

STRUTTURE DEL MUSEO

Le istituzioni museali presenti sul territorio nazionale sono entità che, pur con caratteristiche tipologiche e dimensionali assai differenti le une dalle altre, forniscono un “servizio” di carattere culturale. La “qualità” dell’istituzione museale deve essere valutata non in relazione al suo livello di merito – in relazione alle collezioni possedute o all’attrazione sul pubblico o alla dimensione fisica – bensì in relazione alla capacità di fornire il servizio che ne costituisce la finalità, cioè alla capacità di soddisfare le esigenze connesse:

- alla gestione del museo;
- alla cura delle collezioni;
- al servizio al pubblico.

In questa ottica le istituzioni museali sono chiamate non tanto a perseguire obiettivi corrispondenti a teoriche condizioni ottimali quanto a operare in “garanzia di qualità”, cioè a prevedere e attuare un insieme di azioni pianificate e sistematiche necessarie a dare adeguata confidenza che il servizio reso soddisfi determinati “obiettivi di qualità”, e sia dotato di strutture organizzative, procedure e risorse per il mantenimento di tale qualità (sistema qualità).

Il museo è tenuto a garantire che le sue strutture siano adeguate alle funzioni cui sono adibite, in conformità alla politica e agli obiettivi educativi e con riferimento alle esigenze delle collezioni, del personale e del pubblico:

- Il museo deve rendere esplicito il quadro esigenziale cui intende riferirsi, dettagliando le esigenze che riguardano l’esposizione, la conservazione nel tempo, la registrazione, la documentazione e il restauro delle collezioni, nonché i servizi per il pubblico in termini di conoscenza, educazione, ricerca e studio e quelli per il personale;
- Indipendentemente dalla determinazione di standard minimi qualitativi e quantitativi, il museo deve garantire che le sue strutture abbiano le proprietà e le caratteristiche che conferiscono ai servizi forniti la capacità di soddisfare le esigenze delle sue collezioni, del suo personale e del suo pubblico: siano cioè in grado di conseguire specifici obiettivi di qualità;
- Il museo deve garantire la disponibilità di strutture:
 - adeguate in termini sia tipologici che dimensionali;
 - flessibili (capaci di mutare nel tempo in relazione al mutare delle esigenze);
 - attrezzabili (capaci di soddisfare esigenze diverse);
 - funzionali (efficaci nel garantire il raggiungimento degli obiettivi);
 - controllabili (con prestazioni modulabili in relazione alle effettive esigenze);
 - manutenibili (tali da poter essere mantenute efficienti nel tempo);
 - accessibili e riconoscibili;
- Il museo è tenuto ad assicurare che le strutture siano conformi alle disposizioni di carattere cogente (standard legislativi), ad attuare interventi finalizzati a rendere le strutture atte a conseguire predeterminati obiettivi di qualità (standard normativi) e a prevedere tutte le azioni necessarie per dare adeguata confidenza che i servizi forniti soddisfino nel tempo gli obiettivi di qualità (standard procedurali).

TAB. B.9.2/1 OBIETTIVI DI QUALITÀ

Le proprietà e le caratteristiche che conferiscono al servizio fornito dagli elementi strutturali la capacità di soddisfare le esigenze sono elencate e definite nella seguente tabella.

DISPONIBILITÀ	proprietà che contempla la presenza dell’elemento strutturale in termini sia tipologici che quantitativi
FLESSIBILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di mutare nel tempo in relazione al mutare delle esigenze
ATTREZZABILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di soddisfare esigenze diverse appartenenti alla stessa classe
FUNZIONALITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di essere efficace, cioè garantire l’obiettivo per il quale è stato concepito
CONTROLLABILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di essere modulato in relazione alle effettive esigenze
MANUTENIBILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di essere mantenuto efficiente nel tempo
ACCESSIBILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di essere accessibile
RICONOSCIBILITÀ	proprietà che conferisce al servizio fornito dall’elemento strutturale la capacità di essere riconoscibile

TAB. B.9.2/2 ELEMENTI STRUTTURALI E CLASSI DI ESIGENZE

ELEMENTI STRUTTURALI CARATTERISTICI		CLASSI DI ESIGENZE DELLA COLLEZIONE	CLASSI DI ESIGENZE DEL PERSONALE	CLASSI DI ESIGENZE DEL PUBBLICO
1.	Spazi esterni	Esposizione	Esercizio	Fruizione
2.	Spazi interni	Esposizione	Esercizio	Fruizione
		Conservazione		Educazione
		Documentazione		Consultazione
		Restauro		
3.	Sistema d'allestimento	Esposizione	Esercizio	Fruizione
		Conservazione		Educazione
				Consultazione
4.	Sistema d'illuminazione	Esposizione		
		Conservazione		
		Documentazione		
		Restauro		
5.	Sistema di controllo ambientale	Esposizione		
		Conservazione		
		Documentazione		
		Restauro		
6.	Sistema di comunicazione e trasmissione dati	Esposizione	Esercizio	Fruizione
		Documentazione		Educazione
				Consultazione
7.	Sistema di trasporto	Esposizione	Esercizio	Fruizione
		Conservazione		
8.	Servizi elettrici	Esposizione		
		Conservazione		

SICUREZZA DEL MUSEO

Nell'ambito dei beni culturali sono presenti diverse problematiche inerenti la salvaguardia degli edifici, del loro contenuto, degli occupanti (frequentatori e addetti): ciò che è individuato con **SECURITY E SAFETY**.

Tali problematiche assumono di volta in volta la denominazione di conservazione, tutela, restauro, sicurezza sul lavoro, sicurezza antincendio ecc., e coinvolgono aspetti di ordine ambientale, strutturale, di uso, antieffrazione e antincendio.

Quando si tratta di insediamenti ed edifici realizzati in un arco temporale misurabile in secoli, non modificabili con interventi strutturali e impiantistici invasivi, non si possono dettare prescrizioni valide per tutti i casi. L'analisi del rischio parte dalla raccolta organica e uniforme dei dati relativi ai singoli pericoli, alle corrispondenti vulnerabilità e ai relativi fattori di esposizione che concorrono alla determinazione del rischio.

La definizione della strategia di sicurezza parte dalla conoscenza di tali dati e delle singole realtà costruite.

Il museo deve garantire:

- la sicurezza ambientale;
- la sicurezza strutturale;
- la sicurezza nell'uso;
- la sicurezza antieffrazione;
- la sicurezza in caso di incendio.

Il museo deve tendere a:

- mitigare le azioni dell'ecosistema territoriale, attraverso interventi di analisi, monitoraggio e bonifica;
- tutelare, conservare e consolidare il contenitore delle collezioni nei confronti delle suddette azioni;
- tutelare e conservare le sue collezioni, anche in condizioni di emergenza;
- garantire la sicurezza del personale e dei visitatori, anche in condizioni di emergenza;
- garantire la sicurezza dei soccorritori in condizioni di emergenza.

Il museo è tenuto ad assicurare che le strutture siano conformi alle disposizioni di carattere cogente (standard legislativi), ad attuare interventi finalizzati a rendere le strutture atte a soddisfare i requisiti essenziali (standard normativi) e a prevedere tutte le misure preventive, di protezione attiva e passiva e organizzative per dare adeguata confidenza sul mantenimento nel tempo delle condizioni di sicurezza.

1. FINALITÀ DI UN SISTEMA DI SICUREZZA

Le finalità che ogni intervento finalizzato alla sicurezza deve assumere e integrare sono:

- a) Mitigazione delle “azioni” presenti nel contesto dell'ecosistema territoriale nel quale si trovano gli insediamenti e gli edifici, anche attraverso interventi di analisi, monitoraggio e bonifica;
- b) Tutela, conservazione, consolidamento degli insediamenti e degli edifici (“contenitori”) anche nei confronti delle “azioni” di cui al punto precedente;
- c) Tutela, conservazione del “contenuto” degli insediamenti e degli edifici anche in condizioni di emergenza;
- d) Sicurezza degli “occupanti” (frequentatori e addetti) anche in condizioni di emergenza;
- e) Sicurezza dei soccorritori in condizioni di emergenza.

2. REQUISITI ESSENZIALI DI UN INSEDIAMENTO (EDIFICIO)

I requisiti essenziali che gli insediamenti e gli edifici, contenitori di “beni e attività culturali” devono garantire, possono essere così schematizzati:

- Sicurezza ambientale;
- Sicurezza strutturale;
- Sicurezza nell'uso;
- Sicurezza anticrimine;
- Sicurezza in caso d'incendio;

Sicurezza ambientale

Nell'ambito della sicurezza ambientale si considerano le “azioni” che l'ecosistema può esercitare sull'insediamento, sugli edifici e sulle sovrastrutture del sistema considerato. Tra queste si segnalano:

- Sismicità;
- Subsidenza;
- Vulcanesimo;
- Bradisismo;
- Dissesti idrogeologici;
- Presenza di falde superficiali;
- Agenti meteo-marini;
- Inquinamento atmosferico;
- Inquinamento elettromagnetico;
- Grado urbanistico;
- Effetti “domino” dovuti a insediamenti-infrastrutture limitrofe
- Traffico.

A fronte dei suddetti rischi, occorrerà verificare l'adeguatezza dell'insediamento e delle strutture a esso connesse e, ove necessario, predisporre adeguati piani di intervento per la messa in sicurezza, il consolidamento, la protezione ecc. In ogni caso occorrerà che per ognuna delle “azioni” prese in considerazione sia garantita l'esistenza di un capitolo dedicato alla pianificazione delle emergenze per la messa in sicurezza dei beni culturali mobili presenti nell'insediamento anche in condizioni di emergenza.

Sicurezza strutturale

Con l'espressione sicurezza strutturale si vuole intendere la stabilità degli edifici e delle strutture nei confronti di qualsivoglia “azione”, comprese quelle ambientali di cui al precedente punto. Tra queste si segnalano:

- Vetustà;
- Deficienze strutturali;
- Deficienze nella manutenzione;
- Azioni conseguenti al sisma;
- Azioni conseguenti a dissesti idrogeologici;
- Azioni conseguenti a dissesti meteorologici;
- Sovraccarichi statici e dinamici;
- Cantieri, sbancamenti e simili;
- Vibrazioni.

A fronte delle suddette azioni, occorrerà verificare l'idoneità statica delle strutture e, ove necessario, predisporre un progetto di adeguamento e/o miglioramento.

Sicurezza nell'uso

Questo requisito investe tutti quegli aspetti della sicurezza che sono in genere regolamentati da Direttive europee e da disposizioni legislative nazionali. Le problematiche emergenti sono:

- Compatibilità delle destinazioni d'uso generali e specifiche;
- Fruibilità da parte di grandi masse (affollamento, gestione dei flussi ecc.);
- Barriere architettoniche;
- Infortuni sul lavoro e malattie professionali;
- Agenti nocivi (fisici, chimici, biologici);
- Microclima;
- Illuminazione;
- Rumore;
- Contenimento energetico;

• Impianti tecnologici di servizio:

- impianti elettrici;
 - impianti termici;
 - impianti per la movimentazione interna (elevatori ecc.);
 - impianti distribuzione gas combustibili e gas tecnici;
 - impianti condizionamento;
 - impianti idrico – sanitari;
 - Impianti e sistemi di protezione attiva;
 - Impianti per le comunicazioni interne;
 - Impianti e sistemi bus;
 - Macchine, apparecchiature, attrezzature;
 - Lavorazioni;
 - Cantieri;
 - Servizi aggiuntivi:
 - cucine;
 - ristoranti;
 - bar;
 - rivendita di libri;
 - guardaroba;
 - Manifestazioni occasionali;
 - Aree a rischio specifico;
 - Rifiuti solidi urbani e tossico-nocivi;
 - Inquinamento acqua, aria, suolo.
- Particolare attenzione andrà rivolta all'eliminazione delle barriere architettoniche, oltre che per ovvi motivi di fruibilità, anche per l'importante aspetto legato alla eventuale evacuazione in caso di emergenza.

Sicurezza anticrimine

Con l'espressione sicurezza anticrimine si vuole intendere la tutela del patrimonio culturale con particolare riguardo ai beni mobili nei confronti di "azioni" dolose.

Tra queste si segnalano:

- Effrazione;
- Intrusione;
- Vandalismi;
- Taccheggi;
- Furti;
- Rapine;
- Attentati;

Gli strumenti disponibili sul piano tecnico per poter perseguire gli obiettivi di sicurezza sono essenzialmente:

- *Sbarramenti alla azione dolosa*: si tratta delle barriere

di protezione passiva (sbarramenti fisici) e a uomo presente (vigilanza) tra loro integrate;

- *Contrasto alla azione dolosa*: strumento che si affida ai sistemi di protezione attiva basati sulla tecnologia

e a tempestivi interventi di repressione a uomo presente tra loro sinergici.

Sicurezza in caso di incendio

Gli obiettivi della sicurezza in caso di incendio, da prendere a riferimento in modo mirato e soprattutto integrato, in ambito dei beni culturali sono:

- Sicurezza degli insediamenti e degli edifici anche in caso di incendio;
- Sicurezza del "contenuto" anche in caso di incendio;
- Sicurezza degli "occupanti" (frequentatori e addetti) anche in caso di incendio;
- Sicurezza dei soccorritori.

L'espressione "sicurezza in caso d'incendio" indica qualcosa

in più rispetto alla "sicurezza antincendio", inquanto implica che la sicurezza deve essere garantita anche

nel caso di un incendio che non si è potuto evitare.

È quindi necessario un "**progetto sicurezza**" che deve fare riferimento a un percorso costituito da diversi momenti, tra i quali si segnalano:

- definire l'incendio (focolaio) di progetto che si vuole affrontare e risolvere;
- provvedere al suo rilevamento tempestivo;
- provvedere all'invio di allarmi mirati;
- provvedere al controllo e/o allo spegnimento con sostanze idonee;
- provvedere all'intervento a uomo presente per verifiche e/o azioni mirate.

3. STRATEGIA DI SICUREZZA

La strategia di sicurezza rimanda alle misure preventive, di protezione attiva e passiva, e a quelle organizzative cui il progettista della sicurezza deve fare riferimento.

Le **misure preventive** interagiscono con la frequenza di accadimento degli eventi riducendo le occasioni di rischio. Le *misure di protezione passiva* mitigano le conseguenze di un'azione o di un evento dannosi che non si sia potuto evitare.

Appartengono a questa categoria di misure:

- le recinzioni;
- le chiusure d'ambito esterno;
- la resistenza al fuoco delle strutture e delle sovrastrutture;
- la reazione al fuoco dei materiali e degli arredi;
- le compartimentazioni;
- le vie di esodo.

Le **misure di protezione attiva** riguardano i sistemi di protezione integrati (tecnologia e vigilanza a uomo presente) che dovranno essere contemplati nei "progetti di sicurezza" e soddisfare il requisito della "affidabilità" intendendo con questo termine che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- *Idoneità*: il sistema non deve creare danni aggiuntivi a quelli dell'evento dal quale ci si vuol proteggere sia con riguardo alla sicurezza delle persone che a quella degli edifici e del loro contenuto;
- *Tempestività*: il sistema deve consentire il rilevamento precoce dell'evento e l'intervento immediato

• *Efficacia*: il sistema deve garantire il raggiungimento dell'obiettivo di progetto; al riguardo si deve segnalare la odierna disponibilità di una ampia modellistica di riferimento per gli eventi che consente di superare le approssimazioni empiriche che fino a oggi hanno guidato la progettazione in materia;

• *Disponibilità*: il sistema deve essere in grado di intervenire quando ciò sia richiesto;

• *Protezione contro il sabotaggio*: i sistemi di protezione attiva devono essere protetti contro il sabotaggio;

• *Grado di automazione*: si deve sottolineare che i sistemi di protezione attiva si diversificano anche per il loro grado di automazione, in quanto l'uomo e la tecnologia possono essere deputati al loro funzionamento in diversa misura. Per gestire un elevato grado di automazione, occorre essere certi di una buona ingegneria di progetto, di una accurata costruzione, di una competente installazione e infine di una costante e scrupolosa manutenzione programmabile fin dalla fase di progetto;

• *Falsi allarmi*: il sistema deve essere esente o deve ridurre al minimo la possibilità di falsi allarmi;

• *Facilità di manutenzione*: il sistema deve essere facilmente "testabile" per una diagnosi precoce dei guasti che devono essere del tipo "fail-safe" (devono mettere in sicurezza i luoghi e/o quantomeno autosegnalarsi); ogni guasto deve poter essere riparato in tempo breve e sul posto.

Infine, le misure organizzative per la gestione della sicurezza afferiscono alla gestione del rischio in ogni sua fase (**risk management**).

Risk management

Il *risk management* riguarda l'organizzazione che ciascuna struttura si deve dare per la sicurezza, vale a dire gli adempimenti progettuali e organizzativi necessari per il perseguimento degli obiettivi prefissati, la predisposizione di risorse, il controllo sistematico, le azioni correttive, la formazione e l'addestramento degli addetti e dei gestori delle emergenze. Il *risk management* riguarda anche la pianificazione e la gestione di quelle emergenze che non si sia potuto prevenire, controllandone l'evoluzione per minimizzarne le conseguenze.

Pianificare l'emergenza significa formulare un piano operativo per la sua gestione.

Il piano di emergenza si deve qualificare per il dettaglio della progettazione organizzativa: non può consistere solo nella individuazione degli scenari attesi, nella predisposizione delle risorse, nella determinazione delle linee di flusso per la loro attivazione e di chi e che cosa deve fare, ma deve caratterizzarsi anche per la coerenza e fattualità delle azioni da attivare in ragione di detti scenari.

Si deve valutarne l'operabilità, sia attraverso simulazioni, realizzate mediante modelli matematici implementati su calcolatori, sia attraverso concrete sperimentazioni. La gestione delle emergenze sarà tanto più efficace quanto più gli scenari di progetto saranno realistici e conservativi. Il piano di emergenza deve prendere in considerazione anche i rapporti con entità esterne: soccorritori professionali e le forze dell'ordine. L'affidabilità dell'intervento loro richiesto potrà essere garantita attraverso un lavoro congiunto di pianificazione e di verifica mediante esercitazioni congiunte.

4. STANDARD LEGISLATIVI E NORMATIVI

Gli standard legislativi e normativi in materia di sicurezza si sostanziano in un quadro di riferimento costituito da Direttive europee, Regole Tecniche e da Norme tecniche di prodotto e di impianto.

Le Direttive europee si discostano dalla tradizionale metodologia deterministico-prescrittiva per privilegiare la progettazione di sicurezza caso per caso, basata su di una virtuale griglia che individua i suoi nodi fondamentali nei *Requisiti essenziali*, negli *Obiettivi di sicurezza* per ciascun requisito, nella *Strategia*, ma anche nelle *Regole Tecniche* e nelle *Norme Tecniche*.

- Con *Regole Tecniche* si intende il quadro di riferimento di disposizioni legislative nazionali che fino a un recente passato veniva brevemente individuato come "Norme".

Con l'avvento della UE si è reso necessario distinguere le disposizioni legislative nazionali "cogenti" dal novero delle "Norme Tecniche" di "impianto" e di "prodotto" che, pur se "volontarie", hanno assunto esclusività nella caratterizzazione tecnica di tali materie.

Nelle relative materie, gli Stati membri possono regolamentare con proprie Regole Tecniche, – ad esempio quali e quanti presidi di sicurezza devono essere adottati a fronte di questo o quel rischio – ma non possono definire come tali presidi devono essere realizzati, rimandando tale compito alle Norme Tecniche.

- Per *Norme Tecniche* si intendono le norme di buona tecnica di natura formalmente volontarie, ma di fatto obbligatorie in quanto conferiscono ope legis agli impianti e ai prodotti la presunzione di essere conformi alle regole dell'arte. Le Norme Tecniche sono emanate da organismi comunitari (CEN, CENELEC, EOTA) e recepite dai corrispondenti organismi nazionali (UNI, CEI, Organismi nazionali legittimati a rilasciare ETA).

5. STANDARD PROCEDURALI: IL PROGETTO SICUREZZA

Gli insediamenti costituenti "beni culturali" per le loro specifiche caratteristiche storico-artistiche appartengono a quella realtà costruita che male ammette un approccio deterministico-prescrittivo e ciò almeno per i seguenti motivi:

- esigenze affatto diverse della *security* e della *safety*;
- destinazione non prevedibile e non prevista in fase di progetto che risale spesso a epoche storicamente lontane dalla nostra civiltà tecnologica;
- inammissibilità di interventi strutturali e impiantistici invasivi che andrebbero a snaturare la realtà artistica e storica dell'edificio.

Fermi restando i requisiti essenziali da soddisfare, è necessario fare ricorso a un approccio che commisuri di volta in volta la strategia di sicurezza alle specifiche realtà, anche attraverso un ampio ricorso a misure di sicurezza equivalenti – approccio comunemente noto come analisi dei rischi –.

Analisi dei rischi

In ambito "beni culturali" essa riguarda in particolare gli impianti tecnologici di servizio, i sistemi di protezione attiva e i comportamenti degli addetti. L'analisi dei rischi ha l'obiettivo di fornire una rappresentazione formale della probabilità di danno di un sistema, nella fattispecie di un insediamento culturale, e di fornire le informazioni necessarie per la verifica della rispondenza delle scelte di progetto ai requisiti essenziali che detti insediamenti devono garantire e per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza postulati da ciascun requisito.

L'analisi di rischio implica l'individuazione dell'insieme dei pericoli (tecnologici) e delle azioni (naturali e antropiche) possibili, ma anche della *vulnerabilità* del sistema considerato e del fattore di esposizione nei confronti di detti pericoli e azioni.

Le fasi di una compiuta analisi del rischio sono:

- l'individuazione e l'analisi dei "pericoli" e delle "azioni";
- l'individuazione e l'analisi delle corrispondenti vulnerabilità;
- l'individuazione e l'analisi dei fattori di esposizione a ciascun pericolo;
- la valutazione dei rischi;
- la "compensazione" dei rischi;
- la "valutazione" dei rischi residui;
- l'individuazione degli eventi e dei relativi scenari connessi con i rischi residui;
- la mitigazione degli eventi connessi con i rischi residui: i sistemi di protezione attiva;
- la pianificazione e la gestione delle emergenze;
- gli interventi correttivi della strategia.

6. PROCEDURE DI VALUTAZIONE

Le procedure di valutazione di un progetto di sicurezza devono essere fondate su:

a) Primo livello (Adempimento)

Verifica osservanza regole e norme tecniche

- *Conformità alle "Regole Tecniche"*: il progetto deve essere conforme alle Regole Tecniche nazionali (disposti legislativi cogenti) pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale nazionale;
- *Conformità alle "Regole dell'Arte"*: il progetto deve essere conforme alle norme tecniche di "impianto" e di "prodotto" internazionali, comunitarie e nazionali in quanto applicabili (ISO, IEC, CEN, CENELEC, UNI, CEI).

b) Secondo livello (Efficacia):

Ricognizione dello "stato dell'arte"

Schede di rilevazione (*check-list*) –

Analisi di dettaglio

- Liste di controllo (*check-list*);
 - Analisi di operabilità (*Hazop*);
 - Modi di guasto e loro effetti;
 - Cosa succede se? (*What if*);
 - Alberi di guasto;
 - Alberi degli eventi;
 - Modelli vulnerabilità;
 - Modelli conseguenze;
 - Modelli "fattore umano".
- Compensazione dei rischi;
- Qualificazione-quantificazione dei rischi residui metodi a indici;
- Mitigazione dei rischi residui;
- Verifica praticabilità manuali operativi e piani emergenze.

Si propone una possibile matrice nella quale nelle ordinate sono elencati i più comuni sistemi di protezione attiva.

GESTIONE E CURA DELLE COLLEZIONI

Le collezioni rappresentano l'elemento costitutivo e la ragion d'essere di ogni museo. La loro gestione e la loro cura costituiscono un compito di primaria importanza che ogni

museo deve attendere al fine di garantirne:

a) l'incremento, se questo è previsto dalla sua missione, in base a linee d'indirizzo;

b) l'inalienabilità, salvo casi eccezionali, previsti dalla legislazione vigente;

c) la conservazione, la gestione e la cura del patrimonio:

- assicurando a esso un'adeguata collocazione in spazi sufficienti, idonei e sicuri;

- dotandosi di personale qualificato e sufficiente in relazione alle dimensioni e alla tipologie di beni conservati;

- preservandone l'integrità, mediante misure di prevenzione dai rischi a cui esse possono trovarsi sottoposte e adeguate modalità di intervento in casi di emergenza;

- curando in via permanente l'inventariazione, la catalogazione e la documentazione dei beni;

- promuovendone la conoscenza, l'ordinamento, l'interpretazione;

- sviluppando, a partire dalle collezioni e dal mandato del museo, lo studio e la ricerca;

d) la piena accessibilità, fisica e intellettuale: soprattutto attraverso la loro pubblica esposizione, in via permanente o temporanea, ma anche assicurando la consultazione dei beni non esposti, e la comunicazione delle collezioni e delle conoscenze con i mezzi più opportuni. Gli atti di indirizzo, le misure e le procedure operative di gestione delle collezioni devono essere definiti e attuati nel rispetto della normativa vigente e sulla base dei criteri tecnico scientifici, degli standard e delle linee-guida previsti di seguito. Ogni museo deve adottare un documento di carattere generale che individui gli indirizzi relativi alla gestione e cura delle collezioni e che:

- assuma in via preliminare l'impegno a conservare e rendere accessibili al pubblico le collezioni, assicurando a esse un'adeguata e permanente cura;

- individui, in conformità con la missione e il mandato del museo, l'ambito o gli ambiti della collezione, indicandone limiti cronologici, estensione territoriale, tipologia/e e le peculiari caratteristiche;

- stabilisca, su queste basi, l'ambito o gli ambiti di sviluppo, le linee guida per il loro incremento, i criteri generali e le modalità di acquisizione, esposizione, prestito;

- definisca le responsabilità in ordine alla gestione e cura delle collezioni, attribuendole in via generale al direttore o al conservatore/responsabile;

- individui gli atti (regolamenti interni, procedure scritte, ordini di servizio ecc.) cui demandare l'articolazione degli indirizzi di carattere generale. Nella gestione delle collezioni museali vanno armonizzate le due esigenze primarie di conservazione e di fruizione dei beni. In questa ottica, acquisiscono particolare rilevanza alcune linee di riferimento generali:

- realizzazione di una struttura museale organizzata in modo da soddisfare e suscitare la domanda di cultura del pubblico, stimolandone il coinvolgimento in processi multidirezionali;

- ideazione di percorsi che si inseriscano in una rete di relazioni capaci di contestualizzare i manufatti in un complesso di dati e di informazioni fruibili dal pubblico

- catalogazione che mira alla restituzione di un contesto, mediante la georeferenziazione attuale e storica di ogni bene e mediante l'individuazione di relazioni tra i beni, i loro contenitori e l'ambito territoriale. La gestione delle collezioni museali deve prevedere come elemento essenziale il perseguimento di obiettivi di qualità in merito a:

1. Conservazione e restauro

Devono essere osservati precisi criteri di conservazione preventiva, attraverso il monitoraggio delle condizioni ambientali, e secondo principi di restauro e di manutenzione, al fine di garantire la sicurezza e la piena fruibilità dei manufatti. Tali operazioni devono prevedere una scheda conservativa e la presenza di personale altamente specializzato, l'esistenza di un laboratorio di restauro o comunque la possibilità di accedere a laboratori esterni alla struttura museale. Andranno inoltre stabilite precise modalità per le condizioni di esposizione, immagazzinaggio e movimentazione.

2. Incremento e inalienabilità

Vanno previste forme e modalità di controllo in merito ai programmi e alle procedure di incremento, inalienabilità, esposizione, nel rispetto della normativa vigente, secondo gli accordi e i codici di comportamento internazionale per effettuare campagne di scavo e

raccolta di esemplari e specimen naturali. Ciò al fine di garantire la legittima provenienza di beni e le migliori condizioni di esposizione e leggibilità dei manufatti e di accessibilità fisica e intellettuale. L'alienazione o la cessione delle collezioni deve essere esclusa in via generale ed esplicitamente all'interno dello statuto o del regolamento del museo.

3. Registrazione e documentazione

Con questi due termini si intendono tutte le attività sottese all'acquisizione delle informazioni sui beni conservati nel museo. Vanno previste come indispensabili le attività di acquisizione e registrazione nell'inventario, catalogazione integrata di dati alfanumerici, iconografici e cartografici, documentazione grafica e fotografica, auspicabile gestione di sistemi informativi, al fine di garantire consultabilità, conoscenza integrata e contestualizzazione storica e territoriale dei beni. Andranno pertanto previsti: l'istituzione di un ufficio del catalogo con responsabile di comprovata competenza, la disponibilità di laboratori fotografici, la disponibilità e/o l'accesso a laboratori di fotogrammetria e cartografia presenti nelle competenti istituzioni territoriali, la disponibilità di strumentazione e programmi informatici, la possibilità di stipulare collaborazioni esterne con catalogatori esperti e in possesso adeguato di titolo di studio (laurea).

4. Esposizioni permanenti e temporanee e prestiti

Nella regolamentazione dell' esposizione permanente e temporanea e dei prestiti, vanno previsti i criteri in base ai quali selezionare e ordinare gli oggetti destinati alle sale espositive; immagazzinare gli oggetti destinati ai depositi e renderli consultabili con le dovute garanzie; programmare e organizzare le mostre; decidere e gestire i prestiti da concedere o ricevere. Questi criteri devono tendere a conseguire la massima

fruibilità da parte del pubblico con il minimo rischio per le opere e devono essere coerenti con le caratteristiche e la missione del museo.

5. Politiche di ricerca e studio

Prevedono la normalizzazione delle dinamiche di ricerca e di studio all'interno del museo, la cura delle pubblicazioni e dei rapporti con Università, Enti di ricerca, studiosi sulla base di specifici accordi, l'accessibilità e la consultabilità per ragioni di studio, le modalità di divulgazione dei risultati della ricerca, la definizione di procedure e programmi di consultazione diretta, indiretta e dei risultati prodotti dalla ricerca. Per ciascuno di tali ambiti sono stati definiti standard che costituiscano principi e criteri generali cui attenersi e norme e procedure da seguire, al fine di assicurare integrità, sicurezza, approfondimento della conoscenza e della divulgazione, piena valorizzazione delle collezioni, nel rispetto della normativa vigente

NORME PER LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO COMPRENDENTI L'ESPOSIZIONE E LA MOVIMENTAZIONE

La gestione delle collezioni museali deve fondarsi su idonee politiche volte a garantire la prevenzione dei rischi di degrado che possono interessare le collezioni stesse, affinché esse possano essere trasmesse alle future generazioni. Il museo deve essere dotato di un idoneo piano di prevenzione nei confronti dei fattori umani, ambientali e strutturali che possono generare rischi per la conservazione dei manufatti. Tale piano deve riguardare tutte le possibili situazioni in cui le opere vengono esposte temporaneamente o permanentemente al pubblico, conservate nei depositi, soggette a interventi di restauro o movimentate all'interno e all'esterno del museo. Ai fini della programmazione degli interventi di restauro e della definizione delle modalità di esposizione, immagazzinaggio e movimentazione è opportuno che il museo si doti di una scheda conservativa contenente informazioni specifiche su materiali costitutivi, procedimenti esecutivi e stato di conservazione dei manufatti, periodicamente aggiornata e compilata da restauratori professionisti, specializzati per classi di manufatti; e di una scheda tecnica ambientale, compilata da esperti scientifici, contenente informazioni sulle condizioni ambientali rilevate e sulle misure da adottare per il raggiungimento delle condizioni ritenute ottimali per la conservazione.

Data l'importanza dei fattori ambientali ai fini della conservazione dei manufatti, il museo deve procedere al periodico rilevamento delle condizioni termoigrometriche, luminose e di qualità dell'aria degli ambienti in cui si trovano i manufatti stessi, dotandosi di strumentazioni di misura fisse o mobili oppure affidando il servizio a terzi responsabili.

Il responsabile della conservazione deve inoltre redigere, ricorrendo a competenze professionali specifiche, un rapporto tecnico finalizzato a evidenziare l'influenza dell'ambiente sullo stato di conservazione dei manufatti e contenente indicazioni circa i provvedimenti necessari al raggiungimento delle condizioni ottimali per la conservazione. In occasione di mostre, aperture prolungate e altri eventi particolari con elevato afflusso di pubblico, in considerazione delle prevedibili consistenti instabilità delle condizioni ambientali, il museo deve sempre prevedere il rilevamento con apparecchiature di registrazione continua dei parametri ambientali significativi per la conservazione dei manufatti esposti. Il museo deve programmare gli interventi di manutenzione, conservazione e restauro sulla base degli elementi conoscitivi e delle priorità emerse dalla schedatura conservativa. Gli interventi devono essere eseguiti da restauratori professionisti con l'apporto di ben definite competenze storico-artistiche e scientifiche, e secondo procedure scritte in conformità con la normativa vigente. Essi dovranno essere condotti nel rispetto dei valori materici, storici ed estetici dei manufatti, ed essere corredati da una adeguata documentazione fotografica e grafica, nonché da una relazione tecnica delle operazioni effettuate contenente i risultati delle indagini scientifiche eseguite. In caso di movimentazione dei manufatti, il museo deve adottare imballaggi idonei alla tipologia degli stessi e atti a soddisfare le esigenze di stabilità dimensionale e resistenza meccanica, di impermeabilità all'acqua, al vapore acqueo e agli inquinanti gassosi, di protezione dalla polvere e di inerzia e coibenza termica. Gli imballaggi devono essere tali da consentire l'introduzione di sonde per il monitoraggio delle condizioni di trasporto e su di essi devono essere riportate indicazioni e avvertenze chiare circa le modalità di trasporto e di assemblaggio/disassemblaggio del sistema. Il museo deve inoltre assicurarsi che il trasporto avvenga su mezzi idonei, con ancoraggi stabili e in assenza di significative variazioni del microclima dei manufatti.

DEFINIZIONI

Umidità relativa

L'umidità relativa è il rapporto tra la massa di vapore acqueo m_v contenuto in un certo volume V di aria e la massima massa di vapore m_s contenibile nello stesso volume (condizioni di saturazione), entrambe valutate alla stessa temperatura T .

L'umidità relativa può variare tra un minimo di 0% (assenza di vapore acqueo) ad un massimo del 100% (aria satura). Le condizioni alla saturazione sono tali che, un qualsiasi aumento in massa della quantità di vapore acqueo in fase aeriforme non è più possibile ed il vapore si separa dalla miscela condensando.

Illuminamento

Si definisce illuminamento E di una superficie il rapporto tra il flusso luminoso incidente Φ_i e l'area A della superficie $E = \Phi_i / A$. L'unità di misura dell'illuminamento è il LUX (lx) definito come l'illuminamento prodotto su di un'area di 1 m², da un flusso luminoso di 1 lumen

Radianza

Si definisce radianza R di una superficie il rapporto tra il flusso luminoso emesso Φ_e e l'area A della superficie $R = \Phi_e / A$. L'unità di misura della radianza è la stessa dell'illuminamento, trattandosi sempre di un flusso (lumen) su di una area (m²)

Luminanza

Si definisce luminanza L in un punto P di una superficie emittente S , il rapporto tra il flusso luminoso emesso in una determinata direzione e la proiezione della porzione di superficie considerata sul piano ortogonale alla direzione considerata.

L'unità di misura della luminanza è la candela (cd) su m² che viene detta **nit**.

luminanza del disco solare ore 12: 1600×10^6 nit

luminanza del disco solare tramonto: 6×10^6 nit

luminanza manto nevoso: 32×10^3 nit

luminanza media cielo nuvoloso: 2000 nit

luminanza di un prato: 800 nit

Inquinanti

O₃ = OZONO

SO₂ = ANIDRIDE SOLFOROSA

NO₂ = BIOSSIDO DI AZOTO

CO₂ = ANIDRIDE CARBONICA



Unità di misura Radiometriche e Fotometriche

INOA

RADIOMETRICHE				FOTOMETRICHE			
Quantità		Unità		Quantità		Unità	
Potenza (flusso)	Φ_e	watt	W	Flusso luminoso	Φ_v	lumen	lm
Emissione radiante	M_e	watt/m ²	W m ⁻²	Emissione luminosa	M_v	lumen m ⁻²	lm m ⁻²
Irradianza	E_e	watt/m ²	W m ⁻²	Irradianza	E_v	lumen m ⁻² (lux)	lm m ⁻²
Intensità radiante	I_e	watt/steradian	W sr ⁻¹	Intensità luminosa	I_v	Candela *	cd (lm sr ⁻¹)
Radianza	L_e	watt/ster./m ²	W sr ⁻¹ m ⁻²	Luminanza	L_v	candela/m ² (nit)	cd m ⁻²

* unità fondamentale



Temperatura di colore di una sorgente luminosa

INOA

Temperatura di un corpo nero che dà la stessa sensazione visuale di colore della sorgente
In termini fotometrici è temperatura di un corpo nero che ha le stesse coordinate cromatiche

Esempi:

1500 k	Candela
2680 k	Lampada incandescente 40 W
3000 k	Lampada incandescente 200 W
3200 k	Tramonto/alba
3400 k	Lampada Tungsteno Alogena
3400 k	1 ora dal tramonto/alba
5000 k	Lampada Xenon ad arco
5500 k	Sole a mezzogiorno
5500 k	Flash fotografico
7000 k	Cielo coperto
10000 k	Cielo blu

**NB: è una definizione FOTOMETRICA
esiste il problema del metamerismo**

Definizione radiometrica

si trova il minimo dell'integrale:

$$\int_{380}^{780} \left[1 - \frac{\Phi_x(\lambda)}{a\Phi_b(\lambda, T)} \right] d\lambda$$

in funzione dei parametri a e T
 T = temperatura di distribuzione spettrale

ATTENZIONE: il concetto di temperatura di colore è applicabile solamente a sorgenti con uno spettro abbastanza simile a quello di un corpo nero

La complessità e la varietà degli oggetti che costituiscono i beni culturali rendono particolarmente difficile l'individuazione e la definizione assoluta degli intervalli e dei limiti dei parametri ambientali, intesi come valori critici e ottimali, per la buona conservazione delle opere. Pertanto la corretta utilizzazione delle tabelle relative a tali intervalli e limiti riportate in appendice deve essere accompagnata da una specifica metodologia d'interpretazione basata sui seguenti punti:

- valutazione dello stato di conservazione del manufatto;
- studio degli andamenti dei parametri microclimatici, di illuminazione e della qualità dell'aria dell'ambiente in cui il manufatto si trova;
- studio dei parametri microclimatici, di illuminazione e della qualità dell'aria dell'ambiente in cui il manufatto si troverà;

- giudizio complessivo di valutazione "stato di conservazione/ambiente";
- conoscenza dell'interazione del manufatto con l'ambiente.

1. Obiettivi di qualità

Gli obiettivi di qualità si prefiggono di:

- indicare valori soglia e intervalli di riferimento per quanto riguarda il microclima, le condizioni di illuminazione e la qualità dell'aria;
- sintetizzare le raccomandazioni (standard procedurali) e le linee guida (criteri generali) per programmare e garantire una corretta conservazione.

2. Standard procedurali

Sono rappresentati da una serie di raccomandazioni con

la funzione di organizzare le attività di gestione dei manufatti nel museo; comprendono quindi l'esposizione, la conservazione in deposito e il trasporto delle opere. Gli standard procedurali devono:

- definire il procedimento o l'operazione tecnica essenziale;
- esporre sinteticamente la serie di attività connesse;
- indicare le modalità di espletamento.

3. Le linee guida

Queste devono:

- indicare gli standard ambientali da perseguire per una corretta conservazione;
- fornire conseguentemente gli orientamenti e i provvedimenti gestionali da adottare.

4. Standard legislativi e deontologici

I parametri biologici, chimici e fisici vanno misurati utilizzando procedure standardizzate e normalizzate.

5. Analisi di valutazione delle condizioni ambientali di esposizione e dello stato di conservazione

Ha lo scopo di verificare se la gestione degli ambienti, e quindi le condizioni di conservazione, corrispondono agli standard procedurali.

L'analisi si realizza mediante le seguenti procedure di controllo:

- redazione di una scheda conservativa per le opere;
- redazione di una scheda relativa all'ambiente per quanto riguarda il microclima, l'illuminazione, la qualità dell'aria e le condizioni operative di gestione.

Tali schede devono essere compilate a cura rispettivamente di un restauratore e di un team costituito da un biologo, un chimico e un fisico. Esse rappresentano inoltre la *check list* del sistema manufatto-ambiente. A questo primo livello deve essere associato un giudizio di valutazione complessivo. Ove necessario per particolari situazioni e problemi espositivi si dovrà procedere ad ampliare le informazioni relative alle due schede, con analisi e misure sia sull'opera che sull'ambiente per la redazione di un dettagliato rapporto. Inoltre in alcuni casi potrà essere non solo utile ma anche necessario consultare e concordare azioni comuni con l'esperto di impiantistica. Le due schede sopraindicate non prevedono analisi e misure biologiche, chimiche e fisiche.

Il rapporto tecnico dettagliato deve invece richiedere procedure scientifiche di analisi e controllo finalizzate a evidenziare l'influenza dell'ambiente sullo stato di conservazione dei manufatti. Andranno misurati in concreto i seguenti parametri:

- | | | | |
|--|------------|------------|------------|
| • T_{aria} (°C) | q_{min} | q_{max} | q_{med} |
| • $T_{sup.}$ (°C) | q_{min} | q_{max} | q_{med} |
| • UR (%) | UR_{min} | UR_{max} | UR_{med} |
| • Illuminamento (lux) | E_{max} | E_{med} | |
| • Radianza UV ($watt/mq$) | | | |
| • Radianza totale ($watt/mq$) | | | |
| • Luminanza (cd/mq) | | | |
| • Temperatura di colore (°K) | | | |
| • Velocità/aria (m/sec) | | | |
| • Carica microbica totale nell'aria (UFC/m^3) | | | |
| • Concentrazione batterica (UFC/m^3) | | | |
| • Concentrazione fungina (UFC/m^3) | | | |
| • Concentrazione del PTS ($\mu g/m^3$) | | | |
| • Concentrazione del PM10 ($\mu g/m^3$) | | | |
| • Ioni solubili nel particolato (%) | | | |
| • Concentrazione di O_3 , SO_2 , NO_2 , CO_2 ($\mu g/m^3$) | | | |

Tali procedure comprenderanno anche la definizione, sulla base dei problemi emergenti, delle modalità spaziali e temporali di prelievo e di acquisizione dei dati sperimentali.

6. Valori di riferimento per assicurare le condizioni ottimali di conservazione dei manufatti

I valori (cfr. Tab. B.9.2./3 e B.9.2./4.) vanno intesi come termini di riferimento ai quali sarebbe opportuno mantenere i manufatti; ciò significa che nell'ambiente pos-

sono essere consentiti modesti scostamenti dai valori termigrometrici consigliati, con l'attenzione però di evitare, ove possibile, mediante semplici provvedimenti di gestione museale e di tipo passivo, sia brusche variazioni giornaliere che variazioni cicliche giorno-notte, dovute soprattutto all'accensione e allo spegnimento degli impianti di illuminazione, di riscaldamento, di refrigerazione e alla apertura e chiusura non programmata delle finestre.

In tal senso, per redigere una scaletta delle operazioni di gestione degli ambienti espositivi, può essere utile disporre di una scheda relativa all'ambiente, da compilare e verificare periodicamente a cura dell'esperto scientifico. È opportuno in fase di compilazione della scheda e della sua periodica verifica corredarla anche di dati sperimentali. Condizioni rigorosamente controllate con apparecchiature che rilevino in continuo i parametri ambientali sono richieste in casi di mostre, aperture prolungate e altri eventi particolari che possano determinare elevato afflusso di pubblico.

Di seguito vengono riportate alcune tabelle con lo scopo di indicare i valori dei parametri ambientali entro cui è possibile realizzare condizioni di conservazione dei manufatti idonee dal punto di vista chimico-fisico e utili a prevenire gli attacchi microbiologici su materiali organici favoriti in determinati intervalli dei parametri microclimatici.

Per quanto riguarda invece gli attacchi entomatici, risultano del tutto insufficienti interventi sui parametri microclimatici, a meno che non si raggiungano valori di temperatura e umidità relativa incompatibili con il benessere sia della maggior parte dei materiali sia dell'uomo.

TAB. B.9.2./3 VALORI TERMOIGROMETRICI CONSIGLIATI CONDIZIONI OTTIMALI DI CONSERVAZIONE CHIMICO-FISICA DEI MANUFATTI

MANUFATTI	UMIDITÀ RELATIVA (%)	TEMPERATURA (°C)
Armature in ferro, armi	<40	
Avori, ossa	45-65	19-24
Bronzo	<55	
Carta, cartapesta	50-60	19-24
Collezioni anatomiche	40-60	19-24
Collezioni mineralogiche, marmi pietre	45-60	<30
Cuoio, pelli, pergamena	50-60	
Dischi, nastri magnetici	40-60	10-21
Erbari e collezioni botaniche	40-60	
Film	30-50	-5 - +15*
Fotografie (b/n)	20-30	2-20**
Insetti e scatole entomologiche	40-60	19-24
Lacche orientali	50-60	19-24
Legno	40-65	19-24
Legno dipinto, sculture policrome	45-65	19-24
Libri, manoscritti	50-60	19-24
Materiale etnografico	40-60	19-24
Materiale organico in genere	50-65	19-24
Materie plastiche	30-50	
Metalli e leghe levigati		
Ottone, argento, peltro, piombo, rame	<45	
Mobili con intarsi e lacche	50-60	19-24
Mosaici e pitture murali	45-60	min 6 (inverno), max 25 (estate)
Oro	<45	
Papiri	35-50	19-24
Pastelli, acquerelli, disegni, stampe	50-60	19-24
Pellicce, piume	45-60	15-21
Pitture su tela	35-50	19-24
Porcellane, ceramiche, gres, terracotta		20-60***
Seta	50-60	
Tessuti, tappeti, arazzi, tappezzeria	40-60	
Vetri e vetrate stabili	25-60	

* In funzione della sensibilità delle pellicole.

** L'intervallo è valido per fotografie con supporti in carta, materiale plastico, vetro.

Per supporti di nitrato e vetri con emulsione al collodio si adottino temperature più basse.

*** Per manufatti ceramici cotti a temperatura bassa il valore dell'UR deve essere <45%.

TAB. B.9.2./4. CONDIZIONI MICROCLIMATICHE PER LA PREVENZIONE DI ATTACCHI MICROBIOLOGICI SU MATERIALI ORGANICI

MANUFATTI ORGANICI	Umidità relativa (%)	max. variazione giornaliera (V.UR)	Temperatura (°C)	max variazione giornaliera (V.T)
Dipinti su tela	40-55	6	19-24	1,5
Dipinti su tavola	50-60	2	19-24	1,5
Legno	50-60	2	19-24	1,5
legno archeologico	50-60	2	19-24	1,5
legno bagnato			- <4*	
Carta	40-55	6	18-22	1,5
pastelli, acquarelli	< 65		< 10	
libri e manoscritti	45-55	5	< 21	3
materiale grafico	45-55	5	< 21	3
Cuoi, pelli e pergamene	40-55	5	4-10	1,5
Tessuti di natura cellulosica	30-50	6	19-24	1,5
Tessuti di natura proteica	>50-55		19-24	1,5
Collezioni etnografiche	20-35	5	15-23	2
Materiali instabili	35-65		-30	

TAB. B.9.2./5. VALORI TERMOIGROMETRICI CRITICI PER LA CONSERVAZIONE DI ALCUNI MANUFATTI

MANUFATTI	UMIDITÀ RELATIVA (%)	TEMPERATURA (°C)
Bronzi archeologici con corrosione da cloruri	<42	
Ferri archeologici con corrosione da cloruri	<20	
Vetri instabili	40 - 45	
Legno bagnato*	100	<4**

* I dati indicati per il legno bagnato valgono anche per i materiali organici di scavo.

** La temperatura non deve raggiungere 0°C.

La classificazione dei materiali, i valori di temperatura e di umidità tabulati sono quelli segnalati dalla letteratura specializzata riassunti nel lavoro di C. Aghemo et al. (1994) Esistono alcune categorie di manufatti che richiedono condizioni termoigrometriche di conservazione particolarmente controllate. I valori indicati in tabella vanno intesi come valori di riferimento tassativi: ciò vuol dire che il manufatto deve essere conservato mantenendo sempre temperatura e umidità relativa all'interno degli intervalli stabiliti. Inoltre va osservato che all'interno degli intervalli indicati le variazioni giornaliere devono essere comunque ridotte al minimo, fermo restando che le variazioni stagionali devono comunque essere all'interno degli intervalli prefissati. Le condizioni sopraindicate potranno essere assicurate con due diverse procedure, secondo il tipo di manufatto, conservando l'oggetto:

a) in un contenitore in presenza di un assorbitore di umidità (bronzi, ferri, vetri);

b) in ambienti o contenitori nei quali possa essere assicurato il controllo e la stabilità di tutti i parametri ambientali

7. Valori limite raccomandati di concentrazione degli inquinanti aerodispersi

Le condizioni necessarie a ottenere una corretta conservazione dei manufatti deve tener conto anche dei valori limite raccomandati per gli inquinanti chimici aerodispersi di seguito riportati.

INQUINANTE	ARCHIVI (NISO-TR01/95)	MUSEO (BRIMBLECOMBE)	UNI 10586/97
Biossido di zolfo	5-10 ppb (vol)	<0.4 ppb (vol)	≤10 µg/m ³
Biossido di azoto	5-10 ppb (vol)	<2.5 ppb (vol)	≤2 µg/m ³ (NO _x)
Ozono	5-10 ppb (vol)	1 ppb (vol)	<2 µg/m ³
PS (fine)	rimoz. >95%	rimoz. >95% (>2µm)	<50 µg/m ³

Organizzazioni sanitarie americane considerano come valori limite:

- per la carica batterica totale: **750 UFC/m³**;
- per la carica fungina **150 UFC/m³** e allergeni assenti.

Tali valori, derivati dai pochi riferimenti bibliografici disponibili, richiedono alcune precisazioni:

- Il valore limite NISO per il biossido di zolfo appare il più rispondente alla casistica reale.
- Per quanto riguarda i valori limiti per gli ossidi di azoto e l'ozono, i dati di Brimblecombe sono quelli da ritenersi più adeguati.
- I valori relativi al particolato andrebbero relazionati alla frazione fine (PM₁₀); il valore limite più opportuno, sulla base dei dati sperimentali disponibili sembrerebbe essere intorno ai **20-30 µg/m³**.
- I valori riportati vanno intesi come valori limiti da non superare.
- Anche nel caso di monitoraggio in continuo i valori istantanei devono essere al di sotto di tali limiti.

Per ottimizzare la qualità dell'aria è opportuno, partendo dalla compilazione della scheda ambiente, mettere in essere tutti quei presidi e interventi di tipo passivo e di gestione atti ad abbattere la concentrazione degli inquinanti aerodispersi.

Ogni volta che viene progettato un impianto per il condizionamento fisico ambientale, questo deve sempre prevedere un sistema di filtraggio degli inquinanti aerodispersi gassosi e particellari, sia dell'aria esterna immessa all'interno, sia dell'aria interna riciclata, per evitare il possibile conseguente incremento della concentrazione degli inquinanti indoor.

In casi di mostre, aperture prolungate e altri eventi particolari che possano determinare elevato afflusso di pubblico sono richieste condizioni rigorosamente controllate, monitorando in continuo la concentrazione degli inquinanti aerodispersi, con particolare attenzione al biossido di carbonio e al particolato sospeso.

8. Valori limite per gli inquinanti biologici atmosferici

La concentrazione di inquinanti biologici si determina mediante analisi aerobiologiche.

Tali indagini, di tipo quantitativo e qualitativo, consentono di individuare i microrganismi presenti nell'aria e di definire i livelli di rischio di biodeterioramento per i manufatti e di rischio igienico-sanitario per i visitatori.

Le metodologie d'analisi da adottare per tali indagini sono riportate nel Doc. Normal 39/93 (1994).

La concentrazione di inquinanti microbici è espressa in Unità Formanti Colonia per metro cubo d'aria (**UFC/m³**).

È necessario tenere presente che elevate concentrazioni di microrganismi nell'aria non sono sempre indice di rischio per i manufatti in quanto non tutte le specie aerodiffuse hanno potenzialità biodeteriogene; sarebbe perciò necessario conoscere la concentrazione relativa delle diverse specie individuando quelle in grado di danneggiare i materiali conservati negli ambienti analizzati.

La colonizzazione dei materiali e il loro conseguente danneggiamento si realizza inoltre solo se a elevate concentrazioni di inquinanti biologici si affiancano condizioni microclimatiche favorevoli al loro sviluppo quali **UR >65%** e **T >20 °C**. A livello igienico, elevate concentrazioni di funghi e batteri possono essere considerate indice di ambiente malsano; stabilire dei livelli limite è però difficile in quanto questi sono in relazione alla capacità infettante dei microrganismi presenti e alle capacità di difesa del soggetto umano, a loro volta condizionate da diversi stati fisiologici o patologici.