COMITATO D'ONORE

S. Em.za Rev.ma Card. Pietro Parolin
Segretario di Stato di Sua Santità

S. Em.za Rev.ma Card. Giuseppe Bertello
Presidente del Governatorato dello Stato
Città del Vaticano

S. Em.za Rev.ma Card. Giovanni Lajolo
Presidente emerito del Governatorato dello Stato
Città del Vaticano

S. Em.za Rev.ma Card. Gianfranco Ravasi
Presidente del Pontificio Consiglio della Cultura

S.E.R. Mons. Fernando Vérgez Alzaga, L.C.
Segretario Generale del Governatorato dello Stato
Città del Vaticano

S.E.R. Mons. Georg Gänswein
Prefetto della Casa Pontificia

S.E.R. Mons. Marcelo Sánchez Sorondo
Cancelliere della Pontificia Accademia delle Scienze

S.E.R. Mons. Jean-Louis Bruguès, O.P.
Bibliotecario e Archivista di S.R.C.

Rev. Mons. Guido Marini
Maestro delle Celebrazioni Liturgiche Pontificie

Rev. P. Bernard Ardura, O. Praem.
Presidente del Pontificio Comitato di Scienze Storiche

On. Dott. Dario Franceschini
Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo
della Repubblica Italiana

On. Dott.ssa Ilaria Borletti Buitoni
Sottosegretario del Ministero dei beni e delle attività culturali
e del turismo della Repubblica Italiana

On. Prof. Ignazio Marino
Sindaco di Roma

On. Dott. Nicola Zingaretti
Presidente della Regione Lazio

Prof.ssa Daniela Porro
Soprintendente Statale del Polo Museale di Roma

Prof. Claudio Parisi Presicce
Soprintendente Comunale del Polo Museale di Roma

Arch. Gisella Capponi
Direttore dell'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro

Prof. Marco Ciatti
Direttore dell'Opificio delle Pietre Dure – Laboratori di Firenze

Prof.ssa Cristina Acidini Luchinat
Soprintendente del Polo Museale di Firenze

Prof.ssa Pina Ragionieri
Direttrice del Museo Fondazione Casa Buonarroti, Firenze

Prof. Giovanni Maria Vian
Direttore de «L'Osservatore Romano»

Prof. Thomas P. Campbell
Direttore del Metropolitan Museum of Art, New York

Prof. Keith Christiansen
Direttore della Sezione Dipinti Europei del
Metropolitan Museum of Art, New York

Prof. Miguel Zugaza
Direttore del Museo del Prado, Madrid

Prof. Mikhail Borisovich Piotrovsky
Direttore del Museo Statale dell'Ermitage, San Pietroburgo

Prof.ssa Sabine Haag
Direttore del Kunsthistorisches Museum, Vienna

Prof. Michael Eissenhauer
Direttore dei Musei Statali, Berlino

Mr. Geraud Darnis
President & CEO, UTC Building & Industrial Systems

Mr. Philippe Delpech
Chief Operating Officer, Intercontinental Operations,
UTC Building & Industrial Systems

DR. WOLFGANG DEHEN
CFO, Member of the Board, Osram GmbH

DOTT. FEDERICO GOLLA
Presidente e CEO, Siemens Italia

DOTT. STEFANO ANDREOTTI
Direttore, Siemens Roma

MR. YOSHIO OKUBO
Representative Director and President, Nippon Television Network Corporation

COMITATO SCIENTIFICO

MUSEI VATICANI

PROF. ANTONIO PAOLUCCI
Direttore

PROF. ARNOLD NESSELRATH
Delegato per i Dipartimenti Scientifici e i Laboratori

MONS. PAOLO NICOLINI
Delegato Amministrativo-Gestionale

PROF. GIANLUIGI COLALUCCI
già Capo Restauratore del Laboratorio Restauro Pitture

PROF. NAZZARENO GABRIELLI
già Dirigente del Gabinetto di Ricerche Scientifiche

DOTT.SSA LUCINA VATTUONE
Responsabile dell'Ufficio Stampa

PROF. ULDERICO SANTAMARIA
Dirigente del Laboratorio di Diagnostica
per la Conservazione ed il Restauro

DOTT. FABIO MORRESI
Assistente del Laboratorio di Diagnostica
per la Conservazione ed il Restauro

DOTT.SSA VITTORIA CIMINO
Responsabile dell'Ufficio del Conservatore

Mº MARIA LUDMILA PUSTKA
Responsabile del Laboratorio Restauro Dipinti e Materiali lignei

CONSULENTI

PROF. DARIO CAMUFFO
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR Padova

PROF. MAURO MATTEINI
Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni
Culturali, CNR Firenze

PROF. PAOLO MANDRIOLI
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR Bologna

SERVIZI TECNICI DEL GOVERNATORATO

REV. P. RAFAEL GARCÍA DE LA SERRANA VILLALOBOS
Direttore

ING. ROBERTO MIGNUCCI
Capo del Servizio Laboratori e Impianti

ING. MARCO BARGELLINI
Capo del Servizio Edilizia Interna

ING. WALTER MAURO
Senior Project Manager, Proger

CARRIER

MR. DIDIER DA COSTA
President, Carrier HVAC Europe

MR. JOHN MANDYCK
Chief Sustainability Officer, UTC Building & Industrial Systems

DOTT. ANTONIO MONTI
Key Account Manager, UTC Building & Industrial Systems Italy

ING. MICHEL GRABON
Director AdvanTE^{3}C Solutions Center, Carrier HVAC Europe

OSRAM

DR. KLAUS PATZAK
Member of the Board, Osram Licht AG

DOTT. CARLO MARIA BOGANI
Direttore Responsabile del progetto, Osram Italia

ING. MOURAD BOULOUEDNINE
Osram GmbH

DOTT. JOSEP CARRERAS
IREC, Institute of Energy Research Catalunya

PROF. JANOS SCHANDA
University of Pannonia

PROF. MARCO FRASCAROLO
Università Roma Tre – Fabertechnica

NTV

MR. KIMIO MARUYAMA
Board Director, Nippon Television Network

INDICE

9 Le motivazioni

13 Il convegno

15 Stato di salute degli affreschi

15 Premessa

15 la situazione ambientale

19 la situazione clinica

27 Piani di manutenzione e di controllo

29 Progetto di climatizzazione e ricambio dell'aria

33 Progetto di illuminazione

35 La visita virtuale

APPENDICE

37 Cappella Sistina. Un po' di numeri, un po' di date

43 1277-2014. Sette secoli di attività nella Cappella Sistina

LE MOTIVAZIONI

Nel 2010 il numero delle persone che in un anno entrava nei Musei Vaticani si attestava intorno ai 4 milioni e ottocentomila ed era destinato a crescere[1]. Il restauro delle pitture di Michelangelo, iniziato nel 1980 e durato quasi 15 anni, era stato un evento di portata storica: un momento felice per il restauro italiano che si affermava nel mondo, un clamoroso "caso" critico che aveva fatto riscrivere i manuali di storia dell'Arte perché, dopo secoli, i colori degli affreschi – quelli della prima maniera fiorentina, di Andrea del Sarto, di Pontormo, di Rosso – erano ritornati alla luce.
Il binomio Michelangelo-Sistina, rafforzato dall'emozione del restauro e dal clamore delle polemiche che lo caratterizzarono, continuava ad attirare irresistibilmente un pubblico sempre più numeroso, proveniente da ogni parte del mondo, eterogeneo per età, formazione, credo, agli occhi dei conservatori accomunato da un allarmante profilo: costituire una potenziale fonte di rischio per la salvaguardia delle pitture.

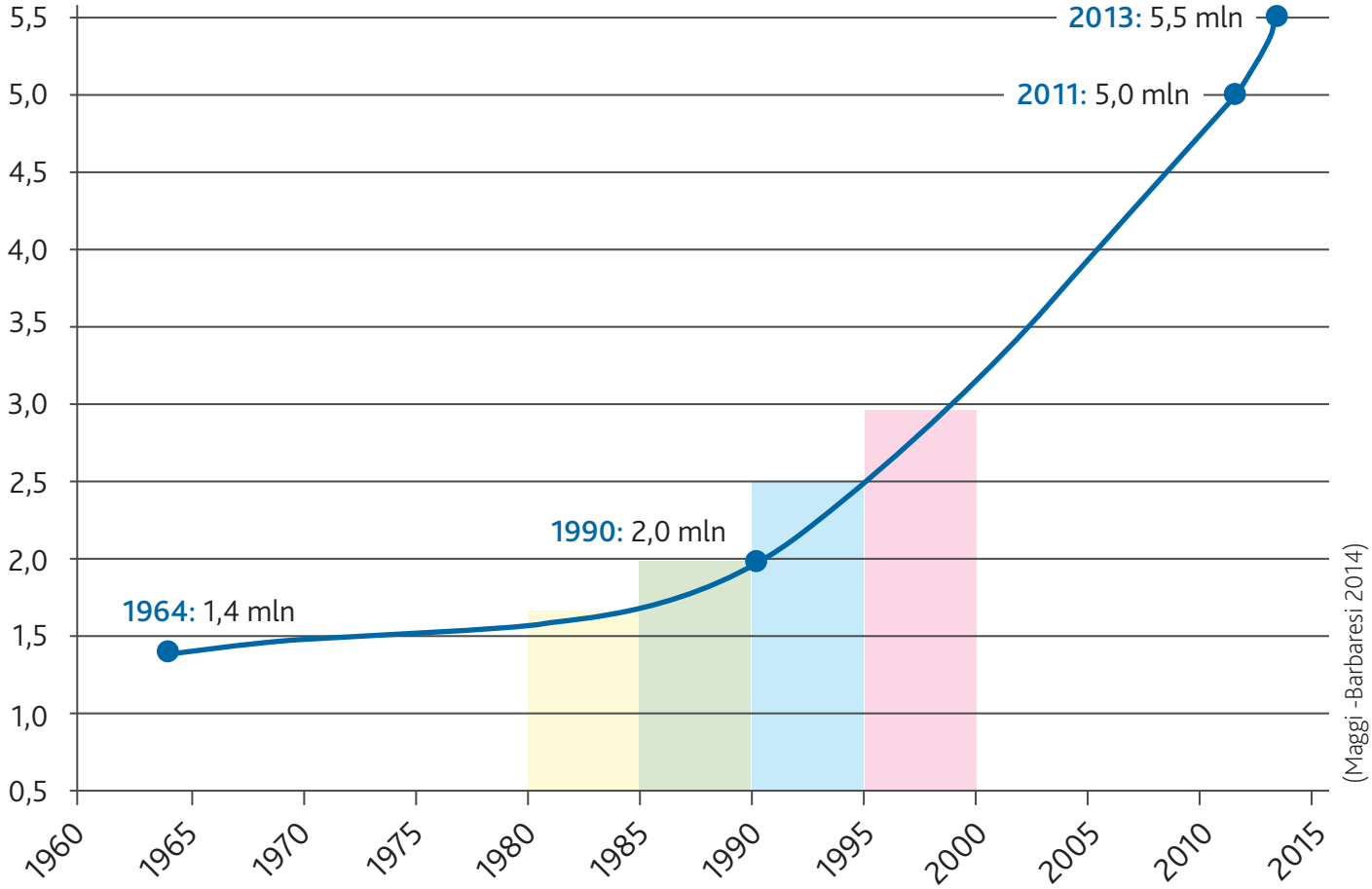
Nel 2010, sulla soglia dei cinque milioni di visitatori, la Direzione dei Musei Vaticani da poco insediatasi ritenne necessario predisporre un piano di ricognizione delle pitture e dare inizio a una serie di controlli mirati. In particolare, si voleva verificare se l'impianto di trattamento e purificazione dell'aria progettato da Carrier e installato nel 1993, a fronte di un numero di visitatori vistosamente accresciuto, potesse ancora garantire il mantenimento dei parametri ambientali prefissati.
Al tempo del restauro Colalucci-Mancinelli, il comitato di esperti scientifici aveva preferito non applicare alcuna vernice a protezione degli affreschi appena puliti, affidando la loro conservazione agli effetti di un microclima controllato e reso così "innocuo". La scelta si era rivelata giusta: altrove, le vernici protettive si erano rapidamente alterate e la pratica era caduta in disuso.
Ma ora, dopo 16 anni, l'equazione "protezione diretta sull'ambiente / indiretta sulle pitture" era ancora valida? Quante persone entravano ogni giorno in Cappella Sistina? Nelle fasce orarie di maggiore frequentazione, l'affollamento poteva provocare perturbazioni ambientali tali da innescare processi di degrado?

Per prima cosa si organizzò una campagna di ricognizione e controllo di tutte le superfici dipinte.
Nel mese di luglio del 2010, i restauratori eseguirono la spolveratura integrale delle pitture, ripristinando un'antica consuetudine del Laboratorio Restauro Pitture dei Musei Vaticani che negli ultimi anni si era allentata, anche per l'entrata in vigore di nuove regole sulla sicurezza del lavoro che proibivano l'uso di ponteggi mobili e "castelli" alti 16 metri e oltre.
Così, nelle notti dell'estate 2010, per la prima volta nella sua storia, in Cappella Sistina entrò il "ragno": una piattaforma mobile con un braccio snodabile che in poco tempo poteva innalzarsi fino a 20 metri. Le foto dei restauratori intenti al lavoro, sospesi a quelle altezze siderali, fecero il giro del mondo.

Pagina a fianco: foto Alessandro Bracchetti

1 Nel 2013 sono stati registrati cinque milioni e mezzo di presenze.

CALENDARIO RESTAURI E INCREMENTO VISITATORI*



(Maggi -Barbaresi 2014)

* Le stime sono indicate in milioni

1980-1984:
Papi e Lunette

1985-1989:
Volta

1990-1994:
Giudizio

1995-2000:
Quattrocentisti, "Tendaggi" Cantoria, Transenna e Stemma marmoreo

Preoccupazione e allarme suscitarono le interviste del direttore dei Musei, Antonio Paolucci, nelle quali dichiarava che erano in corso verifiche e che avrebbe continuato a consentire la visita della Sistina senza limitazioni, senza cioè ricorrere all'ingresso a "numero chiuso", solo se gli fosse stata data garanzia che non sussistevano pericoli per le pitture.

Nel frattempo, senza clamori, la strategia era delineata, lo studio avviato e i lavori proseguivano.

I Musei Vaticani e i Servizi Tecnici collaboravano attivamente, la Carrier si dichiarò fin da subito disponibile ad avviare lo studio, per poi progettare e donare, così come aveva fatto nel 1993, un impianto di climatizzazione, trattamento e ricambio dell'aria in linea con le più avanzate tecnologie e tale da "neutralizzare" ogni nuovo rischio. Ne è nata una collaborazione di alto valore professionale. Due anni dopo, nel 2012, un'offerta analoga giunse da Osram, prontamente accettata, per lo studio, la progettazione e poi l'installazione di un nuovo impianto di illuminazione con tecnologia LED. I risultati, a seguito di opportune reiterate simulazioni, sono stati giudicati eccellenti.

Da allora, molto tempo è trascorso. È stato impiegato con impegno e convinzione per raggiungere gli obiettivi prefissati, pur nella consapevolezza di dovere intervenire in un contesto di per sé "intoccabile".
Allo scadere di due ricorrenze significative per la Cappella Sistina – il 450° anno dalla morte di Michelangelo, il 20° anno dalla conclusione del restauro degli affreschi michelangioleschi – i Musei Vaticani onorano la loro promessa: quella di organizzare un grande convegno internazionale aperto a tutti per comunicare il lavoro fin qui svolto. Dopo un restauro "esemplare", l'impegno di oggi e di domani è e sarà quello di creare intorno a queste pitture, a loro servizio, un piano di costante verifica e regolare manutenzione, di garantire il più possibile la loro salute in un ambiente di esposizione curato e controllato, la loro bellezza in un contesto efficacemente illuminato.

IL CONVEGNO

Il Convegno si svolge in due giornate di lavori articolate in **cinque sessioni**.

La prima vuole ripercorrere la storia più recente della Cappella Sistina, quella che comincia nel 1980 con il restauro delle lunette e della volta. Attraverso il ricordo e la testimonianza dei protagonisti del "restauro del secolo", si cercherà di ricreare le emozioni di quel periodo, il clima che accompagnava le sessioni di pulitura degli affreschi. Si darà testimonianza del lavoro scientifico che ha accompagnato tutte le fasi dell'intervento di restauro, del ruolo degli sponsor che con il loro sostegno economico lo hanno reso possibile.

La seconda sessione ha il compito di comunicare gli effetti dei rilevamenti, delle misurazioni, dei monitoraggi ambientali condotti nell'ambiente-Sistina e i risultati della complessa campagna diagnostica messa in atto. Grazie ai primi è stato possibile ricostruire attendibilmente tutte le dinamiche legate al microclima e stabilire i requisiti del nuovo impianto di condizionamento.
Si renderanno pubblici i risultati delle indagini scientifiche eseguite sulle pitture, per verificare se i leggeri imbianchimenti riscontrati su alcune zone potessero essere considerati iniziali fenomeni di degrado e per caratterizzarli dal punto di vista chimico. L'interpretazione dei meccanismi di formazione prenderà in esame sia le ipotesi di scuola che le possibili specifiche correlazioni con l'ambiente-Sistina.
Si spiegherà nel dettaglio il piano di manutenzione ordinaria messo in opera fin dal 2010 per tutelare le pitture e l'intera Cappella, la metodologia e i risultati degli interventi condotti dai restauratori vaticani nel 2013 in collaborazione con lo staff scientifico dei musei (approfondimenti pp. 15-18 e 19-28).

La terza sessione è dedicata al nuovo impianto di climatizzazione firmato Carrier. Sarà illustrato il progetto, gli interventi tecnici studiati e poi realizzati per garantire un efficiente controllo dell'umidità e abbattimento degli inquinanti anche in condizioni di massimo affollamento della Cappella. La sfida, raccolta, di "trattare" un volume d'aria stimato fino a tre volte superiore rispetto a quello attuale. Le innovative soluzioni saranno analizzate anche dal punto di vista termodinamico e rese comprensibili anche ai non addetti ai lavori mediante la proiezione di efficaci modelli, grafici e simulazioni animate.
Sarà data ampia comunicazione di aspetti poco consueti come i calcoli strutturali resi necessari per consentire l'installazione, la messa a servizio delle nuove apparecchiature e persino le precauzioni adottate per rendere possibile, nel totale rispetto dell'edificio-Sistina (delle superfici interne decorate come delle murature esterne), la disinstallazione e lo smaltimento di quelle vecchie e tutti gli aspetti di una "cantierizzazione" apparsa fin da subito una impresa non scontata (approfondimenti pp. 29-31).

La quarta sessione riguarda il nuovo impianto di illuminazione, a cura di Osram, capofila di un consorzio di studi interdisciplinare sostenuto a livello europeo.
Il progetto finale ha recepito le limitazioni richieste della commissione dei Musei, co-

stituita da storici dell'arte, esperti scientifici e conservatori i quali hanno voluto privilegiare profili più tradizionali di illuminazione, a tutela della sacralità e della dignità del luogo, sede dell'elezione del Romano Pontefice.
Alcuni interventi illustreranno le soluzioni adottate per conseguire il raggiungimento del difficile obiettivo: realizzare un'illuminazione non troppo intensa ma di alta qualità, che fosse in grado di favorire la migliore percezione possibile dei colori degli affreschi nel loro stato di conservazione e nel loro spazio architettonico, e la lettura unitaria di un testo figurato complesso, affollato di segni e di significati. Altri sottolineeranno la tecnologia innovativa dell'impianto, un sistema digitale che si avvale di LED di ultima generazione, apparecchi di dimensioni estremamente ridotte e dotati di ottiche particolari, sviluppati appositamente per la Cappella Sistina. (Approfondimenti pp. 33-35)

La quinta e ultima sessione del Convegno tratta il problema del turismo di massa destinato prevedibilmente ad aumentare in un prossimo futuro. Come resistere alla pressione antropica? Come preservare la Cappella Sistina dalla consunzione e nello stesso tempo non respingere coloro che chiedono di entrare nel santuario della cristianità, di visitare il capolavoro assoluto dell'arte rinascimentale? È etico negare un'esperienza che può essere straordinaria? Quali sono le possibili alternative?

Nel corso del convegno, al termine di ogni sessione, sarà dato spazio al dibattito.

A conclusione dei lavori del primo giorno, i convegnisti potranno visitare la Cappella Sistina e verificare personalmente gli effetti del nuovo impianto di climatizzazione e ricambio dell'aria e del nuovo impianto di illuminazione.
Nell'occasione resterà aperta anche la Cappella Paolina, ultima fatica di Michelangelo pittore, oggetto di un recente restauro.

STATO DI SALUTE DEGLI AFFRESCHI

PREMESSA

Come riportano i più autorevoli manuali di chimica del restauro, le pitture murali sono parte integrante delle pareti che ricoprono. A seconda della tecnica e dei processi di esecuzione usati dall'artista, i materiali che le costituiscono a distanza di tempo possono risultare più o meno stabilmente aggregati.
Il loro stato di salute dipende anche, in misura non trascurabile, dagli "scambi" termodinamici in cui si trovano coinvolti, cioè dai meccanismi fisici e fisico-chimici che si stabiliscono tra la struttura muraria sulla quale appoggiano e le condizioni dell'ambiente che le circonda e che nell'intonaco favoriscono ora l'assorbimento, ora il rilascio di umidità.

Per questa ragione, verificare lo stato di salute degli affreschi o dei dipinti murali della Cappella Sistina ha comportato lo studio e il controllo del loro ambiente di esposizione.

LA SITUAZIONE AMBIENTALE
STUDIO DELLE CONDIZIONI MICROCLIMATICHE DELLA CAPPELLA SISTINA

A partire dal 2010, i Musei Vaticani hanno intrapreso una strategia volta a riacquisire il diretto controllo della conoscenza delle condizioni ambientali della Cappella Sistina e ad attivare interventi migliorativi dell'impianto di condizionamento e ricambio dell'aria in funzione dal 1993, che, dimensionato per "trattare" al massimo di 700 persone presenti contemporaneamente, ha dovuto lavorare con numeri man mano crescenti.
A tale scopo, è stato completamente ripensato il sistema di rilevamento in uso ed è stata istallata una **rete di monitoraggio integrata**, in grado di registrare *in continua*, H 24, i valori ambientali. Questi sono stati messi in relazione con le presenze dei visitatori, monitorate alle varie ore mediante telecamere a infrarosso poste in corrispondenza dei varchi di accesso e uscita. Si è potuto così finalmente disporre di dati certi sul numero di persone presenti contemporaneamente in Cappella e stabilire nessi e correlazioni con le condizioni microclimatiche registrate.
L'istituzione di un'apposita Commissione, aperta anche a specialisti esterni, ha consentito di caratterizzare in breve tempo ed esaustivamente le condizioni microclimatiche e ambientali vigenti in Cappella Sistina; individuare i maggiori fattori di rischio; fornire l'analisi degli aspetti critici del sistema; proporre una serie di provvedimenti, suddivisi tra "attuabili in breve tempo" e "proposte strutturali".
La Commissione ha lavorato a questo argomento dal 2011 al 2012, ma già nei primi sei mesi di misure, estemporanee e in regime di monitoraggio continuo, era stata raccolta una rilevante quantità di dati che sono stati esaminati, discussi e raccolti nel documento *Condizioni microclimatiche della Cappella Sistina*, consegnato alla Direzione dei Musei il 15 febbraio 2012[2].

2 Risultati dei lavori della Commissione istituita dal Direttore dei Musei Vaticani (V. Cimino, P. Mandrioli, M. Matteini, U. Santamaria), Prot. 4037, 7A del 23 marzo 2012.

Nuovo sensore di rilevamento di T(°C) e UR(%)

Di seguito si riporta un elenco delle **principali misure eseguite**:

Parametri microclimatici della Cappella
Temperatura, umidità relativa dell'aria e temperatura di superficie registrata sulle pareti dipinte

Parametri climatici esterni
Temperatura e umidità relativa registrate nella città di Roma

Presenze contemporanee di visitatori
Misura delle presenze giornaliere totali e contemporanee nelle varie ore della giornata

Concentrazione dell'anidride carbonica
Misura a varie altezze e sulle pareti Nord e Sud

Concentrazione e dimensione del particolato atmosferico
Campionamento di polveri, fino a 10 m di altezza, e misure di concentrazione di particelle in funzione delle loro dimensioni

Circolazione dell'aria
Misura di direzione e di velocità, eseguita a tre livelli di altezza su due pareti

Flussi d'aria nei varchi di entrata e di uscita
Misura di direzione e di velocità

Flussi d'aria attraverso le grate di aspirazione a pavimento
Misure di direzione e di velocità

Flusso dei visitatori
Conta-persone sui tre varchi di passaggio

Pagina a fianco: sistema di monitoraggio in funzione da dicembre 2011 a gennaio 2012

L'impianto di controllo ambientale installato nel 1993 aveva il compito di "neutralizzare" le forti escursioni termiche e di umidità provocate dalle folle di pellegrini e di turisti, mantenere la temperatura dell'ambiente più bassa rispetto a quella della superficie delle pitture, evitare la condensazione dell'umidità, la migrazione di questa all'interno della struttura porosa e l'attivazione di indesiderate reazioni chimiche catalizzate dagli inquinanti contenuti nell'aria o nella polvere. Per questo, l'aria dell'impianto veniva immessa dopo una serie di trattamenti e purificazioni.

Rispetto ai presupposti, il monitoraggio eseguito rivelava alcuni aspetti "tranquillizzanti" e alcune criticità, che saranno diffusamente trattati nella specifica sessione del convegno.
Di seguito si accennano i punti principali.

Esclusione del raggiungimento del punto di rugiada e della formazione di condensa sulle pareti

Il sistema di condizionamento in azione nel complesso assicurava valori termoigrometrici (cioè di temperatura e di umidità relativa) che, se confrontati con i dati della "temperatura a contatto" (la temperatura che si misura direttamente sulla superficie delle pitture), potevano far escludere il raggiungimento del *punto di rugiada* e dunque la condensa di acqua liquida sulla superficie, situazione di grave rischio potenziale per gli affreschi. Sebbene con un certo ritardo, l'impianto riusciva in gran parte a controbilanciare le variazioni prodotte dall'imponente numero dei visitatori (si arriva a punte massime di 1500-1800 persone contemporaneamente presenti con un'afferenza media giornaliera di circa 18.000 unità e con punte di 24.000 e oltre).

Insufficiente ricambio dell'aria e permanenza di alti valori di anidride carbonica

Misure e calcoli teorici mostravano che una parte dell'aria immessa non veniva espulsa in tempi sufficientemente rapidi e ristagnava in Cappella. Il dato era confermato dal monitoraggio della concentrazione di anidride carbonica, *marke*r naturale e inequivocabilmente correlato alla co-presenza di visitatori, che evidenziava valori molto elevati durante le ore di massima frequentazione del pubblico.

Circolazione dell'aria e velocità dei flussi sulle pareti

Il tipo di circolazione che si verificava, con formazione di correnti d'aria ascendenti e discendenti, favoriva la distribuzione omogenea, senza stratificazioni di interesse, fino ai livelli superiori in prossimità della volta, della temperatura, dell'umidità relativa e dell'anidride carbonica prodotte dalla respirazione e traspirazione dei visitatori.
La velocità delle correnti lungo le pareti mostrava invece valori troppo elevati, influenzando gli equilibri di cristallizzazione dei sali solubili, il trasporto e deposito delle polveri.

Elevata concentrazione di polveri sospese in aria, circolazione e deposizione

Il sistema di circolazione dell'aria contribuiva alla risospensione del particolato introdotto e prodotto dai visitatori e alla sua successiva deposizione sulla superficie degli affreschi. A parte il danno estetico, questa è una condizione di rischio per la conservazione degli affreschi perché le polveri contengono agenti chimici e biologici potenzialmente attivi.

Volendo scartare l'ipotesi di risolvere le problematiche con una drastica riduzione del numero dei visitatori e considerando i vincoli imposti dalle architetture e dalle pittu-

Modellino in scala con la posizione dei sensori che costituiscono la rete di controllo dei Musei attualmente in uso

10 SENSORI T (°C) E UR (%)

2 SENSORI T SUPERFICIALE (°C)

2 SENSORI CO_2 (PPM)

6 ANEMOMETRI SULLE FINESTRE SUPERIORI LATO SUD

3 TELECAMERE A INFRAROSSI CONTAPERSONE

3 ANEMOMETRI AI VARCHI (ENTRATA/USCITA)

re, intervenire sul sistema-Sistina rappresentava una difficile sfida. Ciononostante, o proprio per questo, molte proposte sono scaturite dall'analisi dei dati del monitoraggio "integrato" che, ovviamente, continua.
Le conclusioni elaborate sotto forma di "linee guida" sono state consegnate al tavolo tecnico costituito da Musei, Servizi Tecnici, Carrier, e in gran parte recepite.
Gli argomenti saranno trattati approfonditamente in entrambe le giornate del convegno.

LA SITUAZIONE CLINICA
INDAGINI SCIENTIFICHE SUGLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA SISTINA

A maggio 2010, durante alcuni controlli sui finti tendaggi eseguiti sulla parete sud al di sotto del ciclo delle *Storie di Mosè*, vengono notate piccole zone interessate da "imbianchimenti".
A luglio i restauratori vaticani intervengono con la prima campagna di spolveratura e integrale revisione delle pitture, mentre la struttura scientifica esegue una serie di analisi e indagini diagnostiche sulle superfici. Saranno ripetute a gennaio-febbraio 2013 e, poi,

durante i lavori della Commissione appositamente istituita dalla Direzione dei Musei Vaticani che ha operato in maniera congiunta da marzo a dicembre 2013, data di consegna del documento dal titolo *Indagini scientifiche sugli affreschi della Cappella Sistina*[3].

Dalle campagne di acquisizioni – eseguite in prevalenza sulle pitture dei Quattrocentisti, ma non solo – sono derivati molti dati utili a orientare il complesso percorso di studio e di comprensione dei meccanismi chimico-fisici che hanno portato alla genesi delle alterazioni. Non sono mancati, nel corso dei lavori, integrazioni di misure e controlli, affidati a esperti nelle più avanzate metodologie scientifiche, specifiche sperimentazioni, sopralluoghi congiunti, ricerche di archivio, confronti con i restauratori titolari in passato del restauro delle pitture sistine.

Le indagini, eseguite con tecniche analitiche diverse e incrocio dei risultati, non si sono limitate allo studio della composizione dei cosiddetti "imbianchimenti" o "sbiancamenti", ma hanno voluto estendere i sondaggi anche ai componenti solubili in acqua presenti negli intonaci in vicinanza delle superfici.
Nel corso del convegno saranno illustrati i protocolli di studio e di intervento adottati, compreso l'"intervento pilota" eseguito su una zona "campione", le successive **indagini** e i **controlli** con uso di **tecniche di imaging**.

L'intervento sulla *Vocazione degli Apostoli* del Ghirlandaio, condotto in stretta collaborazione tra il Laboratorio Restauro Dipinti e il Laboratorio di Diagnostica del Musei Vaticani nei mesi di agosto e settembre del 2013, ha consentito una rapida rimozione delle alterazioni che causavano un danno estetico e potenzialmente conservativo, verificando l'efficacia di metodi reversibili e poco invasivi.
L'intervento è stato poi esteso a tutte le scene dei Quattrocentisti e si è felicemente concluso a dicembre 2013.

Oltre alla caratterizzazione degli imbianchimenti, ottenuta con esami analitici, e alla ricerca dei possibili meccanismi di formazione, la Commissione ha preso in considerazione anche gli aspetti di interazione con il microclima e ha formulato alcune raccomandazioni, allo scopo di prevenire in futuro condizioni favorevoli alla riformazione degli imbianchimenti.

Nella seconda sessione del convegno si affronterà la parte più strettamente chimica dello studio: i metodi usati e i risultati emersi dalla **campagna di analisi** degli imbianchimenti, in particolare le analisi condotte sugli estratti acquosi del materiale degli imbianchimenti e il riscontro, tra i sali solubili, di una larga prevalenza del **bicarbonato di calcio.**
Sarà discusso lo **studio dei fenomeni di imbianchimento**, le condizioni che portano alla cristallizzazione di tali sali sui dipinti murali, valutato il caso specifico della Cappella Sistina. Saranno illustrate le tecniche non invasive condotte per misurare il contenuto di acqua eventualmente presente sotto la superficie dei dipinti, negli intonaci di supporto e a diversi livelli di profondità, ricostruite le mappe di distribuzione, utili per stabilire eventuali correlazioni con le localizzazioni degli imbianchimenti.

Vicende conservative e correlazioni tra infiltrazioni d'acqua e imbianchimenti

Come è stato autorevolmente ricostruito, molto presto gli affreschi sistini subirono

3 Risultati dei lavori della Commissione istituita dal Direttore dei Musei Vaticani (V. Cimino, P. Mandrioli, M. Matteini, U. Santamaria), Prot. 374, 7A del 10 gennaio 2014.

danni a causa dei problemi statici e delle infiltrazioni di acqua piovana. Già nel 1547 Paolo Giovio, scrivendo a Vasari, constatava che la «capella di Michelagniolo, quale si va consumando con il salnitro et con le fessure»[4].
Il cattivo stato di conservazione delle pitture è sistematicamente testimoniato fin dall'inizio del Settecento in documenti che descrivono le condizioni della volta, del *Giudizio* e dei Quattrocentisti affetti da problemi di polvere, umidità e imbianchimenti. Il tetto della Cappella, a scarsa tenuta, e i quattro discendenti perimetrali, spesso ostruiti, lasciavano passare l'acqua piovana che dalle reni della volta, zona di innesto con le lunette, si diffondeva fino a raggiungere la superficie degli affreschi. A questa situazione si pose rimedio solo nel 1975 con il rifacimento del tetto e la copertura del passaggio di ronda.
A partire dal 1980, durante la pulitura delle lunette e della volta, al di sotto degli strati di colla alterata, emergevano le macchie bianche delle pregresse salificazioni che le analisi scientifiche identificarono come patine di solfati, silicati e carbonati.
Anche per le scene dei Quattrocentisti esistono vecchie documentazioni di restauro che testimoniano la presenza di salificazioni dovute, annotano i restauratori, a ripetute infiltrazioni di acqua che dalle finestre aperte o non chiuse bene arrivava sul cornicione e da lì si diffondeva sulle sottostanti murature. Ancora una volta, le macchie biancastre erano costituite da solfati, silicati e carbonati.
Nell'occasione dei restauri conclusi il 1999, durante le operazioni di pulitura, gli imbianchimenti sono stati solubilizzati e rimossi.

Meccanismi classici di formazione dei carbonati e ipotesi allo studio

Il fenomeno delle salificazioni da carbonati è un evento che può verificarsi quando in seguito a persistente dilavamento l'acqua satura un intonaco. Se il contatto con l'acqua si protrae a lungo, il carbonato di calcio, per quanto scarsamente solubile, può subire continue minime solubilizzazioni.
Il bicarbonato di calcio così formatosi, in piccola quota migra sulla superficie e vi precipita, creando effetti di imbianchimento visibili. Nella gran parte, tuttavia, non raggiunge la superficie e ri-precipita all'interno dello stesso intonaco, rimanendo invisibile. Il processo, lento e graduale, porta alla formazione di una tessitura di cristalli di carbonato di calcio molto fine, suddivisa e con un'alta superficie specifica, disponibile a ulteriori nuovi eventi di solubilizzazione, anche di altra natura. Le patine biancastre spesso contengono, oltre al carbonato di calcio, anche altri sali assai più solubili, come cloruri, solfati ecc.

Gli imbianchimenti "recenti": nuove congetture

L'elevata concentrazione di CO_2 presente nell'ambiente-Sistina, in combinazione con una certa quantità di acqua, verosimilmente localizzata in strati interni dell'intonaco per fenomeni di adsorbimento non ancora completamente dimostrati – anche per l'impossibilità di eseguire indagini distruttive nell'intonaco pittorico – favorirebbe la formazione di bicarbonato di calcio solubile. Il processo avverrebbe assai più facilmente in presenza di formazioni cristalline finissime precedentemente originatesi.
Successivamente, in condizioni favorevoli di asciugatura, il bicarbonato di calcio migrerebbe oltre la superficie dando luogo, in tempi anche relativamente brevi, a nuove patine dall'aspetto biancastro.

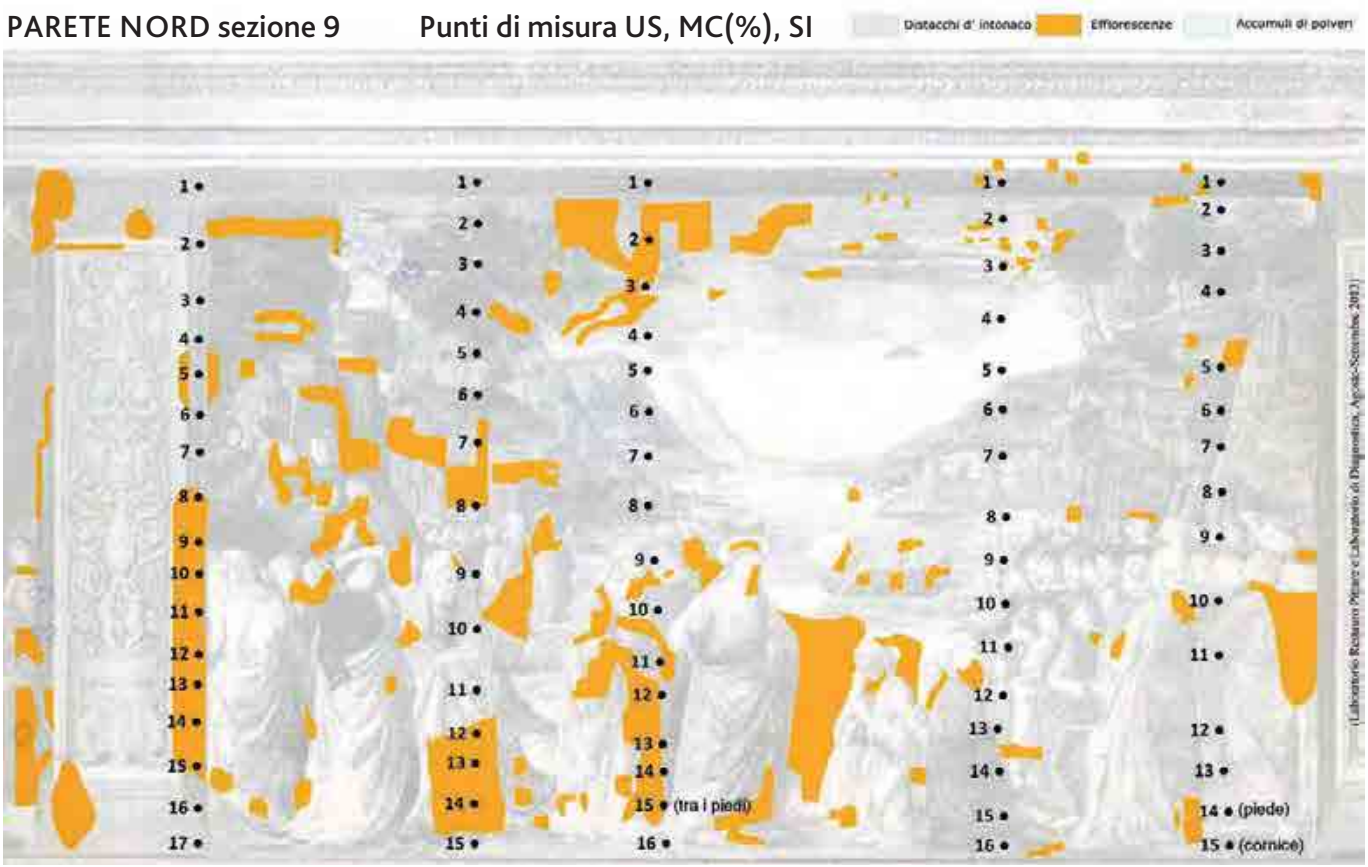
Concause

La velocità di formazione si può spiegare con le correnti d'aria verticali che nel loro percorso vengono a localizzarsi in prossimità dei dipinti. Infatti, flussi d'aria veloci

Pagina a fianco: foto Claudio Guaitoli

4 Archivio di Stato di Arezzo, Archivio Vasari, 10 (XLIV), cc18, 23.

Scena raffigurante *La Vocazione degli Apostoli*, cantiere "pilota" dell'intervento del 2013



Mappatura dei punti di indagine e di misura dell'umidità sub-superficiale

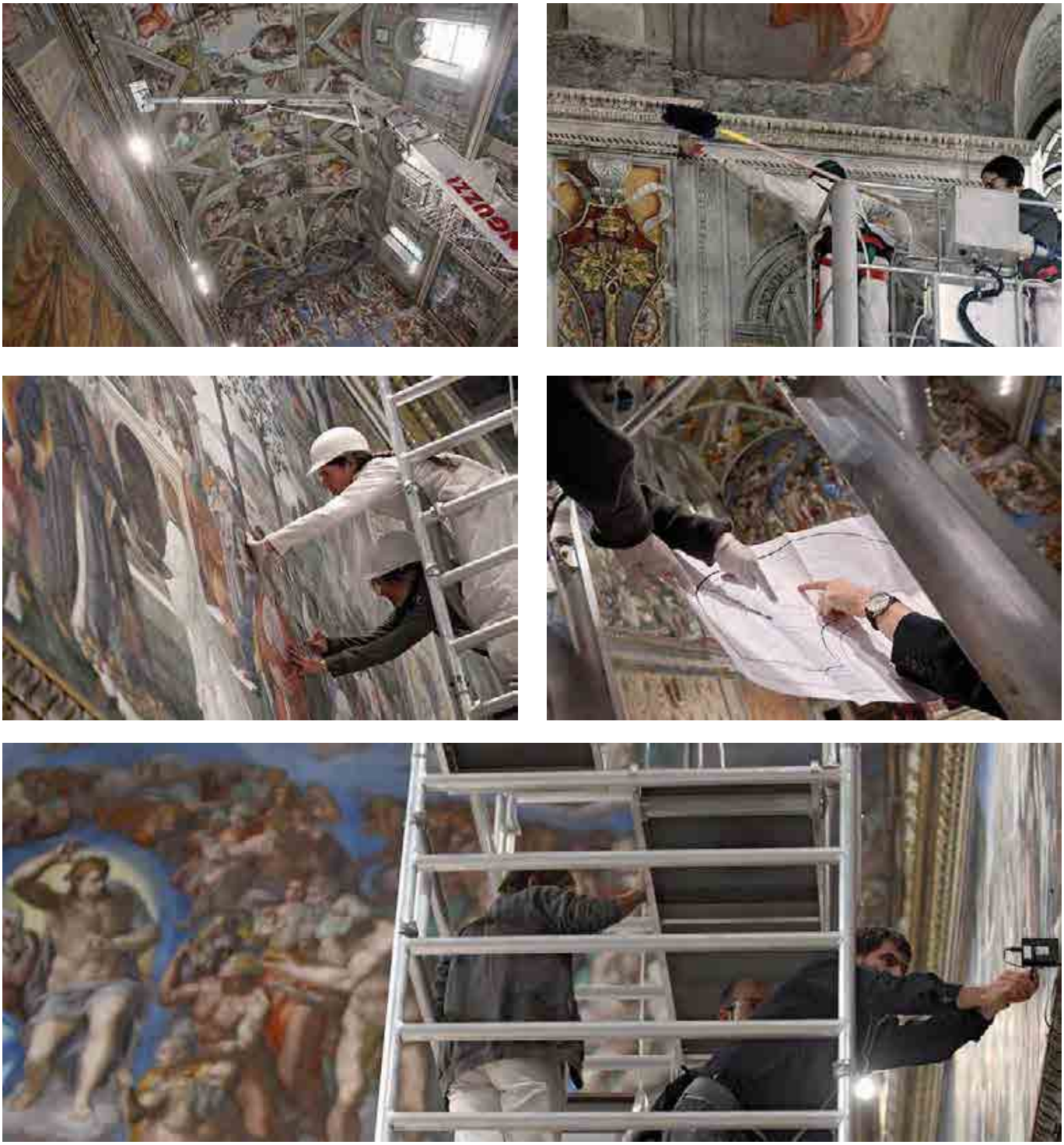
Restauratori a lavoro durante l'intervento di estrazione dei sali del 2013

e turbolenti possono contribuire a diffondere verso la struttura porosa del dipinto, quantità di CO_2 in grado di dar luogo, all'interno, al fenomeno descritto. Comunque, qualunque sia la genesi effettiva degli imbianchimenti, una concausa sicura è indubbiamente riferibile all'elevata concentrazione di CO_2 presente in Cappella Sistina, prodotta dal gran numero dei visitatori e conseguente all'insufficiente ricircolo e trattamento dell'aria nell'ambiente.

Raccomandazioni

Per garantire una corretta conservazione dei dipinti, è indispensabile apportare un significativo abbattimento della CO_2, da perseguire unitamente al controllo rigoroso dell'umidità nell'aria. Anche le tipologie di velocità e modalità dei flussi lungo le pareti dovranno essere ridotte in modo tale da evitare fenomeni di turbolenza e movimentazione eccessiva delle polveri in prossimità delle superfici degli affreschi. Ciò dovrà essere garantito dalle caratteristiche del nuovo impianto di condizionamento, trattamento dell'umidità e purificazione dell'aria.

Felicemente riacquisita la corretta percezione estetica e conservativa delle pitture dei Quattrocentisti, grazie all'intervento di rimozione dei modesti veli carbonatici eseguito nel 2013, a garanzia futura è necessario prevedere l'esecuzione coordinata, programmatica e convergente di piani di manutenzione, conservazione preventiva, controllo e monitoraggio delle superfici dipinte.



Restauratori e tecnici a lavoro durante le operazioni di manutenzione (foto: Claudio Guaitoli)

PIANI DI MANUTENZIONE E CONTROLLO

Fin dall'estate del 2010, la Direzione dei Musei Vaticani ha avviato un **piano globale di manutenzione della Cappella Sistina** che consiste in una serie di operazioni programmate e ripetute nel tempo, condotte allo scopo di **prevenire e tenere efficacemente sotto controllo** i possibili meccanismi di degrado delle pitture.

Le operazioni comprendono:

- le pratiche di pulizia della Cappella;
- il controllo delle condizioni ambientali all'interno della Cappella;
- il controllo dell'efficienza dell'impianto di condizionamento e ricambio dell'aria in funzione;
- il controllo delle pitture;
- la gestione del flusso dei visitatori.

Pratiche di pulizia della Cappella

È stata introdotta la pulizia quotidiana del pavimento, per migliorare le condizioni di igiene e per asportare le polveri di maggiori dimensioni, depositate a terra durante la notte e che, con l'arrivo dei visitatori, sarebbero rimesse in circolo. Si esegue al primo mattino con una macchina lava-asciuga dotata di spazzole morbide, tali da evitare danni al commesso marmoreo del pavimento e uso di detergenti neutri (cadenza giornaliera). Pulizia della griglia interna del condotto di aspirazione sul pavimento (cadenza periodica).
Sono curate dalla **Ditta di pulizia** accreditata presso i Musei, coordinata dal **Servizio in Appalto**.

Controllo delle condizioni ambientali all'interno della Cappella

Mediante una rete di sensori collegati, istallati a varie quote di altezza, si esegue il monitoraggio dei valori ambientali interni – temperatura, umidità relativa, temperatura alla superficie delle pitture, concentrazione di anidride carbonica – e si mettono a confronto con quelli registrati all'esterno.
Si verifica inoltre la portata, la velocità e la direzione del flusso d'aria trattata dall'impianto di climatizzazione che entra e che esce dall'ambiente. Si effettua infine il conteggio del numero dei visitatori in entrata e in uscita (monitoraggio *in continua*, H 24). Sviluppo, elaborazione grafica e archiviazione dei dati, messi a confronto (consegna periodica).
È curato dall'**Ufficio del Conservatore**.

Controllo dell'efficienza dell'impianto di condizionamento e ricambio dell'aria in funzione

La verifica della funzionalità delle varie sezioni dell'impianto e dei sensori è affidata alla **Direzione dei Servizi Tecnici del Governatorato**[5].

5 E per un certo numero di anni, anche dalla Carrier, secondo i nuovi protocolli di collaborazione. Inoltre, a supporto del monitoraggio di controllo dei Musei, Carrier garantirà la condivisione dei dati registrati dai sensori che governano l'impianto.

Controllo delle pitture

È stata reintrodotta la pratica di regolare "spolveratura" delle pitture, integrata dal controllo e dalla documentazione grafica dello stato di conservazione. È eseguita dal **Laboratorio Restauro Pitture**, a cadenza annuale.
Il **Laboratorio di Diagnostica** esegue le analisi delle polveri e i controlli diagnostici con ampio uso di tecniche di *imaging*. Entrambi i laboratori sono coinvolti in caso di interventi di manutenzione straordinaria.

Gestione del flusso dei visitatori

Il presidio della **Custodia** è stato riorganizzato e rafforzato.
Sono operativi contemporaneamente sei custodi per turno, accuratamente selezionati. Collegati con la **Sala Controllo** che monitora il flusso dei visitatori in ingresso e nelle gallerie, hanno il compito di esercitare il controllo dei luoghi e di favorire lo scorrimento del flusso dei visitatori, impedendo la stazione prolungata dei gruppi.
È inoltre presente un **Sacerdote** che invita i visitatori a mantenere un comportamento consono alla dignità del luogo.

PROGETTO DI CLIMATIZZAZIONE E RICAMBIO DELL'ARIA

A giugno del 2013, dopo circa due anni di lavoro, veniva approvato lo studio del nuovo impianto di climatizzazione e ricambio dell'aria denominato "HVAC Project". Il *team* Carrier, parte del gruppo UTC, guidato da un ingegnere cosmopolita, in perenne dinamico equilibrio tra Europa e Stati Uniti e formato da un efficiente gruppo di ricerca e sviluppo dislocato a Milano, Lione, Syracuse, era riuscito a elaborare una proposta tecnica tale da soddisfare le molte richieste dei Musei.
Il nuovo impianto di climatizzazione, trattamento e ricambio dell'aria della Cappella Sistina doveva garantire anche in condizione di massimo afflusso (stimabile, per eccesso, nel numero di 2000 persone contemporaneamente presenti) il congruo e stabile mantenimento dei valori di temperatura dell'aria, temperatura sulla superficie degli affreschi, umidità relativa, concentrazione di anidride carbonica, polveri sottili.
L'impianto non avrebbe dovuto causare in alcun modo rischi per la salute delle pitture, né richiedere interventi edili invasivi o potenzialmente pericolosi per pavimenti, pareti, porte o finestre, praticamente per tutto.
I parametri richiesti sono:

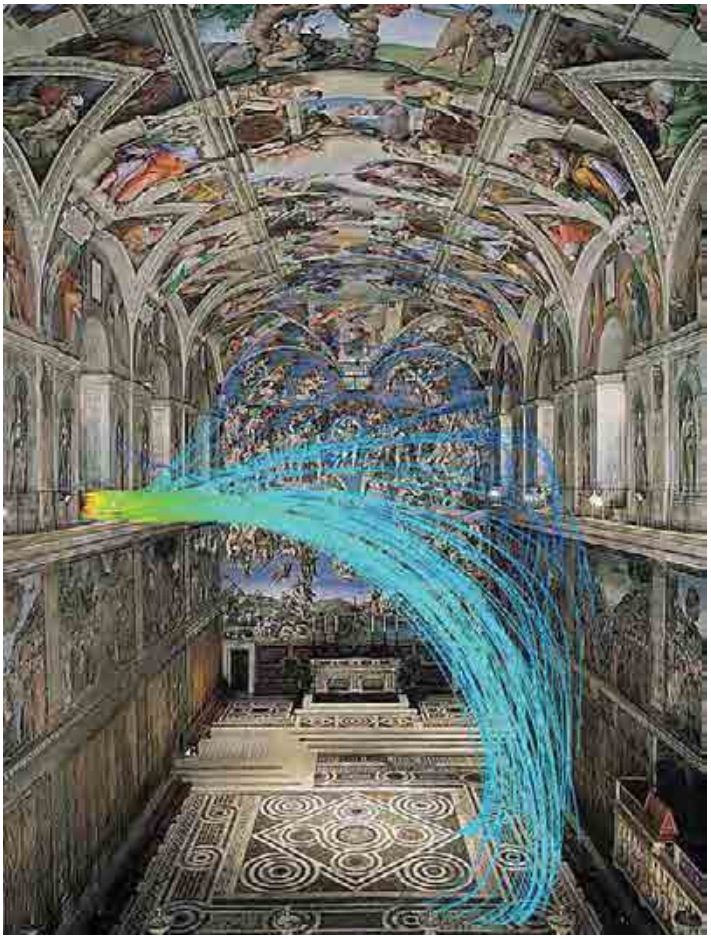
- Aumento della quantità di aria trattata da immettere nell'ambiente, ma velocità dell'aria sulla superficie degli affreschi non superiore a 0,5 m/s;
- Temperatura ambiente al bulbo secco compresa tra 20 e 25°C (inverno-estate);
- Umidità relativa compresa tra 50% e 60% (55 ±5) e non superiore. Garanzia dell'efficacia del trattamento di deumidificazione sia in condizioni di alta umidità esterna che di alta umidità interna, causata dall'afflusso del pubblico;
- Concentrazione di anidride carbonica inferiore a 800 ppm;
- Concentrazione di polveri (PM 2,5) inferiori a 0,1µg/m^3;
- Bassi livelli di rumorosità dell'impianto.

Nel corso del convegno saranno illustrati i dettagli tecnici del progetto e gli studi teorici che l'hanno preceduto e reso possibile, compreso il calcolo del modello fluidodinamico isotermo della Cappella con il vecchio impianto, le proiezioni e le simulazioni dei cambiamenti prodotti dalle modifiche, la sperimentazione in laboratorio delle nuove soluzioni tecnologiche, compreso l'**apparecchio diffusore**, appositamente realizzato, capace di contenere la velocità del flusso d'aria, aumentato, ma mantenuto entro i limiti stabiliti di 0,5 m al secondo.
Il progetto prevede la trasformazione da **sistema a "tutt'aria"**, con espulsione dell'aria "viziata" dalle porte o dalle griglie di aspirazione presenti sul pavimento, come era prima, a **sistema a filtrazione e parziale** "**ricircolo**", con possibilità di aumento regolabile della capacità del flusso d'aria.
Mentre il vecchio impianto era distribuito su sei bocchette di immissione dell'aria trattata, poste in corrispondenza delle sei finestre del lato Sud, il nuovo può contare su due unità di trattamento dell'aria (UTA) indipendenti, suddivise in 4 bocchette di mandata e 2 di ritorno. Al di sotto sarà appoggiato l'apparecchio diffusore.
La possibilità di usufruire di **vie di filtraggio e ri-lancio dell'aria**, secondo calcoli stabiliti, e una nuova modifica della geometria del flusso del lancio, producono un sensibile potenziamento del ricambio dell'aria, e il conseguente abbassamento dei valori di

Piccali
ZES

CO_2 e particolato solido, che i dati del progetto promettono dimezzabili rispetto a quelli del passato.
Per evitare pericolosi "stress" sulle pareti, causati da flussi d'aria radenti che "asciugano" la superficie dipinta, l'impianto funzionerà a capacità massima solo quando realmente necessario e cioè in condizioni di elevato afflusso di persone – numerate e monitorate da apposito dispositivo – e per il tempo stabilito.
Un **sistema di regolazione e di controllo** che si avvale di sensori di vario tipo, governa l'efficienza e il funzionamento dell'impianto, comprese le varie velocità.
Per aumentare l'efficienza dell'espulsione dell'aria, sulla parete Nord della Cappella, opposta a quella dove si immette l'aria filtrata, in corrispondenza delle finestre, sono state istallate **speciali feritoie di ventilazione** che entrano in funzione quando si verificano significativi aumenti di pressione dell'aria all'interno della Cappella.

.



Modello fluido-dinamico del flusso d'aria

Pagina a fianco: fasi di cantierizzazione
(foto: Biagio Tamarazzo)

Prove tecniche di illuminamento alle varie temperature di colore (°K)

PROGETTO DI ILLUMINAZIONE

LED4Art è il nome del progetto della nuova illuminazione della Cappella Sistina ed è il frutto di una stretta collaborazione tra Musei Vaticani e Osram, capofila di un gruppo di lavoro costituitosi per la specifica occasione, promosso dalla Comunità Europea.
Per applicare al meglio le potenzialità della nuova tecnologia LED, il progetto è stato affrontato a più livelli: così, l'*University of Pannonia*, in Ungheria, ha eseguito gli studi sul colore, l'*Institut de Recerca en Energia de Catalunya*, in Spagna, la ricerca sul risparmio energetico, lo studio *Fabertechnica*, in Italia, ha elaborato il progetto illuminotecnico, e *Osram*, in Germania e in Italia, ha provveduto allo sviluppo delle tecnologie e alla produzione dei nuovi apparecchi.

Al progetto hanno preso parte i Servizi Tecnici del Governatorato, per la cura degli aspetti di installazione, cantierizzazione e sicurezza, e i Musei Vaticani che, assunta la Direzione artistica dei lavori, hanno messo a disposizione una commissione costituita da storici dell'arte, esperti scientifici e conservatori, che hanno tracciato i principi generali della nuova illuminazione, verificato la congruità delle proposte tecniche e avviato nei propri laboratori di ricerca una serie di test scientifici e di controllo.

È nato così un dialogo stimolante tra professionalità con formazioni anche molto diverse, ma con un obiettivo comune: dotare la Cappella Sistina di un'illuminazione di altissima qualità, con caratteristiche innovative ricavate dall'applicazione tecnica dei più avanzati studi scientifici di settore, nel rispetto delle più severe prescrizioni conservative.

"Tecnologia al servizio dell'arte", si dice. Nel caso della Cappella Sistina doveva tradursi concretamente in un'illuminazione non eccessivamente intensa ma omogenea, di alta "fedeltà cromatica", in grado di valorizzare i colori delle pitture e capace di suggerire una lettura unitaria dell'intero ciclo senza spettacolarizzazioni o sottolineature specifiche.

Il progetto prevede l'uso di circa 40 barre illuminanti progettate appositamente, per un totale di più di 7000 LED che, istallate sui cornicioni che corrono sui lati lunghi della Cappella (pareti Nord e Sud) a circa 12 metri di altezza, riescono a ricreare un **effetto di luce naturale** proveniente dalle finestre.
Grazie a un accurato lavoro di integrazione tra le componenti meccaniche e quelle elettroniche, è stato possibile realizzare piccoli **apparecchi,** che dal centro dell'aula risultano quasi invisibili.
Il requisito di **un'illuminazione omogenea** è stato raggiunto mediante la messa a punto di speciali ottiche, mentre ragionati profili di distribuzione fotometrica hanno consentito di illuminare la volta, le pareti con le scene dei Quattrocentisti e la parete del *Giudizio* senza produrre sovrapposizioni o interferenze sulle superfici, né causare problemi di abbagliamento per i visitatori.

Il criterio guida di **uniformità dell'intera Cappella,** evitando di operare distinzioni tra pitture di Michelangelo e Quattrocentisti, o tra *Giudizio* e volta, ha portato all'adozione di due soli **scenari di luce**:
- quello *standard* o *museale*, con un'illuminazione diffusa e omogenea delle pareti e della volta, dedicato a coloro che visiteranno normalmente la Cappella Sistina;
- quello detto *di gala*, destinato alle **funzioni religiose**. In questo caso il primo sistema sarà integrato da una serie di luci destinate a incrementare l'illuminazione della zona dell'aula.

L'illuminazione *di gala* sarà attivata in caso di eventi particolari. In queste occasioni entreranno in funzione gli speciali apparecchi mobili che sono stati installati sul cornicione superiore, alla base delle paraste.
Il sistema retromotorizzato, controllato da un microprocessore, consente che essi, una volta attivati, si portino nella posizione di illuminamento per il tempo desiderato, ritornando successivamente in quella di riposo, al di sotto del piano di visibilità. Anche in questo caso è stata posta molta attenzione alla riduzione del fenomeno dell'abbagliamento.
Per la Cappella Sistina si voleva inoltre evitare l'effetto di luce eccessivamente "fredda" che spesso si rimprovera all'illuminazione a LED ricreando invece, per quanto possibile, le condizioni della luce naturale filtrata dai vetri colorati delle finestre, più simile a quella del tempo delle pitture.

La nuova tecnologia sviluppata e la possibilità di selezionare e "miscelare" differenti LED monocromatici, ha consentito di ottenere sorgenti di luce a emissione variabile.
La regolazione del sistema è stata eseguita direttamente sul posto durante le sessioni di prova della Commissione esaminatrice e ottimizzata con i dati ricavati dallo studio spettrale dei pigmenti.
L'effetto finale è risultato pienamente soddisfacente sia per l'intensità, sia per la qualità della luce.
La composizione spettrale adottata consente di eliminare completamente le radiazioni infrarosse e ultraviolette, nonché di contenere la componente spettrale blu, mantenendo uno spettro complessivo equilibrato, tale da valorizzare tutti i colori.
Duplice il risultato positivo ottenuto: una luce con effetto morbido e caldo, depurata da componenti energetiche potenzialmente pericolose per i materiali pittorici particolarmente delicati, come le lacche o i materiali di restauro. La Commissione ha voluto anche tenere conto dei recenti allarmi apparsi sulla stampa specializzata a proposito del presunto scolorimento di alcuni dipinti di van Gogh, sottoposti a illuminazione a LED, contenendo le radiazioni a maggiore energia.

Molti altri sono gli aspetti interessanti del nuovo progetto di illuminazione che saranno trattati nel corso del convegno. Tra questi:
- gli studi di fisica del colore e le misurazioni delle riflessioni spettrali di molti pigmenti in condizioni di luce naturale e di luce artificiale;
- i test chimici di controllo delle composizioni spettrali delle nuove lampade, in specie sui coloranti;
- la riduzione del consumo energetico, grazie all'efficienza dei LED impiegati e all'integrazione dei sistemi di controllo e di gestione dell'impianto. La drastica riduzione di sprechi porterà a risparmi stimabili intorno al 60%;
- la completa rispondenza del nuovo impianto ai valori di illuminamento massimo, di radiazione ultravioletta e dose di luce annuale massima contemplati dalla normativa italiana in materia (DM, 10 Maggio 2001; UNI 10829). Infatti, adottando un livello

medio di illuminamento nell'intervallo tra 40 e 80 lux, con un limite di valore massimo pari a 100 lux e considerando i dati previsionali e il profilo d'uso della Cappella, il nuovo impianto di illuminazione sviluppa una dose di luce massima annuale pari a 374.400 (lux.h/anno), minore del valore di riferimento contenuto nelle Normative, che corrisponde a 500.000 (lux.h/anno).

LA VISITA VIRTUALE

Comprendere la Cappella Sistina nella sua complessità iconografica e iconologica, nella pluralità degli autori e degli stili è impresa ardua. Aiutare il pubblico a capire, è primario dovere etico di un grande museo.
Per questo i Musei stanno lavorando a un servizio didattico plurilingue, che preparerà i visitatori all'ingresso e alla visita in Sistina. Un ambiente opportunamente attrezzato, fornito di strumentazione filmica e digitale di ultima generazione offrirà ai turisti, prima della visita, la necessaria preventiva informazione.

APPENDICE

CAPPELLA SISTINA. UN PO' DI NUMERI, UN PO' DI DATE

FABBRICATO

Spazio esterno: lunghezza m 43,90, larghezza m 17,80
Spazio interno: lunghezza m 40,23, larghezza m 13,41, al culmine della volta l'altezza è di m 20,70. Con i due piani sottostanti e la sopraelevazione, l'altezza complessiva è di m 38 ca.
Superficie coperta: mq 780, netta mq 540
Volume complessivo: mc 30.000 di cui 10.400 sono di muratura piena
Mura laterali: spessore medio m 2,30
Finestre sulle pareti Nord-Sud: 6 per lato con dimensioni di ca. m 1,60 x 4,20
Volta: spessore in chiave cm 80
Peso della costruzione: 20.000 tonnellate ca.; con le fondamenta 30.000 tonnellate
Carico unitario medio sul terreno: 3,8 kg/cm^2.

INTERNO. SUPERFICI DECORATE

Lunette: mq 200 ca.

Papi: mq 264 ca.

Volta: mq 750 ca.

Giudizio: mq 180 ca.
L'intera superficie misura m 16 x 13, contiene 366 figure, inscritte in 452 "giornate";

Quattrocentisti: mq 400 ca. con 14 riquadri o scene, 6 su ogni lato lungo,
2 sulla controfacciata.
Ogni riquadro misura m 5,5x3,5 ca.

Finti tendaggi sottostanti: totale mq 450 ca.

Il totale della superficie (comprese porte, finestre e cornicioni marmorei)
è di mq 2500 ca.
Il totale delle superfici dipinte è di mq 2250 ca.

1277-2014
SETTE SECOLI DI ATTIVITÀ NELLA CAPPELLA SISTINA

1277

Per volere di Niccolò III (1277-1280) viene fondato il *Palatium Novum* (ali sud ed est del cortile del Pappagallo) che forse non comprende ancora la *Cappella Magna* preesistente all'attuale Cappella Sistina.

1278

Sotto il Pontificato di Urbano V (1362-1370) possibile fondazione della *Cappella Magna* ovvero *Cappella Palatina*.

1477-1480

Ristrutturazione della *Cappella Magna* su commissione di Sisto IV (1471-1484). Da questa iniziativa deriverà poi il nome di Cappella Sistina.

1480

Pier Matteo d'Amelia dipinge sulla volta un cielo stellato.

1481

27 ottobre: contratto per dieci affreschi nella Cappella con Cosimo Rosselli, Botticelli, Ghirlandaio e Perugino.
Esecuzione delle opere marmoree: stemma pontificio sopra la porta d'ingresso, transenna e cantoria.

1483

9 agosto: Sisto IV con una Santa Messa nella Cappella solennizza l'anniversario della sua elezione al Pontificato;
15 agosto: inaugurazione della Cappella in occasione della festa dell'Assunta.

1484-1492

Durante il Pontificato di Innocenzo VIII viene ristrutturata e decorata la sagrestia ad est della Cappella.
La decorazione verrà completata da Alessandro VI (1492-1503).

1504

Giugno: si manifestano i primi problemi statici della Cappella.

1506

10 giugno: lettera di Pietro Rosselli a Michelangelo con la prima indicazione della volontà di Giulio II (1503-1513) di affidare al Buonarroti la nuova decorazione della volta.

1508

10 maggio: contratto e primo pagamento a Michelangelo per i lavori nella Cappella Sistina per 700 ducati d'oro. Si inizia a costruire il ponteggio e si dà inizio all'opera.

1510

Agosto: Michelangelo termina di affrescare la prima metà della volta (dalla parete d'ingresso fino alla *Creazione di Eva*).

1512

31 OTTOBRE: Michelangelo completa la decorazione della seconda metà della volta.

1° NOVEMBRE: «La [volta] scoperse la Mattina d'Ognissanti che il Papa andò in Cappella là a cantare la messa con satisfazione di tutta la città» (Vasari).

1515

Leone X (1513-1521) commissiona a Raffaello i cartoni per gli arazzi da esporre in Sistina.

1519

Dopo due anni di lavoro, gli arazzi vengono terminati nella bottega di Pieter van Aelst a Bruxelles: saranno in Sistina il 26 dicembre del 1519.

1522

25 dicembre: l'architrave della porta d'ingresso della Cappella verso la Sala Regia crolla uccidendo due delle Guardie Svizzere del seguito di Adriano VI (1522-1523). I due affreschi sopra la porta, opera di Domenico Ghirlandaio e Luca Signorelli, riportano danni tali da dover essere completamente rifatti successivamente da Matteo da Lecce e Hendrick van den Broeck.

1533

Clemente VII (1523-1534) incarica Michelangelo di dipingere il *Giudizio universale* sulla parete dell'altare.
Ciò comporta la distruzione degli affreschi quattrocenteschi e delle due lunette da lui precedentemente affrescate.

1535

16 giugno: dopo la conferma della commissione da parte di Paolo III, Michelangelo fa costruire il ponte per eseguire l'affresco.

1° NOVEMBRE: Michelangelo viene nominato «Supremo architetto, scultore e pittore del nostro medesimo Palazzo apostolico» con un salario di milleduecento ducati annui.

1536

Nella tarda primavera Michelangelo inizia a dipingere il *Giudizio* sulla parete dell'altare.

1540

15 dicembre: viene abbassato il ponte e scoperta la parte alta del dipinto.

1541

31 OTTOBRE: termine dell'opera di Michelangelo, che suscita da subito ammirazione e scandalo.
Paolo III (1534-1549) celebra i Vespri davanti al *Giudizio universale* appena scoperto.

1564

21 gennaio: il Concilio di Trento dispone la censura dei dipinti di Michelangelo nella Cappella.

1565

Daniele da Volterra esegue le prime "braghe" sul *Giudizio*.

1566-1585

Pontificati di Pio V (1566-1572) e di Gregorio XIII (1572-1582). Costruzione di contrafforti esterni a causa della precaria situazione strutturale in cui versavano le fondamenta e i muri della Cappella.
Domenico Carnevali restaura il *Giudizio* e la volta. Matteo da Lecce e Hendrick van den Broeck ridipingono gli affreschi sulla parete d'ingresso.

1625

Sotto il Pontificato di Urbano VIII (1623-1644), Simone Lagi esegue la pulitura delle pareti con le *Storie di Mosè e di Cristo*.

1710-1712

Sotto il Pontificato di Clemente XI (1700-1721), Annibale Mazzuoli esegue il restauro degli affreschi della Cappella, escluso probabilmente il *Giudizio*.

1762

Probabile restauro e copertura di alcuni nudi del *Giudizio* e della volta ad opera di Stefano Pozzi, come riferisce il Richard nel 1766 (*Description historique et critique de l'Italie*, V, pag. 358).

1797

L'esplosione della polveriera di Castel Sant'Angelo fa cadere una porzione dell'*Ignudo* a sinistra della *Sibilla Delfica* e un frammento del *Diluvio* nella volta.

1825

Prove di pulitura di Vincenzo Camuccini sul *Giudizio*: per decisione dell'Accademia di San Luca l'intervento non proseguirà.

1903

Sotto il Pontificato di Pio X (1903-1914), inizia il consolidamento della volta e del *Giudizio* ad opera del Cingolani e del Cecconi-Principi, con la direzione di Ludovico Seitz. L'intervento terminerà l'anno successivo.

1920-1922

Lavori di consolidamento della volta ad opera del Biagetti.

1930-1936

Nuovi lavori di consolidamento della volta. In quell'occasione, il Direttore del Laboratorio di Restauro, Biagio Biagetti in un rapporto osserva la presenza di materiali alterati sovrammessi alle pitture originali, ma non esegue alcuna pulitura.

1964-1974

Nel IV CENTENARIO DELLA MORTE DI MICHELANGELO, sotto il Pontificato di Paolo VI (1963-1978), viene eseguito il consolidamento strut-

turale e una limitata pulitura delle *Storie di Mosè e di Cristo*, sotto la direzione di Dioclecio Redig de Campos (direttore dal 1971 al 1978).

1975-1979

Interventi sulle coperture: restauro del tetto, del passaggio di ronda e della merlatura dell'edificio e rifacimento di alcune finestre.

1979-1980

Sotto il Pontificato di Giovanni Paolo II (1978-2005) restauro degli affreschi tardo-cinquecenteschi di Matteo da Lecce e di Van den Broeck, in controfacciata. Restauratori: Maurizio Rossi e Pier Giorgio Bonetti.

1980-1984

16 giugno 1980 – 13 ottobre 1984

Restauro della quattrocentesca serie dei *Pontefici.* Primo test di pulitura sulla *lunetta di Mathan e Eleazar* eseguito da Gianluigi Colalucci. Inizia la campagna di restauro delle lunette ad opera di Gianluigi Colalucci, Capo del Laboratorio Restauro Pitture, sotto la direzione di Fabrizio Mancinelli, Curatore del Reparto di ABMM e di Carlo Pietrangeli, Direttore dei Musei.

1981

Inizio della collaborazione con la Nippon Television Network di Tokyo che filmerà e documenterà tutta la pulitura (la collaborazione finirà nel 1994). NTV assicurerà sostegno finanziario per il restauro e parteciperà al progetto editoriale di documentazione dei risultati del restauro, avendo in cambio l'utilizzo a fini commerciali delle immagini, fino al termine di tre anni.

1983

Inizio dello studio del microclima della Cappella Sistina (i dati saranno pubblicati nel 1986 e nel 1988).

1985-1989

7 novembre 1984 – 31 dicembre 1989

Restauro degli affreschi della volta. La squadra è così composta:
Responsabile tecnico: Gianluigi Colalucci, Restauratore capo del Laboratorio, aiutato dai Maestri restauratori Maurizio Rossi, Pier Giorgio Bonetti, poi Giovanni Grossi e Bruno Baratti.
Direttore dei lavori: Fabrizio Mancinelli con la *supervisione* di Carlo Pietrangeli
Analisi e indagini di laboratorio: Nazzareno Gabrielli e Fabio Morresi.
Consulenza tecnico-scientifica: Pasquale Rotondi, ex direttore ICR.
Il *Direttore* dei Musei è Carlo Pietrangeli.

1990

25 marzo: Giovanni Paolo II inaugura nel Braccio di Carlo Magno la mostra *Michelangelo e la Cappella Sistina. La tecnica, il restauro, il mito*, organizzata dai Musei Vaticani e dalla Biblioteca Apostolica Vaticana, con ricca esposizione di materiale grafico, fotografico e filmato.

26 marzo: Convegno internazionale di studi *Michelangelo, la Cappella Sistina* a cura di Kathleen Weil-Garris Brandt e Fabrizio Mancinelli. Inaugurato nella Sala dei Cento Giorni del Palazzo della Cancelleria, prosegue (dal 27 al 31

marzo) nella Biblioteca di Sisto IV, Aula del Vecchio Sinodo.
In questa occasione vengono presentati i primi test di pulitura del *Giudizio*.

1990-1994

Primavera 1990, marzo 1994

Restauro del *Giudizio universale*.
Responsabile tecnico: Gianluigi Colalucci, Restauratore Capo del Laboratorio, aiutato dai Maestri restauratori Maurizio Rossi, Pier Giorgio Bonetti e Bruno Baratti.
Direttore dei lavori: Fabrizio Mancinelli, con la *supervisione* di Carlo Pietrangeli.
Analisi e indagini di laboratorio: Nazzareno Gabrielli e Fabio Morresi.
Consulenza tecnico-scientifica: Pasquale Rotondi, fino al 1991, poi Giorgio Torraca.
Il *Direttore* dei Musei è Carlo Pietrangeli.

1993

Dopo anni di studi riservati alla progettazione e all'acquisizione di dati, entra in funzione il nuovo sistema di controllo del microclima (filtraggio dell'aria e condizionamento). Sostituisce il vecchio impianto di riscaldamento che proveniva dalle griglie poste sul pavimento. È realizzato dai Servizi Tecnici del Governatorato, in collaborazione con Delchi-Carrier che offre tecnologia e finanziamenti (luglio 1992).
Sostituzione del vecchio impianto di illuminazione a incandescenza e installazione di un nuovo impianto di illuminazione con impiego di luci fredde (alogenuri metallici). I proiettori sono posti all'esterno delle finestre schermate da vetri diffusori. È realizzato dai Servizi Tecnici del Governatorato, in collaborazione con Osram e Siemens che offrono tecnologia e finanziamenti.

1994

8 aprile: *Convegno internazionale* nell'Aula Paolo VI e *Conferenza Stampa* nell'Aula delle Benedizioni per presentare la conclusione del restauro degli affreschi di Michelangelo e la pubblicazione ufficiale dei Musei Vaticani del restauro della volta e degli Atti del Convegno del 1990, tre volumi e in co-edizione con Nippon Television:

Vol. I	Tavole. La volta restaurata
Vol. II	Rapporto sul restauro della volta
Vol. III	Atti del Convegno internazionale di studio *Michelangelo. La Cappella Sistina* del 1990.

Nell'occasione si presenta:
- il *Giudizio universale* restaurato;
- il nuovo impianto di climatizzazione, filtraggio dell'aria e controllo del microclima;
- il nuovo impianto di illuminazione.

1995-1999

Restauro del ciclo pittorico delle *Storie di Mosè e di Cristo*, dei finti "tendaggi" e delle opere marmoree: lo stemma pontificio, la transenna e la cantoria.
Responsabile tecnico: Maurizio De Luca, Restauratore Capo del Laboratorio, aiutato dal Mº Maria Pustka e numerosi restauratori.
Direttore dei lavori: Arnold Nesselrath, Curatore del Reparto ABMM

Responsabile scientifico: Nazzareno Gabrielli, Fabio Morresi
Consulenti: Giorgio Torraca, Gianluigi Colalucci
Il *Direttore* dei Musei è Francesco Buranelli.

1999

11 dicembre: Giovanni Paolo II presiede la cerimonia di inaugurazione per la conclusione dei lavori di restauro della Cappella Sistina.

2000

Presentazione della pubblicazione ufficiale dei Musei Vaticani sul restauro del *Giudizio* dal titolo *Michelangelo – La Cappella Sistina. Documentazione e interpretazione,* in due volumi:

Vol. I Rapporto sul *Giudizio universale* restaurato
Vol. II Tavole. Il *Giudizio universale* restaurato.

2010

Antonio Paolucci, Direttore dei Musei Vaticani, reintroduce la pratica della spolveratura integrale degli affreschi e istituisce il programma di manutenzione programmata e di controllo dello stato di conservazione delle pitture nel loro contesto ambientale. Per lo studio dal titolo *Progetto Sistina – stato di salute degli affreschi, controllo ambientale, ipotesi di possibili interventi*, convoca la prima di una lunga serie di riunioni congiunte Musei-Servizi Tecnici del Governatorato, a cui presto si aggiungerà Carrier.
I lavori continueranno fino al 2014.

2011

Antonio Paolucci, Direttore dei Musei, istituisce e presiede la *Commissione tecnica* che ha per compito:

- eseguire lo *studio ambientale* della Cappella, fornire indicazioni relative all'idoneità del sistema di climatizzazione in funzione e del conseguente impatto sui dipinti murali;
- eseguire lo *studio scientifico* sullo stato di salute degli affreschi, identificare eventuali fenomeni di alterazione riscontrabili sulle pitture.

Presenti i Delegati, per i Musei i lavori sono svolti dai responsabili del Laboratorio di Diagnostica e dell'Ufficio del Conservatore e da Mauro Matteini e Paolo Mandrioli, in veste di consulenti esterni della Direzione. I rapporti vengono consegnati rispettivamente nel 2012 e nel 2013.

2012

Inizia la collaborazione con Osram, finalizzata allo studio di un nuovo impianto di illuminazione per la Cappella Sistina.

31 OTTOBRE: Benedetto XVI (2005-2013) nella ricorrenza del 500° anniversario dell'inaugurazione della volta, ricorda l'evento celebrando la stessa funzione religiosa nella Cappella Sistina e pronunciando un importante discorso teologico.

2013

Giugno: la commissione Musei-Servizi Tecnici del Governatorato approva lo studio del progetto del nuovo HVAC System, impianto di climatizzazione e

ricambio dell'aria progettato da UTC-Carrier. Si passa alla realizzazione delle apparecchiature e, l'anno successivo, all'organizzazione delle fasi di progettazione esecutiva, di cantierizzazione e di installazione.

2014

La commissione dei Musei Vaticani-Servizi Tecnici del Governatorato approva lo studio del progetto del nuovo impianto di illuminazione proposto dal consorzio LED4 Art guidato da Osram. Si passa alla realizzazione degli apparecchi eseguiti appositamente e alla fase operativa dell'installazione.

30-31 OTTOBRE: nel memoriale della "scopertura" della volta e del *Giudizio*, a 450 dalla morte di Michelangelo, a 20 dalla conclusione del primo vero restauro degli affreschi michelangioleschi, i Musei Vaticani organizzano il Convegno dal titolo:

LA CAPPELLA SISTINA VENTI ANNI DOPO NUOVO RESPIRO NUOVA LUCE

Presentando:

- gli studi eseguiti sullo stato di conservazione degli affreschi nel loro contesto ambientale;
- il nuovo impianto di climatizzazione, trattamento dell'umidità, purificazione dell'aria;
- il nuovo impianto di illuminazione.

Maggio 1980: Cappella Sistina, generale, prima del restauro

Gennaio 2000: Cappella Sistina, generale, dopo il restauro

Cappella Sistina, volta. I Maestri Restauratori Pier Giorgio Bonetti e Maurizio Rossi a lavoro sulla scena del *Peccato originale*

Cappella Sistina, volta. Il Maestro Restauratore Gianluigi Colalucci durante la pulitura del riquadro della *Creazione di Adamo*

LA CAPPELLA SISTINA VENTI ANNI DOPO
NUOVO RESPIRO NUOVA LUCE

30-31 OTTOBRE 2014
AUDITORIUM CONCILIAZIONE
ROMA

MUSEI VATICANI

Antonio Paolucci, *Direttore*
Arnold Nesselrath, *Delegato per i Dipartimenti Scientifici ed i Laboratori*
Mons. Paolo Nicolini, *Delegato Amministrativo-gestionale*
Roberto Romano, *Segretario*

Laboratorio di Diagnostica per la Conservazione ed il Restauro
Ulderico Santamaria
Fabio Morresi
Francesca Romana Cibin
Maurizio Delle Rose
Claudia Aguzzi
Nicoletta Barbabietola
Simone Bizzarri
Fabio Luciano Castro
Lucia Colarusso
Livio D'Alvia
Valentina Morandi
Andrea Pernella

Ufficio del Conservatore
Vittoria Cimino
Marco Maggi
Alessandro Barbaresi

Laboratorio di Restauro Dipinti e Materiali Lignei
Maria Ludmila Pustka
Fabio Piacentini
Marco Pratelli
Laura Baldelli
Federica Cecchetti
Angela Cerreta
Stefania Colesanti
Eugenio Ercadi
Paola Guidi
Bruno Marocchini
Bruno Mattei
Francesca Persegati
Francesco Prantera
Paolo Violini
Simone Virdia
Alessandra Zarelli

Servizio di Manutenzione e Supporto
Fabio Cristofani
Fulvio Bernardini
Nicoletta Camilloni
Paolo Casiccio

Squadra Manutenzione
Antonio Maura
Roberto Bufalini
Mauro Chibbaro
Pierino Cicala
Giacomo Cordisco
Dino Di Marcello
Roberto Gasperoni
Giancarlo Gobbi
Luigi Grispigni
Valerio Iovine
Danilo Lucidi
Cesare Moretti
Marco Rocca Galli
Carlo Alberto Rossi
Alessandro Sabatucci
Pietro Simari

Segreteria dei Reparti
Daniela Valci

Segreteria dei Laboratori
Fabrizio Cosimo

Laboratorio Fotografico
Pietro Zigrossi
Alessandro Bracchetti
Giampaolo Capone
Luigi Giordano
Danilo Pivato
Alessandro Prinzivalle

Servizio Fotografico
Rosanna Di Pinto
Filippo Petrignani
Gabriele Mattioli

Fototeca
Paola Di Giammaria
Cristina Gennaccari
Paolo Giuliani

Ufficio Eventi
Ilaria Cerlini
Monica D'Aleo
Miriam Saviano
Cristiana Usai

Ufficio Web e Multimedia
Rosangela Mancusi
Anna Liguori
Roberto Di Giampietro

Ufficio Pubblicazioni
Federico Di Cesare
Valerio Brienza
Carla Cecilia
Cristina D'Andrea
Simona Tarantino

Ufficio Stampa
Lucina Vattuone
Matteo Alessandrini

Ufficio Supporto Tecnologico
Luca Della Giovampaola
Sergio Contenta

Ufficio Servizi e Rapporti con il Pubblico
Anastasia Biller
Daniele Di Francesco
Vincenzo Ippoliti

Ufficio Compatibilità di Bilancio
Giovanni Werlen
Alessandra D'Amico

Ufficio Servizi in Appalto
Novella Giovannetti

Ufficio Bookshop
Stefano Pierangelini
Cristian Olivanti
Roberta Randelli

Progetto grafico di comunicazione
Inarea

Impaginazione materiali di comunicazione
Alessandra Murri
Franco Mascioli

Traduzioni
Geraldine Tomlin

Un ringraziamento speciale
all'Ispettore Capo Diego Ortuso, a tutto il Corpo di Custodia e in particolare ai Clavigeri.
Si ringraziano inoltre Orietta Robino, Francesca Taddei, Fabio Testa, Giorgio Tossini, Francesca Martusciello.

Segreteria scientifica
Vittoria Cimino, *Coordinamento*
Marco Maggi
Alessandro Barbaresi
Vito De Benedetto
Elena Nannicini
Eleonora Serpi

Segreteria organizzativa
Ilaria Cerlini
Monica D'Aleo
Miriam Saviano
Cristiana Usai

Guida al convegno

A cura di
Vittoria Cimino

Coordinamento editoriale
Federico Di Cesare

Redazione
Cristina D'Andrea
con la collaborazione di Valerio Brienza e Carla Cecilia

Crediti fotografici
Foto © Musei Vaticani
Foto Getty Images: pag. 12 (per gentile concessione)

Progetto grafico
Inarea

Impaginazione
Franco Mascioli

Stampa
Tipografia Vaticana

© 2014 Governatorato SCV, Direzione dei Musei
Città del Vaticano
www.museivaticani.va

Pubblicazione non destinata alla vendita.

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), sono riservati per tutti i Paesi.