

# CAPPOTTO: MUFFE, ALGHE E FUNGHI



VOLUME 31

# INDICE

Capitolo 1 – I SISTEMI A CAPPOTTO ETICS .....	03
Capitolo 2 – LE MUFFE .....	05
Capitolo 3 – ALGHE E MUFFE (FUNGHI): COSA SONO? .....	06
Capitolo 4 – CAUSE E CONDIZIONI DI SVILUPPO .....	09
Capitolo 5 – SOLUZIONI .....	12
Capitolo 6 – PREVENZIONE .....	13
Capitolo 7 – CONCLUSIONI .....	14
Capitolo 8 – RIFERIMENTI .....	15

**PRESENTAZIONE AIPE**

# 1. I SISTEMI A CAPPOTTO ETICS

Gli ambiziosi obiettivi energetici e climatici fissati dal Consiglio Europeo per il 2020 vedono nel settore edilizio una potente leva di attivazione.

In questo contesto si inserisce la nuova Direttiva sulla Prestazione Energetica degli edifici (EPBD, 2010/31/EU) che descrive il ruolo del miglioramento dell'efficienza energetica sia degli edifici nuovi che di quelli esistenti per cui in tutta Europa entro pochissimi anni, gli edifici dovranno essere progettati in maniera da ridurre al minimo la quantità di energia primaria necessaria per il riscaldamento e la climatizzazione degli ambienti.

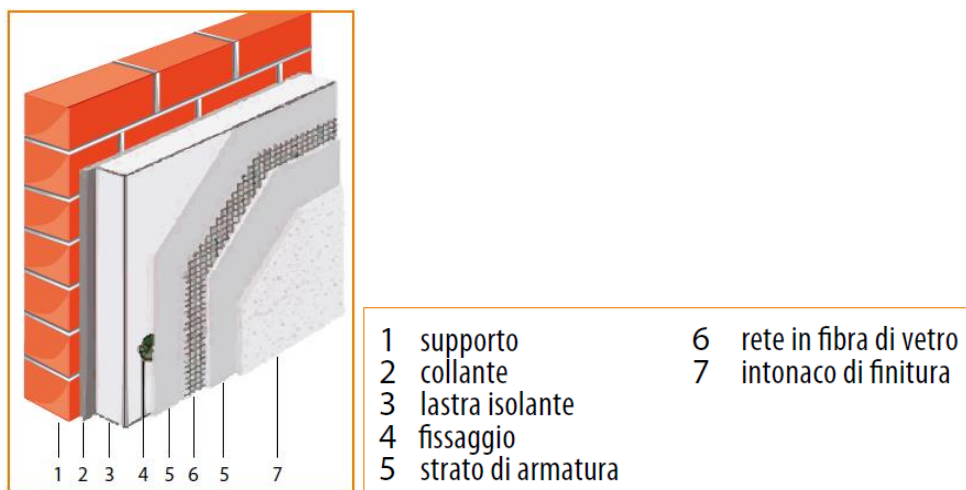
Gli interventi sull'involucro possono dare un contributo molto importante al bilancio energetico complessivo, e i sistemi a cappotto (ETICS) hanno un ruolo fondamentale nella riduzione dei costi energetici e nel miglioramento del comfort abitativo.

ETICS è l'acronimo che individua in maniera univoca, a livello europeo, i sistemi a cappotto:

External Thermal Insulation Composite System (*sistema composto di isolamento termico esterno*), ovvero sistema costituito da un insieme di materiali edili composti di specifici elementi prefabbricati applicati direttamente alla facciata.

Gli elementi, come noto, sono:

- Adesivo
- Materiale isolante
- Fissaggi (se necessari)
- Rivestimento base
- Rinforzo (rete in fibra di vetro)
- Rivestimento finale / rivestimento esterno con primer e/o pittura protettiva
- Accessori, per es. paraspigoli, profili di connessione e per bordi, profili per giunto di dilatazione, profili di partenza ecc.



La comunità Europea ha approvato la guida tecnica ETAG004 per il rilascio del benestare Tecnico Europeo (ETA), ovvero della valutazione di idoneità all'impiego del prodotto per lo specifico impiego previsto. Per i sistemi

ETICS l'approvazione viene richiesta per il sistema (definito "KIT") e pertanto la marcatura CE e la dichiarazione di conformità è riferita all'intero sistema commercializzato.

I vantaggi dei sistemi a cappotto ETICS sono ormai noti:

**1. Il sistema a Cappotto aiuta a proteggere il clima e l'ambiente.**

Con gli ETICS è possibile ridurre notevolmente il consumo energetico degli edifici.

Considerando che in Europa gli edifici esistenti sono 200 milioni, ogni anno è possibile risparmiare migliaia di tonnellate di CO2! Inoltre, è possibile ridurre i rischi dati dallo sfruttamento delle risorse fossili o dell'energia nucleare.

**2. Il sistema a Cappotto aiuta a risparmiare.**

Con gli ETICS è possibile ridurre i costi mensili per il riscaldamento e il raffreddamento con vantaggi immediati per utilizzatori e proprietari.

**3. ETICS significa investire nel valore dell'immobile.**

Gli ETICS sono investimenti a lungo termine in valori sicuri. Con l'aumentare del costo dell'energia, gli appartamenti energeticamente efficienti aumenteranno di valore.

**4. Gli ETICS favoriscono la creazione di nuovi posti di lavoro.**

Aumentare il numero delle ristrutturazioni può generare centinaia di migliaia di posti di lavoro non delocalizzabili all'estero. Sono coinvolti lavoratori con caratteristiche professionali diversificate: operai, artigiani, progettisti, architetti.

**5. Gli ETICS aiutano a migliorare la competitività economica europea.**

L'economia europea è influenzata fortemente dalle importazioni energetiche. L'aumento del costo energetico inciderà fortemente sulla competitività europea. L'isolamento degli edifici contribuisce a ridurre il consumo energetico complessivo. Inoltre, le aziende europee possono rafforzare la loro posizione di prominenza nei mercati internazionali per l'efficienza energetica.

**6. Gli ETICS migliorano la qualità della vita.**

Gli ETICS creano un ambiente interno caldo e confortevole in inverno e temperature più fresche in estate. Le superfici dei muri interni sono piacevolmente calde e isolate acusticamente.

**7. Gli ETICS sono esteticamente belli.**

Poiché i produttori di ETICS offrono grande varietà di sistemi, è possibile realizzare praticamente ogni sogno architettonico. È possibile conservare l'architettura esistente, mentre gli edifici e i quartieri meno attraenti possono diventare piacevoli.

Grazie anche alle politiche fiscali adottate in Italia negli ultimi anni si assiste ad una continua crescita dell'attenzione, soprattutto da parte dei privati, ai temi dell'isolamento termico, della riqualificazione e del risparmio energetico per cui spesso interventi di ristrutturazione vanno di pari passo con interventi di riqualificazione energetica, ottimizzando gli investimenti richiesti che possono essere ripagati anche rapidamente in base all'efficienza degli interventi effettuati.

L'isolamento termico a cappotto di fatto rappresenta la soluzione più utilizzata, proprio in virtù nei numerosi vantaggi che comporta.

La sua diffusione non è solo un dato interessante e rassicurante ma porta anche all'osservazione di quanto la scelta di un sistema idoneo correttamente applicato sia fondamentale per la prevenzione di fenomeni di degrado che potrebbero comprometterne le prestazioni isolanti oltre che l'estetica dell'edificio come ad esempio: fessurazioni, muffe ed alghe, distacco dei pannelli, lesioni superficiali, rigonfiamenti, ponti termici, invecchiamento precoce della facciata esterna.

Uno degli aspetti critici sopracitati che merita una riflessione più approfondita è la formazione di muffe.

## 2. LE MUFFE

Le alterazioni cromatiche, spesso di colore verdastro o verde-nero, indicano che in quel punto della facciata si è creato l'habitat ideale per la colonizzazione di alghe e funghi, e a ciò corrisponde sempre una eccessiva presenza di umidità.

Non si tratta di un fenomeno di "semplice" degrado estetico come nel caso di accumulo di polvere, smog e ragnatele, ma spesso rappresenta l'evidenza di carenze progettuali o esecutive cui si aggiunge il rischio del decadimento delle performance protettive a causa dell'attività metabolica dei microrganismi che costituiscono la colonia.

Va infatti considerato che a seconda della specie, la colonia può svilupparsi anche sotto lo strato di finitura, traendo nutrimento dall'intonaco stesso, e portando di sovente rigonfiamenti e distacchi.



Analizzando cosa sono alghe e funghi e l'insieme dei fattori che favoriscono il loro attecchimento è dunque possibile valutare anche eventuali problematiche che interessano l'involucro dell'edificio.

È quindi di grande utilità analizzare la macchia per comprenderne la natura e la causa e predisporre adeguati trattamenti soluzioni non solo per la sua eliminazione ma anche per la soluzione delle problematiche sottese che ne hanno favorito la formazione.

### 3. ALGHE E MUFFE (FUNGHI): COSA SONO?

Muffe, muschi, alghe, funghi, licheni, batteri ecc. che attaccano i rivestimenti, gli intonaci, le pitture e gli affreschi li danneggiano e li corrodono con i prodotti dei loro processi metabolici, causandone il distacco e lo sfogliamento; possono essere quindi non solo effetto ma anche causa di infiltrazioni e di allergie generate dalla loro riproduzione per mezzo di spore.

Le efflorescenze rilevabili in facciata possono assumere forme e posizioni molto diverse la cui analisi, come detto, può condurre ad individuare la "patologia" o il mal funzionamento del fabbricato.

La presenza di umidità è sempre l'elemento determinante la formazione di questo tipo di alterazioni.

Posizione, forma e colore della macchia aiutano a distinguere se si tratta di umidità di risalita, di infiltrazioni o come spesso accade per le facciate di ristagni legati alla lenta asciugatura del supporto.

#### MUFFE

Possono essere considerate come colonie di funghi microscopici, pluricellulari, che, durante la crescita producono particelle di forma sferica e dimensioni estremamente ridotte, le spore, simili ai pollini, che si disperdono nell'aria, con particolare intensità in estate e autunno. Possono crescere sia all'interno che all'esterno delle abitazioni, manifestandosi sotto forma di "miceli" spugnosi. Il termine "muffa" è pertanto comunemente riferito ad agglomerati di questi sottili miceli, formati su materiali inorganici ed organici, generalmente come uno strato schiumoso o filamentoso, che ne evidenzia le condizioni di decomposizione e marcescenza.

#### FUNGHI

I funghi sono organismi pluricellulari con vero nucleo, che si sviluppano formando filamenti o costituendo singole cellule e si riproducono attraverso spore e miceli, costituiti da un intreccio di filamenti, talvolta già riconoscibile ad occhio nudo, che conferisce ai funghi quel loro frequente aspetto "ovattato".

Per crescere, i funghi **non hanno bisogno di luce**, in quanto non operano fotosintesi; sono infatti organismi **eterofili**, che utilizzano per la loro sopravvivenza sostanze organiche già disponibili.

Per vivere necessitano di un ambiente umido e per nutrirsi essi necessitano soprattutto di carbonio organico, che ricavano dalla degradazione enzimatica di deposizioni atmosferiche sulla superficie o nel substrato in cui vivono.

Le cellule dei funghi hanno per lo più una parete cellulare di micosina, una sostanza azotata simile alla chitina degli artropodi. Il tallo è formato da una massa di sottili ife filamentose detta micelio, che si accresce nel terreno. In alcune specie le ife sono singole cellule allungate con più nuclei, in altre possono essere formate da più cellule divise da setti, perforati per il passaggio delle sostanze nutritive. Poiché hanno una parete rigida, i funghi si nutrono per assorbimento, secernendo all'esterno enzimi digestivi e assorbendo le sostanze nutritive che vengono così liberate. Le ife si estendono per una grande superficie coprendo così una vasta area di assorbimento.

I funghi si sviluppano in presenza di temperature comprese tra circa 0°C e +50°C, ma le condizioni ottimali si aggirano sui 20 - 35°C circa (a seconda della specie).

Come le alghe, anche i funghi sono spesso riconoscibili anche a occhio nudo sulle facciate degli edifici. Indicazioni più precise sulla loro natura si possono in realtà ricavare solo da analisi al microscopio in laboratorio.

Il numero delle specie classificate di funghi è elevatissimo (oltre 100.000 varietà) e le specifiche condizioni locali determinano lo sviluppo di una specie piuttosto che un'altra: le facciate vengono colonizzate da diversi tipi di funghi tra cui i più frequenti sono i generi *Alternaria*, *Cladosporium*, e *Ulocladium*, *Aspergillus*, ma in singoli casi la specie colonizzante può essere completamente diversa.

#### ALGHE E LICHENI

Sono organismi che privilegiano le aree piovose, umide, o costiere e lacustri e conferiscono la tipica colorazione verdastra e/o bluastra alle superfici aggredite: prevalentemente quelle esposte a nord.

Hanno struttura uni o pluricellulare che si sviluppa assumendo struttura filiforme o mantenendo la forma di singole celle.

Per insediarsi e riprodursi necessitano di un'elevata umidità, di alte concentrazioni di anidride carbonica e della luce solare; sono infatti forme **autotrofe**, ovvero non necessitano di nutrienti organici ma producono autonomamente le sostanze organiche per il loro nutrimento.

A differenza dei funghi **hanno capacità di fotosintesi**, riuscendo ad estrarre il carbonio di cui hanno bisogno dall'anidride carbonica presente nell'acqua o nell'aria: per vivere quindi necessitano di luce e si sviluppano sulla superficie o nelle porosità superficiali delle pareti dove trovano i nutrienti inorganici nell'intonaco e nello sporco accumulato.

A seconda della specie si sviluppano in un "range" di temperatura compreso tra -7°C e +70°C e possono tollerare variazioni di pH comprese tra ≤1 e 11,5.

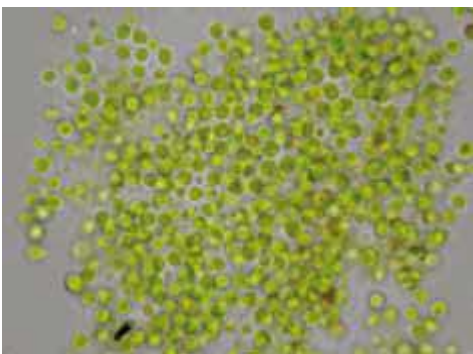
Tra i numerosi gruppi di alghe, quello che più di frequente si trova sulle facciate degli edifici è quello delle alghe verdi (cloroficee), le cui colonie sono spesso individuabili ad occhio nudo attraverso l'alterazione cromatica della superficie di colore verdastrò o verde-nero.

Meno frequenti sono anche colonie con colorazione rossastra, la cui specie può essere individuata solo in laboratorio.

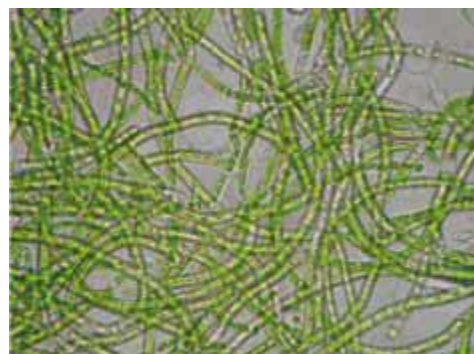
Tab. 1 Prospetto delle condizioni ambientali di sviluppo delle alghe e dei funghi

CONDIZIONI AMBIENTALI	ALGHE	FUNGI
<b>Temperatura</b>	da ca. -7°C a ca. +70°C, preferibilmente sui 20°C (varia a seconda della specie)	ampio range termico, da ca. 0°C a ca. +50°C, preferibilmente 20-35°C (varia a seconda della specie)
<b>Umidità del substrato a)</b>	attività dell'acqua ( $a_w$ ) da circa 0,70 a 1,00, talvolta anche fino a 0,60	attività dell'acqua ( $a_w$ ) da ca. 0,70 a 1,00, preferibilmente 0,80-0,98 (varia a seconda della specie)
<b>pH</b>	da ≤ 1 a circa 11,5, preferibilmente 6-7 (varia a seconda della specie)	da 1.5 a 11 (varia a seconda della specie)
<b>Nutrienti</b>	carbonio da CO <sub>2</sub> , sali e elementi in traccia	carbonio organico, azoto (organico e inorganico), sali e elementi in traccia
<b>Luce</b>	necessaria per la fotosintesi	non necessaria

Nota: l'attività dell'acqua ( $a_w$ ) è una misura della disponibilità di umidità per lo sviluppo biologico; su materiali umidi l' $a_w$  corrisponde all'unità atmosferica relativa presente sulla superficie



Alga verde della specie *Chlorococcum lobatum* al microscopio



Alga verde filamentosa *Klebsormium flaccidum* al microscopio



Colonie algali



Funghi del genere *Alternaria* (su una foglia e al microscopio)



facciata interessata da muffe e alghe

### **BATTERI**

Sono praticamente onnipresenti nell'atmosfera, nell'acqua, nel terreno, ecc. Possono introdursi agevolmente nei film delle pitture dando luogo alla decomposizione enzimatica di alcuni componenti delle pitture stesse.

Privilegiano gli ambienti umidi, leggermente alcalini. La loro presenza è accompagnata da alterazioni cromatiche, odori molesti, ecc.

### **LIEVITI e FERMENTI**

Sono considerevolmente diffusi, si riproducono mediante spore trasportate dal vento, privilegiano gli ambienti debolmente acidi.

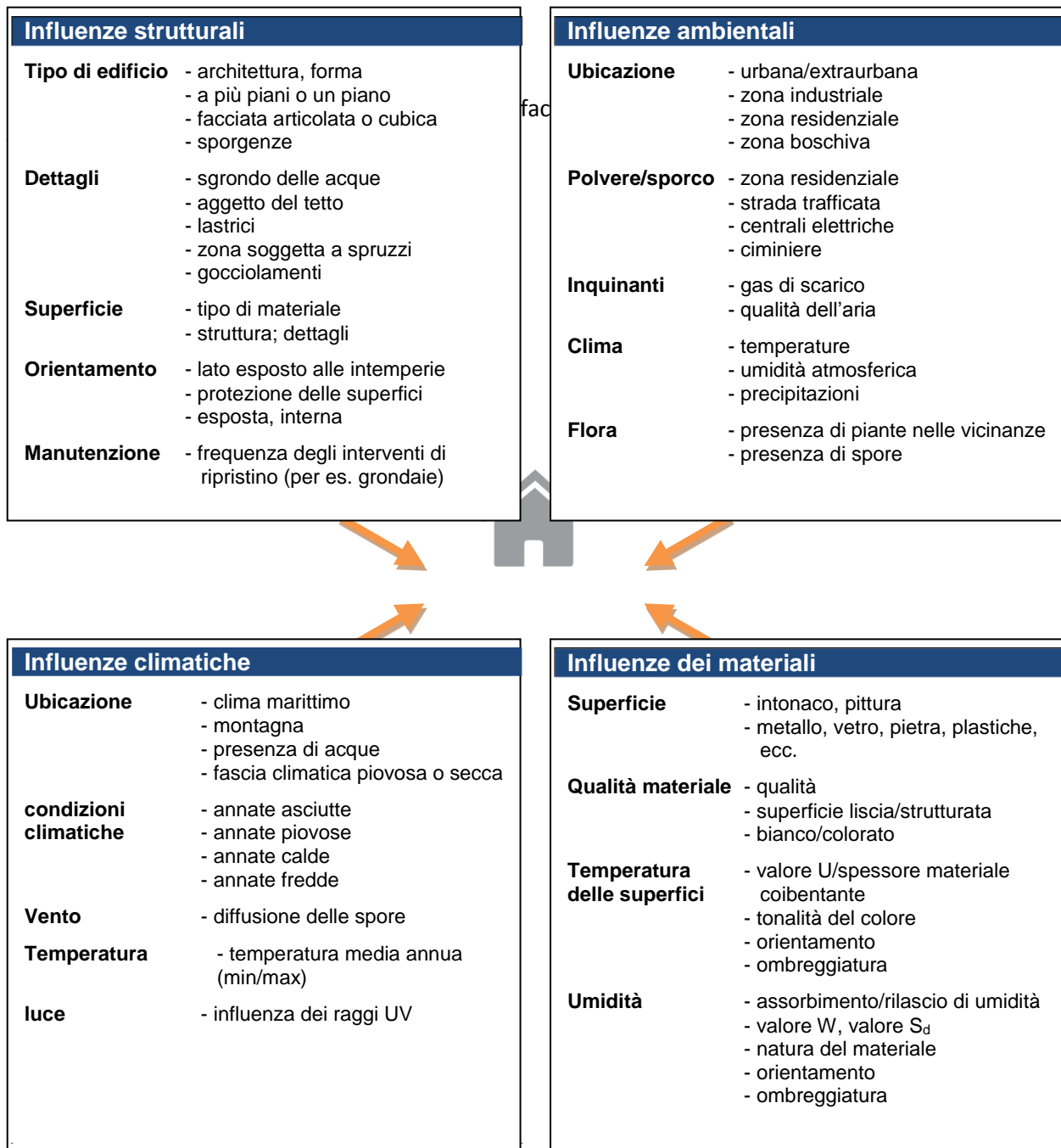
Formano rivestimenti viscosi e sgradevoli.



## 4. CAUSE E CONDIZIONI DI SVILUPPO

È sostanzialmente impossibile individuare una singola condizione causa dello sviluppo di una colonia di alghe o di funghi, spesso favorite da una concatenazione di diversi fattori: dal punto di vista biologico esistono numerosi studi in materia, riportati in bibliografia.

I vari fattori che influenzano lo sviluppo di alghe e funghi in facciata sono così sintetizzabili:



## **AMBIENTE, CONDIZIONI CLIMATICHE E UBICAZIONE DELL'EDIFICIO**

### **UMIDITÀ**

L'osservazione dei fenomeni atmosferici e dello sviluppo delle colonie di microorganismi sulle facciate ha portato a rilevare quanto queste ultime siano fortemente influenzate aumentando o diminuendo in funzione del tasso di umidità.

L'umidità è dunque uno dei fattori principali a favore della colonizzazione delle facciate da parte di alghe e funghi: in condizioni di asciutto le colonie di funghi e alghe non si sviluppano.

Il tasso di umidità atmosferica è determinato da un insieme di fattori quali

- presenza di corsi d'acqua
- formazione di banchi di nebbia
- precipitazioni
- pressione atmosferica
- vento

### **TEMPERATURA**

La temperatura superficiale di una facciata dipende da numerosi fattori ed influenza anch'essa il tenore di umidità della facciata stessa.

In particolar modo occorre prestare attenzione alle situazioni in cui la temperatura superficiale della facciata si abbassa al di sotto di quella dell'aria: se la differenza oltrepassa il cosiddetto "punto di rugiada" sulla superficie fredda di facciata possono formarsi gocce di condensa che favoriscono lo sviluppo di alghe e funghi.

La capacità di accumulo termico dell'intonaco di rivestimento assume un ruolo determinante nella velocità di raffreddamento / riscaldamento della facciata e della durata del periodo di formazione della condensa.

### **VENTO**

Una buona ventilazione e un buon ricambio d'aria sono fattori determinanti l'asciugatura dei muri. Tuttavia in caso di precipitazioni la presenza di vento può aumentare l'esposizione della parete alla pioggia battente

Il vento inoltre è il vettore di spore e pollini, che possono trovare nelle facciate le condizioni di habitat adatte al loro sviluppo.

### **CONTESTO**

L'ubicazione dell'edificio può determinare anche differenze significative di fattori influenzanti lo sviluppo di alghe e funghi.

La presenza di vegetazione è uno degli aspetti di interesse.

In **aree extraurbane** può essere maggiore con maggiore trasporto per azione del vento di spore e pollini che trovano nella qualità dell'aria più pulita e nel microclima più fresco altri elementi favorevoli.

Anche nei **contesti urbani** dove lo smog e le temperature mediamente più alte generalmente non favoriscono lo sviluppo di colonie, la presenza di grandi piante addossate alle facciate agevola in molti modi la proliferazione: favorisce il passaggio delle spore, riduce la temperatura superficiale grazie all'ombreggiamento, favorisce il ristagno dell'umidità bloccando la ventilazione.

### **ESPOSIZIONE**

La diversa esposizione delle facciate comporta, naturalmente, maggiore o minore esposizione ai raggi solari, con effetti sulla velocità di asciugatura delle superfici.

## **COSTRUZIONE E MATERIALI**

La qualità del manufatto gioca un ruolo determinante.

### **ISOLAMENTO E SISTEMI ETICS**

Le normative vigenti impongono il rispetto di una serie di requisiti minimi di isolamento dei fabbricati mediante l'applicazione di criteri costruttivi che riducono il valore di trasmittanza termica (U): i vantaggi derivanti da un buon isolamento termico, ovvero dalla riduzione della quantità di calore scambiata dall'ambiente interno con quello esterno comporta, d'altro canto, la riduzione della temperatura superficiale esterna della parete.

Quando la temperatura dell'aria scende diminuisce anche la quantità di vapore che può contenere, quindi la quantità di vapore in eccesso presente nell'aria si condensa su una superficie più fredda.

I rivestimenti dei sistemi ETICS hanno sovente massa molto ridotta (circa 7 kg/m<sup>2</sup> per uno spessore totale di circa 5 mm). La scarsa inerzia termica della superficie comporta, nelle ore notturne, perdite di calore per irraggiamento (legge di Boltzman <sup>(\*)</sup>) con conseguente formazione di condense superficiali per periodi prolungati.

Si creano equilibri igrotermici delicati che, in particolari condizioni, creano un habitat vegetativo per l'attecchimento delle spore e delle alghe.

Per questo motivo è opportuno che le superfici dei sistemi a cappotto siano rivestite con idonee finiture additivate antimuffa e anti alga.

$$(*) Q = E(T_4 - T_1)$$

*Q = flusso termico*

*E = coefficiente di emissione*

*T = Temperatura superficiale edificio [K]*

*T = Temperatura della volta celeste [K]*

### **RIVESTIMENTI, GEOMETRIA ED ELEMENTI ARCHITETTONICI**

Le caratteristiche dei rivestimenti influenzano il bilancio igrometrico e la conseguente possibilità di formazione di un habitat favorevole allo sviluppo di alghe e funghi.

Pareti che per loro natura restano umide a lungo, indipendentemente dal materiale con cui sono realizzate (laterizi, superfici vetrate, piastrelloni, coperture in legno, ecc.), offrono un substrato facilmente colonizzabile: è dunque di fondamentale importanza che l'assorbimento d'acqua sia quanto più possibile limitato e che l'asciugatura delle pareti sia rapida per fare sì che l'attecchimento delle spore sia difficoltoso.

A questo contribuiscono una serie di fattori:

- La geometria del manufatto che può offrire protezione all'eccessiva esposizione alla pioggia battente e agli schizzi, evitando allo stesso tempo la formazione di ristagni
- Gli accorgimenti progettuali volti ad un efficiente drenaggio delle acque meteoriche
- L'utilizzo di zoccolature a protezione degli spruzzi
- La presenza di biocidi nel rivestimento (pitture e rivestimenti additivati con antimuffa e antialghe ad ampio spettro)
- La corretta posa in opera

## 5. SOLUZIONI

Le pareti attaccate da muffe e alghe possono essere trattate con appositi cicli di intervento.

Affinché gli interventi siano efficaci e duraturi è utile individuare preliminarmente le cause scatenanti dei fenomeni da rimuovere e, se possibile porvi rimedio prima di dare avvio alla lavorazione delle pareti.

Di norma la sequenza di trattamento per l'eliminazione di alghe e funghi prevede:

- Trattamento delle superfici con prodotti detergenti e igienizzanti e idro pulizia
- Asciugatura completa
- Trattamento con prodotto biocida
- Applicazione di due mani di pittura eventualmente additivata con biocida

Le indicazioni specifiche per ciascuna lavorazione vengono fornite dal produttore, ed occorre riferirsi alle prescrizioni per ciascuna fase di intervento.

Particolare attenzione va prestata anche allo smaltimento delle acque di lavaggio che non devono e non possono essere disperse nel terreno, ma vanno trattate come sostanze pericolose.



Fronte colonizzato

## 6. PREVENZIONE

Una volta eseguiti trattamenti di sanificazione e ripristino delle facciate è utile prevenire la nuova formazione di muffe e alghe con programmi di pulizia e manutenzione da eseguire ciclicamente per garantire l'azione biocida delle finiture.

La ricerca di nuove forme architettoniche, di nuovi materiali, di metodologie costruttive più economiche, di soluzioni per un sempre maggiore risparmio energetico sono in continua evoluzione e la progettazione è lo strumento di prevenzione più valido.

Le scelte progettuali, sia architettoniche che dei materiali spesso risultano vincenti per prevenire la formazione di condensa superficiale, proteggere i fronti dalla pioggia battente, impedire il ristagno d'acqua anche in considerazione di tutti i fattori di concausa per lo sviluppo delle colonie algali o fungine specifici dell'edificio in progetto.

Alcuni dettagli architettonici possono fare la differenza: i sistemi di allontanamento delle acque meteoriche, la realizzazione di modanature e coronamenti di adeguate dimensioni, la predisposizione di zoccolature, ecc. unitamente alle altre scelte sulle finiture.

### **Scelta della composizione dell'intonaco in base alle caratteristiche algicide/funghicide**

Se la facciata assorbe poca acqua il rischio di colonizzazione si riduce in modo consistente; tuttavia i materiali di finitura devono offrire adeguata resistenza, anche se necessariamente limitata nel tempo, ad alghe e funghi.

I rivestimenti silossanici si prestano alla realizzazione di superfici con bassissimo assorbimento d'acqua.

Nel caso di impiego di pitture e intonaci a base di calce si crea un ambiente alcalino ostile per alghe e funghi.

Gli intonaci a base di resina sintetica (a dispersione) o gli intonaci a base di resina siliconica può essere utile prevedere l'aggiunta di specifici prodotti "biocidi".

### **Utilizzo di cariche biocide negli intonaci e nelle pitture**

L'effetto delle cariche biocide efficaci contro le specie più frequenti di alghe e funghi deve garantire allo stesso tempo la stabilità nel supporto cui sono aggiunte e la biodegradabilità una volta disperse nell'ambiente; la concentrazione dei principi attivi deve essere tale da garantire l'efficacia contro i microrganismi e la non nocività per l'uomo e l'ambiente.

Di conseguenza l'effetto delle cariche biocide è limitato nel tempo ed è necessario quindi prevedere pitturazioni di mantenimento.

### **Verifica della rugosità del rivestimento**

Pitture e intonaci presentano strutture differenti, che trattengono in modo differente l'acqua. L'accentuata rugosità di un rivestimento a spessore intrappola le gocce d'acqua, fornendo possibile habitat di proliferazione dei microrganismi: è un aspetto che va dunque valutato in relazione all'insieme degli altri fattori che favoriscono lo sviluppo delle alghe e dei funghi.

### **Scelta del colore del rivestimento**

I colori scuri normalmente assorbono una maggiore quantità di radiazioni infrarosse, raggiungendo temperature superficiali maggiori che favoriscono l'asciugatura delle superfici.

Sui sistemi a cappotto è però necessario mediare questa necessità per evitare che la colorazione scura provochi eccessivi surriscaldamenti, mediante l'utilizzo di rivestimenti con additivi IR riflettenti.

## 7. CONCLUSIONI

Le facciate dei nostri edifici sono la prima cosa che vediamo, e determinano l'estetica del contesto edilizio in cui si trovano. Come la pelle ci dicono tanto: dalla loro osservazione possiamo dedurre età, stato di salute qualità del fabbricato.... E come la pelle bisogna prendersene cura perché la loro funzione protettiva possa garantire un adeguato comfort abitativo.

Le considerazioni riportate in questo documento hanno lo scopo di portare all'attenzione una delle problematiche più ricorrenti e di difficile prevedibilità.

I contenuti trattati in questa sede non vogliono e non possono essere esaustivi delle argomentazioni che richiederebbero approfondimenti di contenuti tecnici, in ambito biologico e chimico.

È assai difficile prevedere con sicurezza in che misura le facciate verranno aggredite dai microrganismi; tuttavia è necessario avere coscienza di quanto siano numerosi i fattori che favoriscono la creazione di un habitat favorevole all'attecchimento delle spore, l'incalcolabilità delle loro interazioni e quanto l'ubicazione dell'edificio possa influenzare la propensione agli attacchi batterici.

Avere gli strumenti di corretta valutazione di una delle criticità che spesso si riscontra anche dopo aver realizzato isolamenti termici con sistemi a cappotto, permette di affrontare la tematica con un'adeguata prevenzione in fase di progettazione, di prestare maggiore attenzione alla corretta esecuzione delle diverse fasi di posa e di valutare appieno gli interventi di ripristino considerandone i vari aspetti in un'ottica complessiva di risanamento dell'involucro.

## 8. RIFERIMENTI

Nel testo sono inclusi contenuti tratti da pubblicazioni specifiche disponibili in rete.

### ULTERIORE BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Kunzel, H.M.; Krus, M.; Sedlbauer, K. - *«Alghe sui muri esterni. La fisica dell'edilizia ne è la causa? La fisica dell'edilizia rappresenta la soluzione! »*

*Contributo per la 3a conferenza Dahlberg "Microorganismi e risanamento di edifici" - Wismar (2001).*

Krus, M.; Sedlbauer, K.; Lenz, K. - *Berechnung des Tauwasseranfalls - «Calcolo della formazione di acqua di condensa sulle superfici esterne, tenendo conto della capacità di accumulazione termica dell'intonaco esterno e di diversi rivestimenti.»*

*Contributo per la 4° conferenza Dahlberg "Alghe su materiali edili per facciate II" - Wismar (2003).*

Bagda, E. - *Considerazioni di fisica per l'edilizia in: «Biocidi nei rivestimenti degli edifici.»* Edizioni Expert Renningen (2000), pagg. 1-9.

Kießl, K.: *«In che modo il comportamento termico dei muri esterni è influenzato da rivestimenti che si dimostrano efficaci all'esposizione ai raggi infrarossi? »*

*Simposio di fisica dell'edilizia, in occasione del 60° compleanno del professor Gertis – Sindelfingen (1998)*

Gertis, K.: *«Cresce, cresce e..... » Fisica dell'edilizia 23 (2002), pag. 193.*

Nay, M.; Raschle, P.: *«Come si può evitare la formazione di alghe e funghi sulle facciate? »*

*Relazione della conferenza del 12° Seminario sullo stato attuale nell'anno 2002 "Ricerca sull'energia e sull'ambiente nell'edilizia" - Politecnico federale di Zurigo - pagg. 131-138.*

Hofbauer, W. K., Breuer, K., Sedlbauer, K.: *«Alghe, licheni, muschi e felci sulle facciate. Fisica dell'edilizia 25/6 (2003)», Ernst & figlio, Berlino - pagg.383-396.*

Büchli, R.; Raschle, P.: *«Alghe e funghi sulle facciate –cause e rimedi per evitarli.»*

*Stoccarda: Edizioni Fraunhofer IRB - 2004.*

*Scheda tecnico-informativa riguardante i procedimenti durante il risanamento di facciate contaminate da alghe e funghi, ed. Istituto Federale per il controllo dei materiali e per la ricerca (EMPA) - Dübendorf, maggio 2003.*

**L'AIPE è l'Associazione Italiana Polistirene Espanso** costituita nel 1984 per promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e per svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio. Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee. Un gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

L'EPS è un polimero resistente, versatile, leggero e sicuro per chi lo lavora e per l'utente finale. Mantiene inalterate nel tempo le sue eccellenti proprietà isolanti che, unite ad un rapporto costo/beneficio altamente competitivo sia dal punto di vista ambientale che economico, lo rendono la migliore soluzione per l'isolamento termico e acustico in edilizia e per l'imballaggio di prodotti alimentari, industriali, orto-frutticoli e farmaceutici.

Utilizzando vari strumenti (libri, CD, documenti, convegni, corsi, sito Web, contatti diretti), e collaborando all'attività normativa e legislativa per i settori della termica, ambiente, riciclo, acustica, fuoco, l'associazione si pone inoltre come punto di riferimento qualificato e fonte di formazione e informazione per tutti gli attori del mercato, aziende, utenti, progettisti, nonché per i media e per l'opinione pubblica.

I principali obiettivi di AIPE sono sostenere e promuovere l'EPS di qualità attraverso molteplici attività svolte ogni anno con il prezioso sostegno delle aziende associate divise per specifici Gruppi di Lavoro (Cappotto, SAAD Sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa, Sistemi e Componenti per l'Edilizia, Macchine e Imballaggio).

Via Marcantonio Colonna, 46 – 20149 Milano  
Tel. + 39 02 33 60 65 29

e-mail: [aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it) – [www.aipe.biz](http://www.aipe.biz)

*A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all' EUMEPS  
European Manufacturers of Expanded polystyrene*

