Tutta la forza dei sistemi Mapei per il restauro e il consolidamento della Cappella Palatina e di Sala d'Ercole, l'aula del Parlamento siciliano a Palermo

Palazzo dei Normanni

Il Palazzo dei Normanni è uno dei monumenti più significativi di Palermo per le vicende storiche di cui è stato protagonista e per il suo valore artistico.
Nel punto più elevato della *Panormo* punica, infatti, sin dal VI-V sec. a.C. vi era una struttura militare a difesa della porta urbana. Nei successivi periodi romano, bizantino e arabo fu più volte demolita e ricostruita, così che in quel luogo si formò un terrapieno di oltre 8 metri che veniva utilizzato come una vera e propria rocca.
Ruggero II, incoronato primo monarca normanno di Sicilia nel 1130, decise di edificare in quel sito la sua reggia: Castello Superiore, in contrapposizione con quello Inferiore o Castello a mare, centro direzionale e politico dei precedenti dominatori arabi. Eresse le torri Greca e Pisana e, su un'antica chiesa di rito greco, la basilica di S. Pietro, meglio nota come Cappella Palatina, consacrata nel 1140.
Con la fine del regno normanno, dopo il breve periodo angioino, i sovrani aragonesi soggiornarono assai poco a Palermo, sicché il Palazzo dei Normanni subì una lunga fase di decadenza, mantenendo solo il suo ruolo difensivo oltre ad ospitare il Tribunale della SS. Inquisizione, dal 1513 al 1533. In questa data i Viceré decisero di trasferirsi nell'antica reggia normanna dando inizio a un'imponente opera di ristrutturazione durata circa settant'anni.
Al secondo piano del palazzo (cosiddetto "Piano parlamentare") si trovano la Sala d'Ercole, dove si riunisce il Parlamento Siciliano, la Sala di re Ruggero II, ricca di preziosi mosaici con motivi ornamentali, raffiguranti animali e intrecci floreali, la Sala dei Venti, la Sala Gialla e la Sala dei Viceré.
Gli interventi di restauro conservativo a cui Mapei ha dato il proprio contributo hanno riguardato proprio la **Cappella Palatina** e la **Sala d'Ercole**, danneggiate, insieme ad altre importanti parti del Palazzo, dal terremoto che ha colpito la Sicilia occidentale nel settembre 2002.
I lavori di restauro sono stati effettuati utilizzando i più innovativi prodotti Mapei. La disamina di questi importanti interventi è preceduta, rispettivamente, dai contributi dell'arch. Mario Li Castri (DirettoreTecnico dell'A.T.I. della Cappella Palatina) e dell'Ufficio del Genio Civile di Palermo (responsabile della Progettazione e della Direzione Lavori su Sala d'Ercole).

In alto, l'esterno del Palazzo dei Normanni e, qui sotto, l'ingresso della Cappella Palatina.

PALAZZO DEI NORMANNI - CAPPELLA PALATINA
I. IL RESTAURO DEL SOFFITTO A MUQARNAS E DELLA COPERTURA LIGNEA

a cura di Mario Li Castri e Tiziana Campisi
Università degli Studi di Palermo - Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia (DPCE)

La storia del monumento e delle sue strutture lignee

La *Basilica di S. Pietro*, meglio nota come *"Cappella Palatina"* è diffusamente caratterizzata da una decorazione musiva sulle pareti, la cupola e le absidi. Lo spazio interno è suddiviso in tre navate, che delimitano altrettanti ambiti coperti da due differenti sistemi di soffittatura lignea decorata: un soffitto leggermente inclinato a volte normali all'asse longitudinale nelle navate laterali ed uno conformato a muqarnas al di sopra della navata principale.

L'attenzione rivolta nei secoli precedenti dagli storici e gli studiosi al monumento, unico per la qualità dell'apparato decorativo, si è sempre concentrata soprattutto sui famosi mosaici parietali, ma anche sulle carpenterie lignee, per conoscerne le peculiarità e forse anche le possibili correlazioni con architetture coeve.

Le geometrie di base e i sistemi costruttivi

La disponibilità di usufruire di un piano di lavoro ampio e stabile alla quota d'intradosso dei soffitti è risultato utile alle fasi conoscitive di rilievo e di analisi, così come agli interventi di restauro.

Il soffitto a *muqarnas* della Cappella Palatina, al pari di molte strutture lignee di finitura e completamento coeve e posteriori, non ha funzione strutturale ed era, in origine, un sistema autoportante; oggi è "portato" da appositi impalcati inseriti nel corso dei secoli. Ispezionando il sottotetto si è constatato come vi sia una leggibile sopraelevazione delle murature, con una traslazione della quota di imposta delle travi portanti del solaio di copertura della navata centrale. Oltre a ciò, si è rinvenuto un travicello ligneo continuo che corre lungo tutto il perimetro del vano e che ipotizziamo avesse originaria funzione di cordolo dormiente, coevo alle fabbriche normanne, che mostrerebbe l'originaria imposta delle travi di copertura. La traslazione del solaio, secondo quanto è emerso, potrebbe essere avvenuta durante uno dei numerosi interventi di restauro che interessarono nei secoli il soffitto dal predominante motivo geometrico ad alveoli (in arabo *muqarnas*).

Il sistema costruttivo si presenta oggi portato da travi semisquadrate sostenute da 2 rompitratte lignee, costituita ciascuna da una coppia di travi di dimensioni pari a circa 20x5,5 cm, mutuamente vincolate a mezzo di connessione con barra filettata e bulloni, che a loro volta si appoggiano su 4 putrelle in NP16. Le travi semisquadrate, incassate nelle murature d'ambito, risultano ben più antiche e ad esse sono inchiodate delle tavole verticali (tiranti, denominati *appenditori* nel linguaggio tecnico palermitano) collegate alle membrature del

soffitto normanno, con la funzione di sorreggere le porzioni dell'impalcato più pesanti o dissestate. L'evidente differenza costruttiva tra il sistema del soffitto e le tavole verticali di sostegno, insieme alle considerazioni già esposte sulla traslazione del solaio, portano a ritenere che il sistema costruttivo del soffitto fosse originariamente autoportante e che solamente a seguito di stratificati interventi si siano aggiunti elementi di rinforzo ausiliari.

La struttura del soffitto e i dissesti

Complesse carpenterie lignee, come quella del soffitto a muqarnas nella navata centrale della Cappella Palatina a Palermo, inducono studiosi e tecnici a confrontarsi con interessanti casi di studio, nei quali gli aspetti legati meramente alle geometrie e volumi di base si fondono indissolubilmente con quelli connessi ai materiali adottati, agli elementi costruttivi a scala vasta. Una siffatta "macchina scenica", spettacolare e progettata per essere "autoportante", risultava comunque un sistema strutturale a rischio (per i suoi sfalsamenti di piani, parti sporgenti e parti rientrate, ecc.) ed anche "pesante", in virtù delle parti in aggetto e "appese", quali soprattutto le stalattiti piramidali in corrispondenza della porzione centrale.

Il verificarsi di sconnessioni e deformazioni nel corso dei secoli indussero all'introduzione di sistemi di sostegno e presidio: si effettuarono ulteriori giunzioni, interventi di manutenzione volti al monitoraggio dei meccanismi deformativi e dei possibili dissesti in atto. I meccanismi deformativi e di dissesto, innescati non solo da vetustà, ma anche da mancata e/o errata manutenzione e da condizioni indotte dall'esterno (eventi sismici, ecc.), portano le strutture lignee del monumento normanno a patire disconnessioni e carichi aggiunti. Il materiale che costituisce questi carichi, incoerente e quindi mobile alle azioni orizzontali, è stato estratto manualmente durante i lavori con aspiratori, anche grazie al foro passante di *ammecciatura* dei pendagli lignei a goccia delle stalattiti. Oltre alla rimozione di questi elevati carichi estranei alla struttura, si è proceduto a un consolidamento corticale e alla revisione di tutti i sistemi di sostegno con indagine diretta sulle giunzioni lignee e metalliche; il trattamento di ignifugazione della superficie estradossale ha poi completato l'intervento.

I restauri pittorici

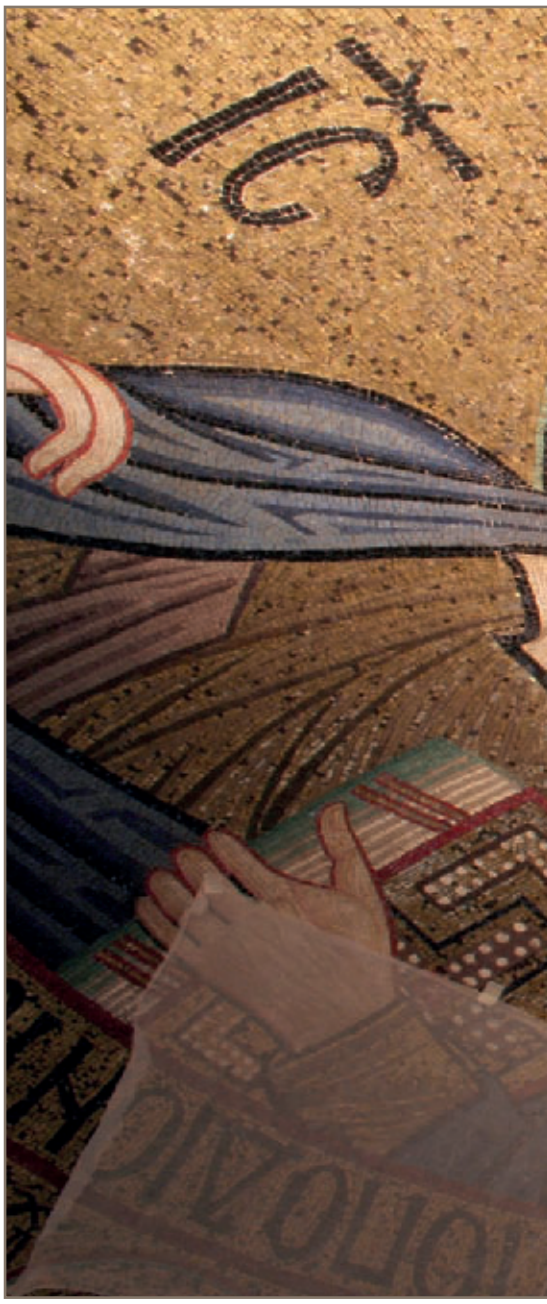
Il cantiere di restauro della Cappella Palatina ha preso avvio nel marzo del 2005 dal ciclo pittorico della navata centrale: le condizioni di conservazione della decorazione pittorica sono immediatamente apparse assai problematiche. La lettura iconografica e delle decorazioni, infatti, un tempo a vivaci e rilucenti tinte derivate in particolare dalla presenza di raffinatissime dorature, risultava sminuita e impoverita a causa delle diffuse cadute della pellicola pittorica e di un generale forte inscurimento.

I primi saggi di pulitura, realizzati a seguito di una serie di interventi localizzati di consolidamento del colore, hanno messo in evidenza l'esigenza di un approfondito studio della tecnica dei precedenti interventi di restauro. Al fine di supportare scientificamente l'anamnesi, contestualmente alla documentazione è stata avviata una campagna di diagnostica *in situ* e in laboratorio. Conseguentemente alla diagnostica preliminare, si sono avviati gli interventi di restauro, prima come test e poi, a seguito delle analisi microchimiche, di verifica come interventi. Le sostanze utilizzate in vecchi interventi di manutenzione e/o restauro, nonché i depositi superficiali quali polveri, polveri grasse, fumo ecc., avevano alterato profondamente la cromia originale. Localizzati abbastanza facilmente i rifacimenti della pellicola pittorica, generalmente realizzati ad acquerello, bisognava individuare la metodologia più opportuna per eliminare, o comunque alleggerire, quel generale tono bruno che tanto offuscava la superficie dipinta. E' stata quindi messa a punto una tecnica puntuale di pulitura con soluzioni facilmente evaporabili e controllabili, applicate sia tramite carta giapponese che cotone idrofilo.

I restauri nella copertura lignea della navata centrale

Ancor meno conosciuto della carpenteria lignea del soffitto, risultava il sistema di copertura della Cappella.

La rimozione di alcuni brani del pavimento seicentesco in laterizio, ha messo in luce, molto ben conservata, una pavimentazione in cocciopesto dello spessore di circa 4 cm, con faccia a vista battuta e lisciata. La necessità di intervenire sulle teste delle travi del solaio, ha comportato la rimozione della pavimentazione mediante la tecnica dello strappo. Questa pavimentazione, attribuita da alcuni studiosi



all'originaria fabbrica normanna, è allettata su di uno spesso strato di massetto non cementato costituito da resti di intonaci demoliti, sabbie e graniglia calcarea di varia pezzatura. Il tavolato sottostante il massetto è inchiodato alle travi del solaio mediante piccoli chiodi piramidali a base quadra.

Il sistema strutturale si presentava incomprensibilmente disordinato e realizzato in evidente spregio alle ordinarie regole dell'arte, condizione atipica in un edifico monumentale di altissimo pregio. Le travi dell'orditura portante erano state poste su pietrame informe, inglobate in una muratura caotica di diversa natura geologica e scarsa di malta. Lo svuotamento di questo materiale, denunciava l'evidente esistenza di una risega originaria

Il restauro del mosaico raffigurante il Cristo Pantocratore, il più noto della Cappella Palatina.

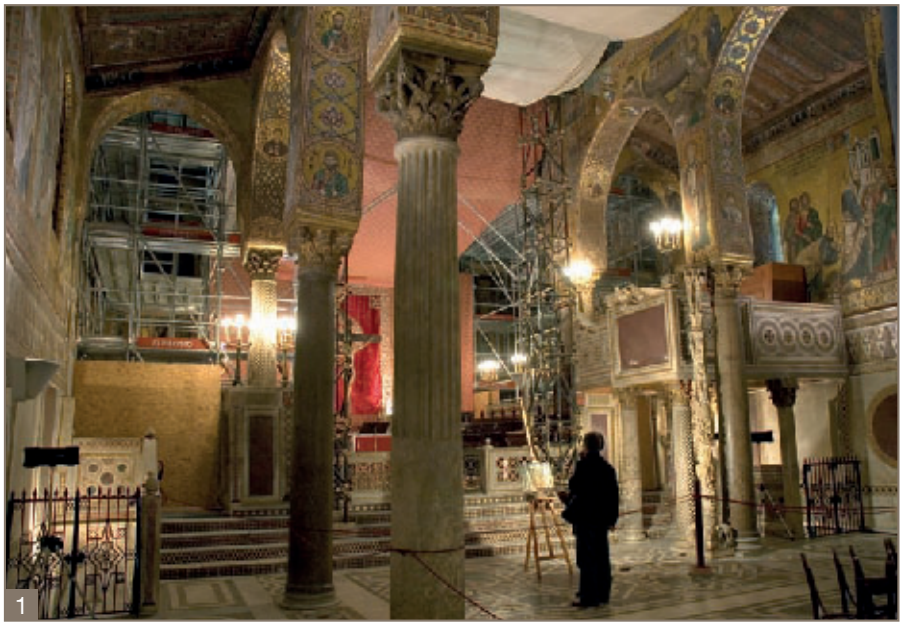
della muratura in cui la parete d'ambito subiva una riduzione di circa 40 cm; il materiale incoerente che riempiva questa risega era composto da resti di ossa di volatili, resti di stoffe e finanche una scarpa e un cucchiaio di manifesta fattura seicentesca, che avvalorano l'ipotesi di sopralzo del solaio di copertura della Palatina dall'originaria quota indicata dal dormiente ligneo, al fine di consentire l'inserimento, tra le due strutture (soffitto/solaio), di una terza struttura volta al sostegno del soffitto. Se le condizioni strutturali del controsoffitto a *muqarnas* possono ritenersi accettabili, consentendo esclusivamente interventi di riabilitazione tecnologica, altrettanto non si può dire per il solaio di copertura, fortemente interessato da meccanismi di degrado. Gli evidenti dissesti manifestatisi nelle murature d'ambito e atticali in occasione del recente sisma del settembre 2002, hanno imposto l'intervento di restauro, appaltato dalla Soprintendenza ai Beni Culturali della Provincia di Palermo con i fondi di una sponsorizzazione privata del mecenate tedesco Prof. Reinhold Würth, imprenditore e titolare del Gruppo Würth Internazionale.

Sul solaio si sono dovuti sin da subito prevedere interventi strutturali sulle testate, per la ricostruzione delle parti distrutte dalla carie. Si è sostituita la muratura caotica descritta con una muratura di mattoni pieni di realizzazione artigianale, legati da una malta di calce, pozzolana e inerti selezionati, realizzata a due teste e utile a ricostruire un piano di imposta del solaio regolare e continuo e su questa si è impostato un cordolo ligneo con funzione di dormiente. La ricostruzione delle testate è stata prevista mediante il noto sistema delle protesi legno/legno solidarizzate mediante barre in acciaio o composito in resina. L'unione della protesi al legno viene effettuata con barre metalliche di acciaio ad aderenza migliorata, incollate mediante adesivo epossidico tixotropico specifico per il legno, posizionate in sedi ricavate nel legno parallelamente alla fibratura e coperte da un listello di legno di spessore adeguato. Maggior cura è stata posta quindi al reperimento di materiale stagionato, che nella fattispecie proviene da altri edifici storici dove era stato dismesso.

PALAZZO DEI NORMANNI - CAPPELLA PALATINA
II. IL RESTAURO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI CON LA TECNOLOGIA MAPEI

di Fiorella Rodio, Mapei SpA

La Cappella Palatina, vero miracolo d'armonia spaziale e decorativa, è a schema basilicale a tre navate, divise da archi a ogive con la particolarità della cupola eretta sul santuario triabsidato. Le navate sono suddivise da colonne di spoglio in granito e marmo cipollino con capitelli compositi.
Cupola, transetto e absidi sono interamente rivestiti nella parte superiore da splendidi mosaici bizantini, che sono tra i più importanti della Sicilia. Raffigurano Cristo Pantocratore benedicente, gli evangelisti e scene bibliche varie. I più antichi sono quelli della cupola, che risalgono al 1143. Il soffitto ligneo della navata mediana e la travatura delle altre sono intagliati e dipinti in stile arabo. Nelle stelle lignee in ogni spicchio ci sono animali, danzatori e scene di vita cortigiana islamica. È un universo profano e gioioso che convive, da un punto di vista artistico, con le immagini sacre e dottrinali del grandioso complesso musivo.



Sistemi Mapei in azione
Il restauro della Cappella Palatina, iniziato nel 2005 e tuttora in corso, rappresenta una straordinaria opportunità di conoscenza per tecnici, operatori e… pubblico. La Direzione Lavori, infatti, d'accordo con le imprese aggiudicatrici, ha scelto di rendere accessibili i ponteggi ai visitatori, organizzati in piccoli gruppi, che hanno potuto ammirare da vicino, con una prospettiva unica, la meraviglia dei mosaici e della volta a muqarnas. Un esempio di "cantiere aperto", difficile da realizzare e gestire, che ha lasciato tutti senza fiato.

Per noi che abbiamo avuto modo di visitare in anteprima questo gioiello, esplorando anche le parti più inaccessibili del sottotetto e dell'estradosso della volta, è stata un'emozione indescrivibile oltre che un'occasione irripetibile per comprendere e ammirare dettagli costruttivi, tecniche prospettiche e pittoriche concepite nove secoli fa! L'intervento fino ad ora realizzato, utilizzando i sistemi Mapei, ha riguardato le travi lignee del solaio e delle strutture di sostegno del controsoffitto a muqarnas, oltre al confezionamento della malta di allettamento della muratura in mattoni pieni. In particolare, l'intervento si è articolato nelle seguenti fasi.

Consolidamento corticale delle travi
Le travi sono state preventivamente trattate mediante l'applicazione a

Foto 1.
Interno della Cappella Palatina durante il restauro.

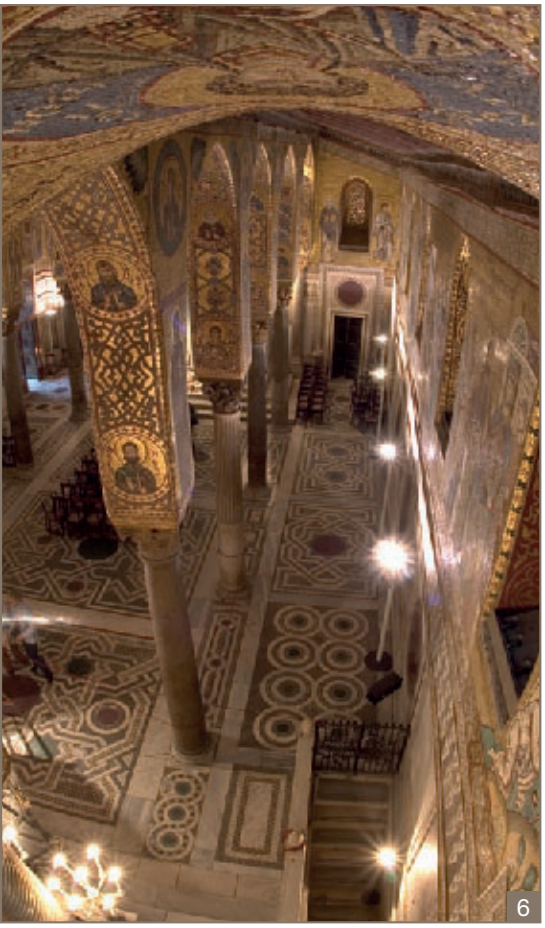
Foto 2.
Particolare del degrado delle travi.

Foto 3.
Stratificazione delle pavimentazioni e testate delle travi.

Foto 4.
Ripristino delle testate ammalorate: inserimento di barre metalliche con Mapewood Paste 140.

Foto 5.
Ripristino delle testate ammalorate: chiusura con listelli lignei.

Foto 6.
Scorcio interno della Cappella Palatina.



pennello di MAPEWOOD PRIMER 100* (impregnante epossidico di consistenza fluida, in dispersione acquosa) per consolidare la zona periferica attaccata da insetti xilofagi e carie da funghi.

Ripristino delle testate ammalorate delle travi

Dopo la realizzazione delle sedi per l'alloggiamento delle barre metalliche, si è effettuata la primerizzazione dei terminali mediante l'applicazione di due mani di MAPEWOOD PRIMER 100*.
Successivamente, all'interno dello scasso, si è posto in opera una prima mano di MAPEWOOD PASTE 140* (adesivo epossidico di consistenza tissotropica), specifico per la realizzazione delle protesi. L'operazione è stata conclusa inserendo le barre metalliche, ricoprendo le stesse con un altro strato di MAPEWOOD PASTE 140* e posizionando a chiusura listelli lignei di adeguata essenza e spessore.

Muratura in mattoni pieni

La malta utilizzata per l'allettamento e la stuccatura dei mattoni pieni è stata confezionata con MAPE-ANTIQUE LC* (legante esente da cemento, a base di Eco-Pozzolana) e inerti litologicamente e granulometricamente selezionati.

Il prosieguo del restauro della Cappella Palatina pone di continuo degli interrogativi che esigono risposte. Studiare soluzioni tecnologicamente avanzate, nel rispetto della tradizione, è il contributo che Mapei offre per la conservazione di questo splendido gioiello architettonico.

***Prodotti Mapei:** i prodotti citati in questo articolo appartengono alla linea "Prodotti per edilizia". Le relative schede tecniche sono contenute nel DVD "Mapei Global Infonet" e nel sito www.mapei.com.*
***Mape-Antique LC:** legante, esente da cemento, per malte chiare deumidificanti per il risanamento delle murature umide in pietra, mattoni e tufo.*
***Mapewood Paste 140:** adesivo epossidico a consistenza tissotropica, per il restauro di elementi strutturali in legno mediante incollaggio di nuove protesi.*
***Mapewood Primer 100:** impregnante epossidico di consistenza fluida, in dispersione acquosa, per il consolidamento e la primerizzazione di strutture in legno.*

La muqarnas: una forma decorativa medioevale araba

La soluzione decorativa muqarnas presente nella volta della Cappella Palatina, è propria dell'architettura araba ed è originata dalla suddivisione della superficie delle nicchie angolari raccordanti il piano d'imposta circolare della cupola con il quadrato o il poligono di base, in numerose nicchie più piccole.
Il muqarnas si diffuse rapidamente in tutto l'Islam a iniziare dal XII secolo. Venne usato, oltre che nelle cupole, in volte di ogni tipo, in nicchie di portali, come elemento di raccordo tra parete e cornice, e fu realizzato in pietra, mattoni, stucco, legno, ceramica.

(Testo elaborato da "http://it.wikipedia.org/wiki/Muqarnas)

SCHEDA TECNICA

Cappella Palatina nel Palazzo Reale dei Normanni, Palermo
Intervento: restauro del soffitto a muqarnas e della copertura lignea
Periodo di costruzione: XII sec.
Periodo di inizio intervento: 2005
Finanziatore: Gruppo Würth Internazionale
Stazione Appaltante: Soprintendenza Regionale BB.CC.AA. di Palermo
Responsabile Unico del Procedimento: Dirigente Servizio Beni Monumentali Soprintendenza Palermo – arch. Matteo Scognamiglio
Progettazione: Soprintendenza Regionale BB.CC.AA. di Palermo
Direzione Lavori: Direttore Centro Regionale Progettazione e Restauro - arch. Guido Meli; Soprintendenza Palermo - arch. Lina Bellanca
Impresa: A.T.I.: Martino Solito Restauratore, Carla Tomasi s.r.l., Marina Furci, Consorzio CB Art, Studio CRC di Paolo Pastorello, Sergio Salvati
Indagini Diagnostiche: Laboratorio Centrale Analisi Mapei di Milano
Coordinamento Mapei: Achille Carcagnì, Francesco Riccioli, Fiorella Rodio, Pasquale Zaffaroni

PALAZZO DEI NORMANNI - SALA D'ERCOLE
I. CONSOLIDAMENTO STATICO E RESTAURO CONSERVATIVO

*a cura dell'Ufficio del Genio Civile di Palermo**

La volta di Sala d'Ercole: decori e struttura

Alla fine del XVIII secolo il Palazzo dei Normanni vive la stagione di maggiore operosità, dopo la fase cinquecentesca, in virtù della permanenza a Palermo della Corte Borbonica. Il Salone del Parlamento venne adibito all'esposizione della preziosa Quadreria di Capodimonte e il monarca decise di fare affrescare nuovamente le pareti e la volta della sala, affinché il salone presentasse "uno stile più elegante e più grandioso".

Fu eseguito un programma iconografico dedicato al trionfo di Ercole e alle sue mitiche fatiche, da cui deriva l'odierna denominazione della sala.

L'incarico fu affidato a Giuseppe Velasquez, pittore figurista, che con Benedetto Codardi, pittore ornatista, dipinse le decorazioni a "grottesche" e le "candelabre".

Sulla volta sono rappresentate tre scene: "L'Apoteosi, la Nascita e la Morte di Ercole" che si sviluppano in asse al centro della volta e sono racchiuse da ricche cornici e da sei riquadri decorati a grottesche.

Il corpo di fabbrica di Sala d'Ercole è costituito da un'ossatura muraria di significativa sezione attualmente conclusa in sommità da un tetto a doppia falda, sostenuto da una teoria di capriate in conglomerato cementizio armato di pregevolissima fattura, realizzato nel dopoguerra, che ha modificato l'originaria configurazione a padiglione.

L'evento sismico e le opere di presidio

All'indomani del significativo evento sismico del 6 settembre 2002, l'Assemblea Regionale Siciliana affidava all'Ufficio del Genio Civile di Palermo il progetto e la direzione di un presidio che coniugasse due aspetti prioritari: la messa in sicurezza e la fruibilità della Sala da parte dell'Amministrazione per il regolare svolgimento delle Assemblee Parlamentari.

È stato, quindi, realizzato un complesso sistema di strutture intelaiate reticolari in acciaio ad unica luce, concluse da un piano di lavoro posto a quota adeguata per consentire sia il puntellamento che il restauro pittorico della volta. L'intero apparato si presentava interamente celato dietro grandi teli chiari che hanno consentito i successivi lavori di restauro senza alcuna interferenza sull'attività dell'Aula.

Nei primi mesi del 2003, il Presidente dell'Assemblea Regionale Siciliana nominava l'Ingegnere capo del Genio Civile Responsabile Unico del Procedimento (RUP) per i Lavori di Consolidamento Statico e Restauro Conservativo del corpo di fabbrica di Sala d'Ercole, finanziati dall'Assessorato dei Beni Culturali e Ambientali.

Le opere di presidio hanno permesso al gruppo di Progettazione e di Direzione Lavori, costituito da dirigenti e funzionari dell'Ufficio Genio Civile e dell'ARS, sotto l'Alta Sorveglianza della Soprintendenza, di effettuare il rilievo dettagliato della geometria e del quadro fessurativo del corpo di fabbrica, oltre alle successive opere di preconsolidamento delle superfici decorate mirate alla conservazione delle stesse.

Il progetto

L'ispezione in quota della struttura voltata ha evidenziato significative deformazioni nelle due direzioni principali: trasversalmente tra le reni e la chiave, longitudinalmente in corrispondenza della sezione in chiave; queste deformazioni risalivano, probabilmente, all'epoca della realizzazione e, comunque, erano precedenti alle decorazioni pittoriche.

Foto 1.
Interno di Sala d'Ercole durante il restauro.

Foto 2.
Particolare del presidio della volta lesionata.

**Ing. Vincenzo Palizzolo (per gli aspetti strutturali) e Arch. Silvia Occhipinti (per gli aspetti architettonici e il restauro).*

Foto 3.
Particolare del dissesto all'intradosso della volta.

Foto 4.
Il restauro pittorico.

In fase progettuale antecedente al preconsolidamento delle superfici decorate, non è stato possibile stabilire con esattezza la geometria dell'apparecchio voltato all'estradosso e indagare sulle caratteristiche fisico-meccaniche.
La filosofia del progetto è stata, pertanto, quella di restituire al corpo di fabbrica la concezione strutturale originaria, coniugando l'utilizzazione di tecniche e materiali innovativi con le caratteristiche proprie di quelli esistenti. Ammessa la sofferenza statica della volta, il miglioramento delle condizioni di equilibrio è stato pensato prevedendo di costituire un efficace rinfianco, una volta verificata la compatibilità degli sforzi con le ipotetiche caratteristiche fisico-meccaniche dei conci, di cui si prevedeva il ripristino delle malte di connessione.
Questo intervento è stato preceduto dal consolidamento delle linee fessurative e la realizzazione di una gunite di malta pozzolanica e fibre di carbonio, alla quale affidare la funzione di mantenere l'attuale geometria della struttura. Si è ipotizzata, inoltre, la riproposizione dell'originaria configurazione della copertura a padiglione.
Ultimate le opere di consolidamento, si sarebbe proceduto con il restauro dell'apparato decorativo.

I lavori di consolidamento statico e il restauro conservativo

Avviati i lavori, si è constatato che, rispetto a quanto ipotizzato in fase progettuale, la struttura della volta ha sezione costante sino ai paramenti longitudinali d'imposta che si presentano di sezione significativa: pertanto non è stata necessaria la realizzazione di rinfianchi. La sezione trasversale risulta molto ribassata e la luce significativamente ridotta.
Quanto osservato ha determinato una revisione della metodologia di intervento atta a migliorare la statica della volta senza mutare gli equilibri complessivi ormai consolidati nel tempo.
Il consolidamento della struttura voltata è stato mirato, in primo luogo, alla riconnessione delle lesioni più significative, evidenziatesi in corrispondenza del concio di chiave e delle linee di intersezione fra elementi a diversa curvatura, attraverso iniezioni di legante idraulico e applicazione di materiale composito a base di malta e rete in fibra di vetro.
L'irregolarità della geometria della volta e la necessità di colmare differenti spessori ha determinato la necessità di modificare l'intervento diffuso sulla superficie estradossale. Si è realizzata una gunite sempre con materiale composito a base di malta e doppio strato di rete in fibra di vetro disposte a 45°, al fine di configurare una risposta isotropa della volta nel suo complesso, in luogo di una rete in carbonio.
Si è ritenuto di dover mantenere le capriate esistenti, peraltro in ottimo stato, la cui dismissione, se pur condotta con accuratezza, avrebbe potuto disturbare l'assetto statico della volta.
Concluso il consolidamento strutturale, si è passati al restauro conservativo attraverso la riadesione tra supporto murario e arriccio, tra arriccio e intonaco, tra intonaco e intonachino dipinto iniettando, tramite siringhe con aghi o cannule, una speciale boiacca. In questo modo si è ottenuto il riempimento dei vuoti tra i vari strati di intonaco e si è ristabilita l'adesione al supporto murario.
Le stuccature sono state eseguite nelle lacune profonde in diversi strati con un'apposita malta di calce e pozzolana. Sono state, poi, rimosse le efflorescenze saline e i depositi incoerenti, oltre che le ridipinture e le sostanze alterate applicate nei precedenti interventi. Le parti abrase della superficie pittorica sono state compensate con colori ad acquerello, mentre per gli stucchi e le piccole lacune si è eseguita l'integrazione mimetica delle decorazioni con terre colorate.
Il restauro della volta si è concluso, complessivamente, nel mese di luglio 2007. L'intervento è stato possibile grazie al lavoro di squadra e alla costante sinergia tra tecnici, impresa e studiosi impegnati nella soluzione delle problematiche emerse in corso d'opera e all'uso di nuovi materiali e tecnologie, che hanno consentito un efficace consolidamento delle strutture murarie salvaguardando le parti affrescate di notevole pregio architettonico e storico.
Attualmente è in corso il consolidamento e il restauro delle pareti per riportare la Sala d'Ercole al suo antico splendore.

PALAZZO DEI NORMANNI - SALA D'ERCOLE
II. LE SOLUZIONI TECNOLOGICHE SUPPORTATE DALLA RICERCA MAPEI

di Fiorella Rodio, Mapei SpA

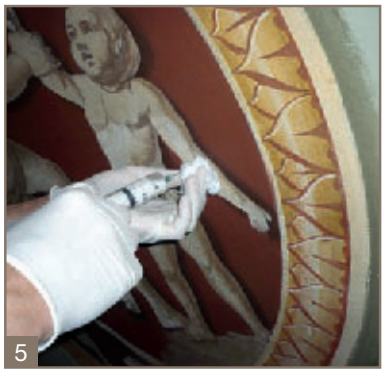
Aver contribuito a restituire alla comunità uno dei principali gioielli simbolo della città di Palermo, seriamente compromesso dall'evento sismico del settembre 2002, è cosa che ci riempie di orgoglio e sottolinea l'importanza che Mapei attribuisce alla ricerca applicata.
L'avvio dei lavori di consolidamento statico e restauro conservativo del corpo di fabbrica di Sala d'Ercole, nel febbraio del 2006, consentì ai tecnici della Direzione Lavori dell'Ufficio del Genio Civile l'accesso facilitato ai luoghi, ad oltre 30 metri di altezza, attraverso una struttura esterna con relativo ascensore. Nel frattempo era stato eseguito un preconsolidamento dell'intonaco (che, come vedremo, ha visto l'impiego di alcuni sistemi Mapei)

1

2

3

4


5

e dell'apparato pittorico, condizione necessaria per intraprendere qualsiasi azione sulla parte estradossale.
La prima fase è stata caratterizzata da un'accurata indagine conoscitiva sulla tipologia costruttiva, sullo spessore e sui materiali costituenti la volta, elementi fino allora solo ipotizzati attraverso notizie sommarie riportate in vecchi testi. Così come, in fase progettuale, era stato impossibile determinare lo stato effettivo del dissesto, intuibile solo dalle lesioni riscontrate all'intradosso che, grazie al ponteggio, venivano costantemente monitorate.
Dai sopralluoghi effettuati nella parte superiore, la struttura voltata è apparsa immediatamente compromessa e interessata da importanti dissesti statici, segnalati con grande evidenza da numerose lesioni alle reni e una lesione in chiave, con relativo avvallamento nella parte centrale. Furono, quindi, compiuti dei saggi per conoscere la tipologia della volta. Rimossa la copertura in cotto, si incontrò uno strato di spessore variabile da 10 a 20 cm di calce, gesso e pietrame informe che ricopriva la volta vera e propria, realizzata con grandi scaglie di calcarenite e pietra pomice inserite a coltello per uno spessore di circa 60 cm.
Al fine di individuare il sistema di intervento ottimale per il consolidamento strutturale, che rispondesse ai criteri stabiliti dalla Direzione Lavori, attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate ma totalmente compatibili da un punto di vista chimico, fisico e meccanico, Mapei offrì il suo contributo, stabilendo un rapporto di collaborazione diretta con tecnici e operatori.
Si decise di condurre un'indagine dettagliata sui materiali costituenti: vennero prelevati e fotografati all'estradosso e all'intradosso della volta oltre 30 campioni, successivamente inviati e analizzati dal Laboratorio Analisi Mapei.
Il report prodotto con i risultati delle indagini costituì una linea guida per l'individuazione delle caratteristiche dei sistemi di intervento.
Una procedura esemplare che consente al tecnico di operare una scelta consapevole e che Mapei è in grado di supportare con il suo apparato tecnico e la sua struttura di ricerca, da sempre

al servizio della comunità scientifica e degli operatori del settore.
Un metodo nel quale Mapei crede fortemente e investe, con il costante potenziamento di risorse umane e apparecchiature avanzate.
L'esatta conoscenza della natura e delle caratteristiche degli elementi costitutivi l'apparecchio voltato, il rilievo della geometria e del quadro fessurativo hanno suggerito, infine, la procedura di intervento descritta di seguito.

Intradosso della volta
La risarcitura e la stuccatura delle lesioni è stata eseguita con una malta realizzata con MAPE-ANTIQUE LC* (legante esente da cemento, a base di Eco-Pozzolana) e inerti litologicamente e granulometricamente selezionati.
Per garantire la cucitura delle lesioni e la riadesione dei vari strati di intonaco affrescato al supporto si sono effettuate delle micro-iniezioni di MAPE-ANTIQUE F21* (legante idraulico fillerizzato superfluido, esente da cemento, a base di Eco-Pozzolana) con apposite cannule.
Il restauro pittorico dell'affresco è stato completato in una fase successiva al consolidamento estradossale.

Estradosso della volta
Solo in corrispondenza delle lesioni, si è operata l'asportazione della pavimentazione e dello strato in calce, gesso e pietrame informe sino a ottenere un sottofondo perfettamente ripulito e privato di parti incoerenti. La risarcitura delle lesioni profonde in chiave e alle reni si è eseguita con scaglie di pietra e PLANITOP HDM MAXI* (malta bicomponente fibrorinforzata a ele-

Foto 1.
Cucitura della lesione in chiave.

Foto 2.
Successione di strati che ricoprivano la volta.

Foto 3.
Campioni prelevati all'intradosso della volta.

Foto 4.
Stuccatura e risarcitura delle lesioni con Mape-Antique LC.

Foto 5.
Micro-iniezioni per la riadesione degli intonaci con Mape-Antique F21.

Foto 6.
Intradosso della volta restaurata.

Foto 7 e 8.
Particolare di un affresco prima e dopo il restauro.

Foto 9.
Cucitura di una lesione all'estradosso.

Foto 10.
Applicazione del rinforzo strutturale con sistema Mapegrid.

Foto 11.
Applicazione del secondo rinforzo a 45°con sistema Mapegrid.

Foto 12.
L'estradosso della volta dopo l'intervento di consolidamento.

9

10

vata duttilità), le lacune profonde e la relativa continuità è stata assicurata attraverso iniezioni, sino a saturazione, con MAPE-ANTIQUE F21*.
Si è operata poi la definitiva cucitura delle lesioni attraverso l'applicazione di una fascia di circa 30 cm di MAPEGRID G 220* (rete apprettata in fibra di vetro per il rinforzo strutturale "armato" di supporti in muratura) tra due strati di PLANITOP HDM MAXI*.
Successivamente, si è passati al con-

12

11

solidamento vero e proprio dell'intera superficie voltata.
Al fine di non mutare repentinamente geometria e distribuzione di carichi, alterando così il precario equilibrio esistente, si è proceduto in senso trasversale per fasce alternate di larghezza pari a circa 90 cm.
Si è inizialmente asportato, per ogni singola fascia, lo strato superficiale sino a raggiungere un sottofondo perfettamente ripulito e privo di parti incoerenti; successivamente è stato applicato PRIMER G* (appretto a base di resine sintetiche in dispersione acquosa) diluito con acqua, atto a garantire la stabilizzazione di possibili elementi polverosi; si è quindi riportato un primo strato di PLANITOP HDM MAXI*, con funzione di regolarizzazione del sottofondo, quindi MAPEGRID G 220* e un ulteriore strato di PLANITOP HDM MAXI* per complessivi 3 cm.
Completata la cappa armata sull'intera superficie con il sistema MAPEGRID operando le giuste sovrapposizioni di circa 7 cm tra le varie fasce, si è applicato un altro rinforzo, orientato a 45° rispetto al primo, realizzato con analoga sequenza: PLANITOP HDM*, MAPEGRID G 220* e PLANITOP HDM* per complessivi cm 1,5–2,0.
Riportare la volta di Sala d'Ercole in condizioni di sicurezza che permettano di fruire della sua visione, finalmente libera da ponteggi di presidio, è stata una sfida entusiasmante raccolta e vinta grazie alla competenza e alla specifica professionalità di tutti gli attori.
E' con grande orgoglio che ancora una volta possiamo dire: Mapei c'era!

***Prodotti Mapei:** i prodotti citati in questo articolo appartengono alla linea "Prodotti per edilizia". Le relative schede tecniche sono contenute nel DVD "Mapei Global Infonet" e nel sito www.mapei.com.*
***Mape-Antique F21:** legante idraulico fillerizzato superfluido, esente da cemento per il consolidamento mediante iniezione di strutture in pietra, mattoni e tufo, particolarmente indicato per murature affrescate.*
***Mape-Antique LC:** legante, esente da cemento, per malte chiare deumidificanti per il risanamento delle murature umide in pietra, mattoni e tufo.*
***Mapegrid G 220:** rete apprettata in fibra di vetro alcali resistente, per il rinforzo strutturale "armato" di supporti in pietra, mattoni e tufo.*
***Planitop HDM Maxi:** malta bicomponente fibrorinforzata a elevata duttilità, a base di leganti ad attività pozzolanica, da impiegarsi in uno spessore massimo di 25 mm, per la regolarizzazione di supporti in pietra, mattoni e tufo, prima della stesura di Mapegrid G 220.*

SCHEDA TECNICA

Sala d'Ercole nel Palazzo dei Normanni, Palermo (sede di riunione del Parlamento Siciliano)
Intervento: consolidamento statico e restauro conservativo
Periodo di costruzione: XVI sec.
Periodo di intervento: 2006-2007
Ente finanziatore: Assessorato Regionale dei Beni Culturali ed Ambientali e della Pubblica Istruzione
Stazione Appaltante: Ufficio del Genio Civile di Palermo
Responsabile Unico del Procedimento: Capo Ufficio Genio Civile di Palermo ing. Pietro Lo Monaco
Progettazione: arch. Silvia Occhipinti, ing. Vincenzo Palizzolo, arch. Pasquale Riggio e geom. Giuseppe Esposito
Direttori dei Lavori: arch. Silvia Occhipinti e ing. Vincenzo Palizzolo
Ispettori di cantiere: arch. Pasquale Riggio e geom. Giuseppe Esposito
Alta Sorveglianza dei Lavori: Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo arch. Matteo Scognamiglio
Impresa: A.T.I. Tecnireco (Roma) e Gumina Antonino (Palermo)
Rivenditore Mapei: Graziano G. C., Bagheria (PA)
Indagini Diagnostiche: Laboratorio Centrale Analisi Mapei di Milano
Coordinamento Mapei: Achille Carcagnì, Fiorella Rodio, Pasquale Zaffaroni