

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2009)

**Heft:** 1

**Artikel:** Alghe e muffe sulle facciate degli edifici

**Autor:** Teruzzi, Tiziano / Jornet, Albert

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-134242>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Algh e mufle sulle facciate degli edifici

Tiziano Teruzzi \*  
Albert Jornet \*\*

Il problema della formazione di patine di origine biologica sulle facciate di edifici non è certamente un tema sconosciuto agli operatori attivi nel mondo della costruzione. Tuttavia, nonostante i considerevoli sforzi fatti per eliminarlo, negli ultimi decenni esso è costantemente cresciuto di importanza e fra gli addetti ai lavori continua ad alimentare non poche discussioni.

La formazione di una patina biologica sulle facciate è favorita da cause molteplici e interdipendenti. In generale si osserva che gli edifici, in cui essa si manifesta con maggiore intensità e ampiezza, possiedono alcune caratteristiche comuni, ossia un orientamento tendenzialmente rivolto verso il nord, una scarsa protezione contro gli agenti atmosferici, contro la pioggia in particolare, una buona esposizione al cielo e, soprattutto, un basso coefficiente di trasmissione termica (coefficiente U). La presenza di alghe e funghi sulle facciate e la crescente frequenza di tale fenomeno possono pertanto essere considerati un effetto secondario indesiderato delle legittime e sempre più severe misure intraprese a partire dalla fine degli anni settanta allo scopo di promuovere il risparmio energetico nelle costruzioni e di un mutato modo di costruire le stesse.

## Natura e caratteristiche biologiche dei microrganismi infestanti le facciate

Gli organismi più comuni costituenti la patina biologica che si forma sulle facciate appartengono alla famiglia delle alghe e a quella dei funghi. Per ciò che concerne le alghe si tratta di organismi microscopici unicellulari o coloniali detti autotrofi, ossia organismi capaci di costituire autonomamente le sostanze organiche necessarie per il loro nutrimento mediante la sintesi clorofilliana. I diversi gruppi famigliari si distinguono per la conformazione e, soprattutto, per il pigmento fotosintetico utilizzato e, quindi, per il loro colore (alghe verdi, brune, rosse, giallo-brune e azzurre). Per quanto riguarda i funghi, invece, le specie che generalmente colonizzano le facciate

appartengono al gruppo delle muffe. Si tratta di organismi pluricellulari filamentosi eterotrofi. Contrariamente alle alghe e con riferimento alla loro condizione nutrizionale essi non sono autosufficienti, ma devono far capo a sostanze organiche presintetizzate presenti nel loro substrato di crescita. Queste possono essere contenute nei prodotti di finitura delle facciate, ad esempio negli additivi delle pitture, o nel pulviscolo atmosferico che vi si deposita.

Ciò che accomuna gli organismi colonizzatori delle facciate e rappresenta una condizione fondamentale di sopravvivenza è la disponibilità di acqua. Questa è necessaria sia per il mantenimento dei loro processi vitali, sia per il loro sviluppo. Per la disponibilità del quantitativo minimo vitale di acqua non è determinante solo l'umidità relativa dell'aria ambiente, ma anche, e soprattutto, il tenore di acqua presente nei materiali costituenti o prossimi allo strato superficiale esterno dell'edificio. Caratteristiche dei materiali quali l'igroscopicità, la capacità di assorbimento di acqua per capillarità e la permeabilità al vapore, così come l'esposizione delle facciate alla pioggia o a fenomeni di condensazione contribuiscono quindi in maniera preponderante a determinare la loro predisposizione all'infestazione da alghe e muffe.



Fig. 1 - Patina biologica su una facciata sprovvista di gronda

L'insediamento dei microrganismi sulle facciate ha luogo per via aerea. La loro riproduzione avviene per dispersione di spore nell'ambiente. A causa delle loro piccole dimensioni (ordine di grandezza 1-10  $\mu\text{m}$ ) queste sono facilmente disperdibili nell'aria e possono essere trasportate dal vento per lunghe distanze. Se nel luogo in cui si depositano trovano un habitat adatto (temperatura ottimale, presenza di acqua e di sostanze nutrienti), le spore possono generare nuove colonie di organismi.

#### Cause fisiche della crescita di alghe e muffe sulle facciate

Come appena discusso la disponibilità di acqua è un fattore chiave per la vita e lo sviluppo di alghe e muffe. Vi sono essenzialmente due meccanismi distinti che, individualmente o congiuntamente, possono assicurare ai microrganismi infestanti una disponibilità di acqua sufficiente.

Il primo è di origine prettamente costruttiva ed è dovuto a una protezione insufficiente delle facciate contro la pioggia battente o a un allontanamento inadeguato dell'acqua piovana (Fig. 1-5). In questo caso la mancanza di una gronda, una strutturazione elevata delle superfici e il malfunzionamento o l'assenza di un sistema di allontanamento dell'acqua piovana giocano un ruolo determinante.

Il secondo meccanismo, più complesso, chiama in causa il fenomeno fisico della condensazione del vapore acqueo contenuto nell'aria ambiente e fa leva sulla differenza tra la temperatura superficiale della facciata e la temperatura dell'aria esterna (Fig. 6 e 7). Quando la temperatura della facciata è inferiore a quella dell'ambiente e l'umidità relativa dell'aria è sufficientemente elevata si ha formazione di condensa superficiale. Il rischio di condensazione è tanto più elevato quanto maggiore è lo scarto tra la temperatura della facciata e quella dell'aria (per una migliore comprensione del fenomeno e a testimonianza del sottoraffreddamento superficiale si pensi alla rugiada o alla brina che nelle ore notturne si forma sul parabrezza delle automobili parcheggiate all'aperto). Una volta formatasi la condensa può venire assorbita dai materiali di finitura della facciata oppure formare una pellicola superficiale, alimentando così la «provista» di acqua, di cui alghe e muffe necessitano per svilupparsi e per sopravvivere.

La temperatura di una facciata dipende innanzitutto dall'equilibrio che si instaura tra il flusso di calore che dall'interno verso l'esterno la attraversa, il flusso netto che essa irraggia verso l'ambiente che la circonda, in particolare verso il cielo, quello che essa scambia per convezione con



Fig. 2 – Striature verticali scure formate da colonie di microrganismi, il cui sviluppo è dovuto a colature di acqua piovana sulla facciata in corrispondenza degli appoggi del terrazzo



Fig. 3 – Patina biologica su una facciata in calcestruzzo facciavista a seguito di una superficie fortemente strutturata orizzontalmente  
Fig. 4 – Crescita di alghe sui parapetti dei balconi a seguito di problemi di allontanamento dell'acqua piovana

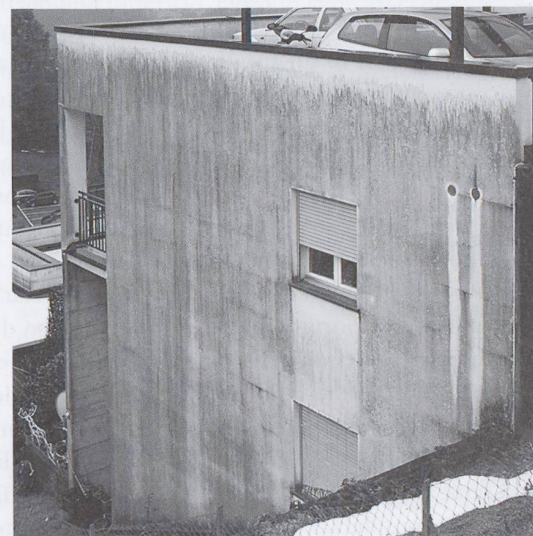


Fig. 5 – Patina biologica su una facciata sprovvista di gronda. L'assenza di microrganismi nella parte superiore della facciata testimonia dell'azione protettiva contro la pioggia data dalla leggera sporgenza della copertina di protezione del parapetto e del davanzale

l'aria e l'intensità dell'irraggiamento solare. Si tratta di un equilibrio dinamico molto delicato. Infatti, differenze di temperatura superficiale di alcuni decimi di grado possono già essere sufficienti per determinare se in una zona della facciata vi sarà crescita di alghe e muffe mentre un'altra ne sarà priva (Fig. 6 e 7). Per quanto concerne l'evoluzione temporale della temperatura superficiale, si osserva in generale un ciclo giornaliero caratterizzato da un più o meno elevato surriscaldamento diurno, a dipendenza delle condizioni di soleggiamento della facciata, e da un sottoraffreddamento notturno. Il sovrariscaldamento diurno rappresenta un elemento molto importante nel bilancio idrico di una facciata e, quindi, per la disponibilità di acqua dei microrganismi infestanti. Non è infatti un caso che le facciate ben esposte al sole solo raramente presentano fenomeni di crescita di alghe o muffe.

I fattori che determinano l'equilibrio energetico di una facciata sono legati tra loro nell'ambito di un complesso modello matematico e, come anticipato, chiamano in causa il coefficiente di trasmissione termica (coefficiente U), il suo grado di esposizione al cielo e alle correnti d'aria, la sua emissività e il suo soleggiamento. Evitando di entrare nei dettagli del modello è sufficiente segnalare, per comprendere come essi contribuiscano a determinare la temperatura della facciata, che questa è tanto minore quanto più piccolo è il coefficiente U, quanto maggiore è il grado di esposizione verso il cielo e quanto maggiore è il grado di protezione dalle correnti d'aria. Inoltre, il periodo di permanenza di condizioni favorevoli alla formazione di condensa è tanto più lungo quanto minore è la capacità termica degli strati più esterni della facciata. Ciò spiega il motivo per cui muri perimetrali muniti di un sistema termoisolante a cappotto o di un rivestimento ventilato leggero presentano un maggiore rischio di infestazione da alghe e muffe rispetto a muri aventi una struttura massiccia.

#### Misure preventive

Come già accennato, il fattore determinante per lo sviluppo di alghe e muffe sulle facciate è l'umidità. Di conseguenza, tutte le misure che portano a una riduzione dell'umidità superficiale o che favoriscono l'essiccamento delle facciate contribuiranno alla prevenzione del fenomeno. Le migliori misure preventive sono quelle definite già in fase progettuale sulla base di una seria analisi del problema. Tra le misure da prendere in considerazione vi sono in primo luogo quelle costruttive, come ad esempio la realizzazione di una gronda quale elemento di protezione, la protezione dello zoccolo dall'acqua di rimbalzo e la cura di tutti i dettagli

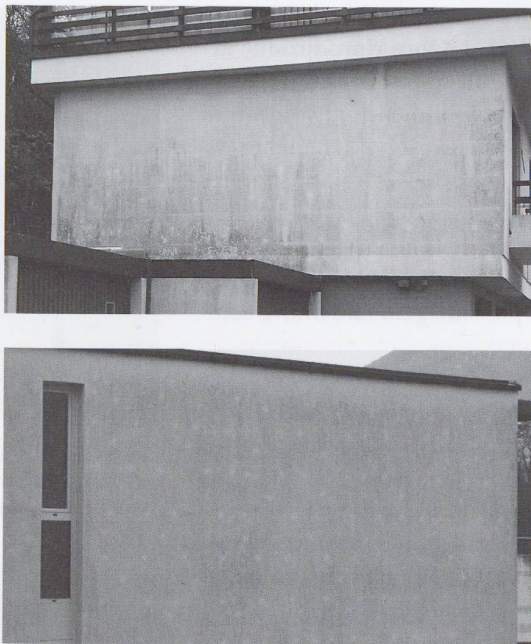


Fig. 6 e 7 - Patina biologica su una facciata rivestita con un sistema termoisolante a cappotto. I giunti dei pannelli termoisolanti e i loro fissaggi puntiformi agiscono come ponti termici, accelerando così localmente l'essiccamento dell'intonaco. La ridotta disponibilità di acqua previene lo sviluppo dei microrganismi

che riguardano il sistema di smaltimento dell'acqua piovana. Altre misure possibili riguardano le caratteristiche dei materiali utilizzati per la finitura delle superfici, i quali dovrebbero possibilmente avere un carattere idrorepellente, quindi un coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità  $w \leq 0.5 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ , e allo stesso tempo una elevata capacità d'essiccamento, vale a dire uno spessore dello strato d'aria equivalente  $S_a \leq 2.0 \text{ m}$ .

Un'altra strategia per prevenire la crescita di alghe e muffe è quella di limitare il sottoraffreddamento, così da ridurre il rischio di formazione di condensa superficiale. Una misura in tal senso consiste nella realizzazione delle facciate in modo tale che gli strati esterni, ossia quelli ubicati esternamente rispetto allo strato termoisolante, abbiano una migliore capacità di assorbire calore durante il giorno e di rilasciarlo durante la notte, rallentando così il processo di raffreddamento superficiale. Ciò implica in generale la realizzazione di facciate di spessore maggiore a quelle convenzionali. Per ovviare al problema degli spessori, la ricerca nel campo dei materiali sta tentando di mettere a punto e di valutare l'efficacia di prodotti di finitura addizionati con materiali detti «a cambiamento di fase». Si tratta di materiali che se riscaldati, ad esempio dal sole o dall'aria, si trasformano da solidi a liquidi. Raffreddandosi durante le ore notturne essi si solidificano nuovamente, liberando così una quan-

tità di calore corrispondente al calore latente di solidificazione. Una seconda misura atta a limitare il sottoraffreddamento delle facciate è quella di ridurre l'emissività, ossia la capacità di perdere energia per irraggiamento verso l'ambiente circostante. Anche in quest'ambito produttori e istituti di ricerca stanno lavorando alla messa a punto di pitture basso-emissive, la cui efficacia nella pratica è però ancora tutta da dimostrare.

Decisamente più mature sono, invece, le (nano-) tecnologie che permettono di dotare le pitture di capacità autopulenti. Prodotti con questa caratteristica sono identificati con l'indicazione «ad effetto loto», con riferimento all'idrofobia e alle proprietà autopulenti delle foglie del fiore di loto.

### Risanamento

In passato, l'applicazione frequente di mani di pittura a base di calce contribuiva, grazie al suo pH basico, a mantenere le superfici prive di microrganismi. Oggi questa soluzione non è più praticata.

Le tecniche di risanamento sono piuttosto limitate. In generale, un intervento di risanamento prevede lo svolgimento di un'indagine allo scopo di definire la natura dei microrganismi presenti, l'asportazione dei microrganismi mediante idropulizia, il trattamento delle facciate con un biocida, l'applicazione di un impregnante e, successivamente, di una pittura con proprietà idrorepellenti, ad esempio a base di silicone o di silossani. Quest'ultima può contenere nella sua formulazione dei biocidi specifici. In ogni caso deve essere verificata e garantita la compatibilità tra i prodotti utilizzati nel risanamento e quelli che costituiscono il supporto. Da segnalare che l'efficacia dei prodotti idrorepellenti e dei biocidi diminuisce progressivamente nel tempo. Per mantenere la facciata pulita è quindi indispensabile l'attuazione di un programma di monitoraggio delle facciate e prevedere dei lavori periodici di manutenzione allo scopo di ristabilire l'efficacia dei prodotti utilizzati.

Qualora si decida di utilizzare dei biocidi è importante valutare le conseguenze che tale utilizzo può avere sull'ecosistema.

### Riflessioni conclusive

Da quanto scritto precedentemente risulta chiaramente che la crescita di alghe e muffe sulle facciate è un problema complesso. L'insieme dei fattori che sinergicamente o individualmente contribuiscono a determinare la propensione di una facciata ad esserne colpita comprende aspetti costruttivi dell'edificio, così come aspetti concernenti le caratteristiche del microclima in cui esso è inserito, il peso relativo delle interazioni termiche che esso

ha con l'ambiente interno e con quello esterno, e le caratteristiche fisiche, chimiche e tecnologiche dei materiali costituenti gli elementi verticali dell'involucro edilizio. Questa complessità impedisce la definizione di regole sicure e generalmente applicabili atte a scongiurare l'apparizione.

L'evidenza sperimentale acquisita sinora sembra dimostrare che le conseguenze del problema della crescita di alghe e muffe sulle facciate siano prevalentemente di natura estetica. Gravi conseguenze per le funzioni tecniche delle facciate o dei loro strati individuali, infatti, raramente sono state osservate.

L'esame delle sentenze e delle decisioni delle autorità cantonali dimostrano che in certe condizioni l'alterazione dell'aspetto di una facciata a seguito della crescita di alghe e muffe può costituire un difetto dell'opera, per il quale il progettista o l'impresa devono rispondere. Secondo l'articolo 368 del codice delle obbligazioni, infatti, il difetto non deve necessariamente essere di natura funzionale ma può anche avere una connotazione esclusivamente estetica laddove l'aspetto è determinante. È importante segnalare che durante il periodo di garanzia la responsabilità del progettista o dell'impresa è indipendente dall'esistenza di una loro specifica colpa. Essi rispondono perciò nei confronti del committente anche qualora abbiano eseguito l'opera secondo le regole dell'arte, se queste si sono rivelate inadatte al conseguimento del risultato promesso o atteso. Precauzionalmente si raccomanda pertanto di considerare attentamente il problema già nella fase di progettazione e di mettere in atto tutte le misure possibili per prevenirlo o almeno differirlo, facendo capo alle conoscenze tecniche disponibili e, soprattutto, ai diversi sistemi e prodotti di provata efficacia offerti sul mercato. Nel caso in cui esso dovesse comunque presentarsi, si potrà dimostrare di non averlo sottovalutato e di aver operato scelte responsabili.

### Bibliografia

- R. Büchli, P. Raschle, *Algen und Pilze an Fassaden: Ursachen und Vermeidung*, Fraunhofer IRB Verlag, 2006
- R. Büchli, P. Raschle, M. Schicker, *Merkblatt für das Vorgehen bei der Sanierung von Fassaden mit Algen- und Pilzbefall*, QC-Expert AG e EMPA, 2003
- DIN 4108-3, *Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*, Juli 2001, Berichtigung 1 April 2002
- H.M. Künzel, C. Fitz, *Bauphysikalische Eigenschaften und Beanspruchung von Putzoberflächen und Anstrichstoffen*, WTA-Schriftenreihe, Heft 28 (2006)
- H. Künzel, *Aussenputz: Untersuchungen, Erfahrungen, Überlegungen*, Fraunhofer IRB Verlag, 2003

\* Docente di fisica della costruzione, SUPSI-DACD (Istituto Materiali e Costruzioni)

\*\* Docente di chimica della costruzione, SUPSI-DACD (Istituto Materiali e Costruzioni)