

A SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE E DEL BIOTA NEL SETTORE DEI BENI CULTURALI

Salvatore Lorusso

Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali,
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (sede di Ravenna)

Fernanda Prestileo

Centro di Studio sulle Cause di Deperimento e sui Metodi di Conservazione
delle Opere d'Arte, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma

Gino Moncada Lo Giudice

Centro di Studio sulle Cause di Deperimento e sui Metodi di Conservazione
delle Opere d'Arte, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma

Annamaria Giovagnoli

Laboratorio di Chimica, Istituto Centrale del Restauro, Roma

Giancarlo Lanterna

Laboratorio di Chimica, Opificio delle Pietre Dure, Firenze

1. Premessa

Si ritiene opportuno inizialmente far presente che la salvaguardia dell'ambiente e del biota nel settore dei beni culturali rientra nell'ambito del controllo di qualità non solo dei materiali costitutivi (materie prime e componenti) ma anche dei prodotti impiegati per i vari interventi di manutenzione, conservazione e restauro (1-3).

Tra i materiali si debbono considerare anche quelli costituenti i manufatti "nuovi", gli ausiliari da inserire, applicare, aggiungere a quelli antichi bisognosi di restauro (ad esempio un telaio per tendere un dipinto su tela o un supporto che permetta il riassemblaggio di una scultura in frammenti, o un intonaco nuovo da applicare ad una architettura antica).

Tralasciando, per quanto qui compete, gli aspetti relativi alla efficacia e alla compatibilità sia dei materiali sia dei prodotti con il materiale originario e alle eventuali azioni secondarie dannose o meno per l'oggetto trattato, il presente studio si riferisce, in particolare, agli aspetti relativi alla pericolosità dei prodotti impiegati: a tal riguardo l'attenzione è rivolta alla salvaguardia della salute dell'operatore e/o del fruitore e, quindi, alla qualità dell'ambiente in cui si effettua l'intervento. Pur essendo il laboratorio e il cantiere di restauro ambienti di lavoro molto particolari e difficilmente assimilabili ad

altri di tipo artigianale o industriale, si può ragionevolmente considerare che questi ambienti presentino problematiche per le quali ci si può giovare delle esperienze maturate in altri settori.

2. Alcuni criteri di valutazione dei materiali e dei prodotti

Se è difficile risolvere il problema sul piano generale e nello stesso tempo con sufficienti dettagli per le diverse tipologie di manufatti, per alcuni di essi si sono stabiliti requisiti e criteri di valutazione delle materie prime e dei prodotti finiti che vanno al di là dei generici parametri di efficacia, reversibilità, pericolosità e durabilità di cui tanto si discute.

Nel restauro dei materiali librari, ad esempio, sono state descritte già da diversi anni le prove di laboratorio utili al controllo di qualità dei cartoni da impiegare (Decreto del Ministro per i Beni Culturali e Ambientali pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale" n. 257 del 19-9-1983).

Nel settore dei materiali lapidei naturali e artificiali (marmi e pietre, intonaci, stucchi, laterizi, cotti, ecc.), nel 1977 l'Istituto Centrale del Restauro (Ministero per i Beni Culturali e Ambientali) e il Consiglio Nazionale delle Ricerche hanno istituito la Commissione NORMAL (Normativa Materiali Lapidei), allo scopo di stabilire metodi unificati per lo studio delle alterazioni dei materiali lapidei e per il controllo dell'efficacia dei trattamenti conservativi di manufatti di interesse storico-artistico.

Vi partecipano Istituti centrali del Ministero (ICR di Roma, Opificio delle Pietre Dure di Firenze), Soprintendenze (Bologna, Napoli, Aosta, Venezia, Chieti, ecc...), Centri del CNR (Roma, Milano, Firenze, Lecce, ecc...), Atenei (Pisa, Firenze, Milano, Pavia, Trento, Bari, ecc...), Industrie, professionisti, imprenditori.

Fino al 1996 la Commissione, articolata in gruppi di lavoro (Chimica, Petrografia, Biologia, Malte, Metalli, Ceramiche e vetri, Protettivi, Prove non distruttive, Strutture, ecc...), ha emanato una serie di "Raccomandazioni" inerenti le modalità di campionamento, analisi e normalizzazione del lessico della diagnostica legata ai materiali lapidei costituenti i beni culturali. Le "Raccomandazioni", edite a cura del CNR, hanno avuto circolazione presso le Soprintendenze, i Direttori dei lavori, le maestranze, i tecnici coinvolti nei restauri e nella documentazione dei beni culturali.

Partendo da principi più propriamente analitici, le "Raccomandazioni" hanno poi assunto un'importanza sempre maggiore, svolgendo una funzione più specifica per

quanto riguarda sia la caratterizzazione dei beni culturali, sia le loro forme di degrado ("il lessico" e "l'atlante del degrado", di recente revisione), nonché il contenuto prestazionale dei prodotti utilizzati nelle fasi operative del restauro (protettivi, consolidanti).

Nel 1996, a seguito di una Convenzione tra il Ministero per i Beni Culturali e Ambientali e l'UNI (l'Ente Nazionale Italiano di Unificazione), è stata attivata presso l'UNI stesso (per il settore della conservazione del patrimonio storico-artistico nazionale) la attuale Commissione "Beni Culturali - NORMAL". Ciò, oltre a consentire il trasferimento delle acquisizioni tecnologiche italiane in ambito europeo (CEN) ed internazionale (ISO), qualifica le "Raccomandazioni" sotto il profilo di vere e proprie norme.

Nella sua forma attuale i campi di attività e la struttura della Commissione sono quelli riportati nelle tabelle 1 e 2 (4).

Per quanto riguarda i dispositivi di legge nel settore dei beni culturali è importante citare il Regolamento sui lavori pubblici riguardanti i beni culturali in attuazione della Legge 109/94 e successive modifiche (Legge Merloni), che stabilisce le norme da applicare a tutte le categorie di lavori sui beni culturali, articolate nelle apposite categorie per le attività di scavo archeologico, restauro e manutenzione dei beni sottoposti a tutela.

Di particolare rilevanza è il fatto che la vigente legislazione in materia riconosce ed attribuisce alla diagnosi un ruolo preliminare e basilare nella progettazione degli interventi di conservazione quale fondamento, a carattere multidisciplinare, dell'intero processo (Progetto preliminare, Progetto definitivo, Progetto esecutivo e Piano di manutenzione).

Tab. 1 - Campi di attività delle Commissioni UNI-NORMAL.

• Conservazione dei beni culturali (in ambiente non confinato e confinato): pietre; malte (da murature, perintonaci, per applicazione di rivestimenti, per decorazioni, per usi particolari); stucchi; prodotti ceramici (laterizi, terrecotte, porcellane); calcestruzzi; vetri; mosaici; policromie su pietra, su tela, su legno, su intonaco; metalli; carta; legno; tessuti
• Definizioni terminologiche
• Metodologie analitiche per la caratterizzazione del materiale, dello stato di conservazione, degli agenti del degrado (chimici, fisici, biologici)
• Metodologie analitiche per la valutazione dell'efficacia dei prodotti (biocidi, pulenti, consolidanti, sigillanti e malte da stuccature, protettivi) e delle metodologie di applicazione
• Rilievo e documentazione
• Parametri ambientali (fattori fisici e chimici)
• Metodologie di intervento per il restauro dei beni architettonici, storico-artistici, archeologici
• Normative per i contenitori espositivi di opere d'arte

Tab. 2 - Articolazione dei Gruppi di Lavoro della Commissione UNI-NORMAL¹.

GL1	Metodologie biologiche
GL2	Sperimentazione di metodologie per il controllo dei biodeteriogeni
GL3	Metodologie chimiche
GL4	Inquinamento atmosferico
GL5	Metodologia per i trattamenti conservativi delle superfici: sperimentazione
GL6	Metodologia per la caratterizzazione di ceramiche e vetri
GL7	Metodologie fisiche di laboratorio
GL8	Fisica ambientale
GL9	Metodologie per il rilievo
GL10	Metodologie per la documentazione
GL11	Metodologie per la caratterizzazione di malte storiche e da restauro
GL12	Materiali metallici
GL13	Metodologie petrografiche
GL14	Prove non distruttive e prove meccaniche
GL15	Restauro beni architettonici
GL16	Restauro beni architettonici - impianti
GL17	Restauro beni archeologici
GL18	Restauro beni artistici - storici
GL19	Umidità delle strutture murarie: metodi di valutazione

Altro elemento che contribuirà, in tempi brevi, a modificare sostanzialmente le attività del settore è il Capitolato Speciale Tipo per il Restauro dei Beni Architettonici, Archeologici e Storico-Artistici. Questo, elaborato congiuntamente dal M.B.A.C. e dal CNR, è in fase di verifica sperimentale a cura di alcune Soprintendenze e sarà a breve reso pubblico.

Tale Capitolato è articolato in 5 volumi concernenti rispettivamente:

- VOL.1 - NORMATIVA DI LEGGE
- VOL.2 - DIAGNOSTICA
- VOL.3 - BENI ARCHITETTONICI
- VOL.4 - BENI ARCHEOLOGICI
- VOL.5 - BENI STORICO-ARTISTICI

Con il Capitolato verrà identificato, in stretta connessione con le Normative UNI della Commissione UNI-NORMAL, uno schema procedurale cui fare riferimento anche per la definizione del sistema del controllo di qualità nel settore.

Nel Capitolato Speciale troveranno sede quindi sia le prerogative dei prodotti e materiali di intervento sia le metodologie di prova per la verifica dell'efficacia ed il controllo dell'eventuale pericolosità dei prodotti, nonché i criteri per la valutazione dei risultati sperimentali. Infatti, per poter parlare di controllo di qualità dei prodotti, è necessario non solo definire i parametri da misurare e i relativi metodi di prova, ma anche indicare i limiti di

accettabilità entro cui quei parametri devono ricadere affinché il prodotto possa essere giudicato atto allo scopo.

Al momento attuale però, non sono molti i casi in cui tali limiti sono stati individuati quantitativamente: nel caso della pulitura, ad esempio, è stato stabilito che i prodotti chimici da impiegare abbiano un pH compreso tra 5.5 e 8.0 e che le resine scambiatrici di ioni, da applicare ad impacco sulla superficie dei manufatti, siano di grado analitico ed abbiano granulometria <100 mesh. In genere si è soltanto in grado di indicare genericamente quali siano le caratteristiche auspicabili.

Un possibile criterio per l'individuazione dei limiti di accettabilità, almeno per i prodotti da impiegare per alcuni tipi di trattamento, è quello di fare riferimento alle caratteristiche originarie del materiale lapideo costituente il manufatto e allo stato di conservazione attuale (5).

Nel caso della valutazione della quantità dei sali solubili che vengono rilasciati dai diversi tipi di malte, in particolare, per esempio, da quelle a base di leganti idraulici, possono essere presi come riferimento i valori ottenuti con una malta tradizionale a calce, sabbia e pozzolana, nella consapevolezza che impasti di questo tipo, usati fin dall'antichità con risultati soddisfacenti, non danno in genere luogo ad apporti massivi di sostanze saline, determinanti poi efflorescenze saline superficiali (6).

In molti altri casi però questi riferimenti quantitativi non sono possibili o non sono facili da individuare: almeno finché la ricerca scientifica nel settore non fornirà le conoscenze necessarie, ci si dovrà limitare per ora in molti casi ad indicare i requisiti richiesti ai prodotti da impiegare per i diversi tipi di trattamento, le prove da effettuare per sperimentare i prodotti sui vari litotipi e in quale senso debbano essere modificate le diverse proprietà del materiale da conservare affinché il prodotto in esame possa essere considerato idoneo.

3. La conformità alle norme tecniche sulla qualità

Fino ad un passato recente le conoscenze empiriche ed un cospicuo bagaglio di esperienze hanno costituito l'unico fondamento della prassi del restauro ed ancora oggi si fa ricorso ad esse nei casi in cui le informazioni scientifiche siano carenti. Ma è una conquista recente la consapevolezza da parte degli esperti del settore che la conoscenza delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e fisiche dei prodotti di restauro, nonché

del loro comportamento nel tempo, è il presupposto irrinunciabile per qualunque metodologia applicativa e quindi per il corretto intervento su un qualsiasi manufatto di interesse storico-artistico. Conoscere i prodotti in funzione delle metodologie di applicazione vuol dire non solo valutarne le prestazioni assolute, ma anche poterne considerare la compatibilità fisico-chimica con i diversi contesti applicativi. Per tale motivo ai prodotti di restauro sono richiesti alcuni requisiti quali: la proprietà di non creare reazioni indesiderate con la materia costitutiva e di non modificare i normali scambi termoigrometrici con l'ambiente né le caratteristiche ottiche delle superfici; la capacità di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche, ovvero la durabilità.

La verifica sperimentale dell'idoneità dei prodotti commerciali impiegati per il restauro è pertanto indispensabile².

La determinazione della qualità del prodotto di restauro, nonché il controllo di questa, dovrebbero avvenire secondo norme e procedure unificate e standardizzate, ma non esistendo allo stato attuale una normativa generale che regoli il settore, occorre limitarsi all'impiego di prodotti che siano stati oggetto di uno studio mirato alla conservazione ed al restauro.

In ambito industriale, invece, in questi ultimi decenni, sono stati sviluppati sistemi per la verifica e l'attestazione di conformità alle norme tecniche di Prodotti, Servizi e Sistemi di Qualità aziendale in vista della crescente globalizzazione dei mercati. Le linee guida di questo mutamento nel modo di affrontare il problema della qualità sono state definite dalle norme internazionali ISO 9000³, recepite a livello europeo e nazionale dalle norme UNI EN ISO 9000⁴, che hanno applicazione in tutte le attività di produzione di beni e di servizi. L'Unione Europea, nell'adottare queste norme, ha creato una visione globale in materia di normativa tecnica e di verifica della conformità. Fino ad oggi infatti la verifica e l'attestazione di conformità era fatta dallo stesso produttore o fornitore; la tendenza odierna assegna invece la verifica e l'attestazione di conformità ad un ente terzo indipendente, individuando e definendo in tal modo una attività di "certificazione" (7-8).

Per operare nella logica dei sistemi qualità le imprese devono impostare l'organizzazione interna e i rapporti fra le diverse attività di progettazione, approvvigionamento ed esecuzione in modo da documentare il rispetto delle regole di qualità nel funzionamento aziendale. Non vi sono, quindi, differenze sostanziali rispetto ai tradizionali modi di operare dell'impresa se non nell'adozione di procedure di realizzazione dell'opera più formalizzate e tradotte in istruzioni scritte e documentabili. In altri termini, occorre aderire al concetto contemporaneo di qualità, intesa quale garanzia e gestione della qualità,

che viene riassunto efficacemente con lo slogan, elaborato in ambito anglosassone, "dichiara ciò che farai, fai ciò che hai dichiarato, documenta che lo hai fatto".

È dunque necessario compiere uno sforzo di carattere normativo sia all'interno delle imprese, elaborando istruzioni operative in forma scritta, sia in quello più vasto degli organismi di normazione per quanto riguarda la produzione di codici di pratica sull'esecuzione e di norme sul controllo delle caratteristiche prestazionali di materiali e componenti indirizzati in modo particolare all'intervento sull' "esistente".

4. Materiali costitutivi e prodotti di restauro tradizionali e innovativi

È ben noto che, quando dissesti di tipo meccanico-fisico, chimico-fisico e biologico causano la perdita di qualità essenziali di un manufatto, al punto da far temere per la sua stessa sussistenza materiale e culturale, è d'obbligo un intervento che possa bloccare o, almeno, rallentare il processo di degrado in atto. L'intervento, in qualsiasi momento o fase si realizzi, sia come fatto di prevenzione o di mantenimento o di riparazione di danni già avvenuti, deve mirare a ristabilire almeno alcune delle proprietà essenziali per l'esistenza del manufatto.

L'utilizzazione, per gli interventi di manutenzione e di restauro, di materiali e prodotti nuovi e diversi rispetto a quelli originari è dunque una necessità che sta a fondamento di un qualsiasi atto riparativo di un manufatto più o meno degradato (9-10). L'uso di materiali diversi da quelli originari, al fine di restituire a questi ultimi le proprietà meccaniche, fisiche e fisico-chimiche compromesse dal processo di deterioramento, non deve però alterare, o deve alterare il meno possibile, la qualificazione estetica e storica dell'opera stessa, che è funzione sia della struttura sia dell'aspetto dei materiali costitutivi. Pertanto, se una necessità improrogabile impone un intervento, l'aspetto del manufatto deve essere comunque il principale fattore da salvaguardare.

La storia del restauro, dal momento in cui si emancipa e si distingue dalla prassi operativa del rifacimento e dell'imitazione, coincide con la storia della ricerca e della sperimentazione di nuovi prodotti e di nuovi processi operativi. Si assiste così all'applicazione di nuove sostanze e all'affermarsi di nuove metodologie di intervento nel campo del restauro in concomitanza dei progressi della scienza e della tecnologia in altri settori. Si afferma anche, purtroppo, la tendenza all'uso indiscriminato, e non verificato negli esiti e nel comportamento nel tempo, di prodotti nati in ambiti di ricerca e di applicazione del

tutto estranei a quello della conservazione e del restauro delle opere d'arte.

Spesso materiali e prodotti di restauro sono stati causa aggravante di danni manifestatisi sui manufatti: sono ormai conosciuti i limiti e i rischi derivanti dall'uso del gesso, della cera, della caseina, dei silicati alcalini e dei fluosilicati, della gommalacca, di alcune resine viniliche, del cemento e del quarzo plastico. Nuovi prodotti dell'industria, spesso misteriosi nella composizione, miracolosi negli effetti decantati, hanno affascinato e catturato l'interesse degli addetti ai lavori i quali, magari con leggerezza e senza una adeguata conoscenza e caratterizzazione dei materiali costitutivi e di quelli di restauro, li hanno sperimentati. Le vicende di scelte sbagliate di prodotti non idonei per interventi di restauro non solo hanno caratterizzato la storia del restauro, ma si verificano anche nel nostro tempo.

Nel passato le scelte inadeguate dei prodotti da impiegare negli interventi conservativi relativi ai manufatti di interesse storico-artistico erano riconducibili ad una errata valutazione:

- sulla insufficiente determinazione del rapporto struttura-aspetto che caratterizza i materiali originari costituenti i manufatti;
- sulla scarsa conoscenza del comportamento dei nuovi materiali per i processi naturali di invecchiamento, che possono impoverirli o privarli di qualità specifiche;
- sullo scarso interesse a valutare gli effetti a medio-lungo termine e le interazioni del sistema manufatto-prodotti-ambiente, capace talvolta di innescare nuovi e più gravi fattori di deterioramento del manufatto fino a determinare un danno ancora più ingente.

Nel primo caso si verifica una riduzione del manufatto degradato ad una pura aggregazione di materia cui occorre restituire una qualità o una funzionalità perduta, trascurando il rispetto della sua storicità originaria e del suo aspetto quale è giunto fino a noi nel tempo.

Nel secondo caso, spesso unito al primo, si verifica una incompatibilità derivante dalle caratteristiche proprie del prodotto di restauro impiegato e, non essendo stato questo sufficientemente indagato e testato, dal suo comportamento nel tempo.

Nell'ultimo caso, pur agendo in buona fede e con buoni propositi, si è portati ad accettare per buoni risultati valutati in un periodo di tempo troppo breve o derivanti da simulazioni di invecchiamento accelerato poco aderenti e verosimili alle condizioni reali.

A fronte di ciò, si sono oggi affermati nella moderna teoria del restauro i criteri di reversibilità degli interventi conservativi e della loro compatibilità con i materiali costitutivi: il criterio di reversibilità è indispensabile per tutte quelle operazioni che interessano integrazioni, rifacimenti e quant'altro coinvolge direttamente l'aspetto e la definizione delle superfici del manufatto⁵; il criterio di compatibilità nasce dalla necessità che il

nuovo prodotto utilizzato mantenga inalterate quanto più possibile le qualità meccaniche, chimico-fisiche, biologiche e ottiche del materiale trattato. Ad esempio, sono noti i danni provocati dall'uso sconsiderato delle malte cosiddette "bastarde" nei casi di rifacimento di intonaci tradizionali, dall'uso prevalente del cemento per stuccature o sigillature (figg. 1-2) e delle malte cementizie, sovrapposte ad apparati murari tradizionali spesso in corso di avanzato degrado e senza aver preventivamente proceduto all'eliminazione delle cause dei danni, per l'attuazione di impermeabilizzazioni.

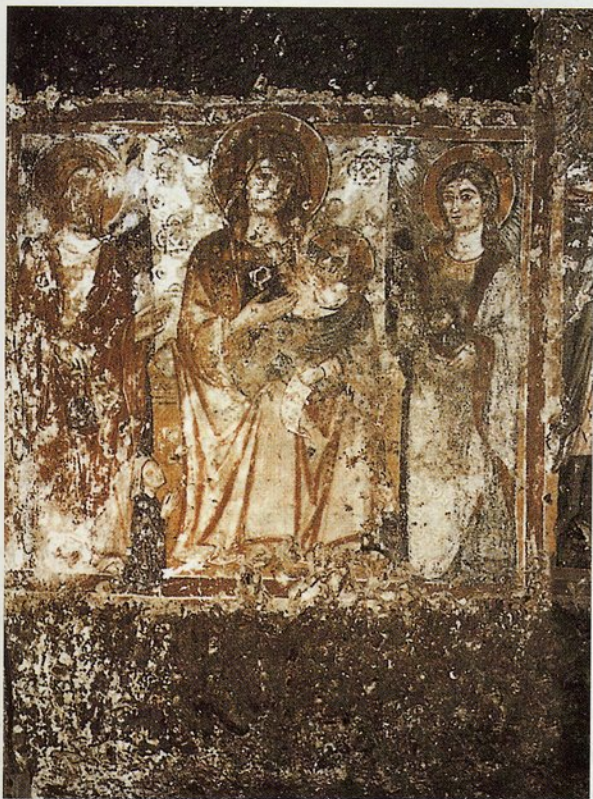


Fig. 1 - Chiesa di Santa Maria del Parto, Sutri: dipinto murale situato nel vestibolo e raffigurante la Madonna in trono col Bambino fra i Santi Liberato e Dolcissima (11).



Fig. 2 - Chiesa di Santa Maria del Parto, Sutri: dipinto murale situato nel vestibolo e raffigurante la Madonna in trono col Bambino fra i Santi Liberato e Dolcissima (particolare di San Liberato in cui sono visibili le stuccature delle lacune eseguite con malta cementizia) (11).

Volendo riassumere i rischi che possono derivare da un uso estensivo e non controllato dei prodotti negli interventi di tipo conservativo, è possibile imbattersi in:

- prodotti che degradano con perdita delle loro caratteristiche, senza creare danni di alcun genere: è il caso, ad esempio, delle resine epossidiche che, per effetto della radiazione ultravioletta tendono ad ingiallire e a subire uno sfarinamento superficiale; delle resine acriliche che, in particolari casi, possono subire una perdita dell'iniziale trasparenza e presentare un aspetto opalescente;
- prodotti che degradano con risultati negativi prevalentemente di tipo estetico: è il caso, ad esempio, delle vernici a base di resine naturali – trementina veneta, elemi, mastice, colofonia – che presentano una forte tendenza all'ingiallimento; dei poliuretani che tendono ad ingiallire;
- prodotti invece che potrebbero degradare dando luogo a sostanze dannose per il substrato: è il caso, ad esempio, delle cere naturali impiegate come protettivi idrorepellenti, che col tempo tendono a diventare meno stabili e più appiccicose, trattenendo il particolato che va a determinare concrezioni sulla superficie del manufatto; dei fluossilicati; dell'alcalinità degli idrossidi di calcio e di bario; dell'alluminato di potassio, che dà luogo alla formazione di sali solubili come prodotti secondari; delle soluzioni acquose dell'alcol polivinilico che possono essere attaccate da muffe e microrganismi;

- prodotti che potrebbero essere incompatibili con il materiale trattato, con evidenti fenomeni di degrado di natura meccanica: è il caso, ad esempio, del cemento Portland impiegato come consolidante o come adesivo, il quale cede ioni alcalini e solfati che successivamente portano alla formazione di efflorescenze dannose per i materiali lapidei; dei perni in ferro, in piombo, in rame e sue leghe, la cui corrosione dà luogo ai corrispondenti ossidi deturpanti (fig. 3; fig. 4-5; fig. 6) (13).



Fig. 3 - Fori Imperiali, Roma: colonna con perni di rinforzo in ferro e in bronzo (12).

5. Conclusioni

L'obiettivo ultimo nel settore dei beni culturali deve essere quello di conservare il più a lungo possibile beni irripetibili, tenendo presente che il progresso tecnologico porta a progressivi miglioramenti e che quindi anche le tecniche e i prodotti usati ai fini della conservazione subiscono nel tempo una continua evoluzione.

Da quanto detto appare comunque evidente che un attento controllo e una continua verifica della qualità dei materiali e dei prodotti di restauro, siano essi vecchi o nuovi, deve diventare una pratica costante. Affinché ciò sia realizzabile risulta indispensabile una classificazione e una conoscenza sistematica dei prodotti che trovano impiego nell'attività di restauro.



Fig. 4 - Cortile dell'Angelo, Castel Sant'Angelo, Roma: statua dell'Angelo di Raffaello da Montelupo (12).



Fig. 5 - Cortile dell'Angelo, Castel Sant'Angelo, Roma: statua dell'Angelo di Raffaello da Montelupo, particolare del perno in bronzo (12).



Fig. 6 - Chiesa di Santa Maria del Parto, Sutri: frammento di dipinto murale, particolare di una lacuna in cui è presente una grappa in ferro (12).

Si è precedentemente detto che i lavori della Commissione NORMAL hanno evidenziato l'importanza della diagnostica e del controllo di qualità dei prodotti da impiegare nel settore della conservazione e del restauro dei monumenti lapidei. Infatti, già nel NORMAL 20/85 "Interventi conservativi: progettazione, esecuzione e valutazione preventiva" – "Raccomandazione" tuttora in corso di revisione – venivano contemplati i criteri per l'elaborazione di un progetto per un intervento conservativo, passando in rassegna i prodotti da utilizzare e le metodologie di applicazione per le diverse fasi in cui un intervento dovrebbe essere suddiviso.

In particolare, in riferimento alla tematica oggetto di trattazione, il NORMAL 20/85 – già nella sua prima edizione – indicava che le operazioni principali e più ricorrenti relative al trattamento conservativo sono riconducibili a: pulitura, incollaggio, stuccatura, consolidamento e protezione. Tali operazioni non sono sempre tutte necessarie e non sempre possono e debbono essere eseguite nell'ordine sopraindicato.

Comunque, qualsiasi operazione eseguita su una determinata parte del manufatto, oltre a non produrre effetti dannosi nelle zone circostanti, non deve essere ostativa e antagonista riguardo alle operazioni precedenti e successive.

Le principali caratteristiche chimiche e chimico-fisiche dei prodotti impiegati devono essere sempre dichiarate, così come devono essere disponibili le schede tecniche.

Il NORMAL 20/85 pone l'attenzione sulla qualità dei prodotti da impiegare e sulla garanzia della corrispondenza dei requisiti dichiarati dalle ditte produttrici, formulatrici e distributrici. In esso infatti si afferma che tutte le operazioni che prevedono l'uso di sostanze chimiche pericolose o di strumenti meccanici devono essere soggette alle opportune cautele di igiene ambientale e di sicurezza sul luogo di lavoro, oggi regolamentate dalla Legge 626/94.

Si riassumono nella tabella 3 le classi di prodotti di pulitura, incollaggio e stuccatura, consolidamento e protezione da impiegare sui materiali lapidei riportate nel NORMAL 20/85.

In generale dunque l'impiego di determinati prodotti per la risoluzione di determinate problematiche implica alcuni problemi relativi agli aspetti critici delle operazioni, in ordine sia a esigenze di efficacia, compatibilità e reversibilità dei prodotti nei riguardi del manufatto e di sicurezza e scarsa tossicità nei riguardi dell'operatore, sia in merito alle modalità di utilizzo e di applicazione degli stessi.

In particolare, si desidera in questa sede porre l'attenzione sulle tre fasi dell'intervento conservativo: la pulitura, il consolidamento e la protezione. Queste risultano oggi essere le più problematiche, in quanto oggetto di discussione da parte dei sostenitori delle differenti "culture" del restauro:

a) La pulitura è un'operazione delicata e irreversibile e pertanto deve essere effettuata con tutte le precauzioni e le conoscenze indispensabili ad ottenere i risultati ottimali. In particolare:

- il processo di pulitura deve essere ben controllabile in ogni sua fase, graduabile e selettivo (si deve poter eliminare esattamente ciò che si vuole, ovvero i vari tipi di "sporco");
- non deve produrre materiali secondari dannosi per la conservazione del manufatto;
- non deve produrre modificazioni, microfrazioni o forti abrasioni sulle superfici pulite che possono comportare un'accelerazione del deterioramento del manufatto.

Se è vero dunque che la pulitura è sempre necessaria in un intervento conservativo, essa deve essere eseguita con grande accuratezza e, pertanto, deve essere affidata a personale altamente specializzato e dotato, oltre che di esperienza, anche di sensibilità e capacità di controllare l'operazione. La fase di pulitura, infatti, non solo è determinante agli effetti del risultato estetico dell'intervento conservativo, ma è altrettanto determinante sull'efficacia delle successive fasi di consolidamento e di protezione e quindi, in ultima analisi, sulla riuscita dell'intervento nella sua globalità.

Oggi fra le "culture del restauro" – che rappresenta sempre una interpretazione critica

del passato – prevale quella che privilegia il “chiaro”, lo “splendente”, risultato da ottenere ad ogni costo, anche con l'effettuazione di puliture con abrasivi impiegati sulle superfici. Tendenza, questa, diametralmente opposta a quella dominante invece nell'Ottocento, secolo che dava la sua preferenza allo “scuro”, al “cupo”. Ma forse non si considera sufficientemente il fatto che attualmente, nelle città italiane così inquinate, pulire vuol dire esporre un monumento a ulteriori danneggiamenti, renderlo più aggredibile agli agenti atmosferici, alle piogge acide, alle escursioni termiche sempre più accentuate. Pulire le superfici con abrasivi “spinti” vuol dire esporre a un pericolo più grave i monumenti siti in città sempre più inquinate e, comunque, proporre edifici che, dopo pochi anni, tornerebbero a essere, oltre che sporchi come prima, anche più danneggiati.

Si ribadisce pertanto la necessità di effettuare senza dubbio la pulitura delle superfici eliminando croste nere e patine grigiastre riportandole a tonalità più equilibrate e in armonia con il contesto cromatico del manufatto: tale pulitura non deve essere così radicale da eliminare la patina superficiale sia per mantenere la sua funzione protettiva sia per conservare una buona leggibilità della superficie stessa (figg. 7-8).

Di qui l'impiego di prodotti e tecniche appropriati che, rispondendo a tali requisiti, non determinino problemi di asportazione del materiale costituente il manufatto: la Normativa Materiali Lapidari ne suggerisce alcuni, ma è indubbio che vi è anche la necessità di sperimentare seriamente metodi e materiali innovativi e delimitare, finanche sospendere, qualsiasi tipo di intervento effettuato con abrasivi, finalizzato al finto recupero dei toni originari.

Il cosiddetto recupero del colore originario, sempre effettuato per edifici “simbolo” dell'identità italiana, è soltanto un espediente utilizzato per convincere e sedurre il pubblico.

b) Con il termine consolidamento si intende un trattamento volto a riportare verso valori prossimi agli originali le caratteristiche di coesione dei costituenti di un materiale degradato e di adesione fra lo strato degradato e gli altri contigui. Nel complesso, dunque, l'applicazione di un prodotto consolidante consente di migliorare la resistenza meccanica del manufatto (soprattutto a trazione e compressione) e di modificare la struttura dei materiali che lo compongono, rendendo più difficile l'accesso dell'acqua e delle soluzioni saline o acide. È chiaro quindi che in un intervento conservativo l'applicazione di un prodotto consolidante va effettuata solo quando il materiale si presenti decoeso. È importante inoltre che la natura del consolidante prescelto non impedisca nel tempo l'applicazione di un successivo prodotto.

Tab. 3 - Classi di prodotti per i differenti tipi di interventi conservativi sui materiali lapidei (NORMAL 20/85).

TIPO DI INTERVENTO CONSERVATIVO	CLASSI DI PRODOTTI	MATERIALI LAPIDEI
Pulitura di superfici scolpite con normali problemi*	<ul style="list-style-type: none"> - acqua nebulizzata - impacchi acquosi con materiale assorbente - soluzioni o sospensioni acquose ad azione solvente e/o complessante - resine scambiatrici di ioni - metodi meccanici (microsabbatura, microsmerigliatura, pulitura con ultrasuoni, pulitura con bisturi) - laser 	tutti i materiali
Pulitura di superfici scolpite con particolari problemi	<ul style="list-style-type: none"> - impacchi a pH debolmente acido - scappellatura 	tutti i materiali
Rimozione delle macchie di ruggine (ossidi di ferro)	<ul style="list-style-type: none"> - fluoruro di ammonio a pH neutro - fosfato di ammonio a pH neutro - EDTA 	tutti i materiali
Rimozione delle macchie verdastre (composti del rame)	<ul style="list-style-type: none"> - soluzioni acquose saturate per SO - EDTA - carbonato di ammonio 	tutti i materiali
Pulitura di paramenti esterni senza particolari pregi artistici e di varie dimensioni	<ul style="list-style-type: none"> - acqua a pioggia a pressione di acquedotto - acqua a spruzzo a bassa pressione - acqua a spruzzo a bassa pressione + getti di vapore saturo - idrosabbatura o sabbatura a bassa pressione (sabbia silicea, silice, alluminio) 	tutti i materiali
Incollaggio (zone più rasoiate, non superficiali e non esposte agli agenti atmosferici)	<ul style="list-style-type: none"> - adesivi: resine termoidruranti (poliuretani, epossidiche) - permi: in acciaio inossidabile speciale ricoperto di resina epossidica, in resina epossidica o resina poliestere rinforzate da fibre di vetro - malte: come legante possono essere impiegati sia la calce (aerea o idraulica) sia resine acriliche in soluzione o emulsione acquosa; l'aggregato deve essere di volta in volta scelto in funzione delle caratteristiche del materiale lapideo da trattare 	tutti i materiali
Stuccatura	<ul style="list-style-type: none"> - malte: come legante possono essere impiegati sia la calce (aerea o idraulica) sia resine acriliche in soluzione o emulsione acquosa; l'aggregato deve essere di volta in volta scelto in funzione delle caratteristiche del materiale lapideo da trattare 	tutti i materiali
Consolidamento**	<ul style="list-style-type: none"> - silicati di etile (più sostanza idrorepellente) - alchil-alcoossi-silani (conferiscono anche idrorepellenza) 	arenarie, laterizi, mattoni crudi arenarie, laterizi, mattoni crudi
Consolidamento e protezione	<ul style="list-style-type: none"> - alchil-aryl-polisilossani (parzialmente o totalmente polimerizzati) - miscele di silicati di etile ed alchil-alcoossi-silani 	laterizi, arenarie, marmi calcari arenarie, laterizi, mattoni crudi, marmi, calcari
Consolidamento di superfici non esposte all'aperto	<ul style="list-style-type: none"> - resine acriliche (applicare come monomeri o polimeri) 	marmi, calcari, arenarie
Consolidamento e protezione	<ul style="list-style-type: none"> - miscele di resine acriliche e silicatiche - idrossido di bario - idrossido di calcio - resine acriliche 	calcarei con discontinuità da rinsaldare non superiori a 50-100 µ
Protezione***	<ul style="list-style-type: none"> - resine acriliche 	marmi e materiali poco porosi (in ambienti confinati)
Consolidamento e protezione	<ul style="list-style-type: none"> - alchil-aryl-polisilossani (resine silicatiche) - miscele di resine acriliche e silicatiche 	tutti i materiali; tutti i materiali

- * Sono pochi i prodotti chimici che possono essere usati senza gravi controindicazioni nella pulizia delle pietre. Tra questi si ricordano: alcuni tensioattivi, in genere saponi neutri liquidi di uso industriale che possono essere aggiunti in piccole quantità all'acqua di lavaggio per abbassare la sua tensione superficiale e diminuire così l'angolo di contatto con la pietra, aumentando il suo potere bagnante ed emolliente; alcuni sali (bicarbonato di sodio, bicarbonato di ammonio, complessi -sali bi- o tetrasodici dell'acido etilendiamminotetracetico, E.D.T.A.) che possono essere sciolti in acqua, mescolati a polveri inerti e venire applicati sotto forma di paste o "pappette" o fanghi, che hanno il vantaggio di aderire facilmente anche su superfici verticali e di impedire una profonda penetrazione nelle pietre e murature dei sali stessi.

Un preparato che fornisce buoni risultati nell'eliminazione delle croste nere, senza arrecare danno al supporto lapideo, è la miscela comunemente nota come AB57, messa a punto dall'Istituto Centrale per il Restauro. Si tratta di una formulazione a pH 7,5 la cui composizione è: bicarbonato di ammonio (30 g), bicarbonato di sodio (50 g), Desogen (della Ciba-Geigy), sale di ammonio quaternario (10 cc), E.D.T.A. (sale sodico dell'acido etilendiamminotetracetico in soluzione ammoniacale) (25 g), carbossimetilcellulosa (60 g), acqua (1000 cc). Il bicarbonato di sodio e di ammonio svolgono una funzione prevalentemente di tipo meccanico. Il Desogen è un tensioattivo che facilita il contatto fra la miscela pulente e la superficie lapidea oltre a svolgere funzione fungicida. La carbossimetilcellulosa (polpa di carta) costituisce l'elemento ispessente, vero e proprio reagente chimico.

- ** Ciascuna delle due categorie presenta vantaggi e svantaggi:

- i consolidanti inorganici sono, in generale, più durevoli, ma anche piuttosto fragili e poco elastici;
- i consolidanti organici, pur alterandosi più facilmente, sono in genere più elastici e presentano maggiore potere adesivo.

Se, ai fini di un buon consolidamento, è importante la scelta del prodotto da impiegare, altrettanto importante è la metodologia utilizzata per la sua applicazione. Tale metodologia deve infatti garantire la maggiore profondità di penetrazione e deve evitare soluzioni di continuità nella distribuzione all'interno del materiale lapideo.

- *** Quando non è possibile eliminare alla fonte le cause di alterazione, è necessario ricorrere all'uso di sostanze che, applicate sul manufatto, hanno una funzione, per così dire, di schermo fra questo e l'ambiente, svolgendo quindi una funzione protettrice. Più in particolare si può dire che una protezione effettuata con mezzi chimici ha essenzialmente lo scopo di ridurre la penetrazione dell'acqua all'interno della struttura porosa, riducendo la possibilità che si verifichino quei fenomeni di alterazione legati alla presenza dell'acqua (trasporto e cristallizzazione di sali, fenomeni di gelo-disgelo, interazione con gli inquinanti atmosferici). Una azione protettiva viene ottenuta anche applicando al materiale lapideo un rivestimento non trasparente come, ad esempio, un intonaco o una scialbatura: in questo caso l'effetto protettivo è dovuto alla presenza di uno strato di materiale che, se meno poroso e permeabile della pietra sottostante, può ridurre la penetrazione dell'acqua liquida e può divenire la sede preferenziale dei processi di scambio e di reazione chimica con gli agenti esterni, sostituendosi al materiale lapideo che, dunque, risulta protetto. Il prodotto maggiormente utilizzato in Italia è il già citato Paraloid o Acryloid B72. L'applicazione di soluzioni, anche diluite, di questa resina a materiali molto porosi provoca spesso una notevole variazione del colore originale. Pertanto questo tipo di polimeri è adatto alla protezione di ambienti riparati dalla pioggia e, in generale, da frequente contatto con acqua. Nel caso di materiali a bassa porosità, come il marmo e i calcari, esposti all'aperto, risulta soddisfacente l'impiego di miscele acril-siliconiche nelle quali le buone caratteristiche originali della resina acrilica vengono protette dalla elevata idrorepellenza del polimero silicico. È bene ricordare che i protettivi hanno in media una durata di 5 anni e pertanto occorre programmare una attenta manutenzione ordinaria ogni 3-4 anni.



Fig. 7 - Basilica di San Pietro, Roma: la facciata dopo l'intervento di pulitura del 1999 (14).



Fig. 8 - Basilica di San Pietro, Roma: la facciata dopo l'intervento di pulitura del 1999, particolare della Loggia delle Benedizioni (14).

Allo stato attuale la problematica di risanamento strutturale, ovvero di integrazione e di consolidamento di malte decoese, coinvolge la natura dei materiali del paramento nonché dei prodotti impiegati, che debbono rispondere a fattori di compatibilità: le caratteristiche e le proprietà di coesione e di adesione dei prodotti coinvolgono direttamente la capacità di diffusione e la capacità di permeazione che il prodotto scelto deve avere. Per quanto stabilito dalla Normativa Materiali Lapidei vengono impiegati come consolidanti prodotti organici (ad esempio resine epossidiche). In verità la natura inorganica dei materiali costituenti i manufatti suggerirebbe l'impiego di prodotti altrettanto inorganici, nel rispetto della compatibilità (matrici minerali con matrici minerali), la qual cosa costituirebbe omogeneità di comportamento meccanico e reologico, evitando così, ad esempio, una difforme idrorepellenza del prodotto organico rispetto al paramento inorganico. Attualmente per il risanamento di intonaci vengono impiegati materiali anche a matrice inorganica: acqua di calce più o meno arricchita, soluzione di idrossido di bario, silicati di etile, con risultati apprezzabili, ma la sperimentazione, per esempio, non è stata condotta per il consolidamento murario.

Oggi ci si trova spesso dinanzi alla necessità di consolidare superfici abrase dopo puliture spinte. Il risultato, nonostante si elogino materiali e tecniche innovativi, è la futuribile dissoluzione della pietra – sia essa arenaria, calcare, breccia o marmo – e la rovina del monumento stesso: ciò perché il consolidamento di superfici abrase dopo pulitura le rende più vulnerabili, più aggredibili agli agenti inquinanti ed anche più capienti nei confronti dei prodotti di restauro stessi.

c) Se in un intervento conservativo non sempre è necessario il consolidamento, non altrettanto si può dire per la protezione che deve sempre costituire l'ultima fase dell'intervento stesso. Le operazioni di protezione, infatti, hanno lo scopo di rendere meno probabili o più lenti gli inevitabili processi di trasformazione che ogni manufatto subisce e che, come si è detto, sono provocati dalle condizioni di squilibrio che si verificano rispetto all'ambiente cui esso è esposto. In particolare, con la protezione si vuole intervenire o sulle cause di alterazione (correlate ai fattori ambientali) o sui processi da esse provocate. Essa dovrebbe essere attuata intervenendo prevalentemente sull'ambiente di esposizione piuttosto che sul manufatto.

Per quanto concerne la protezione, il problema più frequente oggi consiste nell'impiego di nuovi preparati chimici non sufficientemente sperimentati nel tempo e dei quali, quindi, non si conoscono gli effetti a medio e lungo termine. Ad esempio si sa che il

Paraloid, così frequentemente adoperato sia in passato che attualmente, ha un effetto di "strappo" delle superfici in conseguenza di brusche variazioni della temperatura.

In generale le pellicole protettive che isolano la pietra nuocciono alla fuoriuscita dell'umidità interna causando, a loro volta, ulteriori danni (figg. 9-10).

Alla base di un equilibrato intervento vi sono dunque necessariamente la conoscenza dei materiali e delle tecniche di intervento. Pertanto è necessario analizzare caso per caso il tipo di trattamento più opportuno valutandone attentamente i vantaggi, i rischi e le probabilità di riuscita, effettuando anche appropriate prove di laboratorio sul sistema materiale-prodotto ed aggiustamenti metodologici sulle modalità di applicazione.

Si sottolinea infine, una volta portato a termine l'intervento, l'importanza del monitoraggio e l'effettuazione di controlli a scadenza periodica sulle opere restaurate. In realtà, ancorché necessità evidente, tale prassi non è a tutt'oggi sistematicamente perseguita, sia per reali difficoltà operative (logistiche ed economiche) sia per l'ancora esistente convinzione che un restauro è destinato a durare, presuntuosamente, molto a lungo.

Una volta effettuato un intervento di tipo conservativo, deve invece diventare iter comune la programmazione di una serie di controlli periodici e sistematici su zone identificate come "campione" per quanto concerne l'intervento svolto. Tali controlli hanno lo scopo di verificare:

- se e con quale velocità, nell'arco del periodo di tempo prefissato, in assenza di eventi straordinari, il degrado è progredito;
- se si sono verificate o meno reazioni secondarie fra i prodotti impiegati e i materiali costituenti il manufatto;
- se e con quale scadenza sono necessari interventi di manutenzione ordinaria da attuare secondo una tempistica adeguata alle specifiche esigenze conservative del manufatto stesso.

Concludendo, è possibile affermare che un'attività di controllo e manutenzione ordinaria protratta per un certo periodo di tempo (corrispondente alla durata media del restauro in assenza di manutenzione) verrebbe a costare, anche solo in termini di impegno finanziario – non considerando cioè la perdita costituita dall'accelerato degrado dell'opera – molto meno che un nuovo intervento di restauro.



Fig. 9 - Sala di Apollo, Castel Sant'Angelo, Roma: veduta della parete Nord in cui è presente un localizzato fenomeno di degrado nella porzione adiacente l'ingresso (15).



Fig. 10 - Sala di Apollo, Castel Sant'Angelo, Roma: veduta della parete Nord, particolare dell'intonaco degradato sul quale è stato effettuato nel 1967 il consolidamento con Paraloid (15).

NOTE

¹ I documenti sono elaborati, stampati e venduti secondo le procedure dell'UNI (vedi <http://www.uni-cei.it/settoretecnico/ct/benicult/home.html>).

² La valutazione dei requisiti fondamentali dei diversi prodotti di restauro deve inoltre essere effettuata sia in laboratorio sia sul campo: le prove sul campo consentono infatti controlli sui prodotti nelle reali condizioni d'uso.

³ Le norme della famiglia ISO 9000 sono norme di Gestione Aziendale: propongono un modello di organizzazione aziendale che deve essere in grado di assicurare che quanto verrà progettato, prodotto, venduto ed installato e la successiva fase di assistenza saranno in grado di soddisfare il cliente. Il "cliente" non è solo chi acquista dall'azienda ma anche il "cliente interno": qualità, quindi, di prodotto e di organizzazione. Essere certificati in accordo allo standard ISO 9000 significa ottenere un riconoscimento internazionale.

⁴ Le norme UNI EN ISO 9000 sono entrate ufficialmente in vigore nel 1987, con la pubblicazione dei cinque documenti seguenti da parte della International Organization for Standardization (ISO) di Ginevra:

- ISO 9000: 1987 Quality Management and Quality Assurance Standards: Guidelines for selection and use.
- ISO 9001: 1987 Quality Systems: Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing.
- ISO 9002: 1987 Quality Systems: Model for Quality Assurance in Production and Installation.
- ISO 9003: 1987 Quality Systems: Model for Quality Assurance in final Inspection and Test.
- ISO 9004: 1987 Quality Management and Quality Systems Elements: Guidelines.

In Italia sono state recepite e pubblicate dall'UNI.

È importante notare come queste norme sono di fatto orientate all'industria manifatturiera, anche se intendono rivolgersi a tutte le attività, compreso il settore dei servizi; il campo di applicazione risulta quindi molto ampio.

In generale si può raccomandare l'uso di queste norme quando occorre dimostrare la capacità di un fornitore di:

- 1) Progettare e fornire un prodotto conforme (ISO 9001)
- 2) Progettare e fornire un prodotto conforme ad un progetto stabilito (ISO 9002)
- 3) Rilevare eventuali non conformità di prodotto e tenerne sotto controllo il trattamento durante le prove, controlli e collaudi finali (ISO 9003).

I due documenti, denominati UNI EN ISO 9000-1 ed UNI EN ISO 9004-1, devono essere usati solo per consultazione, non essendo applicabili a fini contrattuali o di certificazione.

Il pacchetto di norme ISO 9000 costituisce uno standard di riferimento per la conduzione aziendale della qualità, definendo una serie di prescrizioni per il controllo delle fasi nevralgiche del processo produttivo, dalle quali dipende il livello di qualità del prodotto o servizio offerto. Le norme ISO 9000 non definiscono i requisiti di prodotto o servizio, ma quelli del Sistema aziendale (il Sistema Qualità), costituito da organizzazione del personale, procedure, processi e tutte le risorse, in grado di assicurare alla Direzione aziendale ed al Cliente che i requisiti specificati (contrattualmente, per legge, ecc.) per il bene fornito sono e saranno soddisfatti.

Allineare i propri processi produttivi allo standard ISO 9000 costituisce una base su cui avviare un processo di continuo miglioramento dell'organizzazione aziendale, attraverso il mantenimento di un sistema di qualità controllato e documentato, che permette di abbattere i costi della non qualità.

La certificazione ISO 9000, riconosciuta e adottata in più di 80 Paesi nel mondo (fra cui tutti quelli della CEE), ha lo scopo di regolare i rapporti fra Committente e Fornitore nell'ambito di un accordo contrattuale per quanto riguarda l'assicurazione di qualità.

L'adozione delle norme ISO 9000 è volontaria e la certificazione è rilasciata da enti di certificazione super partes coordinati da associazioni internazionali che garantiscono l'equivalenza delle certificazioni rilasciate nei diversi Paesi.

⁵ La reversibilità non è un requisito fondamentale per gli interventi di consolidamento strutturale. Se un consolidante funziona, è stabile e non presenta controindicazioni, non va rimosso. Tutt'al più la reversibilità deve riguardare i casi in cui l'alterabilità del prodotto di restauro innesca processi aggiuntivi a danno del manufatto o determina modificazioni in superficie.

BIBLIOGRAFIA

- 1) LAURENZI TABASSO M., LORUSSO S., ANGELUCCI S. 1993, *Il controllo di qualità nella conservazione delle opere d'arte*, "ECO Il Notiziario dell'Ecologia", 3, 24-35.
- 2) LORUSSO S., LAURENZI TABASSO M., MARABELLI M., VIVIANO G. 1993, *Il controllo dell'ambiente nel restauro dei beni culturali*, "ECO Il Notiziario dell'Ecologia", 9, 12-17.
- 3) LORUSSO S. 1993, *Codice di comportamento e controllo di qualità nel settore dei beni culturali*, in 7° Congresso Nazionale sulle Prove non Distruttive. Monitoraggio. Diagnostica (Ferrara 3-6 ottobre 1993), 520-527.
- 4) ALESSANDRINI G., LAURENZI TABASSO M. 1999, *Conservation of Cultural Property in Italy: the UNI-NORMAL Committee for the Definition of Technical Standards*, in *The Use and Needs for Preservation Standards in Architectural Conservation*, ASTM STP 1355, L.B. Sickels-Tavers, West Conshohocken, PA, Ed. American Society for Testing and Materials.
- 5) LAURENZI TABASSO M. 1986, *Intonaci per l'edilizia storica: il controllo di qualità delle materie prime e dei prodotti finiti*, "Bollettino d'Arte", Supplemento al n. 35-36, 101.
- 6) LAURENZI TABASSO M., SAMMURI P. 1984, *Evaluation of Mortars for Use in Conservation from the Standpoint of the Release of Soluble Salts*, in ICOM Committee for Conservation (ed.), 7th Triennial Meeting, Copenhagen, Denmark September 1984.
- 7) LORUSSO S. 1987, *Tecnologia e innovazione nei processi di produzione*, Roma, Ed. Kappa.
- 8) CORDARO M. 1987, *Materiali costitutivi e materiali di restauro vecchi e nuovi*, "Ricerche di storia dell'arte", 32, 79-84.
- 9) AMOROSO G.G. 1996, *Materiali e tecniche nel restauro*, Palermo, Dario Flaccovio Editore.
- 10) SPAMPINATO M.L.S., VIGLIANO G. 1998, *Problemi interdisciplinari nello svolgimento e nell'insegnamento del restauro. Materiali costitutivi, tecniche di esecuzione. Cause e tipologie del degrado*, in AA.VV., *Materiali per l'aggiornamento nel restauro*. Roma, Edizioni De Luca, 133-142.
- 11) LORUSSO S. 1998, *La diagnostica nel settore dei beni culturali*, Ravenna, Longo Editore.

- 12) LORUSSO S. 2000, *Conservazione e trattamento dei materiali costituenti i beni culturali*, Bologna, Pitagora Editrice.
- 13) BISCONTIN G. 1985, *Problemi di compatibilità fra vecchi e nuovi materiali. Orientamenti relativi all'utilizzo e sperimentazione dei materiali nel restauro*, "Restauro e città", I (1), 33-38.
- 14) LORUSSO S. 2000, *Osservazioni sul progetto della Facciata della Basilica di San Pietro, realizzato a cura della Fabbrica di San Pietro con il supporto scientifico e tecnologico dell'ENI*, in *Restauro della Facciata della Basilica di San Pietro: l'apporto di ENITecnologie, Atti del convegno (Roma, 9 dicembre 1999)*, Roma, 51-59.
- 15) LORUSSO S., LANTERNA G., FIORI C., PRESTILEO F., MONCADA LO GIUDICE G., PENTRELLA R., ALESSANDRO M., GENTILE M.T. 2001, *Il deterioramento delle pareti dipinte della sala detta dell' "Apollo" in Castel Sant'Angelo, Roma*, in *Archeometria e Mondo Classico, 8a Giornata Le Scienze della Terra, Atti del Convegno (Roma 22-24 febbraio 2001)*, 94.

RIASSUNTO

Nel passato le scelte inadeguate dei prodotti da impiegare negli interventi conservativi relativi ai manufatti di interesse storico-artistico erano riconducibili ad una errata valutazione. Ci si riferisce in particolare: alla insufficiente determinazione del rapporto struttura-aspetto che caratterizza i materiali originari costituenti i manufatti; alla scarsa conoscenza del comportamento dei nuovi materiali per i processi naturali di invecchiamento, che possono impoverirli o privarli di qualità specifiche; allo scarso interesse a valutare gli effetti a medio-lungo termine e le interazioni del sistema manufatto-prodotti-ambiente, capace talvolta di innescare nuovi e più gravi fattori di deterioramento del manufatto fino a determinare un danno ancora più ingente. In particolare, il presente studio si riferisce agli aspetti relativi alla pericolosità dei prodotti impiegati per i differenti tipi di interventi conservativi sui materiali lapidei.

ABSTRACT

In the past the unsuitable choices made when choosing products to be used for conservation actions related to artefacts of historic-artistic interest were mainly due to wrong assessments. More specifically this means: insufficient determination of the structure-aspect relation which characterises the original materials that make up the artefacts; insufficient knowledge of the behaviour of new materials due to natural ageing processes which might impoverish them or deprive them of specific qualities; lack of interest in measuring the medium-long term effects and interactions of the artefact-products-environment system. The latter is sometimes capable of triggering new and more serious factors leading to the deterioration of the artefact sometimes causing even greater damage. In particular this study refers to the aspects related to the potential danger deriving from products used for the different types of conservation interventions on stone materials.

RÉSUMÉ

Dans le passé des choix malheureux concernant les produits à utiliser dans les travaux de conservation relatifs aux œuvres d'intérêt historique-artistique étaient imputables à une évaluation erronée. On s'en rapporte en particulier à la détermination insuffisante du rapport structure-aspect caractérisant les matériaux premiers utilisés pour les œuvres, à la connaissance insuffisante du comportement des nouveaux matériaux quant aux processus naturels de vieillissement qui peuvent les appauvrir ou les priver de quelques qualités spécifiques; au faible intérêt à évaluer les effets à moyen et long terme et les interactions du système œuvre-produits-environnement, à même parfois d'amorcer de nouveaux facteurs plus importants de détérioration de l'œuvre, ce qui peut causer un dommage encore plus considérable.

En particulier, cette étude concerne les aspects relatifs aux dangers des produits utilisés pour les différents types de travaux de conservation sur des matériaux pierreux.

ZUSAMMENFASSUNG

Die in der Vergangenheit für die Konservierung von kunsthistorischen Werken ungeeigneten Produkte wurden oft wegen falscher Einschätzung gewählt. Gemeint sind insbesondere folgende Irrtümer: Die mangelhafte Feststellung des Verhältnisses zwischen Struktur und Aussehen, ein typisches Merkmal der Originalmaterialien des Werks; die unzureichende Kenntnis des Verhaltens von neuen Materialien beim natürlichen Alterungsprozeß, währenddessen sie bestimmte Qualitätsmerkmale vollständig oder teilweise verlieren können; das geringe Interesse an der Beurteilung der mittel- und langfristigen Auswirkungen sowie der Wechselwirkungen zwischen Manufaktur, Produkt und Umwelt, die in der Lage sind, manchmal neue und viel schwerwiegendere Beschädigungsfaktoren am Kunstwerk auszulösen und oft einen viel größeren Schaden verursachen. Diese Studie zielt besonders auf die Gefährlichkeit der benutzten Produkte bei verschiedenen Arten von Restaurierungsarbeiten an Stein-Materialien.

RESUMEN

En el pasado elecciones inadecuadas de productos por la intervención conservativa a manufacturas de interés histórico-artístico, se podían atribuir a una evaluación equivocada. En particular hay que referirse a la insuficiente definición de la relación estructura-aspecto, que caracteriza los materiales originarios constituyentes las manufacturas; también al escaso conocimiento del comportamiento de nuevos materiales durante procesos naturales de envejecimiento, que pueden empobrecerlos o quitar las calidades específicas; todavía al escaso interés a evaluar tanto efectos a cortoplazo como interacciones del sistema manufactura-producto-ambiente, talvez capaz de llevar nuevas causas y más serias de deterioro de la misma manufactura hasta causar aflicciones todavía más relevante.

En particular, la presente investigación se refiere a aspectos de peligro por el uso de los productos en distintas intervenciones conservativas a materiales lapídeos.