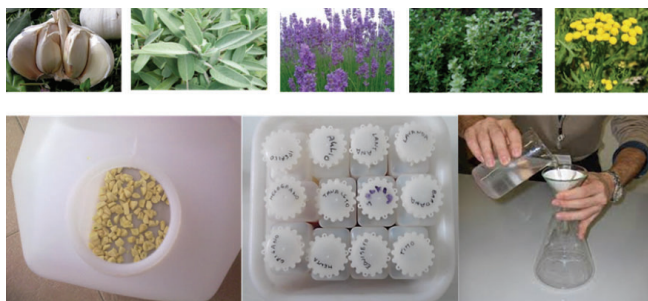


BIOCIDI NATURALI: POSSIBILE ALTERNATIVA PER LA SICUREZZA NEL SETTORE DEL RESTAURO E CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI

PREMESSA - Le principali fasi del restauro di un manufatto (pulitura, consolidamento e protezione) prevedono l'uso di diversi agenti chimici pericolosi (solventi, detergenti, vernici, smalti, resine, enzimi, biocidi, adesivi, stucchi e additivi, composti pro-

tettivi, consolidanti e sequestranti). In particolare la continua e prolungata esposizione degli operatori ai biocidi di sintesi può causare danni all'organismo spesso acuti dall'inadeguato utilizzo dei dispositivi di protezione. In risposta a questo problema, negli ultimi anni, è cresciuto l'interesse verso l'utilizzo di sostanze naturali a basso impatto ambientale (oli essenziali, idrolati ed estratti di piante officinali) per tutelare la sicurezza degli operatori del settore.



RISCHIO CHIMICO NELLE ATTIVITÀ DI CONSERVAZIONE E RESTAURO

Le attività di conservazione e restauro delle opere d'arte implicano una potenziale esposizione del lavoratore ad agenti chimici pericolosi e quindi ricadono nel d.lgs. 81/08 e s.m.i. Titolo IX (SOSTANZE PERICOLOSE - Capo I - protezione da agenti chimici), che prevede la valutazione del rischio chimico e la definizione dei requisiti minimi per la protezione dei lavoratori. Nello specifico per definire il profilo di rischio è necessaria l'analisi delle fasi di lavoro in cui è previsto l'uso di agenti chimici, tenere conto delle informazioni presenti nelle schede dati di sicurezza di ogni prodotto (es. caratteristiche chimico-fisiche, effetti sulla salute, conservazione), dei tempi di esposizione, dei quantitativi, delle modalità e delle concentrazioni di utilizzo. L'analisi deve essere integrata anche dalle caratteristiche dell'ambiente di lavoro nel quale si svolgono le attività (struttura, impianti, attrezzature). Di fatto, le attività di conservazione e restauro possono svolgersi in luoghi molto diversificati:

- in ambienti opportunamente ventilati e condizioni microclimatiche stabili (studio, laboratorio, museo o simili);
- in ambienti senza un idoneo sistema di ventilazione (sotterranei e seminterrati);
- all'aperto (scavi archeologici e cantieri).

Il fine della valutazione è assegnare un indice di rischio agli effetti negativi per la salute che possono insorgere durante l'attività lavorativa. Gli effetti determinati dall'esposizione ad agenti chimici sono correlati a vari fattori:

- proprietà chimico/fisiche, concentrazione e modalità d'uso degli agenti chimici;
- vie e durata dell'esposizione;
- condizioni ambientali (temperatura, umidità, assenza di adeguati ricambi d'aria);
- interazione con altre sostanze;
- capacità dell'organismo ricevente di assorbire, metabolizzare ed escretare, in funzione di parametri (età, sesso, fattori genetici, eventuali patologie presenti, ecc.).

Gli effetti possono essere classificati in:

- **acuti** causati da una breve esposizione a dosi elevate (irritazione cutanea e delle vie aeree superiori od oculari, forme allergiche). Ad esempio toluene e xilene possono indurre alcuni effetti come debolezza, perdita di appetito, affaticamento, confusione e nausea [1].
- **cronici** si manifestano dopo un lungo periodo di esposizione a basse dosi causando sindromi a livello del sistema nervoso periferico, epatico, renale e del midollo osseo, cancerogenesi e/o mutagenesi, teratogenicità. Ad esempio l'inalazione di toluene può indurre danni al sistema nervoso centrale o carcinoma polmonare, mentre quella di cloruro di metilene determina stati di incoscienza e confusionali e in taluni casi può portare alla morte [2,3].

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Sulla base di quanto previsto dal d.lgs. 81/08 e s.m.i. il datore di lavoro è tenuto ad effettuare la valutazione del rischio chimico e ad adottare le adeguate misure tecniche ed organizzative di prevenzione e protezione necessarie per l'eliminazione o la riduzione del rischio, *in primis* attraverso la sostituzione dell'agente pericoloso con composti meno pericolosi nelle condizioni d'uso. Nel caso questo non sia possibile è necessario far riferimento alle indicazioni previste dagli articoli 224 (misure di carattere generale relative ai rischi derivanti da agenti chimici pericolosi) e 225 (specifiche misure aggiuntive) del decreto.

Pertanto, durante l'impiego di sostanze chimiche nelle attività di restauro e conservazione dei beni culturali, è opportuno effettuare controlli mirati per determinare il livello di rischio espositivo, organizzare il lavoro in modo da evitare lunghi periodi di esposizione a tali sostanze, areare prima, durante e dopo le attività lavorative.

| Operazioni di Pulitura / Consolidamento / Protezione | | |
|--|---|--|
| Principali agenti chimici | Effetti sulla salute | Prevenzione e protezione |
| Pulitura meccanica Sabbie silicee Ossidi di alluminio Carbonati | Irritazione e danni alle vie respiratorie per inalazione di polvere Irritazione oculare per dispersione di polveri | Indossare idonei dispositivi di protezione delle vie respiratorie Indossare occhiali di protezione |
| Pulitura chimica Isotiazolinoni Carbammati Sali di ammonio Resine scambiatrici EDTA Alcool Acetone Ammoniaca Xilene, toluene, metilbenzene Miscela di solventi organici (es. White Spirit e Diluente Nitro) | Irritazione e danni alle vie respiratorie per inalazione Irritazione e tossicità per contatto cutaneo Irritazione oculare per dispersione di polveri o vapori di solventi | Utilizzare ventilazione aspirazione localizzata Indossare idonei dispositivi di protezione delle vie respiratorie Indossare guanti ed indumenti protettivi Indossare occhiali di protezione |
| Consolidamento e Protezione Silicato di etile Resine acriliche Colle (es. polivinilacetato, etilene vinil acetato, adesivi a base di cianoacrilato esteri dell'acido cianoacrilico) | | Indossare occhiali di protezione |

USO DI SOSTANZE NATURALI NEL RESTAURO

Attualmente, nell'ottica di un restauro ecocompatibile, l'interesse di molti ricercatori si sta spostando sull'utilizzo di prodotti a basso impatto ambientale e maggiore sicurezza per l'uomo, rivolgendo la loro attenzione alle potenzialità degli oli essenziali, degli idrolati e dei fitocomplessi estratti da piante officinali. Gli oli essenziali sono prodotti di distillazione delle piante aromatiche, estremamente concentrati, con elevata attività antimicrobica. Gli idrolati (sottoprodotti della distillazione in corrente di vapore degli oli essenziali) sono miscele idrofile molto diluite con minore attività antimicrobica, ma più sicure e applicabili in contesti da cui gli oli essenziali sono esclusi. I fitocomplessi sono invece miscele complesse di molecole ad ampio spettro di azione, ancora poco indagate in questo contesto. L'impiego di questi preparati naturali, non distruttivi per il manufatto, sembra essere una valida alternativa per la salvaguardia dell'ambiente e la tutela della sicurezza degli operatori del restauro [4,5,6].

| Oli essenziali | Materiali | Biodeteriogeno | Bibliografia |
|--|---|--|---|
| <i>Lavandula angustifolia</i> <i>Melaleuca alternifolia</i> <i>Syzygium aromaticum</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Pimpinella anisum</i> <i>Carum carvi</i> <i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Eugenia caryophyllata</i> <i>Coridothymus capitatus</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Salvia officinalis</i> <i>Coridothymus capitatus</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> | cartacei fotografici lapidei lignei tela pelle | Ceppi fungini <i>Aspergillus</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Scopulariopsis</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Cladosporium</i> sp. Licheni <i>Calogaya biatorina</i> , <i>Candelariella vitellina</i> <i>Protopermellopsis muralis</i> | Di Vito M. et al. 2022. Lo Schiavo S. et al. 2020. Stupar M. et al. 2014. Favero-Longo S.E. et al. 2022. |
| Idrolati | | | |
| <i>Monarda fistulosa</i> <i>Monarda citriodora</i> <i>Citrus aurantium</i> | cartacei | Ceppi fungini <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Cladosporium</i> sp. | Di Vito, M. et al. 2018. |
| Fitocomplessi | | | |
| <i>Allium sativum</i> L. <i>Calamintha nepeta</i> | cartacei stucchi opere murarie | Ceppi fungini <i>Penicillium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. | Casiglia S. et al. 2019. Fierascu I. et al. 2014. Affi H.A.M., 2012. Rotolo V. et al. 2016. |

È necessario considerare che gli oli essenziali sono molto costosi, ma quest'area di ricerca sembra essere promettente soprattutto per quanto riguarda gli idrolati ed i fitocomplessi che sono più economici e potenzialmente più sicuri per la salute umana. Tuttavia sono ancora indispensabili ulteriori studi per definire una metodologia standardizzata e consolidare l'uso di queste sostanze nella conservazione del patrimonio culturale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] World Health Organization. Regional Office for Europe (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260127>.
- [2] Prueitt R.L., Lynch H.N., et al. (2017). Dermal exposure to toluene diisocyanate and respiratory cancer risk. *Environ Int.* Dec. 109:181-192.
- [3] Phillips Jennan A. (2018) Methylene Chloride Workplace Health & Safety. 66:108.
- [4] Beni C., Casorri L. et al. (2020) Characterization of thyme and tansy extracts used as basic substances in zucchini crop protection. *J. Agric. Stud.* 8:95-110.
- [5] Fierascu I., Dima R. et al. (2013) A new approach for the remediation of biodeteriorated mobile and immobile cultural artefacts. *Eur. J. Sci.* 9:161-168.
- [6] Axinte L., Cuzman A.O. et al. (2011) Cinnamaldehyde, a potential active agent for the conservation of wood and stone religious artefacts. *Eur. J. Sci. Theol.* 7:25-34.