

SCIENZA LA GIOCONDA HI-TECH

Una cassaforte trasparente e un soffio costante d'aria pura. Ecco come una tecnologia tutta italiana ha bloccato il processo di deformazione del capolavoro leonardesco.

Così abbiamo salvato il sorriso di Monna Lisa

DI SARA GANDOLFI

La prima esigenza era proteggere la Gioconda da ladri, vandali e terroristi. Ma non solo. La nuova teca a prova di kalashnikov - come una cassaforte di cristallo collegata a un sistema di sicurezza ipertecnologico e top-secret - non bastava più. La nobildonna fiorentina immortalata da Leonardo da Vinci era «malata»: umidità, sbalzi di temperatura e inquinamento ambientale avevano col tempo iniziato a deformare la tavola in legno di pioppo su cui era stata dipinta oltre 500 anni fa. Un'équipe italiana è così andata al suo capezzale e le ha fatto tornare il sorriso.

Trasferita nella rinnovata sala degli Stati al Louvre di Parigi, la Monna Lisa oggi gode, unico quadro al mondo, di un sofisticato sistema di «condizionamento» personalizzato e miniaturizzato che, oltre a mantenere costante l'umidità relativa all'interno della vetrina che racchiude la preziosa tela, la protegge anche dall'inquinamento batteriologico. «In termine tecnico si chiama conservazione preventiva, cioè mettere l'opera d'arte in un ambiente che l'aiuti a vivere nelle condizioni migliori», spiega il professor Cesare Maria Joppolo, responsabile del Laboratorio di ventilazione e condizionamento ambientale del Politecnico di Milano che ha messo a punto l'innovativo circuito di difesa contro le insidie del microclima ambientale. «Ogni anno davanti alla Gioconda passano sei milioni di visitatori, che sono fonti costanti di umidità e contaminanti: ogni persona rilascia contaminanti gassosi e un numero elevatissimo di particelle (solide e liquide) di dimensioni microniche e submicroniche, che si accumulano nell'ambiente circostante».

Il campanello d'allarme è suonato lo scorso anno, quando la direzione del Museo del Louvre ha manifestato la sua inquietudine sullo stato di

conservazione del quadro più celebre al mondo, dipinto su una sottile tavola di pioppo di forma convessa, estremamente reattiva alle variazioni ambientali. A causa degli sbalzi di temperatura e umidità, aggravati dal costante aumento di visitatori, il pannello di legno si stava progressivamente incurvando, con il rischio di un distacco del materiale pittorico. «Analisi approfondite hanno stabilito che il tasso d'umidità ideale per quella specifica opera è del 52% e le oscillazioni intorno a questo valore non devono superare il + o - 1%», spiega Joppolo.

Il Louvre ha scelto di affidarsi al «made in Italy», in particolare a un'azienda di Trezzano sul Naviglio, il Laboratorio museotecnico Goppion, che aveva presentato il progetto di una vetrina blindata con un sistema misto di stabilizzazione dell'umidità (vedi grafico accanto). «Nel nostro curriculum», spiega con orgoglio il titolare, Alessandro Goppion, «figurano interventi nei più prestigiosi musei del mondo, da Los Angeles a Londra, dalla Germania a Venezia, Firenze, Roma e Parigi. Nostre sono le vetrine superblindate in cui sono esposti i gioielli della Corona inglese e quelle che hanno protetto le esposizioni italiane di altri capolavori di Leonardo: la Dama con l'ermellino, il Codice atlantico, la Madonna Litta. E in vista ora c'è un progetto importante con il Newseum, nuovo museo dedicato all'informazione, di Washington».

Per la Gioconda hanno creato una struttura in acciaio su tre lati, chiusa sul davanti da una lastra di vetro blindato spessa 40 millimetri, all'interno della quale si doveva garantire un ambiente con valori costanti di temperatura (20°) e umidità (52%). Da qui è nato il sodalizio fra Laboratorio Goppion e il Politecnico di Milano: «Per il controllo dell'umidità sono stati per la prima

UN CIRCUITO CHIUSO CONTRO LE AGGRESSIONI ESTERNE

Per garantire umidità e sterilità costante, gli scambi d'atmosfera tra interno ed esterno sono estremamente ridotti: servono oltre dieci giorni per un ricambio totale dell'aria dentro la teca a tenuta stagna. I componenti sono in doppia copia, in caso di guasto entra automaticamente in funzione il sistema gemello.

IL REGOLATORE

Le misurazioni delle condizioni ambientali, effettuate dai sensori, vengono inviate a un'unità intelligente esterna, un computer che gestisce automaticamente tutto il circuito, compreso l'eventuale allarme in caso di guasti.

I SENSORI

Sono posti dietro il quadro e in vari punti del circuito e misurano costantemente le condizioni ambientali, temperatura e umidità, che devono restare stabili ai valori, rispettivamente, di 20° e 52%.



LA CELLA PELTIER

Produce caldo e freddo elettronicamente con minime vibrazioni e oscillazioni: è alla base del sistema attivo che mantiene costante l'umidità su valori programmati, sfruttando il meccanismo di condizionamento dell'aria.



LA VENTILAZIONE

Una rete di ventilazione consente la corretta diffusione dell'aria nella vetrina e anche la sua circolazione nei componenti del sistema.



I SALI IN GEL DI SILICE

Sono alla base del «sistema passivo» e hanno un effetto tampone sull'atmosfera: catturano o cedono umidità a seconda della concentrazione già presente nell'aria.



I FILTRI ASSOLUTI

Coperti dall'industria aerospaziale, arrestano anche il particolato più fine (inferiore al micron) e i contaminanti biologici che possono penetrare nella teca.

volta combinati in ambito museale sistemi passivi e attivi. I primi utilizzano materiali igroscopici di origine minerale, come il gel di silice, che grazie alle loro caratteristiche chimico-fisiche stabilizzano le condizioni di umidità relativa in ambienti confinati. In pratica hanno un effetto tampone: catturano e cedono umidità a seconda del contenuto d'umidità presente nell'aria», spiega Cesare Maria Joppolo. È il sistema oggi più diffuso nei grandi musei europei, come il British Museum, oltre che per la conservazione degli apparati elettronici e ottici. «I sali di gel di silice hanno però il limite di esaurire progressivamente il loro potere deumidificante/umidificante, e ciò impedisce di mantenere valori costanti nel tempo».

Il sistema attivo è invece costituito da un insieme di apparecchiature che regolano l'umidità relativa, in modo da mantenerla costante su valori programmati, sfruttando il meccanismo di riscaldamento/raffreddamento dell'aria, alla base anche degli impianti di condizionamento casalinghi: raffreddando l'aria si provoca la formazione di condensa, quindi il vapor d'acqua si trasforma in liquido e diminuisce l'umidità nell'aria; viceversa per umidificare l'aria si riscalda l'acqua facendola evaporare. In diversi musei – ancora pochi in Italia – esiste un impianto di condizionamento generale degli ambienti, assai raro è invece il caso di trattamenti localizzati attorno alla singola opera d'arte. «Ogni quadro invece ha bisogni diversi, a seconda della tela e dei materiali con cui è dipinto», spiega il professore. Ed è questo il vero salto di qualità dell'impianto studiato per la Monna Lisa. Scartati il normale ciclo frigorifero a compressione e quello ad assorbimento – per ingombro, rumorosità, aspetti di regolazione e problematiche per le eventuali fuoriuscite di fluido refrigerante – il metodo più adatto è risultato quello che sfrutta effetti termoelettrici, in particolare l'effetto Peltier. «Nata per applicazioni elettroniche e spaziali, la cella Peltier riesce a produrre caldo e freddo attraverso il passaggio di corrente elettrica in un opportuno materiale semi-conduttore, senza vibrazioni né forti oscillazioni nelle temperature e nelle umidità».

Il sistema «misto» combina l'azione del sistema attivo, che immagazzina la condensa liquida (prodotta dal processo di deumidificazione) e provvede alla sua evaporazione quando si rende necessario umidificare l'aria della vetrina, con una congrua quantità di materiale tampone igroscopico, tipico dei sistemi passivi. A ciò si affianca una rete di ventilazione che consente la corretta diffusione dell'aria nella vetrina, e la sua circolazione nei componenti del sistema.

Per il controllo dei contaminanti, infine, il circuito è provvisto di filtri assoluti di classe H13, ad altissima efficienza, in grado di arrestare anche il particolato molto fine (inferiore al micron) e i contaminanti biologici che possono penetrare nella teca sia per infiltrazione, durante il normale funzionamento, sia quando la teca viene aperta. Si tratta di filtri simili a quelli installati in certe

MA LA NUOVA SALA NON CONVINCE I CRITICI

Il celebre sorriso spunta al centro di un muro di gesso, in mezzo a una galleria di 840 metri quadri, primo piano del Louvre. Dopo quattro anni di lavori e una spesa di 4,81 milioni di euro (sborsati quasi tutti dallo sponsor Nippon Television Network), la Gioconda è tornata nella Sala degli specchi. Con qualche polemica: non è piaciuto a tutti l'allestimento firmato dall'architetto peruviano Piqueras, né l'accostamento con altri quadri, in particolare «Le nozze di Cana» di Veronese. «La povera Lisa si ritrova sfortunatamente inquadrata da un'immensa struttura di cemento, che la rende esageratamente pomposa», scrive *Liberation*.



JEAN-PIERRE MULLER / AFP / NERI

sale operatorie o nelle camere bianche dove vengono prodotti i farmaci, ma ben più precisi e silenziosi: anche in questo caso, infatti, hanno «rubato» l'hi-tech delle applicazioni aerospaziali, utilizzando un filtro con elevate efficienze e una resistenza al passaggio dell'aria estremamente bassa, cioè riesce a farla passare senza l'utilizzo di grossi ventilatori e quindi con minimo rumore e spostamento d'aria, che potrebbe risultare dannoso per la tavola.

Il tutto è contenuto (in doppia copia, in modo che se si guasta un componente entra automaticamente in funzione il sistema gemello) in una mensola posta davanti al quadro. Ultimo dettaglio: la tenuta stagna. Il buon funzionamento di tutto il circuito si fonda sul presupposto che gli scambi di atmosfera tra l'interno e l'esterno della vetrina siano estremamente ridotti. «Se l'impianto per qualche motivo si blocca, la Gioconda deve restare in un ambiente fermo, che garantisca un'alta protezione dalle possibili aggressioni esterne», spiegano gli esperti. «Il risultato è un sistema meccanico di tenuta, o guarnizione, molto complesso ed efficiente: occorrono più di dieci giorni per cambiare completamente l'aria all'interno della teca». Il passaggio successivo? «Con la Goppion sono già allo studio molti altri progetti, per esempio si potrebbe pensare a un sistema di difesa contro i contaminanti chimici: oltre a fermare polveri, goccioline di liquido, virus e batteri, potrebbe tranquillamente arrestare anche i gas o ogni altro genere di inquinamento ambientale».

Sara Gandolfi