

La vetrata dei S.S. Giovanni e Paolo a Venezia: tecnica di fabbricazione ed indagini analitiche preliminari al restauro

Marco Verità

Introduzione

La vetrata dei SS. Giovanni e Paolo a Venezia costituisce un "unicum": le altre vetrate veneziane, infatti, non sono al confronto che un gruppetto sparuto di opere secondarie e di dimensioni modeste. Essa fu realizzata tra la fine del XV e gli inizi del XVI secolo, probabilmente su cartoni di Bartolomeo Vivarini e Gerolamo Mocetto, la cui firma si legge nell'ultimo ordine, ed eseguita dal vetraio Giannantonio Licinio da Lodi, che con Mocetto aveva stretto società a Murano per vetrate e smalti (1).

Tra il 1978 ed il 1982 sono stati portati a termine i lavori di restauro della vetrata; iniziati con il solo scopo di consolidarne le strutture, già dai primi sopralluoghi si rese evidente la necessità di un immediato intervento anche sulle parti vitree a causa soprattutto di estesi distacchi della grisaglia, della corrosione della superficie esterna di alcune lastre e della presenza di una pellicola nera in via di esfoliazione su tutta la superficie interna. Data la sicura origine muranese di buona parte dei vetri impiegati (con l'eccezione dei vetri rossi, come si vedrà in seguito), si è ritenuto opportuno iniziare questo lavoro con un sommario delle tecniche di produzione del vetro e delle lastre a Murano in quel periodo, documentate principalmente dagli studi di Luigi Zecchin (2).

La tecnica di fabbricazione delle vetrate

La produzione del vetro

Alla fine del XV secolo nelle vetrerie veneziane (insediate soprattutto nell'isola di Murano), per ottenere il vetro si impiegavano tecniche e materie prime che sono descritte dettagliatamente nei documenti del tempo. Le materie prime principali erano: la sabbia silicea, la cenere di piante e i componenti coloranti o decoloranti. La sabbia silicea era ottenuta comunemente da ciottoli quarzosi provenienti dai fiumi Ticino e Adige; per

facilitarne la riduzione in polvere, essi venivano preventivamente arrostiti e quindi raffreddati bruscamente in acqua fredda. Lo shock termico ne provocava lo sgretolamento; la successiva macinatura, necessaria per ottenere la completa riduzione in polvere, era compiuta di solito in impianti appositi fuori della vetreria.

La cenere vegetale costituiva il fondente; i veneziani la chiamavano "allume catino" o semplicemente "allume", ed era importata dall'Oriente (la migliore veniva dalla Siria): essa era ottenuta dalla combustione di piante litoranee (probabilmente la *Salsola kali*) ed era sostanzialmente sodica; potassiche erano invece le ceneri di felce e di faggio usate nelle vetrerie continentali, ma delle quali i muranesi, in base ai decreti della Repubblica veneta, non potevano servirsi. Analisi di alcune materie prime simili a quelle impiegate dai vetrai dell'epoca sono riportate in Tabella 1.

La fusione del vetro avveniva in due tempi; dapprima si preparava una miscela di sabbia silicea e fondente in opportuno rapporto che veniva quindi introdotta in "calchera". Questo era un forno ad una sola camera in cui le fiamme ottenute dalla combustione della legna lambivano la volta, arroventandola; il conseguente riverbero riscaldava la miscela provocando la formazione di una massa incoerente detta "fritta". Durante questa prima fase la massa era tenuta in continuo movimento per evitare che iniziasse il processo di vetrificazione.

Tolta dalla calchera, la fritta, mescolata al rottame di vetro e ad una piccola quantità di decolorante (o di colorante), era caricata nei vasi fusori (crogioli) posti in un secondo forno dove si completava la fusione, cioè fino ad ottenere il vetro lavorabile, omogeneo, privo di bolle e di opportuna viscosità. Il decolorante usato a Murano per il vetro trasparente ed incolore era l'ossido di manganese, in grado di compensare le colorazioni

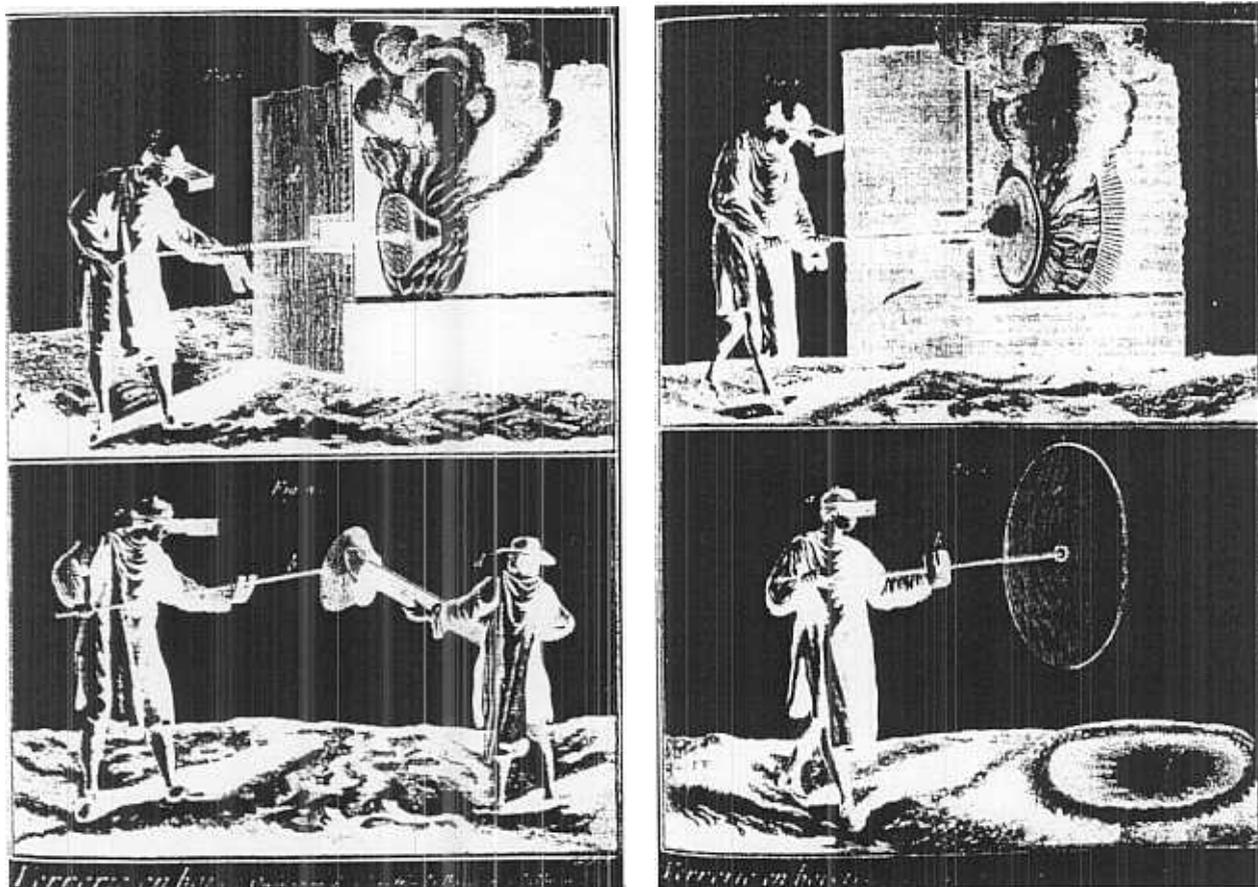


Fig. 1a, b, c, d: Alcune fasi della lavorazione dei dischi di vetro da cui venivano tagliate le lastre (stampe tratte da "Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences des Arts et des Métiers del 1751-1772)

indesiderate provocate dalle impurità presenti nelle materie prime (soprattutto ossido di ferro).

Per colorare il vetro si aggiungevano nel crogiolo degli ossidi di manganese (viola), cobalto (blu), rame (acquamarina, verde e rosso) e ferro (giallo, verde). La colorazione finale dipendeva anche dalle condizioni e dal modo in cui veniva condotta la fusione. Ad esempio, i vetri "acquamarina" e "rosso-rubino" erano entrambi ottenuti con il rame, ma, mentre per il primo la fusione era condotta in condizioni ossidanti, per il secondo si operava in condizioni riducenti per favorire la formazione di rame metallico colloidale.

Nel corso delle indagini analitiche si è sorprendentemente riscontrato che i vetri rosso-rubino originali della vetrata avevano una composizione chimica diversa dagli altri ed erano stati prodotti con una tecnica particolare. Le lastre rosse infatti non erano colorate in massa, ma un

sottile strato di vetro rosso (0.10-0.15 mm di spessore) era "incamiciato" tra due strati di vetro trasparente incolore. Benchè all'epoca anche a Murano fosse nota la tecnica di fabbricazione di questo colore, il fondente potassico impiegato nella produzione di questi vetri rivela la loro origine continentale. Dati i floridi scambi commerciali esistenti all'epoca tra Venezia e la Germania, è probabile che fossero di origine tedesca. Altri due colori, il giallo "argento" e il rosa "incarnato" presenti nella vetrata, erano ottenuti con tecniche particolari di cui parleremo in seguito.

La lavorazione del vetro piano

Al tempo della fabbricazione della vetrata, a Murano era noto ormai da secoli un procedimento per la produzione di vetri piani: colto con la canna da vetraio un po' di vetro fuso dal crogiolo, e ottenutane a soffio una specie di palla schiacciata, la si attaccava a caldo ad un puntello in corrispondenza del polo opposto a quello di attacco della canna, si staccava quest'ultima e si allargava con successive operazioni a caldo il foro da essa lasciato. Infine, dopo aver fortemente riscaldato il pezzo, si imprimeva un rapido moto di rotazione al

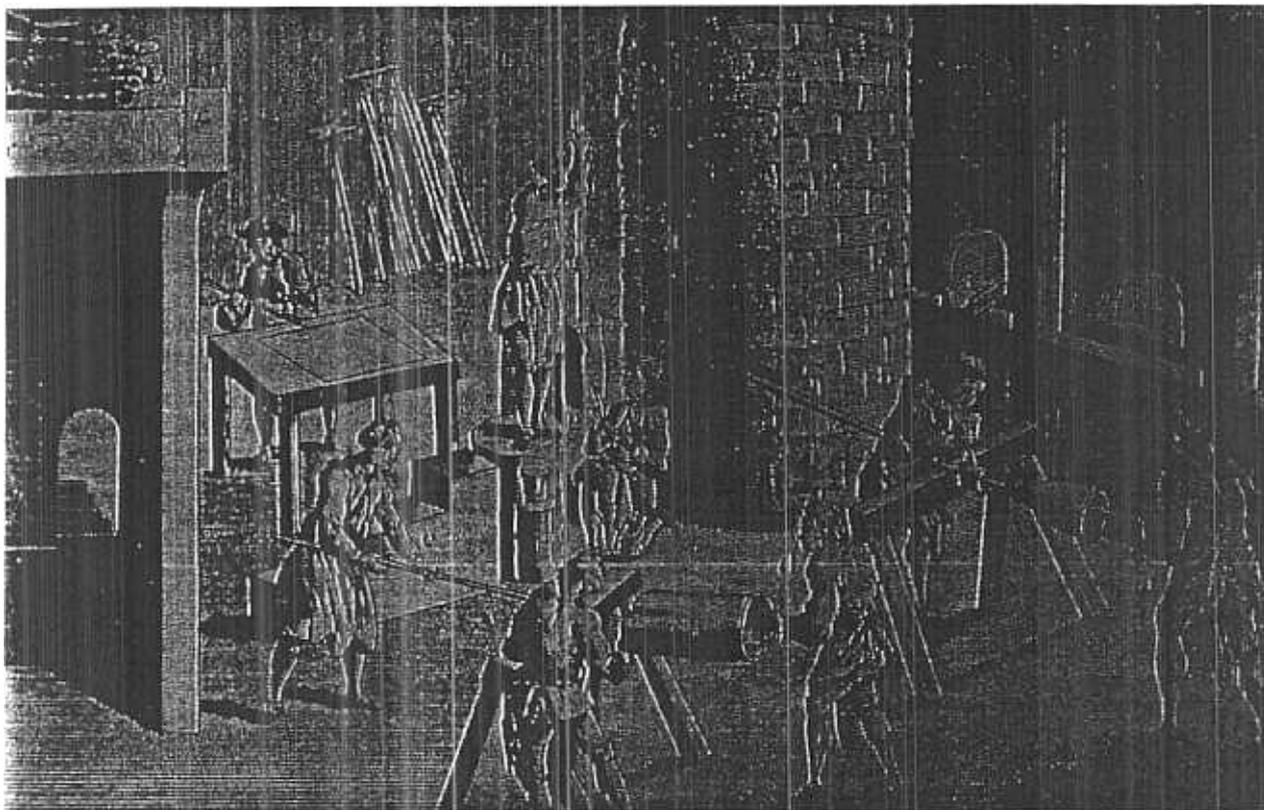
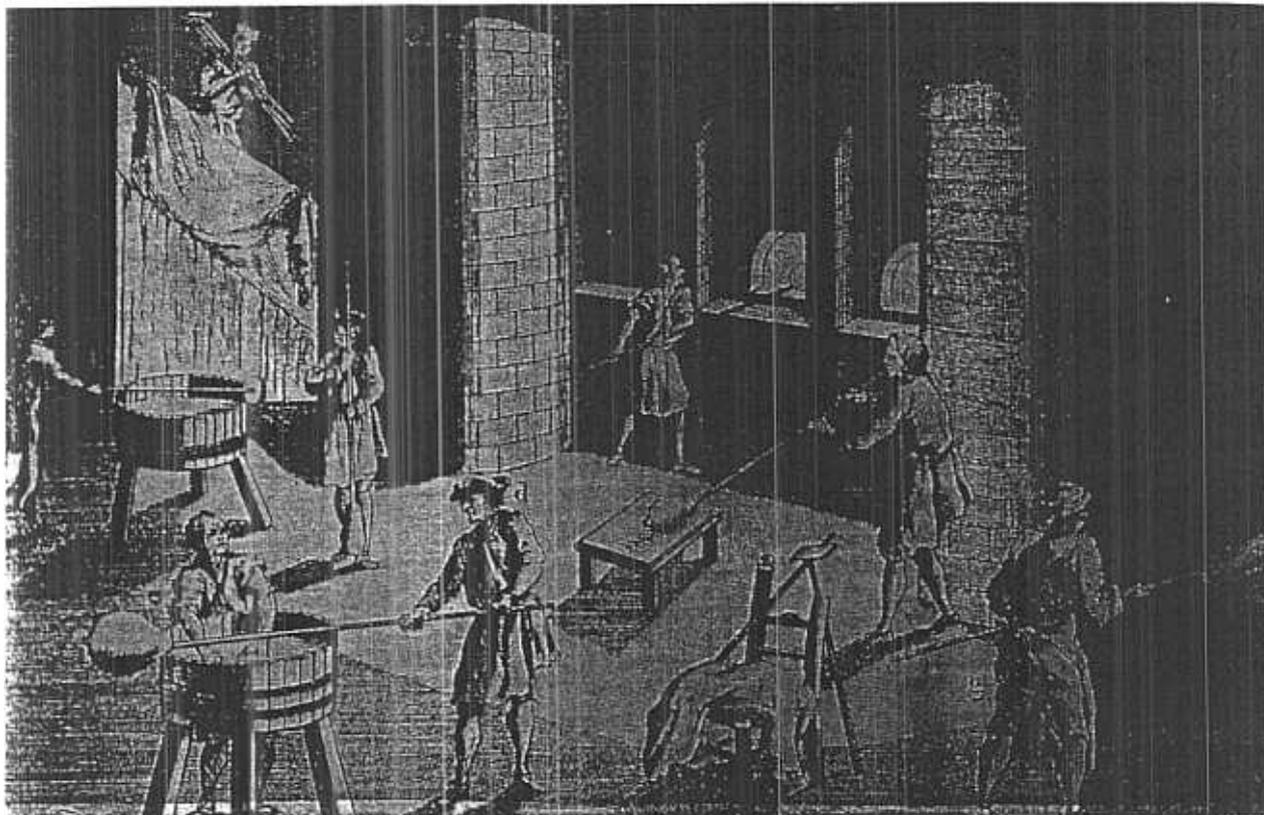


Fig. b. varie fasi della produzione delle lastre di vetro secondo la tecnica del cilindro (stampe tratta dall'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences des Arts et des Métiers del 1751-1772).



Fig. 3a, b: Il volto del Giovanni Battista visto in trasparenza dall'interno (a) e in luce riflessa dall'esterno (b). In quest'ultima figura sono evidenti l'incarnato dipinto all'esterno e tracce dell'applicazione del giallo all'argento

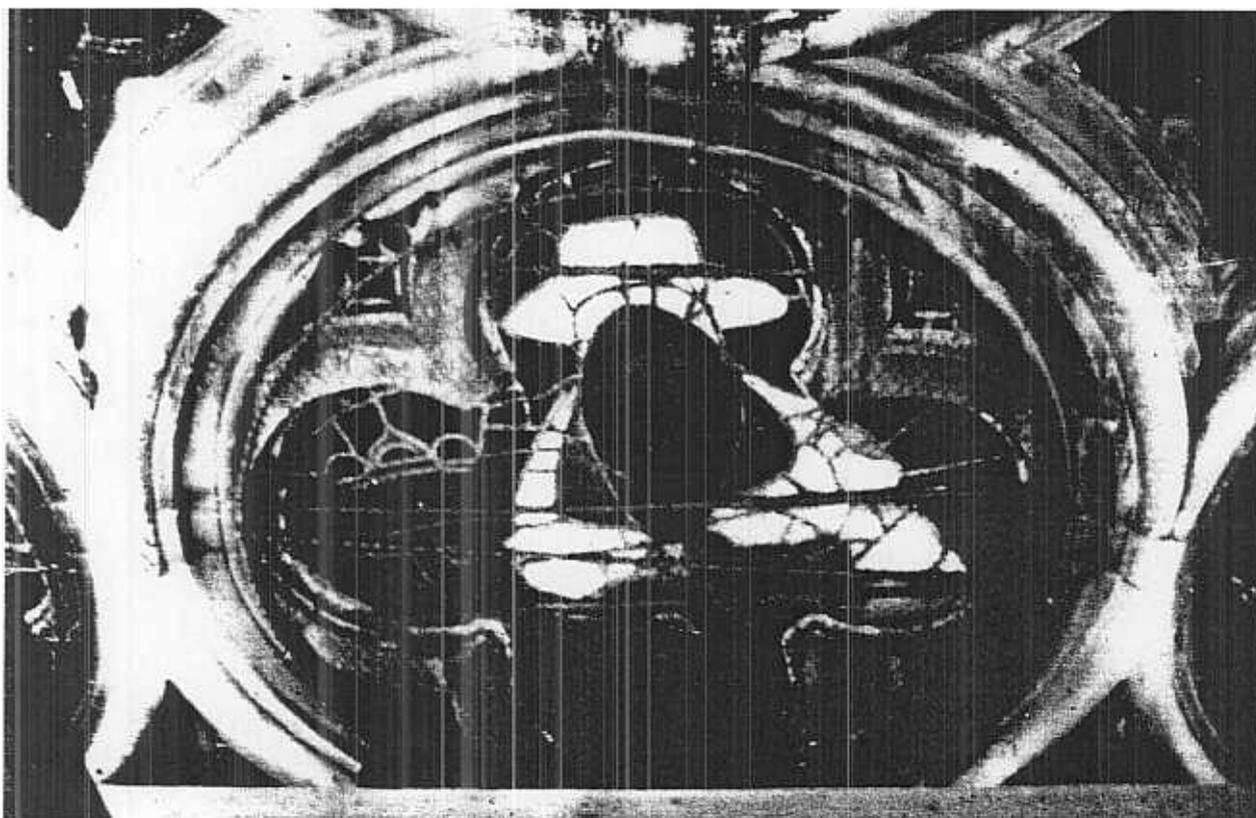


Fig. 4: Particolare della vetrata visto dall'esterno. Le lastre corrose sono coperte da croste bianche

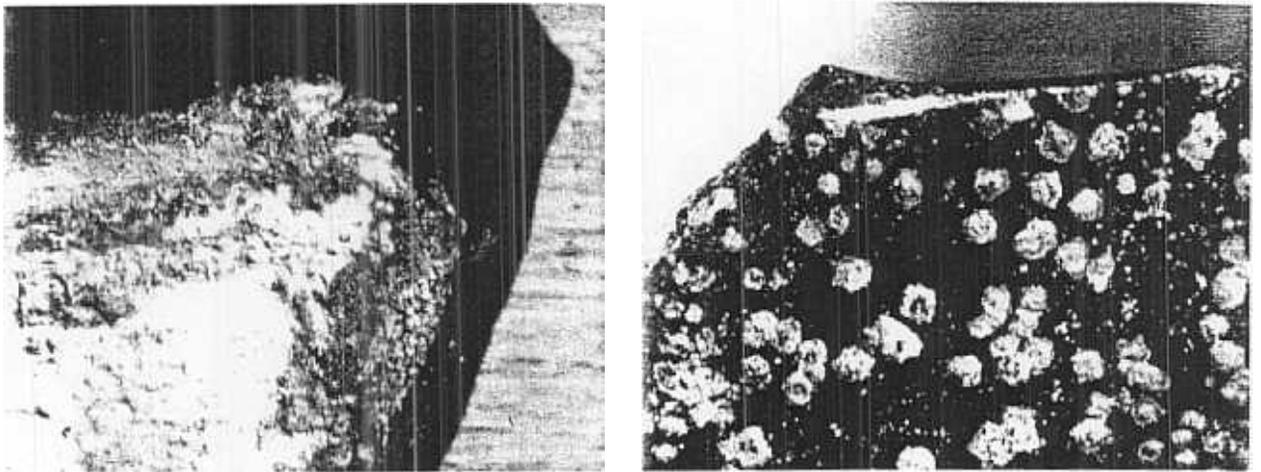


Fig. 5a, b: Particolari della superficie esterna (a) di un vetro corroso, coperto da spesse croste, e della superficie interna (b) dove si notano inneschi circolari di corrosione



ig. 6: Volto di un angelo con evidenti distacchi di grisaglia

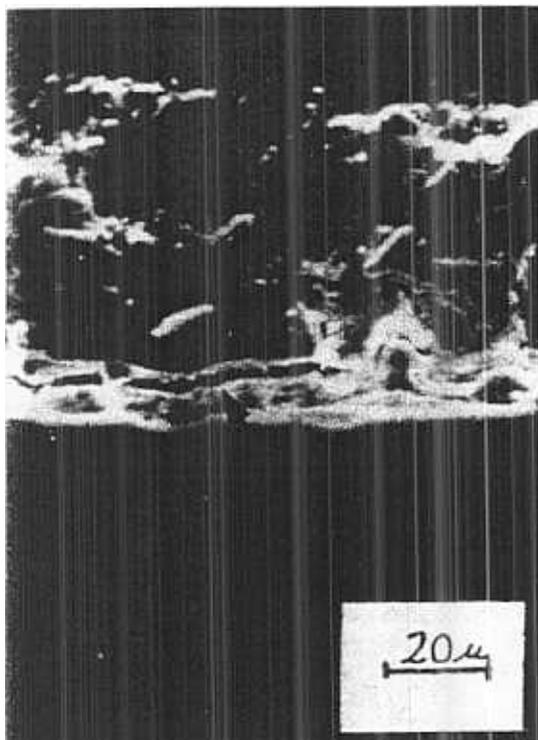


Fig. 7: Sezione al microscopio elettronico di una lastra non corrosa, decorata. La grisaglia è attraversata da microfratture che ne compromettono la stabilità

puntello: per forza centrifuga il vetro assumeva allora una forma piatta pressochè circolare, ma di irregolare spessore, restando un maggior ingrossamento verso il centro (Fig.1). Da questa specie di disco, dopo la ricottura necessaria per eliminare le tensioni, venivano ritagliate le lastre richieste per la composizione della vetrata.

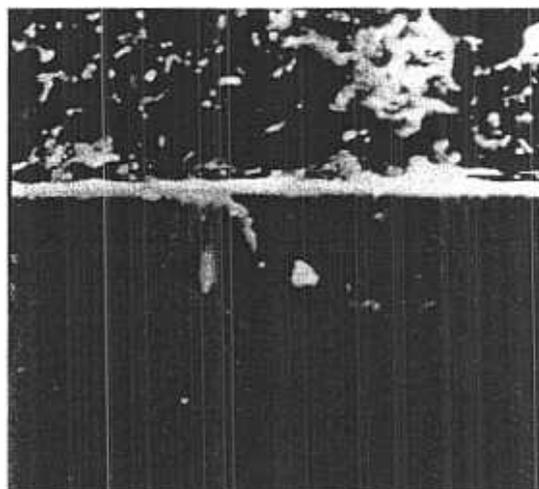
Non è da escludere che, oltre a questa tecnica, ne sia stata impiegata anche un'altra, introdotta a Venezia attorno al 1493, che aveva soprattutto il vantaggio di fornire lastre di dimensioni superiori alla precedente. La pasta di vetro prelevata con la canna veniva soffiata e lavorata a caldo fino a formare un cilindro cavo; poi, sempre a caldo, esso veniva tagliato, aperto e lasciato rilassare su una piastra in modo che, terminata la ricottura, si ottenesse un foglio rettangolare di vetro piano (Fig.2).

La lavorazione della vetrata

Poste le lastre di vetro sul disegno da riprodurre, con un puntello intinto nella biacca stemprata in acqua se ne tracciava il contorno. Sul segno lasciato, si passava un ferro caldo appuntito che

consentiva di ottenere dalla lastra il pezzo di vetro con la sagoma desiderata. Esso veniva quindi riposto sul disegno e si passava alla pittura. A tale fine si impiegava la "grisaglia", una polvere che stemperata nella chiara d'uovo e applicata sul vetro aderiva ad esso in modo definitivo dopo un particolare ciclo di cottura. La polvere infatti era costituita da ossidi coloranti (ferro, rame e cobalto principalmente) dosati in base al colore che si voleva ottenere, e da una polvere bassofondente ottenuta per esempio macinando i "paternostri" di vetro giallo, le perline impiegate di solito nella fabbricazione dei rosari, prodotte con un pasta vitrea derivata dalla fusione di sabbia silicea e ossido di piombo. I pezzi dipinti erano quindi posti in un apposito fornello, riscaldati fino alla tempera-

Fig. 8: Sezione al microscopio elettronico di una lastra corrosa, decorata. La grisaglia poggia su uno strato di vetro alterato in profondità (asporto del potassio) e attraversato da numerose microfratture



tura di rammollimento del vetro e lasciati poi raffreddare lentamente. Durante il riscaldamento la fase vetrosa della grisaglia fondeva interagendo con il vetro della lastra e fissando così ad essa la grisaglia in modo definitivo. Nei punti del disegno la cui riproduzione risultava imperfetta dopo la cottura, si interveniva con dei ritocchi con sostanze bituminose in grado di aderire al vetro senza bisogno di una successiva cottura.

Con una tecnica simile a quella della grisaglia si realizzavano anche alcune colorazioni particolari del vetro già accennate in precedenza (Fig.3). Per il giallo argento, impiegato per colorare solo alcune parti delle lastre (ad esempio diademi, barbe, capelli, ecc.), si deponiva sulla superficie del vetro un sottile strato di sali di argento in polvere impastati con un mezzo neutro (ad es. argilla). Riscaldato il pezzo in un forno con un ciclo termico simile a quello descritto per la grisaglia, l'argento penetrava nel vetro e generava dei centri di colore che producevano, nel corso del lento raffreddamento, la desiderata colorazione gialla.

Per ottenere invece la colorazione "rosa incarnato", sulla superficie delle lastre venivano depositi dei coloranti a base essenzialmente di ossido di ferro, il cosiddetto "ferro-croco". Il procedimento di cottura era simile a quello descritto per la grisaglia, solo che lo strato d'ossidi era così sottile da essere semitrasparente alla luce, producendo in tal modo la colorazione desiderata.

Terminata la dipintura e la cottura dei singoli pezzi, i vetri venivano fissati tra loro con listelli di piombo successivamente saldati insieme con una lega di piombo e stagno.

Problemi di conservazione della vetrata: Indagini analitiche

Attraverso i secoli la vetrata si è trovata sottoposta a numerose sollecitazioni che hanno provocato un progressivo deterioramento e reso necessari periodici interventi di restauro. Sbalzi di temperatura, sollecitazioni meccaniche, umidità e inquinamento atmosferico hanno generato una serie di danneggiamenti tra cui i principali sono stati: la rottura dei vetri, il distacco delle grisaglie con conseguente perdita del disegno, e la corrosione che si è manifestata sui vetri di origine tedesca. A questi danneggiamenti, oltre ai fattori già indicati, possono aver contribuito anche restauri eseguiti in modo inopportuno, quali ad esempio tentativi grossolani di pulizia o viceversa di protezione della

vetrata con resine inadatte. In occasione del restauro sono state eseguite delle indagini analitiche, principalmente con l'impiego del microscopio elettronico a scansione con microanalisi a raggi X. Con questo strumento è stato possibile ottenere immagini delle superfici o delle sezioni dei vetri a forti ingrandimenti e determinare contemporaneamente la loro composizione e quella dei prodotti di alterazione. Per conoscere la struttura cristallina delle grisaglie e dei prodotti di corrosione è stata usata la diffrazione a raggi X, mentre per determinare la natura della pellicola scura in via di esfoliazione si è utilizzata soprattutto l'analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

Con le indagini analitiche si sono ottenute diverse informazioni non solo riguardo alle cause di alterazione ma anche di carattere storico. A questo proposito, l'analisi chimica dei microscopici frammenti prelevati in diversi punti della vetrata ha permesso di accertare che la maggior parte dei vetri originali della vetrata sono di produzione muranese e solo una piccola parte (tra cui i vetri rosso rubino) sono di produzione continentale. Tutti i vetri ben conservati hanno infatti una composizione prevalentemente sodica, tipica dei vetri prodotti nelle fornaci muranese, mentre quelli corrosi sono di composizione potassica, tipica dei vetri prodotti con ceneri di piante continentali.

L'analisi delle grisaglie e del "rosa incarnato" hanno confermato che tutti e due i materiali erano composti essenzialmente da un vetro bassofondente a base di piombo e silice in cui erano dispersi gli ossidi coloranti (Tab.2).

Per alcune parti della vetrata di difficile attribuzione storica è stato poi possibile determinare, dal confronto delle composizioni chimiche, se si trattava di pezzi originali o provenienti da successivi restauri.

Per quanto riguarda la corrosione comparsa solo sui vetri di produzione continentale (il 4% circa dell'intera superficie), si è accertato che lo strato bianco composto da solfato di calcio (gesso) e solfato di calcio e potassio (singenite) che li ricopre, soprattutto all'esterno (Fig.4), si è generato per interazione dell'umidità acida per SO_2 proveniente dall'inquinamento atmosferico con il calcio e il potassio estratti dal vetro. La struttura chimicamente meno stabile di questi vetri ha consentito una progressiva infiltrazione dell'umidità, la conseguente disgregazione delle superfici

	Ciottoli Ticino	Cenere Sals. Kali	Cenere Felce	Vetro intatto	Vetro corroso
SiO ₂	98.3	6.50	8.00	68.0	60.0
Al ₂ O ₃	0.75	1.00	1.50	0.80	1.50
Na ₂ O	0.22	17.00	0.40	14.50	0.20
K ₂ O	0.05	8.00	25.50	3.00	20.00
CaO	0.13	16.00	18.00	8.50	11.50
BaO	--	--	0.30	--	0.30
MgO	0.09	10.00	8.00	3.00	3.50
SO ₃	--	2.20	4.50	0.30	0.20
P ₂ O ₅	--	1.00	4.00	0.50	1.50
Cl	--	4.00	3.50	0.80	0.05
TiO ₂	0.03	--	--	0.04	0.06
Fe ₂ O ₃	0.20	1.20	0.70	0.35	0.40
MnO	--	0.03	0.50	0.30	0.40
CO ₂	--	33.0	25.00	--	--

Tabella 1. Composizione chimica espressa in % in peso degli ossidi di alcune materie prime probabilmente impiegate nelle vetrerie del XV. secolo e di due vetri incolore rispettivamente non corrosivo (prodotto con fondente sodico) e corrosivo (fondente potassico) della vetrata

	Grisaglia	Rosa incarnato
SiO ₂	41.00	48.00
PbO	25.00	21.00
Al ₂ O ₃	1.50	6.50
Na ₂ O	1.00	2.50
K ₂ O	1.00	4.00
CaO	4.20	3.20
MgO	3.00	2.50
SO ₃	0.20	0.30
P ₂ O ₅	0.20	2.50
Cl	1.20	1.50
TiO ₂	0.20	0.10
Fe ₂ O ₃	20.00	7.00
CuO	0.70	0.50
CoO	0.20	--
ZnO	0.50	0.40
NiO	0.10	--

Tabella 2. Composizione chimica media di alcune grisaglie e del rosa incarnato

(più evidente dall'esterno che dall'interno, Fig.5) e il generarsi del deposito salino e di uno strato di vetro corrosivo e disgregato all'esterno che li hanno resi completamente opachi alla luce (3).

Il fenomeno del distacco della grisaglia, esteso a numerose lastre, ha avuto in realtà diverse origini. Dove il distacco è avvenuto in modo localizzato a piccoli crateri è probabile che si fosse creata, al momento della cottura della grisaglia, una bolla di gas che ha impedito a quest'ultima di aderire al vetro. Dove invece il distacco interessa intere lastre (Fig.6) le cause possono essere diverse:

- la cottura della grisaglia a temperature o per tempi insufficienti, con conseguente scarsa interazione degli elementi bassofondenti con il vetro della lastra e quindi una cattiva adesione tra i due materiali;
- la diversa composizione chimica tra vetro e grisaglia e il conseguente diverso coefficiente di dilatazione possono aver provocato, a causa delle variazioni di temperatura, la fessurazione della grisaglia e quindi il progressivo sgretolamento (Fig.7);
- nel caso dei vetri corrosivi, l'estensione del fenomeno di alterazione del vetro anche sotto le

grisaglie con formazione di uno strato alterato e friabile, attraversato da numerose microfratture (Fig. 8);

- interventi di pulitura eseguiti in restauri precedenti con metodi troppo drastici possono aver sciolto i ritocchi a freddo nonché aver asportato la grisaglia danneggiata.

La rottura e scheggiatura sono fenomeni ai quali il vetro, materiale molto fragile, è particolarmente esposto, ed a causa di questo tipo di danneggiamento circa il 20% dei pezzi originali della vetrata è stato progressivamente sostituito nei successivi restauri. Le cause possono essere state le più svariate, e va ricordato che a Venezia già nel XIV secolo era stato vietato, con un decreto del Maggior Consiglio, di tirare "cum archis ballotas, rumpendo fenestras vitreas"!

Uno dei principali problemi che si è dovuto affrontare nel corso del restauro riguarda la superficie interna della vetrata; che appariva ricoperta da una pellicola nera di vario spessore ed in via di esfoliazione. La sua presenza è stata giudicata particolarmente pericolosa in quanto produceva lo strappo di molte parti della grisaglia, oltre a rendere illeggibili alcune parti della vetrata stesa.

Allo scopo di identificare la natura di tale pellicola sono stati prelevati alcuni campioni, successivamente esaminati mediante:

- studio in luce riflessa al microscopio polarizzatore (strangrafia);
- saggi microanalitici per l'individuazione dei componenti organici e inorganici della pellicola nera, nonché dei solventi atti alla rimozione della stessa;
- analisi per spettrofotometria all'infrarosso per la caratterizzazione della frazione organica.

Si è trovato che la pellicola contiene una pigmentazione, con ogni probabilità aggiunta volutamente, costituita da particelle di nerocarbone, responsabile della sua colorazione. Altri componenti organici risultati presenti sono dei minuscoli frammenti di grisaglia colorata, probabilmente staccati dal loro supporto all'atto dell'applicazione (senz'altro effettuata a pennello, come si osserva dalle tracce delle pennellate sui vetri), e delle particelle di ocre rosse, forse anch'esse facenti parte della "carica" della pellicola. Le analisi hanno rivelato che essa è costituita da una resina naturale mescolata a un olio essiccato; l'invecchiamento

subito dalla resina rende praticamente impossibile una sua più precisa indentificazione. E' probabile comunque che del mastice o della dammar, le più comuni vernici usate per dipinti, siano state usate come fissativi per la grisaglia, e ad esse siano state aggiunte piccole quantità di un olio essiccato allo scopo di conferire al protettivo una maggiore elasticità e resistenza meccanica. L'effetto di strappo, così dannoso per la grisaglia, sortito da questo trattamento, si può forse spiegare con il diverso essiccamento e ritiro dei due componenti organici, e con il loro differente comportamento rispetto al vetro per quanto riguarda la dilatazione termica.

Bibliografia

1. AA.VV. "La grande vetrata di San Giovanni e Paolo: Storia, iconologia, restauro". Marsilio Ed., Venezia (1982)
2. L. Zecchin "Vetro e Vetrai di Murano" Vol. I, II, III. Arsenale Ed., Venezia (1990).
3. R. Newton, S. Davison "Conservation of Glass". Butterworths & Co. Ltd., London 1989.