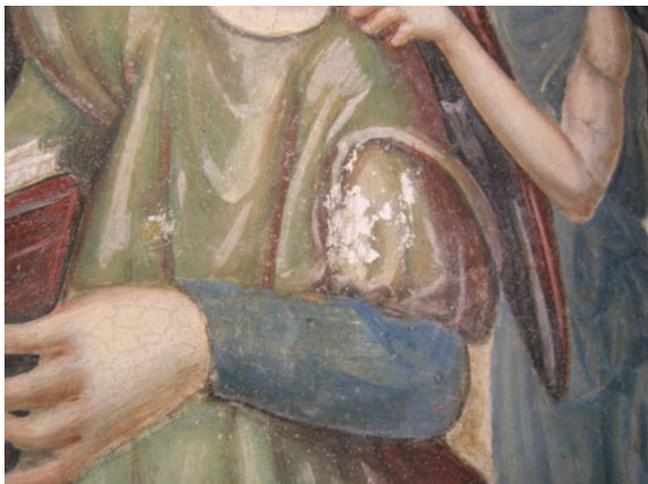
Nel settembre 1994 è stata avviata una campagna diagnostica per la messa a punto della corretta metodologia operativa, sulla base dei materiali e delle tecniche di esecuzione e dei fattori di degrado individuati, a cui ha fatto seguito il restauro, che si è concluso nell'ottobre 1997. L'esposizione del monumento all'azione degli agenti atmosferici e alle alterazioni causate dall'inquinamento ambientale hanno richiesto, dopo dieci anni, una revisione dello stato di conservazione, integrata, ove necessario, da un intervento manutentivo.

Stato di conservazione

Una disamina dello stato di conservazione della facciata è stata possibile utilizzando una piattaforma aerea che ha permesso ai tecnici di avvicinarsi il più possibile all'opera per stabilire una diagnosi dello stato conservativo. Nel decennio trascorso dall'intervento di restauro, sull'intera superficie si era depositato un considerevole strato di polvere sulle zone aggettanti dei rilievi in cotto e sulle cornici; negli angoli e nelle zone più riparate si erano formate ragnatele di notevoli dimensioni, e consistenti depositi di insetti attratti dai corpi illuminanti. Le parti affrescate - nel sottarco la raffigurazione di gruppi di angeli musicanti su registri sovrapposti, e sulla facciata le scene raffiguranti l'Annunciazione, la Natività e la Circoncisione - erano interessate in misura minore da depositi di polvere; in corrispondenza di alcuni angeli sul lato sinistro dell'osservatore e in centro volta, erano riscontrabili limitate fuoriuscite di sali solubili con conseguenti sollevamenti e cadute della pellicola pittorica (figg. 5, 6). Nonostante la presenza di dissuasori che hanno impedito la nidificazione dei piccioni, il timpano appariva deturpato da escrementi, depositatisi in particolare sul gruppo scultoreo raffigurante la Vergine e gli angeli, aggettante rispetto la cornice, effetto di un breve periodo in cui il sistema ha avuto problemi di manutenzione e non ha funzionato (figg. 2-4).



2. Timpano, dettaglio della Vergine in cui è visibile il guano depositatosi sul gruppo plastico. (P. Longo Cantisano)



5. Volta del fornice, dettaglio di angelo musicante che mostra il sollevamento a scaglie e la caduta della pellicola pittorica, causato dalla cristallizzazione dei sali solubili. (R.. Cristiano)



6. Volta del fornice, dettaglio di angelo musicante in cui si evidenzia il disgregamento della pellicola pittorica prodotto dalle efflorescenze saline. (R.. Cristiano)

Le statue del timpano e le lunette risultavano danneggiate da urti accidentali, provocati dall'attività ludica di gruppi giovanili con il gioco della palla nella piazza antistante, che avevano comportato il parziale o totale distacco di alcune dita delle sculture in terracotta policroma; risultavano infatti pericolanti l'indice della mano sinistra della Vergine, le dita di due apostoli nella lunetta centrale e quelle di due personaggi nelle lunette laterali inferiori, mentre la mano dell'apostolo inginocchiato sulla sinistra dell'osservatore era completamente staccata a livello del polso.

Nella metà inferiore della facciata, maggiormente esposta agli agenti atmosferici, piccole reintegrazioni sparse della pellicola pittorica, risalenti al restauro del 1994, avevano subito un parziale dilavamento.

Nelle parti laterali inferiori del fornice, al di sotto dei dipinti ottocenteschi raffiguranti il Beato Bonifacio e il Beato Umberto III, in corrispondenza della partitura in finti conci - era evidente un maggiore degrado, con decoesione dell'intonaco, sollevamenti e cadute della pellicola pittorica.

L'intervento manutentivo

L'intervento è stato eseguito nell'autunno del 2006 dal personale dei Laboratori regionali di restauro e di analisi scientifica della Direzione ricerca e progetti cofinanziati, con l'aiuto di una piattaforma aerea necessaria per accedere in altezza ai vari registri della facciata.

Nella prima fase d'intervento, sono stati raccolti campioni di depositi, individuando allo scopo alcuni punti, a diverse altezze, rappresentativi della situazione conservativa dei dipinti e delle sculture. Tali campioni sono serviti al Laboratorio analisi scientifiche per individuare la natura dei depositi raccolti e per analizzare l'incidenza dello smog atmosferico nella composizione degli stessi.

Si è provveduto poi ad una prima documentazione fotografica dello stato di conservazione, seguito dall'individuazione delle parti degradate e delle porzioni malferme da consolidare.

La prima operazione è consistita nell'asportazione dai rilievi in cotto policromo della polvere superficiale e dei depositi di varia natura mediante l'utilizzo di pennellesse morbide e piccoli aspiratori con beccucci in gomma, che hanno permesso agli operatori di arrivare nei punti più



3. Lunettone, dettaglio busto dell'Apostolo Giovanni in cui si osserva il consistente deposito di polvere. (P. Longo Cantisano)



4. Fregio con busti clipeati, prima dell'intervento manutentivo. (R.. Cristiano)



7. Aspirazione della polvere.
(R.. Cristiano)



8. Utilizzo della piattaforma aerea per raggiungere la volta del fornice. (R.. Cristiano)

nascosti, intorno e sul retro delle sculture (figg. 7, 8). Si è proceduto in modo sistematico, partendo dal timpano e proseguendo per fasce orizzontali. In seguito si è intervenuti sulle campiture affrescate partendo dal culmine della volta, procedendo a destra e a sinistra del sottarco, sugli angeli musicanti, sui dipinti ottocenteschi dei piedritti ed infine sugli affreschi dell'Annunciazione, della Natività e della Circoncisione.

Una rifinitura a tampone con *alcool* denaturato è stata effettuata sui rilievi in cotto della Vergine e degli angeli del timpano, interessati da depositi di guano, e sulle candelabre delle lesene rinascimentali dell'ingresso.

Trasportate presso il Laboratorio di restauro, la mano staccata e le dita danneggiate degli Apostoli sono state

ricomposte e consolidate con resina acrilica, quindi ritoccate con colori ad acquarello; successivamente sono state ricollocate e fissate con malta composta da polvere di marmo e di calce idraulica (figg. 11-13). Le dita parzialmente distaccate della Vergine e delle figure a mezzo busto inserite nelle lunette laterali sono state consolidate con iniezioni di adesivo acrilico; i piani di frattura sono stati stuccati con malta di polvere di marmo e calce.

Lungo il sottarco sono stati individuati tre punti in cui la pellicola pittorica risultava sollevata e parzialmente lacunosa; si è proceduto in questo caso con il consolidamento puntuale dei sollevamenti, mediante iniezioni di resina acrilica *Primal AC 33* in emulsione acquosa. Nelle zone in cui le lacune o i sollevamenti erano interessati da fuoriuscite di sali solubili, il Laboratorio di analisi scientifiche ha effettuato una campionatura al fine di individuare la causa di tali formazioni. Quindi si è proceduto con l'asportazione mediante impacchi di acqua distillata localizzati e successivamente con il consolidamento della pellicola pittorica.

L'intervento si è concluso con la reintegrazione, ove necessario, mediante velature con colori ad acquarello delle abrasioni e degli scompensi cromatici, nonché delle piccole lacune di pellicola pittorica presenti sugli angeli



11. Lunettone, dettaglio dell'Apostolo privo della mano sinistra. (P. Longo Cantisano)



12. Lunettone, predisposizione del sistema di ancoraggio della mano ricostruita in laboratorio. (P. Longo Cantisano)



9. Timpano, dettaglio dopo l'intervento manutentivo. (P. Longo Cantisano)



10. Lunetta Natività, dettaglio dopo l'intervento. (R. Cristiano)

musicanti. Alla base dei piedritti, dove parti ricostruite in fase di restauro risultavano parzialmente degradate, si è proceduto con il ripristino ricostruttivo dell'intonaco e successivamente con la reintegrazione mimetica dei finti conci in modo da ridare uniformità al decoro.

Sulla scorta dei risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni raccolti, in particolare per quanto riguarda la presenza di sali solubili, si provvederà nella primavera del 2007 a un ulteriore controllo dei punti interessati.

La revisione dello stato di conservazione ha permesso di constatare la buona tenuta dell'intervento di restauro ultimato nel 1997, consentendo al tempo stesso di intervenire localmente per sanare piccole alterazioni, evitando una generalizzazione del degrado.

I lavori sulla facciata della cattedrale hanno evidenziato l'importanza della manutenzione che, grazie a limitati interventi eseguiti a scadenze prestabilite, può apportare un contributo determinante alla preservazione del manufatto, evitando il ricorso a impegnative campagne di restauro (figg. 9, 10).



13. Lunettone, dettaglio della mano ricollocata. (P. Longo Cantisano)

Premessa alle indagini scientifiche

Qualsiasi fase di intervento conservativo ha la necessità di un parametro di studio e di controllo, anche se questo è magari teso solo a capire quanto è accaduto, per meglio affrontare i cicli conservativi che prolungano la vita di un'opera d'arte e limitano gli interventi di restauro, ritenuti a ragione sempre molto invasivi. Durante la fase di rimozione dei depositi di polvere dalla facciata della cattedrale di Aosta, quindi, sono stati raccolti dei campioni del deposito che veniva rimosso, allo scopo di verificare la composizione e la tipologia dello stesso. I campioni sono stati prelevati durante la fase di spolvero e a diverse altezze, come si vede dalla tabella 1, in modo da identificare le dinamiche di deposito.

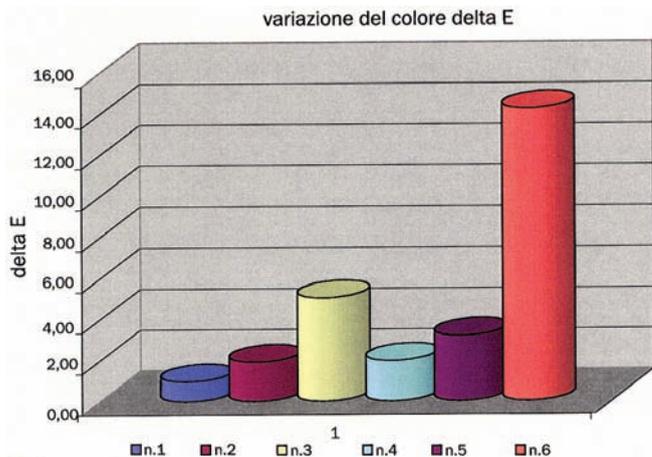
Sigla	Descrizione
VX01	Deposito dalla parte sommitale del timpano
VX02	Deposito sulla mano della Madonna dentro il timpano
VX03	Deposito sulla testa del santo centrale nella lunetta
VX04	Deposito sopra il cornicione sotto la lunetta
VX05	Deposito sotto la finta finestra di destra
VX06	Deposito sulla testa di San Giovanni Battista
VX07	Deposito sulla cornice laterale sinistra e sul capitello sotto il cornicione
VX08	Deposito vicino al Bambino Gesù nella lunetta della Natività
VX09	Deposito sul manto del Santo nella lunetta sulla porta laterale sinistra
VX10	Efflorescenze saline sui dipinti della volta

Tabella 1. Scheda dei prelievi di polvere.

Ad una prima osservazione macroscopica in laboratorio i depositi di polvere appaiono di colore grigio scuro e in modo omogeneo tra i diversi campioni.

Dall'osservazione allo stereo microscopio sono state ritrovate varie tipologie di materiali estranei, come fili metallici, piccoli insetti e larve, capelli o peli e, ovviamente, pulviscolo.

Le componenti più grossolane sono state separate dal resto della polvere con un setaccio da 106 µm di luce della maglia; la polvere con i depositi è stata poi macinata in un mortaio di agata per uniformarne la dimensione dei grani. Le polveri così ottenute sono state analizzate mediante analisi FTIR, che ne ha permesso una caratterizzazione generale, analisi termica, per una determinazione



14. Grafico della variazione di ΔE .

quantitativa di alcune componenti, cromatografia ionica per l'identificazione delle specie ioniche presenti. Inoltre, sono state effettuate le analisi con TXRF¹ (Total X Ray Diffraction) e ICP OES, spettroscopia di emissione a ionizzazione a plasma, con detector ottico, grazie ad una collaborazione con la ditta SASOL, di Paderno Dugnano. L'analisi con TXRF è stata effettuata solo su due campioni (VX01 e VX08) dove in modo sperimentale sono stati determinati i metalli presenti nelle polveri. I risultati dei metalli vanno valutati dopo attenta osservazione allo stereomicroscopio, sono, infatti, presenti metalli pesanti che possono derivare sia dall'inquinamento dovuto all'attività industriale sia da alcune perdite di materiale della decorazione cromatica.

Sui dipinti sono state anche effettuate delle valutazioni cromatiche, con la misura di colore con un colorimetro, utili per verificare la variazione di colore avvenuta nel tempo. Alla fine dell'intervento di restauro, infatti, sono stati individuati dei punti sui dipinti e sulle statue che sono tenuti sotto controllo periodicamente. È, infatti, dalla misura effettuata lo scorso anno che è stato possibile valutare un cambiamento di colore eccessivo, come mostra la figura 14.

Le coordinate di colore permettono di definire in modo oggettivo un colore, con l'espressione della tonalità e della saturazione mediante numeri che esprimono un'elaborazione matematica dello spettro di riflettanza della superficie analizzata. La variazione di colore di una superficie può essere calcolata dalla differenza tra le coordinate di colore, ottenute con un colorimetro, prima e dopo un trattamento o un periodo di tempo.

Nel caso della facciata della cattedrale sono qui riportate le variazioni di colore (ΔE) avvenute tra il 1997 (restauro della facciata) e il 2005 e su varie aree e strutture della facciata stessa, figura 15.

La variazione di colore non è normalmente percettibile all'occhio umano se $\Delta E < 3$, anche se un occhio sensibile è in grado di notare una differenza per confronto diretto tra due oggetti, mentre, quando il $\Delta E > 5$ la variazione è riscontrabile anche senza un confronto diretto.

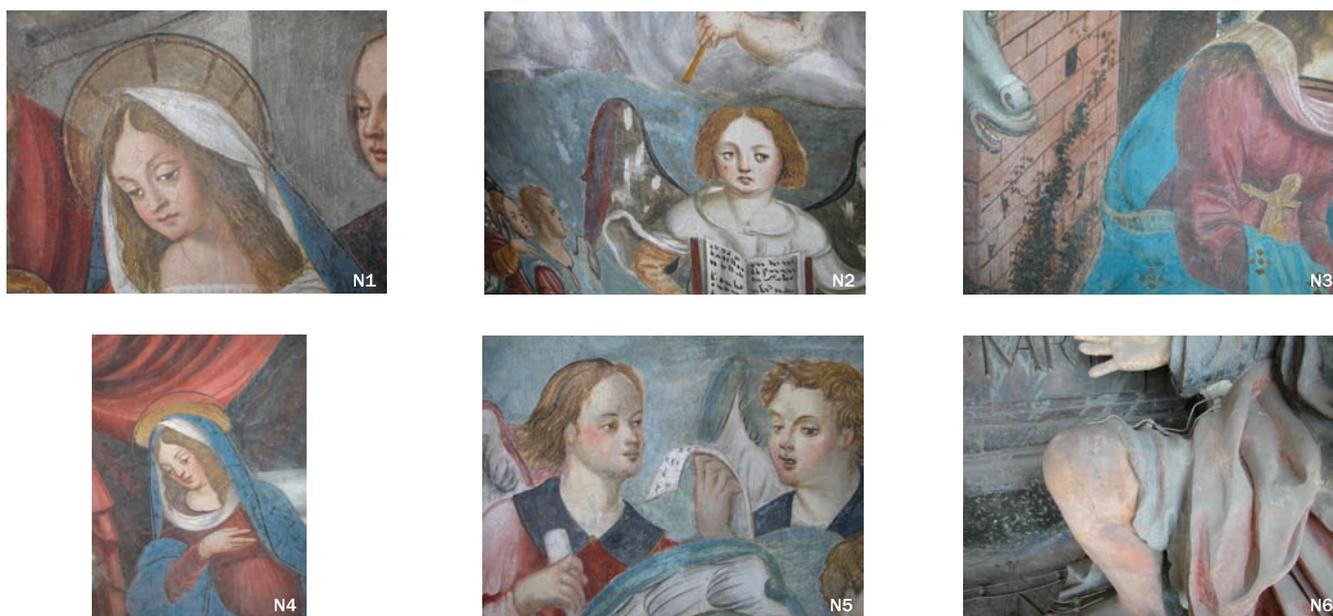
I dati mostrano che le variazioni di colore sulle parti policrome piane e scultoree della facciata, in alcuni casi, hanno superato ampiamente il limite di accettabilità (n. 3 e n. 6, fig. 14), e rappresentano superfici maggiormente soggette al deposito di particolato atmosferico.

Questa considerazione è stata alla base dell'intervento di manutenzione del 2006; lo stesso procedimento di misura sarà ripetuto ogni 2 anni al fine di ottimizzare la fase di conservazione.

Valutazione dei risultati

Questo tipo di valutazione è ancora agli inizi nel settore dei beni culturali e l'interpretazione conclusiva deve tenere conto di molte variabili, a cominciare dall'inquinamento portato dal supporto dove è stato prelevato il campione in analisi; a seguire sono quindi riportate alcune considerazioni e le prime valutazioni, gli studi più approfonditi sono ancora in corso.

Dalle analisi effettuate, con la strumentazione attualmente a disposizione, si può affermare che le polveri depositate sulla facciata della cattedrale sono di natura silicatica e carbonatica, con presenza elevata di solfati probabilmente



15. Punti di misura presi a campione per il monitoraggio sulla facciata della cattedrale. (D. Vandani)



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
++	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



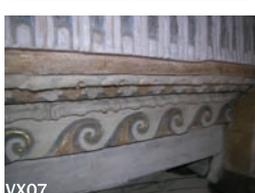
CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
++	+++	+++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
++	+++	+++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+



CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	SiO ₂	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ⁻	Sostanza organica
+	++	++	+	+	+

Tabella 2. Risultati FTIR. (R. Cristiano, P. Longo Cantisano)

Campioni	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	a ²⁺	Σ cationi	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anioni	Δanioni - cationi
VX01	8,22	3,81	4,32	2,96	31,77	51,08	10,84	0,27	0,35	4,69	1,20	16,09	0,28	33,72
VX02	8,66	1,72	4,46	2,71	17,38	34,92	12,32	0,04	0,01	3,28	0,42	8,55	0,09	24,70
VX03	14,57	2,85	6,41	6,42	50,66	80,89	14,00	0,04	0,00	4,79	0,09	43,43	0,15	62,50
VX04	7,13	1,27	2,26	10,45	37,40	58,53	7,47	0,04	0,00	2,55	0,31	29,44	0,21	40,02
VX05	11,93	2,15	4,52	8,87	55,92	83,41	6,97	0,00	0,00	4,59	0,21	38,70	0,12	50,58
VX06	8,70	1,22	1,95	10,50	43,29	65,66	5,85	0,00	0,00	3,55	0,43	41,26	0,23	51,32
VX07	12,74	2,24	5,34	5,92	57,30	83,54	11,41	0,00	0,00	8,11	0,75	50,55	0,13	70,94
VX08	6,05	2,04	2,08	2,86	33,80	46,82	4,21	0,00	0,06	2,85	0,13	22,50	0,13	29,88
VX09	10,06	0,99	2,58	5,72	56,18	75,53	5,52	0,00	0,00	3,57	0,00	57,08	0,08	66,25
VX10	127,28	5,54	10,29	0,89	71,27	215,27	2,15	0,19	8,76	7,61	0,02	78,96	0,49	98,18

Tabella 3. *Composizione in composti solubili, espressa in microequivalenti, misurati con IC.*

derivati da processi di solfatazione diretta del carbonato atmosferico, e che sono presenti componenti derivanti dall'attività antropica, manca per completezza la valutazione della percentuale relativa alle parti carboniose, per le quali, tuttavia, attualmente sono in corso studi specifici presso l'Università di Milano.

L'analisi, ancora molto incompleta, effettuata con TXRF mostra come in base alle differenti altezze dei depositi le polveri mostrino un'evidente differenza nella quantità di metalli, soprattutto quelli pesanti. I dati mostrano, infatti, che, se si esclude il cloro (Cl), la quantità di metalli è maggiore nelle parti basse della facciata. Questo dato mostra come l'apporto del vento è condizionato, nel movimento interno al protiro della facciata, dall'altezza e che il peso dei metalli pesanti riduce la loro presenza verso le parti alte del monumento. Va tenuto anche in considerazione che alcuni dei metalli pesanti presenti possono essere dovuti ad un "inquinamento" del campione, inteso come la possibilità di misura di parte di metalli provenienti dalla decorazione cromatica e non solo dall'inquinamento dovuto all'attività antropica. L'esempio più rilevante, in questo caso è dato dalla concentrazione dell'oro nel campione VX08, la quale risulta essere 10 volte superiore di quella del campione VX01 ma senza una motivazione plausibile, se si esclude il citato inquinamento.

L'elevata quantità di cloro rilevata deve essere valutata anche in funzione dell'apporto dovuto all'aerosol invernale, ricco di cloruri a causa dell'impiego di cloruro di calcio per rallentare la formazione di ghiaccio sulle strade. È evidente che queste valutazioni dovranno avere una maggiore correlazione fra i vari campioni prelevati e il

movimento delle masse d'aria all'interno del protiro e secondo le differenti condizioni stagionali.

Un altro dato interessante riguarda la presenza di vanadio, la quale appare essere rilevante. Di questo elemento sarebbe necessario approfondirne la provenienza, in quanto è risaputo che è un metallo con grandi capacità di catalizzatore ed entra nel ciclo di trasformazione dell'anidride solforosa in anidride solforica, la quale in presenza di questo metallo può avvenire anche a temperatura ambiente.

L'analisi termica ha cercato di evidenziare gli apporti della matrice carboniosa e organica. Il dato ottenuto si allinea con le considerazioni prima effettuate relativamente all'influenza del "peso" degli elementi nella valutazione dell'altezza del prelievo. I campioni provenienti dalle zone alte, infatti, mostrano un maggiore contenuto in composti organici rispetto a quelli delle parti più basse, in corretta contrapposizione con le considerazioni sulle quantità di metalli pesanti.

L'unico campione in cui non compare la presenza di sostanza organica è il VX10, il quale, infatti, non riguarda le polveri di deposito, ma alcuni fenomeni di efflorescenza emersi sulla superficie dei dipinti presenti sulle volte.

L'analisi della composizione ionica solubile (tabella 4) mette in evidenza una stranezza dovuta all'alta concentrazione di ioni sodio. Questa presenza è per lo più legata al contributo dei cloruri, la qual cosa fa pensare alla presenza di cloruro di sodio. Si deve comprendere, a questo punto, quale sia il contributo dei cloruri da aerosol, citato in precedenza, e di come questo possa, o si sia trasformato in cloruro di sodio (NaCl). La ricchezza di sodio sulla superfi-

Analisi termica								
	perdita peso tra 95-158 °C acqua solfati	perdita di peso tra 208-373 °C acqua silicati	perdita peso tra 388-518 °C ossalati e sost. org.	perdita peso tra 532-735 °C carbonato	perdita peso tra 750-900 °C nitrati	residuo a 1000 °C	%solfato di calcio	%carbonato di calcio
VX01	0,99	4,88	3,09	8,15	1,64	79,80	4,48	18,95
VX02	1,50	4,26	3,99	8,32	1,98	78,20	6,82	19,34
VX03	1,97	3,28	2,41	7,84	3,21	79,50	8,95	18,23
VX04	1,38	2,13	2,15	7,24	1,70	83,60	6,27	16,84
VX05	1,76	2,40	2,45	8,82	1,99	81,20	8,00	20,51
VX06	2,11	1,87	2,28	7,39	2,50	82,10	9,57	17,19
VX07	2,40	3,81	2,79	7,53	3,87	77,80	10,90	17,52
VX08	1,34	1,81	2,18	7,48	0,90	84,10	6,08	17,40
VX09	2,12	1,99	1,60	6,25	4,57	82,00	9,64	14,53

Tabella 4. *Perdite di peso % ottenute dalla decomposizione termica con la valutazione e l'interpretazione delle varie componenti decomposte, compreso il residuo a 1000 °C e la trasformazione del contenuto in percentuale per il solfato e il carbonato di calcio.*

µg/g	VX01	VX08	tecnica
Sn	<50	<50	ICP OES
Cd	6,80	8,44	ICP OES
P	<2000	<2000	TXRF
Cl	6296	2512	TXRF
V	134	153	TXRF
Cr	2419	3950	TXRF
Mn	1033	1482	TXRF
Ni	514	1190	TXRF
Ba	548	538	TXRF
Cu	213	302	TXRF
Zn	716	594	TXRF
Ga	10	11	TXRF
As	22	66	TXRF
Rb	71	75	TXRF
Sr	357	349	TXRF
Y	42	25	TXRF
Pb	235	781	TXRF
Th	<3	<3	TXRF
Br	35	<5	TXRF
Au	<6	60	TXRF
Tot con Cl	14.710	14.154	
Tot senza Cl	8.414	11.642	

Tabella 5. Risultati ottenuti dalle analisi TXRF e ICP OES sui campioni VX01 e VX08.

cie è testimoniata anche dalla presenza di grandi quantità di questo ione anche sul campione proveniente dalla volta e, quindi, non interessato da fenomeni rilevanti di deposito, infatti, su questo campione la presenza di cloruri è praticamente irrilevante. Se quest'ultima considerazione rafforza le ipotesi di provenienza dei cloruri, pone anche una riflessione molto importante per i processi di conservazione. La presenza di ioni sodio, infatti, va tenuta in grande considerazione dato che questo ione forma composti cristallini particolarmente dannosi nel settore della conservazione. Ci si riferisce alla possibile presenza di solfato di sodio, composto deliquescente che muta la quantità di molecole d'acqua nella sua struttura cristallina anche a temperatura ambiente. Il risultato di questo comportamento è dato generalmente dalla presenza di sali molto mobili e che possono cristallizzare anche all'interno delle porosità dell'intonaco con gravi problemi di subefflorescenza, di decoesione del materiale e conseguente rischio di perdita di policromia. La conoscenza sulla reale associazione dei vari ioni può essere fatta in modo ipotetico dalla comparazione dei micro equivalenti, come riportata in tabella, ma ha la sua migliore comprensione con l'impiego di tecniche analitiche più specifiche, come per esempio la diffrazione di raggi X o, meglio, la microdiffrazione.²

La prassi manutentiva di un monumento è da sempre stata una delle azioni previste e mai compiute, l'intervento sulla facciata della cattedrale di Aosta, mostra come vi sia un forte intento, da parte della Direzione ricerca e progetti cofinanziati e dai laboratori dediti alla conservazione da essa dipendenti, per realizzazione della prassi manutentiva, coadiuvata dal supporto analitico. L'intervento, del resto, era stato preventivato proprio alla fine del processo di restauro e può essere programmato e monitoraggio dal L.A.S., sfruttando sia le tecnologie dell'epoca e sia altre fornite dalle nuove proposte dell'analitica strumentale. La possibilità di unire l'esperienza dei restauratori, la loro conoscenza dei materiali e la comprensione dell'interazione con l'ambiente permettono di meglio

comprendere i fattori che possono influenzare la conservazione del nostro patrimonio storico culturale al fine di migliorare la nostra capacità di intervento.

Abstract

The maintenance procedures always represent a sore point in the management of a monument. The polychromatic façade of the Cathedral in Aosta is a clear example of how this kind of interventions can be run cheaply and with remarkable results. These maintenance phases, in fact, are often very superficial and do not dip much into the work of art, but they allow to consider possible problems of interpretation of the monument as well as to evaluate little signs of decay, visible only through close and careful observation of the surface. The input of analytical support instruments is important to integrate the work of the specialized operators and to give useful measure tools for the evolution of some phenomena and for their kinetics. The preservation programme must continue and consider procedures and intervention methods for all the regional monuments.

- 1) A. Cinosi, F. Lo Coco, A. Piccirillo, L. Appolonia, F. Ribaldi, N. Andriollo, *Caratterizzazione elementare mediante fluorescenza a raggi X in riflessione totale e spettrometria ottica in emissione con plasma accoppiato induttivamente dei depositi superficiali del Teatro Romano di Aosta*, Congresso Seriale Tematiche Ambientali 2006: inquinamento atmosferico e beni culturali, protezione e conservazione del patrimonio culturale, 2006, *in press*.
- 2) L. Appolonia, D. Vaudan, S. Migliorini, *La tecnica microdiffrattometrica applicata a problemi di conservazione, il caso particolare del "Leone di Giuda" di Arturo Martini*, proceedings: 3rd International Conference on Non-Destructive Testing, Microanalytical Methods and Environment Evaluation for Study and Conservation of Works of Art, Viterbo 1992, pp. 573-589.

*Chimico, collaboratrice esterna.